

Kode FIS.28

Pengertian dan Cara Kerja Bahan



**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2004

Kode FIS.28

Pengertian dan Cara Kerja Bahan

Penyusun

Drs. Supardiono, MS.

Drs. Munasir, Msi.

Editor:

Dr. Budi Jatmiko, M.Pd.

Drs. Hainur Rasyid Achmadi, M.S.

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2004

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan hidayah-Nya, kami dapat menyusun bahan ajar modul manual untuk SMK Bidang Adaptif, yakni mata-pelajaran Fisika, Kimia dan Matematika. Modul yang disusun ini menggunakan pendekatan pembelajaran berdasarkan kompetensi, sebagai konsekuensi logis dari Kurikulum SMK Edisi 2004 yang menggunakan pendekatan kompetensi (*CBT: Competency Based Training*).

Sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2004 adalah modul, baik modul manual maupun interaktif dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi pada dunia kerja dan industri. Dengan modul ini, diharapkan digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta diklat untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja dan industri.

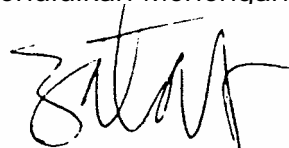
Modul ini disusun melalui beberapa tahapan proses, yakni mulai dari penyiapan materi modul, penyusunan naskah secara tertulis, kemudian disetting dengan bantuan alat-alat komputer, serta divalidasi dan diujicobakan empirik secara terbatas. Validasi dilakukan dengan teknik telaah ahli (*expert-judgment*), sementara ujicoba empirik dilakukan pada beberapa peserta diklat SMK. Harapannya, modul yang telah disusun ini merupakan bahan dan sumber belajar yang berbobot untuk membekali peserta diklat kompetensi kerja yang diharapkan. Namun demikian, karena dinamika perubahan sains dan teknologi di industri begitu cepat terjadi, maka modul ini masih akan selalu dimintakan masukan untuk bahan perbaikan atau direvisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

Pekerjaan berat ini dapat terselesaikan, tentu dengan banyaknya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang perlu diberikan penghargaan dan ucapan terima kasih. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini tidak berlebihan bilamana disampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama tim penyusun modul (penulis, editor, tenaga komputerisasi modul, tenaga ahli desain grafis) atas dedikasi, pengorbanan waktu, tenaga, dan pikiran untuk menyelesaikan penyusunan modul ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas modul. Diharapkan para pemakai berpegang pada azas keterlaksanaan, kesesuaian dan fleksibilitas, dengan mengacu pada perkembangan IPTEK pada dunia usaha dan industri dan potensi SMK dan dukungan dunia usaha industri dalam rangka membekali kompetensi yang terstandar pada peserta diklat.

Demikian, semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta diklat SMK Bidang Adaptif untuk mata-pelajaran Matematika, Fisika, Kimia, atau praktisi yang sedang mengembangkan modul pembelajaran untuk SMK.

Jakarta, Desember 2004
a.n. Direktur Jenderal Pendidikan
Dasar dan Menengah
Direktur Pendidikan Menengah Kejuruan,



Dr. Ir. Gatot Hari Priowirjanto, M.Sc.
NIP 130 675 814

Daftar Isi

✍	Halaman Sampul	i
✍	Halaman Francis	ii
✍	Kata Pengantar	iii
✍	Daftar Isi	v
✍	Peta Kedudukan Modul	vi
✍	Daftar Judul Modul	vii
✍	Glosary	viii

I. PENDAHULUAN

a.	Deskripsi	1
b.	Prasarat	1
c.	Petunjuk Penggunaan Modul	2
d.	Tujuan Akhir	2
e.	Kompetensi	4
f.	Cek Kemampuan	5

II. PEMELAJARAN

A.	Rencana Belajar Peserta Diklat	6
-----------	---	----------

B. Kegiatan Belajar

1.	<i>Kegiatan Belajar</i>	7
a.	Tujuan Kegiatan Pemelajaran	7
b.	Uraian Materi	7
c.	Rangkuman	28
d.	Tugas	29
e.	Tes Formatif	30
f.	Kunci Jawaban	30
g.	Lembar Kerja	31
2	<i>Kegiatan Belajar</i>	32
a.	Tujuan Kegiatan Pemelajaran	32
b.	Uraian Materi	32
c.	Rangkuman	47
d.	Tugas	49
e.	Tes Formatif	50
f.	Kunci Jawaban	50
g.	Lembar Kerja	53

III. EVALUASI

A. Tes Tertulis	54
B. Tes Praktik.....	54

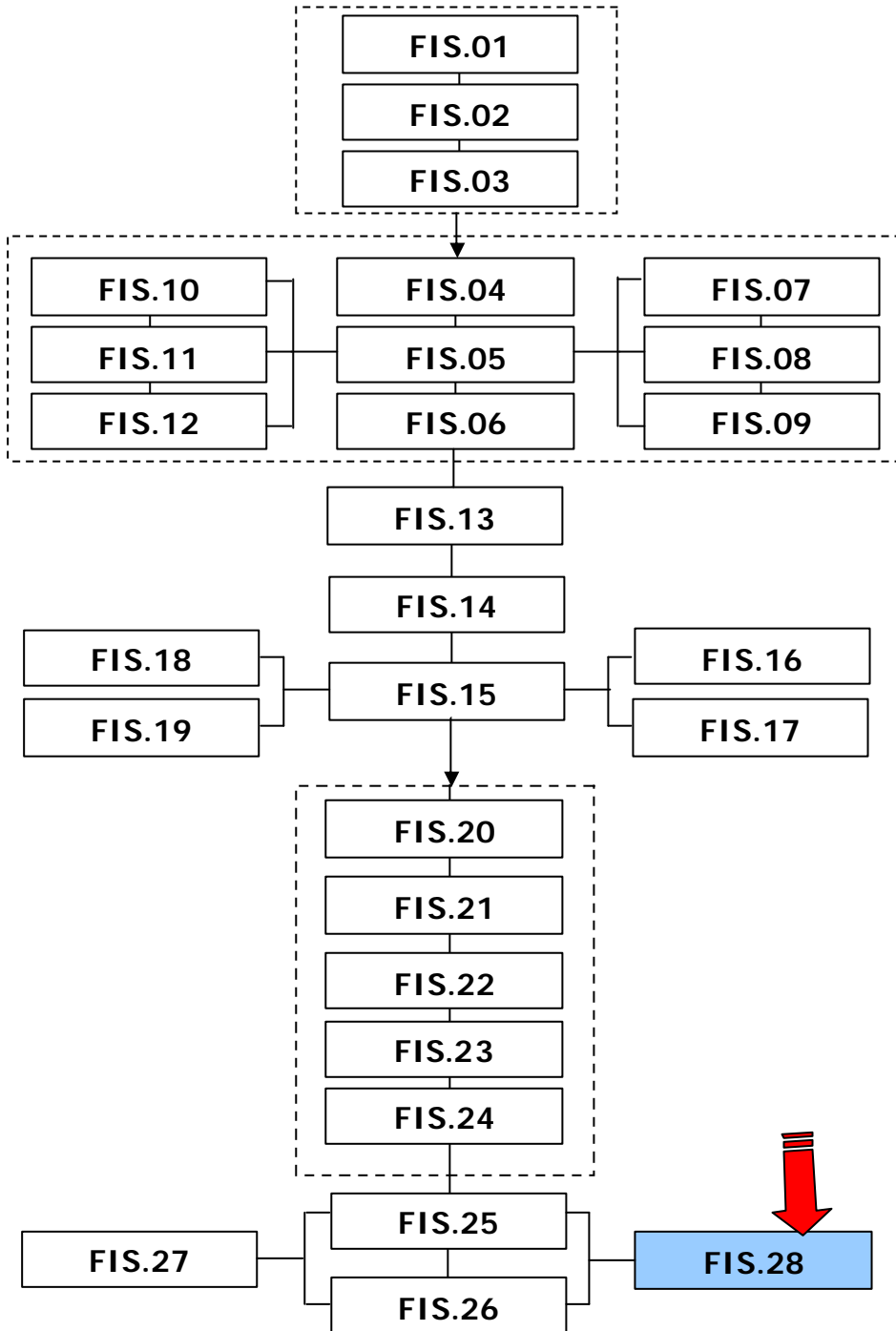
KUNCI JAWABAN

A. Tes Tertulis	55
B. Lembar Penilaian Tes Praktik.....	59

IV. PENUTUP	61
--------------------------	----

DAFTAR PUSTAKA	62
-----------------------------	----

Peta Kedudukan Modul



DAFTAR JUDUL MODUL

No.	Kode Modul	Judul Modul
1	FIS.01	Sistem Satuan dan Pengukuran
2	FIS.02	Pembacaan Masalah Mekanik
3	FIS.03	Pembacaan Besaran Listrik
4	FIS.04	Pengukuran Gaya dan Tekanan
5	FIS.05	Gerak Lurus
6	FIS.06	Gerak Melingkar
7	FIS.07	Hukum Newton
8	FIS.08	Momentum dan Tumbukan
9	FIS.09	Usaha, Energi, dan Daya
10	FIS.10	Energi Kinetik dan Energi Potensial
11	FIS.11	Sifat Mekanik Zat
12	FIS.12	Rotasi dan Kesetimbangan Benda Tegar
13	FIS.13	Fluida Statis
14	FIS.14	Fluida Dinamis
15	FIS.15	Getaran dan Gelombang
16	FIS.16	Suhu dan Kalor
17	FIS.17	Termodinamika
18	FIS.18	Lensa dan Cermin
19	FIS.19	Optik dan Aplikasinya
20	FIS.20	Listrik Statis
21	FIS.21	Listrik Dinamis
22	FIS.22	Arus Bolak-Balik
23	FIS.23	Transformator
24	FIS.24	Kemagnetan dan Induksi Elektromagnetik
25	FIS.25	Semikonduktor
26	FIS.26	Piranti semikonduktor (Dioda dan Transistor)
27	FIS.27	Radioaktif dan Sinar Katoda
28	FIS.28	Pengertian dan Cara Kerja Bahan

Glossary

ISTILAH	KETERANGAN
Thermoplastik	Bahan palstik yang akan lumer bila dipanaskan dan mengeras jika didinginkan, dapat ditekan, ditransfer dari tempat pemanasan ke cetakan.
Thermoset	Bahan plastik yang tidak dapat dilunakan kembali atau dibentuk kembali sebelum mengalami pengeringan.
Elastomer	Nama lain dari bahan <i>karet sintetis</i> , adalah bahan yang dapat kembali ke bentuk semula setelah dilakukan deformasi.
Karet sintetis	Adalah bahan karet yang dibuat secara proses kimia (sintetis).
Logam besi (ferro)	Adalah logam yang komposisi unsur penyusunnya 100% unsur ferro (Fe).
Logam bukan besi (non ferro)	Adalah bahan logam yang komposisi unsur penyunya mayoritas Fe, dan sebagian lagi unsur-unsur paduan lain (misalnya Cu,Zn,P,Cr, dan sebagainya).
Playwood	Papan buatan dengan ukuran tertentu yang terbuat dari beberapa lapisan finir yang jumlahnya ganjil dan dipasang dengan arah serat bersilang tegak lurus, kemudian direkatkan menjadi satu dengan tekanan tinggi. Macam-macamnya, misalnya : <i>Tripleks dan multipleks</i> .
Finir	Lembaran kayu tipis dengan ukuran mulai 0,24 mm sampai 6,00 mm yang diperoleh melalui penyayatan kayu jenis tertentu.
Blockwood	Kayu lapis yang bagian tengahnya (core) terdiri dari kayu gergaji (bukan dari finir).
Feldspar	Bahan yang berfungsi sebagai flux (pelebur) bahan keramik pada suhu tinggi, dapat menguragi suhu dan penyusutan bahan.
Kaolin (China Clay)	Tanah liat primer yang digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan bahan keramik porselin.

