

## JILID 3

Wahyu Gatot Budiyanto, dkk

# Kriya Keramik

untuk  
Sekolah Menengah Kejuruan



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional

Wahyu Gatot Budiyanto dkk

# KRIYA KERAMIK

**SMK**

**JILID 3**



**Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**  
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional

# KRIYA KERAMIK

Untuk SMK

## JILID 3

Penulis : Wahyu Gatot Budiyanto  
Sugihartono  
Rohmat Sulistya  
Fajar Prasudi  
Taufiq Eko Yanto

Perancang Kulit : TIM

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

BUD BUDIYANTO, Wahyu Gatot  
k Kriya Keramik untuk SMK Jilid 3 /oleh Wahyu Gatot  
Budiyanto, Sugihartono, Rohmat Sulistya, Fajar Prasudi, Taufiq  
Eko Yanto ---- Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah  
Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan  
Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.  
xxxii, 186 hlm  
Daftar Pustaka : LAMPIRAN A.  
Glosarium : LAMPIRAN L.  
ISBN : 978-602-8320-58-0  
ISBN : 978-602-8320-61-0

Diterbitkan oleh

**Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan**

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah  
Departemen Pendidikan Nasional

Tahun 2008

## KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK. Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008  
Direktur Pembinaan SMK





## KATA PENGANTAR PENYUSUN

Pendidikan merupakan salah satu usaha untuk mempersiapkan sumber daya manusia yang berkualitas, unggul, tangguh, berteknologi tinggi, mampu berkompetisi, mempunyai kompetensi yang memadai dan mampu bersaing secara global. Di dalam era global saat ini di satu sisi membawa persaingan yang semakin ketat namun disisi lain membuka peluang kerjasama. Untuk menghadapi persaingan dan memanfaatkan peluang tersebut maka diperlukan sumber daya manusia yang mampu menguasai ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni. Pendidikan menengah kejuruan memainkan peranan yang sangat penting untuk menyiapkan sumber daya manusia di dalam era global tersebut, karena dengan lulusan yang memiliki kompetensi akan menjadi tenaga kerja yang mampu berperan sebagai faktor keunggulan yaitu tenaga kerja yang menguasai ilmu pengetahuan, memiliki keterampilan tinggi, dan berperilaku profesional.

Proses pembelajaran di sekolah merupakan suatu proses transfer pengetahuan, keterampilan, dan sikap dari guru kepada siswa. Demikian juga proses pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) khususnya program keahlian kriya keramik, bahwa penguasaan kompetensi (pengetahuan, keterampilan, dan sikap) juga dapat berlangsung sehingga lulusannya memiliki kompetensi yang benar-benar dikuasai untuk bekal dalam kehidupannya.

Saat ini buku-buku penunjang mata pelajaran produktif kriya keramik masih sangat jarang, walaupun ada buku-buku tersebut ditulis dalam bahasa asing. Mengingat pentingnya informasi tentang materi pembelajaran kriya keramik, maka kami mencoba menulis buku kriya keramik yang dapat menjadi pegangan untuk guru dan siswa dalam proses pembelajaran di sekolah.

Buku kriya keramik ini disusun berdasarkan Standar Kompetensi Nasional (SKN) serta Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) Program Keahlian Kriya Keramik SMK. Isi buku ini meliputi materi menggambar yang meliputi membuat nirmana, menggambar teknik, dan menggambar ornament serta seluruh proses pembentukan keramik yang meliputi pengetahuan umum tentang keramik; bahan baku tanah liat dan glasir; pengujian tanah liat; penyiapan bahan tanah liat dan glasir; teknik pembentukan; penerapan dekorasi dengan tanah liat, slip, dan glasir; teknik pengglasiran; serta proses penyusunan dan pembakaran benda keramik. Buku kriya keramik ini juga dilengkapi dengan informasi tentang sejarah keramik, daftar istilah (*glosarium*), informasi tentang bahan keramik beracun, serta kesalahan dalam pembuatan keramik dan perbaikannya. Dengan berpedoman pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) maka diharapkan buku kriya keramik ini dapat memberikan informasi yang lebih lengkap tentang kompetensi yang

ada pada pekerjaan bidang kriya keramik, untuk itu penguasaan kompetensi (pengetahuan, keterampilan, dan sikap) diharapkan dapat dicapai melalui informasi yang ada dalam buku kriya keramik ini. Kami mengharapkan buku kriya keramik ini bermanfaat bagi guru maupun siswa untuk memahami, mempelajari dan mempraktikkannya di sekolah

Mengingat banyak cakupan informasi tentang keramik, maka buku ini mungkin belum dapat disajikan secara lengkap mengingat keterbatasan yang ada, untuk itu masukan, saran, dan kritik yang membangun untuk menambah lengkapnya buku kriya keramik ini sangat kami harapkan sehingga buku kriya keramik ini menjadi lebih sempurna dan bermakna bagi siswa.

Akhir kata kami berharap semoga buku kriya keramik ini dapat bermanfaat khususnya untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Program Keahlian Kriya Keramik dalam rangka peningkatan penguasaan kompetensi.

Tim Penyusun

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA SAMBUTAN</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>SINOPSIS</b>	<b>xix</b>
<b>DISKRIPSI KONSEP PENULISAN</b>	<b>xxv</b>
<b>PETA KOMPETENSI</b>	<b>xxix</b>

<b>1. MEMBUAT NIRMANA</b>	<b>1</b>
1.1. Mengeksplorasi garis dan Bidang	6
1.1.1. Garis	6
1.1.2. Bidang	8
1.2. Menggambar huruf	11
1.2.1. Pemahaman terhadap jenis, karakter dan anatomi masing-masing huruf	11
1.2.2. Menggambar Huruf, Logo, Inisial, dan Slogan	15
1.3. Menggambar Alam Benda	25
1.3.1. Alat dan bahan	25
1.3.2. Menggambar dengan memperhatikan arah cahaya	25
1.3.3. Menggambar dengan arsir/gelap terang	26
1.3.4. Menggambar dengan memperhatikan proporsi dan komposisi dengan tepat.	27
1.4. Menggambar Flora Fauna	28
1.4.1. Pemahaman obyek-obyek sesuai bentuk dan karakternya	28
1.4.2. Menggambar flora dan fauna sesuai bentuk, proporsi, anatomi, dan karakternya.	29

1.5.	<b>Menggambar Manusia</b>	<b>31</b>
1.5.1.	Menggambar manusia dengan proporsi	31
1.5.2.	Menggambar bagian dari tubuh manusia	31
1.6.	<b>Membuat Nirmana Tiga Dimensi</b>	<b>33</b>
1.6.1.	Ruang lingkup bidang bersaf/berjajar dalam nirmanan ruang.	33
1.6.2.	Konstruksi dan Perakitan	38
<b>2.</b>	<b>MENGGAMBAR TEKNIK</b>	<b>41</b>
2.1.	<b>Menggambar Proyeksi</b>	<b>43</b>
2.2.	<b>Menggambar Perspektif</b>	<b>47</b>
2.2.1.	Gambar perspektif satu titik hilang	48
2.2.2.	Gambar perspektif dua titik hilang	49
2.2.3.	Gambar perspektif tiga titik hilang	49
2.3.	<b>Menggambar Gambar kerja</b>	<b>50</b>
2.3.1.	Gambar Proyeksi	50
2.3.2.	Gambar perspektif	50
2.3.3.	Menentukan garis, ukuran dan skala	51
2.3.4.	Format penampilan gambar	59
<b>3.</b>	<b>MENGGAMBAR ORNAMEN</b>	<b>61</b>
3.1.	<b>Menggambar Ornamen Primitif</b>	<b>61</b>
3.1.1.	Pengetahuan tentang ornamen Primitif	61
3.1.1.	Penempatan ornament primitive pada sebuah bidang	62
3.1.2.	Konsistensin pengulangan bentuk yang diterapkan pada ornamen primitif	63
3.2.	<b>Menggambar Ornamen Tradisional dan Klasik</b>	<b>65</b>
3.2.1.	Latar belakang sejarah ornamen tradisional dan klasik	65
3.2.2.	Ornamen Tradisional dan Klasik yang ada di Indonesia	66
3.3.	<b>Menggambar Ornamen Modern</b>	<b>70</b>
<b>4.</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	<b>75</b>

4.1.	<b>Keramik</b>	<b>75</b>
4.2.	<b>Materi Buku</b>	<b>79</b>
<b>5.</b>	<b>SEJARAH KERAMIK</b>	<b>83</b>
5.1.	<b>Sejarah Singkat Keramik Dunia</b>	<b>86</b>
5.2.	<b>Keramik Seni Kuno</b>	<b>88</b>
5.3.	<b>Penemuan Keramik</b>	<b>88</b>
5.4.	<b>Keramik di Beberapa Belahan dunia</b>	<b>89</b>
5.4.1.	Timur dekat ( <i>near east</i> )	89
5.4.2.	Timur jauh ( <i>far east</i> )	93
5.5.	<b>Sejarah Keramik di Indonesia</b>	<b>98</b>
5.5.1.	Jaman Penjajahan Belanda	102
5.5.2.	Jaman Pendudukan Tentara Jepang	103
5.5.3.	Jaman Pemerintahan Republik Indonesia	103
<b>6.</b>	<b>TANAH LIAT</b>	<b>107</b>
6.1.	<b>Asal-usul Usul Tanah Liat</b>	<b>107</b>
6.1.1.	Proses Pembentukan Tanah Liat secara Alami	107
6.1.2.	Pembentukan Meneral-Mineral Kulit Bumi	108
6.1.3.	Peranan Tenaga Endogen dan Eksogen terhadap Pembentukan Tanah Liat	109
6.1.4.	Proses Terbentuknya Tanah Liat Primer dan Sekunder	110
6.2.	<b>Jenis-Jenis Tanah Liat</b>	<b>115</b>
6.2.1.	Perubahan Fisika Tanah Liat Primer dan Sekunder Setelah Dibakar	115
6.2.2.	Sifat-Sifat Umum Tanah Liat	118
6.2.3.	Jenis, Sifat, Fungsi Tanah Liat dan Bahan Lain	128
6.3.	<b>Pengembangan Formula Badan Tanah Liat</b>	<b>134</b>
6.3.1.	Campuran Sistem Garis ( <i>Line Blend</i> )	135
6.3.2.	Campuran Sistem Segitiga ( <i>Triaxial Blend</i> )	135
6.4.	<b>Badan Tanah Liat</b>	<b>138</b>

6.4.1.	Badan Keramik <i>Earthenware</i>	138
6.4.2.	Badan Keramik <i>Stoneware</i>	141
6.4.3.	Badan Keramik Porselin	145
6.5.	<b>Problem Badan Tanah Liat dan Perbaikannya</b>	<b>147</b>
<b>7.</b>	<b>PENGUJIAN DAN PENYIAPAN CLAY BODY</b>	<b>149</b>
7.1.	<b>Peralatan dan Perlengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja</b>	<b>150</b>
7.1.1.	Peralatan	150
7.1.2.	Perlengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	156
7.2.	<b>Bahan</b>	<b>156</b>
7.3.	<b>Pengujian <i>Clay Body</i></b>	<b>158</b>
7.3.1.	Pemilihan Formula (Campuran) <i>Clay Body</i>	159
7.3.2.	Penyiapan <i>Clay Body</i> untuk Pengujian	161
7.3.3.	Pengujian Plastisitas <i>Clay Body</i>	163
7.3.4.	Pengujian Susut Kering <i>Clay Body</i>	166
7.3.5.	Pengujian Suhu Kematangan <i>Clay Body</i>	170
7.3.6.	Pengujian Susut Bakar <i>Clay Body</i>	177
7.3.7.	Pengujian Porositas <i>Clay Body</i>	180
7.3.8.	Analisis Hasil Pengujian <i>Clay Body</i>	182
7.4.	<b>Penyiapan <i>Clay Body</i></b>	<b>183</b>
7.4.1.	Penyiapan <i>Clay Body</i> dari Tanah Liat Alam secara Manual Basah	184
7.4.2.	Penyiapan <i>Clay Body</i> dari Tanah Liat Alam secara Manual Kering	187
7.4.3.	Penyiapan <i>Clay Body</i> dari Tanah Liat Alam secara Masinal Basah	189
7.4.4.	Penyiapan <i>Clay Body</i> dari Prepared Hard Mineral secara Masinal Basah	193
7.4.5.	Penyiapan <i>Clay Body</i> untuk Teknik Pembentukan Cetak Tuang	196

<b>8. PEMBENTUKAN BENDA KERAMIK</b>	<b>203</b>
8.1. Peralatan Pembentukan	204
8.1.1. Alat Bantu	205
8.1.2. Alat Pokok	207
8.1.3. Perlengkapan	212
8.1.4. Perlengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	214
8.2. Bahan	215
8.2.1. Persyaratan Tanah Liat	216
8.2.2. Penyiapan Tanah Liat	216
8.3. Pembentukan dengan Teknik Pijit (Pinching)	219
8.3.1. Peralatan	221
8.3.2. Bahan	221
8.3.3. Proses Pembentukan	222
8.4. Pembentukan Teknik Pilin (Coiling)	224
8.4.1. Teknik Membuat Pilinan Tanah Liat	225
8.4.2. Peralatan	226
8.4.3. Bahan	226
8.4.4. Proses Pembentukan	226
8.5. Pembentukan Teknik Lempeng (Slab Building)	232
8.5.1. Peralatan	234
8.5.2. Bahan	235
8.5.3. Proses Pembentukan	235
8.6. Pembentukan dengan Teknik Putar Centering	245
8.6.1. Peralatan	247
8.6.2. Bahan	247
8.6.3. Fungsi Tangan dalam Pembentukan Teknik Putar	247
8.6.4. Pemasangan Alas Pembentukan	248
8.6.5. Tahap Pembentukan Teknik Putar	250
8.6.6. Pembentukan Silindris	252
8.6.7. Pembentukan Mangkok	257
8.6.8. Pembentukan Piring	264



8.6.9.	Pembentukan Vas	269
8.6.10.	Pembentukan Wadah Bertutup	273
8.6.11.	Bentuk Bibir Benda Keramik (Lip)	279
8.6.12.	Bentuk Kaki Benda Keramik (Foot)	280
8.6.13.	Trimming dan Turning	281
8.6.14.	Penggabungan Dua Bentuk Hasil Putaran	282
8.6.15.	Penggabungan Hasil Bentuk Putaran dengan Bagian Lain	288
8.6.16.	Problem Pembentukan Teknik Putar dan Perbaikannya	304
8.7.	Pembentukan dengan Teknik Putar Pilin	307
8.7.1.	Peralatan	307
8.7.2.	Bahan	308
8.7.3.	Proses Pembentukan	308
8.8.	Pembentukan dengan Teknik Putar Tatap	313
8.8.1.	Peralatan	314
8.8.2.	Bahan	314
8.8.3.	Proses Pembentukan	314
8.9.	Pembentukan dengan Teknik Cetak	319
8.9.1.	Peralatan	320
8.9.2.	Bahan	320
8.9.3.	Penyiapan Gips	322
8.10.	Pembentukan dengan Teknik Cetak Tekan	323
8.10.1.	Proses Pembuatan Model	324
8.10.2.	Proses Pembuatan Cetakan	326
8.10.3.	Proses Pencetakan	327
8.11.	Pembentukan dengan Teknik Cetak Tuang	329
8.11.1.	Peralatan	331
8.11.2.	Bahan	332
8.11.3.	Proses Pembentukan dengan Teknik Cetak Tuang Model Bebas	332
8.11.4.	Proses Pembuatan Model	334
8.11.5.	Proses Pembuatan Cetakan Gips	335

8.11.6.	Proses Pencetakan	338
8.11.7.	Pembentukan dengan Teknik Cetak Tuang Model Bubut	339
8.11.8.	Proses Pembuatan Model Bubut	340
8.11.9.	Proses Pembuatan Cetakan Gips	344
8.11.10.	Proses Pencetakan Benda Keramik	347
8.12.	Pembentukan dengan Teknik Jigger-Jolley	349
8.12.1.	Bagian-bagian dari Alat jigger-jolley	351
8.12.2.	Peralatan	353
8.12.3.	Bahan	353
8.12.4.	Proses Pembentukan	353
<b>9.</b>	<b>DEKORASI KERAMIK</b>	<b>359</b>
9.1.	Peralatan	360
9.1.1.	Alat Bantu	360
9.1.2.	Alat Pokok	365
9.1.3.	Perlengkapan	366
9.1.4.	Perlengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	368
9.2.	Bahan	369
9.2.1.	Tanah liat	369
9.2.2.	Slip Tanah	370
9.2.3.	Pewarna	371
9.2.4.	Air	373
9.3.	Dekorasi Pembentukan	374
9.3.1.	Dekorasi Marbling body	375
9.3.2.	Dekorasi Nerikomi	380
9.3.3.	Dekorasi Agateware	383
9.4.	Dekorasi Tanah Liat Plastis	386
9.4.1.	Dekorasi Teknik Faceting	386
9.4.2.	Dekorasi Teknik Combing	389

9.4.3.	Dekorasi Teknik Feathering	391
9.4.4.	Dekorasi Teknik Marbling	392
9.4.5.	Dekorasi Teknik Impressing	393
9.4.6.	Dekorasi Teknik Relief	396
9.5.	Dekorasi Badan Tanah Liat Leather Hard	398
9.5.1.	Dekorasi Teknik Sgraffito	398
9.5.2.	Dekorasi Teknik Toreh Lapis (Inlay)	399
9.5.3.	Dekorasi Teknik Engobe	402
9.5.4.	Dekorasi Teknik Ukir (Carving)	405
9.5.5.	Dekorasi Teknik Tembus (Piercing)	408
9.5.6.	Dekorasi Teknik Gosok (Burnishing)	409
9.5.7.	Dekorasi Teknik Embossing	411
9.6.	Dekorasi Glasir	413
9.6.1.	Dekorasi Underglaze	413
9.6.2.	Dekorasi Over Glaze	415
9.6.3.	Dekorasi In Glaze	417
<b>10.</b>	<b>GLASIR</b>	<b>421</b>
10.1.	Pengertian Glasir	421
10.2.	Keseimbangan Glasir	422
10.3.	Bahan Glasir	425
10.4.	Bahan Pewarna Glasir	427
10.4.1.	Oksida Pewarna	427
10.4.2.	Pewarna Stain/Pigmen	431
10.5.	Jenis-jenis glasir	432
10.5.1.	Menurut Cara Pembuatan	432
10.5.2.	Menurut Temperatur Pembakaran	432
10.5.3.	Menurut Bahan yang Digunakan	433
10.5.4.	Menurut Kondisi Pembakaran	433
10.5.5.	Menurut Sifat Setelah Pembakaran:	433
10.6.	RO Formula	434
10.6.1.	Sumber RO	435

10.6.2.	Sumber R2O3	436
10.6.3.	Sumber RO2	437
10.7.	Resep dan Formula Glasir	437
10.7.1.	Formula Glasir Suhu Rendah	438
10.7.2.	Formula Glasir Suhu Menengah	439
10.7.3.	Formula Glasir Suhu Tinggi	442
10.8.	Campuran Glasir	443
10.9.	Hitung Glasir	444
10.9.1.	Rumus Seger	444
10.9.2.	Unity Formula	444
10.9.3.	Perhitungan Glasir Sederhana.	445
10.9.4.	Perhitungan Glasir dari Formula ke Resep.	446
10.9.5.	Perhitungan Glasir dari Resep ke Formula	447
10.9.6.	Limit Formula	448
10.10.	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Glasir	449
10.10.1.	Bahan-bahan yang digunakan	449
10.10.2.	Badan Tanah Liat untuk Barang Keramik	449
10.10.3.	Panas dalam Ruang Pembakaran	450
10.10.4.	Tipe Tungku dan Bahan Bakarnya	450
10.10.5.	Atmosfer Tungku	450
10.10.6.	Penerapan Glasir	451
<b>11.</b>	<b>PENYIAPAN GLASIR DAN PENGGLASIRAN</b>	<b>453</b>
11.1.	Peralatan dan Perlengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	454
11.1.1.	Peralatan	454
11.1.2.	Perlengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	457
11.2.	Bahan	458
11.2.1.	Bahan Mentah Glasir	459
11.2.2.	Bahan Pewarna Glasir	461
11.3.	Penyusunan Campuran Glasir	463

11.3.1.	Menurut Perbandingan Bahan-Bahan yang Dipakai	463
11.3.2.	Menurut Perbandingan Rumus Unsur	463
11.3.3.	Menurut Rumus Segger	464
11.4.	Penyiapan Glasir	466
11.4.1.	Bahan	468
11.4.2.	Proses Penyiapan Glasir	469
11.5.	Teknik Pengglasiran	471
11.5.1.	Teknik Tuang (Pouring)	474
11.5.2.	Teknik Celup (Dipping)	476
11.5.3.	Teknik Semprot (Spraying)	477
11.5.4.	Teknik Kuas (Brush)	478
11.6.	Kesalahan dalam Pengglasiran dan Cara Mengatasinya	481
<b>12.</b>	<b>TUNGKU DAN PEMBAKARAN</b>	<b>485</b>
12.1.	Tungku Pembakaran	485
12.1.1.	Klasifikasi Tungku	487
12.1.2.	Kiln Furniture	490
12.1.3.	Pengukur Temperatur (Suhu)	493
12.2.	Pembakaran	499
12.2.1.	Pengertian Perubahan Keramik (Ceramic Change)	499
12.2.2.	Perubahan yang Terjadi pada Pembakaran Keramik	500
12.2.3.	Tahap Pembakaran Biskuit	501
12.2.4.	Prinsip-Prinsip Reaksi Pembakaran	502
12.2.5.	Pembakaran Tunggal Single Firing	504
12.2.6.	Sirkulasi Api	505
12.2.7.	Grafik Pembakaran	507
12.2.8.	Problem Pembakaran Biskuit dan Pemecahannya.	508
12.3.	Penyusunan dan Pembongkaran Benda dari dalam Tungku Pembakaran	509
12.3.1.	Peralatan dan Kiln Furniture	510
12.3.2.	Perlengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	510

12.3.3.	Bahan	511
12.3.4.	Penyusunan Benda dalam Tungku Pembakaran	512
12.3.5.	Pembongkaran Benda Keramik dari dalam Tungku Pembakaran	514
12.3.6.	Membereskan Pekerjaan	516
12.4.	Pengoperasian Tungku Pembakaran	516
12.4.1.	Pengoperasian Tungku Bahan Bakar Padat (Kayu)	516
12.4.2.	Pengoperasian Tungku Bahan Bakar Cair (Minyak Tanah)	519
12.4.3.	Pengoperasian Tungku Bahan Bakar Gas	528
12.4.4.	Mengoperasikan Tungku Bahan Bakar Listrik	533
12.5.	Kesalahan dalam Pembakaran dan Cara Mengatasi	541
12.5.1.	Beberapa Kesalahan pada Tahap Pembakaran	541
12.5.2.	Penanggulangan Kesalahan pada Tahap Pembakaran	541
12.5.3.	Lubang yang Muncul pada Permukaan (Spit out)	541

### **13. PENUTUP** **543**

#### **LAMPIRAN**

- A. Daftar Pustaka
- B. Daftar Tabel
- C. Daftar Gambar
- D. Produk Keramik
- E. Bahan Keramik Beracun
- F. Kesalahan-Kesalahan dalam Pembuatan Keramik dan Perbaikannya
- G. Unsur, simbol, dan Berat Atom (BA)
- H. Formula dan Berat Ekuivalen Bahan-Bahan Keramik
- I. Problem Badan Tanah Liat dan Perbaikannya
- J. Kegunaan Bahan Tanah Liat dalam Badan Keramik
- K. Sifat-Sifat Beberapa Jenis Tanah Liat Secara Umum
- L. Glosarium



## SINOPSIS

Indonesia adalah negara yang kaya akan sumber daya alam yang merupakan potensi bahan baku untuk produk-produk kerajinan (kriya). Salah satu potensi alam tersebut adalah tanah liat yang terdapat hampir di seluruh Indonesia baik di Sumatera, Bangka, Belitung, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Bali, Nusa Tenggara, bahkan di Papua. Tanah liat sebagai bahan utama untuk pembuatan keramik sangat menguntungkan karena bahannya relatif mudah di dapat dan hasil produknya sangat luas pemakaiannya.

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Program Keahlian Kriya Keramik sebagai salah satu jenjang pendidikan menengah bertujuan menyiapkan sumber daya manusia yang terampil di bidang seni dan kriya diharapkan dapat memanfaatkan potensi alam yang melimpah tersebut. Tujuan tersebut dapat dicapai apabila dalam proses pembelajarannya didukung oleh perangkat pembelajaran yang memadai, salah satunya adalah sarana berupa materi pembelajaran berdasarkan standar kompetensi yang berlaku dalam hal ini adalah Standar Kompetensi Nasional (SKN) Bidang Kriya Keramik.

Buku Kriya keramik untuk SMK Program Keahlian Kriya Keramik ini disusun berdasarkan Standar Kompetensi Nasional (SKN) Bidang Kriya Keramik dan juga berpedoman pada Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan SMK Program Keahlian Kriya Keramik. Dengan demikian informasi yang terdapat dalam buku ini menjadi lebih lengkap dan terstruktur.

Secara umum buku kriya keramik ini berisi tentang materi menggambar dan keramik yang berupa pengetahuan yang bersifat teori maupun praktik keterampilan dari alat dan bahan, proses penyiapan bahan, proses pembentukan, proses dekorasi, dan proses pembakaran yang tertuang dalam isi buku sebagai berikut:

### **A. Materi menggambar**

1. Membuat Nirmana  
Materi membuat nirmana ini berisi tentang mengeksplorasi garis dan bidang, menggambar huruf, alam benda, flora fauna, manusia, dan membuat nirmanan tiga dimensi.
2. Menggambar Teknik  
Materi menggambar teknik menguraikan tentang menggambar proyeksi, perspektif, dan gambar kerja.
3. Menggambar Ornamen  
Bagian ini menguraikan tentang menggambar ornamen baik primitif, tradisional dan klasik, serta modern.



## B. Materi keramik

1. Pendahuluan  
Bagian awal ini menguraikan secara umum tentang keramik, pengertian, jenis, dan fungsi keramik
2. Sejarah Keramik  
Sejarah keramik berisi tentang perkembangan keramik secara singkat diberbagai belahan dunia dan Indonesia.
3. Tanah Liat  
Bagian ini menguraikan tentang bahan baku khususnya yang digunakan untuk membuat keramik, mulai dari asal usul, jenis, pengembangan formula badan keramik, serta problem badan tanah liat dan perbaikannya.
4. Pengujian dan Penyiapan Tanah Liat  
Materi ini mempelajari tentang peralatan dan perlengkapan kerja, bahan yang digunakan, proses pengujian tanah liat yang memenuhi persyaratan untuk dapat diguakan untuk membuat keramik, serta proses penyiapan (pengolahan) badan tanah liat.
5. Teknik Pembentukan  
Merupakan materi praktik utama yang berisi tentang peralatan dan perlengkapan kerja; bahan yang digunakan; dan teknik pembentukan benda keramik yang meliputi teknik pijit (*pinching*), teknik pilin (*coiling*), teknik lempeng (*slab building*), teknik putar (*throwing*) yang terdiri dari teknik putar *centering*, teknik putar pilin, dan teknik putar tatap, serta teknik cetak (*mold*) yang terdiri dari teknik cetak tekan, teknik cetak tuang, dan teknik cetak *jigger/jolley*.
6. Dekorasi  
Materi yang menguraikan tentang berbagai teknik dekorasi berupa dekorasi pembentukan (*marbling body*, *nerikomi*, dan *agateware*); dekorasi badan tanah liat plastis (*faceting*, *combing*, *impressing*, dan relief); dekorasi badan tanah liat *leather hard* (*carving*, *sgraffito*, *inlay*, *pierching*, *engobe*, *burnishing*, dan *embossing*); dan dekorasi glasir (*over glaze*, *under glaze*, dan *in gaze*).
7. Glasir  
Menguraikan tentang glasir, keseimbangan glasir, bahan utama dan bahan pewarna glasir, jenis glasir, RO formula, formula glasir, campuran glasir, hitung glasir, dan faktor-faktor yang mempengaruhi glasir.
8. Penyiapan Glasir dan Pengglasiran  
Merupakan materi praktik yang meliputi peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja; bahan yang digunakan; penyusunan campuran glasir; penyiapan (pengolahan) glasir; dan teknik pengglasiran yaitu teknik kuas (*brush*), teknik tuang (*pouring*), teknik celup (*dipping*), dan teknik semprot (*spraying*); serta kesalahan dalam pengglasiran dan cara mengatasinya.

9. Tungku dan Pembakaran

Materi ini menguraikan tentang tungku pembakaran dan perlengkapannya; teori pembakaran biskuit dan glasir; penyusunan dan pembongkaran benda dalam tungku; pengoperasian tungku pembakaran dengan bahan bakar padat, cair, gas, dan listrik; kesalahan dalam pembakaran dan cara mengatasi.



## **DISKRIPSI KONSEP PENULISAN**

### **Latar Belakang**

Indonesia dengan keanekaragaman seni dan budaya merupakan salah satu keunggulan yang belum tentu dimiliki oleh negara lain, dengan keanekaragaman seni dan budaya tersebut melalui pendidikan seni budaya dan kriya diharapkan dapat dilestarikan dan sekaligus dikembangkan menjadi sumber penghidupan. Sumber daya alam yang melimpah yang merupakan potensi bahan baku yang dapat dikembangkan menjadi bahan utama produk kerajinan, sumber daya manusia merupakan potensi tenaga kerja, serta sumber daya seni dan budaya (seni rupa, seni kriya, seni pertunjukan, arsitektur, dan lainnya) merupakan potensi untuk mengembangkan kreativitas yang tidak akan ada habisnya.

Mutu tenaga kerja tingkat menengah di bidang seni dan kriya sangat tergantung pada mutu pendidikan kejuruan seni dan budaya yang juga sangat erat kaitannya dengan proses pelaksanaan pembelajaran yang dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain kurikulum, tenaga kependidikan, proses pembelajaran, sarana-prasarana, alat-bahan, manajemen sekolah, lingkungan kerja, dan kerjasama industri. Melalui pendidikan diharapkan dapat meningkatkan wawasan dan penguasaan di bidang ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni. Proses pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan suatu proses penguasaan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni, yang diarahkan pada penguasaan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Pencapaian hasil pembelajaran pada aspek kognitif diarahkan melalui kegiatan-kegiatan yang bersifat teoretik (pengetahuan), aspek afektif pencapaiannya diamati melalui sikap selama proses pembelajaran berlangsung, sedang aspek psikomotorik pencapaiannya melalui kegiatan-kegiatan yang melibatkan gerak motorik keterampilan. Dengan demikian dalam proses pembelajaran praktik kejuruan, ketiga aspek tersebut saling berkaitan.

### **Landasan Penulisan Buku**

Penulisan buku kriya keramik untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan satu usaha untuk mengembangkan sarana pembelajaran produktif khususnya pengembangan materi pembelajaran baik teori maupun praktik yang didasarkan pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) bidang kriya keramik. Dengan berdasarkan Standar Kompetensi Nasional (SKN) bidang kriya keramik, penulisan buku ini menjadi lebih lengkap dan dapat digunakan untuk mengembangkan materi pembelajaran yang ada di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Program Keahlian Kriya Keramik yang tersebar di Indonesia dengan masing-masing memiliki potensi yang berbeda-beda sehingga dapat memberikan nilai tambah bagi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Program Keahlian Kriya Keramik untuk

berkembang mengikuti kemajuan di bidang ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni.

Mata pelajaran produktif kriya keramik merupakan salah satu mata pelajaran yang diharapkan mampu membekali siswa untuk menguasai kompetensi yang dibutuhkan untuk melakukan atau melaksanakan pekerjaan yang dilandasi oleh pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja, dengan demikian lulusannya akan menguasai aspek teknis, terampil, memiliki wawasan, disiplin kerja, dan sikap kerja.

### **Tujuan dan Sasaran**

Buku kriya keramik ini berisi seluruh proses pembuatan benda keramik baik bersifat teori maupun praktik keterampilan yang meliputi kelompok kompetensi maupun unit kompetensi berdasarkan Standar Kompetensi Nasional (SKN) dan Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan SMK Program Keahlian Kriya Keramik.

Buku kriya keramik ini memuat tentang teori dan petunjuk praktik keterampilan sehingga tidak hanya pemahaman secara teori namun praktik keterampilan dan sikap kerja yang sesungguhnya dalam bekerja. Dengan demikian buku ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi yang lengkap baik bagi guru dalam penyusunan dan pengembangan program pembelajaran praktik keterampilan maupun bagi siswa dalam memahami materi dan melaksanakan praktik keterampilan dengan sikap kerja yang benar.

### **Materi**

Materi buku ini berisi dua bagian, yaitu:

- A. Materi Menggambar
  - 1. Membuat Nirmana
  - 2. Menggambar Teknik
  - 3. Menggambar Ornamen
- B. Materi Keramik
  - 1. Pendahuluan
  - 2. Sejarah Keramik
  - 3. Pengetahuan Tanah Liat
  - 4. Pengujian dan Penyiapan Tanah Liat
  - 5. Teknik Pembentukan
  - 6. Teknik Dekorasi
  - 7. Pengetahuan Glasir
  - 8. Penyiapan Glasir dan Pengglasiran
  - 9. Tungku dan Pembakaran

Dalam buku kriya keramik ini juga memuat kompetensi yang sesuai dengan Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan SMK Bidang Keahlian Kriya Keramik, yang meliputi:

1. Membuat nirmana
2. Menggambar teknik
3. Menggambar ornamen
4. Mengolah *clay-body* dari lempung alam secara manual basah
5. Mengolah *clay-body* dari lempung alam secara masinal basah
6. Mengolah *clay-body* untuk teknik pembentukan cetak tuang
7. Membuat cetakan gips untuk teknik cetak tekan satu sisi
8. Membentuk keramik dengan teknik pijit (*pinch*)
9. Membentuk keramik dengan teknik pilin (*coil*)
10. Membentuk keramik dengan teknik lempeng (*slab*)
11. Membentuk keramik dengan teknik putar
12. Membuat dekorasi keramik
13. Membakar keramik

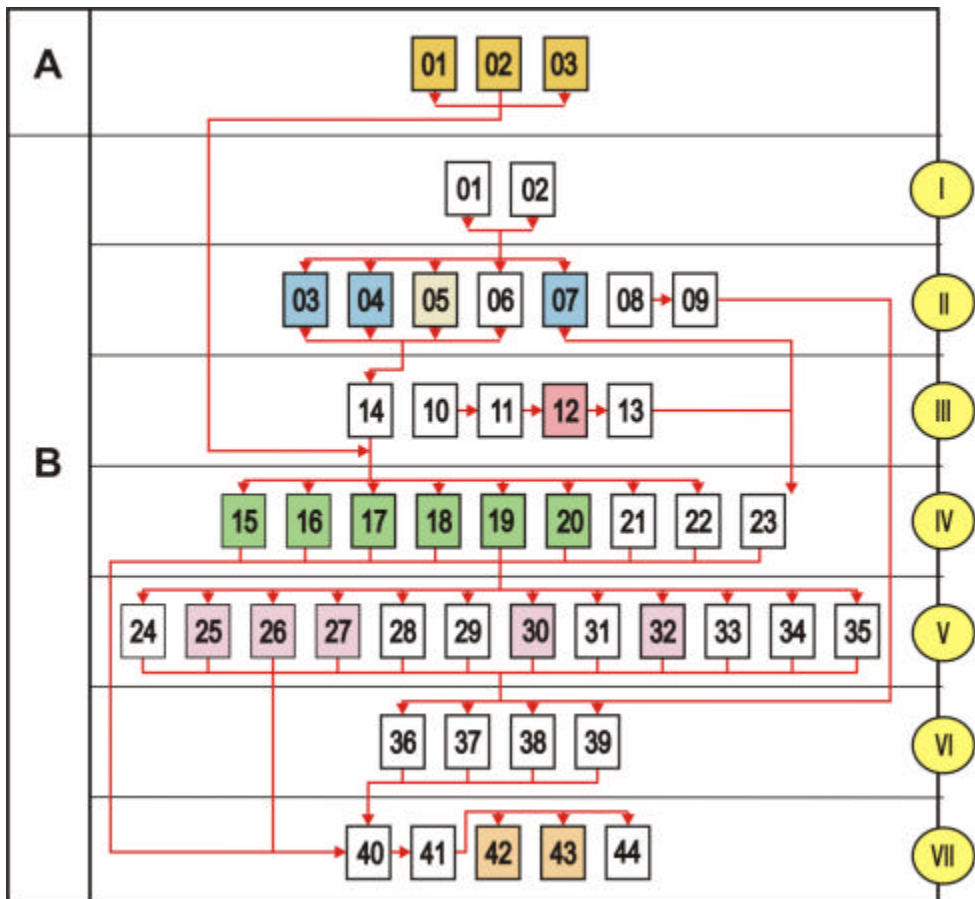


## PETA KOMPETENSI

Diagram ini menunjukkan tahapan kelompok kompetensi dan unit kompetensi yang merupakan suatu urutan proses pekerjaan bidang keramik.

Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Bidang Keahlian Kriya Keramik SMK menjadi arah dan landasan untuk mengembangkan materi pokok, kegiatan pembelajaran, dan indikator pencapaian kompetensi untuk penilaian.

Mengacu hal tersebut diatas maka Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) sesuai nomor yang terdapat dalam Peta Kompetensi di bawah.





## Keterangan:

### BAGIAN A

1. Membuat Nirmana
2. Menggambar Teknik
3. Menggambar Ornamen

### BAGIAN B

1. Menyusun resep *clay-body*
2. Membuat lempengan dan menguji plastisitas, penyusutan, dan porositas *clay-body*
3. Menyiapkan *clay-body* dari lempung alam secara manual basah
4. Menyiapkan *clay-body* dari lempung alam secara manual kering
5. Menyiapkan *clay-body* dari lempung alam secara masinal basah
6. Menyiapkan *clay-body* dari *prepared hard* mineral secara masinal basah
7. Menyiapkan *clay-body* untuk teknik pembentukan cetak tuang
8. Menyusun formula dan resep glasir serta menganalisis hasil bakar
9. Menyiapkan/mencampur glasir (sesuai dengan resep)
10. Membuat model cetakan
11. Menyiapkan massa gips untuk membuat cetakan
12. Membuat cetakan gips untuk teknik cetak tekan satu sisi
13. Membuat cetakan gips untuk teknik cetak tuang dua sisi atau lebih
14. Menghomogenkan (menguli) *clay-body*
15. Membentuk dengan teknik pijit
16. Membentuk dengan teknik pilin
17. Membentuk dengan teknik lempeng
18. Membentuk dengan teknik putar *centering*
19. Membentuk dengan teknik putar pilin
20. Membentuk dengan teknik putar tatap
21. Membentuk dengan teknik cetak tekan
22. Membentuk dengan teknik cetak tuang
23. Membentuk dengan teknik cetak *jigger/jolley*
24. Menerapkan dekorasi pembentukan (*marbling, nerikomi, dan agate ware*)
25. Menerapkan dekorasi *clay-body* plastis (*faceting dan combing*)
26. Menerapkan dekorasi *clay-body* plastis (*impress dan relief*)
27. Menerapkan dekorasi *clay-body leather hard* teknik *carving* (ukir)
28. Menerapkan dekorasi *clay-body leather hard* teknik *sgraffito* (toreh)
29. Menerapkan dekorasi *clay-body leather hard* teknik *inlay* (toreh isi)
30. Menerapkan dekorasi *clay-body leather hard* teknik *piercing* (terawang)
31. Menerapkan dekorasi *clay-body leather hard* teknik *engobe*
32. Menerapkan dekorasi *clay-body leather hard* teknik *burnish* (gosok)
33. Menerapkan dekorasi *clay-body leather hard* teknik *embossing* (*etching*)

34. Menerapkan dekorasi glasir *over glaze* pada permukaan benda mentah, biskuit dan berglasir
35. Menerapkan dekorasi glasir *underglaze* pada permukaan benda mentah, biskuit dan berglasir
36. Menerapkan glasir dengan teknik tuang (*pouring*)
37. Menerapkan glasir dengan teknik celup (*dipping*)
38. Menerapkan glasir dengan teknik semprot (*spraying*)
39. Menerapkan glasir dengan teknik kuas (*brush*)
40. Menyusun benda dan membongkar benda di tungku
41. Mengoperasikan tungku bahan bakar padat
42. Mengoperasikan tungku bahan bakar cair
43. Mengoperasikan tungku bahan bakar gas
44. Mengoperasikan tungku bahan bakar listrik

Berdasarkan keterangan di atas, maka berbagai jenis pekerjaan di bidang kriya keramik dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- I. Tenaga pengujian badan tanah liat dan glasir
- II. Tenaga penyiapan badan tanah liat
- III. Tenaga pembuatan model dan cetakan
- IV. Tenaga pembentukan
- V. Tenaga dekorasi
- VI. Tenaga penyiapan glasir
- VII. Tenaga pengglasiran
- VIII. Tenaga pembakaran



## 9. DEKORASI KERAMIK

Dekorasi adalah suatu unsur berupa garis, tekstur dan warna yang ditambahkan pada permukaan suatu benda keramik dengan tujuan untuk memberikan/menambah keindahan penampilannya.

Dekorasi merupakan unsur hiasan atau bagian yang fungsinya sebagai penghias untuk memperindah penampilan suatu benda. Penampilan unsur penghias ini sangatlah tidak terbatas, misalnya hanya bentuk yang rumit saja, tetapi yang sederhana pun dapat merupakan hiasan yang menarik, semuanya tergantung kreativitas dan kepekaan rasa estetis pencipta dan juga penikmatnya. Dalam keramik misalnya unsur pijitan, jejak tangan yang ritmis dapat merupakan unsur penghias yang orisinal dan menarik bila dikomposisikan dan ditempatkan pada posisi yang tepat. Namun badan keramik tidak selalu memerlukan dekorasi. Penerapan unsur-unsur dekorasi harus dipertimbangkan, tidak asal mendekorasi dengan cara menggores, menempel atau mewarnai permukaan badan keramik.

Prinsip-prinsip dekorasi:

1. Harus diperhatikan faktor-faktor harmoni, proporsi, keseimbangan, irama dan aksen.
2. Dekorasi harus menguatkan penampilan bentuk.
3. Harus dipergunakan secukupnya dalam memperkaya suatu permukaan.
4. Hindarkan terjadinya *horor vacuum* (takut akan kekosongan) sehingga keindahan bentuk tidak dirusak dan akan dipertahankan.

Perkembangan dekorasi berubah dari masa ke masa. Pada zaman pra-sejarah ornamen digambarkan masih sangat sederhana berupa: lingkaran, spiral, meander dan sebagainya. Pada zaman perunggu ornamen geometris mulai digambarkan. Sedangkan motif flora dan fauna dikenal pada zaman besi. Dalam perkembangannya ornamen diolah menjadi disain-disain baru dengan pengembangan motif-motif yang telah ada menjadi suatu motif hiasan/dekorasi yang menarik.

Pertimbangan tersebut antara lain harus tahu bentuk-bentuk mana yang perlu di dekorasi dan kapan faktor dekorasi ini dibubuhkan. Perlu diingat juga bahwa dekorasi dapat memperindah penampilan keramik, menguatkan bahkan bisa merusak bentuk yang sudah baik. Pemberian dekorasi secara berlebihan sehingga seluruh bidang terisi, akan mengaburkan keindahan bentuk dan sekaligus dapat merusak penampilan secara menyeluruh. Oleh sebab itu ada bentuk keramik yang betul-betul memerlukan dekorasi dan ada pula yang tidak memerlukan sama sekali.

Dalam hal dekorasi benda keramik bila ditinjau dari prosesnya dapat dibagi setidaknya dalam tiga bagian:

- Dekorasi dalam proses pembentukan
- Dekorasi setelah proses pembentukan dan
- Dekorasi setelah proses pembakaran

### **Petunjuk Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

- Kenakan pakaian kerja, pada saat melaksanakan proses penghiasan benda keramik.
- Gunakan alat bantu, alat pokok, dan perlengkapan pembentukan teknik putar sesuai dengan fungsinya.
- Gunakan bahan sesuai kebutuhan.
- Simpan bahan yang masih dapat digunakan pada tempat yang telah disediakan.
- Bersihkan seluruh peralatan yang telah digunakan dan kembalikan pada tempatnya.
- Bersihkan ruangan atau studio setelah selesai bekerja.
- Perhatikan pengelolaan limbah.

## **9.1. Alat**

### **9.1.1. Alat Bantu**

#### **Butsir kawat (*wire modelling tools*)**

Untuk merapikan, mengerok, membentuk detail, menghaluskan, dan membuat tekstur benda kerja. Ukuran: panjang 22 cm, tangkai dari kayu sawo dan kawat *stainless steel*.



#### **Butsir kayu (*wood modelling tools*)**

Untuk menghaluskan, membentuk detail, merapikan, membuat dekorasi benda kerja. Ukuran: panjang 22 cm, bahan kayu sawo.



### ***Ribbon tools***

Untuk menghaluskan, mengikis, dan merapikan benda kerja. Ukuran panjang 15 cm, tangkai dari kayu dengan mata pisau berbentuk pipih dari *stainless steel*.



### ***Kawat pemotong (wire cutting)***

Untuk memotong ujung bibir, dasar benda kerja, dan memotong tanah liat plastis. Ukuran: panjang kawat 40 cm, bahan *stainless steel*.



### ***Throwing stick***

Untuk membentuk, menghaluskan, merapikan bagian dalam benda kerja. Ukuran panjang 35 cm, bahan kayu.



### ***Spon***

Untuk menyerap kandungan air yang berlebihan, menghaluskan benda kerja, dan membersihkan *handtool*. Ukuran diameter 8 cm dan tebal 6 cm.



### ***Jarum***

Untuk memotong bibir, menusuk gelembung udara pada benda kerja, dan untuk menggores. Ukuran panjang total 14 cm, panjang jarum 4 cm, dengan tangkai kayu.



### ***Potter rib***

Untuk menghaluskan dan membentuk permukaan luar benda kerja. Biasanya bahannya terbuat dari bahan kayu, karet atau pelat logam dan almunium. Ukuran: panjang 10 cm dan lebar 6 cm.

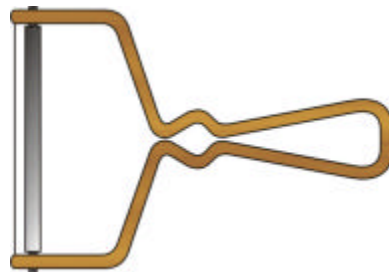


**Pisau (*knife*)**

Untuk mengiris, memotong dan mengurangi bagian luar dinding benda. Ukuran panjang total 17 cm dengan mata pisau 8,5 cm.

**Faceting tool/(*cheese slicer*)**

Untuk mengiris dinding benda dengan ketebalan relatif sama. Bahan dari logam dengan rol karet dan kawat *stainless steel*.

**Comb**

Untuk membuat hasil jejak yang ditinggalkan lebih lembut bervariasi sesuai banyaknya gigi yang dirancang. *Comb* dibuat dari bahan kayu.

**Mata gergaji**

Untuk membuat jejak goresan pada permukaan benda kerja agak sedikit lebar, tetapi hasil goresan lebih dalam.

**Gigi garpu**

Untuk membuat jejak goresan pada permukaan benda dengan jarak antar gigi lebih kurang 1/8 inci (3 mm).

**Kuas kecil**

Untuk mengolesi antara benda keramik dengan motif yang di tempel. Ukuran kuas nomor 3 dan 6.

**Pensil**

Untuk membuat motif diatas permukaan benda kerja.



### ***Rolled decoration tools***

Untuk membuat dekorasi, berupa alat cap yang aplikasinya digulungkan dengan tangan pada permukaan benda keramik yang masih basah. Alat ini dibuat dari gips, biskuit, atau kayu.



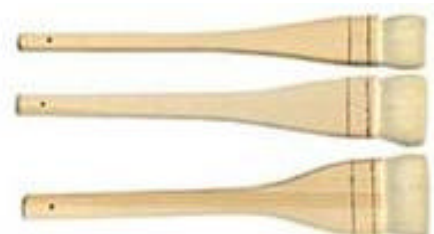
### **Cap**

Untuk membuat dekorasi dengan cara menekannya pada permukaan dinding benda, dibuat dari batangan gips yang telah diberi motif, atau dibuat dari tanah liat yang dibakar. Alat ini dibuat dari gips, biskuit, atau kayu.



### **Kuas**

Untuk membersihkan sisa-sisa tanah yang masih menempel pada benda keramik. Ukuran kuas ½ dim.



### **Palu kayu**

Untuk menumbuk tanah liat kering sehingga butiran tersebut menjadi lebih kecil. Ukuran panjang 32 cm.



### **Pisau (*knife*)**

Berbagai macam bentuk pisau untuk membuat dekorasi benda keramik dengan *blade* (mata pisau) yang tajam dengan berbagai varian bentuk sesuai fungsinya.





**Pipa, sendok dan atau batu halus**

Untuk menggosok/menghaluskan permukaan benda keramik mentah.

**Wadah**

Untuk mencampur adonan pewarna dengan medium (*oil* atau *water base*).

***Slip trailer***

Untuk mengalirkan *slip* tanah liat pada permukaan badan tanah liat. Ukuran tinggi 16,5 cm

**Pisau palet**

Untuk mengaduk atau menggerus pewarna diatas permukaan yang datar/rata.



### ***Spray gun***

Untuk menyemburkan glasir yang dilengkapi dengan tekanan udara dari kompresor.



### **9.1.2. Alat Pokok**

#### **Alat putar**

untuk membentuk benda keramik dengan teknik putar. Ada beberapa jenis alat putar, yaitu putaran tangan, kaki dan listrik, berfungsi untuk membentuk benda silindris dengan teknik putar, pilihlah salah satu alat putar yang dapat Anda gunakan dengan baik. Ukuran diameter 25 cm dan 30 cm.



#### ***Spray booth***

Untuk mengglasir yang dilengkapi pompa air untuk sirkulasi air yang menyerap semburan glasir.



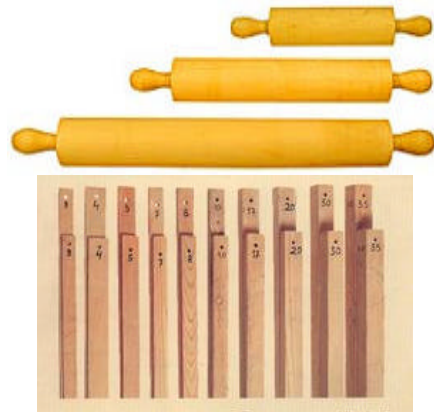
### **Tungku**

Untuk membakar biskuit, dekorasi *underglaze*, *on glaze* dan *inglaze*.



### **Rol kayu dan bilah kayu**

Untuk memipihkan/membuat lempengan tanah liat. Ukuran panjang 20 cm-50 cm, bahan dari kayu. Bilah kayu untuk menentukan tebal lempengan yang akan dibuat. Ukuran panjang 40 cm dengan ketebalan yang bervariasi 0,5 cm-1 cm.



### **Ballmill dan porselin jar**

Untuk mengaduk (mencampur) bahan *engobe* agar merata dan homogen sebelum digunakan.



## **9.1.3. Perlengkapan**

### **Banding wheel**

Berfungsi untuk menempatkan benda keramik yang akan didekorasi. Ukuran diameter 25 cm-30 cm, dibuat dari bahan alumunium.



**Alas pembentukan**

Untuk landasan benda kerja pada waktu proses pembentukan benda kerja. Ukuran diameter 20cm, 25 cm, dan 30 cm. Dibuat dari bahan *multiplex*.

**Ember**

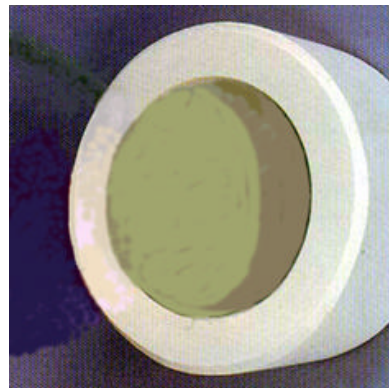
Untuk tempat air pada waktu proses pembentukan benda kerja. Ukuran: kapasitas 5 liter.

**Kain terpal**

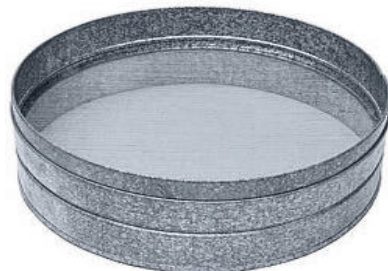
Untuk alas pembuatan lempengan tanah liat.

**Cetakan gips berbentuk mangkok**

Untuk membentuk benda dengan teknik cetak, khususnya cetak tekan.

**Saringan**

Untuk menyaring tepung tanah liat kering dan adonan *slip* tanah warna dengan mesh 80. Ukuran: diameter 40 cm, saringan dibuat dari kawat *stainless steel*.



**Baskom**

Untuk meletakkan tepung tanah liat kering. Ukuran: kapasitas 3 liter.

**Timbangan**

Untuk menimbang kebutuhan bahan tanah liat, bahan mineral terolah yang lain dan pewarna/oksida. Ukuran: kapasitas maksimal 5 kg.

**Wadah/botol tertutup**

Untuk menyimpan *engobe* yang siap pakai. Ukuran: kapasitas 2 liter.

**Kain lap**

Untuk membersihkan tangan, dan peralatan yang digunakan.

**9.1.4. Perlengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja****Masker**

Untuk melindungi hidung dan mulut pada waktu melakukan proses penyiapan masa gips.



**Sarung tangan plastik**

Untuk melindungi tangan pada waktu melakukan proses penyiapan masa gips.

**Pakaian kerja**

Untuk melindungi badan pada waktu melakukan proses pembentukan benda keramik dan penyiapan masa gips.



## **9.2. Bahan**

---

Berbagai macam bahan dapat digunakan untuk membuat dekorasi benda keramik, yang perlu diperhatikan adalah kualitas bahan tersebut karena dapat mempengaruhi keindahan benda keramik yang dibuat. Bahan-bahan tersebut diantaranya adalah:

### **9.2.1. Tanah Liat**

Tanah liat yang digunakan berupa jenis *earthenware*, *stoneware* ataupun porselin, tetapi yang paling prinsip adalah bahwa tanah yang digunakan harus mempunyai penyusutan yang sama. Bila penyusutan tanah tersebut berbeda maka akan bermasalah ketika proses pengeringan dan pembakaran dilakukan.





Gambar 9.1. Tanah liat plastis dengan beberapa warna.  
(sumber: Melanie Jones)

### 9.2.2. *Slip* Tanah Liat

*Slip* merupakan tanah liat halus yang berbentuk cair/kental. *Slip* tanah liat yang digunakan haruslah dari jenis tanah liat yang sama, bila tidak sama akan dapat mengganggu atau mempengaruhi penampilan warna. *Slip* tanah liat warna untuk dekorasi benda keramik dibuat dari bahan campuran tanah lokal yang dicampur dengan pewarna, untuk menghasilkan *slip* warna yang terang sebaiknya menggunakan tanah liat yang agak muda atau terang/putih.



Gambar 9.2. *Slip* tanah liat.  
(sumber: Koleksi studio keramik)

### 9.2.3. Pewarna

Bahan pewarna digunakan untuk menimbulkan warna pada tanah liat, sebaiknya digunakan tanah liat berwarna putih agar lebih leluasa dalam memberikan warna, selain itu warna yang ditambahkan dapat muncul dengan lebih jelas.

Pewarna yang dapat digunakan ada beberapa jenis. Yang utama adalah jenis pewarna oksida yang merupakan kombinasi dari oksigen dan unsur lain dalam kombinasi numerik yang berbeda, dalam oksigen hanya ada satu atom oksigen dan dua kombinasi unsur lain; *dioxide* mempunyai dua atom oksigen; *trioxide* mempunyai tiga atom oksigen, sampai dengan *pentaoxide* yang mempunyai lima atom oksigen. Selain oksida ada jenis pewarna lain yaitu *stain*/pigmen yang merupakan bahan pewarna glasir atau tanah liat yang terbuat dari bahan-bahan oksida logam melalui proses pembakaran (proses *kalsinasi*) sehingga warna yang dihasilkan menjadi lebih stabil.

Sebagai pembanding beberapa contoh pewarna dengan persentase penggunaannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9.1. Daftar pewarna oksida dan hasil bakar oksidasi

Pewarna	Persentase	Hasil Pembakaran
<i>Cobalt carbonate</i>	0.50 %	Biru sedang
<i>Cobalt carbonate</i>	1 %	Biru tua
<i>Cobalt oxide</i>	0.25 %	Biru sedang
<i>Cobalt oxide</i>	0.50 %	Biru tua
<i>Copper carbonate</i>	2 %	Hijau muda
<i>Copper carbonate</i>	4 %	Hijau tua
<i>Copper oxide</i>	1 %	Hijau muda
<i>Copper oxide</i>	2 %	Hijau tua
<i>Iron oxide</i>	2 %	Coklat kemerahan
<i>Iron oxide</i>	4 %	Coklat muda
<i>Iron oxide</i>	6 %	Coklat tua
<i>Iron chromate</i>	2 %	Abu-abu muda
<i>Iron chromate</i>	4 %	Abu-abu sedang
<i>Manganese carbonate</i>	2 %	Ungu muda
<i>Manganese carbonate</i>	4 %	Ungu sedang
<i>Manganese carbonate</i>	6 %	Ungu tua



<i>Chrome oxide</i>	1 %	Hijau muda
<i>Chrome oxide</i>	2 %	Hijau
<i>Rutile</i>	5 %	Coklat kemerahan
<i>Rutile</i>	8 %	Coklat kemerahan tua
<i>Nickel oxide</i>	2 %	Abu-abu kecoklatan
<i>Ilminite</i>	4 %	Coklat kemerahan
<i>Ilminite</i>	6 %	Coklat kemerahan tua
<i>Vanadium stain</i>	4 %	Kuning muda
<i>Vanadium stain</i>	6 %	Kuning sedang
<i>Vanadium stain</i>	8 %	Kuning tua

Tabel 9.2. Daftar kombinasi pewarna oksida dan hasil bakar oksidasi.