BAB I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Dalam modul ini pembelajaran akan dimulai dengan bahasan konsep bahan kayu, bahan keramik, bahan logam, dan bahan polimer yang dalam pembahasannya memerlukan beberapa pengetahuan dasar terutama, gaya, kecepatan, percepatan, energi, dan sifat mekanik zat, dan modul lain yang berkaitan. Agar tidak mengalami kesulitan dalam interpretasi dan pemahaman serta pemecahan masalah dalam penerapannya, perlu diawali dengan mengingat kembali beberapa modul lain yang berkaitan.

Pembahasan dilanjutkan dengan fokus pada penjelasan konsep pengertian dan cara kerja bahan (kayu, keramik, logam dan polimer). Penjelasan terhadap pengertian dan cara kerja bahan sebisa mungkin dikaitkan juga dengan aplikasi bahan dalam kehidupan sehari-hari. Dan untuk lebih memperdalam pemahaman konsep kepada para peserta diklat, maka dalam modul ini juga dilengkapi dengan soal-soal yang berkaitan dengan penjelasan konsep.

B. Prasyarat

Agar dapat mempelajari modul ini dengan baik, anda harus konsep mekanika seperti gerak, kecepatan, gaya, energi, gelombang, dan kelistrikan (arus searah dan arus bolak-balik), sifat mekanik zat. Anda juga harus melakukan percobaan-percobaan sederhana dengan teliti untuk menemukan konsep yang benar.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

- a. Pelajari daftar isi serta kedudukan modul dengan cermat dan teliti, karena dalam skema modul akan nampak kedudukan modul yang sedang anda pelajari ini di antara modul-modul yang lain.
- b. Perhatikan langkah langkah dalam melakukan pemahaman konsep dengan benar serta proses penemuan hubungan antar konsep yang dapat menambah wawasan sehingga mendapatkan hasil yang optimal.
- c. Pahami setiap konsep dasar pendukung modul ini misalnya, matematika dan mekanika.
- d. Jawablah tes formatif dengan jawaban yang singkat jelas dan tepat dan kerjakan sesuai dengan kemampuan anda setelah mempelajari modul ini.
- e. Bila dalam mengerjakan tugas/soal anda menemukan kesulitan, konsultasikan dengan konsultan/instruktur yang ditunjuk.
- f. Setiap kesulitan catatlah untuk dibahas dalam saat kegiatan tatap muka. Untuk lebih menambah wawasan diharapkan membaca referensi lain yang berhubungan dengan materi dalam modul ini.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari modul ini diharapkan anda dapat:

- ? Menjelaskan aspek pemilihan kayu berdasarkan fisik, ekonomi, pengolahan, dan ketersediaan secara benar.
- ? Membedakan jenis kayu sesuai dengan kegunaannya.
- ? Menjelaskan hal-hal yang berkaitan dengan ketersediaan bahan kayu.
- ? Menjelaskan jenis, sifat, dan kegunaan kayu alami.
- ? Menjelaskan kayu keras dan kayu lunak.
- ? Menjelaskan proses pembuatan kayu olahan/kayu lapis.
- ? Menjelaskan perbedaan antara *tripleks*, *blockboard*, dan papan partikel (*particle board*).

- ? Menjelaskan proses pembuatan papan partikel.
- ? Menyebutkan sifat-sifat bahan tanah liat untuk keramik.
- ? Menyebutkan dan menjelaskan kegunaan bahan keramik.
- ? Menjelaskan urutan proses pengolahan bahan tanah liat dengan teknik kering.
- ? Menjelaskan urutan proses pengolahan bahan tanah liat dengan teknik basah.
- ? Menyebutkan jenis peralatan dan kegunaannya dalam pengolahan bahan tanah liat secara masinal.
- ? Menjelaskan proses pembentukan alamiah tanah liat.
- ? Menjelaskan dua kelompok tanah liat menurut proses pembentukannya.
- ? Menbedakan jenis serat alami dengan serat buatan (sintetis).
- ? Menyebutkan jenis serat alami dan serat buatan.
- ? Menjelaskan sifat-sifat serat alami dan serat buatan.
- ? Menbedakan jenis pewarna alami dengan buatan.
- ? Menyebutkan jenis pewarna alami dan buatan.
- ? Menjelaskan sifat-sifat pewarna alami dan buatan.
- ? Menjelaskan dan menyebutkan pewarna cetak saring dan bahan pembantunya.

E. Kompetensi

Kompetensi : PENGERTIAN DAN CARA KERJA BAHAN
 Program Keahlian : Program Adaptif
 Mata Diklat-Kode : FISIKA-FIS.24
 Durasi Pembelajaran : 15 jam @ 45 menit

SUB KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
Memahami pengertian dan cara kerja bahan kayu, keramik dan tekstil.	☒ Memahami konsep bahan kayu, keramik, dan tekstil.	☒ Bahan kayu ☒ Bahan keramik ☒ Bahan tekstil.	☒ Cermat dalam memahami konsep bahan kayu, keramik dan tekstil.	☒ Pengertian bahan kayu, keramik, dan tekstil ☒ Cara kerja bahan kayu, keramik, dan tekstil.	☒ Dapat mengidentifikasi jenis-jenis bahan.
Memahami pengertian dan cara kerja bahan logam dan polimer.	☒ Memahami konsep bahan logam dan polimer.	☒ Bahan logam ☒ Bahan polimer.	☒ Cermat dalam memahami konsep bahan logam dan polimer.	☒ Pengertian bahan logam dan polimer ☒ Cara kerja bahan logam dan polimer.	☒ Dapat mengidentifikasi jenis-jenis bahan

F. Cek Kemampuan

Kerjakanlah soal-soal berikut ini, jika anda dapat mengerjakan sebagian atau semua soal berikut ini, maka anda dapat meminta langsung kepada instruktur atau guru untuk mengerjakan soal-soal evaluasi untuk materi yang telah anda kuasai pada BAB III.

1. Jelaskan yang anda ketahui tentang kayu alami!
2. Jelaskan proses pembuatan kayu lapis!
3. Sebutkan sifat-sifat bahan tanah liat untuk keramik!
4. Jelaskan urutan proses pengolahan bahan tanah liat dengan teknik basah!
5. Sebutkan enam bahan serat dan jelaskan penggunaannya!
6. Apa yang anda ketahui tentang polimerisasi jelaskan, dan sebutkan macam-macamnya.
7. Jelaskan apa yang anda ketahui tentang bahan logam, dan sebutkan klasifikasinya berdasarkan komposisi karbonnya.
8. Sebutkan dan jelaskan jenis bahan yang termasuk polimer jenis termoseting dan jenis termoplastis.
9. Apa yang anda ketahui tentang proses pembentukan bahan polimer sebutkan, dan jelaskan.
10. Jelaskan perbedaan bahan termoset, termoplastis, dan bahan elastomer.
11. Apa yang anda ketahui tentang *low carbon steel*, *medium carbon steel*, dan *high carbon steel*.
12. Apa yang anda ketahui tentang *low alloy steel* dan *high alloy steel*, jelaskan.
13. Apa yang anda ketahui dengan istilah: *besi mentah*, *besi lunak* dan *besi tuang*, jelaskan.
14. Apa yang anda ketahui tentang epoxy resin, jelaskan.
15. Sebutkan sifat yang menonjol yang dimiliki oleh bahan termoset.

B. Kegiatan Pembelajaran

1. Kegiatan Belajar 1

a. Tujuan kegiatan pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan Belajar I, diharapkan anda dapat:

- ? Menjelaskan aspek pemilihan kayu berdasarkan fisik, ekonomi, pengolahan, dan ketersediaan secara benar
- ? Membedakan jenis kayu sesuai dengan kegunaannya
- ? Menjelaskan hal-hal yang berkaitan dengan ketersediaan bahan kayu
- ? Menjelaskan jenis, sifat, dan kegunaan kayu alami
- ? Menjelaskan kayu keras dan kayu lunak.
- ? Menjelaskan proses pembuatan kayu olahan/kayu lapis.
- ? Menjelaskan perbedaan antara *tripleks*, *blockboard*, dan papan partikel (*particle board*)
- ? Menjelaskan proses pembuatan papan partikel
- ? Menyebutkan sifat-sifat bahan tanah liat untuk keramik
- ? Menyebutkan dan menjelaskan kegunaan bahan keramik
- ? Menjelaskan urutan proses pengolahan bahan tanah liat dengan teknik kering
- ? Menjelaskan urutan proses pengolahan bahan tanah liat dengan teknik basah
- ? Menyebutkan jenis peralatan dan kegunaannya dalam pengolahan bahan tanah liat secara masinal
- ? Menjelaskan proses pembentukan alamiah tanah liat
- ? Menjelaskan dua kelompok tanah liat menurut proses pembentukannya
- ? Menbedakan jenis serat alami dengan serat buatan (sintetis)
- ? Menyebutkan jenis serat alami dan serat buatan

- ? Menjelaskan sifat-sifat serat alami dan serat buatan
- ? Mendefinisikan pengertian bahan logam besi dan logam non-besi.
- ? Menjelaskan karakteristik logam besi dan logam non-besi.
- ? Mengetahui konsep logam besi non-paduan, berdasarkan kadar karbon dan baja paduan.
- ? Mengetahui berbagai penggunaan dari bahan logam besi, baja dan logam non besi dalam kehidupan sehari-hari.
- ? Mendefinisikan pengertian bahan polimer
- ? Menjelaskan karakteristik bahan polimer.
- ? Mengetahui berbagai macam kegunaan dan jenis pengolahan bahan polimer.
- ? Menjelaskan dan mengidentifikasi macam-macam jenis bahan polimer
- ? Menjelaskan dan memberi contoh teknik pengolahan dan bahan teknik yang dihasilkannya serta cara kerja bahan tersebut.

b. Uraian materi

a) Bahan kayu

Ada dua jenis bahan kayu berdasarkan asalnya, yaitu kayu alami dan kayu olahan. Kayu alami adalah kayu yang berasal dari tempat penebangan pohon kemudian dibawa ke tempat mesin penggergajian dan dipotong menjadi bentuk papan atau ukuran papan. Kayu bentuk papan tersebut disusun dan diangin-anginkan selama beberapa hari pada udara terbuka yang terlindung dari terik matahari dan hujan. Setelah diangin-anginkan kayu tersebut dimasukkan ke dalam tempat pengeringan sampai kandungan airnya mencapai 10 - 18%. Setelah itu baru dipotong-potong sesuai kebutuhan dan siap untuk digunakan.

Jenis kayu kedua adalah kayu olahan atau kayu lapis (*plywood*), yaitu papan buatan dengan ukuran tertentu yang terbuat dari beberapa

lapisan finir yang jumlahnya ganjil dan dipasang dengan arah serat bersilang tegak lurus, kemudian direkatkan menjadi satu dengan tekanan tinggi menggunakan perekat khusus sesuai tujuan penggunaan kayu lapis. Kayu olahan sangat berguna untuk berbagai penggunaan kayu pada umumnya dan untuk kehidupan manusia khususnya. Kayu lapis mempunyai beberapa keunggulan, yaitu dengan pengeleman yang menyilang maka penyusutan dan pengembangan lembaran kayu lapis sangat kecil. Finir adalah lembaran kayu tipis dengan ukuran 0,24 mm sampai 6,00 mm yang diperoleh dari penyayatan (pengasan) dolok kayu jenis tertentu. Maksud dan tujuan pembuatan finir dan kayu lapis adalah untuk mendapatkan papan berukuran lebar. Selain itu juga untuk menghemat penggunaan kayu, memanfaatkan jenis-jenis kayu bernilai rendah, dan menambah kekuatan serta meningkatkan mutu kayu dengan memperindah segi dekoratif kayu.

b) Kayu Alami

Ada dua jenis kayu alami, yaitu kayu lunak dan kayu keras. Kayu lunak berasal dari pohon berdaun konifer (jarum). Pada umumnya lebih halus dari kayu keras. Sebagian konstruksi bangunan biasanya menggunakan kayu lunak sebab lebih murah dan mudah didapat. Kayu lunak mempunyai dua macam sel yaitu *sel trakeid* dan *sel parenkim*. Keduanya terlihat seperti tube dengan dua ujung tertutup. Sel tersebut membawa sari makanan untuk disalurkan ke dalam dan juga memberi kekuatan pada pohon.

Ada beberapa jenis kayu lunak, yaitu sebagai berikut:

- ? *Kayu damar, kayu melur*. Kayu jenis ini memiliki kekerasan sedang dan seratnya lurus. Kegunaannya untuk membuat rangka pintu, jendela, kursi taman, peti dan perkakas.
- ? *Kayu pinus, kayu flamboyan*. Kayu jenis ini memiliki kekerasan sedang dan serat lurus terpadu. Kegunaannya untuk membuat barang-barang bubutan, barang-barang hiasan (ukiran ringan).

Kayu keras berasal dari pohon *deciduous* (berdaun lebar). Pada musim dingin daunnya akan gugur/rontok. Kayu keras lebih kompleks dari pada kayu lunak karena mempunyai 5 macam sel, di antaranya adalah *summer cells*, *spring cells*, *broadleaf*. Ada beberapa jenis kayu keras, yaitu:

- ? *Kayu jati*. Kayu jenis ini memiliki kekerasan sedang dan serat lurus terpadu. Kegunaannya untuk membuat mebel, veneer, laminating.
- ? *Kayu Mahoni*. Kayu jenis ini memiliki kekerasan sedang dan serat lurus. Kegunaannya untuk membuat barang-barang ukiran, alat rumah tangga.
- ? *Kayu sonokeling, kayu sonokembang, kayu sawo, kayu balsa*. Kayu jenis ini mempunyai kekerasan sedang dan serat lurus terpadu. Kegunaannya untuk seni ukir mewah, patung, perkakas, bubutan, gagang kapak, palu ukir, veneer mewah.

Adapun kelebihan-kelebihan yang dimiliki kayu adalah mudah untuk dikerjakan, mudah dalam pengeleman, hangat jika disentuh atau dipegang, penampilan menarik, mudah diperoleh, harganya relatif murah, dan sebagai isolator listrik dan panas. Sedangkan kelemahan kayu adalah memerlukan obat anti insektisida dan jamur untuk melindungi kayu, kayu mudah retak atau pecah sepanjang arah serat kayu, kayu tidak dapat di cor seperti logam, ukurannya terbatas sesuai keadaan pohonnya, dan kayu dapat melengkung dan dapat menyusut. Kayu dapat menyusut di waktu kering dan dapat mengembang lagi jika menyerap air. Hal tersebut menyebabkan beberapa pintu dan jendela kayu sulit dibuka dengan lancar selama musim dingin ketika kondisi berkabut. Kayu lebih menyusut pada bagian dengan arah melintang daripada pada bagian yang seratnya searah. Penyusutan lebih besar pada bagian yang searah dengan lingkaran tahun dari pada bagian yang memotong lingkaran tahun.

Untuk menyeleksi material kayu harus memperhatikan jenis, sifat dan kegunaannya. Di samping aspek-aspek tersebut harus diperhatikan juga aspek-aspek yang lain, yaitu: fisik, ekonomi, pengolahan, dan ketersediaan. Sifat fisik dari kayu meliputi: kekerasan, keteguhan tarik,

keteguhan tekan (kompresi), keteguhan geser, kekakuan, keteguhan lengkung (lentur), keuletan, ketahanan terhadap jamur (hama), penampilan (dekoratif), berat, efek temperatur, konduksi listrik, dan warna. Aspek ekonomi meliputi biaya pokok dan biaya ekstra (material). Aspek pengolahan terdiri dari pemotongan, pembentukan, dan penyambungan. Sedangkan aspek ketersediaan berkaitan dengan material kayu mudah atau sulit untuk diperoleh.

Sifat-sifat fisik dari kayu adalah :

▶ ***Kekerasan***

Pada umumnya terdapat hubungan langsung antara kekerasan kayu dengan berat kayu. Kayu-kayu yang keras termasuk kayu-kayu yang berat. Sebaliknya kayu ringan adalah kayu yang lunak. Berdasarkan kekerasannya kayu dapat digolongkan ke dalam kayu sangat keras misal balau dan giam, kayu keras misal kulin dan pilang, kayu sedang kekerasannya misal mahoni dan meranti, kayu lunak misal pinus dan balsa.

Cara menetapkan kekerasan kayu ialah dengan memotong kayu tersebut dengan arah melintang dan mencatat atau menilai kesan perlawanan oleh kayu itu pada saat pemotongan dan kilap bidang potongan yang dihasilkan. Kayu yang sangat keras akan sulit dipotong melintang dengan pisau. Pisau tersebut akan meleset dan hasil potongannya akan memberi tanda kilauan pada kayu. Kayu yang lunak akan mudah rusak dan hasil potongan melintangnya akan memberikan hasil yang kasar dan suram. Kayu keras pada umumnya berasal dari pohon yang berdaun lebar, warna kayunya khas. Sedangkan kayu lunak berasal dari pohon yang berdaun jarum, warna kayu pada umumnya putih.

▶ ***Keteguhan Tarik***

Kekuatan atau keteguhan tarik suatu jenis kayu adalah kekuatan kayu untuk menahan gaya-gaya yang berusaha menarik kayu itu.

Kekuatan tarik terbesar pada kayu ialah sejajar serat. Kekuatan tarik tegak lurus arah serat lebih kecil dari pada kekuatan tarik sejajar arah serat dan keteguhan tarik ini mempunyai hubungan dengan ketahanan kayu terhadap pembelahan.

► **Keteguhan Tekan (kompresi)**

Keteguhan tekan suatu jenis kayu adalah kekuatan kayu untuk menahan muatan jika kayu itu digunakan untuk penggunaan tertentu. Ada dua macam kompresi yaitu *kompresi tegak lurus serat* dan *kompresi sejajar serat*. Kompresi tegak lurus serat menentukan ketahanan kayu terhadap beban, seperti halnya berat kereta api oleh bantalan di bawahnya. Keteguhan ini mempunyai hubungan juga dengan kekerasan kayu dan keteguhan geser. Keteguhan kompresi tegak lurus arah serat pada semua kayu lebih kecil dari pada keteguhan kompresi sejajar arah serat.

► **Keteguhan Geser**

Keteguhan geser adalah suatu ukuran kekuatan kayu dalam hal kemampuannya menahan gaya-gaya yang berasal dari bagian lain di dekatnya. Dalam hubungan ini dibedakan tiga macam keteguhan geser yaitu *keteguhan geser arah serat*, *keteguhan geser tegak lurus arah serat*, dan *keteguhan geser miring*. Pada keteguhan geser tegak lurus arah serat jauh lebih besar dari pada keteguhan geser sejajar arah serat.

► **Keteguhan Lengkung**

Keteguhan lengkung adalah kekuatan untuk menahan gaya-gaya yang berusaha melengkungkan kayu atau untuk menahan beban-beban mati maupun hidup, selain beban pukulan yang harus dipikul oleh kayu tersebut, misalnya *blandar*. Keteguhan lengkung dibedakan menjadi keteguhan lengkung statis dan keteguhan pukul. Keteguhan lengkung menunjukkan kekuatan kayu menahan gaya yang mengenainya secara perlahan-lahan, sedangkan keteguhan pukul adalah kekuatan kayu untuk menahan gaya yang mengenainya secara mendadak, seperti pukulan.

▶ **Kekakuan**

Kekakuan kayu, baik yang digunakan blandar ataupun tiang, adalah suatu ukuran kekuatan untuk menahan perubahan bentuk atau lengkungan. Kekuatan tersebut dinyatakan dengan istilah *modulus elastisitas* yang berasal dari pengujian-pengujian keteguhan lengkung statis.

▶ **Keuletan**

Keuletan kayu diartikan sebagai kemampuan kayu untuk menyerap sejumlah tenaga yang relatif besar atau terhadap kejutan atau tegangan yang berulang-ulang dan melampaui batas proporsional serta mengakibatkan perubahan bentuk yang permanen dan kerusakan sebagian. Keuletan kebalikan dari kerapuhan kayu dalam arti bahwa kayu yang ulet akan patah secara berangsur-angsur dan memberi suara peringatan tentang kerusakan.

▶ **Keawetan**

Keawetan ialah ketahanan kayu terhadap serangan dari unsur-unsur perusak kayu dari luar, seperti jamur, rayap, kepik, cacing laut, dan makhluk lainnya yang diukur dengan jangka waktu tahunan.

▶ **Nilai Dekoratif (penampilan)**

Nilai dekoratif umumnya menyangkut jenis-jenis kayu yang akan dibuat untuk tujuan yang mementingkan nilai keindahan tertentu dari kayu tersebut. Pola gambar inilah yang membuat suatu jenis kayu yang memilikinya mempunyai suatu nilai dekoratif. Kayu-kayu yang memiliki nilai dekoratif antara lain sonokeling, sonokembang, renghas, dan eboni.

▶ **Berat Kayu**

Berat suatu jenis kayu tergantung dari jumlah zat kayu yang tersusun, rongga-rongga sel atau jumlah pori-pori, kadar air yang dikandung, dan zat-zat ekstraktif yang ada di dalamnya. Berat suatu jenis kayu ditunjukkan dengan besarnya berat jenis kayu yang bersangkutan, dan dipakai sebagai patokan berat kayu. Berdasarkan berat jenisnya,

jenis-jenis kayu digolongkan ke dalam kelas-kelas sebagai berikut: Kayu sangat berat jika berat jenisnya lebih besar dari 0,90; kayu berat memiliki berat jenis 0,75 sampai 0,90; kayu agak berat mempunyai berat jenis 0,60 sampai 0,75; dan kayu ringan jika berat jenisnya lebih kecil dari 0,60. Sebagai contoh jenis kayu yang termasuk dalam kelas sangat berat adalah giam dan balau. Yang termasuk kelas berat, misalnya kulim, sedangkan agak berat adalah bintangur dan yang termasuk ringan misalnya punus dan balsa.