<b>Pewarna</b>	<b>Persentase</b>	<b>Hasil Pembakaran</b>
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Iron oxide</i>	0.50 % 2 %	Abu-abu kebiruan
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Manganese carbonate</i>	0.50 % 2 %	Ungu kebiruan
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Copper carbonate</i>	0.50 % 2 %	Biru kehijauan
<i>Copper carbonate</i> <i>Iron oxide</i>	2 % 2 %	Hijau
<i>Copper carbonate</i> <i>Rutile</i>	3 % 3 %	Hijau
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Rutile</i>	0.50 % 3 %	Biru bercak-bercak
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Iron oxide</i> <i>Manganese carbonate</i>	3 % 3 % 2.50 %	Hitam berkilau

Keterangan:

Hasil pembakaran dari bahan-bahan pewarna tersebut di atas terjadi pada glasir proses pembakaran oksidasi.



Gambar 9.3. Pewarna oksida.  
(sumber: Joaquim Chavarria)



Gambar 9.4. Pewarna *stain*.  
(sumber: Joaquim Chavarria)

#### 9.2.4. Air

Merupakan bahan penunjang untuk membasahi benda, menambah kandungan air dalam slip dan mencuci peralatan yang digunakan, penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan.



Gambar 9.5. Air.  
(sumber: Morgen Hall)

### 9.3. Dekorasi Pembentukan

---

Pada bagian ini akan membahas dekorasi dalam proses pembentukan yang meliputi dekorasi *marbling*, *nerikomi* dan *agateware*.

Bila ditinjau dari awalnya maka dapat dikatakan bahwa *agate (ware)* merupakan induk dari beberapa jenis dekorasi yang secara spesifik mempunyai nuansa yang berbeda kendati secara prinsip prosesnya sama dilakukan ketika proses pembentukan berlangsung dengan memanfaatkan perbedaan lapisan tanah warna.

Pada jaman Tang di Cina teknik ini terkadang ditambah hiasan cap yang diterapkan pada cangkir, mangkok atau vas. Beberapa teknik yang kelihatan mirip dengan cara yang sama di Jepang dikenal dengan *neriage* yang mempunyai pola hiasan yang sangat terkontrol, di Amerika khususnya hiasan semacam ini dikenal dengan istilah "*scrodled ware*".

*Agateware* dapat dibuat dengan menggunakan cetakan dimana pola lapisan tanah yang berbeda warna menyerupai batu alam, marmer ataupun batu akik akan kelihatan lebih tampak, selain itu dapat juga dibuat dengan teknik putar yang dikenal dengan *marbling body*. Paul Philip menggunakan bentuk *agate inlay* dengan cara membuat alur pada dinding keramik yang ditoreh dan memasukkan slip kedalam torehan tersebut. Dari semua aplikasi *agate* yang mempunyai cara dan ciri yang khusus dalam tekniknya dapat dibedakan menjadi beberapa teknik seperti *inlay*, laminasi, *marquetry* dan *neriage*. Permukaan dekorasi dengan efek sama dengan *agate* tetapi menggunakan slip warna dikelompokkan dengan *marbled ware*. *Neriage* ataupun *neritage* sendiri di Jepang dikenal dengan istilah *nerikomi* yang kemungkinan berasal dari Cina yang kemudian menjadi populer di Jepang.

Teknik *nerikomi* merupakan pola yang lebih menyerupai mosaik yang diintegrasikan dari bagian atau blok lempengan tanah liat yang sudah dibuat

secara berlapis dan berpola. Masing-masing bagian disambung atau dilekatkan dengan menggunakan *slip*, pembuatannya memerlukan perencanaan/desain yang baik, ketelitian, ketekunan dan kesabaran yang tinggi. Teknik ini dilakukan dengan menggunakan cetakan, pola lempengan lapisan tanah berbeda warna menjadi bentuk seperti mangkok, piring atau bentuk lain. Ketika hampir kering permukaannya perlu sedikit “dikupas” dan dihaluskan menggunakan serat sehingga pola hiasannya menjadi lebih tegas. Teknik ini juga digunakan untuk membuat perhiasan seperti anting, kalung dan sebagainya.

Ketiga jenis dekorasi yang akan kita pelajari ini pada prinsipnya tidak jauh berbeda atau mirip, hanya secara spesifik memang mempunyai proses, teknik dan tampilan yang berbeda.

Beberapa hal yang perlu ditekankan dalam membuat dekorasi di atas adalah penggunaan lapisan tanah yang berbeda tetapi dengan penyusutan yang sama, sebab bila kita gunakan tanah liat dengan penyusutan yang berbeda akan menimbulkan masalah dalam pengeringan dan pembakaran.

### **9.3.1. Dekorasi *Marbling body***

Dekorasi *marbling body* dilakukan pada teknik pembentukan putar dengan sedikit pengulian setelah tanah yang berbeda warna disatukan, hasilnya adalah pola hiasan tanah berwarna yang lebih spontan mengikuti proses pembentukan putaran.

#### **9.3.1.1. Alat dan Perlengkapan**

- Alat putar
- Butsir kawat (*wire modelling tools*)
- Butsir kayu (*wood modelling tools*)
- *Ribbon tools*
- Kawat pemotong
- *Throwing stick*
- Spon
- *Potter rib*
- Jarum
- Alas pembentukan
- Ember
- Waskom

#### **9.3.1.2. Bahan**

- Tanah liat plastis
- Pewarna (oksida dan *stain*)

### 9.3.1.3. Proses Pembuatan Dekorasi

Proses pembuatan dekorasi *marbling body* adalah sebagai berikut:

- **Tahap Pengulian (*kneading*)**

Irislah tanah berbeda warna dan susunlah secara selang seling, selanjutnya lakukan pengulian silang untuk mencampur dua atau lebih tanah liat warna.



Lakukan pengulian dua atau beberapa tanah liat yang berbeda warna secukupnya, misalnya dua atau tiga kali seperti ditunjukkan pada bagian irisan selama pengulian.



Bila pengulian dilakukan terlalu sering dan lama maka tanah yang berbeda warna akan campur dan menyatu warnanya, hal ini tidak menguntungkan karena teknik dekorasi *marbling body* ini justru akan menonjolkan perbedaan warna tanah liat tersebut.



## Tahap Pembentukan Benda Silindris dengan Teknik Putar

Dekorasi marbling dalam proses pembentukan dilakukan dengan teknik putar, tahapannya persis dengan pembentukan teknik putar, yaitu meliputi tahap:

### 1. **Centering**

Merupakan tahap pemusatan tanah liat plastis di atas putaran dengan cara menekan tanah liat. Penekanan dilakukan dengan menggunakan kedua tangan, tangan yang satu menekan dari atas dan tangan lain menahan pada bagian samping. Lakukan proses ini dengan benar sehingga tanah liat memusat tepat di tengah alat putar.



### 2. **Coning**

Merupakan tahap pembentukan tanah liat membentuk kerucut (*cone*). Caranya dengan menekan tanah liat pada bagian samping menggunakan kedua tangan, setelah naik membentuk kerucut kemudian ditekan ke bawah sehingga membentuk seperti mangkok terbalik.



### 3. **Opening dan raising**

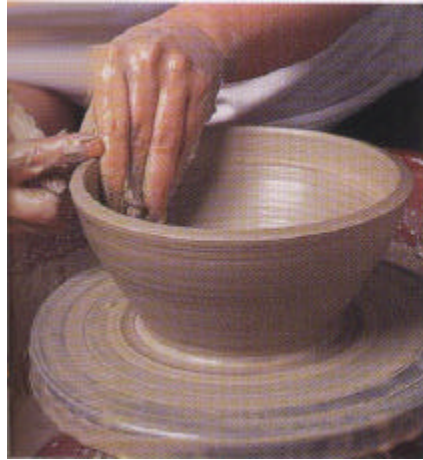
Tahap melubangi dan menaikkan tanah liat, tangan bagian dalam menekan ke arah luar, sedangkan tangan yang di luar menahan sehingga tanah liat tertekan dan naik ke atas membentuk silinder.





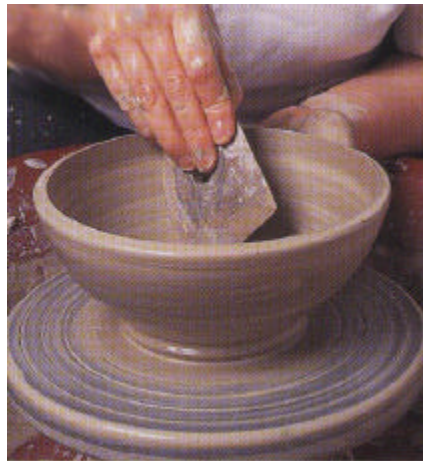
4. **Forming**

Tahap ini merupakan tahap pembentukan benda keramik menjadi bentuk yang diinginkan sesuai gambar kerja, misalnya vas, mangkok, dan lainnya. Pembentukan dilakukan dengan menggunakan kedua tangan dan pada tahap ini diperlukan keterampilan tangan untuk membentuk tanah liat menjadi benda keramik.



5. **Finishing**

Tahap ini adalah tahap penyelesaian pembentukan benda keramik, yaitu meratakan permukaan benda dengan menggunakan alat butsir, *scraper*, atau *ribbon* kemudian menghaluskan dengan spon.



6. **Trimming**

Setelah bentukan benda cukup kuat untuk dipindahkan dan tidak berubah bentuk, letakkan secara terbalik di atas putaran yang sudah ditandai bagian tengahnya sesuai besar diameter benda. Kuncilah beberapa titik benda dengan tanah liat agar tidak bergerak ketika dikerjakan.



Tandailah ukuran kaki yang akan dibuat dengan alat yang sesuai.



Kikislah badan benda dengan butsir pita (*ribbon tool*) atau *turning tool*. Pengikisan dilakukan sampai motif marbling kelihatan jelas dengan ketebalan dinding benda yang sesuai.



Gambar 9.6. Beberapa contoh benda dengan hiasan *marbling body*.  
(sumber: Tony Birk)



### 9.3.2. Dekorasi *Nerikomi*

Dekorasi *nerikomi* dilakukan dengan membuat lempengan tanah liat berwarna yang dibuat kepingan polanya, kemudian disusun dengan pola tertentu dalam cetakan dengan cetak tekan dan masing-masing pola bagian disatukan menggunakan *slip* tanah liat, hasilnya menyerupai mosaik.

#### 9.3.2.1. Alat dan perlengkapan

- *Roll slab* kayu
- Bilah kayu
- Kain terpal
- *Potter rib*
- Cetakan gips

#### 9.3.2.2. Bahan

- Tanah liat berbeda warna
- *Slip* tanah liat
- Air

#### 9.3.2.3. Proses Pembuatan Dekorasi

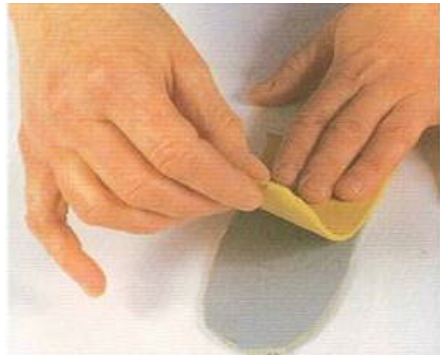
1. Buatlah lempengan tanah liat dari masing-masing warna yang telah dipersiapkan menggunakan *roll slab* dan bilah kayu untuk menentukan ketebalannya.
2. Susunlah tanah liat berbeda warna secara selang-seling dan tekanlah dengan *roll* secara merata agar lapisan tanah liat tersebut saling menempel dengan kuat.



3. Potonglah lapisan tanah liat menggunakan kawat pemotong atau pisau menjadi potongan yang dapat ditempelkan menjadi badan benda keramik yang menarik.



4. Buatlah lempengan lain untuk membuat pola variasi lapisan yang berbeda, masing-masing lapisan diberi *slip* salah satu warna agar dapat menempel dengan kuat.



5. Gulung dengan padat lapisan tersebut dan potonglah menjadi lempengan silindris.



6. Tempelkan dan susun potongan tanah berlapis yang telah dibuat kedalam cetakan mangkok, masing-masing bagian disambung dengan slip yang sesuai warnanya atau dibasahi dengan sedikit air, kemudian sambungan sedikit ditekan agar melekat kuat.



7. Setelah selesai dan cukup kuat sambungan maupun bendanya, lepaskanlah dengan hati-hati bentukan mangkok dari cetaknya.



8. Rapikan bagian dalam maupun luar dengan *rib* atau alat yang sesuai, tempelkan kaki berbentuk bulat pada bagian bawahnya.



Gambar 9.7. Bentuk mangkok dengan dekorasi *nerikomi*.  
(Sumber: Morgen Hall)



Gambar 9.8. Penerapan dekorasi *nerikomi* pada benda keramik.  
(sumber: Tony Birk)

### 9.3.3. Dekorasi *Agateware*

Dekorasi *agateware* merupakan proses dekorasi yang menggunakan lapisan tanah berbeda warna yang disatukan membentuk pola hiasan menyerupai marmer, batu hiasan dibuat dalam proses pembentukan dengan cetakan atau putaran.

#### 9.3.3.1. Alat dan Perlengkapan

- *Roll slab* kayu
- Bilah kayu
- Kain terpal
- Cetakan gips

#### 9.3.3.2. Bahan

- Tanah liat berbeda warna
- Air

### 9.3.3.3. Proses Pembuatan Dekorasi

1. Buatlah lempengan tanah liat dari masing-masing warna yang telah dipersiapkan menggunakan *roll slab* dengan ketebalan yang bervariasi, kemudian susunlah berselang-seling dan gulunglah.



2. Menguli tanah liat yang telah disusun hingga tanah tersebut melekat dan menyatu tanpa ada celah.



3. Bentuklah menjadi lempengan dan masukkan ke dalam cetakan gips yang sudah disiapkan.



4. Potonglah sisa tanah liat yang ada diluar cetakan menggunakan pisau.





5. Rapikan dan tekanlah lempengan tanah liat dalam cetakan tersebut mengikuti bentuk cetakan menggunakan *rib* hingga bentuk mangkok tersebut sempurna mengikuti cetakan.



6. Rapikan setiap bagian yang telah selesai menggunakan *rib* atau alat yang sesuai.



7. Lepaskan sisi cetakan setelah bentukan cukup kering dan kuat untuk dipindahkan, rapikan juga bagian-bagian yang kurang rapi.



Gambar 9.9. Bentuk mangskok dengan hiasan teknik *agate*.  
(Sumber: Peter Cosentino)

## 9.4. Dekorasi Tanah Liat Plastis

---

Benda keramik merupakan benda yang banyak dibutuhkan orang, baik perorangan ataupun kelompok, sebagai keperluan individu, peralatan rumah tangga, keperluan restoran maupun elemen estetis. Penampilan benda keramik perlu direncanakan sejak mulai proses pembentukan hingga penerapan dekorasi/hiasannya. Dalam penerapan dekorasi pada benda keramik dapat dilakukan dengan berbagai kondisi tanah liat, seperti kondisi benda masih basah (bersamaan pada waktu pembentukan), kondisi benda setengah keras/kering, dan setelah selesai pembentukan, hal ini terkait dengan keteknikan dekorasi yang akan dikerjakan. Namun demikian perlu dipikirkan pula disain dekorasi, nilai estetis dan artistiknya.

Dalam buku ini akan membahas pembuatan dekorasi dengan penerapannya pada tanah liat plastis antara lain:

- menerapkan dekorasi teknik *faceting*,
- menerapkan dekorasi teknik *combing*,
- menerapkan dekorasi teknik *impress* (efek permukaan tenggelam),
- menerapkan dekorasi teknik relief (efek permukaan timbul) dengan menggunakan cetakan,
- menerapkan dekorasi relief (efek permukaan timbul) dengan cara dibentuk langsung.

### 9.4.1. Dekorasi Teknik *Faceting*

*Faceting* merupakan metode/cara merubah bentuk bulat dengan mengiris bagian dinding luar badan keramik, sehingga terbentuk benda yang bersegi atau memiliki banyak bidang (yang bervariasi). *Faceting* disebut juga cara memotong dinding bagian luar benda keramik setelah selesai pembentukan.

#### 9.4.1.1. Alat dan Perlengkapan

Peralatan yang digunakan sangat bervariasi seperti bentuk pisau pemotong atau kawat pemotong. Ada pula suatu alat yang sangat populer dan mudah dibuat berupa *faceting tool (cheese slicer)*, yang terdiri dari kawat pemotong yang dilengkapi dengan roller guide yang agak kecil. Dengan alat ini irisan tanah pada dinding luar dimungkinkan dengan ketebalan relatif sama.

Umumnya dalam pengirisan dinding luar badan keramik dimulai mengiris dari atas turun kebawah (vertikal). Hasil dari teknik ini berupa bentuk *facet* yang teratur dan tidak teratur (acak).

Produk yang di hias biasanya benda keramik berbentuk silindris dengan teknik putar.

Peralatan:

- Kawat pemotong (*wire cutting*)
- Pisau (*knife*)
- *Faceting tool/cheese slicer*
- *Banding wheel*
- Papan landasan

#### 9.4.1.2. Bahan

- Tanah liat plastis jenis *earthenware*, *stoneware*, atau porselin
- Benda keramik hasil putaran yang masih basah

#### 9.4.1.3. Proses Pembuatan Dekorasi

1. Irislah bagian luar benda keramik mulai dari atas kebawah menggunakan kawat pemotong, *faceting tool*, atau pisau.



2. Lakukan pengirisan melingkar/menyeluruh pada bagian luar benda. secara





3. Rapikan pada bagian bawah benda dengan menggunakan pisau.



Gambar 9.10. Contoh dekorasi *faceting*.  
(sumber: Peter Cosentino)

### Tugas

#### Membuat dekorasi *clay body* plastis (*faceting*)

- Siapkan tempat, peralatan, dan bahan
- Gunakan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja
- Siapkan benda keramik dalam kondisi plastis
- Lakukan pembuatan dekorasi *faceting*
- Rapikan benda keramik, dan angin-anginkan
- Bersihkan ruang dan peralatan

#### 9.4.2. Dekorasi Teknik *Combing*

Istilah *comb* berarti sisir atau sikat. Dalam konteks ini *comb* berarti suatu alat yang digunakan untuk menyisir (lebih tepat menggores) permukaan benda keramik yang telah dilapisi slip warna. Hasil goresan tersebut berupa jejak garis yang berjajar, membentuk suatu ritme yang terstruktur atau tidak terstruktur. Sebagai efek permukaan benda berupa tekstur, kadang jejak goresan *combing* digunakan untuk membubuhkan pengisi (*filler*) pada goresan, hal ini juga dapat disebut cara menghias dengan sederhana.



Gambar 9.11. Contoh dekorasi *combing*.  
(sumber: Peter Cosentino)

Peralatan untuk ini berupa sebuah sisir yang terbuat dari kayu, pada *comb* jumlah gigi yang digunakan 2-5 atau paling banyak 10 gigi untuk membuat garis paralel. Baik garis lurus, garis sudut, garis lengkung dan garis zig-zag dengan slip basah dibubuhkan pada bagian permukaan benda. Dengan menggunakan alat *comb* atau tanpa alat, yaitu menggunakan 2-3 jari tangan akan menampakkan hasil jejak goresan yang spontan, paralel dan teratur. Dengan cara ini efek yang timbul berupa warna asli benda akan tampak.

Beberapa peralatan untuk *comb* dapat dibuat dari kayu, sisir plastik, mata gergaji ataupun gigi garpu.

##### 9.4.2.1. Alat

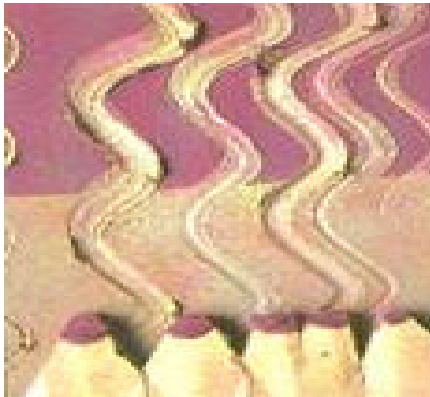
- *Comb* dari kayu
- Mata gergaji
- Gigi garpu

#### 9.4.2.2. Bahan

- Slip Tanah liat
- Pewarna
- Benda keramik dalam kondisi masih basah (berbentuk lempeng)
- Air secukupnya sesuai kebutuhan

#### 9.4.2.3. Proses Pembuatan Dekorasi

Tuangkan slip warna pada permukaan benda secara merata. Kemudian goreslah dengan alat secara spontan pada permukaan benda



#### 9.4.2.4. Dekorasi Teknik *Combing* yang Lain

Selain teknik dekorasi *combing* ada teknik dekorasi lain yang hampir sama yaitu teknik *feather* (efek yang tampak seperti bulu) dan *marble* (seperti marmer). Dekorasi ini sangat populer di Inggris dan Amerika pada abad 18 dan 19. Teknik *feathering*, *combing* dan *marbling* diperlukan slip warna tanah liat yang dituangkan pada benda keramik yang berbentuk datar atau flat pada saat kondisi benda masih basah, seperti cawan, piring dan bentuk cekung (mangkok). Penerapan *slip* warna harus tipis tetapi merata. Teknik *marbling* permukaan benda banyak didominasi hasil dengan gaya putaran (goyangan) *slip* pada permukaan benda keramik yang dilakukan dengan cepat dan segera dituang balik sehingga terbetuk motif-motif tidak terstruktur.

Teknik *marbling* dilakukan dengan proses sebagai berikut:

Tuang sedikit *slip* warna tanah liat pada permukaan benda yang akan di dekorasi, kemudian tuang *slip* warna tanah liat lain pada permukaan benda yang sama, selanjutnya goyangkan/putar agak cepat kemudian tuang balik pada tempat yang telah disiapkan.

Bahan *marbling body* dibuat sebelum proses pembentukan, yaitu pada waktu pengulian. Bahan untuk teknik ini berupa dua atau lebih tanah liat warna tetapi yang jenis tanah liatnya sama. Proses pengulian ini dilakukan

tetapi tidak sampai rata atau homogen. Hasil dari teknik *marbling body* dapat dibuat benda dengan teknik putar atau teknik cetak padat.



Gambar 9.12. Piring dengan dekorasi *marbling*.  
(sumber: Peter Cosentino)

### Tugas

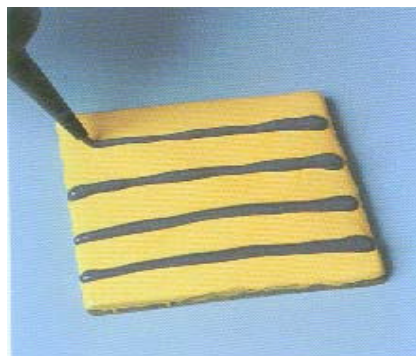
#### Membuat dekorasi *clay body* plastis (*combing*)

- Siapkan tempat, peralatan, dan bahan
- Gunakan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja
- Siapkan benda keramik dalam kondisi plastis
- Lakukan pembuatan dekorasi *combing*
- Rapihan benda keramik, dan angin-anginkan
- Bersihkan ruang dan peralatan

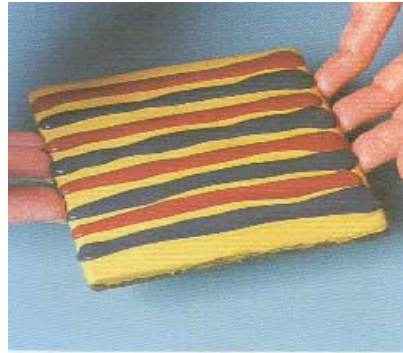
### 9.4.3. Dekorasi Teknik *Feathering*

#### Proses Pembuatan Dekorasi

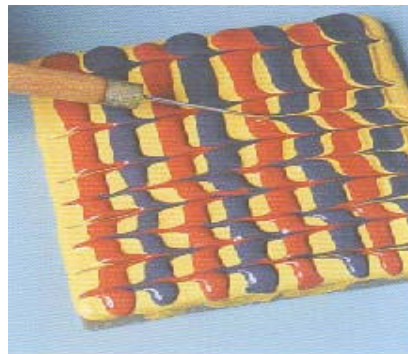
1. Tuangkan *slip* warna menggunakan trailer diatas benda keramik yang telah dilapisi warna.



2. Tuangkan *slip* warna lain menggunakan *trailer* diatas benda keramik yang telah dilapisi warna.



3. Tariklah garis lurus dengan berlawanan arah menggunakan jarum.



#### 9.4.4. Dekorasi Teknik *Marbling* (permukaan)

##### Proses Pembuatan Dekorasi

1. Siapkan benda keramik berbentuk piring dalam kondisi basah.
2. Tuang *slip* warna merah pada area yang akan dihias, tuangkan lagi warna lain, misalnya warna putih.



3. Goyangkan secara cepat.



4. Tuang balik, pada wadah yang telah disiapkan.



5. Rapikan pada bagian pinggir benda menggunakan spon basah.



#### 9.4.5. Dekorasi Teknik *Impressing*

*Impressing techniques decoration*, merupakan dekorasi yang aplikasinya menggunakan alat bantu yang sebaiknya dilakukan pada saat kondisi benda keramik yang masih basah. Peralatan bantu yang biasa digunakan berupa alat cetak (cap) dari gips atau kayu, namun media karet juga dapat dipergunakan sebagai alat bantu yang telah dibuat motif. Perlu diingat bahwa hasil pencetakan dengan alat bantu (cetak) tersebut menghasilkan motif yang terbalik dengan motif pada cetakannya.

Pola yang ditampilkan sangat beragam bentuknya, misalnya bentuk geometris, organis, bentuk-bentuk figuratif dan lainnya yang dapat diciptakan/dibuat sendiri, hasilnya akan meninggalkan jejak yang berulang-ulang.



Sebagai referensi untuk menghasilkan kesan motif yang ditinggalkan dapat ditampilkan selain alat bantu (cap) tersebut diatas, dapat pula dari bentuk permukaan baut, tutup spidol, bentuk daun yang memiliki tekstur timbul yang dapat digali dari bentuk-bentuk alam.

Teknik cap dipergunakan apabila kita menginginkan suatu hiasan atau motif yang seragam. Karena demikian mudahnya memberi cap pada badan keramik, maka harus dihindari pemberian motif yang berlebihan dan memadati badan keramik itu sendiri, sehingga dapat mengurangi keindahannya.



Gambar 9.13. Contoh motif *impress* pada produk.  
(sumber: Peter Cosentino)

#### 6.4.5.1. Alat dan perlengkapan

- *Rolled decoration tools*
- Cap



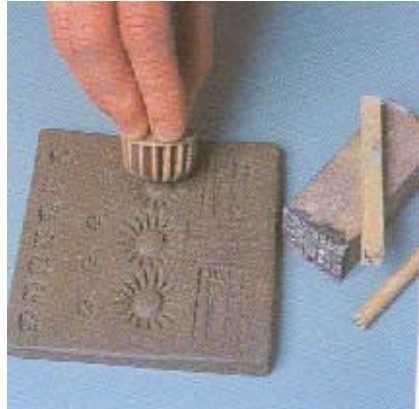
Gambar 9.14. Contoh berbagai alat cap, bermotif organis yang dibuat dari gips.(sumber: Robert Fournier)

#### 9.4.5.1. Bahan:

- Benda keramik dalam kondisi masih basah

#### 9.4.5.1. Proses Pembuatan Dekorasi

1. Lakukan penghiasan dengan cara menekan motif alat cetak pada dinding benda keramik atau *tile* sesuai rancangan disain yang dibuat.



2. Lakukan penghiasan dengan cara menekan alat dekorasi cetak yang berupa rol decoration kemudian diputar dengan hati-hati.



#### Tugas

##### Membuat dekorasi *clay body* plastis (*impressing*)

- Siapkan tempat, peralatan, dan bahan
- Gunakan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja
- Siapkan benda keramik dalam kondisi plastis
- Lakukan pembuatan dekorasi *impressing*
- Rapihan benda keramik, dan angin-anginkan
- Bersihkan ruang dan peralatan



#### 9.4.6. Dekorasi Teknik Relief

Relief merupakan efek hiasan timbul yang dapat ditampilkan dari hasil cetakan atau langsung dibuat diatas permukaan benda keramik.

Dekorasi relief yang langsung dibuat diatas benda keramik pada dasarnya dilakukan dengan mengurangi atau menambahkan tanah liat pada obyeknya. Dari teknik ini dapat ditampilkan berbagai obyek yang bervariasi seperti: relief ceritera, motif geometris dan sebagainya.

Teknik ini dilakukan pada benda keramik yang masih basah agar dapat menempel dengan kuat. Benda keramik yang dapat didekorasi dengan teknik ini berupa vas bunga, piring hias, *canister*, *tile* dan lain sebagainya.



Gambar 9.15. Contoh dekorasi relief.

##### 9.4.6.1. Alat dan Perlengkapan

- *Wire modeling tools set*
- Kuas

##### 9.4.6.2. Bahan:

- Benda kerja dalam kondisi masih basah (berbentuk silindris atau datar)

#### 9.4.6.3. Proses Pembuatan Dekorasi

1. Buatlah lempengan tanah liat dan buatlah pula bagian-bagian dekorasi yang akan ditempel.



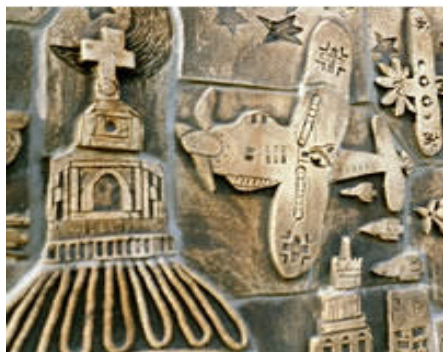
2. Potonglah lempengan tanah liat, kemudian pasanglah komponen obyek pada lempengan tanah.



3. Lakukan penyelesaian akhir dengan merapikan bagian tepi obyek.



4. Produk relief yang telah di selesai dibuat.



## Tugas

### Membuat dekorasi *clay body* plastis (relief)

- Siapkan tempat, peralatan, dan bahan
- Gunakan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja
- Siapkan benda keramik dalam kondisi plastis
- Siapkan gambar relief yang akan dibuat
- Lakukan pembuatan dekorasi relief
- Rapihan benda keramik, dan angin-anginkan
- Bersihkan ruang dan peralatan

## 9.5. Dekorasi Badan Tanah Liat *Leather Hard*

---

### 9.5.1. Dekorasi Teknik *Sgraffito*

Dekorasi teknik *sgraffito* dilakukan pada saat kondisi benda keramik masih dalam kondisi setengah kering (*leather hard*). Slip tanah liat yang digunakan untuk melapisi benda keramik sebaiknya berbeda dengan warna tanah liat yang digunakan untuk membuat benda keramiknya, hal ini dilakukan agar dekorasi yang dihasilkan dapat muncul setelah benda keramik digores atau ditoreh.



Gambar 9.16. Guci dengan dekorasi *sgraffito*.  
(sumber: Koleksi studio keramik)

### 9.5.1.1. Alat dan Perlengkapan

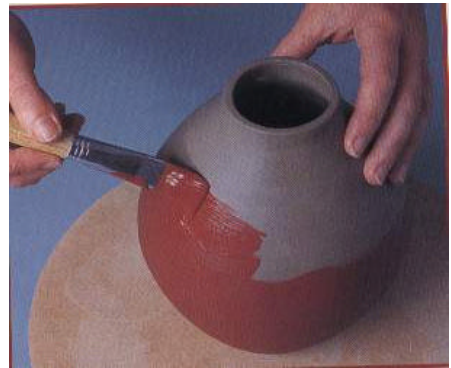
- *Banding wheel*
- Kuas
- Butsir
- Fork sgraffito tool/sendok porok

### 9.5.1.2. Bahan

- *Slip* tanah warna/ *engobe*
- Benda kerja
- Gambar/rancangan hiasan

### 9.5.1.3. Proses Pembuatan Dekorasi

1. Letakkan benda keramik yang akan dihias di atas alat putar (*banding wheel*). Lapisi permukaan badan keramik dengan *slip* tanah warna secara merata menggunakan kuas.



2. Buatlah hiasan pada benda keramik dengan benda tajam secara tipis, sesuai dengan rancangan hiasan. Gores atau toreh hiasan yang dibuat dengan menggunakan jarum atau butsir kawat ataupun sendok porok atau menggunakan garis-garis spontan pada badan benda secara langsung menggunakan sendok porok ataupun sisir.



### 9.5.2. Dekorasi Teknik Toreh Lapis (*Inlay*)

Untuk mendapatkan benda keramik yang artistik, dapat dilakukan dengan memberi hiasan pada benda tersebut dengan berbagai teknik, salah satunya adalah teknik toreh lapis (*inlay*.)

### 9.5.2.1. Alat dan Perlengkapan

- Alat putar untuk dekorasi/*banding wheel*
- Butir kawat dan butir kayu
- Scraper dari karet, plastik atau aluminium
- Mangkok plastik
- Pahat ukir kecil

### 9.5.2.2. Bahan

- Tanah liat warna dalam keadaan plastis
- Benda keramik dalam kondisi setengah kering (lembab)
- Rancangan hiasan

### 9.5.2.3. Proses Pembuatan Dekorasi

1. Letakkan benda keramik di atas *banding wheel* dan buatlah rancangan hiasan pada permukaan benda keramik menggunakan pensil.



2. Goreslah hingga berbentuk celah pada bagian rancangan hiasan menggunakan butsir kawat atau pahat ukir.



3. Buatlah pilinan tanah liat dengan ukuran  $\varnothing$  0,4 cm dari beberapa tanah liat warna yang telah disiapkan. Tempelkan pilinan tanah liat warna ke dalam goresan atau celah dan tekan dengan tangan.



4. Tekan pilinan tersebut menggunakan butsir kayu agar melekat dengan kuat pada permukaan badan benda keramik.



5. Retakan permukaan benda keramik tersebut menggunakan *scraper* hingga menampakkan hiasan *inlay*.



6. Angin-anginkan permukaan benda keramik tersebut hingga kering. Setelah kering, bakarlah permukaan benda keramik tersebut hingga kering.





### 9.5.3. Dekorasi Teknik *Engobe*

#### 9.5.3.1. Pengertian *Engobe*

*Engobe* merupakan salah satu teknik dekorasi pada benda keramik yang dilakukan dengan cara melapisi permukaan badan keramik dengan *slip* tanah warna. Menurut James Chappell (1991:141), *engobe* pada dasarnya berupa cairan atau *slip* yang dituangkan di atas tanah untuk dekorasi. *Engobe* terdiri dari campuran metalik oxide dan tanah liat yang sejenis. Teknik *engobe* merupakan cara paling sederhana untuk mewarna sekaligus mendekorasi permukaan benda keramik yang belum dibakar.

#### 9.5.3.2. Persyaratan *Engobe*

1. Menutup badan benda keramik dengan baik.
2. *Engobe* melekat erat pada permukaan benda keramik selama proses penyusutan, yaitu pada saat pengeringan dan pembakaran.
3. *Engobe* mengeras pada suhu pembakaran yang sama dengan suhu pembakaran badan keramik (*biscuit*).
4. *Engobe* tidak larut atau mengelupas di bawah lapisan glasir yang menutupinya,

#### 9.5.3.3. Jenis dan Komposisi Bahan untuk *Engobe*

Secara garis besar bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat *engobe* antara lain:

1. Tanah liat, merupakan bahan utama untuk pewarna alami seperti *kaolin*, *ballclay*.
2. *Feldspar*, sebagai penurun titik lebur (*flux*).
3. *Kwarsa*, sebagai pengisi/*filler*.
4. *Borax*, sebagai pengeras yang membuat lapisan *engobe* lebih kuat, keras dan tidak mudah terhapus sebelum dibakar.
5. *Zirconium* ( $ZrO_2$ ) dan *titanium* ( $TiO_2$ ), sebagai bahan penutup (*opacifer*) khusus untuk *engobe* warna putih, atau berwarna terang, karena *engobe* berwarna gelap sudah cukup menutup.
6. Oksida-oksida atau *glaze-stained*, sebagai pewarna/*colorants*.

Untuk membuat *engobe* sebaiknya menggunakan tanah liat berwarna terang, jangan terlalu tua.

Berikut adalah beberapa alternatif dalam memilih komposisi bahan *engobe* yang sesuai untuk beberapa macam suhu.

## Komposisi bahan

Tabel 9.3. Komposisi bahan *engobe*.

No.	Bahan	Cone 08-1			Cone 1-6			Cone 6-11		
		Kondisi benda pada <i>engobe</i>								
		Basah	Kering	Biskuit	Basah	Kering	Biskuit	Basah	Kering	Biskuit
1.	<i>Kaolin</i>	25	15	5	20	15	5	20	15	5
2.	<i>Ballclay</i>	25	15	15	25	15	15	25	15	15
3.	<i>Calcined kaolin</i>	-	20	20	-	20	20	-	20	20
4.	<i>Nepheline syenite</i>	15	15	15	20	10	15	-	-	10
5.	<i>Feldspar</i>	-	-	-	-	5	5	25	20	20
6.	<i>Talk</i>	5	5	15	5	5	10	-	-	-
7.	<i>Kwarsa</i>	20	20	20	20	20	20	20	20	20
8.	<i>Zirzopax</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5
9.	<i>Borox</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5

## Oxide dan campuran pewarna untuk *engobe* glasir

Tabel 9.4. Pewarna untuk *engobe*.

No.	Bahan Oxide	%	Warna yang dihasilkan
1.	<i>Iron oxide</i>	2	Sawo matang muda
2.	<i>Iron oxide</i>	4	Coklat
3.	<i>Iron cromate</i>	1	Abu-abu muda
4.	<i>Iron cromate</i>	2	Abu-abu sedang
5.	<i>Cobalt oxide</i>	1	Biru sedang
6.	<i>Cobalt oxide</i>	1	Biru abu-abu
7.	<i>Cabalt oxide</i>	2	Biru tua
8.	<i>Cupper oxide</i>	3	Hijau sedang
9.	<i>Manganese</i>	6	Coklat ungu
10.	<i>Granular manganese</i>	6	Coklat krem muda
11.	<i>Iron oxide</i>	3	Hitam
12.	<i>Cobalt oxide</i>	2	Hitam
13.	<i>Manganese</i>	2	Hitam



#### 9.5.3.4. Alat dan Perlengkapan

- Palu kayu
- Saringan,
- Wadah/baskom
- Timbangan
- *Ballmill*
- *Porselin jar*
- Wadah/botol tertutup

#### 9.5.3.4. Bahan

- *Kaolin*
- *Ballclay*
- *Nephsy*
- *Talk*
- *Kwarsa*
- *Zircopax*
- *Borox*

#### 9.5.3.5. Cara Membuat *Engobe*

1. Tumbuklah tanah liat yang telah kering dengan palu kayu (bila dalam jumlah besar) dan menggunakan mortar (dalam jumlah sedikit).
2. Timbang bahan-bahan *engobe* dan pewarna sesuai kebutuhan, kemudian taruhlah pada tempat yang berbeda. Giling bahan-bahan *engobe* yang telah dicampur air dengan menggunakan *ballmill* selama  $\pm$  30-45 menit.



3. Saring adonan *engobe* menggunakan saringan *mesh* 80-100.



7. Periksa adonan *engobe* yang telah disaring untuk mengetahui kekentalan *slip*. Bila cukup, simpan pada stoples plastik, dan siap untuk digunakan. Bila terlalu kental, tambahkan air dan aduklah secara merata menggunakan pengaduk. Bila terlalu cair, endapkan semalam (1 hari) agar kelebihan air dapat dibuang sedikit demi sedikit.



#### 9.5.4. Dekorasi Teknik Ukir (*Carving*)

Istilah mengukir atau *carving* amat sukar untuk memisahkan mengukir dan menggores dengan ukiran yang berbentuk goresan lengkung. Dan dalam hal menghias keramik menurut sejarah hiasan dengan ukiran jarang di buat dibandingkan dengan semua keteknikan menghias lainnya. Teknik dekorasi ini dilakukan langsung pada benda keramik dengan kondisi setengah kering dan sebaiknya menggunakan rancangan gambar diatas permukaan badan. Tidak ada ketentuan seberapa dalam membuat cekungan ukiran, namun sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan dan desainnya. Mengukir sebagai penampilan keindahan keramik dengan motif-motif yang sesuai juga lebih harmoni , jika dapat menempatkan pola dengan bentuk benda keramik. Jika dalam menghias perlu ditambahkan tanah, dapat menggunakan tanah liat yang sejenis dan dalam kondisi yang sama.

Sebagai pembuat keramik atau seniman keramik tentu lebih berhati-hati dalam menentukan hiasan apa yang sebaiknya di tampilkan. Suatu tampilan goresan ukiran tidak sepenuhnya di bubuhkan pada badan keramik. Namun hal ini tentu ada pertimbangan estetis, artistik dan keseimbangan dari sudut penampilan secara total (keseluruhan) . Hasil akhir dalam teknik mengukir dapat dilakukan dengan melapisi larutan *engobe*, *stain* atau dapat dilapisi dengan glasir pada bidang-bidang tertentu, kemudian dibakar pada temperatur yang sesuai.

#### 9.5.4.1. Alat

- Butsir
- Kuas sedang ukuran 1/2 dim
- Pensil

#### 9.5.4.2. Bahan

- Benda kerja agak basah
- Glasir
- Pewarna atau *stain*
- *Oxide*

#### 9.5.4.3. Proses Pembuatan Dekorasi

1. Buatlah motif diatas permukaan benda kerja dengan goresan menggunakan pensil atau benda tajam lainnya.



2. Keruklah jejak pola tersebut menggunakan alat pengukir, lakukan hingga selesai.



3. Bersihkan sisa-sisa tanah menggunakan kuas, kemudian keringkan dengan cara diangin-anginkan, kemudian dibakar biskuit.



4. Glasirlah biskuit dengan teknik semprot menggunakan alat penyemprot.



5. Tambahkan dekorasi pada permukaan benda dengan pewarna, lakukan dengan cara melukis diatas permukaan benda berglasir.



6. Hasil akhir produk keramik dengan hiasan ukir yang dilapisi glasir.



### Tugas

#### Membuat dekorasi teknik ukir (*carving*)

- Siapkan tempat, peralatan, dan bahan
- Gunakan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja
- Siapkan benda keramik dalam kondisi setengah kering (*leather hard*)
- Siapkan motif dekorasi teknik ukir
- Lakukan pembuatan dekorasi teknik ukir
- Rapihan benda keramik, dan angin-anginkan
- Bersihkan ruang dan peralatan

### 9.5.5. Teknik Dekorasi Tembus (*Piercing*)

Merupakan salah satu teknik menghias dengan cara menembus permukaan badan tanah liat. Dengan pisau *fettling* adalah suatu alat yang baik untuk proses ini, sebab ujung pisau yang sempit akan memberi kemudahan untuk menembus permukaan. Jika pisau tidak memotong dengan mudah untuk menembus kedalam tanah liat, maka badan keramik akan retak. Pola hias yang mudah diterapkan adalah bentuk geometris, yang ditampilkan secara berulang atau selang-seling. Hal yang penting didalam teknik ini berupa merapikan hiasan setelah selesai dikerjakan. Kemudian juga cara memperlambat pengeringan setelah selesai menghias, agar di bagian tertentu tidak terjadi keretakan.

#### 9.5.5.1. Alat

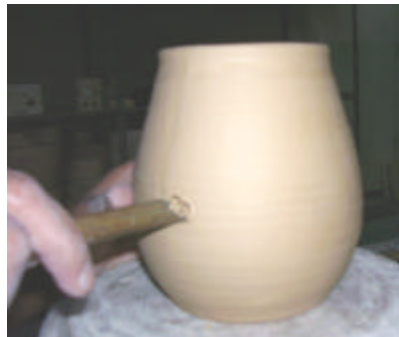
- Pisau
- Pipa pelobang

#### 9.5.5.2. Bahan

- Benda kerja agak basah

#### 9.5.5.3. Proses Pembuatan Dekorasi

1. Buatlah motif diatas permukaan benda kerja dengan jejak pipa logam.
2. Tusuklah tepat pada motif secara konstan menggunakann pisau atau pipa pelobang, lakukan hingga selesai. Rapiakan, kemudian keringan dengan cara diangin-anginkan.



3. Produk dekorasi dengan teknik *piercing*.



### **Tugas**

#### **Membuat dekorasi teknik terawang (*piercing*)**

- Siapkan tempat, peralatan, dan bahan
- Gunakan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja
- Siapkan benda keramik dalam kondisi setengah kering (*leather hard*)
- Siapkan motif dekorasi teknik terawang
- Lakukan pembuatan dekorasi teknik terawang
- Rapikan benda keramik, dan angin-anginkan
- Bersihkan ruang dan peralatan

### **9.5.6. Teknik Mengkilapkan (*Burnishing*)**

Teknik dekorasi ini adalah suatu metoda menghias dengan cara mengkilapkan permukaan dengan cara menggosok hingga berkilauan. Teknik ini telah digunakan oleh „*craftmanship*“ diseluruh dunia, terutama di Roma dan Eropa barat pada masa lampau. Prosedur ini dilakukan pada kondisi tanah setengah kering atau agak basah., sehingga dapat digosok lebih dari satu kali. Yang perlu diperhatikan saat menggosok adalah berhati-hati agar tidak merusak permukaan benda keramik atau pecah. Setelah selesai kemudian dibiarkan kering, dan dilakukan pembakaran. Peralatan sederhana yang digunakan berupa batu halus, punggung sendok, atau suatu potongan pipa logam dapat digunakan untuk menggosok permukaan . Produk yang dilakukan di *finishing* dengan *burnish* biasanya dibakar biskuit tidak lebih dari temperatur di atas C 06. Jika itu terjadi permukaan akan kusam dan tidak kemilau. Kerugian pada teknik gosok tidak dapat dilapisi dengan glasir, karena seluruh pori-pori tertutup, licin dan mengkilap.

#### 9.5.6.1. Alat

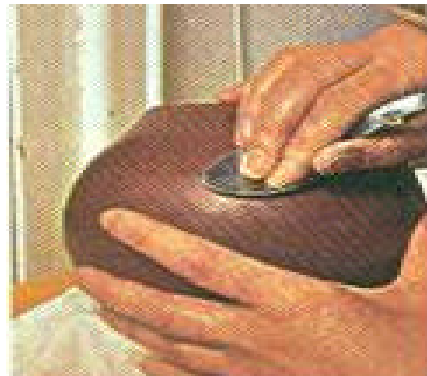
- Batu halus, sendok dan atau pipa logam

#### 9.5.6.2. Bahan

- Benda kerja agak setengah kering

#### 9.5.6.3. Proses Pembuatan Dekorasi

1. Gosoklah terus menerus permukaan benda keramik secara berulang-ulang menggunakan alat penggosok hingga permukaan terlihat licin, kilap dan halus-, lakukan hingga selesai.



2. Hasil akhir produk keramik dengan hiasan gosok (mengkilapkan).



#### Tugas

##### Membuat dekorasi teknik gosok (*burnishing*)

- Siapkan tempat, peralatan, dan bahan
- Gunakan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja
- Siapkan benda keramik dalam kondisi setengah kering (*leather hard*)
- Lakukan pembuatan dekorasi teknik gosok
- Rapikan benda keramik, dan angin-anginkan
- Bersihkan ruang dan peralatan



### 9.5.7. Dekorasi Teknik *Embossing*

Dekorasi dengan teknik ini termasuk dekorasi *impressed decoration stamping* dan *beating*. *Stamping* atau cap dapat digunakan untuk mengembangkan hiasan timbul. *Stamping* dan *embossing* memiliki perbedaan kecil, dalam *embossing* merupakan tanah liat yang ditempelkan pada permukaan badan benda setengan kering dengan mengolesi lumpur tanah sebagai bakal motif, kemudian bakal motif tersebut ditekan menggunakan *pellet* (butir cetakan dari gips). Sedang pada teknik *stamping* motif hias langsung ditekan pada permukaan badan keramik.

Dalam menghias dekorasi dengan teknik ini tergantung tanah liatnya, sebab ada tanah liat yang tidak dapat melekat/menempel pada badan keramik. Diperlukan ketelitian dalam memilih tanah liat untuk menempelkan bakalan motif. Motif dekorasi ini bisa dilakukan dengan motif tertentu atau khusus, tetapi caranya bisa dilakukan dengan bebas, satu demi satu atau berulang-ulang dengan alat yang dirancang khusus berupa *pellet* dengan replika. Dengan membubuhkan slip ke permukaan badan dan kemudian menekannya dengan alat tersebut, akan meninggalkan jejak yang bisa dilihat kenampakan hasil dari replikanya. Untuk menampilkan hiasan yang menarik diperlukan pengorganisasian yang baik antara bentuk benda, motif, komposisi / penempatan hiasan dan keseimbangan.

#### 9.5.7.1. Alat

- Cetakan dari gips (*pellet*)
- *Slip trailer* dan atau plastik bungkus

#### 9.5.7.2. Bahan

- Benda kerja agak basah
- Pewarna/*stain*
- Glasir

#### 9.5.7.3. Proses pembuatan dekorasi

1. Bubuhkan slip pada permukaan benda sesuai motif yang diinginkan.





2. Tekanlah bubuhan slip tersebut menggunakan cetakan gips (*pellet*) sesuai bentuk yang telah dirancang., lakukan hingga selesai.



3. Berilah warna pada motif menggunakan pewarna atau glasir .



Gambar 9.17. Produk keramik dengan hiasan *embossing*.  
(sumber: Koleksi studio keramik)

## 9.6. Dekorasi Glasir

---

### 9.6.1. Dekorasi *Underglaze*

Dekorasi *underglaze* biasanya dilakukan pada permukaan benda keramik mentah (*greenware*) atau biskuit dengan menggunakan oksida pewarna atau stain kemudian ditutup dengan glasir transparan dan di bakar, sehingga dekorasinya di bawah glasir transparan. Oksida logam atau pewarna yang dipakai adalah : oksida besi (Fe), cobalt (co), tembaga (cu), Chrom (cr) dan lain sebagainya, sedangkan pewarna atau stain biasanya warna-warna cerah seperti merah, biru muda, hijau, hitam, coklat, ungu, kuning, putih dan sebagainya. Pewarna tersebut merupakan campuran oksida logam dan fluks dan bahan tahan api. Oksida pewarna tersebut mengandung sejumlah kecil glasir, sebagai *fluks* yang mengikatnya kedalam benda keramik dan menyatu dengan glasir diatasnya. Pewarna untuk *underglaze* pada umumnya tersedia dalam kemasan siap pakai dalam bentuk *slip*, crayon/pastel dan bubuk. Penerapan glasir transparan tidak boleh terlalu tebal, agar kecemerlangan warna tetap akan kelihatan. Pewarna dibuat untuk tahan terhadap suhu-suhu tertentu dan lebih stabil.

Hasil akhir goresan dengan pensil atau krayon akan tampak lebih baik jika digoreskan diatas biskuit, karena permukaan keramik sudah keras sehingga pensil lebih mudah untuk meninggalkan jejak goresan warna dan juga lebih kuat. Sedangkan pewarna *underglaze* dengan stain dapat diaplikasikan dalam badan masih basah atau ataupun *greenware* kemudian dilapisi *engobe*, maupun dapat pula diaplikasikan pada benda biskuit. Untuk hasil yang baik badan tanah liat harus warna putih arau terang, jika badan tanah liat berwarna gelap perlu dilapisi/ditutup dengan warna terang, agar hasil warna lebih kuat.

#### 9.6.1.1. Alat

- Kuas
- Mangkuk kecil
- *Spraygun*
- *Spraybooth*
- Tungku
- *Banding wheel*
- Spon

#### 9.6.1.2. Bahan

- Benda keramik basah, keramik mentah (*green ware*) atau biskuit
- Pewarna/*stain*
- Glasir transparan

### 9.6.1.3. Proses Pembuatan Dekorasi

1. Buatlah rancangan gambar diatas benda biskuit menggunakan pensil.



2. Bubuhkan pewarna pada permukaan benda sesuai motif yang telah dirancang.



3. Lapisi badan keramik dengan glasir transparan hingga merata.



4. Hapuslah glasir bagian bawah/kaki, menggunakan spon basah, selanjutnya susunlah dalam tungku dan dibakar.



5. Hasil akhir produk keramik dengan hiasan *underglaze* .



### 9.6.2. Dekorasi *Over Glaze*

Dekorasi yang dilakukan pada permukaan benda keramik yang sudah berglasir dasar kemudian dibakar kembali pada suhu yang lebih rendah dari pada glasir dasar sehingga dekorasinya akan berada diatas glasir dasar, contohnya *enameling*

*Enameling* atau pewarna enamel merupakan pigmen *overglaze* dengan temperatur antara  $690^{\circ}\text{C}$ – $850^{\circ}\text{C}$  yang siap diaplikasikan pada permukaan benda keramik berglasir yang telah dibakar lagi. Sehingga membutuhkan pembakaran ketiga untuk melebur dan menentukan warna *enamel*.

Suhu pembakaran *enamel* lebih rendah dari pada suhu glasir sehingga glasir tidak terganggu selama meleburnya warna *overglaze* kedalam glasir. Pewarna yang dipergunakan merupakan oksida pewarna yang telah di *frit* atau dimurnikan dan digiling sangat halus, sehingga akan cepat melebur dan hasilnya lembut. Dekorasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan kuas, semprot atau memberikan bubuk pada permukaan yang telah diberi lapisan tipis medium berupa minyak dan vernis atau airpun dapat juga digunakan sebagai media. Karena bahan *overglaze* sangat pekat dan cepat mengeras, untuk membersihkan peralatan diperlukan tiner .

#### 9.6.2.1. Alat

- Kuas kecil
- Lembaran kaca
- Pisau palet
- Tungku
- Kain lap

### 9.6.2.2. Bahan

- Benda keramik berglasir
- Pewarna *overglaze*
- Medium (*oil* atau *water based*)
- Tinner (pencuci peralatan)

### 9.6.2.3. Proses Pembuatan Dekorasi

1. Buatlah rancangan gambar diatas keramik berglasir menggunakan pensil atau alat tulis lain.



2. Siapkan beberapa adonan pewarna dengan medium *oil based* secukupnya.



3. Warnailah gambar tersebut dengan adonan pewarna yang telah dicampur dengan medium pada permukaan benda keramik berglasir, lakukan hingga gambar selesai.



4. Hasil akhir produk keramik dengan hiasan *overglaze*, yang telah dibakar pada temperatur 750°C



### 9.6.3. Dekorasi *Inglaze*

Dekorasi yang dilakukan pada benda keramik berglasir tetapi belum dibakar, kemudian dibakar secara bersama sehingga dekorasi dan glasir akan menyatu. Jenis dekorasi ini disebut *Majolica*. Dekorasi *majolica* secara khusus menggambarkan dekorasi *earthenware* dengan dekorasi gambar glasir berwarna atau *frit* diatas glasir putih timah yang buram.

Dalam arti umum segala dekorasi dengan oksida logam, pewarna yang telah *difrit* (dibakar) atau glasir yang digunakan diatas permukaan glasir mentah akan menyatu selama pembakaran, sehingga disebut juga dekorasi didalam glasir atau *inglaze*, karena menyatu kedalam glasir selama proses pembakaran.

*Inglaze* merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan pemberian pigmen warna pada glasir mentah yang belum dibakar, Pada saat pembakaran pigmen warna akan meresap kedalam glasir sehingga akan menghasilkan efek tertentu. Dekorasi *majolica* memiliki penampilan yang berwarna-warni dan memiliki pinggiran yang kabur dan lembut sebagai akibat kecenderungan glasir yang sedikit lari. Glasir yang cocok untuk *majolica* adalah glasir *opaque*, biasanya berwarna putih terang, dan tidak lari atau mengalir dalam pembakaran. Glasir berwarna yang digunakan untuk dekorasi dapat dibuat dari glasir dasar yang sama sebagai latar belakangnya atau glasir lain yang telah diuji dan tidak mengulung ketika diaplikasikan diatas glasir dasar. Oksida-oksida pewarna dapat ditambahkan pada glasir dasar untuk memberikan nuansa warna yang diinginkan. Aplikasi dapat digunakan dengan menggunakan kuas, *trailer*, semprot, celup atau cap (dengan spon). Glasir dasar dalam keadaan mentah sangat kering, menyerap dan berbentuk seperti bubuk sehingga mudah mengelupas, untuk mengatasinya pada glasir dasar dapat ditambahkan gula atau sirup yang selama pengeringan akan membentuk kerak yang melekat kuat pada permukaan benda keramik atau dapat memberi lapisan tipis larutan *gum* arab yang disemprotkan pada permukaan



glasir. Perkembangan terakhir dengan menggunakan emulsi didalam glasir dasar yang akan menyebabkan glasir menjadi kering seperti cat tembok.