▶ ***Efek Kayu terhadap Suhu***

Material kayu dapat menunjang fungsi atau kegunaan benda yang utama. Misalnya kayu yang dirancang untuk pegangan setrika harus dapat meredam atau menahan panas. Oleh karena itu harus menggunakan kayu yang mudah terbakar (kayu jati, ulin, merbau), sehingga pemakai merasa aman dan nyaman. Karena setiap kayu memiliki sifat tertentu terhadap suhu.

▶ ***Konduksi Listrik***

Sekarang banyak peralatan sehari-hari yang dijalankan dengan tenaga listrik. Sudah selayaknya penggunaan kayu yang kaitannya dengan alat listrik harus dapat melindungi si pemakai dari sengatan listrik atau setrum.

▶ ***Warna Kayu***

Ada beraneka macam warna kayu, antara lain kuning, keputih-putihan, cokelat muda, cokelat tua, kehitam-hitaman, dan kemerah-merahan. Hal ini disebabkan oleh zat-zat pengisi warna dalam kayu yang berbeda-beda. Warna suatu jenis kayu dapat dipengaruhi oleh faktor tempat di dalam batang, umur pohon dan kelembaban udara. Kayu teras umumnya memiliki warna yang lebih jelas atau lebih gelap dari pada warna bagian kayu yang ada di sebelah luar kayu teras, yaitu kayu gubal. Kayu pohon yang lebih tua dapat lebih gelap dari kayu pohon yang lebih muda dari jenis yang sama. Kayu yang kering berbeda pula warnanya

dari kayu yang basah. Kayu yang lama berada di luar dapat lebih gelap, dapat pula lebih pucat dari pada kayu yang segar dan kering udara.

Pada pengenalan kayu, warna kayu yang dipakai adalah warna kayu terasnya. Pada umumnya warna suatu jenis kayu bukannya warna yang murni, tetapi warna campuran dari beberapa jenis warna. Kadangkala terdapat satu warna mencolok dengan kombinasi warna-warna lain yang sukar dipisahkan. Misalnya, kayu yang berwarna putih (contoh kayu jelutung), yang berwarna merah (contoh kayu kempas dan renghas)

c) **Kayu Olahan**

Ada tiga macam kayu olahan yaitu tripleks dan multipleks, papan blok, dan papan partikel. Proses pembuatan papan lapisan adalah sebagai berikut. Dari tempat penimbunan kayu dolok diuapkan dan dipotong sesuai dengan ukuran. Kemudian dolok dibuat menjadi finis dan dikeringkan. Setelah dilakukan pengeleman , langkah selanjutnya adalah pres pendahuluan kemudian pres panas, penghalusan dan yang terakhir adalah kontrol akhir dan penimbunan.

Plywood dengan tiga lapisan disebut *tripleks* dan lebih dari 5 lapisan disebut *multipleks*. Umumnya kayu lapis diklasifikasikan dalam dua tipe, yaitu tipe penggunaan di dalam (*interior*) dan tipe penggunaan di luar (*eksterior*). Pembagian ini didasarkan pada ketahanan kayu lapis terhadap pengaruh udara dan cuaca di sekitarnya. Ketahanan ini bergantung dari mutu finis dan kekuatan/kualitas perekatan yang digunakan. Tipe interior digunakan di dalam ruangan yang terlindung dari sinar matahari, hujan udara lembab, dan suhu yang berubah-ubah. Tipe eksterior di pasang di luar rumah. Oleh karena itu harus tahan terhadap cuaca yang berubah-ubah, kelembaban dan suhunya, tahan terhadap hujan dan sinar matahari, serta tahan terhadap jamur dan serangga. Untuk itu kayu harus dilapisi bahan pengawet tertentu.

Sifat-sifat kayu lapis, yaitu:

▶ ***Kekuatan lengkung dan kekakuan***

Sifat kekuatan lengkung dan sifat kaku adalah suatu syarat yang baik bagi kayu lapis. Dengan memiliki sifat tersebut maka kayu lapis dapat digunakan sebagai bahan bangunan yang kuat, semakin banyak lapisan pada kayu lapis semakin merata pembagian kekuatan pada kayu lapis tersebut.

▶ ***Kekuatan geser dan kekuatan menahan paku***

Dengan pemasangan finir bersilang, kayu lapis menjadi kuat, tahan geseran ke segala arah. Begitu pula halnya dengan kekuatan menahan paku, sehingga pada waktu pemakaian tidak terjadi pecah walaupun dipaku pada bagian tepinya.

▶ ***Kekuatan terhadap benturan dan pukulan***

Kayu lapis mempunyai kekuatan terhadap pukulan dan benturan. Oleh karena itu sesuai sekali untuk digunakan sebagai dasar lantai, penutup dinding dan pelatar.

Kayu lapis merupakan bahan jadi dan mudah dikerjakan. Dapat dipotong menjadi berbagai ukuran dan bentuk, mudah dipakai ataupun disekrup dan tidak dikuatirkan akan pecach. Kayu lapis merupakan bahan yang memiliki kestabilan dimensi.

Seperti halnya kayu masif, kayu lapis dapat digunakan untuk berbagai macam penggunaan, baik untuk bangunan maupun untuk mainan anak-anak. Berdasarkan tempat penggunaannya, kayu lapis dapat digunakan di darat, air, maupun di udara. Mengingat pemakaian kayu lapis demikian luas, maka perlu diketahui macam-macam persyaratan pemakaian, agar setiap pemakaian dapat memilih macam kayu lapis yang tepat.

Selain tripleks dan multipleks ada produk kayu lapis yang disebut papan blok (*blockboard*) atau dengan istilah lain *lumber core plywood*. Papan blok adalah kayu lapis yang pada bagian tengahnya (*core*) terdiri dari kayu gergaji (bukan dari finir). Papan blok diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu

battenboard dengan tebal isian lebih dari 25 mm, *blockboard* dengan tebal isian antara 7 mm – 25 mm, dan *laminboard* dengan tebal isian kurang dari 7mm.

Produk kayu lapis yang ketiga adalah papan partikel. Papan partikel adalah papan buatan yang terbuat dari serpihan kayu dengan bantuan perekat sintesis kemudian dipres sehingga memiliki sifat seperti kayu masif, tahan api, dan merupakan bahan isolasi serta bahan akustik yang baik. Serpihan dibuat dari jenis-jenis kayu lunak dengan menggunakan mesin khusus. Sedangkan bahan perekat tergantung dari jenis papan partikel yang akan dibuat.

d) Bahan Keramik

Tanah liat merupakan bahan baku untuk membuat barang-barang keramik. Tanah liat atau lempung adalah bahan mineral yang terbentuk melalui proses alamiah. Biasanya berasal dari pelapukan batuan feldspar yang mengalami penghancuran dan perubahan kimia sehingga berubah komposisi menjadi tanah liat.

Proses pembentukan tanah liat terjadi sejak berabad-abad yang lalu. Diawali proses penghancuran karena adanya kekuatan air, angin, dan gerakan bumi sehingga menyebabkan butiran tanah liat akan larut dan hanyut kemudian mengendap pada suatu tempat. Tanah liat banyak digunakan untuk membuat barang-barang keramik atau pottery dan dalam perkembangannya juga digunakan untuk membuat bata, tiles, barang-barang sanitasi, isolator listrik dan panas.

Tanah liat adalah suatu zat yang terbentuk dari partikel-partikel terutama mineral-mineral yang disebut kaolinit yaitu persenyawaan dari oksida alumina (Al_2O_3), oksida silika (SiO_2), dan air (H_2O). Dalam ilmu kimia tanah liat termasuk hidrosilikat alumina yang dalam keadaan murni mempunyai rumus: $\text{Al}_2\text{O}_2 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Dalam satu partikel tanah liat mengandung 1 molekul oksida alumina, 2 molekul oksida silika, dan 2

molekul air dengan perbandingan unsur-unsur 39% oksida alumina, 46% oksida silika, dan 14% air.

Menurut proses pembentukannya tanah liat dapat dibedakan menjadi dua, yaitu tanah liat primer (residu) dan tanah liat sekunder (sedimen).

▶ **Tanah liat primer**

Tanah liat primer terdapat di daerah asal batuan induknya dan belum berpindah tempat sejak terbentuk. Yang termasuk jenis tanah liat primer adalah feldspar, kaolin, bentonite. Bentonite merupakan tanah primer yang paling plastis. Ciri-ciri tanah liat primer yaitu warna putih bersih sampai putih kusam, suhu bakar antara 1300°C sampai 1450°C, bentuk butiran kasar, dan umumnya tidak plastis.

▶ **Tanah liat sekunder**

Tanah liat sedimen terbentuk dari butiran tanah liat primer yang lepas dan mengendap pada suatu tempat. Yang termasuk jenis tanah liat sedimen adalah *ballclay*, *stoneware*, dan *fireclay*. Ciri-ciri tanah liat sedimen yaitu warna krem, merah jambu kotor, abu-abu, kuning; suhu bakar antara 1200°C – 1300°C; bentuk butiran halus; dan plastis. Kelompok tanah liat sedimen yang lain yaitu *earthenware (redclay)*.

Tanah liat sekunder lebih plastis dari pada tanah liat primer. Karena mempunyai butiran yang halus, partikel-partikelnya lembut, dan berbentuk lempeng sehingga memberikan sifat lentur dan plastis. Kebanyakan tanah liat sekunder mengandung campuran oksida besi, yaitu merupakan campuran yang paling banyak memberikan warna abu-abu, krem, dan coklat. Tanah liat ini juga mengandung kotoran humus (bahan organik) yang dapat memberikan warna gelap dan berbau.

Sifat-sifat bahan keramik adalah plastisitas, kemampuan bentuk, daya suspensi, penyusutan, suhu bakar, warna bakar, porositas, kekuatan kering, struktur tanah, dan slaking.

▶ **Plastisitas**

Plastisitas atau keliatan tanah liat ditentukan oleh kehalusan partikel-partikel tanah liat. Kandungan plastisitas tanah liat bervariasi, yaitu tergantung pada kehalusan dan kandungan lapisan airnya. Plastisitas berfungsi sebagai pengikat dalam proses pembentukan sehingga benda keramik yang dibentuk tidak mengalami keretakan atau berubah bentuk. Tanah liat dengan plastisitas yang tinggi juga akan sukar dibentuk sehingga perlu ditambahkan bahan-bahan yang lain.

▶ **Kemampuan bentuk**

Tanah liat yang digunakan untuk membuat keramik harus memiliki kemampuan bentuk agar dapat berdiri tanpa mengalami perubahan bentuk baik pada waktu proses maupun setelah pembentukan. Tanah liat dikatakan memiliki daya kerja apabila memiliki plastisitas dan kemampuan bentuk yang baik sehingga mudah dibentuk dan tetap mempertahankan bentuknya.

▶ **Daya suspensi**

Daya suspensi adalah sifat yang memungkinkan suatu bahan tetap dalam cairan. Flokulan merupakan suatu zat yang akan menyebabkan butiran-butiran tanah liat berkumpul menjadi butiran yang lebih besar dan cepat mengendap, misalnya magnesium sulfat. Deflokulan merupakan suatu zat yang akan mempertinggi daya suspensi (menghablur) sehingga butiran-butiran tanah liat tetap melayang, misalnya waterglass/sodium silikat, dan sodium karbonat.