#### 9.6.3.1. Alat

- Kuas kecil
- *Banding wheel*
- *Spraygun*
- *Spraybooth*
- Baskom
- Spon
- Tungku

#### 9.6.3.2. Bahan

- Keramik biskuit
- *Oxide* logam atau pewarna
- Glasir *opaque*

#### 9.6.3.3. Proses Pembuatan Dekorasi

1. Bersihkan benda keramik biskuit dengan air bersih.



2. Glasirlah benda keramik dengan glasir *opaque* hingga merata keseluruhan permukaan badan benda keramik dengan teknik semprot, tuang, atau celup.



3. Bubuhkan *oxide* atau pewarna diatas glasir *opaque*. Hasil akhir produk keramik dengan hiasan *inglaze* yang telah dibakar.



Gambar 9.18. Botol keramik dengan dekorasi inglaze  
(sumber: Koleksi studio keramik)





# 10. GLASIR

## 10.1. Pengertian Glasir

---

Glasir merupakan material yang terdiri dari beberapa bahan tanah atau batuan silikat dimana bahan-bahan tersebut selama proses pembakaran akan melebur dan membentuk lapisan tipis seperti gelas yang melekat menjadi satu pada permukaan badan keramik.

Glasir merupakan kombinasi yang seimbang dari satu atau lebih *oksida* basa (*flux*), *oksida* asam (*silika*), dan *oksida* netral (*alumina*), ketiga bahan tersebut merupakan bahan utama pembentuk glasir yang dapat disusun dengan berbagai komposisi untuk suhu kematangan glasir yang dikehendaki.


Dalam pengertian yang sederhana untuk membuat glasir diperlukan tiga bahan utama, yaitu:

- **Silika:** berfungsi sebagai unsur pengglas (pembentuk kaca)  
*Silika* ( $\text{SiO}_2$ ) juga disebut *flint* atau *kwarsa* yang akan membentuk lapisan gelas bila mencair dan kemudian membeku. *Silika* murni berbentuk menyerupai kristal, dimana apabila berdiri sendiri titik leburnya sangat tinggi antara yaitu  $1610^\circ\text{C}$ - $1710^\circ\text{C}$ .
- **Alumina:** berfungsi sebagai unsur pengeras  
 $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang digunakan untuk menambah kekentalan lapisan glasir, membantu membentuk lapisan glasir yang lebih kuat dan keras serta memberikan kestabilan pada benda keramik. Yang membedakan glasir dengan kaca/gelas adalah kandungan *alumina* yang tinggi.
- **Flux:** berfungsi sebagai unsur pelebur (peleleh)  
Digunakan untuk menurunkan suhu lebur bahan-bahan glasir. *Flux* dalam bentuk *oksida* atau karbonat yang sering dipakai adalah; timbal/lead, boraks, sodium/natrium, potassium/kalium, lithium, kalsium, magnesium, barium, strontium, bersama-sama dengan *oksida* logam seperti: besi/iron, tembaga, cobalt, mangaan, chrom, nickel, tin, seng/zinc, dan titanium akan memberikan warna pada glasir, juga dengan bahan yang mengandung lebih sedikit *oksida* seperti: antimoni, vanadium, selenium, emas, cadmium, uranium.

Dua jenis *flux* yang umum digunakan pada glasir bakaran rendah yaitu:

- *Lead oksida: lead karbonat, red lead, galena, litharge.*
- *Campuran alkaline: borax, asam borat, colemanite, soda ash, lithium karbonat, sodium karbonat.*

Sedangkan *flux* untuk glasir bakaran tinggi yaitu: kalsium karbonat (*whiting*), dolomite (mengandung kalsium dan magnesium), dan barium karbonat.

Derajat Keaktifan flux		Sangat aktif
PbO	<i>Timbal sangat aktif</i>	
Na <sub>2</sub> O	<i>Natrium/sodium</i>	
K <sub>2</sub> O	<i>Potassium/kalium</i>	
Li <sub>2</sub> O	<i>Litium</i>	
SrO	<i>Strontium</i>	
BaO	<i>Barium</i>	
ZnO	<i>Seng</i>	
CaO	<i>Kalsium</i>	
MgO	<i>Magnesium</i>	
		Tidak aktif

## 10.2. Keseimbangan Glasir

Yang membuat glasir berbeda dengan kaca adalah karena glasir mengandung jumlah *alumina* yang lebih besar. Pada glasir yang masih tradisional kalkulasi Formula Seger mewakili ketiga komponen oksida berikut: RO; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> RO<sub>2</sub>.

*Silika* dalam keadaan murni ditambahkan atau bahan lain seperti *ball clay* atau *kaolin* yang mengandung *silika* atau *alumina*. *Kaolin*, yang juga dikenal sebagai tanah liat China, mengandung komposisi kimia Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.SiO<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O.

Dalam bentuk oksida, *alumina* jarang digunakan sebagai bahan tambahan melainkan sebagai salah satu komponen bahan tadi. *Flux* dalam bentuk oksida atau *carbonate* yang paling, sering dipakai (*lead, boric, soda, potasium, litium, kalsium, magnesium, barium, zinc, strontium*), bersama dengan oksida logam akan memberi warna glasir (*besi, tembaga, cobalt, chrom, nickel, manganese, tin, titanium*) dan beberapa lagi yang mengandung lebih sedikit oksida (*antimoni, vanadium, selenium, emas, cadmium, uranium*) merupakan komponen-komponen pembentuk glasir.

*Feldspar potash* misalnya mengandung *potasium (flux)*, *silika* dan *alumina*, tiga komponen pembentuk glasir. *Feldspar* bisa dianggap sebagai *frit* atau glasir yang alami.

Ada banyak macam *feldspar* yang *flux*-nya bisa berubah: *feldspar soda*, *feldspar kalsium*, dan lain-lain. Ada sub kategori yang satu kelompok dengan *nepheline syenite* (*soda* dan *potas*), *batu cornish* (*potas*, *soda*, *kalsium*, *magnesium*), *spodumene* (*litium*), *petalite* (*litium*) dan *lepidolite* (*litium*) yang disebut *feldspathoids*, istilah sederhananya adalah *feldspar* yang kandungan *silika*-nya lebih sedikit.

Jika ada glasir yang mencair sampai permukaanya jernih dan berkilat, bahan-bahan pembentuk glasir tersebut menghasilkan satu keseimbangan, bila ada satu saja bahan yang tidak seimbang maka glasir tidak akan jernih dan berkilat, tapi seperti buram (*matt*). Ketiga komponen glasir, *silika*, *alumina*, dan *flux* dikombinasikan untuk menghasilkan glasir yang jernih, artinya komponen tadi seimbang, perbandingan *flux*nya tepat untuk melelehkan silika dan alumina. Bila salah satu bahan diberikan lebih banyak maka keseimbangan akan terganggu dan glasir tidak akan jernih. Bila ditambahkan *flux* akan berakibat jumlah *silika* tidak cukup untuk berkombinasi dengan tambahan *flux* tadi, artinya tidak bisa mencair. Dengan bertambahnya *flux* maka glasir tadi menjadi buram (*matt*). Bila hal yang sama diterapkan pada *silika* dan alumina ditambahkan kandungan *silika* atau tanah liat (*silika/alumina*), maka efek yang sama akan muncul.

A Balanced Glaze



Satin Glaze



Matt Glaze



Satin Flux Glaze



Matt Glaze



Bisa disamakan dengan melarutkan garam pada air, kita mencapai titik jenuh di mana garam tidak dapat lagi larut dalam air dan garam tetap berupa partikel-partikel dalam air tadi. Bila kita hangatkan maka garam akan larut.

Hal yang sama terjadi pada glasir, dengan menambahkan suhu pada waktu pembakaran maka kita akan dapatkan glasir yang jernih.

Bayangkan keseimbangan antara *silika* dan alumina pada satu sisi dan *flux* (glasir bisa mengandung lebih dari satu *flux*) pada sisi lain. Tambahkan *silika*, akan terjadi ketidakseimbangan, kurangi *flux* maka cairan glasir akan berubah lagi.

Bila *whiting* (*flux*, *kalsium*) atau *silika* dicampurkan pada glasir maka akan mengubah dari keadaan *matt* menjadi seperti *satin*, lalu jernih berkilat dan kembali ke keadaan *satin*, *matt*. Yang kita lihat adalah pembentukan *eutectic* pada titik daftar campuran tadi. *Eutectic* adalah titik cair terendah dari dua atau lebih bahan yang dicampur. Bila kita mengambil dua bahan seperti *lead oksida* dan *silika* dalam daftar campuran, barangkali bisa kita harapkan bahwa sejalan dengan bertambahnya perbandingan *silika*, maka suhu cair campuran juga bertambah. Tetapi titik cair untuk *lead oxide* adalah sekitar 880°C (1616°F) sedangkan titik cair *silika* adalah 1710°C (3110°F), sementara *eutectic* untuk campuran *lead oksida* dan *silika* hanya 510°C (950°F). *Eutectic* dicapai kira-kira dalam 90% *lead oksida*, 10% *silika*. *Eutectic* lain terdapat pada tabel berikut:

Tabel 10.1. Titik leleh mineral dan kombinasinya  
(sumber: Greg Daly)

Satu Mineral	° C	Dikombinasi	° C
<i>Lead oksida (litharge)</i> <i>Silika</i>	880 1710	<i>Lead oksida (litharge)</i> 92.1 <i>Silika</i> 7.1	510
<i>Albite</i> <i>Orthoclase feldspar</i> ( <i>soda, potas</i> )	1170 1200	<i>Albite</i> 58 <i>Orthoclase</i> 42	1160
<i>Barium karbonat</i> <i>Alumina</i> <i>Silika</i>	1450 2050 1710	<i>Barium karbonat</i> 35 <i>Alumina</i> 10 <i>Silika</i> 55	1200
<i>Lead oksida</i> <i>Boric oksida</i> <i>Silika</i>	880 700 1710	<i>Lead oksida</i> 77.8 <i>Boric oksida</i> 5.8 <i>Silika</i> 16.4	485
<i>Soda</i> <i>Boric oksida</i> <i>Silika</i>	900 700 1710	<i>Soda</i> 24.2 <i>Boric oksida</i> 35.2 <i>Silika</i> 40.6	720
<i>Lead oksida</i> <i>Boric oksida</i> <i>Silika</i>	880 700 1710	<i>Lead oksida</i> 84 <i>Boric oksida</i> 12 <i>Silika</i> 4	484

Daftar campuran *whiting* dan *silika* pada keduanya bersifat *eutectic*. Mayoritas glasir ada pada bagian *silika*; menambah *flux* berarti menurunkan

titik cair glasir. Bila glasirnya berupa *flux* dalam bentuk *matt*, maka menambah *silika* berarti menurunkan titik cair memberi adanya lebih banyak silika agar *flux* bereaksi. Ingat bahwa yang biasa dilakukan waktu glasir bergerak dalam pot adalah menambah *silika* dalam bentuk *silika* atau alumina dalam bentuk tanah liat, hal ini dilakukan untuk membatasi kekentalan glasir. Bila glasir masih bergerak maka pasti ada pada sisi *eutectic* dan kita perlu memperbesar persentase pengeras, tapi hal seperti ini bisa mengubah sifat glasir, menjadikan glasir berpindah pada sisi lain. Penambahan *flux* mungkin merupakan jawabannya.

### 10.3. Bahan Glasir

---

Beberapa bahan yang sering digunakan untuk membuat glasir transparan, penutup, *matt*, dan kristal, diantaranya adalah:

#### **Silika ( $\text{SiO}_2$ )**

Bahan yang praktis ada pada setiap jenis glasir yang berfungsi sebagai unsur pengglas, sumber utama adalah *flint*. Sedangkan *kwarsa/quartz* adalah jenis silika dalam keadaan murni dan berujud kristal.

*Silika* biasanya bergabung dengan *oksida-oksida* lain yang disebut Silikates seperti: *kaolin/china clay*, *feldspar*, *nepheline syenite*, *lepidolite*, *petalite*, *spodumene*, dll.

#### **Boric oxide ( $\text{B}_2\text{O}_3$ )**

Bahan yang bertindak sebagai pendorong pembentuk gelas, dapat dimasukkan dalam bentuk *borax* ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) tetapi larut dalam air, *barium oxide* ini penting sebagai bahan pelebur.

#### **Feldspar**

Ada dua jenis Feldspar yang umum digunakan, yaitu:

- *Potash feldspar* ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ )
- *Soda feldspar* ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$ )

Kedua bahan tersebut banyak dipakai sebagai pelebur untuk keramik putih, juga sebagai bahan pengeras dan penambah kilap glasir.

#### **Kapur/Calcium oxide ( $\text{CaO}$ )**

Bahan pelebur untuk glasir bakaran menengah dan tinggi, juga memberikan pelengketan glasir pada badan keramik.

$\text{CaO}$  dapat diperoleh dari *kalsium karbonat (whiting)* atau batu gamping. Kandungan kapur yang terlalu banyak pada glasir akan menyebabkan *devitrifikasi* (pembentukan kristal kembali) dan menyebabkan glasir menjadi *matt*.

**Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )**

Bahan yang praktis ada pada setiap jenis glasir yang berfungsi meningkatkan daya tahan, kekerasan, dan kilap serta mengurangi pemuaian glasir. Dalam pembuatan glasir alumina sering disebut *refractory element*, karena mempunyai titik lebur yang tinggi ( $2050^\circ\text{C}$ ). Untuk menghasilkan glasir yang mengkilap perbandingan antara alumina dan silika adalah 1 : 4 dan 1 : 6. Alumina dapat diperoleh dari *feldspar*, tanah, atau batuan lainnya.

**Barium oxide (BaO)**

Barium Oxide dipakai sebagai bahan pelebur yang sekaligus bahan pembantu pembentuk glasir *matt*, dalam jumlah sedikit bahan ini akan menambah kilap glasir.

**Timbal oksida/Plumbum oxide/Lead oxide ( $\text{PbO}$ )**

Bahan pelebur yang umum digunakan dalam glasir dan menyebabkan glasir sangat mengkilap, campuran *silika* dan *lead oxide* dapat dipakai untuk membuat glasir temperatur menengah. *Lead oxide* merupakan bahan yang beracun sehingga jarang digunakan lagi.

**Zinc oxide ( $\text{ZnO}$ )**

Dipakai sebagai bahan pelebur, untuk mencegah retak-retak dan apabila dipakai bersama *alumina* akan menambah putihnya glasir *opaque* (penutup). Bila dalam pemakaian kandungan  $\text{ZnO}$  dinaikkan glasir menjadi *matt*. Pendinginan yang cepat dari glasir ini akan menyebabkan pembekuan kristal  $\text{ZnO}$ , cara ini dipakai untuk membuat glasir kristal.

**Dolomite ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )**

Merupakan *magnesium* dengan karbonat ganda, bahan ini secara efektif digunakan dalam glasir *stoneware* dan akan memberikan tekstur serta warna yang menarik pada pembakaran reduksi.

Bila ditambahkan pada glasir *stoneware* dalam jumlah sedikit akan bertindak sebagai *flux*, tetapi bila ditambahkan antara 10%-25% akan menjadikan *matt*.

**Magnesium carbonate/Magnesit ( $\text{MgCO}_3$ )**

Merupakan mineral yang tahan api, bertindak sebagai penutup sampai suhu  $1170^\circ\text{C}$  setelah itu bahan ini akan menjadi *flux* yang aktif.

Dalam proses pendinginan bahan ini akan berkristal dan memberikan glasir penutup yang *matt*.

**Colemanite/Gerstley borate/Calcium borate ( $2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )**

Mineral yang mengandung *flux* yang sangat menguntungkan, pemakaian bahan ini yang terlalu banyak akan menyebabkan glasir meleleh pada *shelves* (plat tahan api).

***Kaolin/China clay ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )***

Bahan yang dalam glasir berfungsi sebagai sumber *alumina* dan *silika* sehingga dapat berfungsi untuk menambah kekuatan dan kekerasan glasir sekaligus untuk menambah kilap glasir. Bahan ini juga banyak digunakan untuk badan benda keramik.

***Rutile/Titanium oxide ( $\text{TiO}_2$ )***

*Rutile* adalah *titanium oxide* dalam keadaan alami. Kadang-kadang dalam keadaan tidak murni tercampur besi *oksida* dan *vanadium oksida*. Dalam glasir bahan ini berfungsi sebagai penutup/*opacifier*.

***Tin oxide/Stannic oxide ( $\text{SnO}_2$ )***

Bahan ini terutama berfungsi sebagai *opacifier* dalam glasir. Harganya mahal karena mempunyai data tutup yang lebih besar daripada *opacifier* lainnya.

***Talk ( $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )***

Bahan ini banyak mengandung *magnesium*. Dalam glasir berfungsi sebagai pengisi/*filler* dan bahan penutup. Bahan keramik yang dicampur dengan talk sangat tahan terhadap perubahan suhu yang mendadak. Keuntungan talk lainnya adalah gelasir dapat menyesuaikan diri dengan bahan yang mengandung talk tanpa ada retak-retak yang tertunda, mudah dijadikan massa tuang tetapi sukar untuk diputar, mensuplai *flux* dan *silika* untuk bahan keramik putih bakaran rendah.

## **10.4. Bahan Pewarna Glasir**

---

Berbagai macam *oksida* Logam atau pigmen warna (*stain*) dapat ditambahkan untuk memberikan warna pada glasir yang digunakan. Sedangkan untuk mendapatkan glasir penutup atau matt dapat ditambahkan beberapa *oksida* yang dapat memberikan sifat dop seperti : *oksida* timah/*tin* ( $\text{SnO}_2$ ), *oksida zircon* ( $\text{ZrO}_2$ ), *oksida calcium* ( $\text{CaO}$ ), *oksida zinc* ( $\text{ZnO}$ ), *magnesium carbonate* ( $\text{MgO}$ ), dll.

### **10.4.1. Oksida Pewarna**

*Oksida* pewarna merupakan kombinasi (persenyawaan) suatu senyawa oksigen dengan unsur lain. Di dalam keramik senyawa *oksida* logam digunakan sebagai sumber pewarna, penggunaan *oksida* pewarna dalam glasir dapat berdiri sendiri atau campuran dari beberapa *oksida* pewarna. Yang perlu diperhatikan adalah persentase yang digunakan dalam suatu formula glasir.





*Cobalt*



*Cupper*



*Chrome*



*Iron*



*Mangaan*



*Rutile*

Gambar 10.1. Bahan berwarna oksida.  
(sumber: Koleksi studio keramik)

### Pewarna oksida tunggal

Tabel 10.2. Daftar pewarna oksida dan hasil bakar oksidasi.

Pewarna	Persentase	Hasil Pembakaran
<b>Cobalt carbonate</b>	0.50 %	Biru sedang
<i>Cobalt carbonate</i>	1 %	Biru tua
<i>Cobalt oxide</i>	0.25 %	Biru sedang
<i>Cobalt oxide</i>	0.50 %	Biru tua
<i>Copper carbonate</i>	2 %	Hijau muda
<i>Copper carbonate</i>	4 %	Hijau tua
<i>Copper oxide</i>	1 %	Hijau muda
<i>Copper oxide</i>	2 %	Hijau tua
<i>Iron oxide</i>	2 %	Coklat kemerahan
<i>Iron oxide</i>	4 %	Coklat muda
<i>Iron oxide</i>	6 %	Coklat tua
<i>Iron chromate</i>	2 %	Abu-abu muda
<i>Iron chromate</i>	4 %	Abu-abu sedang

<i>Manganese carbonate</i>	2 %	Ungu muda
<i>Manganese carbonate</i>	4 %	Ungu sedang
<i>Manganese carbonate</i>	6 %	Ungu tua
<i>Chrome oxide</i>	1 %	Hijau muda
<i>Chrome oxide</i>	2 %	Hijau
<i>Rutile</i>	5 %	Coklat kemerahan
<i>Rutile</i>	8 %	Coklat kemerahan tua
<i>Nickel oxide</i>	2 %	Abu-abu kecoklatan
<i>Ilminite</i>	4 %	Coklat kemerahan
<i>Ilminite</i>	6 %	Coklat kemerahan tua
<i>Vanadium stain</i>	4 %	Kuning muda
<i>Vanadium stain</i>	6 %	Kuning sedang
<i>Vanadium stain</i>	8 %	Kuning tua

Tabel 10.3. Daftar pewarna *oksida* dan hasil bakar reduksi.

<b>Pewarna</b>	<b>Persentase</b>	<b>Hasil Pembakaran</b>
<i>Cobalt carbonate</i>	0.50 %	Biru sedang
<i>Cobalt carbonate</i>	1 %	Biru tua
<i>Cobalt oxide</i>	0.25 %	Biru muda
<i>Cobalt oxide</i>	0.50 %	Biru tua
<i>Copper carbonate</i>	0.50 %	Merah darah lembu
<i>Copper carbonate</i>	1 %	Merah darah
<i>Copper carbonate</i>	2.50 %	Merah hitam belang-belang
<i>Manganese carbonate</i>	5 %	Coklat
<i>Ilminite</i>	3 %	Coklat titik-titik
<i>Rutile</i>	2 %	Coklat kemerahan titik-titik
<i>Iron oxide</i>	1 %	Hijau keabu-abuan
<i>Iron oxide</i>	2 %	Hijau keabu-abuan tua
<i>Iron oxide</i>	3 %	Hijau keabu-abuan belang-belang
<i>Iron oxide</i>	10 %	Merah jenuh
<i>Nickel oxide</i>	2 %	Abu-abu kebiruan

## Pewarna *oksida* kombinasi

Tabel 10.4. Daftar kombinasi pewarna *oksida* dan hasil bakar *oksidasi*.

Pewarna	Persentase	Hasil Pembakaran
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Iron oxide</i>	0.50 % 2 %	Abu-abu kebiruan
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Manganese carbonate</i>	0.50 % 2 %	Ungu kebiruan
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Copper carbonate</i>	0.50 % 2 %	Biru kehijauan
<i>Copper carbonate</i> <i>Iron oxide</i>	2 % 2 %	Hijau
<i>Copper carbonate</i> <i>Rutile</i>	3 % 3 %	Hijau
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Rutile</i>	0.50 % 3 %	Biru bercak-bercak
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Iron oxide</i> <i>Manganese carbonate</i>	3 % 3 % 2.50 %	Hitam berkilau

Tabel 10.5. Daftar kombinasi pewarna *oksida* dan hasil bakar reduksi.

Pewarna	Persentase	Hasil Pembakaran
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Chrome oxide</i>	0.50 % 1 %	Turkis
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Rutile</i>	0.50 % 3 %	Biru berpola
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Nickel oxide</i>	0.50 % 1 %	Abu-abu kebiruan
<i>Manganese carbonate</i> <i>Rutile</i>	4 % 4 %	Coklat berpola
<i>Ilminite</i> <i>Rutile</i>	2 % 2.50 %	Kuning tua bertekstur
<i>Cobalt carbonate</i> <i>Iron oxide</i>	0.50 % 2 %	Abu-abu kebiruan
<i>Cobalt oxide</i> <i>Iron oxide</i> <i>Manganese dioxide</i>	1 % 8 % 4 %	Hitam

Keterangan:

Hasil pembakaran dari bahan-bahan pewarna tersebut di atas terjadi pada glasir proses pembakaran *oksidasi* maupun reduksi.

#### 10.4.2. Pewarna *Stain*/Pigmen

Pewarna *stain/pigmen* merupakan bahan pewarna glasir atau tanah liat yang terbuat dari bahan-bahan *oksida* logam melalui proses pembakaran sehingga dihasilkan warna yang lebih stabil. Untuk menghasilkan glasir warna, bahan pewarna *stain* dicampurkan ke dalam campuran glasir.



Gambar 10.2. Bahan pewarna *stain*.  
(sumber: Koleksi studio keramik)

## 10.5. Jenis-jenis Gglasir

---

### 10.5.1. Menurut Cara Pembuatan

- **Glasir *Frit***  
Adalah glasir yang sebelum digunakan, dilakukan proses peleburan pada bahan dasarnya menjadi suatu massa gelas yang tidak larut dalam air. Ini dilakukan pada bahan-bahan glasir yang mudah larut seperti: *sodium*, *potassium* dan *borax*.
- **Glasir *Non Frit*mentah**  
Glasir yang dibuat dari material keramik terolah atau tanah tanpa melalui proses peleburan. Bahan-bahan untuk glasir jenis ini tidak larut dalam air. Bahan-bahan glasir cukup digiling dan dicampur air lalu diaplikasikan pada benda keramik.
- **Glasir Campuran**  
Adalah jenis glasir yang dibuat dari bahan mentah dan bahan glasir yang sudah di-*frit*.

### 10.5.2. Menurut Temperatur Pembakaran

- **Glasir Bakaran Rendah**  
Jenis glasir bakaran rendah pada umumnya dibakar diantara cone 016- cone 02 ( $792^{\circ}\text{C}$ - $1120^{\circ}\text{C}$ ), jenis glasir ini akan menghasilkan glasir yang halus dan mengkilap dengan ciri khas selalu berwarna terang dan mengkilap.  
Glasir bakaran rendah dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan bahan *flux* yang dipergunakan, yaitu:  
*Flux* glasir alkalin : *Borax*, *Colemanite*, dan *Soda ash*  
*Flux* glasir timbal : *Lead Carbonate/White lead* dan *Red lead*
- **Glasir Bakaran Menengah**  
Glasir yang matang antara cone 02-6. Glasir jenis ini mengandung *flux* untuk bakaran rendah dan juga *flux* untuk bakaran tinggi. Secara umum glasir jenis ini memadukan sifat-sifat glasir bakaran rendah (halus, *glossy*, cerah) dengan sifat-sifat glasir bakaran tinggi yang tahan panas.
- **Glasir Bakaran Tinggi**  
Glasir yang matang pada suhu  $1230^{\circ}\text{C}$ - $1370^{\circ}\text{C}$  (cone 6-14). *Flux* yang digunakan antara lain *kalsium karbonat* yang mempunyai titik lebur  $816^{\circ}\text{C}$ . Karena *feldspar* adalah bahan utama pada glasir bakaran tinggi ini maka glasirnya disebut glasir *feldspatik* (*feldspathic glaze*).

Glasir jenis ini bersifat *matt*, halus (tetapi tidak menampakkan sifat kilap seperti pada glasir bakaran rendah), sangat keras (tidak bisa digores dengan logam), tahan terhadap asam.

### 10.5.3. Menurut Bahan yang Digunakan

- **Glasir Timbal (*lead-glaze*)**  
Adalah glasir yang didalam komposisi bahannya masih menggunakan timbal. Glasir jenis ini tidak boleh digunakan untuk benda-benda fungsi karena beracun.
- **Glasir Non Timbal (*leadless-glaze*)**  
Adalah glasir yang didalam komposisi bahannya tidak menggunakan timbal. Jika *fluxing agent*-nya (bahan pelebur) berupa senyawa-senyawa alkali seperti Na dan K maka glasirnya disebut glasir *alkali*. Pada suhu tinggi *fluxing agent*-nya berupa material feldspar maka dinamakan glasir *feldspatik*.

### 10.5.4. Menurut Kondisi Pembakaran

- **Oksidasi**  
Glasir yang dibakar pada kondisi pembakaran dimana oksigen (udara) yang dibutuhkan cukup terpenuhi.
- **Reduksi**  
Glasir yang dibakar pada kondisi pembakaran dengan oksigen (udara) terbatas.

### 10.5.5. Menurut Sifat Setelah Pembakaran

- **Transparan**  
Glasir yang dihasilkan bening tembus cahaya (*transculent*) sehingga warna badan keramik (warn asli tanah liat) dapat terlihat.
- **Opaque/menutup**  
Untuk menutup warna badan benda setelah baker biskuit dipakai glasir penutup/tidak transparan. Bahan yang sering dipakai untuk membuat glasir *opaque* yaitu  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$  dan  $\text{CdO}_2$ .

## 10.6. RO Formula

*Oksida-oksida* yang dianggap sebagai penyusun keramik dibagi 3 golongan:

- **Oksida Basa**  
*Oksida-oksida* logam yang mempunyai rumus  $R_2O$  dan  $RO$ , seperti  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $BaO$ ,  $ZnO$ ,  $PbO$  dsb. Golongan ini dikenal sebagai *flux*/pengubah kerangka gelas.
- **Oksida Netral**  
*Oksida-oksida* yang mempunyai rumus  $R_2O_3$ , seperti  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $B_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$  dsb. Golongan ini berfungsi sebagai perantara yang memperkuat kerangka gelas.
- **Oksida Asam**, yaitu *oksida-oksida* yang mempunyai rumus  $RO_2$ , seperti  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ . Golongan ini berfungsi sebagai kerangka gelas.

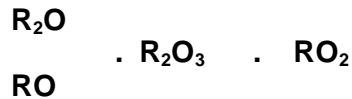
Tabel 10.6. RO formula  
(sumber: Glenn Nelson)

RO	$R_2O_3$	$RO_2$
Sodium oxide ( $Na_2O$ )	Alumunium oxide ( $Al_2O_3$ )	Silika oxide ( $SiO_2$ )
Potassium oxide ( $K_2O$ )	Boric acid ( $B_2O_3$ )	Titanium dioxide ( $TiO_2$ )
Calcium oxide ( $CaO$ )	Antimony oxide ( $Sb_2O_3$ )	Zirconium oxide ( $ZrO_2$ )
Lithium oxide ( $Li_2O$ )	Chromic oxide ( $Cr_2O_3$ )	Tin oxide ( $SnO_2$ )
Magnesium oxide ( $MgO$ )	Red Iron oxide ( $Fe_2O_3$ )	
Barium oxide ( $BaO$ )		
Zinc oxide ( $ZnO$ )		
Strontium oxide ( $SrO$ )		
Lead oxide ( $PbO$ )		

$Al_2O_3$  dan  $SiO_2$  adalah suatu kemutlakan,  $B_2O_3$  tidak dapat menggantikan *aluminat* kecuali mungkin pada temperatur rendah. Jumlah *alumina* yang disarankan hanyalah suatu perkiraan dan akan sangat tergantung dari derajat keaktifan *flux* yang dipilih.

*Silika* tidak bisa digantikan oleh *titanium*, *zirconium* ataupun *tin*. Bahan-bahan ini lebih berperan sebagai penutup (*opacifier*).

Bahan-bahan keramik yang umumnya merupakan campuran berbagai mineral dinyatakan dengan rumus *Segar* dalam urutan konvensional:



Rumus *Seger* ini bisa untuk menyatakan rumus material keramik maupun glasir.

- $\text{R}_2\text{O}$  dan  $\text{RO}$  menyatakan *oksidasi* pengubah kerangka gelas dengan jumlah 1 ekuivalen.
- $\text{R}_2\text{O}_3$  menyatakan *oksida* perantara yang memperkuat kerangka gelas.
- $\text{RO}_2$  menyatakan *oksida* pembentuk kerangka gelas.

Beberapa bahan yang biasa dipergunakan dalam penyiapan glasir berdasarkan RO Column, yaitu:

### 10.6.1. Sumber RO

#### **Barium oxide (BaO)**

*Barium carbonate* ( $\text{BaCO}_3$ )

#### **Calcium oxide (CaO)**

*Calcium carbonate* ( $\text{CaCO}_3$ ) disebut juga *whiting*/Kapur

*Calcium borate* ( $2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) disebut juga *colemanite*/  
*gerstley borate*

*Dolomite* ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )

*Calcium flouride* ( $\text{CaF}_2$ )

*Bone ash* ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) disebut juga abu tulang

*Wallastonite* ( $\text{CaSiO}_3$ )

#### **Lead oxide (PbO)**

*Litharge* ( $\text{PbO}$ )

*Red lead* ( $\text{PbO}_3$ )

*White lead* ( $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ ) disebut juga *lead carbonate*

*Lead monosilikat* ( $\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2$ )

*Lead bisilikate* ( $\text{PbO} \cdot 2\text{SiO}_2$ )

*Lead sulfide* ( $\text{PbS}$ ) disebut juga *galena*

#### **Lithium oxide (Li<sub>2</sub>O)**

*Lepidolite* ( $\text{LiF} \cdot \text{KF} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$ )

*Spodumene* ( $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ )

*Lithium carbonate* ( $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{CO}_3$ )

*Petalite* ( $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2$ )

*Amblygonite* ( $2\text{LiF} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ )



**Magnesium oxide (MgO)**

*Magnesium carbonate* ( $\text{MgCO}_3$ )

*Dolomite* ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )

*Talc*, variasi dari ( $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  -  $4\text{MgO} \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) disebut juga *steatite*

*Diopside* ( $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ )

*Potassium oxide* ( $\text{K}_2\text{O}$ )

*Potassium carbonate* ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) disebut juga *pearl ash*

*Potash feldspar* ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ )

*Cornwall stone* ( $1\text{RO} \cdot 1.16\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8.95\text{SiO}_2$ )

*Volcanish ash* (abu gunung)

**Sodium oxide ( $\text{Na}_2\text{O}$ )**

*Sodium chloride* ( $\text{NaCl}$ )

*Sodium carbonate* ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) disebut juga *soda ash*

*Sodium bicarbonate* ( $\text{NaHCO}_3$ )

*Borax* ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )

*Soda feldspar* ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ )

*Cryolite* ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )

*Nepheline syenite* ( $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2$ )

**Zinc oxide ( $\text{ZnO}$ )****10.6.2. Sumber  $\text{R}_2\text{O}_3$** **Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )**

*Alumina hydrate* ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ )

*Feldspar*

*Cornwall Stone*

*Kaolin atau china clay* ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

*Nepheline syenite* ( $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2$ )

*Pyrophyllite* ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )

**Antimony oxide ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ )**

*Basic antimony of Lead* ( $\text{Pb}_3(\text{Sb}_2\text{O}_3)_2$ ) disebut juga *Naples yellow*

**Boric oxide ( $\text{B}_2\text{O}_3$ )**

*Boric acid* ( $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

*Borax* ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )

*Colemanite* ( $2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) disebut juga *calcium borate/gerstley borate*

**Chromic oxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )**

*Chromite* ( $\text{FeCr}_2\text{O}_3$ )

**Red Iron Oxide atau Ferric Oxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )**

### 10.6.3. Sumber RO<sub>2</sub>

#### **Silika (SiO<sub>2</sub>)**

*Ballclay* (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> SiO<sub>2</sub> 2H<sub>2</sub>O)

*Kaolin* (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> SiO<sub>2</sub> 2H<sub>2</sub>O)

*Soda feldspar* (Na<sub>2</sub>O Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 6SiO<sub>2</sub>)

*Potash feldspar* (K<sub>2</sub>O Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 6SiO<sub>2</sub>)

*Cornwall stone*

*Wallastonite* (CaSiO<sub>3</sub>)

*Petalite* (Li<sub>2</sub>O Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8SiO<sub>2</sub>)

**Tin oxide (SnO<sub>2</sub>)** disebut juga **Stannic oxide**

#### **Titanium oxide (TiO<sub>2</sub>)**

*Titanium dioxide* (TiO<sub>2</sub>)

*Rutile* (TiO<sub>2</sub>) dalam keadaan tidak murni mengandung *iron* dan *vanadium*

#### **Zirconium oxide (ZrO<sub>2</sub>)**

Dari bahan-bahan tersebut di atas feldspar mengandung *potassium* atau *soda* (sebagai *flux*), *alumina*, dan *silika* yang merupakan tiga komponen pembentuk glasir, maka dengan demikian *feldspar* dapat dianggap sebagai glasir yang alami (*natural glaze*).

Dalam suatu formula glasir ketiga unsur seperti: *flux*, *alumina*, dan *silika* dikombinasikan untuk menghasilkan glasir yang jernih, artinya ketiga komponen glasir tersebut seimbang, perbandingan *flux*nya tepat untuk melelehkan silika dan alumina. Bila salah satu bahan diberikan lebih banyak maka keseimbangan akan terganggu dan glasir tidak jernih (*matt*).

Ditambah *flux*, maka jumlah *silika* tidak cukup untuk berkombinasi dengan *flux* sehingga tidak bisa mencair, hal yang sama akan muncul dengan menambah *silika* dan *alumina*.

## 10.7. Resep dan Formula Glasir

---

Suatu komposisi glasir di dalamnya harus mengandung tiga unsur yang diperlukan yaitu silika berfungsi sebagai unsur pembentuk gelas, *flux* berfungsi sebagai unsur pelebur (peleleh) dari *silika*, dan alumina berfungsi sebagai unsur pengeras dan meningkatkan kekentalan glasir

Sebagai contoh, dalam glasir temperatur rendah yang sederhana mengandung bahan-bahan sebagai berikut:

- *Kaolin* ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
- *Potash feldspar* ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ )
- *Gersley borate* ( $2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )

Dari bahan-bahan di atas ketiga unsur pembentuk glasir sudah dapat terpenuhi, *silika* didapatkan dari kaolin dan *feldspar*, *alumina* dari *kaolin* dan *feldspar*, sedang *flux* dari *feldspar* ( $\text{K}_2\text{O}$ ) dan *gerstley borate* ( $\text{CaO}$ )

Secara umum temperatur bakar glasir dikelompokkan dalam tiga kelompok, yaitu glasir bakaran rendah, glasir bakaran menengah, dan glasir bakaran tinggi.

### 10.7.1. Resep dan Formula Glasir Suhu Rendah

Jenis glasir bakaran rendah paa umumnya dibakar diantara cone 016–02 ( $792^\circ\text{C}$ – $1120^\circ\text{C}$ ). Glasir bakaran rendah dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan fux yang digunakan, yaitu:

*Flux glasir alkalin* : *borax*, *colemanite*, dan *soda ash*

*Flux glasir timah* : *lead carbonate/white lead* dan *red lead*

Beberapa resep dan formula glasir suhu rendah yang dapat dibuat untuk praktik diantaranya adalah:

#### ***Lithium Blue (cone 05-03)***

0,01 $\text{K}_2\text{O}$	0,20 $\text{Al}_2\text{O}_3$	2,79 $\text{SiO}_2$
0,01 $\text{Na}_2\text{O}$		
0,01 $\text{CaO}$		
0,02 $\text{MgO}$		
0,96 $\text{Li}_2\text{O}$		
+ <i>copper carbonate</i>	4.00	

#### ***Celadon (cone 04)***

0,01 $\text{K}_2\text{O}$	0,15 $\text{Al}_2\text{O}_3$	1,79 $\text{SiO}_2$
0,99 $\text{CaO}$	2,49 $\text{B}_2\text{O}_5$	
+ <i>iron oxide</i>	2.00	

#### ***Semimate (cone 04)***

0,01 $\text{K}_2\text{O}$	0,21 $\text{Al}_2\text{O}_3$	2,72 $\text{SiO}_2$
0,25 $\text{CaO}$		
0,01 $\text{MgO}$		
0,07 $\text{BaO}$		
0,31 $\text{ZnO}$		
0,35 $\text{Li}_2\text{O}$		

**A Cloude Blue (cone 04)**

0,01 K <sub>2</sub> O	0,20 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,12 SiO <sub>2</sub>
0,98 CaO	1,48 B <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
0,01 MgO		
+ cobalt carbonate	1.00	

**Transparant (cone 010-06)**

Gerstley borate	80.00
Nepheline syenite	20.00

**Waxy Matt (cone 010-06)**

Gerstley borate	50.00
Kaolin	33.30
Kwarsa	16.70

**Glass Red (cone 010-06)**

Gerstley borate	50.00
Borax	50.00
Red copper oxide	10.00

**Waxy of White (cone 010-06)**

Gerstley borate	80.00
Zircopac	20.00

**Pearl Grey (cone 010-06)**

Gerstley borate	50.00
Borax	50.00

**10.7.2. Resep dan Formula Glasir Suhu Menengah**

Glasir bakaran menengah dibakar antara *cone* 02-6 (1120<sup>0</sup>C-1222<sup>0</sup>C) yang mengandung dua unsur *flux* bakaran rendah dan bakaran tingi yang disusun dan diatur pada batas temperatur tersebut.

Beberapa resep dan formula glasir suhu menengah yang dapat dibuat untuk praktik diantaranya adalah:

**Colemanite (cone 02)**

0,13 K <sub>2</sub> O	0,22 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,76 SiO <sub>2</sub>
0,05 Na <sub>2</sub> O	0,38 B <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
0,27 CaO		
0,15 MgO		
0,10 BaO		
0,30 ZnO		

**Barium Blue (cone 6)**

0,16 K <sub>2</sub> O	0,28 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,87 SiO <sub>2</sub>
0,06 Na <sub>2</sub> O		
0,01 CaO		
0,01 MgO		
0,62 BaO		
0,11 ZnO		

**Matt (cone 6)**

0,19 K <sub>2</sub> O	0,38 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,23 SiO <sub>2</sub>
0,06 Na <sub>2</sub> O		
0,50 CaO		
0,10 MgO		
0,15 ZnO		

**Ash (cone 6)**

0,05 K <sub>2</sub> O	0,65 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,61 SiO <sub>2</sub>
0,02 Na <sub>2</sub> O		
0,14 CaO		
0,29 MgO		

**Matt Glaze (cone 6)**

0,17 K <sub>2</sub> O	0,38 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,23 SiO <sub>2</sub>
0,22 Na <sub>2</sub> O		
0,50 CaO		
0,30 MgO		
0,16 ZnO		

**Clear Glaze (cone 6)**

Lithum carbonate	4.80
Whiting	4.50
Zinc oxide	11.00
Potash feldspar	49.20
Kaolin	14.40
Flint	16.10

**Barium Matt (cone 6)**

Barium carbonate	31.00
Whiting	3.20
Zinc oxide	7.80
Potash feldspar	16.80
Kaolin	9.50
Kwarsa	21.10

**Glasir Mat (cone 4- 5)**

<i>Feldspar</i>	40.00
<i>Silica</i>	30.00
<i>Kaolin</i>	10.00
<i>Whiting</i>	20.00

**Matt Glaze (cone 4-5)**

0,07 K <sub>2</sub> O	0,4 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,98 SiO <sub>2</sub>
0,15 Na <sub>2</sub> O		
0,77 CaO		
0,01 TiO		

**Matt Glaze (cone 4-5)**

0,16 K <sub>2</sub> O	0,35 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,43 SiO <sub>2</sub>
0,05 Na <sub>2</sub> O		
0,68 CaO		
0,11 MgO		

**Glasir (cone 6)**

0,17 K <sub>2</sub> O	0,65 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,47 SiO <sub>2</sub>
0,22 Na <sub>2</sub> O		
0,15 CaO		
0,28 MgO		
0,18 ZnO		

**Glasir Krem (cone 4-5)**

0,15 KNaO	0,33 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,75 SiO <sub>2</sub>
0,46 CaO		
0,01 MgO		
0,38 ZnO		

**Matt Glaze (cone 5)**

0,19 KNaO	0,40 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,11 SiO <sub>2</sub>
0,53 CaO		
0,01 MgO		
0,28 ZnO		

**Chinese Blue Green (cone 6)**

0.056 Na <sub>2</sub> O	0.242 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,652 SiO <sub>2</sub>
0,123 K <sub>2</sub> O		
0,003 MgO		
0,411 CaO		
0,408 ZnO		

### 10.7.3. Resep dan Formula Glasir Suhu Tinggi

Glasir bakaran tinggi pada umumnya dibakar pada temperatur antara *cone* 7-14 ( $1240^{\circ}\text{C}$ - $1366^{\circ}\text{C}$ ).

Beberapa resep dan formula glasir suhu tinggi yang dapat dibuat untuk praktik diantaranya adalah:

#### ***Translucent Semi Matt (cone 7)***

0,15 KNaO	0,33 $\text{Al}_2\text{O}_3$	3,54 $\text{SiO}_2$
0,60 CaO		
0,24 MgO		

#### ***Feldspathic Glaze (cone 8–10)***

0,15 KNaO	0,23 $\text{Al}_2\text{O}_3$	1,31 $\text{SiO}_2$
0,63 CaO		
0,22 ZnO		

#### ***White Glaze (cone 8)***

0,13 KNaO	0,26 $\text{Al}_2\text{O}_3$	2,04 $\text{SiO}_2$
0,72 CaO		
0,15 MgO		

#### ***Rutile Glaze (cone 8-10)***

<i>Nepheline syenite</i>	75.00
<i>Dolomite</i>	15.00
<i>Kaolin</i>	5.00
<i>Rutile</i>	5.00

#### ***Porcelain glaze (cone 10–12)***

0,17 KNaO	0,49 $\text{Al}_2\text{O}_3$	4,00 $\text{SiO}_2$
0,82 CaO		
0,02 MgO		

#### ***Transparent (cone 8–10)***

0,32 KNaO	0,44 $\text{Al}_2\text{O}_3$	3,11 $\text{SiO}_2$
0,33 CaO		
0,01 MgO		
0,35 ZnO		

#### ***Broken White (cone 9)***

0,24 KNaO	0,71 $\text{Al}_2\text{O}_3$	3,71 $\text{SiO}_2$
0,40 CaO		
0,36 MgO		

**Slater's Tan (cone 8-9)**

<i>Feldspar</i>	48.30
<i>Whiting</i>	17.50
<i>Kaolin</i>	14.40
<i>Zinc oxide</i>	8.80
<i>Flint</i>	4.80
<i>Iron oxide</i>	4.40

**Opaque White**

0,24 KNaO	0,40 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,64 SiO <sub>2</sub>
0,75 CaO		
0,01 MgO		

**Matt Glaze (cone 10)**

<i>Feldspar</i>	27.00
<i>Gerstley borate</i>	12.00
<i>Dolomite</i>	8.80
<i>Talc</i>	19.50
<i>Ballclay</i>	7.50
<i>Silica</i>	25.20

## 10.8. Campuran Glasir

---

Dalam menyusun suatu campuran glasir ada 3 cara yang umum dilakukan, yaitu:

- **Menurut perbandingan bahan-bahan yang dipakai**

contoh :	<i>Potash feldspar</i>	45
	<i>Flint</i>	35
	<i>Whiting</i>	12
	<i>Kaolin</i>	8

- **Menurut perbandingan *Oksida* unsur**

contoh :	PbO	68
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.6
	SiO <sub>2</sub>	27.4

- **Menurut Rumus Seger (Rumus *Empiris*)**

contoh :	0.8 PbO		
	0.1 CaO	0.2 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.5 SiO <sub>2</sub>
	0.1 K <sub>2</sub> O		



## 10.9. Hitung Glasir

### 10.9.1. Rumus Seger

Di dalam bahan-bahan keramik, unsur-unsur/senyawa-senyawa yang terkandung didalamnya bukanlah unsur/senyawa kimia murni. Sebagian besar bahan keramik adalah suatu senyawa kompleks. Sebagai contoh *kaolinit* yang mempunyai rumus molekul  $\text{Al}_2\text{SiO}_5(\text{OH}_4)$ ; *dolomit* mempunyai rumus molekul  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . Dapat diamati bahwa rumus-rumus tersebut rumit dan sukar dihafal. Untuk mengatasi hal tersebut Herman Seger memperkenalkan suatu penulisan rumus molekul yang dikenal dengan rumus empiris. Karena yang pertama memperkenalkan adalah Herman Seger maka rumus tersebut lebih dikenal dengan *rumus seger*.

Rumus ini didasarkan pada senyawa-senyawa yang paling umum ada, misalnya  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{A}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CO}_2$ .

Misalnya:

Bahan	Rumus Molekul	Rumus Seger
<i>Kaolin</i>	$\text{Al}_2\text{SiO}_5(\text{OH}_4)$	$\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2.2\text{H}_2\text{O}$
<i>Kalsit (Calsium carbonate)</i>	$\text{CaCO}_3$	$\text{CaO}.\text{CO}_2$

### 10.9.2. Unity Formula

Di dalam formula glasir telah ada susunan menurut 3 golongan yang disebut *RO-column*. Selanjutnya harus diterima sebagai suatu perjanjian didalam kolom/golongan I yaitu didalam golongan RO apabila dijumlahkan akan menjadi bulat 1. Hal ini dilakukan untuk mempermudah perbandingan formula yang satu dengan yang lain, karena dengan demikian dapat dilihat dengan langsung juga perbandingan antara *oksida-oksida* dalam golongan RO itu yang bersifat *flux* dengan *oksida-oksida* dalam golongan  $\text{RO}_2$  yaitu  $\text{SiO}_2$ .

Contoh Rumus empiris:

RO	$\text{R}_2\text{O}_3$	$\text{RO}_2$
PbO 0.224	$\text{Al}_2\text{O}_3$ 0.139	$\text{SiO}_2$ 0.408
CaO 0.06		
0.284		

Untuk menjadi *unity formula* semua angka dibagi dengan 0.284 sehingga menjadi:

RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>
PbO 0.8	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.5	SiO <sub>2</sub> 1.5
CaO 0.2		
1.0		

### 10.9.3. Perhitungan Glasir Sederhana.

Dalam menghitung glasir, terlebih dulu kita harus mengetahui apa yang disebut dengan berat molekul, berat rumus, dan berat ekuivalen.

**Berat molekul** adalah jumlah berat atom unsur-unsur yang ada dalam molekul tersebut.

Contoh:



Berat atom Si = 28,1

Berat atom O = 16;

Maka berat molekul SiO<sub>2</sub> = (1x28,1) + (2x16) = 60,1

**Berat rumus** hampir sama dengan berat molekul, hanya istilah berat rumus ini ada pada senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul yang kompleks.

Misalnya:

*Kaolin Biliton* mempunyai rumus empiris:

0,030 K<sub>2</sub>O    1,000 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>    2,910 SiO<sub>2</sub>    1,938 H<sub>2</sub>O  
 0,004 Na<sub>2</sub>O    0,002 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>    0,014 TiO<sub>2</sub>  
 0,010 CaO

Maka berat rumusnya:

K <sub>2</sub> O	= 0,03	x	94,2	=	2,08
Na <sub>2</sub> O	= 0,004	x	62	=	0,2
CaO	= 0,01	x	56,1	=	0,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 1,00	x	102	=	102
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 0,002	x	159,7	=	0,3
SiO <sub>2</sub>	= 2,910	x	60,1	=	175
TiO <sub>2</sub>	= 0,014	x	79,9	=	1,1
H <sub>2</sub> O	= 1,938	x	18	=	35,1

Berat rumus = 317,1

**Berat ekuivalen** dapat didefinisikan sebagai berat dari suatu zat yang memberikan 1 berat molekul atau satu berat rumus dari zat yang diperlukan. Berat ekuivalen dari suatu bahan tergantung pada bagian mana dari bahan itu yang diperlukan.

Contoh: *Borax*

Rumus molekul	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Rumus empiris	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Berat molekulnya	381,2

Bila kita ingin menambahkan 1 ekuivalen  $\text{B}_2\text{O}_3$  kedalam campuran maka berat ekuivalen *borax* adalah  $\frac{1}{2}$  berat molekulnya yaitu  $\frac{1}{2} \times 381,2 = 190,6$ .

Tapi bila kita ingin menambahkan 1 ekiv  $\text{Na}_2\text{O}$  berat ekuivalen *borax* sama dengan berat molekulnya = 381,2 karena 1 molekul *borax* mengandung 1 molekul  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Dalam penyusunan glasir biasanya digunakan rumus seger sebagai dasar. Untuk menghitung glasir, kita harus dengan cepat dapat merubah rumus seger itu kedalam susunan campuran (resep) bahan-bahan mentahnya atau sebaliknya.

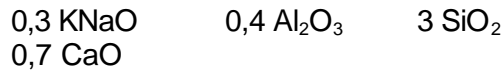
#### 10.9.4. Perhitungan Glasir dari Formula ke Resep.

Kaidah-kaidah yang harus diikuti untuk menyusun resep glasir mentah dari rumus segernya:

1. Susun *oksida-oksida* yang terdapat dalam rumus glasir pada sebuah garis mendatar dan tuliskanlah dibawahnya ekuivalen dari *oksida-oksida* itu.
2. Periksa komposisi glasir itu, apakah ada alkali atau tidak. Jika terdapat alkali-alkali *oksida* (Na, K) mulailah dengan memenuhi alkali *oksida* yang dimasukkan sebagai feldspar.
3. Kurangilah dari rumus glasir, ekuivalen dari *oksida-oksida* dengan dimasukkan sebagai felspar, hingga alkalinya terpenuhi.
4. Kurangkan ekuivalen bahan yang memberikan hanya satu *oksida* permanen selain *silika* dari glasir itu.
5. Kurangkan ekuivalen bahan yang memberikan dua *oksida* permanen, tetapi dalam aturan demikian, *silika* dan *alumina* disisakan terakhir.
6. Akhirnya *alumina* dan *silika* dimasukkan sebagai *kaolin*, sedangkan sisa  $\text{SiO}_2$  dimasukkan sebagai *kuarsa*.

Contoh:

Suatu glasir mentah mempunyai rumus seger:



Ekivalen	Bahan Mentah	KNaO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Glasir Formula		0,3	0,7	0,4	3
0,3	<i>Feldspar alkali</i> (KNaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .6SiO <sub>2</sub> )	0,3	-	0,3	1,8
	Sisa	0	0,7	0,1	1,2
0,7	Kapur (CaO.CO <sub>3</sub> )		0,7	-	-
	Sisa		0		
0,1	<i>Kaolin</i> (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .2SiO <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O)			0,1	0,2
	Sisa			0	1
1,0	<i>Kuarsa</i> (SiO <sub>2</sub> )				1
	Sisa				0

Maka susunan bahannya menjadi:

Bahan	Ekivalen	Berat Ekiv.	Hasil	% Berat
<i>Feldspar</i>	0,3	540,7	162,2	50,97
Kapur	0,7	100,1	70,1	22,03
<i>Kaolin</i>	0,1	258,2	25,8	8,11
<i>Kuarsa</i>	1,0	60,1	60,1	18,89
Jumlah			318,2	100

#### 10.9.5. Perhitungan Glasir dari Resep ke Formula

1. Bagilah jumlah tiap bahan dalam resep dengan masing-masing berat ekivalennya.
2. susunlah sebuah table dan letakkan jumlah masing-masing *oksida* dalam tiap bahan dalam kolom yang sesuai.
3. jumlahkan ekivalen tiap *oksida*.
4. jumlahkan ekivalen semua *oksida-oksida* RO dan R<sub>2</sub>O dan bagilah ekivalen tiap *oksida* oleh jumlah ini.
5. Susunlah dalam urutan konvensional rumus seger.

Contoh:

Hitung rumus seger glasir berikut:

<i>Ortoklas/potash feldspar</i>	= 42,08%
Batu kapur	= 17,65%
<i>Kaolin</i>	= 13,01%
<i>Kuarsa</i>	= 27,25%

Bahan	%		Berat ekuivalen	Mol ekuivalen
<i>Ortoklas</i>	42,08	:	556,8	0,076
Batu kapur	17,65	:	100,1	0,176
<i>Kaolin</i>	13,01	:	258,2	0,050
<i>Kuarsa</i>	27,25	:	60,1	0,453

Ekuivalen	Bahan	K <sub>2</sub> O	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
0,076	<i>Ortoklas</i> (K <sub>2</sub> O.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .6SiO <sub>2</sub> )	0.076	-	0,076	0,076
0,176	Kapur (CaO.CO <sub>2</sub> )	-	0,176	-	-
0,050	<i>Kaolin</i> (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .2SiO <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O)	-	-	0,050	0,1
0,453	<i>Kuarsa</i> (SiO <sub>2</sub> )	-	-	-	0,453
	Jumlah	0,076	0,176	0,126	1,009

$$R_2O + RO = K_2O + CaO = 0.076 + 0,176 = 0,252$$

Dengan membagi ekuivalen tiap oksida dengan 0,252 maka diperoleh:

$$\begin{aligned} K_2O &= 0,076 : 0,252 = 0,3 \\ CaO &= 0,176 : 0,252 = 0,7 \\ Al_2O_3 &= 0,126 : 0,252 = 0,5 \\ SiO_2 &= 1,009 : 0,252 = 4,0 \end{aligned}$$

Maka rumus Seger dari glasir itu :

$$\begin{array}{lll} 0,3 K_2O & 0,5 Al_2O_3 & 4,0 SiO_2 \\ 0,7 CaO & & \end{array}$$

### 10.9.6. Limit Formula

Limit formula adalah formula untuk menentukan batas-batas banyaknya oksida-oksida dalam rumus seger yang dapat digunakan dengan baik pada suhu rendah, menengah, atau tinggi. Limit formula digunakan sebagai

pedoman untuk menentukan komposisi glasir. Dari limit formula ini dapat ditentukan formula-formula glasir baru untuk macam-macam tipe glasir dan macam-macam suhu pembakaran.

Penambahan bahan seperti: zinc oxide, barium carbonate, dan *zirconium oxide* akan membuat glasir menjadi lebih berhasil.

Sedangkan penggunaan bahan *lead*/timbal mempunyai kerugian dari sifatnya yang sangat beracun karena debu *lead* sangat berbahaya sehingga *lead* sering dirubah dalam bentuk silikat yang tidak beracun dengan cara *frit*.

## **10.10. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Glasir**

---

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan resep atau formula glasir tidak sesuai dengan hasil yang diharapkan ini dipengaruhi oleh:

### **10.10.1. Bahan-bahan yang digunakan**

Untuk membuat resep glasir diperlukan bahan-bahan: *feldspar*, *kaolin*, *whiting*, *talk rutil*, *nepheline syenite*, *ballclay*, *silika*, *titanium dioxide*, *cobalt oxide*, *chrome oxide*, *barium carbonate*, *zinc oxide*, *copper oxide*, dan lain-lain. Beberapa bahan alami yang paling sering digunakan adalah *feldspar*, *kaolin*, *ballclay* dengan perbandingan *flux*, *silika*, dan *alumina* yang berbeda-beda yang dapat mempengaruhi mencairnya glasir. Bahan-bahan glasir kadang-kadang berbeda umur, asalnya, cara pengambilan, dan pemurniannya yang akan dapat mengakibatkan perbedaan kualitas jenis bahan. Perbedaan tersebut kadang-kadang menimbulkan permasalahan, untuk itu berbagai macam tes bahan perlu dilakukan atau dapat juga melakukan rekalkulasi resep glasir yang sudah ada.