▶ **Penyusutan**

Tanah liat untuk keramik mengalami dua kali penyusutan, yaitu susut kering (setelah mengalami proses pengeringan) dan susut bakar (setelah mengalami proses pembakaran). Penyusutan terjadi karena menguapnya air selaput pada permukaan dan air pembentuk atau air mekanis sehingga butiran-butiran tanah liat menjadi rapat. Pada dasarnya susut bakar dapat dianggap sebagai susut keseluruhan dari

tanah liat sejak dibentuk, dikeringkan sampai dibakar. Persentase penyusutan yang dipersyaratkan untuk jenis tanah liat earthenware sebaiknya antara 10% - 15%. Tanah liat yang terlalu plastis pada umumnya memiliki persentase penyusutan lebih dari 15%, sehingga mengalami resiko retak/pecah yang tinggi. Untuk mengatasinya dapat ditambahkan pasir halus ataupun grog.

► **Suhu bakar**

Suhu bakar berkaitan langsung dengan suhu kematangan, yaitu kondisi benda keramik yang telah mencapai kematangan pada suhu tertentu secara tepat tanpa mengalami perubahan bentuk, sehingga dapat dikatakan tanah liat tersebut memiliki kualitas kemampuan bakar. Dalam proses pembakaran tanah liat akan mengalami proses perubahan (*ceramic change*) pada suhu sekitar 600°C, dengan hilangnya air pembentuk dari badan benda keramik. Tanah liat earthenware mempunyai suhu kematangan sekitar 900°C – 1180°C, artinya di bawah suhu 900°C tanah liat belum sempurna kematangannya, sedangkan di atas suhu 1180°C akan mengalami perubahan bentuk, misalnya meleleh. Kemampuan bakar untuk setiap jenis tanah liat akan berbeda-beda.

► **Warna bakar**

Warna bakar tanah liat dipengaruhi oleh zat/bahan yang terikat secara kimiawi pada kandungan tanah. Warna pada tanah liat disebabkan oleh zat yang mengotorinya, warna abu-abu sampai hitam mengandung zat arang dan sisa-sisa tumbuhan, warna merah disebabkan oleh oksida besi. Warna bakar tanah liat juga dapat dihasilkan dengan cara menambahkan bahan-bahan pewarna seperti besi, cobalt, tembaga, krom, dan mangan.

► **Porositas**

Porositas atau absorpsi adalah persentase penyerapan air oleh badan keramik. Persentase porositas ditentukan oleh jenis badan, kehalusan unsur badan, penambahan pasir/grog, kepadatan dinding

badan, serta suhu bakarnya. Tanah liat poros biasanya fragile, artinya pada bentuk-bentuk tertentu bila mendapatkan sentakan agak keras akan mudah patah/pecah. Tanah liat earthenware umumnya mempunyai porositas paling tinggi, yaitu sekitar 5% - 10%, bila dibandingkan dengan stoneware atau porselin. Sifat poros ini akan berpengaruh juga pada proses pengglasiran, yaitu penyerapan badan keramik terhadap cairan glasir.

▶ ***Kekuatan kering***

Kekuatan kering merupakan sifat tanah liat yang setelah dibentuk dan kondisinya cukup kering mempunyai kekuatan yang stabil, tidak berubah bila diangkat untuk keperluan finishing, pengeringan, dan penyusunan dalam pembakaran. Kekuatan kering dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kehalusan butiran, jumlah air pembentuk, pencampuran dengan bahan lain, dan teknik pembentukan.

▶ ***Struktur tanah***

Struktur tanah merupakan perbandingan besar butiran-butiran tanah dengan bentuk butiran-butiran tersebut. Sifat liat, susut kering, dan kekuatan kering sangat tergantung dari struktur tanah liatnya. Struktur tanah liat dibedakan dalam dua golongan, yaitu struktur halus dan struktur kasar.

▶ ***Slaking***

Slaking merupakan sifat tanah liat yang dapat hancur dalam air menjadi butiran-butiran halus dalam waktu tertentu pada suhu udara biasa. Makin kurang daya ikat tanah liat makin cepat hancurnya. Sifat slaking ini berhubungan dengan pelunakan tanah liat dan penyimpanannya. Tanah liat yang keras membutuhkan waktu lama untuk hancur, sedangkan tanah liat yang lunak membutuhkan waktu lebih cepat.

Jenis-jenis tanah liat sebagai bahan utama keramik adalah sebagai berikut: feldspar, kaolin, bentonite, fire clay, ballclay, stoneware, dan earthenware.

▶ **Feldspar**

Feldspar merupakan bahan yang sangat penting dalam industri keramik, berfungsi sebagai flux (pelebur) pada suhu tinggi untuk menurunkan suhu bakar dan dapat berfungsi juga untuk mengurangi penyusutan. Feldspar diperlukan untuk membuat badan keramik porselin, stoneware, dan earthenware serta digunakan sebagai bahan glasir. Ada dua macam feldspar yaitu potash feldspar dan soda feldspar.

▶ **Kaolin**

Kaolin disebut juga China Clay merupakan tanah liat primer yang digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan bahan keramik porselin, stoneware, dan earthenware serta digunakan dalam glasir sebagai unsur pengeras. Kaolin mempunyai warna putih karena kandungan besinya sangat rendah dan butiran-butiran yang kasar. Kaolin mempunyai tingkat keplastisan yang rendah sehingga tidak dapat dipakai begitu saja untuk membuat barang-barang keramik, melainkan harus dicampur dahulu dengan bahan lain. Penyusutannya lebih rendah dan sangat tahan api dengan titik lebur 1800°C.

▶ **Bentonite**

Bentonite adalah jenis tanah liat yang sangat plastis, berfungsi untuk menambah keplastisan tanah liat. Digunakan untuk membuat badan keramik porselin, stoneware, dan earthenware.

▶ **Fire clay**

Fire clay merupakan jenis tanah liat yang tahan terhadap temperatur tinggi dan mempunyai titik lebur sangat tinggi yaitu 1600°C – 1750°C. Tanah liat ini digunakan untuk membuat bata tahan api, kiln furniture, dan barang-barang refractory. Fire clay dapat ditambahkan

pada badan keramik untuk menambah kemampuan bentuk dan memberikan kesan tekstur.

▶ **Ballclay**

Ballclay merupakan tanah liat sekunder yang sangat plastis, digunakan untuk menambah keplastisan pada badan keramik porselin, stoneware, dan earthenware.

▶ **Stoneware**

Jenis tanah liat sedimen yang digunakan untuk membuat badan keramik stoneware dengan suhu bakar antara 1250°C – 1300°C. Stoneware termasuk jenis tanah liat yang dapat dipakai tanpa campuran bahan lain.

▶ **Earthenware**

Jenis tanah liat sedimen yang digunakan untuk membuat badan keramik earthenware seperti gerabah, terracotta, dan keramik lainnya dengan bakaran rendah. Tanah liat earthenware ini dapat digunakan tanpa harus menambahkan bahan-bahan yang lain. Kebanyakan tanah liat earthenware mengandung banyak oksida besi sehingga hasil bakarnya coklat kemerahan.

Jenis bahan dan cara pengolahan tanah liat akan mempengaruhi hasil produk yang dibuat. Jarang dijumpai bahwa tanah liat sebagai bahan baku utama pembuatan keramik dapat langsung digunakan begitu saja. Umumnya harus melalui proses penyiapan berupa pengolahan tanah liat. Proses tersebut dapat dilakukan secara sederhana maupun secara rumit.

Ada dua jenis tanah liat yang dapat digunakan untuk membuat benda keramik. Pertama adalah tanah liat alami, artinya langsung diambil dari alam. Kedua adalah tanah liat yang dibuat dari campuran bahan-bahan mineral tertentu. Tanah liat alami maupun campuran mineral memerlukan pengolahan agar dapat digunakan menjadi bahan yang siap pakai. Adakalanya untuk mendapatkan jenis bahan tanah liat tertentu yang

diinginkan, pembuatan keramik harus mencampur berbagai jenis bahan tanah liat. Pada dasarnya pencampuran dan pengolahan tanah liat tersebut dimaksudkan untuk melengkapi sifat-sifat tanah liat sehingga mencapai kondisi tertentu.

Proses penyiapan dan pengolahan tanah liat dapat dilakukan dalam dua cara, yaitu secara manual dan secara masinal. Cara manual sendiri dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu cara basah dan cara kering. Proses penyiapan manual banyak dilakukan oleh pembuat keramik tradisional ataupun studio keramik yang produknya terbatas, sedangkan penyiapan secara masinal biasanya dilakukan oleh industri atau pabrik besar dengan skala produksi besar.

Penyiapan tanah liat secara manual dalam prosesnya menggunakan tangan dan tenaga manusia. Seorang pembuat keramik harus menguasai proses penyiapan dan pencampuran tanah secara manual untuk memperoleh jenis tanah liat yang siap pakai dengan sifat yang dikehendaki. Dalam penyiapan manual ini diperlukan peralatan bantu seperti ember, timbangan, dan saringan.

► ***Teknik penyiapan kering***

Cara penyiapan kering ini tahapannya lebih singkat dan praktis, namun mempunyai kelemahan, yaitu debunya menimbulkan polusi di sekitarnya. Di samping itu kelembutan butiran tanahnya tidak selembut cara penyiapan basah, karena sulit untuk menyaring tanah kering dengan kerapatan saringan tinggi. Proses penyiapan manual secara kering dengan urutan sebagai berikut: penjemuran, penumbukan, penyaringan atau pengayakan, penimbangan, pencampuran, pengulian, dan penyimpanan atau pemeraman atau penuaan.

► ***Teknik penyiapan basah***

Cara penyiapan manual basah merupakan penyiapan tanah liat dengan cara merendam dalam air. Cara ini sedikit lebih rumit dan lama tetapi hasilnya akan lebih halus dan dan lebih bersih, di samping itu juga

mengurangi polusi udara berupa debu. Proses penyiapan manual dengan cara basah dengan urutan sebagai berikut: penjemuran, penimbangan, pencampuran dan perendaman, pengadukan, penyaringan, pengurangan air, pengulian, penyimpanan/pemeraman/penuaan.

Penyiapan tanah masinal banyak dilakukan di industri menengah dan besar. Pada prinsipnya penyiapan secara masinal sama dengan penyiapan secara manual, hanya pada prosesnya banyak dilakukan oleh mesin. Tujuannya untuk menghemat waktu, tenaga, dan memperbesar jumlah tanah yang disiapkan.

Ada beberapa jenis peralatan yang dipakai dalam proses masinal dengan kapasitas yang bervariasi. Adapun peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan prosesnya adalah sebagai berikut:

- ? *Ball mill*, alat untuk menghaluskan bahan-bahan mineral.
- ? *Blunger*, alat untuk merendam dan mengaduk bahan-bahan mineral yang sudah halus.
- ? *Vibrator*, alat untuk menyaring, biasanya berupa saringan magnet untuk menangkap unsur besi yang mencemari tanah liat.
- ? *Filter press*, untuk mengurangi kandungan air pada tanah liat yang encer, sehingga tanah liat memiliki kandungan air yang tepat.
- ? *Pug mill*, alat untuk mengaduk tanah liat hingga menjadi rata dan homogen.

Ada beberapa variasi penyiapan secara masinal, biasanya tergantung pada bahan baku yang tersedia. Bila yang akan disiapkan adalah bahan baku alamiah, maka alat *ball mill* harus tersedia, tetapi bila menggunakan bahan baku olahan, yang diperlukan adalah *blunger*. Jika bahan baku yang disiapkan merupakan campuran antara tanah liat alamiah dan tanah liat olahan, maka penghalusan sebaiknya menggunakan *ball mill*, di samping itu *ball mill* dapat mewakili fungsi *blunger* sebagai pengaduk.

e) Bahan Tekstil

Beragam-macam serat yang digunakan untuk tekstil dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

▶ **Serat alam**

1) Selulosa

✍ Flak/linen

Flak/linen memiliki sifat: berasal dari batang, kekuatan paling besar di antara serat alam lainnya, kilap baik, tidak elastis, tidak lemas atau kaku, biasa digunakan untuk bahan pakaian, benang jahit atau jala.

✍ Henep

Sifat yang dimiliki serat henep adalah warna abu muda, hijau muda, mengkilap, biasa digunakan untuk tali temali, karung dan kanvas, berasal dari batang.

✍ Yute/rosela

Sifatnya: berasal dari batang, pegangan kasar, kekuatan sedang, mulur kecil, biasa digunakan untuk pembungkus, karung, pelapis permadani, dan terpal.

✍ Sisal

Sifatnya: berasal dari daun, kekuatan baik, tahan terhadap air laut, biasa digunakan untuk tali-temali.

✍ Agal

Sifatnya: berasal dari daun, warna coklat muda, kekuatan baik, biasa digunakan untuk barang kerajinan.

✍ Kapas

Sifatnya: diambil dari biji, warna krem, kekuatan dalam keadaan basah lebih besar dari pada waktu kering, biasa digunakan untuk bahan pakaian.

✍ Kapuk

Sifatnya: diambil dari biji, warna coklat kekuning-kuningan, mengkilap, mudah terbakar, getas tidak elastis, tidak dapat

dipintal sehingga tidak dapat digunakan untuk bahan padaian, biasa digunakan untuk pengisi bantal, kasur.

2) Propetin

✍ Wol

Sifatnya: berasal dari bulu biri-biri, terdiri dari wol halus, sedang, dan kasar, untuk kain mempunyai sifat penahan panas yang baik, serat berbentuk staple (pendek-pendek)

✍ Sutra

Sifatnya: berasal dari ulat sutra, berbentuk filamen (serat panjang), jika serat bergesekan akan menimbulkan bunyi gemerisik, mengkilap, tidak tahan terhadap matahari, kekuatan tinggi, tahan kusutnya baik, pegangan lembut, halus, berpenampilan mewah, biasa dipakai untuk bahan pakaian dengan mutu yang tinggi.

► **Serat buatan**

1) Polimer alam

✍ Rayon

Sifatnya: dibuat menyerupai serat sutra, elastisitas rendah, mudah luntur, tahan kusutnya rendah, tahan terhadap panas, berasal dari bahan dasar kayu yang dicampur dengan zat-zat kimia tertentu, biasa dikenal dengan *kain shantung*.

2) Polimer buatan

✍ Nilon

Sifatnya: Kekuatan serat tinggi, elatisitasnya tinggi, tahan tekukan dan gosokan, tahan terhadap asam-asam encer, tahan terhadap jamur dan bakteri, seratnya berkilau cerah, biasanya digunakan untuk parasut, tali temali, terpal, dan benang ban.

✍ Akrilik

Sifatnya: seratnya agak berbulu, kekuatan cukup baik, pegangan hangat dan lembut, mudah dicuci dan cepat kering, dibuat

menyerupai serat wol, biasa digunakan untuk sweater, kain rajut, dan selimut.

✍ Poliester/tetoron

Sifatnya: kekuatan dalam keadaan basah sama dengan keadaan kering, elastisitas tinggi sehingga tahan kusut, tahan terhadap alkohol dan sabun, tahan terhadap serangga, jamur dan bakteri, biasa digunakan untuk pakaian, kain tirai, terpal, tali temali, jala, dan kain layar.

c. Rangkuman

- ? Untuk menyeleksi material kayu harus memperhatikan jenis, sifat dan kegunaannya. Di samping aspek-aspek tersebut harus diperhatikan juga aspek-aspek yang lain, yaitu: fisik, ekonomi, pengolahan, dan ketersediaan. Sifat fisik dari kayu meliputi: kekerasan, keteguhan tarik, keteguhan tekan (kompresi), keteguhan geser, kekakuan, keteguhan lengkung (lentur), keuletan, ketahanan terhadap jamur (hama), penampilan (dekoratif), berat, efek temperatur, konduksi listrik, dan warna. Aspek ekonomi meliputi biaya pokok dan biaya ekstra (material). Aspek pengolahan terdiri dari pemotongan, pembentukan, dan penyambungan. Sedangkan aspek ketersediaan berkaitan dengan material kayu mudah atau sulit untuk diperoleh.
- ? Ada dua jenis kayu, yaitu kayu lunak dan kayu keras. Kayu lunak berasal dari pohon berdaun konifer, sedangkan kayu keras berasal dari pohon berdaun lebar.
- ? Ada tiga macam kayu olahan yaitu tripleks dan multipleks, papan blok, dan papan partikel. Proses pembuatan papan lapisan adalah sebagai berikut. Dari tempat penimbunan kayu dolok diuapkan dan dipotong sesuai dengan ukuran. Kemudian dolok dibuat menjadi finis dan dikeringkan. Setelah dilakukan pengeleman, langkah selanjutnya

adalah pres pendahuluan kemudian pres panas, penghalusan dan yang terakhir adalah kontrol akhir dan penimbunan.

- ? Sifat-sifat bahan keramik adalah plastisitas, kemampuan bentuk, daya suspensi, penyusutan, suhu bakar, warna bakar, porositas, kekuatan kering, struktur tanah, dan slaking.
- ? Jenis-jenis tanah liat sebagai bahan utama keramik adalah sebagai berikut: *feldspar*, *kaolin*, *bentonite*, *fire clay*, *ballclay*, *stoneware*, dan *earthenware*.

d. Tugas

1. Di dalam memilih kayu perlu adanya pertimbangan tentang keadaan fisik kayu. Jelaskan tentang hal berikut ini: kekerasan (kayu keras), lunak (kayu lunak), berat, warna, dan keteguhan lengkung/lentur.
2. Apakah yang anda ketahui tentang kayu alami? Jelaskan jawaban anda.
3. Berikan penjelasan tentang perbedaan kayu keras dan kayu lunak.
4. Sebutkan kelebihan-kelebihan kayu untuk membuat produk dan sebutkan juga kerugian-kerugiannya (kelemahannya).
5. Jelaskan proses pembuatan kayu lapis!
6. Jelaskan perbedaan antara tripleks, blockboard, dan papan partikel!
7. Sebutkan sifat-sifat bahan tanah liat untuk keramik!
8. Sebutkan lima jenis bahan dalam pembuatan keramik dan jelaskan kegunaan masing-masing!
9. Jelaskan urutan proses pengolahan bahan tanah liat dengan teknik kering!
10. Jelaskan urutan proses pengolahan bahan tanah liat dengan teknik basah!

11. Sebutkan jenis peralatan penyiapan tanah liat masinal serta kegunaan masing-masing alat!
12. Jelaskan proses pembentukan alamiah tanah liat!
13. Jelaskan dua kelompok jenis tanah liat menurut proses pembentukannya berikut dengan ciri-cirinya!
14. Sebutkan enam bahan serat dan jelaskan penggunaannya!

e. Tes Formatif

1. Jelaskan yang anda ketahui tentang kayu alami!
2. Jelaskan proses pembuatan kayu lapis!
3. Sebutkan sifat-sifat bahan tanah liat untuk keramik!
4. Jelaskan urutan proses pengolahan bahan tanah liat dengan teknik basah!
5. Sebutkan enam bahan serat dan jelaskan penggunaannya!

f. Kunci Jawaban

1. Kayu alami adalah kayu yang berasal dari tempat penebangan pohon kemudian di bawa ke tempat mesin penggergajian dan dipotong menjadi bentuk papan.
2. Proses pembuatan papan lapisan adalah sebagai berikut. Dari tempat penimbunan kayu dolok diuapkan dan dipotong sesuai dengan ukuran. Kemudian dolok dibuat menjadi finir dan dikeringkan. Setelah dilakukan pengeleman , langkah selanjutnya adalah pres pendahuluan kemudian pres panas, penghalusan dan yang terakhir adalah kontrol akhir dan penimbunan.
3. Sifat-sifat bahan keramik adalah plastisitas, kemampuan bentuk, daya suspensi, penyusutan, suhu bakar, warna bakar, porositas, kekuatan kering, struktur tanah, dan slaking.

4. Proses penyiapan manual dengan cara basah dengan urutan sebagai berikut: penjemuran, penimbangan, pencampuran dan perendaman, pengadukan, penyaringan, pengurangan air, pengulian, penyimpanan atau pemeraman atau penuaan.
5. Enam bahan serat dan penggunaannya adalah:
 - ? *Flak/linen* yang biasa digunakan untuk bahan pakaian, benang jahit atau jala.
 - ? Henep yang biasa digunakan untuk tali temali, karung dan kanvas, berasal dari batang.
 - ? Yute/rosela yang biasa digunakan untuk pembungkus, karung, pelapis permadani, dan terpal.
 - ? Sisal yang biasa digunakan untuk tali-temali.
 - ? Agal yang biasa digunakan untuk barang kerajinan.
 - ? Kapas yang biasa digunakan untuk bahan pakaian.

g. Lembar Kerja

Tujuan : Praktek pengolahan bahan tanah liat dengan metode basah

Alat : Meja pengulian, Alat penyaring, Alat pengaduk, Alat timbang, dan Alat bantu lain

Bahan : Tanah liat dan Air

Langkah kerja :

1. Penyiapan tanah liat secukupnya;
2. Jemur tanah liat, setelah kering lakukan penimbangan.
3. Lakukan pencampuran dan perendaman.
4. Lakukan pengadukan sampai merata.
5. Lakukan penyaringan.
6. Lakukan pengurangan kandungan air pada hasil penyaringan yang masih encer, sehingga diperoleh kandungan air yang tepat.
7. Lakukan pengulian.
8. Lakukan penyimpanan/memeraman/penuaan sampai siap untuk diolah menjadi keramik.

2. Kegiatan Pembelajaran 2

a. Tujuan Kegiatan pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan Belajar II, diharapkan anda dapat:

- ? Mendefinisikan pengertian bahan logam besi dan logam non-besi.
- ? Menjelaskan karakteristik logam besi dan logam non-besi.
- ? Mengetahui konsep logam besi non-paduan, berdasarkan kadar karbon dan baja paduan.
- ? Mengetahui berbagai penggunaan dari bahan logam besi, baja dan logam non besi dalam kehidupan sehari-hari.
- ? Mendefinisikan pengertian bahan polimer.
- ? Menjelaskan karakteristik bahan polimer.
- ? Mengetahui berbagai macam kegunaan dan jenis pengolahan bahan polimer.
- ? Menjelaskan dan mengidentifikasi macam-macam jenis bahan polimer.
- ? Menjelaskan dan memberi contoh teknik pengolahan dan bahan teknik yang dihasilkannya serta cara kerja bahan tersebut.

b. Uraian materi

a) Bahan logam

Bahan logam secara umum dikelompokkan menjadi dua, yaitu Logam besi atau logam *ferro* dan logam non besi atau logam *non-ferro*. Logam besi adalah logam yang dalam bahasa latin disebut *ferrum* dengan lambang kimia Fe. Logam non besi adalah semua logam yang tidak termasuk logam besi dan baja, logam jenis ini dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu: logam dasar, logam mulia, dan logam campuran.