Glasir frit yang dijual biasanya diproduksi dengan pengawasan yang ketat dan ini dapat langsung digunakan dengan mudah.

### **10.10.2. Badan tanah liat untuk barang-barang keramik**

Tanah liat yang digunakan untuk membuat badan keramik juga memegang peranan penting dalam kualitas warna dan penampilan akhir dari glasir. Tanah liat yang mengandung banyak besi menghasilkan warna tua.

Penggunaan tanah liat juga dapat mempengaruhi ketepatan glasirnya, hal ini dapat dilakukan dengan menambah atau mengurangi kandungan *silika* atau juga dapat menambahkan *flux* pada resep glasir yang digunakan.

### 10.10.3. Panas dalam ruang pembakaran

Panas tungku pembakaran berpengaruh besar pada hasil pembakaran glasir. Panas ini juga sangat berpengaruh apabila dalam penyusunan barang-barang keramik memerlukan tingkat atau sap yang akan dapat mengakibatkan hasil pembakaran glasir tiap tingkat akan berbeda. Volume (ukuran) tungku juga dapat menyebabkan hasil pembakaran glasir yang berbeda walaupun glasir yang digunakan sama, hal ini disebabkan oleh panas pada glasir selama pelelehan dan pendinginan. Ada kalanya jenis glasir harus disesuaikan dengan waktu pembakarannya. Glasir kadang turun kualitasnya namun dengan melakukan pembakaran lebih panas sedikit atau dengan menambahkan *flux* kualitas glasirnya akan menjadi baik. Efek panas pada glasir dapat dilihat dengan menggunakan *cone*, karena *cone* mengukur benda dengan panasnya hal ini biasa disebut "*heat work*" yang berarti pengaruh suhu pada bahan atau badan keramik. Sedang *pyrometer* digunakan untuk mengukur panas suhu dalam tungku pembakaran.

### 10.10.4. Tipe tungku dan bahan bakarnya

Kualitas hasil pembakaran glasir juga dipengaruhi oleh jenis tungku dan bahan bakar yang digunakan. Tungku dengan bahan bakar minyak, gas, listrik, atau kayu akan menghasilkan hasil pembakaran yang berbeda-beda. Bahan bakar kayu dapat langsung mempengaruhi kualitas glasir abu, abu dari tempat pembakaran yang jatuh pada permukaan glasir dan mempengaruhi beberapa bagian permukaannya. Bahan bakar minyak juga memberikan kualitas yang berbeda, kotoran pada minyak dapat bereaksi langsung dengan glasir. Tungku dengan bahan bakar gas cenderung menghasilkan glasir yang lebih bersih, relatif lebih efisien dan mudah dibakar. Pembakaran oksidasi maupun reduksi dapat dicapai apabila menggunakan tungku dengan bahan bakar kayu, minyak, dan gas tetapi tungku listrik hanya bisa netral atau oksidasi saja.

### 10.10.5. Atmosfer tungku

Atmosfer tungku juga berpengaruh pada glasir, sebagai contoh glasir warna merah tembaga (*copper*) saat dibakar reduksi menghasilkan warna merah tetapi bila dibakar oksidasi akan menghasilkan warna hijau muda atau *turkish*. Atmosfer dalam tungku akan mengakibatkan timbul *oksidasi* atau reduksi. Pada atmosfer *oksidasi* akan muncul oksigen selama pembakaran, sedangkan atmosfer reduksi diakibatkan oleh adanya bahan bakar yang tidak terbakar dari sisa oksigen yang ada sehingga kebutuhan oksigen diambil dari glasir. Saat glasir kekurangan kandungan oksigen dapat dikatakan terjadi reduksi dan ini dapat mempengaruhi warna glasir. Glasir yang mengandung feldspar dengan kandungan besi 1-3% pada pembakaran oksidasi akan menjadi coklat muda, pada pembakaran reduksi warnanya menjadi hijau, dikenal dengan istilah *celadon*.

#### **10.10.6. Penerapan glasir**

Kualitas hasil pembakaran glasir juga dapat dipengaruhi oleh cara penerapannya pada permukaan barang keramik baik dengan teknik celup (*dipping*), tuang (*pouring*), kuas (*brushing*), atau semprot (*spraying*) hal ini terjadi karena ketebalan lapisan glasir tidak merata pada seluruh permukaan benda keramik. Air dalam larutan glasir juga dapat mengakibatkan hasil yang berbeda, untuk itu sebaiknya kontrol jumlah air yang digunakan dalam glasir. Disamping itu porositas biskuit juga dapat mempengaruhi penerapan glasir, porositas sendiri dipengaruhi oleh bahan tanah liat untuk badan keramik dan suhu bakar biskuit. Glasir dengan kandungan tanah yang tinggi memerlukan lebih banyak air dan tentu akan memperlambat pengeringan.





## 11. PENYIAPAN GLASIR DAN PENGGLASIRAN

Glasir merupakan campuran material mentah yang terdiri dari beberapa bahan tanah atau batuan *silikat*, campuran tersebut selama proses pembakaran akan melebur dan membentuk lapisan tipis seperti gelas yang melekat menjadi satu pada permukaan badan keramik.

Bahan-bahan utama pembentuk glasir merupakan kombinasi yang seimbang dari satu atau lebih *oksida* basa (*flux*), *oksida* asam (*silika*), dan *oksida* netral (*alumina*), ketiga bahan tersebut harus disusun dengan berbagai komposisi untuk suhu kematangan glasir yang dikehendaki. Jika ada glasir yang mencair sampai permukaannya jernih dan berkilat, bahan-bahan pembentuk glasir *oksida* basa (*flux*), *oksida* asam (*silika*), dan *oksida* netral (*alumina*) tersebut menghasilkan satu keseimbangan, bila ada satu saja bahan yang tidak seimbang maka glasir tidak akan jernih dan berkilat, tetapi menjadi buram (*matt*). Ketiga komponen utama glasir seperti, *silika*, *alumina*, dan *flux* harus dikombinasikan untuk menghasilkan glasir yang jernih, artinya ketiga komponen tadi seimbang, perbandingan *flux*-nya tepat untuk melelehkan *silika* dan *alumina*.

Untuk itu sebelum melaksanakan proses pengglasiran beberapa yang perlu dilakukan adalah:

- Menyusun campuran glasir,
- Menyiapkan glasir, dan
- Menerapkan glasir

### Petunjuk Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Gunakan pakaian kerja, sarung tangan plastik dan masker pada saat mengolah atau menyiapkan glasir karena bahan-bahan glasir berbentuk tepung yang berbahaya bagi kesehatan.
2. Simpanlah bahan-bahan glasir pada wadah stoples plastik tertutup (*container*) dan diberi label sesuai dengan jenis bahan glasir.
3. Lakukan penggilingan glasir sesuai aturan (minimal 4 jam) agar dalam proses penyaringan semua bahan-bahan glasir dapat melewati *mesh* yang dipersyaratkan.
4. Berikan label glasir (nama, bahan pewarna dan tanggal) pada ember tempat glasir yang telah diolah.
5. Kembalikan bahan-bahan glasir yang telah digunakan pada tempatnya.
6. Cuci peralatan yang telah digunakan dan kembalikan pada tempatnya.
7. Bersihkan ruangan atau studio setelah selesai bekerja.

## 11.1. Peralatan dan Perlengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

---

### 11.1.1. Peralatan

Alat-alat untuk membuat suatu campuran atau larutan bahan glasir dipergunakan peralatan sebagai berikut.

#### Timbangan/scales

Untuk menimbang bahan-bahan glasir, pastikan kondisi timbangan adalah normal dan akurat (jarum menunjuk pada angka nol sebelum digunakan). Kapasitas maksimal 2 kg.



#### Waskom

Untuk tempat campuran bahan-bahan glasir yang belum digiling maupun yang sudah digiling yang siap untuk digunakan, kapasitas 3 liter.



#### Ember plastik bertutup

Untuk tempat menyimpan campuran bahan glasir yang sudah digiling. Sebaiknya ember yang digunakan memiliki tutup agar campuran glasir tersebut tetap bersih. Ukuran: kapasitas 2 dan 5 galon .



#### Gelas ukuran

Untuk mengukur banyaknya air yang dibutuhkan untuk membuat larutan glasir. Kapasitas 1 liter.



#### Saringan (*ieves*) mesh 120-200

Untuk menyaring campuran/larutan glasir yang sudah digiling atau digerus. Diameter 25 cm.



**Sekop**

Untuk mengambil bahan glasir berupa *powder* (bahan berbentuk tepung).

**Rubber scrapper**

Untuk membantu mengaduk dan memperlancar cairan glasir agar dapat melewati saringan.

**Mortar dan pestle**

Untuk menghaluskan bahan-bahan glasir dengan cara digerus. Ukuran: diameter 20 cm, kapasitas 2 liter, bahan porselin.

**Malpot/jarmill**

Untuk tempat/wadah campuran bahan-bahan glasir yang akan di giling di atas *ball mill*. Kapasitas 1 kg, 2 kg, dan 5 kg.

**Tang penjepit (*dipping tongs*)**

Untuk menjepit benda keramik yang akan diglasir dengan teknik celup.

**Kuas**

Untuk mengglasir benda keramik dengan teknik kuas atau lukis, biasanya hanya digunakan dalam membuat dekorasi saja. Ukuran kuas nomor 2, 4, dan 6.



### ***Spray gun/sprayer***

Untuk mengglasir benda keramik dengan teknik semprot dengan tenaga udara yang dihasilkan kompresor.



### ***Mangkok plastik***

Untuk tempat campuran glasir, biasanya dalam jumlah sedikit yang digunakan untuk membuat dekorasi glasir.



### ***Banding wheel/whirler***

Untuk alas benda keramik yang diglasir dengan teknik semprot di dalam ruang pengglasiran (*spray booth*) dan alas benda keramik yang akan didekorasi dengan teknik kuas/lukis. Ukuran diameter 25 cm-30 cm, dibuat dari bahan aluminium.



### ***Spon***

Untuk membersihkan glasir yang melapisi bagian kaki dari benda keramik.



### ***Ballmill***

Untuk memutar *malpot/jarmill* yang berisi campuran bahan-bahan glasir sehingga terjadi proses penggilingan/penghalusan bahan-bahan glasir.



### **Spray booth**

Untuk tempat atau ruangan yang digunakan proses pengglasiran benda keramik dengan teknik semprot.

Bagian-bagian *spray booth*:

- Steker
- Saklar
- Bak air
- Pompa air
- Kipas angin (*fan*)
- Plat alumunium



### **Kompresor**

Untuk menyimpan dan mengeluarkan udara yang dialirkan pada *spraygun* atau *airbrush* sehingga campuran glasir akan keluar.



## **11.1.2. Perlengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

### **Masker**

Untuk pelindung hidung dan mulut pada waktu melakukan praktik pengglasiran benda keramik terutama teknik semprot.



### **Sarung tangan plastik**

Untuk pelindung tangan pada waktu melakukan praktik pengglasiran benda keramik.



### **Pakaian kerja**

Untuk melindungi badan pada waktu melakukan praktik pengglasiran benda keramik.



## **11.2. Bahan Glasir**

---

Saat ini dalam industri perdagangan sudah banyak dijumpai campuran glasir yang sudah jadi dan disiapkan untuk digunakan sesuai dengan suhu kematangan glasirnya, hal ini tentu akan sangat membantu untuk kelancaran suatu proses produksi benda keramik. Campuran atau larutan glasir juga dapat dibuat seseuai keinginan tertentu, namun ketersediaan bahan-bahan mentah glasir perlu menjadi pertimbangan.

Bahan-bahan yang digunakan untuk menyusun suatu campuran atau larutan glasir beragam jenis dan fungsinya, untuk itu perlu ketelitian dan kecermatan yang tinggi untuk memilih bahan berdasarkan formula atau resep yang ada.

Glasir siap pakai merupakan bahan glasir yang langsung dapat digunakan tanpa mencampur dengan bahan glasir lainnya. Pada umumnya glasir tersebut berupa glasir transparan dan penutup (*opaq*) dengan berbagai suhu bakar yang berbeda. Bahan glasir siap pakai berbentuk bubuk (*powder*) dan cara mengolahnya dengan menambahkan air 40%-60% dari berat kering.

Beberapa jenis glasir tersebut antara lain:

1. Glasir *TSG* (*Transparent Soft Glaze*)
2. Glasir *frit*
3. Glasir *matt*
4. Glasir 107
5. Glasir *stoneware*
6. Glasir *opaq*



Glasitr TSG



Glasir frit



Glasir matt



Glasir 107



Glasir stoneware



Glasir opa

Gambar 11.1. Jenis-jenis glasir.  
(sumber: Koleksi studio keramik)

### 11.2.1. Bahan Mentah Glasir

Beberapa bahan yang umum digunakan untuk menyusun suatu campuran atau larutan glasir, diantaranya adalah:

1. Silika ( $\text{SiO}_2$ )
2. Feldspar
3. Whiting/kapur/calcium oxide ( $\text{CaO}$ )
4. Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
5. Zinc oxide ( $\text{ZnO}$ )
6. Dolomite ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )
7. Magnesium carbonate/magnesit ( $\text{MgCO}_3$ )
8. Colemanite/gerstley borate/calcium borate ( $2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )
9. Kaolin/china clay ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
10. Rutile/titanium oxide ( $\text{TiO}_2$ )
11. Tin oxide/stannic oxide ( $\text{SnO}_2$ )
12. Talk ( $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )





*Silika*



*Feldspar*



*Whiting*



*Alumina*



*Zinc oxide*



*Dolomite*



*Magnesium*



*Colemanite*



*Kaolin*



*Titanium*



*Tin oxide*



*Talk*

Gambar 11.2. Bahan-bahan glasir.  
(sumber: Koleksi studio keramik)

### 11.2.2. Bahan Pewarna Glasir

Berbagai macam *oksida* logam atau pigmen warna (*stain*) dapat ditambahkan untuk memberikan warna pada glasir yang digunakan. Sedangkan untuk mendapatkan glasir penutup atau *matt* dapat ditambahkan beberapa *oksida* yang dapat memberikan sifat dop seperti: *oksida* timah/tin ( $\text{SnO}_2$ ), *oksida* zircon ( $\text{ZrO}_2$ ), *oksida* calcium ( $\text{CaO}$ ), *oksida* zinc ( $\text{ZnO}$ ), *magnesium carbonate* ( $\text{MgO}$ ), dll.

#### 11.2.2.1. *Oksida* Pewarna

*Oksida* pewarna merupakan kombinasi (persenyawaan) suatu senyawa oksigen dengan unsur lain. Di dalam keramik senyawa *oksida* logam digunakan sebagai sumber pewarna, penggunaan *oksida* pewarna dalam glasir dapat berdiri sendiri atau campuran dari beberapa *oksida* pewarna. Yang perlu diperhatikan adalah persentase yang digunakan dalam suatu formula glasir.



*Cobalt*



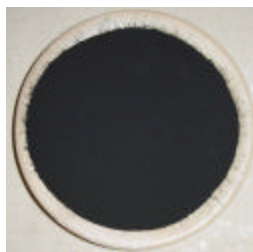
*Cupper*



*Chrome*



*Iron*



*Mangaan*



*Rutile*

Gambar 11.3. Pewarna *oksida*.  
(sumber: Koleksi studio keramik)

Beberapa *oksida* pewarna glasir yang umum digunakan adalah:

- Cobalt oxide/cobalt carbonate* untuk menghasilkan warna biru.
- Copper oxide/copper carbonate* untuk menghasilkan warna hijau.
- Chrom oxide* untuk menghasilkan warna hijau.

- d. *Iron oxide* untuk menghasilkan warna coklat.
- e. *Manganese carbonate* untuk menghasilkan warna ungu.

#### 11.2.2.2. Pewarna *Stain/Pigmen*

Pewarna *Stain/Pigmen* merupakan bahan pewarna glasir atau tanah liat yang terbuat dari bahan-bahan *oksida* logam melalui proses pembakaran sehingga dihasilkan warna yang lebih stabil. Untuk menghasilkan glasir warna, bahan pewarna *stain* dicampurkan ke dalam campuran glasir.



Gambar 11.4. Pewarna *stain*.  
(sumber: Koleksi studio keramik)

### 11.3. Penyusunan Campuran Glasir

---

Glasir merupakan campuran dari beberapa bahan-bahan yang berupa bahan mentah atau persenyawaan *oksida*. Penyusunan campuran glasir SDalam menyusun suatu campuran glasir ada tiga cara yang umum dilakukan, yaitu:

#### 11.3.1. Menurut Perbandingan Bahan-Bahan yang Dipakai

Penyusunan dengan cara ini paling mudah untuk dilaksanakan, karena bahan-bahan yang digunakan tersebut mudah didapatkan di daerah-daerah. Bahan-bahan tersebut berupa bahan mentah dari alam atau bahan mineral terolah dengan perbandingan atau persentase yang telah ditentukan dengan jumlah 100.

contoh :

Suatu resep glasir dengan perbandingan seperti di bawah.

<i>Potash feldspar</i>	45,00
<i>Flint</i>	35,00
<i>Whiting</i>	12,00
<i>Kaolin</i>	8,00
<hr/>	
	100.00

Apabila dibutuhkan jumlah glasir sebanyak 3 kg maka perhitungannya sebagai berikut:

<i>Potash feldspar</i>	=	45,00	x	30	=	1350,00 gram
<i>Flint</i>	=	35,00	x	30	=	1050,00 gram
<i>Whiting</i>	=	12,00	x	30	=	360,00 gram
<i>Kaolin</i>	=	8,00	x	30	=	<u>240,00 gram</u>
Jumlah					=	3000,00 gram

#### 11.3.2. Menurut Perbandingan *Oksida* Unsur

Penyusunan dengan bahan-bahan berupa persenyawaan *oksida* dari sisi perhitungan mudah, namun bahan-bahan dalam bentuk persenyawaan *oksida* sangat mahal, karena bahan tersebut merupakan hasil pemurnian bahan-bahan mentah alami.

contoh :

Resep glasir dengan perbandingan sbb:

PbO	68,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,60
SiO <sub>2</sub>	27,40
<hr/>	
	100.00

Apabila dibutuhkan jumlah glasir sebanyak 1,50 kg maka perhitungannya sebagai berikut:

PbO	=	68,00	x	15	=	1020,00 gram
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=	4,60	x	15	=	69,00 gram
SiO <sub>2</sub>	=	27,40	x	15	=	360,00 gram
					<hr/>	
Jumlah						1500,00 gram

### 11.3.3. Menurut Rumus *Segger* (Rumus *Empiris*)

Penyusunan bahan-bahan glasir menurut rumus *Segger* ini lebih sulit dibandingkan dengan kedua cara di atas. Formula glasir yang ada harus dirubah menjadi resep glasir yang berupa bahan-bahan mentah.

contoh :

Suatu formula glasir diketahui sbb.

0.8 PbO		
0.1 CaO	0.2 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.5 SiO <sub>2</sub>
0.1 K <sub>2</sub> O		

Disini belum diketahui jenis bahan yang digunakan maupun jumlahnya, namun dari senyawa *oksida* yang ada dapat diperkirakan jenis bahan mentah yang mengandung senyawa *oksida* tersebut.

Diketahui:

BA (Berat Atom )	Pb	= 207
	O	= 16
	Al	= 26,90
	Si	= 28
	Ca	= 40
	K	= 39,10

Bahan	Kebutuhan	PbO 0,80	CaO 0,10	K <sub>2</sub> O 0,10	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,20	SiO <sub>2</sub> 1,50
<i>Lead</i> PbO	0,80	0,80 -				
<i>Whiting</i> CaO	0,10		0,10 -			
<i>Feldspar</i> K <sub>2</sub> O Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 6SiO <sub>2</sub>	0,10			0,10 -	0,10 0,10	0,60 0,90
<i>Kaolin</i> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2SiO <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O	0,10				0,10 -	0,20 0,70
<i>Kwarsa</i> SiO <sub>2</sub>	0,70					0,70 -

Sehingga

Bahan	Banyaknya	BM	Jumlah
<i>Lead</i> (PbO)	0,80	223,00	178,40
<i>Whiting</i> (CaCO <sub>3</sub> )	0,10	100,00	10,00
<i>Feldspar</i> (K <sub>2</sub> O Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 6SiO <sub>2</sub> )	0,10	556,80	55,68
<i>Kaolin</i> (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2SiO <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O)	0,10	258,20	25,82
<i>Kwarsa</i> (SiO <sub>2</sub> )	0,70	60,00	42,00
Jumlah			311,90

Jadi resep glasirnya menjadi:

<i>Lead</i>	178,40 : 311,90	55,42%	56,00
<i>Whiting</i>	10,00 : 311,90	6,21%	6,00
<i>Feldspar</i>	55,68 : 311,90	17,30%	17,00
<i>Kaolin</i>	25,82 : 311,90	8,02%	8,00
<i>Kwarsa</i>	42,00 : 311,90	13,04%	13,00
Jumlah			100,00

Apabila dibutuhkan jumlah glasir sebanyak 2,00 kg maka perhitungannya sebagai berikut:

<i>Lead</i>	=	56,00	x	20	=	1120,00 gram
<i>Whiting</i>	=	6,00	x	20	=	120,00 gram
<i>Feldspar</i>	=	17,00	x	20	=	340,00 gram
<i>Kaolin</i>	=	8,00	x	20	=	160,00 gram
<i>Kwarsa</i>	=	13,00	x	20	=	260,00 gram
						Jumlah 2000,00 gram

Dari ketiga cara menyusun campuran glasir tersebut, maka sekarang sudah diketahui cara menyusun campuran glasir dari bahan-bahan mentah dan senyawa *oksida* dan cara menghitung jumlah bahan-bahan tersebut berdasarkan persentasenya.

## 11.4. Penyiapan Glasir

---

Proses menyiapkan glasir merupakan proses mencampur dan menghaluskan bahan baku glasir menjadi campuran yang halus dan merata sehingga siap digunakan pada benda keramik. Proses penyiapan glasir membutuhkan ketelitian dan kecermatan yang tinggi, karena akan sangat menentukan kualitas produk keramik yang dihasilkan, misalnya tentang warna, tekstur dan efek estetis yang lain.

Seperti halnya dengan tanah liat, bahan-bahan glasir perlu dipersiapkan terlebih dahulu untuk memperoleh hasil yang memuaskan. Pada dasarnya proses penyiapan glasir adalah proses mencampur dan menghaluskan bahan-bahan baku glasir menjadi campuran yang halus dan merata sehingga siap digunakan pada benda keramik biskuit agar dapat menghasilkan produk keramik berglasir yang sempurna.

Sebelum melaksanakan penyiapan bahan glasir, yang perlu diperhatikan adalah pemahaman tentang jenis dan fungsi bahan-bahan glasir, pewarna glasir, resep glasir dan temperatur bakarnya serta hasil pembakaran glasir. Pemahaman ini sangat penting karena resep glasir sangat banyak jenisnya dan masing-masing mempunyai karakteristik yang berbeda. Disamping hal tersebut di atas, hal-hal yang juga penting adalah kemurnian dan kehalusan dari bahan-bahan glasir yang digunakan karena akan berpengaruh pada keberhasilan glasir yang akan dibuat.



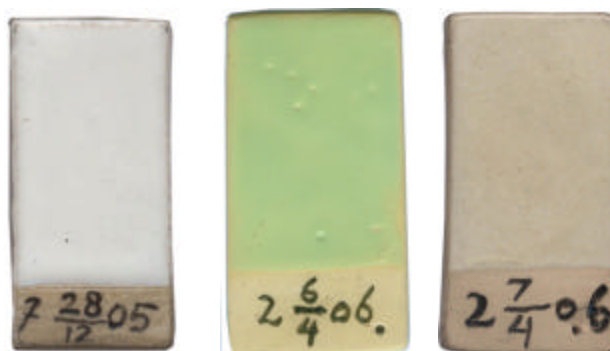


Gambar 11.5. Wadah bertutup dengan glasir warna  
(sumber: Mary Chappelhow)

Resep glasir yang akan dibuat sebaiknya diuji terlebih dahulu agar dapat diperkirakan hasil akhirnya, disamping itu juga jenis badan benda keramik yang akan diglasir sudah diketahui agar kesalahan penerapan glasir yang tidak sesuai antara temperatur bakar glasir dengan jenis badan benda keramik dapat dihindari.



Gambar 11.6. Contoh hasil pengujian glasir rendah yang diterapkan pada benda keramik *stoneware*. (sumber: Koleksi studi keramik)



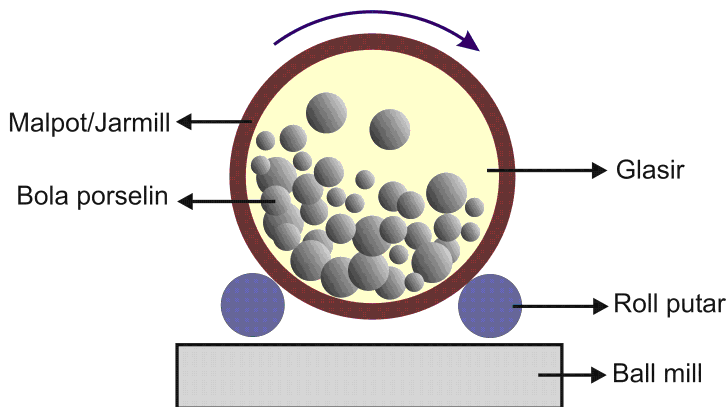
Gambar 8.7. Contoh hasil pengujian glasir menengah yang diterapkan pada benda keramik *stoneware*.  
sumber: Koleksi studi keramik)



Proses penyiapan glasir merupakan tahapan yang memerlukan ketelitian dan ketepatan dalam menghitung resep glasir, menimbang bahan-bahan glasir dan bahan pewarna glasir. Hal ini sangat penting karena kesalahan dalam menghitung resep glasir, menimbang bahan-bahan glasir dan pewarna glasir akan dapat mengakibatkan kegagalan sehingga menimbulkan kerugian.

Penyiapan glasir dengan menggunakan *malpot/jarmill* dan *ballmill* merupakan proses penyiapan glasir yang dilakukan secara masinal yaitu dengan memutar *malpot/jarmil* yang telah berisi bahan-bahan glasir dan air di atas rol putar pada *ballmill*. Bola-bola porselin dalam *malpot/jarmill* berfungsi sebagai penumbuk bahan-bahan glasir

Proses tersebut dapat digambarkan seperti pada gambar berikut:



Gambar 11.8. Proses penghalusan bahan glasir dengan *ballmill*.

#### 11.4.1. Bahan

Saat ini sudah banyak bahan mentah siap pakai yang digunakana untuk membuat glasir yakni dalam keadaan kering bentuk tepung/powder kering agar lebih mudah pengolahannya.

Beberapa bahan yang sering digunakan untuk membuat glasir, diantaranya adalah:

- a. *Silika* ( $\text{SiO}_2$ )
- b. *Feldspar*
- c. *Whiting/kapur/calcium carbonate* ( $\text{CaCO}_3$ )
- d. *Kaolin/China clay* ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
- e. *Zinc Oxide* ( $\text{ZnO}$ )
- f. *Rutile/titanium oxide* ( $\text{TiO}_2$ )
- g. *Copper oxide*

Contoh:

### Resep Glasir cone 4-5 (1186°C-1196°C)

<i>Feldspar</i>	47.50
<i>Whiting</i>	18.60
<i>Kaolin</i>	14.60
<i>Silika</i>	5.90
<i>Zinc oxide</i>	13.40
<i>Rutile</i>	5.00

#### 11.4.2. Proses Penyiapan Glasir

Penyiapan glasir yang dilakukan berdasarkan perbandingan bahan-bahan yang digunakan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Penyiapan glasir dari bahan-bahan mentah siap pakai
2. Penyiapan glasir dari campuran glasir siap pakai

Proses penyiapan glasir dari bahan mentah dilakukan sebagai berikut:

1. Siapkan bahan-bahan glasir yang akan digunakan untuk membuat campuran glasir (*feldspar*, *whiting*, *kaolin*, *silika*, *zinc oxide*, *rutile* dan *oksida copper*).



2. Hitunglah jumlah kebutuhan masing-masing bahan glasir sesuai resep glasir yang akan dibuat sebanyak 2 kg

#### Mat glaze cone 4 – 5 (1186°C – 1196°C)

<i>Feldspar</i>	47.50 x 20	=	950 gram
<i>Whiting</i>	18.60 x 20	=	372 gram
<i>Kaolin</i>	14.60 x 20	=	292 gram
<i>Silika</i>	5.90 x 20	=	118 gram
<i>Zinc oxide</i>	13.40 x 20	=	268 gram
<b>Jumlah</b>		<b>=</b>	<b>2000 gram</b>
<i>Rutile</i>	5.00 x 20	=	100 gram
<i>Oksida Copper</i>	3.00 x 20	=	60 gram

3. Timbanglah masing-masing bahan glasir sesuai jumlah yang dibutuhkan, kemudian timbang juga bahan pewarna (*oksida* atau *stain*) sesuai dengan kebutuhan.



4. Campurkan semua bahan glasir yang telah ditimbang ke dalam ember/waskom plastik, kemudian masukkan bahan pewarna glasir yang telah ditimbang ke dalam campuran glasir.



5. Masukkan campuran bahan glasir dari ember ke dalam *malpot/jarmill*, kemudian masukkan bola-bola porselin yang berfungsi sebagai penghalus bahan glasir. Ukulah kebutuhan jumlah air dengan gelas ukur dan masukkan ke dalam campuran glasir, kemudian menutup *malpot/jarmill* dengan rapat.



6. Letakkan *malpot* yang telah berisi glasir di atas *roll* putar pada *ball mill*, kemudian hidupkan mesin *ball mill* selama 2 jam, jika perlu lakukan penggilingan sekali lagi agar bahan-bahan glasir menjadi halus.



7. Saringlah campuran glasir yang telah digiling dengan menggunakan saringan *mesh* 120-200 dan masukkan ke dalam pada ember/waskom plastic.



8. Berilah label pada wadah tersebut sesuai dengan nama glasir, temperatur dan pewarna yang digunakan, serta tanggal pembuatan pada ember/waskom plastik agar diketahui jenis glasirnya.



Jenis glasir	: <i>Matt</i>
Suhu bakar	: 1196 <sup>0</sup> C
Pewarna	: <i>Copper oxide 3%</i>
Tgl pembuatan	: 27 April 2007

## 11.5. Teknik Pengglasiran

---

Mengglasir pada dasarnya adalah melapisi benda keramik biskuit dengan lapisan tipis seperti gelas yang melekat menjadi satu pada permukaan badan keramik melalui proses pembakaran. Sebelum melaksanakan pengglasiran benda keramik, yang perlu diperhatikan adalah mengetahui jenis badan tanah liat yang digunakan untuk membuat badan benda keramik serta temperatur bakar glasir yang digunakan, hal ini penting karena dalam mengglasir benda keramik harus ada kesesuaian antara jenis badan keramik dengan temperatur glasir yang digunakan, apabila terjadi

ketidaksesuaian antara jenis badan keramik dengan glasirnya maka badan keramik akan meleleh atau glasir tidak matang dan bahkan seperti hilang.

Berdasarkan kondisi bendanya, penerapan glasir dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

1. Penerapan pada benda yang telah dibakar biskuit
2. Penerapan pada benda mentah

Dalam praktik sebaiknya pengglasiran benda keramik diterapkan pada benda yang telah dibakar biskuit, karena akan lebih aman, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk menerapkan pada benda mentah, hanya saja membutuhkan perlakuan yang lebih khusus dan hati-hati, karena benda mentah dalam keadaan kering akan sangat rapuh dan apabila diglasir akan cepat menyerap air yang dapat menyebabkan benda mentah tersebut retak dan hancur. Keuntungan mengglasir pada benda mentah yaitu hanya membutuhkan proses pembakaran tunggal (*single firing*), pembakaran biskuit sekaligus pembakaran glasir sehingga lebih efisien.

Glasir yang diterapkan pada barang-barang keramik dapat berfungsi :

1. Menambah keindahan barang-barang keramik
2. Menambah kekuatan permukaan barang-barang keramik
3. Membuat barang-barang keramik tidak tembus gas atau cairan
4. Memberikan sifat *higienis* pada alat makan minum (glasir *non toxic*)

Perkembangan produk keramik saat semakin meningkat, banyak industri yang memproduksi benda keramik berglasir, sehingga dengan menguasai kompetensi mengglasir benda keramik, memberikan peluang pekerjaan sesuai kebutuhan industri keramik.

Jenis keramik menurut menurut bahan yang digunakan dan suhu bakarnya dapat dibedakan menjadi:

1. *Earthenware* (900°C-1180°C)
2. *Stoneware* (1200°C-1300°C)
3. Porselin (1300°C-1450°C)

Dengan mengetahui jenis keramik tersebut maka dapat dihindari penggunaan glasir yang tidak sesuai dengan temperaturnya, hal ini dimaksudkan untuk menghindari sejak awal kesalahan yang timbul setelah pembakaran glasir.

Pada dasarnya proses pengglasiran benda keramik adalah proses melapisi benda keramik mentah dan biskuit dengan bahan glasir dengan berbagai teknik yaitu:

1. Teknik tuang (*pouring*)
2. Teknik celup (*dipping*)
3. Teknik semprot (*spraying*)
4. Teknik kuas (*brush*)

Benda keramik berglasir juga dapat dilapisi glasir dengan bahan glasir sebagai dekorasi dengan teknik dekorasi *overglaze* yaitu dekorasi di atas glasir. Dekorasi *overglaze* dibakar pada temperatur kurang lebih 700°C-800°C.



Gambar 11.9. Produk keramik berglasir.  
(sumber: Koleksi studio keramik)



Gambar 11.10. Produk keramik berglasir.  
(sumber: Mary Chappelhow)

Sebelum melaksanakan pengglasiran benda keramik biskuit, beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Bersihkan benda keramik biskuit dengan sikat, disemprot dengan udara, atau dicuci dengan air sehingga benar-benar bersih dari minyak dan debu.



2. Keringkan benda keramik biskuit agar dalam proses pengglasiran badan benda keramik tersebut dapat menyerap glasir dengan baik.



Penerapan glasir pada benda-benda keramik dapat dilakukan dengan berbagai teknik pengglasiran yaitu: teknik tuang, celup, semprot, dan kuas. Dalam praktik pengglasiran benda keramik kadang-kadang keempat keteknikan tersebut dapat dilakukan pada satu benda keramik, hal ini sangat tergantung pada bentuk dan ukuran benda keramik yang akan diglasir serta ketersediaan campuran glasir. Untuk menghasilkan glasir yang baik usahakan ketebalan lapisan glasir pada seluruh permukaan badan benda keramik merata dengan ketebalan antara 1.0 mm–2.0 mm.

#### 11.5.1. Teknik Tuang (*Pouring*)

Pengglasiran benda keramik dengan teknik tuang (*pouring*) merupakan teknik pengglasiran benda keramik yang dilakukan dengan cara menuang larutan glasir pada benda keramik, teknik tuang ini pada biasanya dilakukan untuk mengglasir bagian dalam benda keramik.

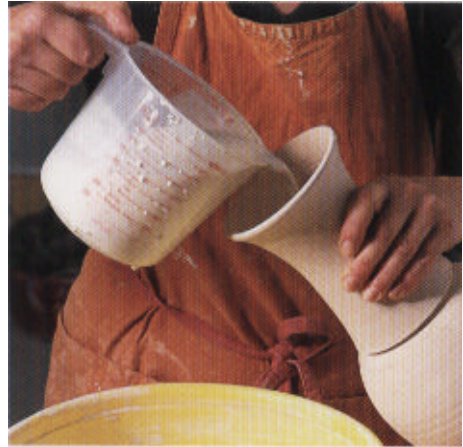
Proses pengglasiran dilakukan dengan cara menuang larutan glasir ke dalam benda keramik, kemudian memutar benda keramik sehingga glasir menutup seluruh permukaan bagian dalam, selanjutnya tuang kembali glasir



ke dalam ember/waskom plastik. Setelah kering lakukan pengglasiran pada bagian luar benda keramik dengan meletakkannya di atas waskom dengan ditopang dua papan kayu kemudian tuang glasir pada permukaan bagian luar benda keramik. Pengglasiran dengan teknik tuang ini sering digabung dengan teknik semprot untuk mengglasir pada bagian luar benda keramik.

### **Proses Pengglasiran dengan Teknik Tuang (*Pouring*)**

1. Tuang cairan glasir pada bagian dalam benda keramik menggunakan gelas ukuran, kemudian putar benda keramik tersebut hingga seluruh permukaan bagian dalam benda keramik terlapisi glasir.



2. Tuang kembali cairan glasir dari bagian dalam benda keramik ke dalam ember/waskom plastik kemudian letakkan benda keramik pada rak dorong hingga kering untuk diglasir bagian luarnya.



3. Tuang cairan glasir pada bagian luar benda keramik menggunakan gelas ukuran hingga seluruh permukaan bagian dalam benda keramik terlapisi glasir kemudian angin-anginkan hingga kering.





### 11.5.2. Teknik Celup (*Dipping*)

Pengglasiran dengan teknik celup ini dilakukan dengan cara memasukkan atau mencelupkan benda keramik ke dalam larutan glasir menggunakan tang pencelup (*dipping tong*) atau dengan tangan secara langsung. Teknik celup ini merupakan teknik terbaik untuk menghasilkan permukaan glasir yang merata, tetapi terbatas pada benda-benda yang tidak terlalu besar.

Yang perlu diperhatikan adalah waktu untuk mencelup benda keramik ke dalam larutan glasir, karena jika terlalu lama akan membentuk lapisan yang tebal. Bekas jepitan *dipping tong* perlu diratakan permukaannya agar tidak mengalami cacat pengglasiran.

#### Proses Pengglasiran dengan Teknik Celup (*Dipping*)

1. Jepit benda keramik dengan menggunakan tang pencelup (*dipping tong*) atau pegang dengan tangan langsung.



2. Celupkan benda keramik ke dalam cairan glasir tunggu beberapa saat hingga glasir menyerap pada permukaan benda keramik, kemudian angkat dan tempatkan pada rak dorong dan angin-anginkan hingga kering.



### 11.5.3. Teknik Semprot (*Spraying*)

Pengglasiran benda keramik dengan teknik semprot (*spraying*) dilakukan dengan cara menyemprotkan larutan glasir pada benda keramik menggunakan *spray gun* atau *air brush* di dalam alat pengglasiran (*spray booth*). Benda yang akan diglasir diletakkan di atas *banding wheel* kemudian sambil diputar lakukan penyemprotan glasir. Mengglasir benda-benda keramik dengan teknik semprot ini memerlukan peralatan yang cukup rumit. Pengglasiran dilakukan dengan cara menyemprotkan larutan glasir menggunakan *spray gun* atau *air brush* dengan udara kompresor di dalam *spray booth*. Jarak penyemprotan sebaiknya sekitar 30–40 cm dengan arah melingkar (searah jarum jam), naik-turun, dan kiri-kanan sambil benda keramik diputar. Yang perlu diperhatikan mengglasir dengan teknik semprot ini adalah ketebalan lapisan glasir pada permukaan benda keramik, karena kalau terlalu tebal glasir akan meleleh tetapi kalau terlalu tipis glasir seperti tidak matang dan kasar. Apabila pada saat mengglasir benda keramik terlalu basah oleh glasir biarkan hingga kering dan dapat dilanjutkan lagi.

#### Proses Pengglasiran dengan Teknik Semprot (*Spraying*):

1. Tuang cairan glasir pada tabung *spraygun* atau *air brush*.



2. Tempatkan benda keramik di atas *whirler* dalam *spraybooth*, putar saklar pada posisi *on* hingga air mengalir melalui plat aluminium.



3. Semprot benda keramik sambil memutar *whirler* pelan-pelan hingga merata pada seluruh permukaan benda keramik, setelah selesai angkat dan tempatkan pada rak dorong. Penyemprotan juga dapat dilakukan pada bagian dasar benda yang berkaki dengan cara meletakkan benda di atas *whirler* secara terbalik.



#### 11.5.4. Teknik Kuas (*Brush*)

Pengglasiran benda keramik dengan teknik kuas (*brush*) dilakukan dengan cara melapiskan larutan glasir pada benda keramik menggunakan kuas, teknik ini pada umumnya untuk membuat dekorasi saja. Pelapisan larutan glasir dilakukan dengan dua arah yang berbeda yaitu secara vertikal dan horizontal sehingga benda keramik akan terlapisi dengan sempurna. Lapisan pertama dilakukan sampai seluruh permukaan benda keramik tertutup rata dan menjadi kering, setelah itu lakukan pelapisan yang kedua.

#### Proses Pengglasiran dengan Teknik Kuas (*Brush*)

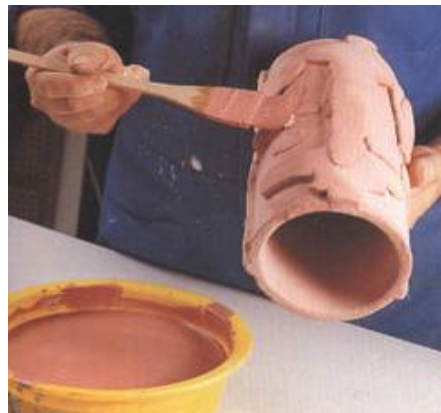
1. Siapkan *banding wheel* pada meja kerja, kemudian letakkan benda keramik di atas *banding wheel* dengan posisi memusat.



2. Putar pelan-pelan *banding wheel* tersebut, kemudian dengan hati-hati lakukan pengglasiran benda keramik menggunakan kuas yang sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan.



3. Pegang dengan tangan lakukan pengglasiran dengan kuas pada seluruh permukaan benda keramik, setelah selesai tempatkan pada rak dorong.



4. Selama proses pengglasiran aduklah larutan glasir secara terus menerus sehingga larutan glasir tidak mengendap di dasar wadah yang menyebabkan glasir sangat berair.



#### Catatan:

- Untuk benda keramik biskuit yang memiliki tutup, pada bagian benda yang bersinggungan dapat dilapisi dengan wax (lilin) atau setelah diglasir pada bagian tersebut dibersihkan dari glasir agar tidak saling menempel pada waktu proses pembakaran glasir





- Bersihkan glasir pada bagian kaki dari benda keramik yang telah selesai diglasir menggunakan spon basah atau sikat, hal ini dilakukan agar benda keramik berglasir tidak melekat pada *shelves* atau plat tungku pembakaran



- Tempatkan pada arak dorong untuk memudahkan transportasi pada proses pembakaran glasir.



## 11.6. Kesalahan dalam Pengglasiran dan Cara Mengatasinya

---

Berhasil tidaknya pengglasiran benda keramik banyak dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya adalah:

### **Bahan-bahan yang digunakan**

Bahan-bahan glasir kadang-kadang berbeda umur, asalnya, cara pengambilan, dan kemurniannya serta kehalusan butiran akan dapat mengakibatkan perbedaan kualitas jenis bahan.

### **Badan tanah liat untuk barang-barang keramik**

Badan tanah liat yang digunakan untuk membuat benda keramik juga memegang peranan penting dalam menentukan kualitas dan penampilan akhir dari glasir.

### **Panas dalam ruang pembakaran**

Perbedaan panas dan sirkulasi api dalam ruang pembakaran sangat berpengaruh, apabila dalam penyusunan barang-barang keramik memerlukan tingkat atau sap akan dapat mengakibatkan hasil pembakaran glasir tiap tingkat akan berbeda.

### **Tipe tungku dan bahan bakarnya**

Kualitas hasil pembakaran glasir juga dipengaruhi oleh jenis tungku dan bahan bakar yang digunakan. Tungku dengan bahan bakar minyak, gas, listrik, atau kayu akan menghasilkan hasil pembakaran yang berbeda-beda.

### **Atmosfer tungku**

Atmosfer dalam tungku akan mengakibatkan timbul *oksidasi* atau reduksi. Pada atmosfer *oksidasi*, proses pembakaran memperoleh cukup oksigen, sedangkan atmosfer reduksi proses pembakaran tidak mendapatkan oksigen yang cukup sehingga kebutuhan oksigen diambil dari glasir.

### **Penerapan glasir**

Kualitas hasil pembakaran glasir juga dapat dipengaruhi oleh cara penerapannya pada permukaan barang keramik baik dengan teknik celup, tuang, kuas, atau semprot hal ini terjadi karena ketebalan lapisan glasir tidak merata pada seluruh permukaan barang keramik.

Berbagai permasalahan tentang glasir timbul dalam setelah proses pembongkaran benda keramik dari dalam tungku pembakaran dilakukan, untuk itu perlu diagnosa apa penyebabnya dan bagaimana cara mengatasinya.

Tabel 11.1. Kesalahan dalam pengglasiran dan cara mengatasi.  
(sumber: Peter Cosentino)

Masalah	Diagnosa	Cara mengatasi
Hasil bakar glasir seperti kertas ampelas, warna glasir tidak muncul dengan baik dan lapisan glasir kelihatan kotor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glasir yang terlalu tipis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lakukan pengglasiran dengan lebih tebal</li> </ul>
Glasir meleleh turun dari permukaan benda keramik ( <i>running</i> ), mengkerut berpisah ( <i>crawling</i> ) atau berbintik-bintik udara atau retak-retak ( <i>crazing</i> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glasir terlalu tebal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurangi ketebalan lapisan glasir pada benda</li> <li>• Kurangi waktu pencelupan benda keramik pada larutan glasir</li> </ul>
Benda keramik yang telah dibakar biskuit tidak menyerap glasir	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur bakar biskuit terlalu tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lakukan pembakaran biskuit benda keramik pada temperatur yang lebih rendah</li> <li>• Hangatkan benda keramik sebelum diglasir dan bakarlah pada suhu yang lebih tinggi</li> </ul>
Muncul gelembung-gelembung pada benda keramik ( <i>boating</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terlalu banyak pewarna <i>oksida</i> atau karbon dalam tanah liat</li> <li>• Pembakan biskuit terlalu lama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurangi penggunaan warna pada tanah liat</li> <li>• Tambahkan <i>grog</i> pada tanah liat</li> <li>• Lakukan pembakaran glasir pada temperatur yang lebih rendah</li> </ul>
Glasir berpisah menjadi gumpalan-gumpalan atau berkerut pada permukaan benda keramik ( <i>crawling</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adanya minyak, lemak, keringat atau debu pada benda keramik biskuit</li> <li>• Larutan glasir terlalu banyak mengandung tanah liat plastis</li> <li>• Temperatur bakar biskuit kurang rendah sehingga masih berpori dan sifat porousnya tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuci bersih benda keramik biskuit sebelum diglasir</li> <li>• Hindari memegang benda keramik biskuit terlalu sering</li> <li>• Kurangi kandungan tanah liat plastis pada larutan glasir atau ganti dengan bahan Kaolin</li> <li>• Benda keramik dibakar biskuit dengan temperatur 900<sup>0</sup>C.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjadi keretakan lapisan glasir sebelum pembakaran</li> <li>• Larutan glasir terlalu kental sehingga lapisan glasir menjadi tebal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tambahkan air pada larutan glasir</li> <li>• Kurangi ketebalan lapisan glasir pada benda keramik</li> </ul>
Terjadi retak-retak halus pada permukaan benda keramik ( <i>crazing</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyusunan larutan glasir tidak sesuai</li> <li>• Pembakaran glasir di bawah temperatur bakarnya (<i>underfired</i>)</li> <li>• Lapisan glasir yang terlalu tebal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tambahkan kandungan <i>Silika</i> pada larutan glasir</li> <li>• Lakukan pembakaran glasir pada temperatur yang lebih tinggi</li> <li>• Tambahkan air pada larutan glasir</li> </ul>
Benda keramik yang diglasir terbelah atau pecah ( <i>dunting</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemanasan atau pendinginan yang terlalu cepat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panaskan atau dinginkan tungku bakar secara pelan-pelan pada suhu 200<sup>0</sup>C dan 600<sup>0</sup>C</li> <li>• Jangan membuka pintu tungku bakar sebelum temperatur di bawah 200<sup>0</sup>C</li> <li>• Tambahkan <i>grog</i> pada badan benda keramik</li> </ul>
Terdapat lubang-lubang kecil pada permukaan benda keramik yang telah dibakar glasir ( <i>pinholing</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembakaran glasir sedikit di bawah temperatur bakarnya</li> <li>• Pembakaran glasir yang terlalu cepat</li> <li>• Muncul gelembung udara pada glasir</li> <li>• Kelebihan <i>whiting</i> pada glasir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lakukan pembakaran glasir sedikit lebih tinggi</li> <li>• Lakukan pembakaran glasir secara perlahan-lahan</li> <li>• Kurangi kandungan <i>silika</i> tambahkan <i>flux</i></li> <li>• Kurangi <i>whiting</i> pada larutan glasir</li> </ul>
Glasir mengelupas dari permukaan benda keramik ( <i>peeling, shelling</i> atau <i>shivering</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Badan tanah liat menyusut terlalu banyak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turunkan sedikit temperatur bakar glasir</li> <li>• Kurangi waktu pencelupan benda keramik pada larutan glasir</li> <li>• Tambahkan <i>frit</i> yang lebih tinggi pada larutan glasir</li> <li>• Kurangi kandungan <i>silika</i> pada larutan glasir</li> </ul>



Beberapa contoh kesalahan yang terjadi pada permukaan glasir benda keramik setelah proses pembakaran:



*Crawling*



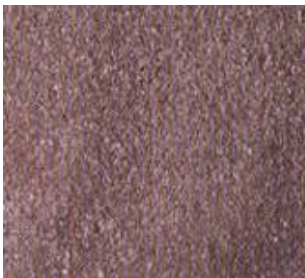
Glasir tebal



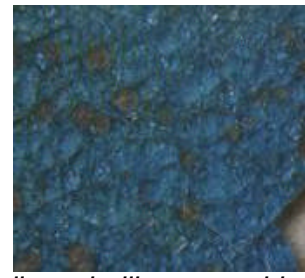
*Crazing atau cracking*



*Pinhole*



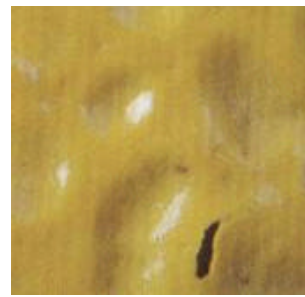
Glasir belum matang



*Peeling, shelling atau shivering*



*Running*



*Bloating (blister)*

Gambar 11.11. Contoh beberapa kesalahan glasir  
(sumber: Joaquim Chavarria)

## 12. TUNGKU DAN PEMBAKARAN

Membakar benda keramik merupakan tahapan cukup kritis namun menyenangkan untuk merubah benda mentah (*greenware*) menjadi benda keramik yang matang dan keras. Proses pembakaran tersebut merupakan salah satu tahapan yang sangat penting pada proses pembuatan benda keramik, karena tanpa melalui proses pembakaran maka benda keramik belum dapat disebut produk keramik. Jadi suatu benda keramik dapat dikatakan sebagai produk keramik harus melalui proses pembakaran. Tanah liat sebagai bahan baku utama untuk pembuatan benda keramik akan mengalami proses pembakaran, apabila telah melewati temperatur  $600^{\circ}\text{C}$  tanah liat tersebut akan mengalami perubahan fisik dan kimiawi menjadi keramik yang keras dan padat yang tidak dapat hancur oleh air. Proses perubahan tersebut disebut perubahan keramik (*ceramic change*). Tetapi belum dapat dikatakan bahwa tanah liat yang telah melewati temperatur  $600^{\circ}\text{C}$  bukan berarti tanah liat tersebut telah matang secara sempurna. Temperatur kematangan suatu tanah liat berbeda-beda sesuai dengan jenis tanah liatnya.

Secara umum jenis bahan tanah liat yang digunakan untuk membuat benda keramik dapat dibedakan menjadi:

- *Earthenware* ( $900^{\circ}\text{C}$ - $1180^{\circ}\text{C}$ )
- *Stoneware* ( $1200^{\circ}\text{C}$ - $1300^{\circ}\text{C}$ )
- Porselin ( $1250^{\circ}\text{C}$ - $1460^{\circ}\text{C}$ )

Pembakaran benda keramik dari waktu ke waktu terus mengalami perkembangan untuk tujuan penyempurnaan, baik dari jenis, cara pengoperasian maupun bahan bakarnya, semuanya dimaksudkan untuk lebih meningkatkan efektivitas, efisiensi dan produktivitas, namun demikian hal ini sangat tergantung pada kondisi daerah sehingga pembakaran tradisionalpun masih tetap ada.

### 12.1. Tungku Pembakaran

---

Tungku pembakaran atau *kiln* adalah suatu tempat/ruangan dari batu bata tahan api yang dapat dipanaskan dengan bahan bakar atau listrik dan dipergunakan untuk membakar benda-benda keramik.

Fungsi tungku pembakaran adalah untuk membakar benda-benda keramik yang disusun di dalamnya dan dibakar dengan menggunakan bahan bakar khusus (kayu, batu bara, minyak, gas, atau listrik) sampai semua panas

menyebar dan membakar semua yang ada di dalam tungku itu. Pembakaran atau radiasi panas berlangsung di dalam tungku atau di bawah ruang bakar dan kelebihan asap keluar melalui saluran api atau cerobong tungku. Sirkulasi panas harus dibiarkan secara merata dan bebas di sekeliling benda pada saat dibakar.

Untuk mendapatkan hasil pembakaran yang memuaskan, tungku jenis apapun harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain:

1. dapat mencapai suhu yang diinginkan dengan mudah,
2. suhu seluruh bagian tungku pada ruang pembakaran merata,
3. pemakaian bahan bakar efisien (hemat),
4. dapat digunakan dalam waktu yang lama (umur pemakaian lama),
5. memiliki prosedur pengoperasian dan pemeliharaan yang mudah dan murah, serta
6. memudahkan untuk proses penyusunan dan pembongkaran benda keramik.

Saat ini berbagai jenis tungku pembakaran dapat dijumpai baik di sentra-sentra kerajinan keramik (gerabah), studio keramik, maupun industri keramik. Penggunaan jenis tungku pembakaran yang digunakan sudah tentu dengan melihat beberapa faktor. Beberapa faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam memilih atau merancang tungku pembakaran keramik ialah:

1. Jenis tungku.  
Yang dimaksudkan dengan jenis tungku adalah sirkulasi api/jalannya api, bentuk tungku, ukuran/ kapasitas. bahan yang digunakan.
2. Kapasitas tungku pembakaran  
Kapasitas erat kaitannya antara produktivitas dengan volume tungku (ruang pembakaran), sehingga perlu dipikirkan seberapa ukuran tungku pembakaran yang harus dibuat.
3. Suhu akhir yang ingin dicapai,  
Dalam merancang tungku pembakaran perlu mengetahui jenis badan benda keramik yang akan dibakar, sehingga bahan baku untuk pembuatan tungku juga menyesuaikan. Untuk efisiensi dipilih tungku pembakaran yang dapat mencapai suhu tinggi.
4. Kondisi pembakaran yang diinginkan  
Kondisi pembakaran yang akan dicapai untuk pembakaran jenis oksidasi, reduksi, atau netral harus ditetapkan guna menentukan bentuk ruang bakar, alat pembakar (*burner*) dan damper.
5. Jenis barang yang akan dibakar  
Bahan tanah liat keramik yang dibakar dapat dibedakan menjadi *terracotta/earthenware*, *stoneware* atau porselin oleh sebab itu kita perlu

menentukan jenis tungku, ukuran, dan bahan bakar yang akan digunakan.

6. Jenis bahan bakar

Jenis bahan bakar yang akan digunakan perlu mempertimbangkan kondisi lingkungan, apakah dengan kayu, minyak, gas, batu bara, atau listrik.

g. Lokasi tungku

Lokasi pembuatan tungku harus memperhatikan kondisi lingkungan, di dalam kota, pinggiran, halaman pabrik, garasi, dll.

h. Ukuran plat/shelves

Ukuran plat tahan api juga harus diperhitungkan untuk disesuaikan dengan ukuran plat yang telah ada karena yang ada di pasaran ukurannya terbatas.

Berbagai macam tungku pembakaran yang dapat digunakan banyak jenisnya mulai dari yang sederhana hingga yang paling modern, sejalan dengan perjalanan waktu. Penggolongan jenis tungku dapat dibedakan berdasarkan bentuk, mode operasi, kontak panas, pemakaian nama penemunya, sirkulasi api, dan bahan bakar yang digunakan.

### **12.1.1. Klasifikasi Tungku**

Tungku pembakaran dapat diklasifikasikan sebagai berikut menurut bahan bakar, aliran panas/ sirkulasi api, bentuk, kontak panas, cara operasi/proses pembakaran, pemakaian, dan penemunya. Namun dari berbagai klasifikasi tersebut hanya akan dijelaskan sebagian saja.

#### **12.1.1.1. Klasifikasi Tungku menurut Bahan Bakarnya**

Tungku jenis ini banyak digunakan di studio-studio atau di sekolah sekolah karena mudah dioperasikan. Tungku ini dilengkapi dengan kumparan-kumparan yang akan membara apabila dialiri arus listrik. Bentuk, volume, dan spesifikasi tungku listrik sangat bervariasi dan masing-masing mempunyai keunggulan sendiri.

Bahan apapun yang dapat terbakar dapat digunakan untuk membakar keramik, tetapi sejak dulu pembakaran mempergunakan kayu dan batu bara, sedangkan pada perkembangan terakhir pembakaran menggunakan minyak dan gas. Sekarang sumber panas yang baru untuk pembakaran keramik ialah listrik.

Jenis tungku berdasarkan bahan bakar (sumber panas) yang digunakan dapat digolongkan menjadi lima macam, yaitu:

- a. tungku bahan bakar gas,
- b. tungku listrik,
- c. tungku bahan bakar padat (kayu, batu bara),
- d. tungku bahan bakar minyak,
- e. tungku bahan bakar batubara

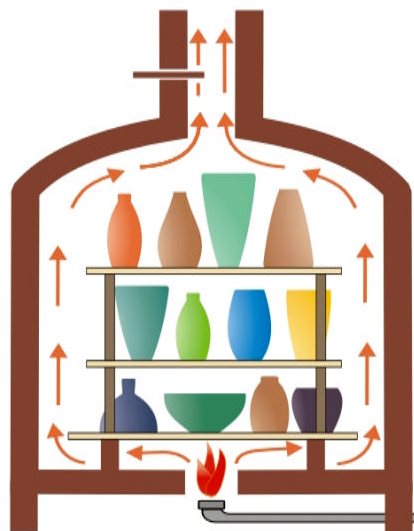
#### 12.1.1.2. Klasifikasi Tungku menurut Arah Aliran Panas/Sirkulasi Api

- **Tungku api naik (*up draft kiln*)**

Pada tungku jenis ini panas dari ruang bakar mengalir ke ruang pemanasan/pembakaran di atas-nya dan memanaskan barang-barang yang ada kemudian keluar melalui cerobong asap di bagian atas. Penggunaan bahan bakar tungku jenis ini relatif tinggi dan perbedaan suhu antara bagian bawah dan atasnya cukup besar sehingga dapat mempengaruhi hasilnya. Yang termasuk jenis ini ialah tungku ladang dan tungku bak. Bentuk tungku api naik ada yang persegi dan ada yang bulat.

Ciri-ciri tungku api naik ialah:

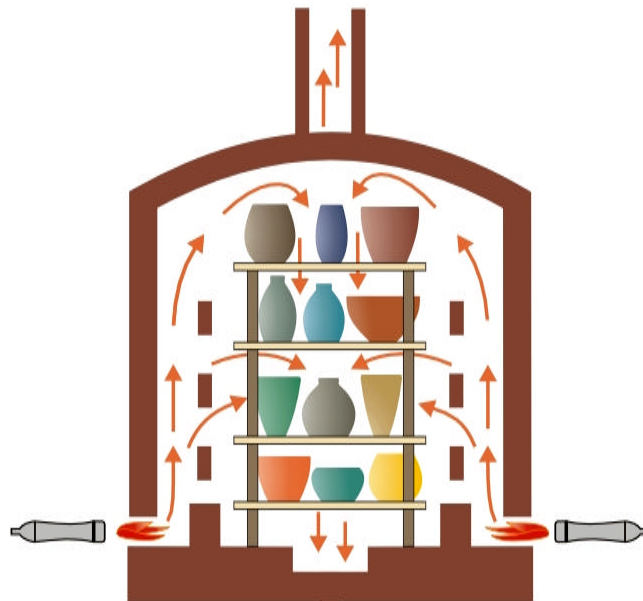
1. pemakaian bahan bakar agak boros,
2. suhu pembakaran relatif rendah (di bawah  $1000^{\circ}\text{C}$ ),
3. perbedaan suhu bagian atas dan bawah dan tengah cukup besar (bagian bawah lebih tinggi),
4. cara pengoperasiannya mudah, dan
5. biaya konstruksi dan pemeliharaan lebih mudah dan murah.



Gambar 12.1. Tungku dengan sirkulasi api naik.  
(sumber: Prasadha Adhikriya)

- **Tungku api berbalik (*down draft kiln*)**

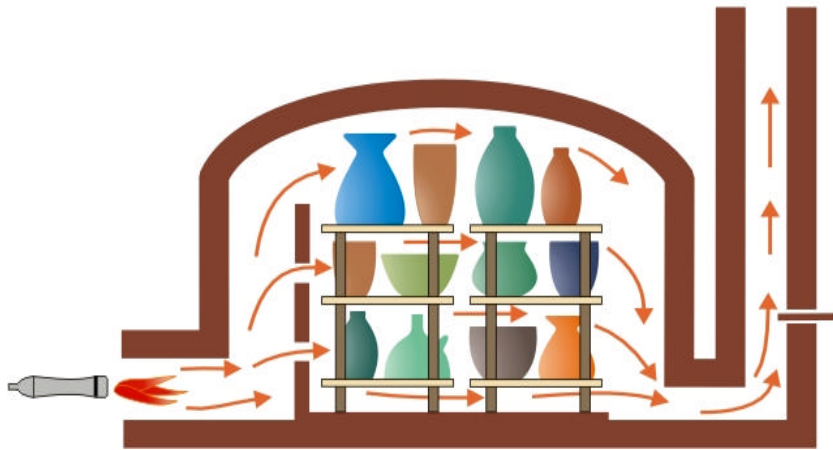
Panas yang dihasilkan dari ruang bakar akan mengalir ke atas karena ada jembatan api (*bag wall*), menyentuh atap tungku pada ruang pembakaran dan berbalik ke bawah untuk memanasi benda keramik, kemudian mengalir ke saluran di bawah lantai tungku (kanal) dan keluar melalui cerobong. Dengan menggunakan jenis tungku ini akan dihasilkan suhu ruang pembakaran yang lebih merata dan dapat mencapai suhu ruang pembakaran yang lebih merata dan dapat mencapai suhu yang lebih tinggi 1400°C. Pada tungku jenis ini juga dilengkapi dengan damper (*skep*) yang ditempatkan pada saluran (kanal) antara tungku dan cerobong. Yang termasuk jenis ini adalah tungku *catenary*. Bentuk dari tungku *down draft* ini ada yang persegi dan ada pula yang bulat.



Gambar 12.2. Tungku dengan sirkulasi api berbalik.  
(sumber: Prasadha Adhikriya)

- **Tungku api mendatar (*cross draft kiln*)**

Panas yang dihasilkan dari ruang bakar oleh jenis tungku ini akan mengalir ke ruang pemanasan sejajar lantai, memanaskan barang keramik, kemudian keluar melalui cerobong asap. Suhu yang paling tinggi terletak dekat ruang bakar dan menurun ke arah cerobong asap.



Gambar 12.3. Tungku dengan sirkulasi api mendatar.  
(sumber: Prasadha Adhikriya)

### 12.1.2. Kiln Furniture

*Kiln furniture* merupakan perlengkapan tungku pembakaran yang berfungsi untuk mendukung proses pembakaran benda keramik. *Kiln furniture* dibuat dari bahan-bahan refraktori yang tahan terhadap pengaruh *spalling*, beban mekanis, keadaan panas, dan tahan terhadap leburan untuk pemakaian berulang-ulang. *Kiln furniture* umumnya terbuat dari bahan refraktori yang tahan terhadap pengaruh *spalling* yaitu beban mekanis, keadaan panas dan tahan terhadap leburan untuk pemakaian secara berulang. Bahan *kiln furniture* dapat terdiri dari bahan *samot*, *mullite*, *cordierite*, *mulcorite* (*mullite cordierite*), *aluminium* tinggi, *aluminium* porselin, dan jenis bahan *silicon carbide*.

Jenis-jenis *kiln furniture* tersebut mempunyai karakteristik pemakaian yang berbeda-beda seperti misalnya:

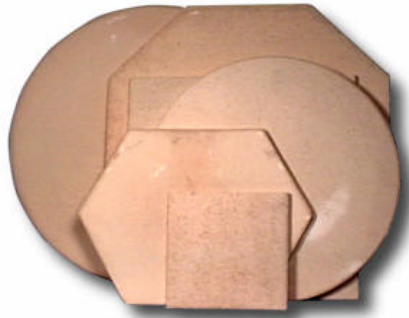
- temperatur maksimum pemakaian
- ketahanan *spalling* atau kemampuan untuk menyangga beban dalam keadaan panas, temperatur tinggi
- ketahanan terhadap reaksi pembakaran reduksi/oksidasi
- keawetan pemakaian
- porositas badan *kiln furniture*.



## Fungsinya *Kiln Furniture*

### Plat/shelves

Plat berfungsi sebagai alas benda keramik yang di bakar dan juga untuk membuat sap di dalam tungku. Bentuk plat bermacam-macam seperti lingkaran, setenagh lingkaran, segi enam, dan persegi empat denga berbagai variasi ukuran. Untuk keperluan tertentu misalnya saat digunakan pembakaran glasir, plat tersebut dilapisi *kiln wash* yaitu lapisan



pelindung agar plat tidak terkena lelehan glasir secara langsung bila meleleh sehingga benda keramik dapat lebih mudah diambil dan tidak melekat pada plat sehingga plat yang digunakan tidak cepat rusak. *Kiln wash* dibuat dari campuran koalin dan kwarsa dengan perbandingan 1:1

### Tiang penyangga/*posts/props*

Tiang penyangga berfungsi sebagai penyangga atau penopang plat (*shelves*) yang disusun dalam tungku untuk alas benda keramik. Tiang penyangga terbuat dari batu tahan api dengan bentuk silinder, balok, dan prisma dengan ukuran tinggi yang bervariasi sehingga dapat digunakan sesuai dengan ukuran tinggi rendahnya benda keramik yang dibakar.

Tiang penyangga ini biasanya dilengkapi dengan *interlocking props*, yaitu penyambung penyangga agar lebih stabil dan tidak goyah.



### *Stilt/spurs*

*Stilt* yaitu kerucut-kerucut kecil yang terbuat dari bata tahan api. *Stilt* dipergunakan untuk menyangga benda keramik yang diglasir pada bagian bawahnya, sehingga glasir tersebut tidak lengket pada plat ketika sudah dibakar. Bentuk *stilt* dapat berupa kerucut-kerucut runcing atau bentuk paku.





### ***Kapsel***

*Kapsel* berfungsi untuk melindungi benda keramik yang dibakar agar tidak terkena api secara langsung, khususnya dalam pembakaran dengan bahan bakar minyak atau gas. *Kapsel* terbuat dari bata tahan api dengan bentuk persegi, kubus, oval ataupun silinder dengan ukuran yang bervariasi.



### ***Tile setters***

Alat yang berbentuk rak digunakan secara khusus untuk menyangga benda keramik berupa *tile/tegel*. Dengan alat ini pembakaran akan lebih efisien karena tidak banyak memakan tempat dan memberikan sirkulasi panas yang lebih merata.



### ***Plate setters***

Alat yang berbentuk rak digunakan khusus untuk menyangga benda keramik berupa piring dan cawan. Alat ini juga tidak memakan banyak tempat karena benda keramik dapat disusun dalam rak tersebut.



### 12.1.3. Pengukur Temperatur (Suhu)

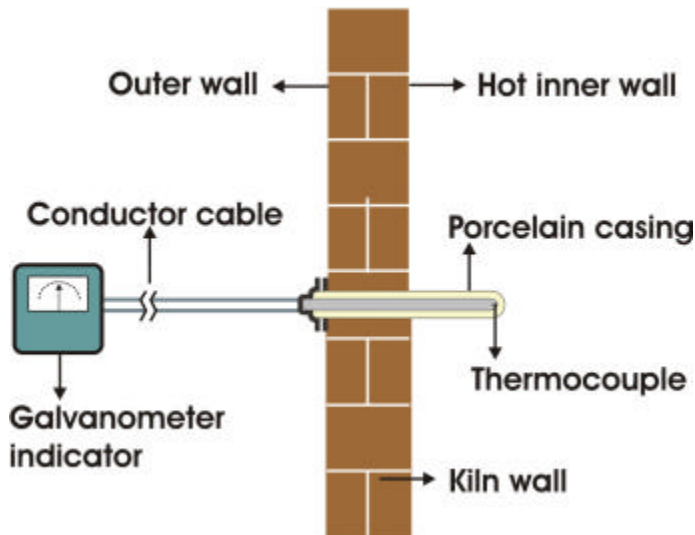
Dalam proses pembakaran pengendalian suhu pembakaran perlu diperhatikan agar hasil pembakaran yang diinginkan dapat tercapai. Dalam praktek pembakaran benda keramik, yang perlu diketahui adalah jenis tanah liat/komposisi tanah liat, jenis glasir, dan suhu yang akan dicapai. Suatu jenis tanah liat atau komposisi glasir yang telah dibakukan biasanya sudah ditentukan suhu bakarnya. Untuk mengukur suhu bakar dapat digunakan *thermocouple*, *pyrometer* dan *pyrometric cone* (pancang). Sebetulnya, *thermocouple pyrometer* merupakan satu kesatuan alat pengukur suhu, yang biasa disebut dengan *pyrometer*.

#### 9.1.3.1. *Pyrometer*

*Pyrometer* adalah alat pengukur suhu di dalam tungku pada setiap saat selama pembakaran berlangsung. *Pyrometer* mempunyai dua bagian penting yaitu *thermocouple* dan *galvanometer* atau *pyrometer* yang dilengkapi dengan penunjuk berupa jarum dan skala suhu dalam satuan derajat *Celcius* atau *Fahrenheit*.

Ada 2 macam pirometer yaitu pirometer optis dan pirometer thermolistrik (*thermocouple*).

Pyrometer thermolistrik terdiri dari *thermocouple*, skala, dan kawat penghubung antar couple dengan skala. Sedangkan *thermocouple* terdiri dari dua kawat logam campuran yang berlainan. Kedua kawat tersebut dibungkus dengan bahan isolasi tahan api.



Gambar 12.4. Penampang *thermocouple* pada dinding tungku.  
(sumber: Melanie Jones)

Cara kerja *pyrometer* ialah sebagai berikut: Pada saat suhu bakar di dalam tungku mulai memanaskan, titik temu kedua kawat yang disolder bertindak sebagai batu baterai yang mengeluarkan arus listrik lemah sebesar beberapa *milivolt*. Semakin lama arus mengalir semakin bertambah besar pula pemanasan, sesuai dengan pertambahan suhu di dalam tungku. Arus menggerakkan jarum indikator menjelajahi skala suhu yang tergambar pada *galvanometer*. Dengan melihat posisi jarum terhadap skala suhu, operator akan dapat langsung membaca dan menentukan besarnya panas yang ada di dalam tungku.

*Pyrometer* merupakan sebuah instrumen yang rentan rusak, penanganan yang hati-hati karena harganya mahal, maka sebaiknya pengoperasiannya dipercayakan kepada operator pembakaran. Biasanya dalam proses pembakaran, selain *pyrometer*, juga digunakan alat pengukur suhu lainnya yang dikenal sebagai *cone* atau *pancang*. Seringkali kedua jenis alat pengukur suhu ini digunakan dalam satu tungku sehingga kesalahan baca suhu akibat salah satu alat tidak berfungsi dapat dihindari.

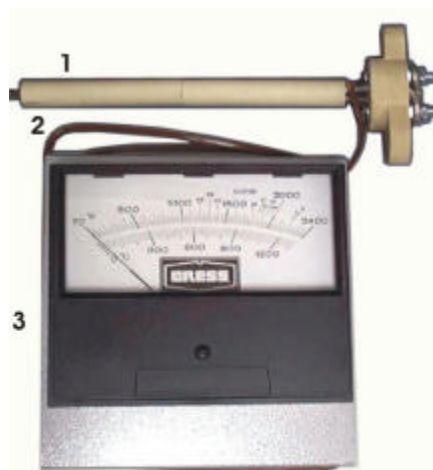
#### 12.1.3.1. *Thermocouple*

*Thermocouple* adalah bagian yang aktif dari sebuah alat pengukur suhu yang disebut *pyrometer*, *thermocouple* dibuat dari dua jenis kawat dengan kedua ujungnya dilebur dan disatukan (*disolder*). Kawat *thermocouple* untuk suhu di bawah  $1100^{\circ}\text{C}$  berbeda dengan *thermocouple* untuk suhu di atas  $1100^{\circ}\text{C}$ . Kawat *thermocouple* untuk suhu di bawah  $1100^{\circ}\text{C}$  menggunakan dua kawat, yaitu campuran logam *krom-aluminium* dan logam *nikel*.

Kawat *thermocouple* untuk suhu di atas  $1100^{\circ}\text{C}$  menggunakan dua kawat, yaitu *platinum murni* dan campuran *platinum-rodium*. Kedua kawat yang menyatu ujungnya dilindungi oleh sebuah tabung tahan api dari mineral *mulit* atau jenis mineral tahan api lainnya. Kedua kawat ujung *thermocouple* dihubungkan dengan kabel kawat timbal pada *pyrometer*.

*Thermocouple* dimasukkan ke dalam tungku pembakaran melalui lubang khusus, kedua ujung kawat yang diluar dihubungkan dengan kabel penghubung ke *galvanometer indicator (pyrometer)*. Kalau ujung sambungan tersebut terkena panas maka akan timbul tegangan listrik yang dapat diukur dengan alat ukur listrik (*pyrometer*) yang akan menunjukkan suhu pada ruang pembakaran.

Pada jenis tungku tertentu *pyrometer* dan *thermocouple* sudah terpasang di tungku pembakaran, tetapi bila belum terpasang umumnya terdapat lubang yang ada di tengah tungku untuk meletakkan *thermocouple*, sedangkan *pyrometernya* perlu diletakkan pada posisi yang aman dan mudah dibaca indikatornya.



Keterangan:

1. Thermocouple
2. Kawat timbal
3. Pyrometer

#### 11.1.3.1. Pancang Suhu/*Pyrometric Cone*

*Cone* atau dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai pancang suhu merupakan salah satu alat pengukur suhu pembakaran yang tergolong akurat. *Cone* dibuat dari campuran bahan keramik dengan komposisi seperti pada glasir. Bahan tersebut dibentuk piramid tinggi dengan tiga sisi dan dirancang untuk melunak dan membengkok pada suhu tertentu. Setiap pancang mempunyai nomor tertentu (nomor 020-nomor 15), nomor 020 untuk suhu  $600^{\circ}\text{C}$  sampai dengan 15 untuk suhu  $1431^{\circ}\text{C}$ . Nomor-nomor tersebut sesuai dengan temperatur pembakaran yang mengindikasikan pada suhu berapa pancang tersebut akan melengkung atau membengkok menyentuh lantai dasar. Standar ukuran untuk pancang besar, tinggi kurang lebih 66 mm dan untuk pancang kecil, tinggi kurang lebih 25 mm.

Pancang suhu ini hanya dapat dipakai sekali saja, setelah suhu yang sesuai nomor kode dicapai, maka pancang akan melengkung dan tidak dapat digunakan lagi. Agar pancang berfungsi dengan baik, maka harus diletakkan pada sudut kemiringan  $8^{\circ}$ , dihitung dari poros tegak lurus dengan lantai

dasar dan ditempatkan dalam tungku, diletakkan dekat lubang intai (*spy hole*) agar dapat dilihat dari luar tungku pembakaran. Karena pancang dibuat dari bahan keramik yang formulanya disesuaikan dengan suhu matang tertentu, maka pancang ini dianggap sebagai alat pengukur suhu yang baik, selain pirometer. Untuk mengamati suhu pembakaran dianjurkan menggunakan satu seri, terdiri atas tiga buah pancang yang berurutan nomornya, misalnya nomor 5, 4, dan 3 untuk suhu matang sekitar  $1150^{\circ}\text{C}$ . Ketiga pancang tersebut disusun berjajar dengan sudut kemiringan  $8^{\circ}$  dan diletakkan sedemikian rupa di dalam tungku sehingga dapat dilihat melalui lubang intai.

Bila pancang pertama (nomor 3) sudah membengkok dan ujungnya hampir menyentuh lantai dasar, maka berarti suhu yang diinginkan hampir tercapai. Apabila pancang pertama (nomor 3) sudah membengkok dan ujungnya sudah menyentuh lantai dasar, dan pancang ke dua (nomor 4) sudah membengkok serta ujungnya hampir menyentuh lantai dasar, maka berarti suhu yang diinginkan telah tercapai. Pancang ketiga (nomor 5) diupayakan dalam keadaan tetap tegak pada setiap akhir pembakaran. Jika pancang ketiga (nomor 5) ikut membengkok sampai menyentuh lantai dasar, maka akan melewati suhu bakar yang seharusnya (*overfiring*).

Pancang yang lebih rendah untuk mengetahui bahwa suhu pembakaran akan tercapai, sedangkan nomor yang lebih tinggi untuk mencegah jangan sampai suhunya terlalu tinggi, dalam praktik sehari-hari seringkali dijumpai bahwa orang hanya menggunakan sebuah pancang saja, yang tentunya mengandung risiko bila pancang tersebut tidak berfungsi dengan baik.



Cone nomor 5



Cone nomor 4



Cone nomor 3

Pancang dikembangkan di Jerman oleh seorang ahli keramik bernama Dr. Hermann Seger pada tahun 1886. Pada awalnya pelat ini digunakan untuk pengujian pembakaran bahan-bahan tahan api. Dalam perkembangannya ia membuat pancang menjadi beberapa seri, masing-masing diberi nomor berdasarkan suhu matang yang ingin dicapai, dikenal sebagai pancang seger. Selain pancang seger, berkembang pula pancang-pancang lain yang digunakan di industri keramik, yaitu pancang *orton* dibuat oleh Eduard Orton dari Amerika dan pancang *staffordshire* (sentra industri keramik) di Inggris yang ketiganya mempunyai sedikit perbedaan. (Lihat daftar pancang).

Cara kerja pancang sebagai berikut, pada saat bersentuhan dengan api, pengaruh panas pertama-tama mengenai ujung, selanjutnya merambat ke bawah, oleh karena itu pada saat titik matang, pancang akan melengkung perlahan dari atas ke bawah.

Tingkat kecepatan kenaikan suhu pembakaran berpengaruh pada kerja pancang, sebagai contoh bila waktu pembakaran mencapai suhu matang terlalu cepat (*fast firing*) dibandingkan dengan waktu seharusnya, maka akan diperlukan suhu yang lebih tinggi untuk membengkokkan/melengkungkan pancang.

Kenaikan suhu per jam untuk setiap pancang berbeda-beda, menurut Daniel Rhodes, kenaikan  $20^{\circ}\text{C}$  per jam dianggap lambat. Pancang *orton* dibuat untuk kenaikan suhu antara  $60^{\circ}\text{C/jam}$  dan  $150^{\circ}\text{C/jam}$ . Bila suhu pembakaran tinggi telah tercapai (biasanya warna api putih menyilaukan), pancang di dalam tungku sulit untuk dilihat. Hal ini dapat diatasi dengan meniupkan udara ringan ke dalam tungku melalui lubang intai sehingga pancang dapat dilihat walaupun hanya sepiintas. Untuk ini harus dilakukan dengan sangat hati-hati.

Tabel 12.1. Daftar *pyrometric cone*.  
(sumber: Glenn Nelson)

Nomor Cone	Cone Besar		Cone Kecil		Segar Cone (Celcius)
	150° C	270° F	300° C	540° F	
020	635	1175	666	1231	670
019	683	1261	723	1333	690
018	717	1323	752	1386	710
017	747	1377	781	1443	730
016	792	1458	825	1517	750
015	804	1479	843	1549	790
014	838	1540			815
013	852	1566			835
012	881	1623			855
011	894	1641			880
010	894	1641	919	1686	900
09	923	1690	955	1751	920
08	955	1751	983	1801	940
07	981	1803	1008	1816	960
06	999	1830	1023	1873	980
05	1046	1915	1062	1914	1000
04	1060	1940	1098	2008	1020
03	1101	2011	1131	2068	1040
02	1120	2048	1148	2098	1060
01	1137	2079	1178	2152	1080
1	1154	2109	1159	2154	1100
2	1162	2124	1179	2154	1120
3	1168	2134	1196	2185	1140
4	1186	2167	1209	2208	1160
5	1196	2185	1221	2230	1180
6	1222	2232	1255	2291	1200
7	1240	2264	1261	2307	1280
8	1263	2305	2305	2372	1250
9	1280	2336	1317	2403	1280
10	1305	2381	1330	2426	1300
11	1315	2399	1330	2437	1320
12	1326	2419	1335	2471	1350
13	1346	2455			1380
14	1360	2491			1410
15	1431	2608			1430



## 12.2. Pembakaran

---

Pembakaran adalah suatu reaksi yang cepat antara oksigen dengan kumparan bahan bakar yang menghasilkan panas sebagai akibat reaksi kimia antara kumparan bahan bakar dan oksigen.

Oksigen yang berasal dari udara mempunyai bagian volume sebesar 21%, Nitrogen 78%, dan molekul-molekul gas lainnya 1%.

Proses pembakaran yaitu menggunakan kompor pembakar dengan bahan bakar minyak memerlukan kecermatan dan ketelitian, yang akan menentukan keberhasilan. Beberapa faktor yang akan sangat menentukan keber-hasilan proses pembakaran, antara lain ialah

- a. Jenis tungku pembakaran.
- b. Kompor pembakar.
- c. Cara pengoperasian.
- d. Bahan bakar.

### 12.2.1. Pengertian Perubahan Keramik (*Ceramic Change*).

Untuk menjadi suatu benda yang permanen, tanah liat/keramik harus dibakar terlebih dahulu, sebab tanah liat yang telah mengeras karena sinar matahari dapat hancur oleh air. Tanah liat mengalami pembakaran melewati suhu  $600^{\circ}\text{C}$  maka tanah liat tersebut mengalami perubahan fisik dan kimia menjadi keramik yang tidak hancur atau lapuk oleh air. Peristiwa itu disebut perubahan keramik atau *ceramic change*, sebab keramik tidak bisa dikembalikan lagi menjadi tanah liat. Proses pembakaran yang telah melewati suhu  $600^{\circ}\text{C}$ , bukan berarti bahwa keramik tersebut telah matang (*vitrifikasi*) sempurna. Suhu yang dibutuhkan untuk mematangkan tanah liat bervariasi sesuai dengan jenis tanah liatnya.

Kematangan (*vitrifikasi*) adalah kondisi keramik yang telah mencapai kematangan secara tepat tanpa mengalami perubahan bentuk, hal ini ditentukan oleh peleburan bahan-bahan feldspatik dan kwarsa bebas dalam badan keramik, yang berfungsi sebagai pelekat partikel-partikel tanah liat, sehingga setelah proses pendinginan partikel-partikel tanah tersebut seolah-olah direkatkan satu sama lain membentuk badan keramik yang keras.

Suhu matang tanah liat memiliki jarak antara (*range*) yang cukup besar, biasanya antara  $50^{\circ}\text{C}$ - $200^{\circ}\text{C}$ . Misalnya tanah liat earthenware dari lokasi tertentu memiliki suhu matang antara  $950^{\circ}\text{C}$ - $1050^{\circ}\text{C}$ , artinya jika dibakar dibawah suhu  $950^{\circ}\text{C}$  tanah liat tersebut belum mengalami perubahan keramik secara sempurna. Sebaliknya jika dibakar melebihi suhu  $1050^{\circ}\text{C}$ , tanah liat akan mengalami perubahan bentuk atau bahkan meleleh, karena



pemanasan yang berlebihan dan partikel-partikel tanah ikut melebur menjadi mineral yang meleleh.

### **12.2.2. Perubahan yang Terjadi pada Pembakaran Keramik**

Bila tanah liat dipanaskan mulai dari suhu awal sampai suhu akhir pembakaran maka akan terjadi perubahan fisika, kimia maupun mineral secara serempak atau sendiri-sendiri.

Secara keseluruhan, proses pembakaran dapat dibagi menjadi 3 (tiga) tingkatan sebagai berikut:

#### **12.2.2.1. Tahap Pengeringan**

Pada tahap ini terjadi penguapan air mekanis, yaitu sisa air pembentukan atau yang terikat karena kelembaban udara. Jumlah air yang terkandung dalam tanah liat (massa badan benda) tergantung dari :

1. Cara pembentukan barang
2. Pengeringan sebelum dibakar
3. Jenis tanah liat yang digunakan

Bila pengeringan sebelumnya kurang efektif, apalagi jika pembentukannya dengan cara basah maka kandungan airnya tinggi. Pada massa bodi dengan butiran halus akan menyerap lebih banyak air. Demikian juga berbagai jenis tanah liat akan menyerap air yang berbeda, dan melepaskannya pada suhu yang berbeda pula. Selain faktor tersebut di atas, kelembaban udara juga akan mempengaruhi kadar air keramik mentah (massa badan benda). Bila dibiarkan dalam ruangan yang lembab keramik mentah akan menyerap uap air dari udara sampai mencapai kondisi seimbang. Barang keramik mentah disebut kering bila kadar airnya kurang dari 5%.

Untuk menentukan berapa suhu berakhirnya tahap pengeringan ini, sangatlah sulit. Namun umumnya suhu 50°C dianggap sebagai suhu akhir tahap pelepasan air mekanis, atau tahap terjadinya penyusutan. Agar pengeluaran air dapat berlanjut dan tidak membahayakan benda keramik mentah karena susut, maka kenaikan suhu harus dijaga, tidak boleh terlalu cepat.

#### **12.2.2.2. Pemanasan Pendahuluan**

Pada tahap ini terjadi pembakaran kimia, yaitu proses pelepasan air kristal, penguraian menjadi oksida-oksida dan oksidasi.

Tahap ini secara normal dianggap mulai dari 300°C sampai 800°C, pada daerah temperatur reaksi kimia yang umum terjadi pada periode ini adalah:

1. *Dekomposisi* (penguraian) dari garam-garam *sulfat* atau *karborat* menjadi *oksida-oksida basa*, serta penguraian komponen tanah liat menjadi oksida-oksidanya. Disini *oksida basa* dan *asam* mulai bereaksi. Bila jumlah *basa* cukup, maka akan menurunkan titik lebur senyawa silika dan mulai terbentuk gelas.
2. Oksida terjadi pada periode ini, komponen yang paling mudah teroksidasi adalah karbon, sulfur dan besi.

### **12.2.2.3. Pembakaran**

Tahap pembakaran penuh, merupakan reaksi-reaksi fisika dan kimia yang telah dimulai sebelumnya dan akan berlangsung terus dengan kecepatan yang lebih tinggi. Pada tahap ini terjadi reaksi-reaksi rekombinasi, peleburan sebagian dan dekrystalisasi. Bila suhu dinaikkan lagi atau waktunya lebih lama, hasil peleburan akan menembus ke pori-pori yang lebih dalam dan menghasilkan bahan padat.

### **12.2.3. Tahap Pembakaran Biskuit**

Perubahan yang terjadi dalam pembakaran barang-barang keramik akan tergantung dari komposisi campuran bahan yang dipakai untuk bodi, suhu pemanasan dan kondisi pembakaran/suasana pembakaran (oksidasi, reduksi dan netral). Secara keseluruhan pembakaran biskuit dapat di bagi menjadi empat tahap yaitu:

#### **12.2.3.1. Tahap Penguapan (*water smoking*)**

Adalah tahapan pelepasan air mekanis, untuk menetapkan suhu berapa berakhirnya tahap pengeringan sangatlah sulit, tetapi 150°C dianggap sebagai suhu akhir tahap pelepasan air mekanis.

#### **12.2.3.2. Tahap *Dehidrasi***

Pada tahap ini pembakaran dilakukan secara perlahan-lahan karena apabila pada tahap ini tungku terlalu cepat dipanaskan bisa mengakibatkan barang-barang keramik meledak/pecah. Air yang terkombinasi secara kimia dilepaskan dari badan keramik pada suhu antara 200°C dan 460°C.

#### **12.2.3.3. Tahap Oksidasi**

Tahap ini terjadi pada suhu berkisar antara 400°C-1100°C. Saat tanah liat dibakar, apabila oksidasi kandungan karbon tak sempurna maka akan mengakibatkan adanya bintik-bintik hitam dan lubang-lubang kecil pada permukaan badan keramik. Hal ini akan berdampak pula pada gerakan dan panas glasir menjadi tidak merata.

#### 12.2.3.4. Tahap vitrifikasi

Pada tahap pematangan bodi ini suhu sekitar 900°C. Pada tahap ini terjadi peleburan dan rekristalisasi. Bila suhunya dinaikkan lagi, leburan akan menembus kepori-pori yang lebih dalam dan menghasilkan bahan padat. Pada tahap ini *flux*, akan bereaksi dengan tanah liat dan cenderung melunak, akhirnya bila suhunya diatas titik *vitrifikasi* akan keluar gas sehingga muncul gelembung yang kemudian meledak. Hal ini karena *flux* dalam badan mendidih.

#### 12.2.3.5. Tahap *soaking*

Proses pembakaran yang telah cukup temperaturnya perlu dipertahankan beberapa saat (*soaking period*), agar reaksi-reaksi yang terjadi merata pada seluruh bagian keramik. Apabila proses *soaking period* dianggap telah cukup, tungku dapat dimatikan dan didinginkan dalam waktu yang cukup, atau minimal 18 jam. Setelah tungku dingin, dan suhu telah mencapai dibawah 100°C, tungku dapat di buka sedikit, beberapa saat kemudian barang-barang dapat dibongkar/di keluarkan.

### 12.2.4. Prinsip-Prinsip Reaksi Pembakaran

Bahan bakar kayu, arang, minyak untuk pembakaran dalam tungku merupakan bahan bakar yang mengandung karbon dan akan bereaksi dengan oksigen (udara) sehingga membangkitkan panas. Dalam reaksi pembakaran ini yang utama adalah bagaimana mengalirkan udara secukupnya dengan mengandung oksigen pada bahan bakar yang mengandung karbon. Pada prinsipnya, sebelum proses pembakaran terjadi, bahan bakar yang berbentuk padat (kayu dan arang) maupun cairan (minyak) harus berubah menjadi gas agar dapat menimbulkan panas. Perubahan bahan bakar menjadi gas hanya akan terjadi apabila suhu pembakaran naik. Semakin tinggi suhu maka semakin cepat terjadi proses pembakaran. Selama proses pembakaran berlangsung perlu ada pengendalian dalam hal berikut:

#### 12.2.4.1. Temperatur

Temperatur atau suhu selama proses pembakaran dapat diukur dengan *thermocouple* dan *pyrometer* yang terpasang dalam tungku pembakaran.

#### 12.2.4.2. Kecepatan Kompor Pembakar (*Burner*)

Kecepatan pembakaran dapat diatur dengan menambah atau mengurangi jumlah bahan bakar dalam ruang pembakaran dengan mengatur kran bahan bakar. Dengan menambah bahan bakar, udara yang masuk dan diperlukan

untuk pembakaran harus ditambah sehingga ada keseimbangan. Kecepatan pembakaran dapat dikontrol melalui *thermocouple* atau *pyrometer* dan disesuaikan dengan trayek pembakaran yang direncanakan.

#### **12.2.4.3. Waktu**

Waktu yang dibutuhkan dalam proses pem-bakaran ditentukan oleh tiga faktor, yaitu tinggi rendahnya suhu pembakaran yang akan dicapai, kecepatan kenaikan suhu, dan yang penting kapasitas tungku pembakaran. Makin besar kapasitas tungku pembakaran makin lama waktu yang diperlukan untuk pembakaran.

#### **12.2.4.4. Tarikan Cerobong**

Tarikan cerobong diatur oleh skep atau damper yang dipasang antara tungku dan cerobong. Tarikan cerobong akan mempengaruhi efisiensi pemakaian bahan bakar dan kenaikan suhu. Bila tarikan cerobong terlalu tinggi/cepat gas panas tidak memiliki cukup waktu untuk memberikan panas kepada benda keramik sehingga dibutuhkan bahan bakar yang lebih banyak untuk dapat menaikkan suhu. Kalau tarikan cerobong terlalu kecil/rendah maka pembakaran tidak lancar dan panas tidak merata.

#### **12.2.4.5. Suasana pembakaran (oksidasi, reduksi, dan netral)**

Suasana pembakaran yang dimaksud adalah oksidasi, reduksi, atau netral. Suasana oksidasi akan terjadi bila udara yang diperlukan untuk pembakaran berlebihan dibanding dengan bahan bakar, reduksi akan terjadi apabila udara yang dibutuhkan kurang sedangkan netral akan terjadi bila udara dan bahan bakar seimbang. Berikut ini Anda akan memahami pengertian istilah dalam pembakaran tersebut yaitu :

##### **1. Pembakaran oksidasi**

Adalah suatu proses pembakaran dimana jumlah oksigen yang dibutuhkan berlebihan, artinya semua unsur bahan bakar terbakar habis, tetapi dalam gas hasil pembakaran masih terkandung oksigen. Pada pembakaran oksidasi nyala api cenderung lebih pendek dan lebih jernih.

##### **2. Pembakaran reduksi atau disebut pembakaran tak sempurna**

Adalah suatu proses pembakaran dimana jumlah oksigen yang dibutuhkan kurang dan didalam gas hasil pembakaran masih mengandung unsur bahan bakar, sehingga kekurangan oksigen ini diambil dari oksigen yang ada pada benda yang dibakar. Nyala api cenderung lebih panjang dan kadang-kadang berasap (hitam).

##### **3. Pembakaran netral**

Adalah suatu proses pembakaran yang berlangsung dengan sempurna. Pada pembakaran ini, perbandingan jumlah molekul bahan bakar terbakar habis dan tak ada kelebihan oksigen.

Pembakaran akan berlangsung sempurna bila perbandingan antara jumlah molekul bahan bakar dan oksigen tepat, dengan perbandingan ini akan menjadikan suasana pembakaran dapat menjadi netral, oksidasi, atau reduksi.

#### **12.2.5. Pembakaran Tunggal (*Single firing*)**

Ada dua cara untuk melapisi benda keramik dengan glasir. Pertama, glasir dilapiskan pada benda keramik yang sudah dibakar biskuit dan dibakar kembali untuk mematangkan glasir dan biskuitnya. Kedua, glasir dilapiskan pada benda mentah (belum dibakar), artinya pematangan glasir sekaligus dilaksanakan bersama dengan pematangan tanah liat. Cara kedua tersebut disebut dengan pembakaran tunggal (*single firing*). Bahan glasir yang digunakan adalah bahan-bahan glasir temperatur rendah, atau temperatur menengah. Suhu bahan glasir disesuaikan dengan suhu matang tanah liat yang melapisi. Pada prinsipnya, bahan glasir untuk benda yang telah dibakar biskuit dengan benda mentah (belum dibakar) sama. Faktor yang lebih esensi adalah bahwa glasir harus melekat dengan baik pada badan benda tanpa mengelupas. Pengglasiran pertama dilakukan pada bagian dalam benda, dan selanjutnya bagian luar. Pengglasiran dilakukan dengan cepat, dan hati-hati pada waktu mengangkat/memegang, sebab kekuatan benda mentah sangat tergantung pada kekuatan tanah liat. Sering kali ada keretakan/pecah langsung setelah pengglasiran.

##### **12.2.5.1. Proses Pembakaran Tunggal**

Pada prinsipnya proses pembakaran tunggal sama dengan proses pembakaran biskuit. Sedangkan prinsip penyusunan benda mentah berglasir sama dengan cara menyusun benda biskuit berglasir.

Pada pembakaran awal dilakukan dengan sangat hati-hati, dan dilaksanakan sama seperti pada tahap-tahap dalam pembakaran biskuit. Selama pembakaran diperlukan lubang-lubang ventilasi secukupnya untuk memberi jalan keluar bagi *gas hidrokarbon* dari badan benda. Pembakaran tunggal merupakan pembakaran kombinasi antara pembakaran biskuit dan pembakaran glasir, maka akan memerlukan waktu yang lama, apabila dibandingkan dengan hanya pembakaran biskuit. Interaksi antara badan dan glasir akan menjadi lebih besar dibandingkan pengglasiran pada benda biskuit, karena badan keramik akan banyak menyerap glasir.

##### **12.2.5.2. Keuntungan dan Kerugian**

###### **Keuntungan pembakaran tunggal**

- a. Efisien dari segi penggunaan bahan bakar, baik dengan bahan bakar minyak, gas atau energi listrik.

- b. Biaya operasional dapat ditekan, sangat berbeda bila dilakukan dengan pembakaran dua kali/biskuit.
- c. Tungku cenderung lebih awet.

### **Kerugian pembakaran tunggal**

- a. Bila benda mentah berglasir tidak dibakar sesuai prosedur, maka gas terlepas dengan sempurna, gas tadi dapat menguap dan menembus/membelah lapisan glasir. Bila ini terjadi akan timbul belang-belang, kesalahan ini disebut *crawling*.
- b. Bila pada pembakaran awal bendanya pecah, dan pecahan menyebar disekelilingnya, maka pecahan akan menempel pada benda lain ketika glasir telah menjadi matang.
- c. Kerusakan yang disebabkan teknik *single firing* adalah: glasir meloncat, badan menggelembung, dan terdapat gelembung-gelembung udara didalam glasir.

## **12.2.6. Sirkulasi Api**

Praktik pembakaran keramik sangat berkaitan erat dengan jenis tungku yang digunakan, termasuk sirkulasi api (aliran api). Yang dimaksud dengan Sirkulasi api adalah jalannya aliran gas panas dari ruang pembakaran, tempat gas panas tersebut dihasilkan hingga ke cerobong kemudian dikeluarkan. Ada tiga jenis sirkulasi api pada tungku pembakaran, yaitu seperti dibawah ini

### **12.2.6.1. Sirkulasi api naik (*up draft kiln*)**

Gas panas dihasilkan dari ruang bakar di bagian bawah gas tersebut dan mengalir ke ruang pembakaran di atasnya sehingga memanaskan benda-benda keramik, kemudian keluar dari cerobong di bagian atas.

### **12.2.6.2. Sirkulasi api datar (*horizontal/cross draft kiln*)**

Gas panas mengalir dari ruang bakar kemudian masuk ke ruang pembakaran yang sejajar dengan lantai, dan memanaskan benda-benda keramik, kemudian keluar melalui bagian bawah cerobong.

### **12.2.6.3. Sirkulasi api berbalik (*down draft kiln*)**

Gas panas dari ruang bakar mengalir ke atas karena ada dinding api/jembatan api (*bag wall*). Gas tersebut kemudian menyentuh atap tungku dan berbalik ke bawah untuk memanasi benda-benda keramik serta mengalir ke saluran di bawah lantai tungku (kanal) dan ke luar melalui cerobong.

Warna dalam ruang bakar dapat menunjukkan tinggi temperature, seperti ditunjukkan pada *chart* seperti di bawah:

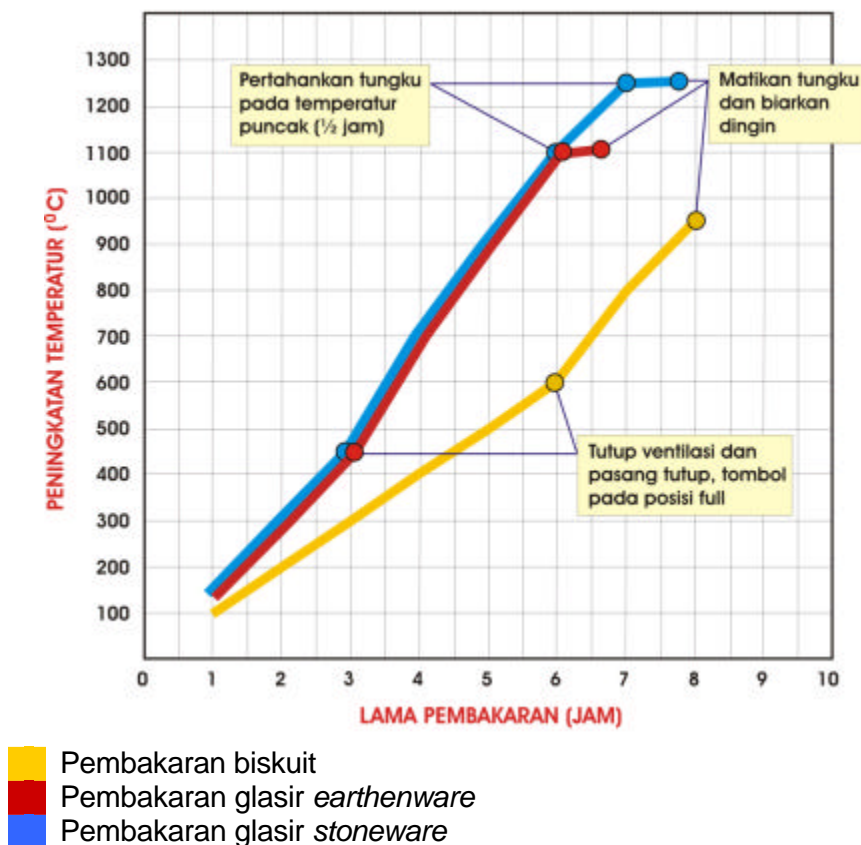
Tabel 12.2. *Heatwork*: Perubahan bentuk material keramik oleh panas.  
(sumber: [www.users.stlcc.edu](http://www.users.stlcc.edu))

Warna dalam Tungku	Cone	°F	°C	Uraian
Putih	14	2552°	1400°	Porselin: cone 10-13
Kuning	10	2380°	1300°	Bakaran tinggi/ <i>stoneware</i> : cone 8-10, rata-rata = cone 10
	6	2192°	1200°	Glasir menengah: cone 2-7
	04	1950°	1100°	Bakaran rendah/ <i>Earthenware</i> : cone 015-1, rata-rata = cone 04
Kuning oranye			1000°	
	010	1650°	900°	Partikel tanah liat mulai mengkaca, <b>biscuit</b> temperatur paling rendah (cone 010-04)
		1450°	800°	Mulai <i>vitrifikasi</i> (mengkaca), material mengandung karbon (zat arang) mulai dibakar
Merah	018	1292°	700°	<b>Panas merah-pijar</b>
Merah gelap			600°	
		1060°	500°	573°C, pembalikan ( <i>inverse</i> ) kwarsa antara proses pemanasan dan pendinginan
			400°	Mulai 480°C-700°C, terjadi penguapan ( <i>water smoking</i> ) air kimia
			300°	Mulai 300°C-800°C, material mengandung zat arang ( <i>carbonaceous</i> ) mulai dibakar.
		439°	200°	220°C, perluasan <i>crystalite</i> (pemanasan), tekanan (pendinginan)
Gelap		212°	100°	Air berubah menjadi uap air ( <i>steam</i> )

### 12.2.7. Grafik Pembakaran

Suhu bakar keramik berkaitan langsung dengan suhu kematangan, yaitu keadaan benda keramik yang telah mencapai kematangan secara tepat tanpa mengalami perubahan bentuk. Agar tanah liat dapat berubah menjadi keramik, maka tanah liat yang telah dibentuk tersebut harus melalui proses pembakaran dengan suhu melebihi 600°C, dimana tanah liat akan mengalami perubahan menjadi suatu mineral yang padat, keras, dan permanent. Perubahan ini disebut *cheramic change* atau perubahan keramik. Suhu kematangan tanah liat atau *vitrifikasi* adalah kondisi keramik yang telah mencapai suhu kematangan secara tepat tanpa mengalami perubahan bentuk. Untuk itu sebelum melaksanakan proses pembakaran, perlu diketahui terlebih dahulu jenis tanah liat yang digunakan untuk membentuk benda keramik.

Grafik pembakaran biskuit, pembakaran glsir earthenware dan stoneware dpat ditunjukkan seperti gambar berikut.



Gambar 12.5. Grafik pembakaran.  
(sumber: Steve Mattison)



### 12.2.8. Problem Pembakaran Biskuit dan Pemecahannya.

Berikut ini beberapa problem yang sering ditemui dalam pembakaran biskuit, antara lain :

Tabel 12.3. Problem pembakaran biskuit dan pemecahannya.  
(sumber: peter Cosentino)

Problem	Diagnosa	Pemecahan
Benda pecah atau meledak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benda tidak kering secara sempurna</li> <li>• Dinding badan benda terlalu tebal</li> <li>• Kantong-kantong udara dalam jumlah banyak terdapat dalam tanah liat</li> <li>• Benda di bakar terlalu cepat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keringkan benda lebih lama sebelum dibakar atau panasi dulu/<i>preheating</i> sebelum dibakar</li> <li>• Koreklah atau kurangi bagian yang tebal dari dinding benda tersebut</li> <li>• Bakarlah benda secara perlahan-lahan sampai suhu 200°C dan 600°C</li> </ul>
Benda terbelah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adanya kantong-kantong udara dalam tanah liat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada waktu menggabungkan permukaan tanah liat, sambungan harus betul-betul kuat, sambunglah dengan menggores dan berilah slurry setelah tanah liat tak lembek</li> </ul>
Sebuah lubang muncul pada permukaan ( <i>spit out</i> ) segera atau beberapa saat setelah pembakaran, sehingga menimbulkan bubuk putih dibawahnya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kotoran dalam tanah liat (gips)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jagalah agar tanah liat tidak terkontaminasi dengan bahan lain.</li> <li>• Gunakan lebih banyak tanah liat yang sudah disaring.</li> </ul>
Muncul retak-retak seperti garis rambut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur pembakaran terlalu rendah (hampir selalu terjadi pada tanah liat <i>stoneware</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benda-benda dibakar biskuit hingga temperatur 1000°C</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengeringan terlalu cepat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keringkan benda hingga betul-betul kering</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tahap pembakaran pertama terlalu cepat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lakukan pemanasan awal dan bakarlah pelan</li> </ul>

### 12.3. Penyusunan dan Pembongkaran Benda dari dalam Tungku Pembakaran

---

Membakar benda keramik merupakan tahapan cukup kritis untuk merubah benda mentah (*greenware*) menjadi benda keramik matang yang keras. Salah satu kemampuan yang perlu dikuasai sebelum membakar benda keramik adalah penyusunan dan pembongkaran benda dari tungku. Sebelum melakukan penyusunan benda dalam tungku sebaiknya anda memahami sifat benda yang akan disusun, yakni sifat benda mentah yang kondisinya cukup rapuh, sehingga cara memegang, memindahkan dan menempatkan benda harus diperhitungkan benar agar benda mentah tersebut tidak retak, atau pecah berkeping-keping sebelum dibakar. Sebaiknya anda juga perlu mengetahui cara pengeringan dan perlakuannya secara tepat agar benda yang telah selesai dibentuk tersebut tidak mengalami keretakan atau kerusakan.

Penyusunan benda dalam tungku pembakaran memerlukan keterampilan tersendiri agar proses pembakaran berjalan dengan baik. keterampilan ini perlu dimiliki oleh pekerja yang tugasnya membakar benda-benda keramik yang ada di industri keramik baik skala kecil maupun skala besar.

Benda keramik harus melalui proses pembakaran, bila belum melalui tahap pembakaran maka belum bisa disebut dengan keramik.

Beberapa hal yang perlu dipelajari adalah:

1. Jenis-jenis tungku yang digunakan untuk membakar benda keramik
2. Perlengkapan tungku dan fungsinya
3. Tahap-tahap pembakaran biskuit
4. Cara mengoperasikan berbagai jenis tungku
5. Problem dalam pembakaran biskuit dan pemecahannya

#### **Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

1. Kenakan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja dalam melaksanakan proses pembakaran: pakaian kerja, sarung tangan, kacamata, dll.
2. Periksa kondisi tungku pembakaran dan perlengkapannya sebelum dan sesudah digunakan.
3. Gunakan tungku pembakaran dan perlengkapannya sesuai fungsinya.
4. Bersihkan tungku pembakaran, perlengkapannya, dan ruangan setelah digunakan.
5. Simpan kembali perlengkapannya tungku pembakaran pada tempatnya.
6. Periksa instalasi kelistrikan pada tungku pembakaran.
7. Perhatikan pengelolaan limbah.

Kemampuan untuk membakar benda keramik dengan prosedur yang benar sangat bermanfaat yang untuk diterapkan di industri keramik sebagai operator pada divisi pembakaran, baik dengan bahan bakar gas, minyak, listrik, dan bahan bakar padat.

### 12.3.1. Peralatan dan *Kiln Furniture*

Untuk menyusun dan membongkar benda keramik dari tungku diperlukan peralatan yang jenisnya meliputi:

- Rak dorong/*trolley*
- Plat
- Tiang penyangga
- *Stilt*
- Pancang suhu (*cone*)
- *Pyrometer*

### 12.3.2. Perlengkapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

#### **Pakaian kerja**

Berfungsi untuk melindungi tubuh/badan.



#### **Sarung tangan (*glove*)**

Terbuat dari kulit atau kain dan serat asbes yang berfungsi untuk mengambil benda yang relatif masih panas dari tungku.



**Kacamata pelindung (google)**

Terbuat dari kaca atau mika, berfungsi untuk melindungi mata dari pancaran sinar api atau percikan bahan yang membahayakan mata.

**12.3.3. Bahan**

Bahan yang diperlukan dalam penyusunan barang, khususnya pembakaran glasir adalah *kiln wash* dan *grog* ataupun pasir kuarsa.

**Pasir kuarsa (grog)**

Bahan yang digunakan di atas plat agar benda yang dibakar tidak langsung bersentuhan dengan plat sehingga sirkulasi panas dan keamanan benda lebih terjamin.

**Tanah liat**

Pasir kuarsa dicampur bersama dengan tanah liat juga digunakan untuk menutup celah penyangga dan plat yang tidak stabil agar lebih stabil dan mantap.

**Kiln wash**

*Kiln wash* digunakan untuk melapisi plat ataupun bagian tungku agar terlindung dari lelehan glasir. Secara sederhana kiln wash dapat dibuat dari campuran *kuarsa* dan *kaolin* yang perbandingannya 1:1, dicampur air dan diaduk, kemudian dikuaskan pada plat yang akan digunakan pada pembakaran glasir.

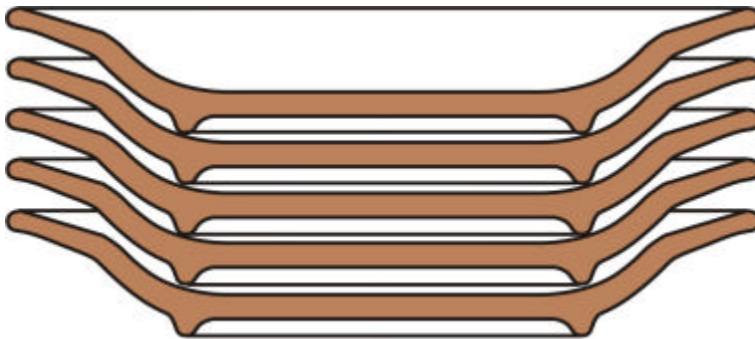


#### 12.3.4. Penyusunan Benda dalam Tungku Pembakaran

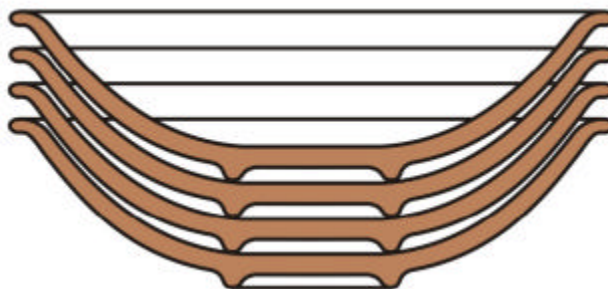
Penyusunan benda untuk pembakaran biskuit harus dilakukan secara hati-hati karena benda yang akan dibakar masih dalam kondisi mentah sehingga cukup rapuh untuk dipindah-pindahkan.

Beberapa hal penting yang harus dipertimbangkan dalam menyusun benda keramik untuk pembakaran biskuit, yaitu:

- Benda yang memiliki tutup harus di bakar dengan tutupnya menempel pada benda yang bersangkutan, agar keduanya memiliki penyusutan yang seragam.
- Optimalisasi penyusunan benda dalam tungku dapat dibantu dengan plat. Pembakaran benda biskuit tanpa plat atau penumpukan yang berlebihan akan membahayakan benda yang dibakar, bisa menghasilkan benda-benda yang retak dan mengalami perubahan bentuk.
- Sebaiknya jangan membakar benda keramik dalam tungku jika hanya terisi setengah, karena merupakan suatu pemborosan, sirkulasi api tidak berjalan merata, demikian pula penyebaran panasnya.



Gambar 12.6. Cara menyusun piring  
(Daniel Rhodes)



Gambar 9.7. Cara menyusun mangkok  
(Daniel Rhodes)

## Proses Penyusunan Benda

1. Siapkan benda-benda keramik yang telah dikeringkan (*greenware*) dan kelompokkan menurut ukuran tingginya pada rak dorong.



2. Bersihkan plat dan tiang penyangga yang dibutuhkan kemudian lapisi plat tersebut dengan bahan *kiln wash*.



3. Letakkan plat dasar pada sap pertama secara tepat dan stabil. Susunan plat berikutnya di atas penyangga, bila penyangganya besar dan kuat pada sudut pertemuan plat dapat diletakkan satu penyangga yang bisa menyangga dua plat sekaligus sehingga dapat sedikit efisien dalam pemanfaatan ruang.



4. Susunlah benda keramik yang telah dikelompokkan ke dalam tungku dengan jarak yang cukup. Usahakan jarak antara benda memungkinkan sirkulasi panas menyebar merata dalam ruang bakar secara seimbang. Setelah plat terisi penuh kemudian plat berikutnya disusun untuk meletakkan benda lainnya, begitu seterusnya hingga ruang tungku terisi penuh, pertimbangkan sirkulasi api dan tata letak benda.