Logam Besi (Fe)

Logam besi murni secara kimia dituis 100% Fe, dengan sifat: berwarna putih dengan berat jenis $7,876 \text{ kg/cm}^2$, dan titik leburnya kurang lebih 1.500°C . Besi cukup tahan terhadap udara kering, tetapi pada udara basah mudah bersenyawa dengan oksigen (O_2) atau disebut dengan peristiwa oksidasi, yang biasanya dikenal dengan peristiwa *korosi* atau *karatan* sehingga permukaan besi berubah warna menjadi kecoklatan. Pada udara basah ini proses korosi berjalan terus, sehingga lama kelamaan besi akan habis termakan korosi.

Logam besi murni dalam tidak ada, yang ada adalah besi dengan campuran unsur karbon (C), dan unsur lain dengan prosentase dibawah 1 %. Berdasarkan kadar karbon di dalam logam besi, dapat dibedakan menjadi: besi mentah, baja, besi tuang, dan besi lunak.

? **Besi Mentah**

Besi mentah adalah besi kasar yang mengandung karbon lebih dari 3,5 %. Pada umumnya besi mentah mengandung unsur (selain Fe): Forpor (P), Belerang (S), Silikon (Si), dan mangan (Mg). Ada dua macam besi mentah yaitu: *besi mentah kelabu*, yang memiliki berat jenis ($7,0-7,2 \text{ Kg/cm}^3$) dan *besi mentah putih*, yang memiliki berat jenis ($7,58-7,73 \text{ Kg/cm}^3$). Besi mentah biasanya diperdagangkan dalam bentuk balok-balok, untuk pembuatan besi tuang dan baja.

? **Besi Tuang**

Besi tuang adalah paduan antara besi (Fe) dengan unsur tambahan: karbon (C), silikon (Si), mangan (Mg), Posfor (P), dan belerang (S). Besi tuang mempunyai sifat keras, tidak bisa ditempa atau ditarik karena rapuh dan mudah patah, dan umumnya berwarna kelabu. Sehingga dalam pembuatan bahan teknik dengan bahan baku besi jenis ini harus dilakukan dengan metode Cor atau penuangan kedalam cetakan. Dan umumnya besi tuang digunakan untuk bahan teknik yang tidak membutuhkan kekuatan tarik tinggi. Biasanya

digunakan untuk keperluan konstruksi, landasan dengan bentuk-bentuk yang besar dan tebal. Dan untuk benda teknik kecil yang tidak memerlukan kekuatan atau beban yang besar, misalnya: asesoris pagar rumah, hiasan, dan sebagainya.

? **Besi Lunak**

Besi lunak atau kadang dikenal juga sebagai besi tempa, adalah logam besi yang mempunyai sifat lunak, dapat ditempa, dapat ditarik dengan mudah. Besi jenis ini biasanya digunakan sebagai bahan teknik yang mempunyai sifat ulet dan lentur, misalnya untuk pelat untuk pembuatan dinding kapal, talang air, dan sebagainya.

? **Baja**

Baja adalah paduan yang banyak digunakan manusia, jenis dan bentuknya sangat banyak. Karena penggunaannya yang sangat luas maka banyak pihak yang membuat klasifikasi menurut keperluannya masing-masing. Baja berdasarkan:

- a). Cara Pembuatannya: baja klasifikasikan menjadi: baja bessemer, baja siemens-martin, baja listrik, dan lain-lain.
- b). Penggunaannya: baja konstruksi, baja mesin, baja pegas, baja ketel, baja perkakas, dan lain-lain.
- c). Kekuatannya: baja kekuatan lunak dan baja kekuatan tinggi.
- d). Struktur mikronya: baja eutektoid, baja hypoeutektoid, baja hypereutektoid, baja austenitik, baja ferritik, baja martensitik, dan lain-lain.
- e). Komposisi kimianya: baja karbon, baja paduan rendah, baja paduan tinggi, dan lain-lain. Baja karbon (baja tanpa paduan, *plain carbon steel*) bukan berarti sama sekali tidak mengandung unsur lain selain besi dan karbon, akan tetapi masih mengandung sejumlah unsur lain dalam prosentase tertentu dan tidak mempengaruhi sifat mekanik yang dimiliki oleh besi dan karbon

(baja karbon). Unsur-unsur lain tersebut biasanya ikut terproses pada saat pembuatan baja, misalnya: mangan , silikon, dan beberapa unsur pengotor misalnya: belerang , posfor, oksigen, nitrogen dan sebagainya dengan kadar yang ditekan sangat kecil. Berdasarkan kadar karbonnya, baja karbon dibedakan menjadi 3 kelas:

1. *Low carbon steel* , yang kadar karbonnya sampai 0,25 %, baja jenis ini banyak digunakan sebagai baja konstruksi umum, baja profil rangka bangunan, baja tulangan beton, rangka kendaraan, mur-baut, pelat, pipa dan sebagainya. Baja ini kekuatan/kekerasannya rendah tetapi keuletannya tinggi, mudah dibentuk dan dimanchining. Baja jenis ini tidak dapat dikeraskan.
2. *Medium carbon steel* , yang kadar karbonnya 0,25-0,55 %, baja jenis ini mempunyai sifat lebih kuat dan keras dibanding *low carbon steel* , baja jenis ini penggunaannya hampir sama dengan baja *low carbon steel*, yakni digunakan untuk bahan teknik yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan yang lebih tinggi. Juga banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin: untuk poros , roda gigi, rantai, dan sebagainya.
3. *High carbon steel* , yang kadar karbonnya lebih dari 0,55 %, baja ini lebih kuat dan lebih keras dari medium carbon steel, tetapi keuletannya dan ketangguhannya rendah. Baja jenis ini terutama biasanya digunakan untuk perkakas, yang biasanya memerlukan sifat tahan aus, misalnya: mata bor, reamer, tap dan perkakas tangan lainnya.

Sedangkan baja paduan rendah (*low alloy steel*) adalah baja dengan kadar unsur paduan rendah (kurang dari 10 %) , dan mempunyai sifat kekuatan dan ketangguhannya lebih tinggi dibanding baja karbon dengan kadar karbon yang sama, begitu juga keuletannya dan sifat tahan korosinya lebih baik

dari baja karbon. Baja paduan jenis ini biasanya banyak digunakan untuk konstruksi mesin. Dan baja paduan tinggi (*high alloy steel*) adalah baja dengan kadar unsur paduan tinggi (lebih dari 10%), dan baja jenis ini biasanya mempunyai sifat-sifat khusus, yaitu: sebagai baja tahan karat (*stainless steel*) , sebagai baja perkakas (*tool steel*), baja untuk alat teknik dengan kecepatan tinggi (*high speed steel*), dan baja tahan panas dan sebagainya.

Secara umum dapat ditunjukkan sebagai contoh, kadar karbon dalam baja dan penggunaannya sebagai bahan dasar untuk membuat benda teknik , sebagai berikut:

b) Logam Non Besi

Logam bukan besi adalah semua jenis logam yang bukan termasuk klasifikasi logam besi dan baja. Logam bukan besi biasa disebut juga logam *non-ferro* , dan diklasifikasikan menjadi 3, yaitu: *logam dasar* misalnya: aluminium (Al), tembaga (Cu), timah putih (Sn), timah hitam (Pb), nikel (Ni), dan seng (Zn), *logam mulia* misalnya: emas, platina dan perak , dan *logam campuran* misalnya: kuningan, perunggu, emas karat, dan perak sterling.

Logam Dasar

1. Aluminium

Aluminium secara kimia dilambangkan dengan Al, dan merupakan logam yang berwarna putih keabu-abuan, beratnya sepertiga dari berat besi, massa jenisnya sekitar $2,7 \text{ kg/cm}^3$ dengan titik leleh 660°C , secara mekanik bersifat lunak. Karena aluminium ini secara mekanik lunak, maka dapat dibuat menjadi benda teknik dengan cara di tempa, ditarik, disayat dan dicor dengan suatu cetakan. Aluminium dapat digunakan untuk: bahan kapal terbang, perabot rumah tangga, hiasan, kaleng makanan, bungkus obat dan

makanan (*aluminium foil*), kabel listrik, kerangka atap rumah, komponen mesin, kendaraan, dan sebagainya.

2. Tembaga

Tembaga secara kimia dilambangkan dengan Cu, dengan titik leleh sekitar 1.083°C , mempunyai warna merah kecoklatan dan berat jenisnya $8,96 \text{ kg/cm}^3$. Tembaga dapat diolah menjadi barang teknik dengan berbagai metode baik dalam lingkungan panas (cor) maupun dingin (tempa). Tembaga mempunyai sifat yang sangat baik untuk menghantarkan listrik, sehingga sangat baik sebagai bahan penghantar (kabel, kumparan motor), karena kuningan mudah dibentuk, maka banyak digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat perkakas rumah tangga, perhiasan dan souvenir, serta hiasan dan benda-benda seni lainnya.

3. Timah Putih

Timah putih secara kimia dilambangkan dengan Sn, berwarna putih, mempunyai titik leleh sekitar 232°C , dan berat jenisnya $7,29 \text{ kg/cm}^3$. Timah putih mempunyai sifat mekanis: lentur, padat, dapat dibentuk dengan cara di tempa ataupun dengan di cor. Timah putih biasanya dipakai sebagai campuran bahan patri (dengan tembaga atau dengan timah hitam).

4. Timah Hitam

Timah hitam secara kimia dilambangkan dengan Pb, dan nama lainnya adalah timbal, berwarna abu-abu, mempunyai titik leleh 325°C , dan berat jenisnya $11,36 \text{ kg/cm}^3$. Timah hitam mempunyai sifat mekanis lunak, sehingga dapat dibentuk dengan cara dipres atau dengan cara dicor. Bahan ini biasanya digunakan sebagai bahan campuran untuk membuat bahan teknik. Timah hitam tanpa

campuran bahan lain hanya bisa digunakan sebagai bahan patri lunak, bantalan, dan tanda segel.

5. Nikel

Nikel secara kimia dilambangkan dengan Ni, berwarna kebiru-biruan, mempunyai titik leleh 1.453°C , dan berat jenisnya $8,9 \text{ kg/cm}^3$. Nikel dapat dibentuk dengan berbagai macam cara (dipres, ditarik, maupun di cor) dalam keadaan panas maupun dingin untuk menjadi benda teknik. Bahan ini yang paling umum digunakan sebagai elemen pemanas (kompor atau tungku pembakaran).