5. Benda boleh saling bersentuhan, benda yang berukuran besar dan terbuka dapat diisi benda yang lain yang lebih kecil, benda yang memiliki bentuk sama, seperti mangkok, piring bisa ditumpuk dengan cara bibir mangkok yang satu menempel dengan bibir mangkok yang lain.
6. Letakkan *pyrometric cone* atau pancang suhu secara tepat dibalik lubang pengintip (*spy hole*) yang biasanya ada di pintu tungku. Posisi cone harus disesuaikan dengan spesifikasi bentuknya, umumnya diletakkan dengan kemiringan tertentu sesuai alas *cone*. Benda yang memiliki tutup harus di bakar dengan tutupnya menempel pada benda yang bersangkutan, agar keduanya memiliki penyusutan yang seragam
7. Tutup pintu tungku pembakaran, biarkan sedikit terbuka dan lubang penguapan serta sirkulasi dibuka agar pemanasan dan proses penguapan dapat berlangsung baik, uap air dapat keluar dan tidak terhambat atau tertampung dalam tungku.



#### 12.3.5. Pembongkaran Benda Keramik dari dalam Tungku Pembakaran

Pembongkaran barang keramik setelah proses pembakaran dari dalam tungku idealnya harus menunggu suhu dalam ruang bakar sama dengan suhu ruangan sekitar, bila terlalu tinggi perbedaannya akan dapat merusak barang dan juga kemungkinan komponen dalam tungku yang tidak tahan kejut suhu akan cepat rusak. Oleh karena itu biarkanlah suhu dalam ruang bakar menjadi sama dengan suhu ruang di luar tungku bakar dengan

melihat indicator suhu *pyrometer*, hal ini untuk menjaga keamanan benda peralatan dan komponen dalam tungku.

Sebelum pembongkaran dilakukan perhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Setelah proses pendinginan cukup, bukalah sirkulasi udara yang ada di tungku, aturlah besar bukaan sirkulasinya sehingga proses pendinginan berlangsung secara bertahap dan tidak terjadi proses pendinginan yang mendadak.
2. Perhatikan suhu ruang bakar melalui *pyrometer*, bila sudah relative sama dengan suhu ruangan di luar tungku maka pintu tungku dapat dibuka, bila selisih suhunya masih terlalu tinggi, tunggulah sampai mendekati suhu ruangan.
3. Bukalah pintu tungku secara hati-hati dengan bukaan penuh untuk memudahkan pembongkaran barang

### Proses Pembongkaran Benda

1. Siapkanlah peralatan seperti rak dorong serta bila perlu sarung tangan untuk melindungi tangan dari panas atau benda yang mungkin membahayakan kulit anda. Letakkanlah peralatan tersebut di dekat tungku yang akan dibongkar dengan posisi yang tepat agar tidak mengganggu proses pembongkaran.
2. Angkat benda keramik satu persatu benda dibongkar dari dalam tungku pembakaran, mulailah dari sap atau tingkat atas, kemudian satu persatu diturunkan, diletakkan di rak dorong dan dipindahkan pada tempat yang semestinya.
3. Pembongkaran plat dan penyangga mengikuti proses pembongkaran benda, setelah benda pada sap paling atas diambil habis maka plat dan penyangga dapat diturunkan dan diletakkan pada tempat yang semestinya.





### 12.3.6. Membereskan Pekerjaan

1. Bersihkanlah ruang bakar tungku dengan penyedot debu agar bersih dan siap digunakan.
2. Simpan kembali bahan-bahan sisa yang masih bisa digunakan pada tempat semula, bahan yang sudah tidak dapat dipakai dibuang atau ditempatkan pada penampungan yang tepat.
3. Tempat yang digunakan juga dibersihkan dengan cara yang tepat agar kebersihan dan kesehatan ruangan tetap terjaga.
4. Setelah selesai pembongkaran sebaiknya tungku dan ruang bakar dibersihkan dengan penyedot debu (*vacuum cleaner*) agar tetap bersih dan siap dipakai.



## 12.4. Pengoperasian Tungku Pembakaran

---

### 12.4.1. Pengoperasian Tungku Bahan Bakar Padat (Kayu)

Pada saat ini proses pembakaran keramik banyak menggunakan tungku listrik, gas atau minyak tanah. Tetapi bagi perajin keramik dalam skala kecil masih banyak menggunakan tungku-tungku tradisional. Hasil pembakaran tergantung dari berbagai faktor antara lain: bahan, teknik pembentukan, pengeringan dan pembakaran.

Ada beberapa cara pembakaran dengan menggunakan tungku tradisional, dari yang sederhana sampai yang paling modern. Salah satu pembakaran sederhana yaitu pembakaran sistem ladang. Cara ini dilakukan di ladang terbuka dengan menggunakan bahan bakar jerami, kayu, serbuk gergaji atau bahan yang mudah terbakar lainnya. Jenis ini merupakan salah satu cara pembakaran keramik yang paling tua.

#### 12.4.1.1. Tungku Bak (tanpa cerobong)

Bentuk tungku tanpa cerobong yang paling umum adalah persegi menyerupai bak dan ada pula yang berbentuk bulat (silinder). Dinding tungku maupun lantainya terbuat dari bata merah. Tungku ini tidak memiliki langit-langit. Lubang api terletak pada dinding bagian bawah, jumlahnya tergantung dari besarnya tungku.



Gambar 9.8. Tungku bak terbuka.  
(sumber: Koleksi studio keramik)

Pembakaran benda keramik menggunakan kayu bakar saat ini juga masih banyak dijumpai di sentra-sentra kerajinan keramik di Indonesia, hal itu merupakan bukti bahwa tungku tradisional menggunakan kayu bakar masih ada hingga sekarang. Pada umumnya suhu untuk membakar benda dengan tungku tradisional (gerabah) sekitar  $800^{\circ}\text{C}$ . Sifat produknya belum begitu matang benar dan masih porous. Kebanyakan tanah liat bakaran rendah mengandung besi dengan persentase tinggi.

#### 12.4.1.2. Proses Pembakaran dengan Bahan Bakar Kayu.

##### a. Persiapan

1. Alat: tongkat panjang, lempengan/pecahan genting, bata merah, pancang suhu, kotak pancang.
2. Bahan: kayu bakar, jerami, sekam

##### b. Penyusunan

1. Menyiapkan benda-benda yang akan dibakar dekat dengan tungku, kayu bakar dan tongkat panjang.



2. Menutup lubang-lubang api pada dasar ruang bakar menggunakan pecahan genting atau pot. Menyusun benda-benda dalam tungku, benda yang besar diletakkan pada bagian bawah, diantara benda-benda tersebut dapat diisi dengan benda yang berukuran kecil, upayakan tungku terisi secara optimal.



3. Menutup pintu tungku dan meletakkan *proof* pada bagian atas, agar mudah diambil, sebagai indikator mengetahui tingkat kematangan benda keramik pembakaran hasil pembakaran.



4. Menyusun bahan bakar (kayu) pada lubang pembakaran.



### c. Pembakaran

1. Lakukan pemanasan pada mulut lubang api, nyalakan kayu bakar sehingga api menyala di luar. Pemanasan ini berlangsung 1-2 jam, kemudian dorong bara-bara api masuk ke dalam kantong api.



2. Lakukan pembakaran benda dengan menambahkan potongan-potongan kayu lunak yang mudah terbakar pada lubang api. Pembakaran berlangsung terus menerus selama 3-4 jam. Panas yang berkembang di dalam tungku api dibesarkan dengan memberi kayu bakar terus menerus.



3. Besarkan api dengan cara mendorong bara-bara api masuk ke dalam kantong api agar panas api di dalam ruang bakar meningkat. Tambahkan dengan kayu-kayu lunak yang lebih kecil untuk memudahkan menjadi api secara cepat ketika suhu hampir mencapai bagian atas benda yang dibakar. Bila api telah merata pada bagian atas dan *proof* telah membara, berarti suhu yang diinginkan telah terpenuhi.



4. Tutuplah bagian atas tungku pembakaran dengan jerami, jika terbakar tambahkan jerami hingga beberapa kali. Hentikan pembakaran dengan kayu bakar.
5. Masukkan sisa-sisa bara api ke dalam kantong pembakaran, kemudian tutuplah segera lubang pengapian dengan tumpukan bata-bata merah, biarkan semalam untuk pendinginan.

#### d. Pembongkaran

1. Bongkarlah benda keramik dengan membuka abu jerami sedikit demi sedikit.
2. Periksa semua benda dan pilih produk yang utuh.

### 12.4.2. Pengoperasian Tungku Bahan Bakar Cair (Minyak Tanah)

Pembakaran benda keramik dapat juga dilakukan dengan tungku *catenary* yang menggunakan bahan bakar minyak tanah, pembakaran dengan tungku *catenary* lebih rumit dari pada tungku bak terbuka.



Gambar 12.9. Tungku *catenary* dengan bahan bakar minyak tanah  
(sumber: Koleksi studio keramik)

#### 12.4.2.1. Arah aliran panas/sirkulasi api

Sirkulasi api yang dimaksudkan adalah jalannya aliran gas panas dari ruang pembakaran dimana gas panas tersebut dihasilkan hingga ke corobong untuk dikeluarkan, berdasarkan sirkulasi api maka tungku pembakaran *catenary* merupakan tungku dengan sirkulasi api berbalik. Panas yang dihasilkan dari ruang bakar akan mengalir ke alas karena adanya jembatan api (*bag wall*), menyentuh atap tungku dan berbalik ke bawah untuk memanaskan benda keramik kemudian mengalir ke saluran di bawah lantai tungku (kanal) dan keluar melalui cerobong. Dengan menggunakan jenis tungku ini akan dapat menghasilkan suhu ruang pembakaran yang lebih merata dan dapat mencapai suhu yang lebih tinggi.

#### 12.4.2.2. Bahan bakar

Minyak tanah banyak digunakan sebagai sumber panas karena bahan bakar cair ini cukup mudah untuk didapatkan dan lebih efisien. Panas pada tungku minyak tanah diperoleh dari reaksi pembakaran minyak yang mengalir ke dalam tungku dan udara. Reaksi pembakaran hanya dapat terjadi jika ada suplai oksigen pada reaksi pembakaran tersebut, pada pembakaran sederhana suplai udara dilakukan secara alami, sedangkan yang lebih baik suplai udara dilakukan dengan tekanan udara yang dihasilkan melalui *blower*.



Keseimbangan antara jumlah bahan bakar dengan jumlah oksigen menentukan efektivitas reaksi pembakaran, pada prinsipnya sebelum proses pembakaran terjadi bahan bakar minyak yang berupa cairan harus berubah menjadi gas perubahan bahan cair menjadi gas akan terjadi apabila suhunya naik, semakin tinggi suhu semakin cepat terjadinya proses pembakaran. Untuk melaksanakan reaksi pembakaran dengan bahan bakar minyak dapat dipergunakan beberapa kompor pembakar.

#### 12.4.2.3. Kompor Pembakar

Fungsi burner atau kompor pembakar merupakan alat yang digunakan menghasilkan panas yang diperlukan untuk memanaskan ruang pembakaran pada proses pembakaran benda keramik.

Ada tiga jenis kompor pembakar yang biasa digunakan, yaitu:

1. *Kombrander*
2. Kompor spiral
3. Kompor udara tekan

Tungku *catenary* merupakan tungku dengan kompor udara tekan, pada jenis kompor ini minyak yang keluar melalui spuyer didorong oleh tekanan udara yang dihasilkan oleh *blower* sehingga minyak menyembur dari bagian dalam kompor berbentuk butiran-butiran atau percikan-percikan minyak dan masuk ke dalam ruang reaksi pembakaran pada tungku, apabila ruang pembakaran telah panas minyak akan berubah menjadi gas dan dengan adanya udara terjadi reaksi pembakaran. Untuk memperbesar panas yang dibutuhkan dalam pembakaran dapat diatur melalui kran minyak dan tekanan udara yang dihasilkan oleh *blower*.

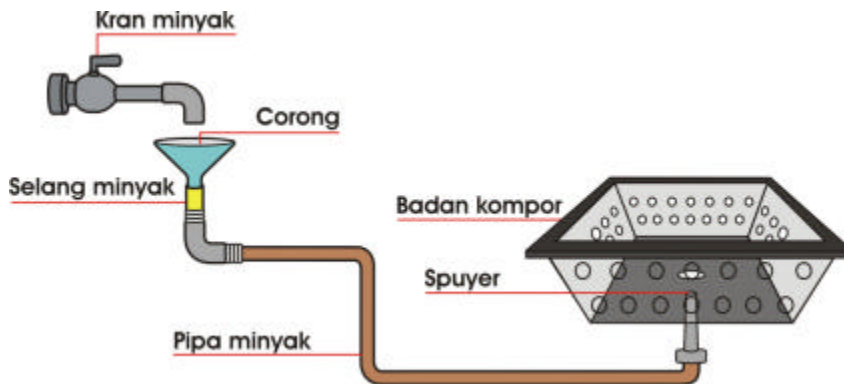
Kompor pembakar atau *burner* seperti *kombrander*, kompor spiral, dan kompor udara tekan masing-masing memiliki bagian-bagian yang secara fisik (bentuk) berbeda tetapi secara umum fungsinya ketiganya sama, yaitu sebagai sumber penghasil gas panas untuk pembakaran benda-benda keramik.

#### ***Kombrander***

*Kombrander* berbentuk bak kecil (seperti *roster*) yang terbuat dari pelat besi tuang yang memiliki lubang-lubang kecil pada dinding dan bagian dasar. Minyak yang masuk dari bawah atau samping berupa percikan-percikan kecil menuju dasar bak *kombrander*. Minyak tersebut akan segera menguap menjadi gas jika *kombrander* telah panas dan bereaksi dengan udara yang masuk menuju lubang-lubang pada *kombrander* sehingga terjadi reaksi pembakaran pada ruang pembakaran.

Pada kompor *kombrander* besarnya api dapat diatur dengan memperbesar aliran minyak melalui sebuah kran minyak. Minyak akan keluar dari drum yang ditempatkan lebih tinggi melalui pipa karena ada gaya gravitasi bumi.

Udara yang dibutuhkan merupakan udara alami tanpa menggunakan *blower*.

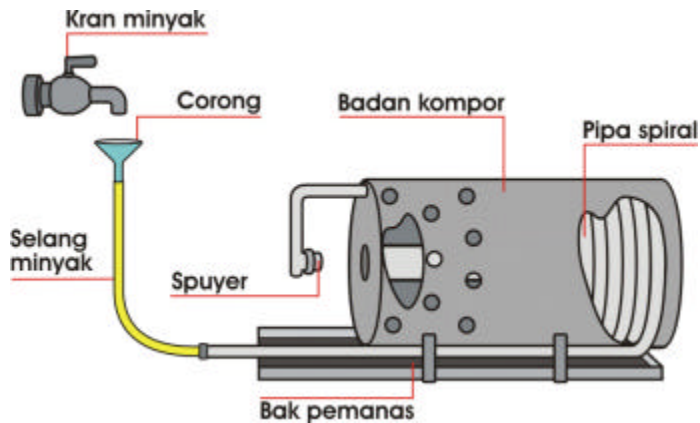


Gambar 12.10. Bagian-bagian kompor *kombrander* dengan *spuyer*.  
(sumber: Prasidha Adhikriya)

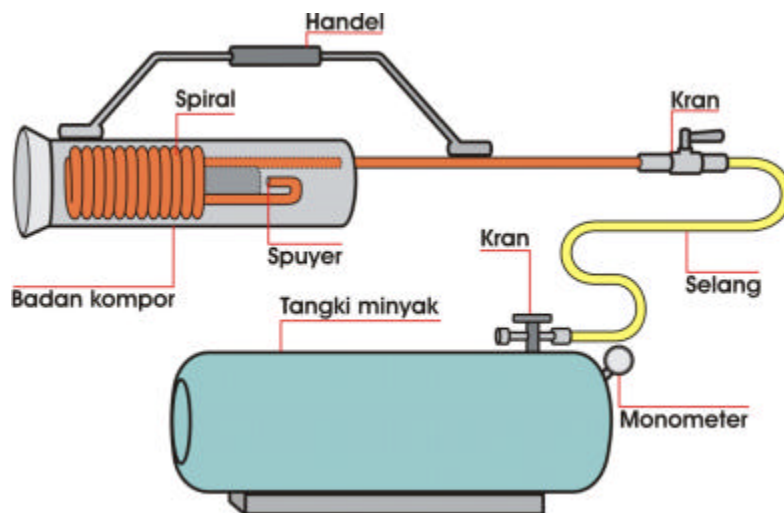
## Kompor Spiral

Kompor spiral merupakan kompor pembakar yang terbuat dari pipa yang dibentuk spiral dan diberi tabung yang berlubang-lubang. Apabila telah terjadi reaksi pembakaran pada kompor spiral, api/panas yang dihasilkan akan memanaskan ruang pembakaran dan juga pipa spiral yang ada di dalam tabung, hal ini menjadikan minyak yang berupa cairan ketika keluar melalui lubang kecil (*spuyer*) pada ujung pipa sudah berubah menjadi uap minyak yang bercampur dengan udara dan langsung terjadi reaksi pembakaran. Besarnya api pada kompor jenis ini dapat diatur dengan memperbesar keluarnya minyak melalui keran yang digunakan. Ada dua jenis kompor spiral, yaitu sebagai berikut:

- Kompor spiral tanpa menggunakan tekanan udara  
Pada kompor ini tangki minyak harus diletakkan pada tempat yang cukup tinggi sehingga dengan adanya medan gravitasi bumi akan memberikan tekanan yang menyebabkan minyak tersebut keluar dan udara yang dibutuhkan berupa udara alami.
- Kompor spiral dengan tekanan udara  
Kompor jenis ini tekanan udara dipompakan. Pada tangki minyak yang menggunakan kompresor sehingga minyak akan terdorong oleh udara dan keluar melalui spuyer. Pada kompor ini tangki minyak tidak perlu diletakkan pada tempat yang tinggi.



Gambar 12.11. Bagian-bagian kompor spiral tanpa udara tekan.  
(sumber: Prasadha Adhikriya)



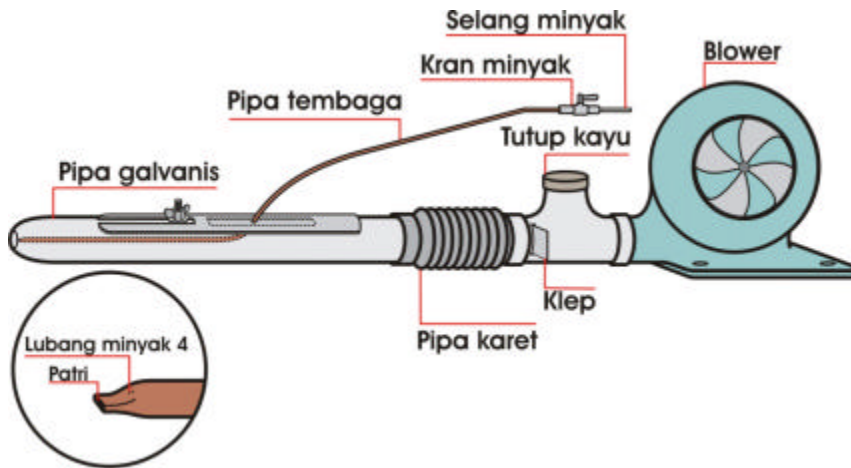
Gambar 12.12. Bagian-bagian kompor spiral dengan udara tekan.  
(sumber: Prasadha Adhikriya)

### Kompor Udara Tekan

Kompor dengan udara tekan paling umum diguna-kan. Pada jenis kompor ini minyak keluar melalui spuyer karena didorong oleh tekanan udara yang dihasilkan oleh *blower* sehingga minyak menyembur dari bagian dalam kompor berbentuk butiran-butiran atau percikan-percikan minyak dan masuk ke dalam ruang reaksi pembakaran pada tungku. Apabila ruang pembakaran telah panas, minyak akan berubah menjadi gas. Untuk



memperbesar panas yang dibutuhkan dalam pembakaran dapat diatur melalui keran minyak dan tekanan udara yang dihasilkan *blower*.



Gambar 12.13. Bagian-bagian kompor udara tekan.  
(sumber: Sardi)

Pembakaran benda keramik dengan menggunakan bahan bakar minyak tanah memerlukan alat untuk pengapian (*burner*) yang didesain secara khusus biasanya dilengkapi dengan alat penghembus udara (*blower*). Pada ketiga kompor pembakar ini tekanan minyak sangat diperlukan sehingga penempatan drum atau tangki minyak harus ditempatkan pada tempat yang cukup tinggi sehingga dengan gaya gravitasi bumi minyak dapat mengalir apabila kran dibuka.

#### 12.4.2.4. Cara Kerja Kompor Udara Tekan

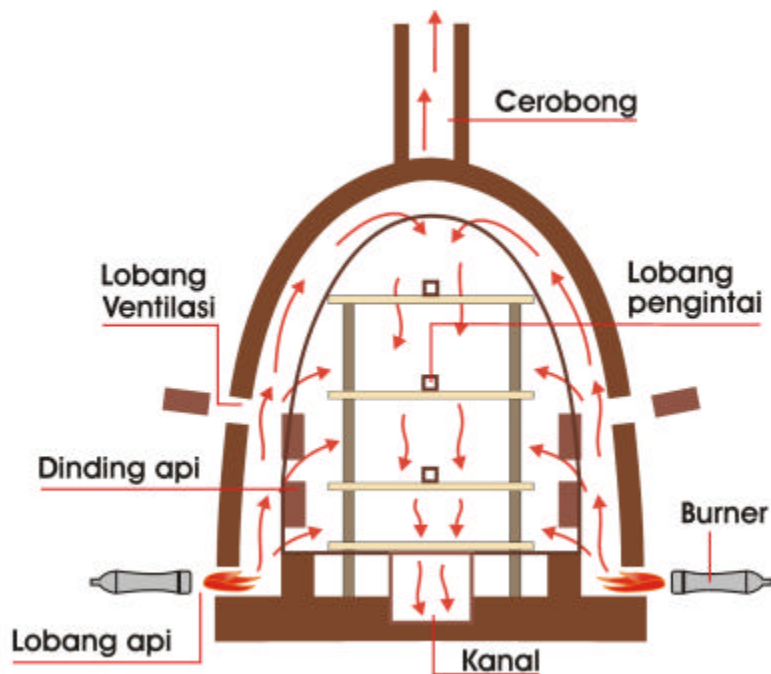
Secara umum cara kerja kompor pembakar adalah sama yaitu untuk menghasilkan panas dengan merubah minyak menjadi gas dengan bantuan udara baik alami (sekitar) maupun udara dari blower, yang berbeda hanya cara kompor pembakar tersebut merubah minyak yang berupa cairan menjadi gas sehingga mudah terbakar. Pembakaran dengan kompor udara tekan dilaksanakan apabila sudah dilakukan pemanasan pada cerobong asap, hal ini dilakukan agar ada tarikan udara yang ada di dalam ruang pembakaran keluar melalui cerobong.

Cara kerja:

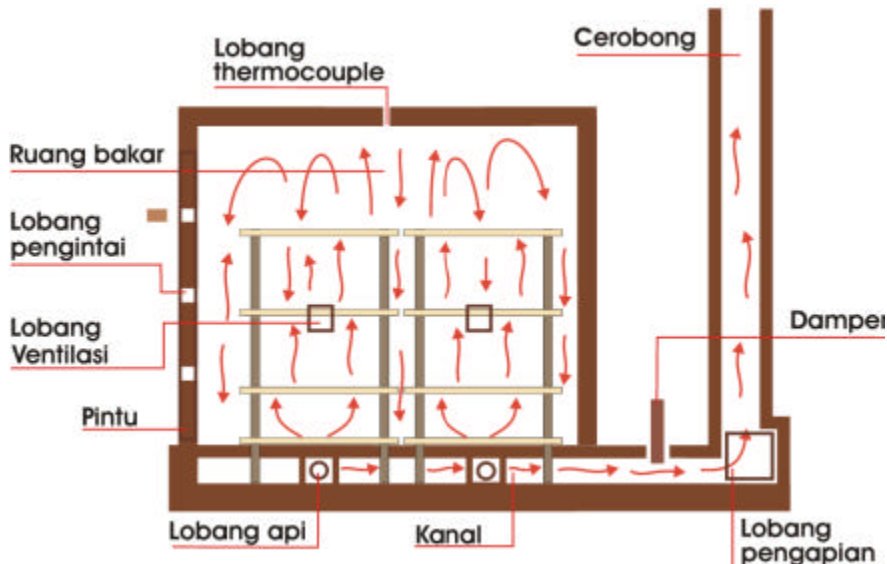
1. Pemanasan awal dilakukan dengan membuka kran minyak tanah pada drum/tangki minyak dan membuka sedikit kran pada pipa kompor sehingga minyak yang keluar berupa tetesan-tetesan saja yang kemudian dinyalakan, hal ini dilakukan agar ruang pembakaran menjadi panas.

2. Apabila ruang pembakaran sudah cukup panas *blower* dapat dinyalakan sehingga minyak yang menetes tadi dengan adanya hembusan udara akan menjadi percikan-percikan kecil yang kemudian menguap menjadi gas pada ruang pembakaran.
3. Untuk mempercepat proses pembakaran kran minyak pada pipa dapat diperbesar sehingga minyak mengalir lebih banyak dan memperbesar lubang udara pada *blower* sehingga udara yang masuk juga lebih banyak dengan demikian suhu dapat meningkat lebih cepat.

Pembakaran merupakan reaksi yang cepat antara unsur bahan bakar dengan oksigen yang akan menghasilkan panas. Pembakaran akan berlangsung sempurna bila perbandingan antara jumlah molekul bahan bakar dengan oksigen seimbang, perbandingan inilah yang akan menjadikan terjadinya suasana pembakaran bisa netral, oksidasi, atau reduksi. Proses pembakaran menggunakan kompor pembakar dengan bahan bakar minyak diperlukan kecermatan dan ketelitian.



Gambar 12. 14. Bagian-bagian dan sirkulasi api tungku *catenary* (tampak depan) (sumber: Prasadha Adhikriya)



Gambar 12.15. Bagian-bagian dan sirkulasi api tungku *catenary* (tampak samping). (sumber: Prasadha Adhikriya)

#### 12.4.2.5. Proses Pembakaran dengan Tungku *Catenary* Bahan Bakar Minyak

Operasional kompor udara tekan dilakukan pada proses pembakaran menggunakan tungku *catenary* dengan sistem *down draft* (aliran api berbalik) dengan empat (4) kompor pembakar menggunakan bahan bakar minyak tanah. Dalam pembakaran kenaikan suhu harus dicatat dalam format pembakaran dan sebaiknya kenaikan suhu berkisar 50°C setiap jamnya.

##### a. Persiapan

1. Kompor pembakar
2. *Blower*
3. *Thermocouple-pyrometer*, dan *pyrometric cone* (pancang)
4. *Kiln furniture*: plat, *prop* (tiang penyangga)
5. Minyak tanah
6. Kayu bakar
7. Menyiapkan bata penutup pintu

Sebaiknya sebelum digunakan lakukan pemanasan tungku (dalam keadaan kosong) selama 1-2 jam.

## b. Penyusunan

1. Pasang plat pada bagian dasar tungku dengan diberi penyangga, susunlah benda keramik dengan ukuran yang sama.
2. Pasang prop untuk dudukan plat di atasnya, kemudian susun benda keramik pada plat tersebut
3. Pasang prop segaris dengan prop di bawahnya dan letakkan plat kemudian susun benda keramik
4. Tempatkan pancang/*cone* suhu untuk mengetahui temperatur pembakaran disetiap level. Pemasangan pancang sedikitnya 3 buah di tempat yang dapat dilihat melalui lubang pengintai kemudian tutup pintu tungku, untuk bakaran biskuit  $900^{\circ}\text{C}$  urutan pemasangan *cone* adalah:  
Pertama : *cone* 011  
Kedua : *cone* 010 (yang dikehendaki)  
Ketiga : *cone* 09 ( sebagai penahanan suhu )

## c. Pembakaran

1. Lakukan pemanasan pada cerobong asap dengan menggunakan kayu bakar selama kurang lebih 30- 60 menit, setelah selesai tutup lubang cerobong dengan bata tahan api.
2. Buka kran minyak sekecil mungkin dan nyalakan keempat kompor pembakar dengan sistem tetes selama 180 menit hingga suhu  $200^{\circ}\text{C}$ .
3. Hidupkan 2 *blower* secara bersilangan untuk pembakaran awal dengan udara sekecil mungkin dan perbesar kran minyak selama 60 menit sehingga suhu mencapai  $300^{\circ}\text{C}$ .
4. Matikan kedua *blower* yang telah dihidupkan, dan hidupkan 2 *blower* lain secara bersilangan selama 60 menit hingga suhu  $400^{\circ}\text{C}$ .
5. Lakukan pembakaran yang sesungguhnya dengan menghidupkan kedua *blower* lainnya sehingga keempat *blower* dalam keadaan menyala dan perbesar udara dan minyak sehingga suhu meningkat mendekati  $550^{\circ}\text{C}$ .
6. Kecilkan api dan udara agar panas naik dengan perlahan, sebab pada suhu  $570^{\circ}\text{C}$  terjadi *inversi kwarsa*.
7. Perbesar udara pada *blower* dan minyak pada kompor pembakar setelah melewati suhu  $600^{\circ}\text{C}$ . Tutup lubang pengintai, kenaikan suhu dapat dipercepat hingga mencapai  $200^{\circ}\text{C}$  per jam.
8. Kecilkan api apabila sudah mencapai suhu yang diinginkan dan pancang sudah melengkung berarti pembakaran telah mencapai titik matang yang diinginkan kemudian matikan *blower* dan kompor pembakar.
9. Tutup lubang pembakaran dengan bata tahan api dan tutup pula skep atau *damp*er untuk mempertahankan panas pada ruang pembakaran.

#### **d. Pembongkaran**

Pembongkaran dapat dilakukan setelah didinginkan minimal sama dengan waktu pembakaran dan suhu di bawah 200°C.

1. Lakukan dengan membuka pintu secara hati-hati karena selama 1-2 hari api masih panas.
2. Bongkar benda-benda keramik tersebut dengan menggunakan sarung tangan asbes.

#### **12.4.2.6. Merawat Kompor Udara Tekan**

Perawatan merupakan hal yang sangat penting, hal ini berkaitan dengan tujuannya:

1. Memperpanjang usia pakai.
2. Menjamin daya guna dan hasil guna.
3. Menjamin kesiapan operasional alat.
4. Menjamin keselamatan pemakai alat.

Peralatan dan bahan yang digunakan:

Alat : kuas, kain

Bahan : Minyak tanah, oli

Cara perawatan kompor pembakar udara tekan, dilakukan dengan cara sbb.

1. Bersihkan kompor pembakar (pipa minyak dan pipa kompor)
2. Cek lubang *spuyer* pada kompor
3. Bersihkan *blower*, olesi dengan minyak/oli
4. Cek kabel dan steker

#### **12.4.3. Pengoperasian Tungku Bahan Bakar Gas**

Praktek pembakaran menggunakan tungku dengan bahan bakar gas saat ini dirasakan relatif lebih murah dan mudah dibandingkan dengan tungku lainnya.

Dengan menggunakan tungku gas maka kondisi pembakaran netral, oksidasi atau reduksi dapat dengan mudah dicapai, dengan mengatur gas, saluran udara primer dan damper.



Gambar 12.16. Tungku gas.  
(sumber: [www.beileypottery.com](http://www.beileypottery.com))

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan praktek pembakaran dengan tungku gas adalah:

1. Pada awal proses pembakaran pintu tungku dalam posisi terbuka kurang lebih 12 mm dan baru ditutup apabila suhu telah mencapai 200°C.
2. *Damper* dalam posisi terbuka penuh
3. Saluran udara primer dalam posisi tertutup dan dibuka setelah suhu mencapai 580°C-620°C.
4. Gunakan pancang *seger* sesuai dengan suhu bakar yang diinginkan
5. Kontrol kenaikan suhu setiap 15-20 menit



## Proses pengoperasian tungku gas

### a. Persiapan

1. Tungku gas
2. *Thermocouple-pyrometer*, dan *pyrometric cone* (pancang)
3. *Kiln furniture*: plat, *prop* (tiang penyangga)

## b. Penyusunan

1. Pasang plat pada bagian dasar tungku dengan diberi penyangga.
2. Susun benda keramik pada plat tersebut hingga penuh. Tempatkan pancang/*cone* suhu untuk mengetahui temperatur pembakaran di setiap level.



## c. Pembakaran

1. Putar/buka secara penuh kran pada tabung gas.
2. Buka regulator pada saluran pipa gas dengan posisi 4 kPa. Ingat saluran gas *main flame* dan *pilot flame* pada burner pada posisi *low* dan tombol api pada posisi ditekan.





3. Nyalakan api pada burner dan atur besarnya api tersebut dengan memutar *main flame* hingga suhu mencapai  $160^{\circ}\text{C}$ - $180^{\circ}\text{C}$  dalam waktu kurang lebih 1jam.



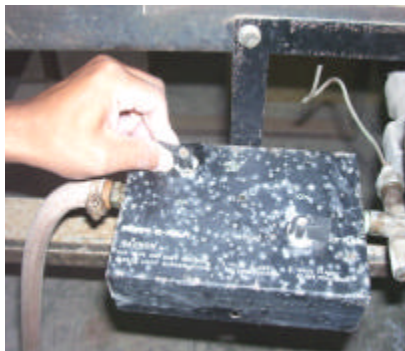
4. Tutup damper hingga tersisa lubang 7.5 cm.



5. Apabila suhu tersebut di atas telah tercapai, putar *main flame* hingga api bertambah besar dan suhu meningkat hingga mencapai  $210^{\circ}\text{C}$ - $230^{\circ}\text{C}$  dalam waktu  $1\frac{1}{2}$  jam, kemudian putar *pilot flame* pada posisi *high*.



6. Tambahkan gas melalui *main flame* hingga suhu pada *pyrometer* mencapai  $420^{\circ}\text{C}$ - $460^{\circ}\text{C}$  dalam waktu  $2\frac{1}{2}$  jam. Tambahkan gas setelah suhu mencapai  $580^{\circ}\text{C}$ - $620^{\circ}\text{C}$  dalam waktu  $3\frac{1}{2}$  jam





7. Buka saluran udara primer secara penuh dan buka *dampers* hingga 11.5 cm.



8. Jika suhu telah tercapai sesuai dengan pancang seger atau *pyrometer* perlu penahanan suhu sekitar 15 menit kemudian api pada *burner* dapat dimatikan dengan memutar *regulator* pada tabung gas



9. Tutup semua saluran gas dan kembalikan pada posisi semula, kemudian tutup *dampers*, saluran udara primer serta lubang *burner* agar panas dalam ruang tungku tidak cepat hilang.



10. Dinginkan tungku dengan waktu yang sama dengan waktu lamanya proses pembakaran dan tungku boleh dibuka apabila suhu telah di bawah 200°C.

#### d. Pembongkaran

1. Lakukan pembongkaran setelah didinginkan minimal sama dengan waktu pembakaran dan suhu di bawah 200°C.
2. Bongkar benda-benda keramik tersebut dengan menggunakan sarung tangan asbes.

Untuk pembakaran biskuit dengan suhu 984°C (cone 07) dibutuhkan waktu kurang lebih 5 1/2 jam.

Tabel 12.4. Trayek pembakaran biskuit dengan tungku gas.  
(sumber: Port-O kiln)

Perkiraan Waktu	Waktu	Suhu (C)	Gas	Damper	Keterangan
Mulai			Low pilot	Terbuka penuh	Udara primer ditutup
1 jam		160 sd. 180	Low pilot	Ditutup hingga 7.5 cm (dibuka 7.5 cm)	Udara primer ditutup
1.5 jam		210 sd. 230	High pilot		Udara primer ditutup
2.5 jam		420 sd. 460	Jarum pada garis pertama		
3.5 jam		580 sd. 620	Gas pada 12 kPa	Dibuka hingga 11.5 cm	Udara primer dibuka
5.5 jam		949 sd. 980		Damper ditutup	

Catatan:

kPa (kilo Pascal): ukuran tekanan gas

#### 12.4.4. Mengoperasikan Tungku Bahan Bakar Listrik

Tungku listrik merupakan alat pembakaran benda keramik dengan menggunakan tenaga listrik. Tenaga listrik tersebut diubah menjadi tenaga panas dan tenaga panas inilah yang akan mematangkan badan tanah liat menjadi keramik. Pembakaran dengan tungku listrik merupakan cara pembakaran yang paling mudah dan efisien karena dalam tungku listrik biasanya telah dilengkapi perlengkapan kontrol yang memadai, seperti saklar/tombol penyalu yang sekaligus berfungsi sebagai regulator (pengatur energi listrik), program pembakaran (waktu maupun suhu pembakaran), *thermocouple-pyrometer* sebagai penunjuk suhu bakar.

Tungku listrik ini banyak digunakan di industri keramik, terutama yang berskala besar, tungku jenis ini berasal dari Inggris, Amerika, Jepang, dan Taiwan. Pengoperasian tungku pembakaran dengan tenaga listrik adalah cara membakar paling mudah dan efektif apalagi sekarang tungku listrik dilengkapi alat dengan pengontrol suhu, yaitu *thermocouple-pyrometer* yang

menyatu dengan tungku dan bahkan ada yang dilengkapi dengan alat pemrogram pembakaran yang memiliki kemampuan mengatur lamanya waktu pembakaran sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 9.17. Tungku listrik.  
(sumber: [www.beileypottery.com](http://www.beileypottery.com))

#### 9.4.4.1. Keandalan dan Kelemahan Tungku Listrik

Tungku listrik mempunyai beberapa keandalan tertentu jika dibandingkan tungku dengan berbahan bakar jenis lain yaitu sebagai berikut:

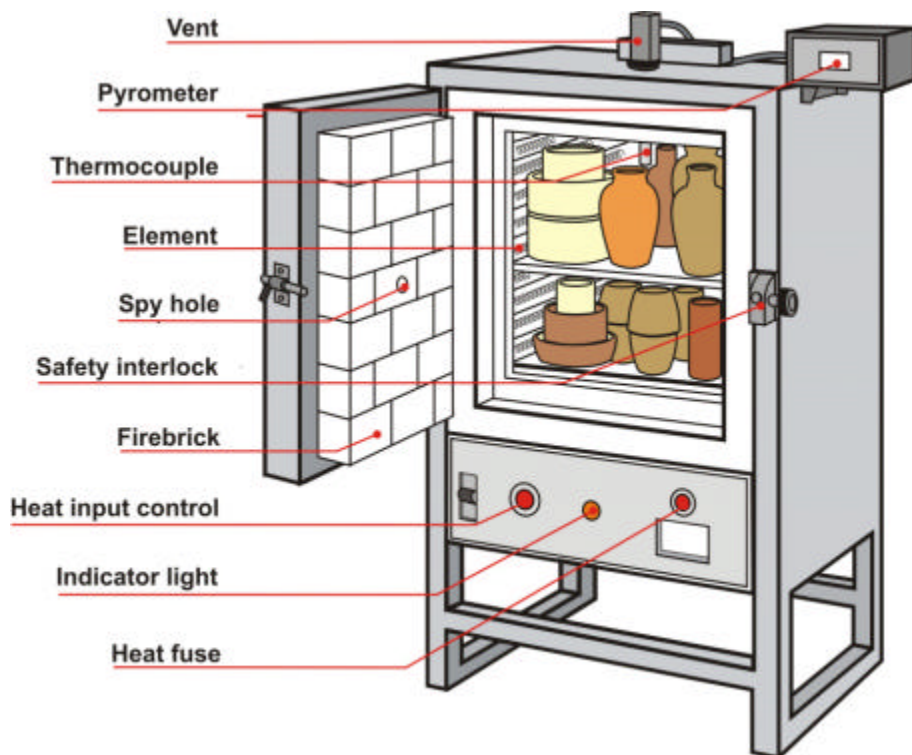
- Pengoperasiannya mudah, dilengkapi dengan peralatan pendukung yang memudahkan cara pengoperasiannya, seperti *thermocouple* dan *pyrometer*, saklar yang berfungsi sebagai *regulator* energi listrik (tombol pengatur aliran energi listrik) dan program pembakaran yang waktunya dapat diatur untuk proses pembakaran.
- Pengoperasiannya tidak menimbulkan polusi, tidak berisik dan tidak mengeluarkan lidah api atau asap seperti tungku lain.
- Atmosfer pembakaran netral, memungkinkan hasil pembakarannya memiliki keseragaman yang sama.
- Penempatan dapat di mana saja, bentuk tungku yang kompak, praktis, dan bersih sehingga dapat diletakkan pada tempat yang strategis.
- Sistem keselamatan kerjanya bagus, tungku pembakaran suatu unit yang kompak, praktis, dan bersih dengan sistem instalasi listrik yang memenuhi standar.
- Harga tungku listrik relatif lebih murah dibandingkan dengan harga tungku jenis lain.

- g. Perawatan mudah karena tungku listrik memiliki umur atau waktu pakai yang panjang dengan kebutuhan perawatan. Bila terjadi pergeseran kumparan listrik dikembalikan pada posisinya dengan hati-hati.

Disamping beberapa keandalan seperti di atas, tungku listrik juga mempunyai kelemahan-kelemahan antara lain:

- Tidak dapat dipakai untuk pembakaran dengan atmosfer reduksi.
- Membutuhkan daya listrik yang relatif besar sehingga sulit atau tidak mungkin mengoperasikan tungku listrik di tempat yang daya listriknya tidak cukup, dan
- Suku cadang terutama kawat/kumparan listriknya relatif mahal.

Bagian-bagian tungku:



Gambar 12.18. Bagian-bagian tungku listrik.  
(sumber: peter Cosentino)

Keterangan:

**Vent**, lubang pada bagian atas tungku yang berfungsi untuk keluarnya uap air pada saat proses pembakaran berlangsung.

**Pyrometer**, alat pengukur tinggi temperatur bakar di dalam ruang pembakaran.

**Thermocouple**, alat yang berfungsi untuk memancarkan informasi temperatur ruang tungku pembakaran ke *pyrometer*.

**Element**, kumparan untuk menghaliskan panas pada tungku pembakaran

**Spy hole**, lubang untuk mengintai pancang suhu yang terpasang dalam ruang tungku pembakaran

**Safety interlock**, pengaman pintu tungku pembakaran untuk mencegah pintu terbuka selama proses pembakaran.

**Fire brick**, bata tahan api yang berfungsi sebagai isolasi panas yang efektif dan aman.

**Heat input control**, pengendali temperature selama proses pembakaran berlangsung.

**Indicator light**, lampu indicator yang menunjukkan ada tidaknya aliran listrik yang masuk.

**Heat fuse**, alat untuk mencegah tungku pembakaran dari pembakaran yang terlalu tinggi.

#### 9.4.4.2. Proses Pengoperasian Tungku Listrik

Tungku pembakaran yang masih baru sebelum dioperasikan, sebaiknya dilakukan uji coba terlebih dulu. Hal ini perlu dilakukan agar uap air yang ada dapat menguap, untuk itu pintu atau lubang ventilasi harus dibuka dan dalam keadaan kosong.

##### a. Tahap Persiapan

1. Kelompokkan benda yang akan dibakar menurut besar-kecil dan serta tinggi-rendahnya benda.



2. Susunlah benda keramik secara seimbang, dalam arti perlu memperhitungkan aliran/ sirkulasi api, dan juga penyusunan diupayakan optimal.



3. Pilihlah pancang/*pyrometric cone* sesuai dengan suhu yang akan dicapai dan tempatkan dalam ruang bakar yang dapat dilihat melalui lubang intai (*spy hole*). Siapkan format pembakaran.



## b. Tahap Pengoperasian Pembakaran

1. Nyalakan tungku dengan memutar tombol, untuk proses pemanasan awal lakukan pembakaran secara perlahan, yaitu dari suhu ruang bakar sampai sekitar 150°C, dengan waktu minimal 2 jam.



2. Putar tombol jika suhu telah mencapai 150°C dalam waktu kurang lebih 2 jam. Peningkatan suhu sebaiknya berkisar 50°C perjam hingga suhu 600°C. Air yang terikat secara kimiawi mulai menguap setelah melampaui suhu 350°C dan akan habis pada suhu 600°C.
3. Putar tombol kembali pada skala yang lebih rendah pada saat suhu mendekati 570°C agar panas naik secara perlahan karena pada saat itu tanah akan mengembang sekitar 2%. Jika pemanasannya pada suhu tersebut terlalu cepat, akan menyebabkan keretakan.
4. Putar tombol pada posisi yang lebih tinggi apabila suhu telah mendekati 580°C, tutup pintu dan lubang ventilasi dengan rapat.
5. Putar tombol pada posisi paling atas setelah melewati suhu 700°C sehingga panas dapat meningkat dengan cepat.
6. Matikan tungku dengan memutar saklar pada posisi *off* apabila suhu yang diinginkan telah tercapai yang dapat diketahui jika pancang/*pyrometric cone* sudah melengkung atau pyrometer sudah menunjukkan suhu yang dicapai.
7. Dinginkan tungku minimal waktunya sama dengan waktu yang dibutuhkan dalam proses pembakaran. Bila suhu tungku sudah rendah, di bawah 150°C maka tungku boleh dibuka dan barang-barang dapat dibongkar.
8. Buatlah trakyek pembakaran dari catatan format pembakaran.

### c. Tahap Pembongkaran

1. Bukalah pintu tungku dan lubang ventilasi apabila suhu tungku sudah rendah (dibawah  $100^{\circ}\text{C}$ ).
2. Keluarkan benda-benda keramik dari dalam tungku.
3. Kembalikan perlengkapan tungku (plat tahan api dan penyangga) pada tempatnya.
4. Periksa dan bersihkan tungku setelah dingin.

Prosedur pengoperasian tungku listrik ini berlaku untuk pembakaran biskuit maupun pembakaran glasir.

Kemungkinan benda dibakar mengalami retak :

1. Jika banyak yang pecah, kemungkinan pemanasan awal terlalu cepat.
2. Jika ada yang mengalami banyak retak rambut, kemungkinan suhu melewati  $570^{\circ}\text{C}$ , peningkatan suhu panas terlalu cepat.
3. Jika hanya sedikit benda yang retak, bisa dikarenakan ketika proses pembentukan, gelembung udara atau pengeringan yang kurang baik.

#### Catatan

Waktu pendinginan tungku adalah minimal sama dengan waktu yang dibutuhkan untuk pembakaran. Bila suhu di dalam sudah dibawah  $100^{\circ}\text{C}$ , maka semua lubang ventilasi dibuka dan pintu tungku dibuka sedikit, beberapa saat kemudian benda dapat di bongkar dan dikeluarkan.

Hal yang perlu mendapat perhatian khusus saat membakar dan membongkar benda, jangan lupa mengenakan alat-alat kesehatan dan keselamatan kerja.

#### 9.4.4.3. Pemeliharaan Tungku Listrik

Kegiatan pemeliharaan peralatan merupakan kegiatan yang sangat penting karena dapat memperlambat kerusakan, mempertahankan fungsi/kegunaan, keawetan, dan keamanan. Oleh sebab itu, secara periodik dan terjadwal kegiatan pemeliharaan harus terus dilakukan.

Dari hal tersebut di atas pemeliharaan peralatan bertujuan:

- a. Memperpanjang usia pakai peralatan
- b. Menjamin kesiapan peralatan
- c. Menjamin daya guna dan hasil guna
- d. Menjamin keselamatan pemakai

Pemeliharaan yang terprogram akan sangat memudahkan pengontrolan kesiapan atas peralatan yang akan digunakan. Untuk itu, sebaiknya semua peralatan terutama peralatan yang digerakkan dengan tenaga listrik harus dilengkapi dengan kartu pemakaian, kartu perawatan/pemeliharaan, dan kartu perbaikan. Demikian halnya dengan tungku listrik, pemeliharaan



tungku listrik memerlukan kecermatan dan ketelitian karena akan sangat menentukan hasil akhir pembakaran.

**a. Alat**

1. *vacum cleaner*
2. kuas
3. *multi tester*
4. sikat kawat

**b. Bahan**

1. *styrofoam*
2. cat tahan panas dan tahan karat

**c. Prosedur Pemeliharaan Tungku Listrik**

1. Dalam proses pembakaran pada tahap pemanasan awal sebaiknya pintu tungku tidak ditutup rapat (dibuka sedikit) dan lubang ventilasi serta lubang pengintai (*spy hole*) dibiarkan terbuka hingga suhu 600°C. Hal ini dimaksudkan agar uap air dari benda keramik atau glasir dapat keluar sehingga tidak sampai membuat karat atau keropos logam konstruksi tungku.
2. Membersihkan bagian dalam tungku dari kotoran debu atau pecahan halus benda keramik menggunakan *vacum cleaner*.
3. Menambal bagian dinding, alas, dan atap yang retak atau terkikis dengan semen tahan api dengan cara membasahi bagian yang retak dengan air menggunakan kuas sebelum penambalan dilakukan.
4. Mengganti dengan segera bata tahan api yang patah dengan perekat semen tahan api.
5. Menghindarkan bahan-bahan yang mudah mengeluarkan asap pada proses pembakaran.
6. Menghindarkan penggunaan tungku listrik untuk proses pembakaran reduksi.
7. Memeriksa kumparan tungku listrik dengan cara sebagai berikut:

*Menggunakan styrofoam*

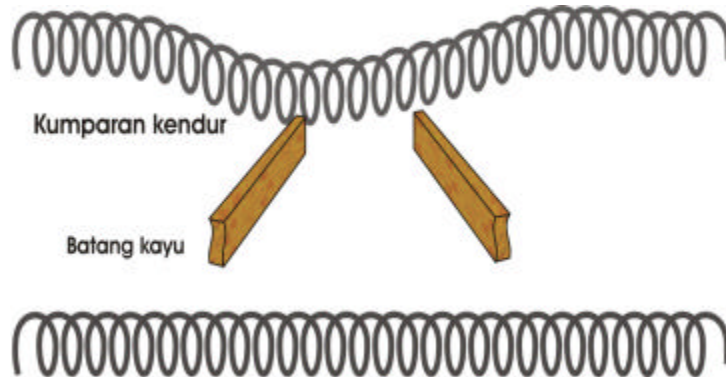
- Menghubungkan aliran listrik pada tungku hidupkan saklar.
- Menempelkan *stryrofoam* pada kumparan, jika kumparan berfungsi maka *stryrofoam* akan meleleh karena panas, sebaliknya jika *stryrofoam* tidak meleleh berarti kumparan putus atau tidak ada aliran listrik.

*Menggunakan multimeter*

- Memutar saklar pada posisi ohm.
- Menghubungkan kedua kabel *multimeter* pada masing-masing bagian ujung kumparan. Bila jarum *multimeter* bergerak ke kanan, berarti kumparan berfungsi, tetapi bila jarum *multimeter* tidak bergerak, berarti kumparan putus. Sebaiknya kumparan yang telah putus segera diperbaiki atau diganti dengan yang baru.

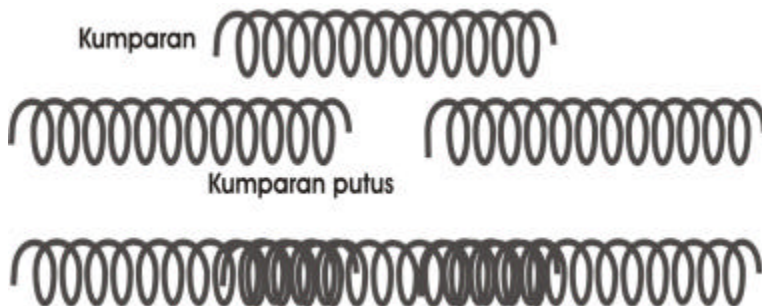


8. Kumparan yang kendur dan keluar dari tempatnya, dimasukkan kembali dengan cara menghidupkan tungku sehingga kumparan sedikit panas, kemudian dengan menggunakan dua batang kayu kering, dorong kumparan pada tempatnya. Hal ini harus dilakukan hati-hati karena sifat kumparan yang mudah patah.



Gambar 12.19. Cara memperbaiki kumparan kendur.  
(sumber: Richard Zakin)

9. Kumparan yang putus disambung dengan cara menambahkan kumparan yang memiliki diameter kumparan dan diameter kumparan yang sama, Hal ini harus dilakukan dalam keadaan tungku mati (tidak ada aliran listrik).



Gambar 12.20. Cara menyambung kumparan kendur putus.  
(sumber: Richard Zakin)

10. Bersihkan bagian tungku listrik yang berkarat dengan menggunakan sikat kawat, kemudian dicat kembali dengan cat yang tahan panas dan tahan karat.

## **12.5. Kesalahan dalam Pembakaran dan Cara Mengatasi**

Pembakaran tanah liat menjadi biskuit dilakukan untuk memberikan kekokohan awal pada benda dan memudahkan pekerjaan selanjutnya. Tetapi kadang pembakaran biskuit dilakukan sampai pada suhu tinggi sesuai dengan keperluan. Akibat kesalahan pada proses sebelumnya akibatnya baru akan kelihatan setelah benda-benda tersebut selesai melalui proses pembakaran. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam proses pembakaran adalah:

- a. benda-benda yang akan diglasir,
- b. alat pembakaran, dan
- c. cara pembakaran.

Faktor-faktor tersebut mempengaruhi hasil pembakaran, oleh karena itu dalam pelaksanaannya perlu mengetahui :

- a. cara penyusunan benda mentah, dan
- b. pengaturan panas api/kecepatan pembakaran atau sirkulasi api.

### **12.5.1. Beberapa Kesalahan pada Tahap Pembakaran**

Benda pecah, retak atau bahkan meledak hal ini disebabkan:

- a. Pengeringan tidak sempurna.
- b. Adanya ketidak rataan dalam ketebalan badan benda.
- c. Terdapat gelembung udara di dalam badan benda.
- d. Pembakaran terlalu cepat.

### **12.5.2. Penanggulangan Kesalahan pada Tahap Pembakaran**

- a. Pastikan dalam penyiapan tanah terutama pada waktu pengulian betul-betul padat, juga pada waktu pembentukan atau penyambungan pastikan tidak terdapat gelembung udara.
- b. Dinding/badan benda yang terlalu tebal perlu dikerok/ditipiskan.
- c. Benda dikeringkan lebih lama sebelum dibakar kemudian dibakar pelan (*pre heating*) agak lama.
- d. Upayakan pembakaran benda secara perlahan-lahan sampai mencapai suhu 200<sup>0</sup> C dan 600<sup>0</sup> C.

### **12.5.3. Lubang yang Muncul pada Permukaan (*spit out*)**

Lubang (*spit out*) yang ada disebabkan oleh adanya kotoran/butiran gips, hal ini dapat ditanggulangi dengan cara:

- a. Jauhkan/singkirkan meja penguli dari gips yang telah rusak/lapuk atau tidak baik, agar tanah liat tidak terkontaminasi dengan bahan lainnya.
- b. Gunakan lebih banyak tanah liat yang sudah disaring.



## 13. PENUTUP

Tidak ada kerajinan dalam peradaban manusia yang lebih tua daripada kerajinan keramik. Hingga saat inipun keramik tetap menjadi salah satu kerajinan penting diantara kerajinan-kerajinan yang lain seperti kayu, tekstil, logam, kulit dan kerajinan lainnya. Meskipun demikian, pemahaman masyarakat terhadap keramik saat ini seakan menjadi sempit dan terbatas pada gerabah dan ubin. Padahal sebenarnya, kerajinan keramik adalah kerajinan yang memerlukan pengetahuan yang lebih banyak daripada yang dibayangkan bagi para pembelajar keramik; karena kriya keramik melibatkan ilmu-ilmu dasar yang lain seperti fisika, dan matematika. Bahkan lebih dari itu, keramik juga melibatkan ilmu-ilmu rekayasa seperti geologi dan kimia. Tetapi yang terjadi saat ini adalah lulusan kriya keramik amat terbatas pengetahuannya pada keteknikan semata, bahkan mungkin hanya menguasai sebagian dari keteknikan membuat keramik yang ada. Buku ini bertujuan memperkaya pengetahuan dan kompetensi bagi para pembelajar keramik, khususnya siswa sekolah menengah kejuruan jurusan keramik. Atas dasar tujuan yang ingin dicapai tersebut maka disajikan secara lengkap dan komprehensif bahasan-bahasan yang ada dalam kriya keramik berdasarkan pada standar kompetensi nasional. Standar kompetensi adalah suatu bentuk kesepakatan-kesepakatan tentang kompetensi yang diperlukan oleh suatu bidang pekerjaan oleh seluruh *stakeholders* di bidangnya. Sedangkan kompetensi diartikan sebagai kemampuan yang dibutuhkan untuk melakukan atau melaksanakan pekerjaan yang dilandasi oleh pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja.

Standar kompetensi lebih bersifat umum dan berlaku pada siapa saja dan tidak terbatas pada lulusan sekolah (SMK). Standar ini lebih berorientasi pada dunia kerja. Pada ranah sekolah semua pembelajaran merujuk pada kurikulum yang berlaku saat itu. Kurikulum kriya keramik selalu didasarkan juga pada standar kompetensi nasional, tetapi lebih diminimalkan sesuai kondisi pendidikan kejuruan.

Pokok bahasan yang diuraikan dalam buku ini melebihi dari apa yang dipersyaratkan dalam kurikulum yang berlaku saat ini. Glasir, sebagai contoh, adalah pokok bahasan yang tidak dipersyaratkan dalam kurikulum. Tetapi dalam buku ini justru dibahas secara detail mulai dari pengetahuan, cara perhitungan, dan cara pengolahannya. Hal ini dimaksudkan untuk memperkaya pengetahuan siswa/pembelajar agar pemahaman keramik menjadi pemahaman yang utuh. Pada bagian-bagian lain selalu diuraikan bahasan yang detail dan menarik, dengan alur yang mudah dipahami, dan disertai gambar-gambar pendukung yang semakin memperjelas.

Melalui pemahaman bagian demi bagian dalam buku ini para pembelajar keramik diharapkan tidak terbatas pada penguasaan salah satu kompetensi, yang akhirnya hanya menjadi 'seorang tukang'. Yang diharapkan adalah para lulusan dapat menguasai sebagian besar bahkan semua kompetensi yang ada. Pemahaman yang menyeluruh kemudian dilanjutkan dengan praktik untuk penguasaan semua kompetensi kriya keramik adalah tujuan pembelajaran buku ini. Yang dimaksud pemahaman yang menyeluruh ini adalah disamping menguasai teknik membuat keramik, diharapkan siswa juga menguasai pengetahuan tanah liat, pengetahuan sejarah keramik, desain sebuah produk dan lain-lain. Dengan banyaknya pengetahuan yang dikuasai maka para lulusan tidak berhenti menjadi seorang tukang, tetapi lebih dari itu ia akan menjadi seorang praktisi keramik yang paham betul seluk beluk keramik, bahkan dapat mendidik orang lain mengenai kerajinan keramik. Dengan demikian lapangan kerja seorang lulusan keramik akan semakin luas. Lebih dari itu mereka dapat membuktikan bahwa bekerja disektor keramik adalah pekerjaan yang membanggakan dan berprospek bagus.

Untuk mencapai semua itu, selain media pembelajaran termasuk didalamnya buku teks yang bagus, juga harus dipenuhi juga persyaratan yang lain yaitu pendidik yang profesional serta sarana pembelajaran yang memadai. Tetapi yang lebih penting lagi adalah atmosfer pembelajaran yang kondusif yang dimulai dengan kecintaan kita pada keramik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sachari. 2006. ***Seni rupa dan desain: untuk SMA kelas X***. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Agus Sachari. 2006. ***Seni rupa dan desain: untuk SMA kelas XI***. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Agus Sachari. 2006. ***Seni rupa dan desain: untuk SMA kelas XII***. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Ambar Astuti, Dra., MA. 1997. ***Pengetahuan keramik***. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Birk, Tony. 1993. ***The complete potters companion***. London: Conrad Octopus Limited.
- Chaney, Charles dan Skee, Stanley. 1985. ***Plaster mold and model making***. Florida: Robert E. Krieger Publishing Company.
- Chappelhow, Mary. 2002. ***Thrown pottery techniques revealed***. Singapore: A Quarto Book.
- Chavarria, Joaquim. 1998. ***Ceramic class: Glazing techniques***. New York: Watson-Guption Publication.
- Christy, Geraldine & Pearce, Sara. 1992. ***Step by step art school ceramics***. London: Hamlyn.
- Clark, Kenneth. 1983. ***The Potter's Manual***. London: Little Brown and Company.
- Clark, Kenneth. 1993. ***The Potters manual***. London: Quarto Publishing Plc.
- Conrad, John W, Ph.D. 1980. ***Contemporary ceramics formulas***. New York: Macmillan Publishing Co. Ltd.
- Cosentino, Peter. 1998. ***The encyclopedia of pottery techniques***. London: Quarto Publishing plc..
- Cosentino, Peter. 1993. ***Creative pottery: A complete guide to designing, making and decorating ceramics***. London: Tiger Books International Plc.
- Cowley, David. 1984. ***Moulded & slip casting pottery & ceramics***. London: B T Batsford.
- Espi, Lorette. 1993. ***Step by step pottery and ceramics a creative guide***. London: New Holland.
- Fournier, Robert. 1986. ***Illustrated dictionary of pottery decoration***. New York: Prentice Hall Press.

## LAMPIRAN A.2

- Fournier, Robert. 1977. *Illustrated dictionary of practical pottery*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Freddy Adiono Basuki. 2000. *Komunikasi Grafis: Untuk SMK bidang keahlian seni rupa dan kriya*. Jakarta: Depdiknas.
- Hammer, Frank and Janet. 1986. *The potters dictionary of materials and techniques*. London: A & C Black Publisher Limited.
- Hery Suhersono. 2004. *Desain Motif*. Jakarta: Puspa Swara.
- Hery Suhersono. 2005. *Desain bordir motif geometris*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hopper, Robin. 1986. *Functional pottery: Form and aesthetic in pots of purpose*. Pennsylvania: Chilton Book Company.
- Jones, Melanie. 1994. *Pottery: A step by step guide to the craft of pottery*. London: Merehurst Limited.
- Kenny, John B. 1976. *The complete book of pottery making*. (2<sup>nd</sup> ed). Pennsylvania: Chilton Book Company.
- Leach, Bernard. 1940. *A potter's book*. London: Four the Potter Ltd.
- Mattison, Steve. 1998. *Two in one manual: Ceramics*. London: Apple Press.
- Nelson, Glenn C. 1984. *Ceramics a potter's hand book*. New York: CBS Collage Publishing.
- Ngurah Swstapa, Drs. 2002. *Ornamen tradisional dan modern*. Modul diklat.PPPG Kesenian Yogyakarta.
- Norton, F.H. 1955. *Ceramic for thr artist potter*. Addison: Wesley Publishing Company. Inc.
- Nosker, Hendrik. 1999. *Refractories and kilns-for the self-reliant potter*. Eschborn, ViewegBraunschweig.
- Paak, Carl E. 1981. *The decorative touch, how to decorate, glaze, and fire your pots*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Peterson, Susan. 1992. *A complete potter`s handbook-The craft and art of clay*. (3<sup>th</sup>.ed.). London: Laurence King.
- Phethean, Richard 1993. *The complete potter-Throwing*. London: B.T. Batsford.
- Prasidha Adhikriya. 1992/1993. *Desain kerajinan keramik: Petunjuk pelatihan keterampilan industri kerajinan keramik..* Depdikbud, Ditjen dikdasmen, Dit. Dikmenjur.
- Rhodes, Daniel. 1968. *Kilns, design, contruction and operation*. New York: Pitman Publishing.

- Rhodes, Daniel. 1969. **Clay glazes**. London: Four the Potter Ltd.
- Ronny Roesnady. **Desain dan proses pembuatan cetakan dengan bahan gips**. Bandung: Balai Besar Industri Keramik.
- Roy, Vincent A. 1959. **Ceramic**. London :Mc Graw-Hill Book Company Inc.
- Shafer, Thomas. 1976. **Pottery decoration**. New York: Watson Guptil Publications.
- Simon, Howard. 2007. **Menggambar teknik**. Semarang: Dahara Prize.
- Soesilowati, Dra & Nuryanto, Ir. 1992. **Glasir dan pewarna**. Bandung: Balai Besar Industri Keramik.
- Soetardi. 1983. **Menggambar teknik**. Jakarta Ditjen Dikdasmen, Depdikbud.
- Tri Suerni, Drs., M.Ds. 2005. **Menggambar proyeksi orthogonal**. Modul diklat. PPPG Kesenian Yogyakarta.
- Wagiono. 1998. **Latihan menggambar ragam hias**. Jakarta: Depdikbud.
- Wanto EP. Ir. 1992. **Tungku dan pembakaran**. Bandung: Balai Besar Keramik.
- Wardell, Sasha. 1997. **Slip casting**. London: A & C Black
- Warshaw, Josie & Phethean, Richard. 2000. **Throwing pottery masterclass-Practical techniques for modern ceramics**. London: Southwater.
- Warshaw, Josie & Phethean, Richard. 2000. **Throwing: pottery masterclass**. New York: Anness Publishing Limited.
- Wucius Wong. 1986. **Beberapa asa merancang dwimatra**. Bandung: Penerbit ITB.
- Wucius Wong. 1986. **Beberapa asa merancang trimatra**. Bandung: Penerbit ITB.
- Zakin, Richard. 1981. **Electric kiln ceramics-A potter's guide to clay and glazes**. Pennsylvania: Chilton Book Company.
- Sutardi. 1983. **Menggambar teknik untuk SMSR**. Jakarta: Depdikbud, Ditjen Dikdasmen
- .....1998. **Clay, glazes, kilns, machinery and equipment**. England: Pot clay Ltd.
- .....1998. **Menggambar pola dengan motif**. Bahan ajar Dasar Kekriaan untuk SMK. Dir PMK-Depdikbud.
- .....1986. **Pedoman gambar kerja**. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- .....1996. **Mata pelajaran kreativitas: Petunjuk pelatihan keterampilan kreativitas**. Depdikbud, Ditjen dikdasmen, Dit. Dikmenjur.



## LAMPIRAN A.4

### Artikel

**Clay Why It Acts The Way It Does by F.H. Norton** This article first appeared in Studio Potter, Volume 4, Number 2 (Winter 1975/76). Copyright © 1976 by Studio Potter.

### Internet

[www.simply-crete.com/the\\_thieves\\_kitchen.htm](http://www.simply-crete.com/the_thieves_kitchen.htm)

[www.negentropic.com/clay/process/claymaking.shtml](http://www.negentropic.com/clay/process/claymaking.shtml)

[student.philau.edu/ROSSI2/project2/wedge.htm](http://student.philau.edu/ROSSI2/project2/wedge.htm)

[www.louismulcahy.com/touronemain0.html](http://www.louismulcahy.com/touronemain0.html)

*Glaze mixing check sheet.* <http://www.goshen.edu/art/DeptPgs/glazMIX.html>.

[www.digitalfire.ab.ca/cermat/education/213.html](http://www.digitalfire.ab.ca/cermat/education/213.html), "*Understanding the Deflocculation Process in Slip Casting*"

[http://www.lenham-pottery-models.co.uk/moldmaking/index\\_mold.html](http://www.lenham-pottery-models.co.uk/moldmaking/index_mold.html).

[sumberilmu.info/2008/02/24/perkembangan-kesenian/](http://sumberilmu.info/2008/02/24/perkembangan-kesenian/)

<http://www.silaban.net/2006/12/17/membaca-patung-primitif-batak-sebagai-teks-filsafat-tersembunyi/>

[http://www.geocities.com/sta5\\_ar530/data/05s.htm](http://www.geocities.com/sta5_ar530/data/05s.htm)

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1.	Jenis dan fungsi garis 51
Tabel 2.2.	Macam skala 56
Tabel 2.3.	Skala gambar yang dianjurkan 56
Tabel 6.1.	<i>Heatwork</i> : Perubahan bentuk material keramik oleh panas.(sumber: www.users.stlcc.edu) 117
Tabel 6.2.	Pencampuran sistem garis 135
Tabel 6.3.	Pencampuran yang dikembangkan 137
Tabel 6.4.	Kegunaan tanah liat dalam badan keramik (sumber:John W. Conrad) 137
Tabel 6.5.	Pengembangan formula badan tanah liat 141
Tabel 6.6.	Problem badan tanah liat dan perbaikannya (sumber:John W. Conrad) 147
Tabel 7.1.	Pencampuran tanah liat sistem garis. 159
Tabel 7.2.	Pencampuran tanah liat yang dikembangkan. 161
Tabel 7.3.	Format hasil pengujian plastisitas tanah liat 166
Tabel 7.4.	Format hasil pengujian susut tanah liat 169
Tabel 7.5.	Daftar pembakaran benda uji suhu kematangan tanah liat. 173
Tabel 7.6.	Perubahan Fisika dan Kimia dalam proses pembakaran. 174
Tabel 7.7.	Sifat-sifat fisika tanah liat sebelum dan sesudah dibakar. 175
Tabel 7.8.	Hasil pengujian suhu kematangan tanah liat. 176
Tabel 7.9.	Hasil pengujian susut bakar tanah liat. 180
Tabel 7.10.	Hasil pengujian porositas. 182
Tabel 7.11.	Hasil pengujian tanah liat. 182
Tabel 8.1.	Problem pembentukan teknik putar dan cara perbaikan 304
Tabel 9. 1.	Daftar pewarna oksida dan hasil bakar oksidasi. 371
Tabel 9. 2.	Daftar kombinasi pewarna oksida dan hasil bakar oksidasi. 372
Tabel 9. 3.	Komposisi bahan <i>engobe</i> 402
Tabel 9. 4.	Pewarna untuk <i>engobe</i> . 403
Tabel 10.1.	Titik leleh mineral dan kombinasinya (sumber: Greg Daly) 424
Tabel 10.2.	Daftar pewarna <i>oksida</i> dan hasil bakar <i>oksidasi</i> 428
Tabel 10.3.	Daftar pewarna <i>oksida</i> dan hasil bakar reduksi. 429
Tabel 10.4.	Daftar kombinasi pewarna <i>oksida</i> dan hasil bakar <i>oksidasi</i> . 430
Tabel 10.5.	Daftar kombinasi pewarna <i>oksida</i> dan hasil bakar reduksi. 430
Tabel 10.6.	RO formula (sumber: Glenn Nelson) 434

## LAMPIRAN B.2

Tabel 11.1.	Kesalahan dalam pengglasiran dan cara mengatasi. (sumber: Peter Cosentino)	482
Tabel 12.1.	Daftar <i>pyrometric cone</i> (sumber: Glenn Nelson)	498
Tabel 12.2.	<i>Heatwork</i> : Perubahan bentuk material keramik oleh panas (sumber: <a href="http://www.users.stlcc.edu">www.users.stlcc.edu</a> )	506
Tabel 12.3.	Problem pembakaran biskuit dan pemecahannya. (sumber: peter Cosentino)	508
Tabel 12.4.	Trayek pembakaran biskuit dengan tungkubahan bakar gas (sumber: Port-O kiln)	533

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Titik	2
Gambar 1.2. Berbagai macam garis	2
Gambar 1.3. Berbagai macam bidang	3
Gambar 1.4. Berbagai macam bentuk tiga dimensi	3
Gambar 1.5. Lingkaran warna	4
Gambar 1.6. Berbagai macam tekstur	5
Gambar 1.7. Beberapa bentuk bidang	8
Gambar 1.8. Komposisi garis horizontal dan vertikal	9
Gambar 1.9. Komposisi garis dinamis	9
Gambar 1.10. Komposisi garis repetisi	9
Gambar 1.11. Komposisi bidang yang berirama	10
Gambar 1.12. Komposisi bidang yang kontras	10
Gambar 1.13. Komposisi bidang yang acak	10
Gambar 1.14. Komposisi bidang yang simetris	10
Gambar 1.15. Contoh huruf berat dan ringan	13
Gambar 1.16. Bagian-bagian huruf	14
Gambar 1.17. Huruf besar	14
Gambar 1.18. Huruf kecil	15
Gambar 1.19. Huruf normal (perbandingan 3:5)	15
Gambar 1.20. Huruf meninggi (perbandingan 1:3)	15
Gambar 1.21. Huruf melebar (perbandingan 1:1)	16
Gambar 1.22. Contoh beberapa gambar logo	18
Gambar 1.23. Contoh Inisial	20
Gambar 1.24. Contoh Slogan	22
Gambar 1.25. Bola yang diterpa cahaya (Sumber: Atisah S.)	26
Gambar 1.26. Arsir searah (Sumber: Taufiq)	26
Gambar 1.27. Arsir searah (Sumber: Taufiq)	26
Gambar 1.28. Arsir searah (Sumber: Taufiq)	27
Gambar 1.29. Arsir searah (Sumber: Taufiq)	27
Gambar 1.30. Contoh gambar alam benda (Sumber: Taufiq)	28
Gambar 1.31. Contoh gambar alam benda (Sumber: Taufiq)	28
Gambar 1.32. Daun (Sumber: Taufiq)	29
Gambar 1.33. Buah-buahan (Sumber: Taufiq)	29
Gambar 1.34. Kuda (Sumber: Saraswati)	30
Gambar 1.35. Singa (Sumber: Agus Sachari)	30
Gambar 1.36. Proporsi tubuh manusia (Sumber: Mofit)	31
Gambar 1.37. Wajah (Sumber: Agus Sachari)	32
Gambar 1.38. Tangan (Sumber: Agus Sachari)	32
Gambar 1.39. Garis berawal dari titik	33
Gambar 1.40. Bidang berawal dari garis	33
Gambar 1.41. Ruang berawal dari bidang	34
Gambar 1.42. Sederatan bidang yang membentuk ruang	34
Gambar 1.43. Pengulangan bidang	34

## LAMPIRAN C.2

Gambar 1.44.	Ukuran gradasi bentuk berulang	35
Gambar 1.45.	Bentuk gradasi ukurannya berulang	35
Gambar 1.46.	Bentuk ukuran gradasi	35
Gambar 1.47.	Bidang bujur sangkar yang bersaf tegak	36
Gambar 1.48.	Jarak antar bidang yang sempit	36
Gambar 1.49.	Jarak antar bidang naik turun	36
Gambar 1.50.	Bidang diputar pada sumbu tegak	37
Gambar 1.51.	Bidang diputar pada sumbu datar	37
Gambar 1.52.	Bidang diputar pada bidang sendiri	37
Gambar 1.53.	Bidang yang disusun membentuk lingkaran	38
Gambar 1.54.	Bidang yang disusun berkelok-kelok	38
Gambar 1.55.	Contoh karya nirmana ruang (sumber: Agus Sachari)	38
Gambar 1.56.	Contoh karya nirmana ruang (sumber: Agus Sachari)	39
Gambar 1.57.	Contoh karya nirmana ruang (sumber: Agus Sachari)	39
Gambar 1.58.	Contoh karya nirmana ruang (sumber: Agus Sachari)	39
Gambar 1.59.	Contoh karya nirmana ruang (sumber: Agus Sachari)	39
Gambar 2.1.	Urutan proyeksi Eropa	44
Gambar 2.2.	Proyeksi Eropa	45
Gambar 2.3.	Asas proyeksi Amerika	45
Gambar 2.4.	Urutan proyeksi Eropa	46
Gambar 2.5.	Proyeksi Amerika	46
Gambar 2.6.	Perspektif satu titik hilang	48
Gambar 2.7.	Perspektif dua titik hilang	49
Gambar 2.8.	Perspektif tiga titik hilang	49
Gambar 2.9.	Penggunaan garis tebal	51
Gambar 2.10.	Penggunaan garis tipis	52
Gambar 2.11.	Penggunaan garis putus-putus	22
Gambar 2.12.	Penggunaan garis strip titik strip	52
Gambar 2.13.	Penggunaan garis titik-titik	52
Gambar 2.14.	Penulisan angka ukuran, garis ukuran, dan garis pemisah yang benar	53
Gambar 2.15.	Garis ukuran dengan anak panah kiri atau kanan garis gambar.	54
Gambar 2.16.	Penulisan angka ukuran yang salah	54
Gambar 2.17.	Penulisan angka ukuran yang benar	54
Gambar 2.18.	Penulisan garis dan angka ukuran untuk ukuran yang pendek	55
Gambar 2.19.	Penulisan garis ukuran jari-jari lingkaran	55
Gambar 2.20.	Penulisan garis ukuran garis tengah lingkaran	55
Gambar 2.21.	Panjang garis sebenarnya dan panjang garis dalam berbagai skala	57

Gambar 2.22.	Bentuk persegi panjang sebenarnya dan dalam skala 1 : 2	57
Gambar 2.23.	Bentuk kubus sebenarnya dan dalam skala 1 : 2	57
Gambar 2.24.	Irisan penampang penuh	58
Gambar 2.25.	Irisan penampang setengah	58
Gambar 2.26.	Format penampilan gambar kerja	59
Gambar 3.1.	Motif Meander (Sumber: Sigit P)	62
Gambar 3.2.	Motif Pilin (Sumber: Sigit P)	63
Gambar 3.3.	Motif Tumpal (Sumber: Sigit P)	63
Gambar 3.4.	Ornamen daerah Bali (sumber: Ngurah Swastapa)	67
Gambar 3.5.	Ornamen daerah Jawa Timur (sumber: Ngurah Swastapa)	67
Gambar 3.6.	Ornamen daerah Surakarta (sumber: Ngurah Swastapa)	67
Gambar 3.7.	Ornamen daerah Yogyakarta (sumber: Ngurah Swastapa)	67
Gambar 3.8.	Ornamen daerah Yogyakarta (sumber: Ngurah Swastapa)	68
Gambar 3.9.	Ornamen dari Pekalongan Jawa Tengah (sumber: Ngurah Swastapa)	68
Gambar 3.10.	Ornamen dari Pajajaran Jawa barat (sumber: Ngurah Swastapa)	68
Gambar 3.11.	Ornamen dari Jepara Jawa Tengah (sumber: Ngurah Swastapa)	68
Gambar 3.12.	Ornamen dari Dayak Kalimantan (sumber: Ngurah Swastapa)	69
Gambar 3.13.	Ornamen daerah Sumatra (sumber: Ngurah Swastapa)	69
Gambar 3.14.	Ornamen dari Sulawesi (sumber: Ngurah Swastapa)	69
Gambar 3.15.	Ornamen daerah Timor (sumber: Ngurah Swastapa)	69
Gambar 3.16.	Ornamen tradisional (sumber: Wagiono)	70
Gambar 3.17.	Ornamen tradisional (sumber: Wagiono)	70
Gambar 3.18.	Ornamen modern bentuk geometris (Sumber: Hery Suhersono)	71
Gambar 3.19.	Ornamen modern bentuk organis (Sumber: Hery Suhersono)	71
Gambar 3.20.	Ornamen modern bentuk geometris (Sumber: Hery Suhersono)	72
Gambar 3.21.	Ornamen modern bentuk organis (Sumber: Hery Suhersono)	72
Gambar 3.22.	Ornamen modern motif manusia dan binatang (Sumber: Hery Suhersono)	72
Gambar 3.23.	Seni hias modern, bentuk organis (Sumber: Hery Suhersono)	72
Gambar 3.24.	Ornamen modern (sumber: Wagiono)	73

## LAMPIRAN C.4

Gambar 3.25.	Ornamen modern (sumber: Wagiono)	73
Gambar 4.1.	Peralatan-peralatan dan salah satu gambar gua pada jaman Paleolitik.(sumber: <a href="http://archeologia.ah.edu">http://archeologia.ah.edu</a> )	75
Gambar 4.2.	Contoh dekorasi pada kepingan keramik dan contoh kendi keramik China pada jaman neolitik. (sumber: <a href="http://archeologia.ah.edu">http://archeologia.ah.edu</a> )	76
Gambar 4.3.	Porselin dan superkonduktor: contoh produk keramik tradisional dan keramik maju/modern. (sumber: <a href="http://chemistryland.com">chemistryland.com</a> )	77
Gambar 4.4.	Ragam produk keramik: dari batu bata sampai teaset porselin. (sumber: berbagai sumber)	78
Gambar 4.5.	Alat putar listrik ( sumber: <a href="http://www.baileypottery.com">www.baileypottery.com</a> )	79
Gambar 4.6.	Membakar keramik atau gerabah secara tradisional. (sumber: Koleksi studio keramik)	80
Gambar 4.7.	Tungku pembakaran gas dan listrik yang lebih modern. (sumber: <a href="http://www.baileypottery.com">www.baileypottery.com</a> )	81
Gambar 5.1.	Wadah kecil dari jaman prasejarah, dengan dekorasi jejak-jejak jari tangan yang ditekan (kiri) dan sebuah pot dengan bentuk unik ditemukan di Liguria, NW Italia (kanan) (sumber: <a href="http://www.ceramicstudies.me.uk">www.ceramicstudies.me.uk</a> )	83
Gambar 5.2.	Sebuah mangkok berdekorasi ditemukan pada jaman tembaga di Inggris. Dekorasi yang ditampilkan kompleks dan jelas. (sumber: <a href="http://www.ceramicstudies.me.uk">www.ceramicstudies.me.uk</a> )	84
Gambar 5.3.	Motif sederhana yang menggambarkan kepala kerbau, ditemukan pada keramik Mesopotamia millennium ke-4 SM sumber: <a href="http://www.ceramicstudies.me.uk">www.ceramicstudies.me.uk</a> )	84
Gambar 5.4.	Membuat keramik dengan teknik putar(sumber: <a href="http://ceramictoday.com">ceramictoday.com</a> )	85
Gambar 5.5.	Pesawat Discovery yang menggunakan bahan keramik pada beberapa suku cadangnya (kiri) dan piranti computer yang beberapa komponennya menggunakan keramik (atas)	85
Gambar 5.6.	<i>Caves of Lascaux</i> : Kuda jantan dengan panah-panah disekelilingnya (sumber: <a href="http://www.ceramicstudies.me.uk">www.ceramicstudies.me.uk</a> )	86
Gambar 5.7.	Relief Bison pada tanah liat liat, ditemukan pada jaman batu di Tuc d' Audoubert, S.W. France. Diperkirakan 15,000 BC. (sumber: <a href="http://www.ceramicstudies.me.uk">www.ceramicstudies.me.uk</a> )	87
Gambar 5.8.	Lukisan Bison pada jaman batu akhir, diperkirakan 15000 tahun SM, ditemukan di Altamira,	87

Gambar 5.9.	Spanyol. (sumber: <a href="http://www.ceramicstudies.me.uk">www.ceramicstudies.me.uk</a> ) <i>Caves of Lascaux</i> : Ibex betina? (sumber: <a href="http://www.ceramicstudies.me.uk">www.ceramicstudies.me.uk</a> )	87
Gambar 5.10.	Goresan kepala Bison pada lumpur tanah liat, 15000 tahun SM, ditemukan di Perancis. (sumber: <a href="http://www.ceramicstudies.me.uk">www.ceramicstudies.me.uk</a> )	88
Gambar 5.11.	<i>Dolni Vestonice</i> “Venus” dari situs prasejarah di Moravia dekat Brno, diyakini sebagai <i>figurin</i> keramik tertua. (sumber: <a href="http://www.ceramicstudies.me.uk">www.ceramicstudies.me.uk</a> )	89
Gambar 5.12.	Peta ditemukannya <i>figurin</i> tertua. (sumber: <a href="http://www.ceramicstudies.me.uk">www.ceramicstudies.me.uk</a> )	89
Gambar 5.13.	Karakteristik bentuk keramik pada beberapa periode arkeologis sumber: <a href="http://www.centuryone.org/pottery.html">www.centuryone.org/pottery.html</a> ).	90
Gambar 5.14.	Kendi, pertengahan millennium ke-6 SM B.C.; <i>Hacilar I type Anatolia</i> (Turki) tengah selatan <i>Ceramic with paint, H. 6 1/8 in. (15.6 cm) Gift of Burton Y. Berry, 1964 (64.286.5)</i> . . (sumber: <a href="http://www.metmuseum.org">www.metmuseum.org</a> ).	91
Gambar 5.15.	Benda keramik berdekorasi ditemukandi situs Susa, Iran Barat, 4000 tahun SM. (sumber: <a href="http://www.metmuseum.org">www.metmuseum.org</a> ).	91
Gambar 5.16.	Kendi dengan dekorasi kambing gunung , awal millennium 4 SM; periode Chalcolithic, Sialk III 7 type; Iran Tengah. (sumber: <a href="http://www.metmuseum.org">www.metmuseum.org</a> )	92
Gambar 5.17.	<i>Kendi faience, Mesir, tertanggal 100-200 M. Koleksi Freer Gallery of Art, Smithsonian, Washington D.C.</i> ( <a href="http://www.answers.com">www.answers.com</a> )	92
Gambar 5.18.	Benda keramik berbentuk guci pada awal periode kedinastian, Dinasti 1, 2960–2770 SM. Tinggi x diameter: 8.6 x 3.9 cm (3 3/8 x 1 9/16 in.) Glasir: <i>Faience</i> . (sumber: <a href="http://www.mfa.org">www.mfa.org</a> )	93
Gambar 5.19.	Keramik pada kebudayaan Yang-Shao. (sumber: <a href="http://www.ceramicstudies.me.uk">www.ceramicstudies.me.uk</a> )	93
Gambar 5.20.	<i>Terracotta</i> yang terkenal dari China: 8099 <i>figure terracotta</i> tentara dengan ukuran sebenarnya. Di tempatkan di <i>Mausoleum of the First Qin Emperor</i> . <i>Figure</i> ini ditemukan tahun 1974 di dekat Xian Propinsi Shaanxi. (sumber: <a href="http://www.3info2u.com/info/terracotta_figures_china.htm">www.3info2u.com/info/terracotta_figures_china.htm</a> )	94
Gambar 5.21.	Contoh Motif keramik pada kebudayaan Yang-Shao. (sumber: <a href="http://www.ceramicstudies.me.uk">www.ceramicstudies.me.uk</a> )	95
Gambar 5.22.	Produk keramik dari Dinasti Chou. (sumber: <a href="http://www.artsmia.org/art-of-asia/ceramics/">www.artsmia.org/art-of-asia/ceramics/</a> )	95
Gambar 5.23.	Gambar 5.23. Onta dari <i>earthenware</i> dengan glasir <i>sancai</i> . Tang Dynasty, abad ke 7 atau 8 M.	96



## LAMPIRAN C.6

Gambar 5.24.	(sumber: <a href="http://www.artsmia.org/art-of-asia/ceramics/">www.artsmia.org/art-of-asia/ceramics/</a> ) Produk Keramik dari Dinasti Sung. (sumber: <a href="http://www.artsmia.org/art-of-asia/ceramics/">www.artsmia.org/art-of-asia/ceramics/</a> )	96
Gambar 5.25.	Botol <i>celadon</i> pada perioda Koryo dengan desain <i>inlay Chrysanthemum</i> dan kupu-kupu Koryo Dynasty, abad ke 12-Korea The Ho-Rim Museum. (sumber: <a href="http://www.korean-arts.com">www.korean-arts.com</a> )	97
Gambar 5.26.	Keramik <i>earthenware</i> Korea pada jaman neolitik(sumber: <a href="http://www.korean-arts.com">www.korean-arts.com</a> )	97
Gambar 5.27.	Keramik dibentuk dengan pilin, Jepang, Periode Jomon kira-kira 2500 SM. (atas). Keramik pada jaman pertengahan Jomon (bergaya Daigi) (sumber: <a href="http://www.myspace.com">www.myspace.com</a> )	97
Gambar 5.28.	Tembikar-tembikar yang ditemukan di situs Batujaya. (sumber: <a href="http://www.budpar.go.id">www.budpar.go.id</a> )	98
Gambar 5.29.	Fragmen <i>terracotta</i> yang ditemukan di situs Batujaya. (sumber: <a href="http://www.budpar.go.id">www.budpar.go.id</a> )	99
Gambar 5.30.	Bentuk kepala terbuat dari <i>terracotta</i> pada penanggalan abad ke 10. (sumber: <a href="http://heritageindonesia">heritage indonesia</a> )	99
Gambar 5.31.	<i>Terracotta</i> peninggalan zaman Mojopahit. (sumber: <a href="http://heritageindonesia">heritage indonesia</a> )	100
Gambar 5.32.	Adanya keramik di Indonesia sering dibuktikan dengan relief candi. (sumber: <a href="http://heritageindonesia">heritage indonesia</a> )	100
Gambar 5.33.	Membuat keramik dengan teknik putar tatap ( <i>paddle and anvil technique</i> )(sumber: <i>Koleksi studio keramik</i> )	101
Gambar 5.34.	Keramik <i>Sung</i> (China) yang mempengaruhi perkembangan keramik Indonesia (sumber: <a href="http://www.britannica.com">www.britannica.com</a> )	102
Gambar 5.35.	Keramik Plered koleksi Istana Negara Republik Indonesia.	103
Gambar 5.36.	Produk pabrik keramik Sango	104
Gambar 5.37.	Keramik Lombok (sumber: <a href="http://bidytour-lombok.com">http://bidytour-lombok.com</a> )	105
Gambar 5.38.	Keramik Kasongan (sumber: Album keramik Kasongan)	105
Gambar 6.1.	Proses pelapukan batuan granit(sumber: Frank and Janet Hammer)	109
Gambar 6.2.	Proses pembentukan tanah liat primer dan sekunder	111
Gambar 6.3.	Bentuk partikel tanah liat(sumber: F.H. Norton)	111
Gambar 6.4.	Asal usul tanah liat secara sederhana (sumber: Frank and Janet Hammer).	112
Gambar 6.5.	Dua partikel kwarsa dengan lapisan air (sumber: F.H. Norton)	113
Gambar 6.6.	Dua partikel tanah liat plastis dipisahkan oleh lapisan air (sumber: F.H. Norton)	115

## LAMPIRAN C.7

Gambar 6.7.	Partikel dan struktur tanah liat (sumber: Frank Hammer and Janet Hammer)	118
Gambar 6.8.	Tanah liat yang memiliki daya kerja (sumber: Koleksi studio keramik)	119
Gambar 6.9.	Tanah liat plastis, kering, dan biskuit (sumber: Koleksi studio keramik)	121
Gambar 6.10.	Tahap penyusutan kering tanah liat (sumber: Frank and Janet Hammer)	121
Gambar 6.11.	Tahap penyusutan bakar tanah liat (sumber: Frank r and Janet Hammer)	121
Gambar 6.12.	Efek vitrifikasi (sumber: Frank and Janet Hammer).	122
Gambar 6.13.	Pengaruh suhu bakar terhadap vitrifikasi dan kekuatan (sumber: Frank and Janet Hammer).	123
Gambar 6.14.	Porositas tanah liat setelah proses pembakaran (sumber: Frank and Janet Hammer).	124
Gambar 6.15.	Pengaruh suhu bakar terhadap porositas dan kekuatan tanah liat (sumber: Frank and Janet Hammer).	125
Gambar 6.16.	Perbedaan warna tanah liat setelah dibakar biskuit suhu 900°C (sumber: Koleksi studio keramik)	126
Gambar 6.17.	Perbandingan antara lempung, tanah endapan, dan pasir (sumber: Wheatonparkdistric.com)	127
Gambar 6.18.	Bahan-bahan keramik plastis (sumber: Koleksi studio keramik)	131
Gambar 6.19.	Bahan-bahan keramik tidak plastis (sumber: Koleksi studio keramik)	134
Gambar 6.20.	Pencampuran sistem segitiga (sumber: Glenn C Nelson)	136
Gambar 7.1.	Bahan tanah liat dan mineral terolah(sumber: Koleksi sttudio keramik)	157
Gambar 7.2.	Pencampuran tanah liat sistem segitiga (sumber: Glenn C. Nelson)	160
Gambar 7.3.	Bahan deflokulan <i>waterglass</i> dan soda abu	197
Gambar 8.1.	Bagan proses pembentukan benda keramik	204
Gambar 8.2.	Bagian-bagian alat putar listrik (sumber: Richard Phethean).	210
Gambar 8.3.	Tanah liat plastis (sumber: Koleksi studio keramik)	215
Gambar 8.4.	Mangkok teknik pijit (sumber: Koleksi studio keramik)	220
Gambar 8.5.	Proses teknik pijit (sumber: Lorette Espi)	221
Gambar 8.6.	Mangkok teknik pijit (sumber: (Koleksi studio keramik)	223
Gambar 8.7.	Vas teknik pilin (sumber: (Koleksi studio keramik)	224
Gambar 8.8.	Botol teknik pilin (sumber: (Koleksi studio keramik)	225
Gambar 8.9.	Botol teknik lempeng(sumber: (Koleksi studio keramik)	233

## LAMPIRAN C.8

Gambar 8.10.	Kotak teknik lempeng (sumber: (Koleksi studio keramik)	233
Gambar 8.11.	Vas teknik lempeng (sumber: (Koleksi studio keramik)	234
Gambar 8.12.	Wadah bertutup teknik lempeng datar. (sumber: (Koleksi studio keramik)	238
Gambar 8.13.	Wadah bertutup teknik lempeng lengkung(sumber: (Koleksi studio keramik)	242
Gambar 8.14.	Piring teknik lempeng dengan acuan. (sumber: Susan Peterson)	244
Gambar 8.15.	Wadah bertutup teknik putar <i>centering</i> (sumber: Koleksi studio keramik)	245
Gambar 8.16.	Wadah bertutup teknik putar <i>centering</i> (sumber: Koleksi studio keramik)	246
Gambar 8.17.	Bagian-bagain dari telapak tangan (sumber: Melanie Jones)	248
Gambar 8.18.	Produk silinder teknik putar <i>centering</i> . (sumber: Mary Chappelhow)	253
Gambar 8.19.	Mangkok teknik putar <i>centering</i> . (sumber: Mary Chappelhow)	257
Gambar 8.20.	Bentuk-bentuk mangkok. (sumber: Daniel Rhodes).	264
Gambar 8.21.	Piring teknik putar <i>centering</i> . (sumber: Katalog)	264
Gambar 8.22.	Bentuk-bentuk piring. (sumber: Daniel Rhodes).	269
Gambar 8.23.	Vas teknik putar <i>centering</i> . (sumber: Mary Chappelhow)	269
Gambar 8.24.	Wadah bertutup teknik putar <i>centering</i> (sumber: Mary Chappelhow)	274
Gambar 8.25.	Variasi bentuk bibir benda keramik. (sumber: Daniel Rhodes)	279
Gambar 8.26.	Variasi bentuk kaki benda keramik.(sumber: Robin Hopper)	280
Gambar 8.27.	Cara mengukur ketebalan dasar benda keramik. (sumber: Richard Phethean)	281
Gambar 8.28.	Vas, gabungan teknik putar <i>centering</i> . (sumber: Josie Warshaw)	283
Gambar 8.29.	Cara mengukur bagian benda yang akan disambung. (sumber: Peter Cosentino)	284
Gambar 8.30.	Bagian-bagian tutup benda keramik. (sumber: Kenneth Clark)	288
Gambar 8.31.	Variasi bentuk tutup benda keramik. (Sumber: Kenneth Clark)	289
Gambar 8.32.	Variasi bentuk <i>handle</i> . (sumber: Peter Cosentino)	292
Gambar 8.33.	Variasi bentuk <i>handle</i> . (sumber: Peter Cosentino)	293
Gambar 8.34.	Pola <i>handle</i> dengan <i>extruder</i> (sumber : Richard Phethean)	296
Gambar 8.35.	Pola <i>handle</i> dengan kawat (sumber: Richard Phethean)	297

## LAMPIRAN C.9

Gambar 8.36.	Variasi bentuk <i>knob</i> . (sumber : Richard Phethean)	299
Gambar 8.37.	Variasi bentuk <i>spout</i> benda keramik. (sumber: Richard Phethean)	300
Gambar 8.38.	Variasi bentuk <i>lug</i> . (sumber: Richard Phethean)	302
Gambar 8.39.	Variasi bentuk <i>lug</i> (sumber: Richard Phethean)	302
Gambar 8.40.	Produk teknik putar pilin. (sumber: Koleksi studio keramik)	312
Gambar 8.41.	Wadah bertutup teknik cetak tuang dengan model bubut. (sumber: Koleksi studio keramik)	330
Gambar 8.42.	Wadah bertutup teknik cetak tuang dengan model bebas.(sumber: Koleksi studio keramik)	330
Gambar 8.43.	Binatang cetak tuang. (sumber: Katalog)	333
Gambar 8.44.	Model bentuk binatang dari gips. (sumber: Katalog)	333
Gambar 8.45.	Wadah bertutup cetak tuang. (sumber: Koleksi studio keramik)	340
Gambar 8.46.	Model tanah liat dan gipss(sumber: Koleksi studio keramik)	340
Gambar 8.47.	Cetakan gips (sumber: Koleksi studio keramik)	346
Gambar 8.48.	Cetakan (sumber: Koleksi studio keramik)	347
Gambar 8.49.	Produk teknik <i>jigger jolly</i> (sumber: Axner.com)	350
Gambar 8.50.	Produk teknik <i>jigger jolly</i> (sumber: Axner.com)	350
Gambar 8.51.	Bagian-bagian <i>jigger</i> . (sumber: Frank Hammer)	351
Gambar 8.52.	Bagian-bagian <i>jolley</i> (sumber: Frank Hammer)	352
Gambar 8.53.	Alat <i>jigger-jolley</i> masinal. (sumber: <a href="http://www.gladstone.htm">www.gladstone.htm</a> )	352
Gambar 8.54.	Piring teknik <i>jigger</i> . (sumber: Koleksi studio keramik)	357
Gambar 9.1.	Tanah liat plastis dengan beberapa warna.(sumber: Melanie Jones)	370
Gambar 9.2.	Slip tanah liat (sumber: Koleksi studio keramik)	370
Gambar 9.3.	Pewarna oksida.(sumber: Joaquim Chavarria)	373
Gambar 9.4.	Pewarna <i>stain</i> (sumber: Joaquim Chavarria)	373
Gambar 9.5.	Air (sumber:Morgen Hall)	374
Gambar 9.6.	Beberapa contoh benda dengan hiasan <i>marbling body</i> . (sumber: Tony Birk)	379
Gambar 9.7.	Bentuk mangkok dengan dekorasi <i>nerikomi</i> .(Sumber: Morgen Hall)	382
Gambar 9.8.	Penerapan dekorasi <i>nerikomi</i> pada benda keramik. (sumber: Tony Birk)	383
Gambar 9.9.	Bentuk mangkok dengan hiasan teknik <i>agate</i> . (Sumber: Peter Cosentino)	385
Gambar 9.10.	Contoh dekorasi <i>faceting</i> . (sumber: Peter Cosentino)	388
Gambar 9.11.	Contoh dekorasi <i>combing</i> .(sumber: Peter Cosentino)	389
Gambar 9.12.	Piring dengan dekorasi <i>marbling</i> . (sumber: Peter Cosentino)	391

## LAMPIRAN C.10

Gambar 9.13.	Contoh motif <i>impress</i> pada produk. (sumber: Peter Cosentino)	394
Gambar 9.14.	Contoh berbagai alat cap, bermotif organis yang dibuat dari gips. (sumber: Robert Fournier)	394
Gambar 9.15.	Contoh dekorasi relief.	396
Gambar 9.16.	Guci dengan dekorasi <i>sgraffito</i> . (sumber: Koleksi studio keramik)	398
Gambar 9.17.	Produk keramik dengan hiasan <i>embossing</i> . (sumber: Koleksi studio keramik)	412
Gambar 9.18.	Gambar 9.18. Bootol keramik dengan dekorasi inglaze (sumber: Koleksi studio keramik)	419
Gambar 10.1.	Bahan berwarna <i>oksida</i> .(sumber: Koleksi studio keramik)	428
Gambar 10.2.	Bahan pewarna <i>stain</i> . (sumber: Koleksi studio keramik)	431
Gambar 11.1.	Jenis-jenis glasir (sumber: Koleksi studio keramik)	459
Gambar 11.2.	Bahan-bahan glasir (sumber: Koleksi studio keramik)	460
Gambar 11.3.	Pewarna oksida (sumber: Koleksi studio keramik)	461
Gambar 11.4.	Pewarna <i>stain</i> (sumber: Koleksi studio keramik)	462
Gambar 11.5.	Wadah tertutup dengan glasir warna (sumber: Mary Chappelhow)	467
Gambar 11.6.	Contoh hasil pengujian glasir rendah yang diterapkan pada benda keramik <i>stoneware</i> . (sumber: Koleksi studi keramik)	467
Gambar 11.7.	Contoh hasil pengujian glasir menengah yang diterapkan pada benda keramik <i>stoneware</i> . (sumber: Koleksi studi keramik)	467
Gambar 11.8.	Proses penghalusan bahan glasir dengan <i>ballmill</i>	468
Gambar 11.9.	Produk keramik berglasir. (sumber: Koleksi studio keramik)	473
Gambar 11.10.	Produk keramik berglasir. (sumber: Mary Chappelhow)	473
Gambar 11.11.	Contoh beberapa kesalahan glasir (sumber: Joaquim Chavarria)	484
Gambar 12.1.	Tungku dengan sirkulasi api naik.(sumber: Prasidha Adhikriya)	488
Gambar 12.2.	Tungku dengan sirkulasi api berbalik Tungku dengan sirkulasi api naik. (sumber: Prasidha Adhikriya)	489
Gambar 12.3.	Tungku dengan sirkulasi api mendatar Tungku dengan sirkulasi api naik. (sumber: Prasidha Adhikriya)	490
Gambar 12.4.	Penampang <i>thermocouple</i> pada dinding tungku. (sumber: Melanie Jones)	494
Gambar 12.5.	Grafik pembakaran. (sumber: Steve Mattison)	505
Gambar 12.6.	Cara menyusun mangkok yang berbeda ukuran	512

Gambar 12.7.	Cara menyusun piring (sumber: Daniel Rhodes)	512
Gambar 12.8.	Cara menyusun mangkok dengan ukuran sama Tungku bak terbuka.(sumber: Koleksi studio keramik)	517
Gambar 12.9.	Tungku <i>catenary</i> dengan bahan bakar minyak tanah (sumber: Koleksi studio keramik)	520
Gambar 12.10.	Bagian-bagian kompor <i>kombrander</i> dengan <i>spuyer</i> . (sumber: Prasidha Adhikriya)	522
Gambar 12.11.	Bagian-bagian kompor spiral tanpa udara tekan. (sumber: Prasidha Adhikriya)	523
Gambar 12.12.	Bagian-bagian kompor spiral dengan udara tekan. (sumber: Prasidha Adhikriya)	523
Gambar 12.13.	Bagian-bagian kompor udara tekan. (sumber: Sardi)	524
Gambar 12.14.	Bagian-bagian dan sirkulasi api tungku <i>catenary</i> (sumber: Prasidha Adhikriya)	525
Gambar 12.15.	Bagian-bagian dan sirkulasi api tungku <i>catenary</i> (sumber: Prasidha Adhikriya)	526
Gambar 12.16.	Tungku gas. (sumber: <a href="http://www.beileypottery.com">www.beileypottery.com</a> )	529
Gambar 12.17.	Tungku listrik. (sumber: <a href="http://www.beileypottery.com">www.beileypottery.com</a> )	534
Gambar 12.18.	Bagian-bagian tungku listrik. Bagian-bagian tungku listrik. (sumber: peter Cosentino)	535
Gambar 12.19.	Cara memperbaiki kumparan kendur. (sumber: Richard Zakin)	540
Gambar 12.20.	Cara menyambung kumparan kendur putus. (sumber: Richard Zakin)	540

## LAMPIRAN C.12

PRODUK KERAMIK

Tempat bubur tradisional,  
tinggi 19 cm diameter 21 cm,  
mangkok tinggi 5 cm diameter  
10 cm.

*Stoneware clay*, glasir dalam.  
suhu 1200°C. Teknik cetak  
tuang.

PPPPTK Seni dan Budaya  
Yogyakarta, 2000.



Tempat bubur tradisional,  
tinggi 19 cm diameter 15,5  
cm,

*Stoneware clay*, glasir  
dalam. suhu 1200°C.

Teknik cetak tuang.  
PPPPTK Seni dan Budaya  
Yogyakarta, 2000.

Tempat bubur tradisional,  
kendil besar, tinggi 23 cm  
diameter 19,5 cm, kendil  
kecil, tinggi 19 cm diameter  
17,5 cm

*Earthenware clay*, glasir  
dalam. suhu 1100°C.

Teknik putar.  
PPPPTK Seni dan Budaya  
Yogyakarta, 2000.





## LAMPIRAN D.2



Tempat bubur tradisional,  
kendil besar, tinggi 18 cm  
diameter 22 cm, kendil kecil,  
tinggi 13 cm diameter 14,5  
cm

*Stoneware clay*, glasir  
dalam. suhu 1100°C. Teknik  
cetak tuang.

PPPPTK Seni dan Budaya  
Yogyakarta, 2000.

Tempat bubur tradisional,  
kendil besar, tinggi 18 cm  
diameter 22 cm, mangkok,  
tinggi 7 cm diameter 12,5 cm  
*Stoneware clay*, glasir dalam.  
suhu 1100°C. Teknik cetak  
tuang.

PPPPTK Seni dan Budaya  
Yogyakarta, 2000.



Tempat bubur tradisional,  
tinggi 19 cm diameter 15,5 cm,  
mangkok, tinggi 5 cm diameter  
10 cm

*Stoneware clay*, glasir dalam.  
suhu 1100°C. Teknik cetak  
tuang.

PPPPTK Seni dan Budaya  
Yogyakarta, 2000.



Coil, raku, Vicki hardin.  
<http://vickihardin.com>

*David Frith Functional  
Stonewarecom***VIRTUAL  
CERAMIC GALLERY** at The  
Chapel of Art in Criccieth,  
Gwynedd, GB North Wales, UK,  
Europe



Sarah Jane Willis**VIRTUAL  
CERAMIC GALLERY** at The  
Chapel of Art in Criccieth,  
Gwynedd, GB North Wales,  
UK, Europe

## LAMPIRAN D.4



Joy Tanner. Rice pot.  
Copyright © 2002-2005  
MudFire, Inc.  
[info@mudfire.com](mailto:info@mudfire.com)

### **Lidded preserve pot**

10cm high.

Stoneware with celadon base glaze and beautiful tenmoku wax resist decoration.

Spoon hole in the main body.

Harry Davis - Crowan Pottery - A gallery of pots.htm



### **Storage jar**

Approx. 16cm high.

Stoneware with ground fitted lid.

Wax resist decoration .

Harry Davis - Crowan Pottery - A gallery of pots.htm





Jan Lee. "naked raku" . Copyright ©  
2002-2005 MudFire, Inc.  
[info@mudfire.com](mailto:info@mudfire.com)

Hand-built or thrown before being  
burnished to create a smooth  
surface. The design is made  
using coloured slips before firing  
to 1000 degrees Celsius.

**VIRTUAL CERAMIC GALLERY**

at The Chapel of Art in Criccieth,  
Gwynedd, GB North Wales, UK,  
Europe



Barry Gregg Copyright ©  
2002-2005 MudFire, Inc  
[mudfire.com](http://mudfire.com)



## LAMPIRAN D.6

Bowl, 6 in. (16 cm) in height,  
high-alumina body containing  
10% red clay, soda glazed at  
Cone 9–10, reduction cooled,  
2003.

**Gail Nichols: 'Soda, Clay  
and Fire'**

©2007 Ceramic Publications  
Company A Subsidiary of the  
American Ceramic Society



MORINO Hiroaki (1934-)  
Jar, design of clouds and  
waves  
Japanese Traditional  
Pottery.htm

Hand Made Pottery by Gloria  
Singer.htm





**Jane Hamlyn**

Teapot, n.d., stoneware, salt fired

Private collection

Jane Hamlyn.htm

This teapot stands about 21 cm high and is glazed with my cobalt blue, plus some wood ash for added fluidity. The body was thrown and then squared into a box shape when the clay was still soft. Feet have been added at the

four corners

[steve@steveirvine.c](mailto:steve@steveirvine.c)

Copyright © 1999-2006, Steve Irvine



'Teapot' by Jane Hamlyn

stoneware, salt fired

Private collection

Jane Hamlyn.htm

## LAMPIRAN D.8



casserole dish..  
[steve@steveirvine.c](mailto:steve@steveirvine.c)



coffee mugs  
[steve@steveirvine.c](mailto:steve@steveirvine.c)



Jugs  
5" dia x 17"  
Blue Dome Artist Gallery Justin  
Gerbich 5.htm

Frog Pond Pottery  
Gallery\_files Copyright 2001, John  
Hesselberth. All rights reserved.



Vase, 13 in. (33 cm) in height,  
2001. Dolomite wadding was  
used to set this vase in the kiln.  
The form has softened and  
distorted during the firing.

**Gail Nichols: 'Soda, Clay and  
Fire'**

©2007 Ceramic Publications  
Company A Subsidiary of the  
American Ceramic Society



## LAMPIRAN D.10

Tone von Krogh. **VIRTUAL CERAMIC GALLERY** at The Chapel of Art in Criccieth, Gwynedd, GB North Wales, UK, Europe



Kim Dryden and Shino Glaze.  
Copyright © 2002-2005 MudFire, Inc.  
[info@mudfire.com](mailto:info@mudfire.com)

lotus tokoname teapot, 400cc.  
©copyright Gray & Seddon  
1998 - 2005 last modified  
Monday 02 October 2006  
<http://gray-seddon-tea.com/tokoname.shtml>





warm rain. **Steve Mattison Raku**

**Butter dish - T370**  
Richard Baxter  
[Terracotta potter.htm](http://Terracotta.potter.htm)



Large jar and medium jar -  
T300 T310  
Richard Baxter Terracotta

## LAMPIRAN D.12



Bottle by Neil Patterson  
Copyright ©1997, 2002 Clay Times Inc. Clay Times Magazine

### **BAHAN KERAMIK BERACUN**

Berbagai macam bahan yang digunakan dalam industri keramik apabila tidak ditangani dengan baik dan benar akan dapat menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan, karena itu beberapa langkah yang kiranya perlu untuk ditindaklanjuti dalam rangka peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja, diantaranya adalah:

1. Bahan-bahan yang berpotensi mendatangkan bahaya (racun) perlu disimpan di tempat yang aman dan diberi label atau keterangan tentang kemungkinan bahaya yang ditimbulkan.
2. Adanya petunjuk tertulis tentang penanganan bahan-bahan beracun yang dapat menimbulkan bahaya.
3. Adanya petunjuk atau intruksi tentang penggunaan alat keselamatan dan kesehatan kerja khususnya dalam menghadapi bahaya yang ditimbulkan dalam pemakaian alat atau penggunaan bahan-bahan beracun.
4. Adanya petunjuk tertulis tentang tanda-tanda keracunan awal seperti pusing kepala, mabuk, dan sebagainya dan langkah-langkah yang perlu diambil dalam usaha penyelamatan.
5. Adanya petunjuk atau rambu-rambu tentang penyimpanan dan pembuangan bahan-bahan yang berpotensi mendatangkan bahaya.
6. Ruang yang digunakan dalam pekerjaan pengolahan bahan, pengglasiran dan pembakaran perlu ventilasi yang memadai.
7. Perlu adanya perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja seperti pakaian kerja, masker, sarung tangan, kacamata terang dan gelap, pemadam kebakaran, dll.
8. Penerangan yang cukup pada setiap ruangan.
9. Tersedianya air bersih pada bengkel produksi.

Beberapa bahan mentah yang digunakan dalam industri keramik mempunyai tingkat kandungan racun yang berbeda-beda. Timbal, asbes, arsen dan barium merupakan bahan yang dikenal secara luas sebagai bahan yang paling berpotensi menimbulkan keracunan apabila sampai terhirup atau tertelan. Efek yang dapat ditimbulkan oleh bahan-bahan beracun tersebut pada umumnya adalah gangguan pada saluran pernafasan, radang kulit, kerusakan syaraf, dan bahkan dapat menyebabkan kelumpuhan.

## LAMPIRAN E.2

Berikut daftar bahan-bahan keramik yang beracun:

No	Bahan	Bahaya yang ditimbulkan
1.	<i>Alumunium</i>	Debu <i>alumunium</i> yang terhirup dapat menimbulkan radang pada saluran pernafasan dan apabila hal ini terjadi secara terus-menerus dalam waktu lama akan menyebabkan penyakit <i>Emphysema</i> dan <i>Pneumothorax</i> yang berhubungan dengan penyakit paru-paru dan saluran pernafasan. Penyakit, ini dikategorikan sebagai penyakit <i>Aluminosis</i> yaitu penyakit paru-paru karena debu <i>alumina</i> .
2.	<i>Antimon</i>	Debu <i>antimon</i> yang terhirup dapat menyebabkan peradangan kulit yang hebat ( <i>Dermatitis</i> ), peradangan pada selaput mata ( <i>Conjunctivitis</i> ) dan radang hidung ( <i>Nasal Septum Ulceration</i> ).
3.	<i>Arsen</i>	<i>Arsen</i> dan garam-garamnya adalah bahan yang sangat beracun, keracunan yang kronis dapat menyebabkan tidak berfungsinya hati dan ginjal, menghilangkan pigmen kulit, penyakit <i>Herpes</i> (semacam penyakit kulit), dan peradangan pada saluran pencernaan. Apabila telah akut dapat menyebabkan stroke dan kematian.
4.	<i>Asbes</i>	Merupakan mineral yang berserat dan tahan terhadap panas. Serat <i>asbes</i> yang terhirup dapat menyebabkan penyakit <i>Asbestosis</i> yang berkaitan dengan penyakit saluran pernafasan, paru-paru dan kanker.
5.	<i>Barium</i>	Hampir semua senyawa <i>barium</i> adalah racun, apabila debu <i>barium</i> terhirup atau tertelan dapat menyebabkan diare hebat, gemetaran ( <i>Convulsive Tremors</i> ) serta kelumpuhan pada otot.
6.	<i>Bismut subnitrat</i>	Bahan yang digunakan sebagai pewarna <i>luster</i> , bila uap bahan ini terhirup dapat menimbulkan pusing kepala yang hebat.
7.	<i>Borax</i>	Semua senyawa <i>borax</i> larut dalam air, apabila senyawa <i>borax</i> terhirup atau tertelan dapat menyebabkan muntah, diare, gemetaran dan mabuk.
8.	<i>Cadmium</i>	<i>Cadmium</i> sebagai bahan pewarna kuning yang larut dalam asam lemah sehingga tidak digunakan dalam glasir peralatan makan minum. Bahan ini bila tertelan dapat menyebabkan muntah-muntah, diare, tidak dapat bernafas dengan sempurna ( <i>Chocking</i> ) dan apabila terhirup dapat menyebabkan batuk, pusing, muntah-muntah dan kelelahan yang hebat.
9.	<i>Carbon</i>	<i>Carbon monoksida</i> merupakan hasil pembakaran

### LAMPIRAN E.3

	<i>monoksida</i>	minyak atau kayu yang tidak sempurna, dalam ruang tertutup asap <i>carbon monoksida</i> yang berat akan terkonsentrasi dan apabila terhirup dapat menyebabkan pusing, badan lemah dan mabuk. Dalam keadaan akut dapat menyebabkan pingsan dan kematian karena kekurangan oksigen.
10.	<i>Chlorine</i>	<i>Chlorine</i> dalam bentuk gas merupakan gas yang berat yang keluar dari tungku pembakaran pada proses pembakaran dengan glasir garam. Konsentrasi gas <i>chlorine</i> yang besar bila terkontaminasi dapat menyebabkan peradangan kulit dan selaput saluran pernafasan.
11.	<i>Cobalt</i>	<i>Cobalt</i> apabila terkontaminasi dapat menyebabkan radang kulit dan dapat menimbulkan gejala perasaan tertekan.
12.	<i>Feldspar</i>	Debu <i>feldspar</i> yang mengandung <i>silika</i> bebas apabila terhirup dapat menyebabkan melemahnya mekanisme tubuh yang merupakan gejala penyakit <i>Silikosis</i> .
13.	<i>Fiberglass</i>	Seperti halnya <i>asbes</i> , <i>fiberglass</i> dapat menyebabkan radang kulit apabila terjadi kontak langsung dan apabila terhirup menyebabkan peradangan saluran pernafasan dan paru-paru.
14.	<i>Iron chromate</i>	Debu <i>iron chromate</i> jika terhirup dapat menyebabkan radang paru-paru ( <i>Pneumonia</i> ).
15.	<i>Kaolin (China clay)</i>	Kaolin dan bahan lain seperti <i>ball clay</i> , <i>fire clay</i> , <i>stoneware</i> mengandung <i>silika</i> bebas yang potensial menyebabkan bahaya penyakit <i>Silikosis</i> yaitu jenis penyakit paru-paru yang disebabkan oleh debu <i>silika</i> yang mengendap dalam tubuh.
16.	<i>Timbal (Lead)</i>	Hampir semua senyawa <i>timbal</i> adalah racun kecuali <i>timbal</i> tersebut di- <i>frit</i> . Debu <i>timbal</i> yang terhirup akan sangat berbahaya, menggunakan peralatan makan minum yang diglasir dengan bahan <i>timbal</i> mentah secara terus menerus dapat menyebabkan keracunan. <i>Timbal</i> yang larut dalam makanan atau minuman akan menyebar ke peredaran darah sehingga menyebabkan rasa mual, ingin muntah, <i>Anorexia</i> , gemeteran hebat dan dapat menyebabkan kerusakan pada syaraf otak serta menimbulkan kematian.
17.	<i>Lithium</i>	Senyawa <i>lithium</i> apabila tertelan dapat menyebabkan kerusakan pada otak.
18.	<i>Mangaan</i>	Debu <i>mangaan</i> yang terhirup dapat menyebabkan

## LAMPIRAN E.4

		rasa kantuk yang hebat dan apabila berlangsung terus menerus dapat menyebabkan kelumpuhan
19.	<i>Mica</i>	Debu <i>mica</i> apabila terhirup dapat menyebabkan peradangan pada saluran pernafasan.
20.	<i>Nickel</i>	Senyawa <i>nickel</i> apabila terkena langsung pada kulit dapat menyebabkan penyakit <i>Dematitis</i> (peradangan kulit).
21.	<i>Selenium</i>	<i>Selenium</i> digunakan sebagai bahan pewarna merah pada suhu 1040°C, apabila tubuh terkontaminasi dapat menyebabkan gejala perasaan tertekan (Depresi) dan radang kulit.
22.	<i>Silica</i>	<i>Silika</i> sebagai mineral yang berdiri sendiri maupun sebagai <i>silika</i> bebas dalam <i>feldspar</i> atau tanah liat lain apabila terhirup atau tertelan dapat menyebabkan penyakit paru-paru yang kronis seperti asma, batuk darah dsb.
23.	<i>Stanium chlorida</i>	Bahan yang digunakan untuk pengasapan dalam tungku untuk mendapatkan warna mutiara, apabila uapnya terkena mata dapat melukai selaput mata dan apabila terhirup dapat melukai selaput saluran pernafasan.
24.	<i>Uranium</i>	Garam-garam <i>uranium</i> adalah bahan yang sangat beracun apabila terhirup atau tertelan dalam waktu lama dapat menyebabkan penyakit memar kulit, kerusakan ginjal, kanker, dan menimbulkan kematian.
25.	<i>Vanadium pentoxide</i>	<i>Vanadium pentoxide</i> sebagai sumber warna kuning apabila terhirup dapat menimbulkan radang pada saluran pernafasan dan penyakit radang kulit.
26.	<i>Zinc oxide</i>	<i>Zinc oxide</i> dalam bentuk debu atau uap apabila terhirup dapat menyebabkan penyakit pernafasan.

Sumber: Daniel Rhodes  
H.W. Fowler and F.G. Fowler.  
John W. Conrad  
Robert Fournier

**KESALAHAN-KESALAHAN DALAM KERAMIK DAN PERBAIKANNYA**

<b>Problem</b>	<b>Diagnosa</b>	<b>Pemecahan</b>
Tanah liat menempel di tangan atau permukaan benda kerja	? Tanah liat terlalu lunak ? Permukaan tidak porous	? Keringkan tanah liat pada meja gips ? Tutup benda kerja dengan kertas
Benda kerja yang belum selesai, mengering secara berlebihan pada waktu dikerjakan	? Air dari tanah liat menguap terlalu cepat	? Tutuplah benda kerja yang belum selesai dengan plastik atau letakkan dalam almari yang lembab. Jika dibiarkan untuk waktu yang lama tutuplah benda kerja dengan kain yang lembab dan plastik
Muncul retak-retak pada benda kerja sebelum pembakaran biskuit	? Benda kerja menering terlalu cepat	? Keringkan benda kerja secara perlahan-lahan. Jauhkan benda kerja dari aliran udara atau panas secara langsung ? Tutuplah dengan plastik jika perlu
Tanah liat tidak dapat menyangga bentuk sendiri	? Tanah liat terlalu basah dan lembek	? Keringkan tanah liat
Tanah liat retak atau terbelah selama proses pembentukan	? Tanah liat terlalu keras dan kasar	? Gunakan tanah liat yang lebih halus

**TEKNIK PIJIT (*PINCHING*)**

<b>Problem</b>	<b>Diagnosa</b>	<b>Pemecahan</b>
Benda teknik pijit retak yang membentuk lingkaran pada sambungan selama proses pengeringan	? Dua belahan yang tidak di sambung dengan baik atau tidak ada lubang keluar untuk udara yang tertutup	? Jika tanah liat tidak terlalu kering, potonglah bagian tepinya dan gabunglah kedua tepinya dengan slip tanah liat ? Berilah sedikit lubang untuk udara



## LAMPIRAN F.2

### TEKNIK PILIN (COILING)

Problem	Diagnosa	Pemecahan
Pilinan menjadi rata pada waktu digulung	? Gerakan menggulung tidak merata	? Buatlah pilinan menjadi bulat lagi dan lanjutkan menggulung dengan gulungan 360°C
Pilinan menimbulkan rongga atau retak pada waktu digulung	? Tanah liat terlalu kering	? Gunakan tanah liat yang lebih halus/plastis
Bentuk pilinan roboh pada waktu dilebarkan atau disempitkan	? Tanah liat terlalu lembek untuk menyangga bentuk berat benda kerja	? Gunakan tanah liat yang sedikit lebih keras. ? Biarkan bagian dasar benda kerja mengeras sebelum menambah pilinan ? Topanglah bentuk-bentuk yang menyempit dari dalam dengan kertas koran
Retak-retak terjadi sepanjang garis sambungan pilinan	? Pilinan tidak digabung secara benar ? Pilinan memiliki ketebalan yang tidak sama merata ? Pilinan pada benda kerja setengah jadi terlalu lama dikeringkan untuk dapat ditambah dengan pilinan baru yang masih lembek	? Satukan pilinan untuk membentuk pilinan yang bagus ? Gunakan pilinan dengan ketebalan yang sama ? Gunakan goresan dan <i>slip</i> tanah liat untuk menggabungkan pilinan pertama ke bagian dasar benda
Pilinan menempel pada permukaan <i>former</i> (cetakan untuk membentuk benda)	? Permukaan <i>former</i> tidak porous ? Tanah liat mengalami penyusutan selama proses pengeringan	? Tutuplah sekeliling <i>former</i> dengan kertas kotran ? Lepaskan <i>former</i> lebih dulu sebelum tanah liat mengering/mengeras

**TEKNIK LEMPENG (SLABING)**

Problem	Diagnosa	Pemecahan
Konstruksi slab roboh	? Tanah liat terlalu lembek	? Biarkan slab sedikit mengeras sebelum dikonstruksi ? Tambahkan grog
Bagian-bagian <i>slab</i> retak selama proses pembentukan	? Tanah liat terlalu kering	? Gunakan tanah liat yang lebih lunak, jika perlu lengkungkan <i>slab</i> pada saat masih basah sampai mencapai bentuk yang dikehendaki dan biarkan mengeras sebelum digabung
<i>Slab</i> robek pada waktu diangkat	? Tanah liat letakkan pada kain yang kasar dan kuat (terpal) ? Tanah liat digulung terlalu tipis	? Putarlah tanah liat sesering mungkin ? Gulunglah lempengan tanah liat yang lebih tebal
Tanah liat melengkung selama proses pengeringan atau pembakaran	? Slab memiliki ketebalan yang tidak merata ? Proses pengeringan terlalu cepat  ? Tanah liat yang digunakan terlalu plastis	? Gunakan <i>roll</i> kayu untuk menggulung ? Keringkan secara perlahan-lahan dari aliran udara atau panas langsung ? Tambahkan grog pada tanah liat untuk mengurangi plastisitas

**TEKNIK PATUNG (SCULPTURE)**

Problem	Diagnosa	Pemecahan
Benda kerja roboh	? Penyangga terlalu lemah untuk menopang berat massa tanah liat ? Salah memperhitungkan pusat gravitasi	? Buatlah model lebih stabil  ? Pilihlah postur dengan penyangga yang lebih banyak

## LAMPIRAN F.4

### PEMBUATAN CETAKAN (*MAKING MOULD*)

Problem	Diagnosa	Pemecahan
Gips tidak dapat dibuat adonan	? Gips terlalu tua/lama  ? Adonan mengandung banyak air	? Gunakan gips baru. Simpanlah gips pada tempat kedap udara ? Tambahkan gips untuk diaduk
Gunakan <i>plaster stick</i> untuk menuang model	? Gips mungkin <i>caught in undercuts</i>  ? Penggunaan zat pengurai ( <i>releasing agent</i> ) yang tidak cukup	? Periksa cetakan untuk mengetahui kemungkinan terjadi <i>undercuts</i> ? Gunakan zat pengurai yang lebih banyak

### PEMBUATAN TANGKAI (*HANDLES*)

Problem	Diagnosa	Pemecahan
Handel patah	? Tekanan yang tidak merata pada permukaan sepanjang handel	? Kurangi tekanan dan berilah sentuhan yang lebih halus
Handel retak selama proses pengeringan	? Handel mengering lebih cepat dari pada benda keramiknya	? Tutuplah handel menggunakan plastik sehingga handel mengering secara perlahan-lahan
Sambungan handel retak	? Tanah liat untuk handel lebih basah daripada benda keramik	? Gunakan tanah liat yang lebih keras untuk handel ? Sambung handel pada saat benda kerja dalam kondisi setengah kering ( <i>leatherhard</i> ) ? Keringkan handel dengan sangat pelan
Handel berkembang tidak merata	? Posisi tangan tiadak benar	? Putarlah pergelangan 180°C pada setiap tarikan secara berturut-turut
Handel retak selama	? Tanah liat disiapkan tidak secara benar	? Ulilah tanah liat secara sungguh-sungguh

**TEKNIK PUTAR (*THROWING*)**

<b>Problem</b>	<b>Diagnosa</b>	<b>Pemecahan</b>
Tanah liat tidak bergerak ke tengah pada kepala putaran	? Tanah liat terlalu jauh dari pusat kepala putaran ? Tanah liat terlalu kering	? Pusatkan tanah liat pada kepala putaran ? Gunakan tanah liat yang lebih lembut
Tanah liat tidak melekat pada kepala putaran	? Kepala putaran terlalu basah	? Keringkan kepala putaran
Tanah liat tidak memusat setelah berbentuk kerucut	? Tanah liat terlalu keras ? Posisi tangan dan lengan tidak benar ? Tangan melepas tanah liat mendadak/tergesa-gesa ? Tanah liat agak sedikit jauh dari pusat	? Gunakan tanah liat yang lembut ? Periksa posisi tangan dan lengan ? Lepas tekanan tangan dengan pelan-pelan ? Sesuaikan hingga posisi memusat kembali
Bentuk roboh saat dibuka	? Dibuka melebihi lebar bagian dasar ? Air mengumpul di bagian dasar benda	? Buka tanah liat jangan terlalu lebar ? Hilangkan air dengan spon
Bagian tepi retak pada waktu dibuka	? Tanah liat tidak disiapkan secara benar ? Tanah liat terlalu keras ? Bentuk dibuka terlalu cepat	? Siapkan tanah liat secara benar ? Gunakan tanah liat yang lembut ? Gunakan tekanan ke bawah pada bagian tepi pada waktu membuka ? Rapihan dengan jarum
Kuncup kecil-kecil di pusat bagian dasar	? Ibu jari tidak berada tepat di bagian tengah pada waktu tanah liat di buka ? Ujung ibu jari bergerak ke bawah bukan ke arah horizontal pada waktu bagian dasar sebelah dalam terbentuk	? Tekan ibu jari ke arah vertikal ke bagian tengah tanah liat ? Gerakkan Ibu jari mendatar pada waktu membuka ? Hilangkan kuncup dengan ibu jari, spon atau alat lain
Ketebalan dinding tidak merata	? Tanah liat terlalu jauh dari tengah putaran	? Pastikan tanah liat memusat sebelum dibuka

## LAMPIRAN F.6

Dinding robek pada waktu dinaikkan	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Terlalu banyak tanah liat yang dinaikkan</li> <li>? Terlalu banyak tekanan selama dinaikkan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Naikkan dinding secara pelan-pelan dengan berulang-ulang</li> <li>? Kurangi tekanan pada tanah liat</li> </ul>
Tanah liat melengkung selama membentuk leher	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Dinding tanah liat terlalu tipis</li> <li>? Tekanan terlalu besar dan tergesa-gesa</li> <li>? Tanah liat dikerjakan melampaui batas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Lakukan pembentukan leher dengan lebih cepat</li> <li>? Beri tekanan secara perlahan-lahan tingkatkan sedikit kecepatan putaran</li> <li>? Gunakan sedikit mungkin air untuk pelumasan untuk mencegah kejenuhan tanah liat</li> </ul>
Bentuk yang tidak merata dari tanah liat yang dipusatkan dengan baik	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Posisi lengan dan badan yang tidak tetap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Letakkan lengan pada baki alat putar untuk menyangga siku ke arah pinggang</li> </ul>
Dinding tanah liat jatuh pada bagian dasar pada waktu dinaikkan	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Terlalu banyak tekanan yang tidak merata pada waktu tanah liat dinaikkan</li> <li>? Dinding terlalu tipis untuk mendukung berat tanah liat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Berilah tekanan yang merata dan pelan-pelan</li> <li>? Lakukan penarikan tanah liat dengan berurutan</li> </ul>
Bentuk cenderung melebar pada waktu dinaikkan	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Gerakan tangan cenderung keluar selama menaikkan</li> <li>? Jari-jari tidak saling menahan selama menaikkan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Periksa tanah liat benar-benar vertikal sewaktu menaikkan</li> <li>? Jari-jari saling menahan satu sama lain</li> </ul>
Dinding roboh pada bagian dasar	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Dinding bawah terlalu tipis untuk menahan tanah liat</li> <li>? Terlalu banyak air pada bagian dasar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Biarkan dinding agak tebal pada bagian dasar</li> <li>? Hilangkan air dengan spon</li> </ul>
Bagian dasar berlubang pada waktu dipotong	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Bagian dasar terlalu tipis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Sisakan tanah liat untuk dasar antara 1-1.5 cm</li> </ul>

**MENGIKIS (TRIMMING)**

<b>Problem</b>	<b>Diagnosa</b>	<b>Pemecahan</b>
Benda bergoyang saat diletakkan di atas kepala putaran	? Bagian tepi tidak rata	? Tegakkan benda, pusatkan dan rapikan. Alternatif lain tambahkan pilinan tanah liat yang lembek untuk meratakan
Benda kerja tidak dapat dipusatkan secara benar	? Benda kerja tidak dipusatkan secara benar pada waktu diputar	? Pusatkan kembali sebaik mungkin. Jika perlu pusatkan kembali bagian yang sedang dirapikan
Pola bergelombang "chattering" muncul dipermukaan benda kerja	? Alat untuk merapikan tumpul ? Alat dipegang terlalu longgar  ? Tanah liat terlalu kering	? Tajamkan peralatan  ? Letakkan lengan pada baki alat putar untuk menyangga dan pegan alat dengan kuat ? Rapikan tanah liat sebelum lewat setengah kering ( <i>leather hard</i> ) atau buat permukaan benda menjadi lembab sebelum diputar
Bagian dasar masuk ke dalam selama proses merapikan	? Bagian dasar terlalu tipis  ? Tekanan alat terlalu kuat	? Periksa ketebalan bagian dasar sebelum merapikan ? Tambahkan lempengan tanah liat pada bagian dasar dengan kelembaban yang sama kemudian rapikan
Pada waktu memotong alat menusuk permukaan benda	? Benda tidak memusat dengan tepat ? Salah memegang alat	? Periksa benda agar memusat dengan benar ? Gunakan lebih banyak alat yang bulat atau datar dan periksa posisi alat ? Biarkan benda lebih kering sebelum mengikis
Dinding lebih tipis pada satu sisi daripada sisi lainnya	? Keramik tidak memusat dengan tepat	? Pusatkan dan kikis kembali jika ketebalan dinding masih memungkinkan

## LAMPIRAN F.8

### PEMBAKARAN BISKUIT (*BISCUIT FIRING*)

Problem	Diagnosa	Pemecahan
Benda kerja pecah atau retak	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Benda kerja tidak dikeringkan dengan benar sebelum dibakar</li> <li>? Benda kerja terlalu tebal untuk tingkat kenaikan temperatur</li> <li>? Kantong-kantong udara yang besar yang terkandung dalam tanah liat</li> <li>? Benda kerja dibakar terlalu cepat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Keringkan benda kerja lebih lama sebelum pembakaran dan perlu dilakukan <i>pre heat load</i> (pemanasan awal sebelum pembakaran)</li> <li>? Keroklah bagian benda yang tebal</li> <li>? Pastikan adanya saluran untuk keluarnya udara</li> <li>? Bakarlah benda kerja secara lambat sampai suhu 200°C dan 600°C</li> </ul>
Benda kerja terbelah	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Adanya kantong udara yang terkandung dalam tanah liat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Buatlah saluran udara</li> <li>? untuk keluar udara dari kantong udara yang ada</li> <li>? Jika menggabungkan permukaan tanah liat selama proses pengerjaan sambungan harus kuat dengan digores dan diberi <i>slip</i> tanah liat</li> </ul>
Muncul lubang " <i>spit-out</i> " secara tiba-tiba di permukaan atau setelah pembakaran dan menimbulkan bubuk putih	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Adanya campuran tidak murni tanah liat (biasanya gips)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Buanglah lempengan gips dan cetakan yang telah usang</li> <li>? Bersihkan tanah liat dan tidak terkontaminasi bahan lain</li> <li>? Gunakan lebih banyak tanah liat yang bersih</li> </ul>
Terjadi retak-retak rambut	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Temperatur pembakaran terlalu lambat</li> <li>? Dijemur terlalu cepat</li> <li>? Tahap pembakaran pertama terlalu cepat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>? Bakarlah biskuit sampai suhu 1000°C</li> <li>? Keringkan seluruh bagian benda kerja sebelum dibakar</li> <li>? Lakukan pemanasan awal dan bakarlah secara perlahan-lahan</li> </ul>

**PENGLASIRAN (GLAZING)**

Problem	Diagnosa	Pemecahan
Benda kerja yang telah dibakar biskuit tidak menyerap glasir	? Temperatur pembakaran biskuit terlalu tinggi	? Bakarlah benda kerja dengan pembakaran biskuit pada temperatur yang lebih rendah ? Hangatkan benda sebelum mengglasir dan bakarlah pada temperatur yang lebih tinggi
Muncul gelembung-gelembung ( <i>bloating</i> ) dalam badan keramik	? Terlalu banyak pewarna oksida atau karbon dalam tanah liat ? Dibakar terlalu lama	? Kurangi penggunaan pewarna ? Tambahkan grog pada tanah liat ? Bakarlah pada temperatur glasir yang lebih rendah
Dinding tanah liat terbelah ketika <i>cullet</i> (limbah gelas) digunakan untuk dekorasi	? Glasir menyusut dan mengembang selama proses pembakaran pada tingkat yang berbeda dari tanah liat	? Tebalkan dinding tanah liat ? Kurangi penggunaan <i>cullet</i>
Terjadi <i>crawling</i> pada permukaan glasir, glasir berpisah menjadi gumpalan-gumpalan atau berkerut	? Adanya minyak, lemak atau debu pada permukaan badan keramik yang dibakar biskuit ? Campuran glasir mengandung tanah liat plastis terlalu banyak ? Lapisan glasir retak sebelum pembakaran ? Campuran glasir terlalu kental atau pemakaian glasir terlalu tebal	? Cucilah dengan benar biskuit yang berdebu dan keringkan sebelum dibakar. Hindari untuk memegang benda biskuit terlalu sering ? Kurangi kandungan tanah liat plastis pada glasir dan ganti dengan <i>china clay</i> atau <i>kaolin</i> ? Tambahkan air pada glasir ? Kurangi ketebalan pemakaian campuran glasir
Terjadi <i>crazing</i> pada permukaan glasir, retakan halus	? Penyusunan glasir yang tidak sesuai ? Glasir atau badan yang dibakar di bawah temperatur ( <i>underfired</i> ) ? Pemakaian glasir yang terlalu tebal	? Tambahkan kandungan Silika pada glasir ? Dibakar pada temperatur yang lebih tinggi ? Tambahkan air pada campuran glasir



## LAMPIRAN F.10

Benda-benda yang diglasir terbelah ( <i>dunting</i> )	? Pemanasan atau pendinginan yang terlalu cepat	? Panaskan dan dinginkan tungku secara perlahan-lahan, sekitar 200°C dan 600°C. ? Jangan membuka pintu tungku sebelum mencapai suhu dibawah 200°C ? Tambahkan grog pada badan keramik
Permukaan yang telah diglasir terdapat lubang-lubang kecil ( <i>pinholing</i> )	? Glasir dibakar sedikit dibawah temperatur  ? Membakar glasir terlalu cepat ? Gelembung udara muncul dalam glasir  ? Kelebihan <i>whiting</i> pada glasir	? Bakar glasir pada temperatur yang sedikit lebih tinggi ? Bakarlah secara perlahan-lahan ? Kurangi kandungan <i>silika</i> pada glasir dan tambahkan <i>flux</i> ? Kurangi penggunaan <i>whiting</i>
Glasir mengelupas dari permukaan ( <i>peeling, shelling</i> atau <i>shivering</i> ) pada sekeliling bagian tepi, pinggiran dan handel	? Tanah liat menyusut terlalu banyak dari pada glasir	? Turunkan sedikit temperatur pembakaran glasir ? Kurangi waktu pencelupan dalam glasir ? Tambahkan <i>alkaline frit</i> atau <i>frit</i> lain yang tinggi pada glasir ? Kurangi kandungan <i>silika</i> pada glasir

(sumber: Peter Cosentino)

## UNSUR, SIMBOL, DAN BERAT ATOM (BA)

Unsur	Simbol	BA	Unsur	Simbol	BA
<i>Aluminium</i>	Al	27	<i>Lithium</i>	Li	6,9
<i>Antimon</i>	Sb	121,8	<i>Magnesium</i>	Mg	24,3
<i>Arsen</i>	As	74,9	<i>Mangaan</i>	Ma	54,9
<i>Barium</i>	Ba	137,4	<i>Molibdenum</i>	Mo	96
<i>Belerang</i>	S	32	<i>Natrium (sodium)</i>	Na	23
<i>Besi</i>	Fe	55,85	<i>Nikel</i>	Ni	58,7
<i>Bismuth</i>	Bi	209	<i>Nitrogen</i>	N	14
<i>Boron</i>	B	10,8	<i>Oksigen</i>	O	16
<i>Brom</i>	Br	79,9	<i>Perak</i>	Ag	107,9
<i>Cadmium</i>	Cd	112,4	<i>Platina</i>	Pt	195,2
<i>Calcium</i>	Ca	40,1	<i>Raksa</i>	Hg	200,6
<i>Carbon</i>	C	12	<i>Selenium</i>	Se	79
<i>Chlor</i>	Cl	35,5	<i>Seng</i>	Zn	65,4
<i>Crom</i>	Cr	52	<i>Silikon</i>	Si	28,1
<i>Cobalt</i>	Co	58,9	<i>Strontium</i>	Sr	87,6
<i>Emas</i>	Au	197,2	<i>Tellurium</i>	Te	127,6
<i>Flour</i>	F	19	<i>Tembaga</i>	Cu	63,5
<i>Fospor</i>	P	31	<i>Timah putih</i>	Sn	118,7
<i>Hidrogen</i>	H	1	<i>Timbal</i>	Pb	207,2
<i>Iridium</i>	Ir	193,1	<i>Titanium</i>	Ti	47,9
<i>Iodium</i>	I	126,9	<i>Uranium</i>	U	238,1
<i>Kalium (potashium)</i>	K	39,1	<i>Zirconium</i>	Zr	91,2

(Sumber: Glenn Nelson)

## LAMPIRAN G.2

## FORMULA DAN BERAT EKVIVALEN BAHAN-BAHAN KERAMIK

Bahan	Formula	Berat Formula	Berat Ekuivalen		
			Oksida Basa	Oksida Netral	Oksida Asam
Alumina	$\text{Al}_2\text{O}_3$	101.9		101.9	
Aluminum hydrate	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	155.9		155.9	
Ammonium carbonate	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ $\text{H}_2\text{O}$	114.1	114.1		
Arsenious oxide	$\text{As}_2\text{O}_3$	197.8		197.8	
Barium carbonate	$\text{BaCO}_3$	197.4		123.7	
Boracic acid	$\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	123.7		123.7	
Boric oxide	$\text{B}_2\text{O}_3$	69.6		69.6	
Borax	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	381.4	381.4	190.7	
Calcium carbonate	$\text{CaCO}_3$	100.0	100.1		
Calcium oxide (lime)	$\text{CaO}$	56.1	56.1		
Calcium fluoride	$\text{CaF}_2$	78.1	78.1		
Chromic oxide	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	152.0	76.0	152.0	
Clay (kaolinite)	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ $2\text{H}_2\text{O}$	258.2	258.2	129.1	
Clay (calcined)	$\text{Al}_2\text{P}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	222.2		222.2	111.1
Cobaltic oxide	$\text{CO}_2\text{P}_3$	166.9	83.0	165.9	
Cryolite	$\text{Na}_3\text{AlF}_6$	210.0	140.0	420.0	
Cupric oxide	$\text{CuO}$	79.6	79.6		
Feldspar (potash)	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ $6\text{SiO}_2$	556.8	556.8	556.8	92.9
Feldspar (soda)	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ $6\text{SiO}_2$	524.5	524.5	524.5	87.6
Flint (quartz)	$\text{SiO}_2$	60.1			60.1
Ferrous oxide	$\text{FeO}$	71.8	71.8		
Ferric oxide	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	159.7	79.8	159.7	
Lead carbonate <sup>2</sup>	$2 \text{PbCO}_3$ $\text{Pb(OH)}_2$	775.6	258.5		
Lead oxide <sup>3</sup>	$\text{Pb}_3\text{O}_4$	685.6	228.5		
Lithium	$\text{Li}_2\text{CO}_3$	73.9	73.9		

## LAMPIRAN H.2

<i>carbonate</i>					
<i>Magnesium carbonate</i>	MgCO <sub>3</sub>	84.3	84.3		
<i>Magnesium oxide</i>	MgO	40.3	40.3		
<i>Manganese dioxide</i>	MnO <sub>2</sub>	86.9	86.9		
<i>Nickel oxide</i>	NiO	74.7	74.7		
<i>Potassium carbonate</i>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	138.0	138.0		
<i>Sodium carbonate</i>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106.0	106.0		
<i>Sodium nitrate</i> <sup>4</sup>	NaNO <sub>3</sub>	85.0	170.0		
<i>Strontium carbonate</i>	SrCO <sub>3</sub>	147.6	147.6		
<i>Tin oxide</i>	SnO	150.7			150.7
<i>Titanium dioxide</i>	TiO <sub>2</sub>	80.1			80.1
<i>Zinc carbonate</i>	ZnCO <sub>3</sub>	125.4	125.4		
<i>Zinc oxide</i>	ZnO	81.4	81.4		
<i>Zirconium oxide</i>	ZrO <sub>2</sub>	123.0	123.0		

(sumber: Glenn Nelson)

Keterangan:

1. *Whiting* (*Kalkspat*)
2. *White lead*
3. *Red lead* (Oksida besi merah)
4. *Niter*

### PROBLEM BADAN TANAH LIAT DAN PERBAIKANNYA

Problem	Perbaikan
Terlalu lengket	Dikurangi ball clay atau tambahkan <i>fire clay</i> atau <i>grog</i>
Terlalu berpasir	Disaring atau kurangi penggunaan tanah liat yang berpasir atau kurangi penggunaan <i>grog</i>
Kurang plastis	Tambahkan <i>ball clay</i> atau <i>bentonite</i>
Penyusutan tinggi atau mengalami <i>warping</i> (menggeliat)	Kurangi <i>ball clay</i> atau tanah liat <i>earthenware</i> dan tambahkan <i>fire clay</i> atau <i>grog</i>
Hasil bakarnya rapuh	Bakarlaha pada suhu atau temperatur yang lebih rendah, tambahkan kaolin dan <i>silica</i> atau kurangi <i>flux</i> -nya
Pada temperatur rendah sudah mengkaca	Tambahkan <i>kaolin</i> atau <i>silica</i>
Warna terlalu gelap	Kurangi penggunaan bahan-bahan pewarna, dapat diganti dengan <i>fire clay</i> , tambahkan bahan-bahan tanah liat yang muda warnanya
Warna terlalu terang atau muda	Tambahkan atau perbanyak bahan-bahan pewarnanya

(sumber: John W. Conrad)

## LAMPIRAN I.2

## KEGUNAAN BAHAN TANAH LIAT DALAM BADAN KERAMIK

Bahan	Kegunaan	Persentase		
		<i>Earthenware</i>	<i>Stoneware</i>	Porselin
<i>Kaolin</i>	Sumber pewarna putih, tahan terhadap temperature tinggi	0 – 20	0 – 30	10 – 50
<i>Ball clay</i>	Penambah plastisitas	0 – 30	0 – 30	0 - 30
<i>Fire clay</i>	Pengisi, sumber pewarna, sumber butiran, bahan pengeras/penguat	0 – 20	0 – 35	-
<i>Earthenware</i>	Sumber pewarna, bahan pengisi	0 – 80	0 – 40	-
<i>Bentonite</i>	Penambah plastisitas	0 – 5	0 – 5	0 – 5
Pewarna ( <i>Iron, Ilminite</i> )	Sumber pewarna, pembuat tekstur	0 – 10	0 – 10	-
<i>Flux (feldspar)</i>	Bahan pengkaca	0 – 30	0 – 20	10 – 30
<i>Flint (kwarsa)</i>	Bahan pengeras dan penguat	0 – 25	0 – 20	20 – 25
<i>Grog</i> (pasir)	Bahan pengeras dan penguat, pembuat pori-pori badan keramik	0 – 10	0 – 15	0 – 5

(sumber: John W. Conrad)



## LAMPIRAN J.2

## SIFAT BEBERAPA JENIS TANAH LIAT SECARA UMUM

Jenis	Plastisitas	Titik lebur	Sumber	Warna bakar	Absorpsi	Penyusutan	Butiran	Fungsi
Kaolin	rendah sd. menengah	1650 <sup>0</sup> C	terutama Residu	putih bersih	rendah	rendah sd. menengah	halus	porcelain tuang, badan keramik putih, cetak tuang putih, badan keramik putaran
Ball clay	tinggi	1225 <sup>0</sup> C sd. 1425 <sup>0</sup> C	Sedimen	putih kusam, abu-abu sedang	sedang	tinggi	halus	menambah plastisitas, badan keramik putar
Fire clay	rendah	1225 <sup>0</sup> C	Sedimen	coklat kemerahan sd. coklat terang	rendah	sedang	kasar	plat tungku (mullite)
Stoneware (natural)	menengah sd. tinggi	1280 <sup>0</sup> C sd. 1300 <sup>0</sup> C	Sedimen	coklat kemerahan terang, abu-abu, coklat terang	rendah	menengah sd. tinggi C.9	menengah	dinnerware, patung kecil
Brick	rendah	rata-rata 1090 <sup>0</sup> C	Sedimen	merah sd. coklat	rendah	sedang	semua sama	bata, tegel,pot, genteng, pipa air
Earthenware	menengah	1180 <sup>0</sup> C	Sedimen	merah sd. coklat	Tinggi	sedang	halus sd.menengah	terracotta, figurin, pottery, pewarna stoneware

(sumber: John W. Conrad)

## LAMPIRAN K.2

## **GLOSARIUM**

### **A**

#### ***Agateware***

Dekorasi badan benda keramik yang dibuat dari dua atau lebih tanah liat warna yang tidak bercampur secara merata yang sekaligus sebagai hiasan (dekorasi).

#### ***Air brush***

Alat yang digunakan untuk membuat dekorasi atau mengglasir benda keramik dengan teknik semprot menggunakan tekanan udara dari kompresor.

#### ***Alumina***

Persenyawaan antara unsur aluminium dengan oksigen, alumina merupakan salah satu senyawa yang harus ada di dalam tanah liat selain silikat dan air.

### **B**

#### ***Ball clay***

Jenis tanah liat sekunder yang sifatnya sangat plastis, dan mempunyai titik lebur tinggi, *ball clay* dipergunakan untuk menambah keplastisan bodi/badan keramik. *Ball clay* merupakan sumber alumina dan silika dalam pembuatan glasir.

#### ***Ball mill***

Alat yang berfungsi memutar *malpot (jarmill)* untuk menghaluskan dan mencampur bahan-bahan glasir yang masih berbentuk tepung. *Ballmill* digerakkan oleh tenaga listrik.

#### ***Banding wheel***

Aat putar manual yang digunakan untuk alas membentuk benda keramik atau alas benda pada saat menghias benda keramik.

#### ***Bidang gambar***

permukaan bidang dua dimensi tempat meletakkan gambar proyeksi

#### ***Biscuit/bisque/biskuit***

Benda keramik hasil proses pembakaran pertama kali dengan suhu antara 800°C–900°C yang dimaksud untuk memperkeras badan keramik tetapi tidak mematangkan badan keramik agar dapat diglasir. Biskuit merupakan keramik yang dihasilkan belum cukup keras/kuat, porositas (daya serap terhadap air) masih tinggi.

## LAMPIRAN L.2

### ***Bloating***

Kerusakan glasir pada badan benda keramik berupa gelembung-gelembung yang disebabkan terlalu banyak pewarna oksida atau karbon dalam tanah liat atau pembakaran biskuit terlalu lama

### ***Blunger***

Alat pencampur bahan tanah liat yang dilengkapi dengan motor pengaduk untuk menyiapkan *slip* tanah liat dalam jumlah besar.

### **Bodi keramik**

Badan tanah liat atau campuran tanah liat dengan material lain yang diformulasikan khusus untuk membentuk benda keramik.

### ***Burnishing***

Dekorasi pada badan benda keramik dengan tujuan memperkecil pori-pori permukaan benda keramik dan memadatkan partikel keramik sehingga hasilnya lebih mengkilap.

## **C**

### ***Cast/casting***

Cara membentuk benda keramik dengan menuangkan cairan tanah liat (*slip*) kedalam cetakan/*mould* dari bahan gips yang menyerap air hingga mencapai ketebalan tertentu.

### ***Centering***

Tahap pemusatan tanah liat plastis diatas putaran dengan cara menekan tanah liat menggunakan kedua tangan dengan tangan yang satu menekan dari atas dan tangan yang lain menahan pada bagian samping sehingga tanah liat benar-benar memusat tepat ditengah alat putar.

### ***Cheramic change***

Perubahan tanah liat menjadi suatu mineral yang padat, keras dan permanen (tidak dapat berubah lagi), tidak dapat larut oleh air setelah melalui proses pembakaran melebihi 600°C.

### ***China clay/kaolin***

Jenis tanah liat primer berwarna putih, tidak plastis dan mempunyai titik leleh 1740°C–1785°C. *China clay* adalah istilah lain untuk kaolin.

### ***Chuck/chum***

Benda silindris yang berfungsi sebagai dudukan atau penyangga benda keramik pada saat proses pembuatan kaki atau alas benda keramik di atas alat putar.

### ***Clay body***

Badan tanah liat yang merupakan campuran tanah liat dan material tanah liat yang diformulasikan khusus untuk membentuk benda keramik.

### **Clay/tanah liat**

Jenis tanah yang terbentuk dari pelapukan batuan granit oleh tenaga eksogen dan endogen. Unsur utama yang harus dipenuhi adalah aluminat ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), silikat ( $\text{SiO}_2$ ), dan hidrat ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

### **Clay slip**

Tanah liat dalam fasa timbal, baik karena kandungan air yang cukup besar, atau karena hadirnya bahan *deflocculant* dalam lempung. Jika sifat cair disebabkan oleh adanya bahan *deflocculant*, biasanya merupakan bahan lumpur lempung untuk pembentukan dengan teknik cetak tuang.

### **Coiling**

Teknik pembentukan tangan benda keramik dengan menggunakan tanah liat yang dibuat pilinan.

### **Color stain**

Bahan pewarna glasir atau lempung yang dibuat dari bahan-bahan oksida logam yang telah dibakar dan distabilkan dengan mencampurkan bahan lain.

### **Combing**

Teknik dekorasi berupa pola/motif *slip* tanah liat yang berbeda warna di atas permukaan benda keramik dengan menggunakan jari tangan, sisir atau mata gergaji yang dilakukan pada saat *slip* pada benda keramik masih dalam kondisi basah.

### **Cone**

Benda kecil berbentuk pyramid/kerucut yang digunakan untuk menandai apakah keramik yang dibakar sudah matang. Pada saat suhu bakaran tercapai, *cone* akan melengkung. *Cone* ini terbuat dari material keramik terolah seperti kaolin, kuarsa, feldspar.

### **Coning**

Tahap pembentukan tanah liat plastis menjadi bentuk seperti kerucut (*cone*) pada teknik putar yang dimaksudkan agar gelembung udara dalam tanah liat tersebut hilang.

### **Crackle**

Glasir yang permukaannya retak-retak, sehingga memiliki fungsi dekorasi. Retak-retak pada glasir *crackle* disebabkan oleh perbedaan ekspansi dan kontraksi antara badan keramik dengan lapisan glasir.

### **Crawling**

Jenis kegagalan glasir dengan terjadinya gumpalan-gumpalan atau kerutan glasir, hal ini terjadi karena permukaan badan benda keramik terkena minyak, lemak, keringat atau debu ketika diterapkan glasir, di samping banyaknya kandungan material glasir yang memiliki sifat penyusutan tinggi sehingga lapisan glasir meninggalkan permukaan keramik.

## LAMPIRAN L.4

### ***Crazing***

Jenis kerusakan pada glasir dengan terjadinya retak-retak halus pada permukaan badan benda keramik, hal ini dapat disebabkan karena penyusunan larutan glasir tidak sesuai, perbedaan penyusutan antara badan keramik dengan lapisan glasir atau lapisan glasir yang terlalu tebal.

## **D**

### ***Deflokulan/deflocculant***

Bahan elektrolit seperti alkali dalam *silicate* (biasanya *sodium*) atau *carbonate* (*soda abu*). Apabila ditambahkan pada slip tanah liat deflokulan berfungsi untuk mempertahankan suspensi partikel tanah liat tetap melayang dan tidak mengendap.

### ***Dipping***

Proses pengglasiran benda keramik yang dilakukan dengan cara mencelupkan benda keramik kedalam campuran glasir menggunakan *dipping tong* atau tangan langsung.

### ***Dipping tongs***

Tang penjepit yang digunakan untuk menjepit benda keramik pada saat melakukan pengglasiran dengan teknik celup (*dipping*).

### ***Dunting***

Kerusakan pada badan benda keramik yang diglasir terbelah atau pecah, hal ini disebabkan oleh pemanasan atau pendinginan yang terlalu cepat/mendadak.

## **E**

### ***Earthenware***

Jenis tanah liat sekunder bakaran rendah (gerabah) yang umumnya dibakar pada suhu antara 900°C-1180°C. Warna mentah tanah liatnya biasanya cenderung merah sampai coklat tua.

### ***Engobe***

Suatu cairan atau *slip* tanah berwarna yang digunakan untuk melapisi permukaan benda keramik yang agak basah, sebagai alas atau dasar untuk dekorasi. Contoh: *engobe* dengan teknik lukis, *marbling* dll. Dahulu pengertiannya adalah campuran tanah liat encer (*slip*) yang digunakan untuk menutup seluruh permukaan benda keramik dengan tujuan menutup warna asli benda keramik.

## F

***Faceting***

Teknik dekorasi berupa bentuk-bentuk bersegi pada permukaan benda keramik yang dilakukan dengan cara mengiris bagian luar dinding benda keramik menggunakan kawat pemotong atau *faceting tool* pada saat benda keramik masih dalam kondisi basah.

***Faceting tool***

Alat yang berfungsi sebagai pemotong dalam pembuatan dekorasi *faceting*, alat ini dilengkapi dengan tangkai.

***Feathering***

Teknik dekorasi berupa pola/motif slip tanah liat berbeda warna menyerupai bentuk bulu di atas permukaan benda keramik yang dilakukan pada saat benda keramik masih dalam kondisi basah.

***Feldspar***

Jenis material keramik yang dihasilkan dari pelapukan batuan granit, yang digunakan untuk membuat badan tanah liat maupun glasir. Ada dua macam feldspar: sodium feldspar, potassium feldspar.

***Finishing***

Tahap akhir atau tahap penyelesaian dari suatu proses pembentukan benda keramik sesuai bentuk yang dikehendaki.

***Firing***

Proses pembakaran benda keramik hingga mencapai suhu kematangan (vitrifikasi).

***Fire clay***

Lempung alam tahan bakaran tinggi, sampai 1400°C. Biasanya dipergunakan sebagai bahan pembuat bahan-bahan *refractory*, seperti batu bata tahan api.

***Fixing***

Proses menentukan posisi benda keramik secara terbalik di atas putaran hingga benar-benar memusat untuk dibentuk kaki atau alas benda.

***Forming***

Tahap pembentukan tanah liat plastis menjadi suatu bentuk benda keramik yang sesuai dengan gambar kerja.

***Foot***

Kaki atau bagian alas benda keramik yang berfungsi sebagai penyangga benda.



## LAMPIRAN L.6

### ***Flux***

Bahan peleleh pada campuran glasir yang memiliki titik leleh paling rendah seperti: timah, borax, soda abu atau kapur dan termasuk potas atau soda yang terkandung dalam feldspar.

### ***Frit***

Bahan yang dibuat dari campuran mineral keramik mentah yang dipanaskan hingga meleleh, kemudian didinginkan dan digiling menjadi tepung. Hal ini merupakan usaha untuk mengubah/ mengurangi bahan-bahan beracun seperti timbal/*lead* (Pb) dan *barium*.

## **G**

### **Garis proyeksi**

garis maya yang digunakan sebagai alat bantu untuk memindahkan oyek gambar ke dalam bidang gambar.

### ***Gaya sentripetal***

Gaya yang diterima tanah liat di atas meja putar yang disebabkan adanya putaran dari meja putar tersebut.

### ***Glasir/glaze***

Material yang terdiri dari beberapa bahan tanah atau batuan silikat dimana bahan-bahan tersebut selama proses pembakaran akan melebur dan membentuk lapisan tipis seperti gelas yang melekat menjadi satu pada permukaan badan keramik.

### ***Greenware***

Kondisi benda keramik yang sudah selesai dibuat tetapi belum cukup kering untuk dibakar biskuit.

### **Grog**

Tepung tanah liat yang telah dibakar biskuit yang dihaluskan, digunakan sebagai bahan untuk campuran badan benda keramik dengan tujuan mengurangi susut dan menambah kekuatan.

## **I**

### ***Impressing***

Teknik dekorasi menggunakan alat bantu berupa cap dari bahan gips, kayu atau karet yang berupa pola/motif cap/tekan pada permukaan benda keramik yang dilakukan pada saat benda keramik masih dalam kondisi basah.

## J

**Jigger-Jolly**

Teknik pembentuk cetak dengan menggunakan cetakan gips yang diletakkan pada meja putar dengan bantuan pembentukan berupa profil yang diletakkan pada tangan mekanik yang dapat diatur.

## K

**Kapsel (saggars)**

Benda yang terbuat dari bahan tahan api membentuk ruangan tungku, dimana disekelilingnya gas panas lewat dari kotak api menuju tungku digunakan untuk menempatkan benda yang akan dibakar dalam tungku. Tujuannya untuk melindungi benda dari panas/lidah api langsung dan kotoran pembakaran yang timbul.

**Kiln furniture**

Perlengkapan tungku yang dibuat dari bahan-bahan refraktoris yang tahan terhadap pengaruh *spalling* (tahan terhadap beban mekanis dalam keadaan panas), tahan terhadap leburan untuk puluhan siklus pemakaian, seperti: plat, penyangga, *stilt*, dll.

**Kiln , tungku**

Suatu tempat/ruangan yang dipergunakan untuk membakar benda-benda keramik terbuat dari batu bata tahan api yang dapat dipanaskan dengan bahan bakar atau listrik.

**Kiln wash**

Lapisan pelindung dari bahan tahan api (*refractory*) yang dilapiskan pada permukaan plat, untuk mencegah kelebihan/lelehan glasir dalam pembakaran glasir agar benda-benda yang diglasir tidak menempel pada plat. *Kiln wash* dibuat dari campuran kaolin dan kuarsa dengan perbandingan 1 : 1.

**Kneading**

Proses penyiapan tanah liat plastis secara manual dengan cara meremas-remas (menguli) untuk menghasilkan masa tanah liat plastis, *homogen*, halus, dan bebas dari gelembung udara sehingga siap dibentuk menjadi benda keramik.

## L

**Leatherhard**

Kondisi tanah liat dalam keadaan keras dan lembab tetapi tidak terlalu plastis sehingga dapat di *trimming*, dipotong, dan ditambahkan tanpa mengalami kerusakan.

## LAMPIRAN L.8

### ***Lips***

Bibir atau bagian tepi atas benda keramik.

## **M**

### ***Malpot/Jar mill***

Wadah yang terbuat dari porselin yang bentuknya seperti stopless, pada saat digunakan malpot diisi bola-bola porselin yang akan menggerus/menggiling dan menghaluskan bahan-bahan glasir ketika *ball mill* diputar.

### ***Marbling body***

Teknik dekorasi badan benda keramik menyerupai motif marmer yang dibuat dengan cara mencampurkan dua atau lebih jenis tanah liat plastis yang berbeda warna pada saat pengulian dan biasanya untuk pembentukan teknik putar.

### ***Marbling (slip)***

Teknik dekorasi di atas permukaan badan benda keramik berupa pola/motif menyerupai marmer menggunakan slip tanah liat yang berbeda warna yang dituang pada saat benda keramik masih dalam kondisi basah.

### ***Matt/Opaq***

Istilah untuk menunjukkan sifat permukaan glasir yang tidak mengkilat.

### ***Mortar dan pestle***

Wadah yang berbentuk seperti mangkok yang dengan alu/penumbuk untuk menggerus/menggiling dan menghaluskan bahan-bahan glasir. Biasanya digunakan untuk menyiapkan bahan yang akan diuji coba. *Mortar* dan *pestle* terbuat dari bahan porselin.

## **N**

### ***Nerikomi***

Teknik dekorasi tanah liat warna dengan pola yang berulang-ulang. Istilah yang berasal dari jepang untuk menyebut kreasi pola yang berulang-ulang dari lempengan tanah liat yang berwarna kontras untuk membentuk benda keramik.

## **O**

### ***Obyek gambar***

benda yang akan dibuat gambar proyeksinya atau diproyeksikan.

### ***Oksida/Oxide***

Kombinasi (persenyawaan) suatu senyawa dengan oksigen. Didalam keramik senyawa oksida digunakan dalam glasir dan sebagai sumber pewarna.

***Opening dan raising***

Tahap melubangi dan menaikkan tanah liat hingga berbentuk silinder pada proses pembentukan keramik dengan teknik putar.

***Over glaze***

Bahan glasir bakaran rendah yang diaplikasikan pada permukaan glasir.

***Oxidation/oxidizing firing***

Proses pembakaran benda keramik yang dilakukan dengan kondisi cukup oksigen.

**P**

***Pancang suhu/pancang seger/cone***

Bahan atau alat untuk menentukan tinggi suhu bakar yang akan dicapai dalam suatu pembakaran berdasarkan kode nomor yang menunjukkan titik lebur bahan tersebut.

***Peeling, shelling atau shivering***

Kerusakan glasir yang mengelupas dari permukaan benda keramik oleh karena badan tanah liat menyusut terlalu banyak sehingga tidak cukup kuat ikatan antara lapisan glasirdengan badan keramik.

***Plastisitas/plasticity***

Merupakan kualitas hubungan antara partikel tanah liat yang ditentukan oleh kandungan mineral dan kehalusan butiran tanah liat, plastisitas berfungsi sebagai pengikat proses pembentukan sehingga benda yang dibentuk tidak akan mengalami keretakan/pecah atau berubah bentuk dan mempertahankan bentuk. Plastisitas dipengaruhi oleh jenis tanah, ukuran butir partikel tanah, keberadaan zat-zat organis.

***Porcelain/Porselin***

Jenis badan keramik berwarna putih, porositas sangat kecil dan dapat dibakar pada suhu tinggi (1400<sup>0</sup>C) yang diformulasikan dari kaolin, kwarsa dan feldspar.

***Potters wheel***

Alat putar manua maupun masinal yang digunakan untuk membentuk benda keramik dengan teknik putar.

***Porositas/porosity***

Sifat penyerapan air oleh badan keramik atau tingkat kepadatan badan benda keramik setelah dibakar atau kemampuan tanah liat/benda keramik menyerap air. Sifat porositas sangat penting karena memungkinkan penguapan air pembentuk maupun air selaput tersebut keluar pada waktu proses pengeringan dan pembakaran.

## LAMPIRAN L.10

### ***Pouring***

Teknik pengglasiran badan benda keramik yang dilakukan dengan cara menuang campuran glasir pada bagian dalam atau bagian luar benda keramik.

### **Proyeksi orthogonal**

suatu metode menggambar objek dua dimensi dengan menampilkan dua atau lebih pandangan/tampak terpisah pada bidang proyeksi yang membentuk sudut siku-siku satu sama lain.

### **Proyeksi orthogonal kuadran pertama/proyeksi Eropa**

proyeksi orthogonal yang memposisikan tampak atas terletak di bawah tampak depan, tampak bawah terletak di atas tampak depan, tampak kanan terletak di kiri tampak atas, dan tampak samping kiri terletak di kanan tampak depan.

### **Proyeksi orthogonal kuadran ketiga/proyeksi Amerika**

proyeksi orthogonal yang memposisikan tampak atas terletak di atas tampak depan, tampak bawah terletak di bawah tampak depan, tampak samping kanan terletak di kanan tampak depan dan tampak samping kiri terletak di kiri tampak depan.

## **R**

### ***Raku***

Teknik pembakaran keramik yang berasal dari Jepang, dan lebih bersifat spiritual. Teknik *raku* yang banyak dikenal sebagai saat ini lebih mengacu pada *American raku*, yaitu mereduksi dan mendinginkan benda keramik di luar tungku segera setelah glasir matang. Jenis keramik Jepang, bakaran rendah.

### **Reduksi, bakar reduksi**

Kondisi atmosfir dalam tungku pada proses pembakaran ketika oksigen tidak mencukupi. Pembakaran dengan oksigen terbatas (tidak cukup oksigen).

### ***Refining the contour***

Tahap pengecekan atau pengontrolan dari sisi bentuk dan ukuran benda keramik yang dibuat.

### ***Refractory clay***

Tanah liat tahan api, bisa dibakar diatas 1400°C.

### **Refraktori**

Kualitas daya tahan terhadap pengaruh temperatur yang tinggi, juga bahan-bahan yang memiliki aluminium dan silika yang tinggi digunakan untuk membuat penyekat tungku, *muffel*/kapsel dan *kiln furniture*.

### **Relief**

Teknik dekorasi berupa pola/motif pada permukaan benda keramik yang berupa hiasan timbul dari hasil cetakan atau bentukan tangan secara langsung yang dilakukan pada saat benda keramik masih dalam kondisi basah.

### ***Rolled decoration***

Alat dekorasi berbentuk lingkaran dan diberi tangkai agar memudahkan penggunaannya.

### ***Roll guide***

Sepasang bilah kayu untuk menentukan/penuntun dalam membuat ketebalan lempengan tanah.

### ***RO system***

Formulasi glasir berdasarkan pengklasifikasian jumlah atom pada senyawa kimia. *RO system* terdiri dari *group RO*, *R<sub>2</sub>Oa* dan *RO<sub>2</sub>*.

## **S**

### ***Silika/Kwarsa/Flint***

Partikel yang tidak plastis dan merupakan unsur yang harus ada pada badan benda keramik maupun glasir. Lambang unsurnya Si. Silikat memiliki rumus  $\text{SiO}_2$  adalah persenyawaan silika dengan oksigen. Titik leburnya  $1715^{\circ}\text{C}$ .

### ***Soaking***

Menahan suhu pembakaran agar berada pada suhu tetap selama beberapa waktu ketika suhu matang telah dicapai. Tujuannya untuk meratakan suhu dalam tungku.

### ***Spraybooth***

Alat yang digunakan untuk tempat pengglasiran benda keramik. Bentuknya ruangan yang dilengkapi dengan kipas sebagai penghisap dan pompa air untuk mengalirkan air melalui lembaran logam atau plastik.

### ***Spray gun/sprayer***

Alat yang digunakan untuk mengglasir benda keramik dengan teknik semprot menggunakan tekanan udara dari kompresor.

### ***Slip***

Suspensi/campuran tanah liat dan/atau mineral keramik dalam medium air. Secara sederhana bisa dikatakan bubur tanah liat.

### ***Stain***

Bahan pewarna glasir atau tanah liat yang dibuat dari bahan-bahan oksida logam yang telah dibakar dan distabilkan dengan bahan-bahan lain.

## LAMPIRAN L.12

### **Stoneware**

Jenis tanah liat yang bersifat plastis, refraktori, susutnya rendah, butirannya halus, dapat dibakar pada kisaran suhu  $1250^{\circ}\text{C}$  -  $1300^{\circ}\text{C}$ .

### **Susut**

Berkurangnya ukuran karena pengeringan atau pembakaran. Susut ini disebabkan karena hilangnya air yang mengisi rongga pada tanah liat dan menyebabkan partikel tanah liat saling mendekat.

### **T**

### **Terracotta**

badan keramik dari tanah liat *earthenware*, berwarna merah dan mengandung *grog*.

### **Terrasigillata**

Cairan tanah liat yang sangat encer, dibuat dari tanah liat dan air. Campuran tersebut menghasilkan lapisan atas yang encer dan lapisan bawah yang pekat, yang digunakan sebagai bahan dekorasi adalah lapisan yang encer.

### **Thermocouple-pyrometer**

Alat yang dibuat dari dua jenis kawat dengan kedua ujungnya dilebur dan disatukan, dipasang dalam ruang bakar tungku untuk mendeteksi dan menyalurkan suhu panas dari dalam tungku ke indikator *pyrometer* untuk mengukur suhu dalam tungku pembakaran.

### **Throwing**

Proses pembentukan benda keramik di atas alat putar yang berputar dengan kecepatan konstan dengan cara membentuk bola tanah liat plastis yang telah memusat dengan menggunakan tangan untuk menghasilkan bentuk benda keramik.

### **Trimming -turning**

Proses menghilangkan sebagian tanah liat pada bagian dasar benda keramik hasil putaran (untuk membuat kaki benda keramik) menggunakan alat yang tajam biasanya dari pita kawat pada saat berputar di atas putaran.

### **V**

### **Viscometer**

Alat yang digunakan untuk mengukur atau menandai kekentalan/konsistensi massa *slip* tanah liat atau glasir.

### **Vitroeous/menggelas**

Keadaan menyerupai gelas pada benda keramik yang diglasir yang dibakar mencapai suhu matang akan tercapai kondisi dimana benda keramik akan keras, padat, dan *vitroeous*/menggelas.

### **Vitrifikasi**

Kondisi badan benda keramik yang telah mencapai suhu kematangan secara tepat tanpa mengalami perubahan bentuk.

## **W**

### ***Waterglass***

*Sodium silicate* (substansi alkali atau elektrolit), merupakan jenis bahan deflokulan yang sering digunakan untuk membuat *slip*.

### ***Wedging***

Proses penyiapan tanah liat yang berbeda kondisi atau warna secara manual dengan cara pengulian dan pengirisan untuk menghasilkan masa tanah liat yang *homogen*, halus, plastis dan bebas dari gelembung udara sehingga siap untuk dibentuk benda keramik.

### ***Wood Modeling tool***

peralatan untuk membentuk model yang terdiri dari beberapa jenis dan berbagai bentuk.



ISBN 978-602-8320-58-0

ISBN 978-602-8320-61-0

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 18,194.00