6. Seng

Seng secara kimia dilambangkan dengan Zn, berwarna putih kebiruan, dengan titik leleh 419°C dan berat jenisnya $7,13 \text{ kg/cm}^3$. Seng mempunyai sifat: tahan terhadap atmosfer, tidak tahan terhadap asam dan rapuh pada udara dingin. Bahan ini biasanya digunakan sebagai pelapis pada lembaran besi, kawat dan paku, juga biasa digunakan sebagai kaleng makanan, obat-obatan, kaleng minyak, serta sebagai campuran bahan logam lain.

c) Logam Mulia

1. Emas

Emas secara kimia dilambangkan dengan Au, berwarna kuning bercahaya, dengan titik leleh 1.063°C dan berat jenis $19,32 \text{ kg/cm}^3$. Emas sangat mudah dibentuk dengan berbagai teknik (ditarik, ditempa, dicor, dan digilas). Sifat bahan ini: mudah dibentuk, dan tidak teroksidasi dengan bahan asam. Bahan ini biasanya digunakan sebagai perhiasan dan uang logam.

2. Platina

Platina secara kimia dilambangkan dengan Pt, berwarna putih cemerlang, dengan titik leleh 1.774°C dan berat jenisnya $21,45 \text{ kg/cm}^3$. Platina sebagai logam murni biasanya tercampur dengan logam kelompok platinum: satu logam atau lebih. Ada dua kelompok platina, yaitu: *kelompok platina ringan*, yang terdiri dari rhodium, ruthenium dan paladium yang massa jenisnya 12 kg/cm^3 dan *kelompok platina berat*, yang terdiri dari Osmium, iridium dan platina yang massa jenisnya 23 kg/cm^3 . Bahan platina mempunyai sifat: sangat liat, keras dan anti karat. Bahan platina biasanya digunakan untuk alat-alat kedokteran, penyambung tulang, komponen mesin dan perhiasan.

3. Perak

Perak secara kimia dilambangkan dengan Ag atau kadang disebut silver, berwarna putih, dengan titik leleh 960°C . Mempunyai sifat: sangat mudah dibentuk (dicor, digilas, dicor, dan ditempa) untuk menjadi benda teknik. Kegunaan yang umum dari bahan ini adalah untuk perhiasan dan benda-benda seni lainnya.

d) Logam Campuran

Logam campuran dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu logam campuran oleh paduan dua logam (*logam binari*), dan logam campuran oleh paduan tiga logam (*logam trinari*).

1. Kuningan

Kuningan adalah logam campuran antara tembaga dan seng, berwarna kuning kusam dan mengkilap bila digosok, dengan titik lebur 1.065°C . Manfaat dari bahan ini adalah untuk komponen listrik, hiasan, prabot rumah tangga, dan perhiasan. Sifat mekanis bahan ini bergantung pada komposisi tembaga dan seng.

2. Perunggu

Perunggu merupakan logam campuran antara timah putih dan tembaga, berwarna merah kecoklatan. Sifat dari bahan ini adalah: baik di kerjakan dengan teknik cor, dapat dipatri dengan timah atau dilas dengan kuningan atau perak. Bahan ini biasanya digunakan untuk alat musik pukul dan bahan pembuat patung.

3. Emas karat

Emas karat adalah campuran bagian emas dengan tembaga, misalnya: emas 23 karat berarti campuran dari 23 bagian emas dan 1 bagian tembaga, 22 karat berarti campuran dari 22 bagian emas dan 2 bagian tembaga, dan seterusnya hingga kadar emas terendah 14 karat.

4. Perak Sterling

Perak bersifat lunak sehingga perlu dicampur dengan tembaga. Perak sterling adalah campuran bagian perak dengan tembaga, misalnya: perak murni 92,5 % dengan tembaga 7,5 % dipakai sebagai standar uang perak di Inggris, dan standar yang paling rendah sebagai bahan perak adalah 80%, dibawah itu tidak diakui sebagai bahan perak.

5. Pewter

Pewter adalah logam campuran antara timah putih, tembaga, timah hitam dan antimony, dengan warna abu-abu cerah dan titik lebur sekitar 329°C. Bahan ini sangat mudah dibentuk dengan cara ditempa, dicor dan ukir. Bahan ini sangat baik untuk sofner, kotak perhiasan atau barang-barang antik lainnya.

e) Bahan Polimer

Polimer adalah makromolekul organik yang terbentuk dari penggabungan beberapa monomer (dengan inti atom karbon) melalui

proses polimerisasi. Monomer adalah unsur dasar dari semua polimer yang memiliki berat molekul tinggi, biasanya terdapat pada:

- ? makhluk hidup (AND, ARN, kolagen, dan sebagainya);
- ? polimer sintetik (plastik, elastomer, dan sebagainya);
- ? polimer alam (karet, selulosa, dan sebagainya).

Ada dua macam teknik pembentukan bahan polimer (*polimerisasi*), yaitu:

1. Polimerisasi adisi, yaitu proses pembentukan polimer secara bertahap, tahap pertama: *inisiasi*, pembentukan radikal bebas, tahap kedua: *propagasi*, penggabungan monomer, tahap ketiga: *terminasi*, masing-masing radikal bebas menjadi panjang dan terbentuklah bahan polimer. Karena prosesnya seperti ini polimerisasi adisi biasa juga dikenal dengan *polimerisasi radikal* atau *polimerisasi tahapan*.
2. Polimerisasi kondensasi, yaitu proses pembentukan polimer dengan produk sampingannya adalah pembentukan air (H_2O).

☞ **Tipe Polimer**

Menurut polimerisasinya, struktur polimer dapat disusun dalam beberapa bentuk. Polimerisasi adisi (penambahan inisiator) memberikan bentuk makromolekul linier yang memungkinkan untuk dibuat menjadi makromolekul bercabang (bidimensional). Sedangkan polimerisasi kondensasi cenderung untuk membentuk polimer tridimensional.

Ada tiga tipe polimer yang ketiganya secara umum disebut sebagai resin, yaitu: *thermoplastik*, *thermoset*, dan *elastomer*.

↳ **Thermoplastik**

Thermoplastik adalah yang bisa dipanaskan secara reversibel, artinya polimer jenis ini bisa diolah kembali (*recycle*), dengan kata lain bahan akan meleleh jika dipanaskan dan dapat ditekan/ditransfer dari tempat pemanasan ke cetakan, jika didinginkan bahan akan mengeras kembali hingga mempunyai

bentuk sesuai dengan cetakan. Bahan ini dapat dipanaskan lagi dan dapat didaur ulang. Bahan thermoplastik diperoleh dengan polimerisasi adisi. Sifat dari thermoplastik adalah dapat berbentuk semikristalin dengan ikatan atomnya terjadi secara Van der Waals (ikatan lemah). Dibandingkan dengan bahan thermosetting, thermoplastik lebih tangguh, umur pemakaian lebih panjang, proses pembentukan/fabrikasi yang pendek, dapat dipanaskan dan dibentuk.

Bahan mentah yang dipakai untuk membuat bahan thermosetting diantaranya dari produk pertanian, mineral dan bahan organik termasuk batubara, gas alam, minyak bumi, batu kapur, silika dan sulfur. Sebagai contoh bahan dasar untuk membuat bahan thermoplastik (*plastik*) adalah: zat pewarna, pelubrican, pengubah plastisitas (*plasticizer*), dan bahan pengisi (bubukan kayu, tepung, serat alam, graphite). Bahan pengisi pada umumnya berfungsi untuk: menurunkan ongkos produksi, memperbaiki sifat mekanis, memperbaiki sifat ketahanan panas, dan sifat-sifat lain sesuai dengan produk yang ingin dibentuk.

Jenis-jenis bahan thermoplastik, yang populer digunakan dalam pembuatan benda-benda teknik dipasaran, yaitu: *polypropylene (PP)*, *polyethylene (PE)*, *polyvinyl chloride (PVC)*, *polyvinyl acetate (PVAC)*, *polystyrene (PS)*, *polyamide (PA)*, *polyester (PET)*, *polycarbonate (PC)*, dan *polyacetate*.

↳ **Polypropylene (PP)**

Polypropylene adalah polimer yang dibuat dari hasil polimerisasi dari monomer propylene (C_3H_6). PP yang dijual dipasaran biasanya berbentuk butiran memanjang, dan untuk membentuk PP menjadi benda teknik, maka dapat dilakukan dengan teknik: *injection Molding*, *Extrusion*, *Blow Molding*, *Coating*, dan *Stretching*. PP

dapat digunakan untuk membuat: karung plastik, rafia, tikar, terpal, benang plastik, botol-botol kosmetik dan sebagainya. Sifat yang menonjol dari PP adalah mudah dilem/dipatri dan lentur (tidak mudah patah).

↳ **Polyethyelene (PE)**

Polyethyelene adalah polimer dari hasil polimerisasi monomer ethyelene (C_2H_4). Jika pada proses polimerisasinya dilakukan pada tekanan tinggi, maka dihasilkan polimer PE dengan densitas rendah (*Low Density Polyethyelene, LDPE*), dan sebaliknya jika dilakukan pada tekanan rendah akan dihasilkan polimer PE dengan densitas tinggi (*High Density Polyethyelen, HDPE*). dan untuk membentuk PE menjadi benda teknik, maka dapat dilakukan dengan teknik: *injection Molding, Extrusion, Blow Molding, Coating, dan Foaming*. PE dipasaran banyak digunakan untuk membuat karung plastik, botol plastik, tali tambang, dan sebagainya.

↳ **Polyvinyl Chlorida (PVC)**

Polyvinyl Chlorida adalah polimer dari hasil polimerisasi monomer vinil clorida (C_2H_3-Cl). Dan untuk membentuk PVC menjadi benda teknik, maka dapat dilakukan dengan teknik: *injection Molding, Extrusion, Blow Molding, Slush Molding, Dip Molding, Calendering, dan Foaming*. PVC dipasaran banyak digunakan untuk membuat kulit imitasi, cable coating, film sheet, dan sarung tangan, dan sebagainya.

↳ **Polyvinyl Acetate (PVAC)**

Polyvinyl Acetate adalah polimer dari hasil polimerisasi monomer vinil asetate. PVAC mempunyai struktur amorf dan sangat baik untuk bahan lem dan emulsi cat. Vinil asetate dapat membentuk kopolimer dengan ethylene menghasilkan Ethylene Vinyl Acetate

(EVA), bahan ini dipasaran dapat ditemui produknya sebagai bahan lem, sandal, dan sol sepatu.

↳ **Polystyrene (PS)**

Polystyrene adalah polimer dari hasil polimerisasi monomer styrene ($C_2H_3-C_6H_6$). PS mempunyai struktur amorf, tampak bening, mudah retak dan mudah pecah. Dan untuk mengurangi sifat mudah pecah/retak tersebut, maka PS dapat dipolimerisasikan dengan *Butadiene*, *Acrylonitrile*, *Natural Rubber* menghasilkan *Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)*. Dan untuk membentuk PS menjadi benda teknik, maka dapat dilakukan dengan teknik: *Injection Molding*, *Extrusion*, *Foaming* dan *Thermoforming*. PS dipasaran banyak digunakan untuk membuat alat-alat rumah tangga, komponen kendaraan bermotor, radio, TV, pipa, dan sebagainya.

↳ **Polyamide (PA)**

Polyamide adalah polimer dari hasil polimerisasi monomer nylon. PA dipasaran lebih dikenal dengan nama Nylon (Nylon 6 dan Nylon 66), dan mempunyai struktur polikristalin. Penggunaan PA sebagai benda teknik, biasanya digunakan sebagai fiber, dan jika diproses diteruskan akan menjadi: karpet, kain parasut, helm dan bahan lain sejenisnya.

↳ **Polyester (PET)**

Polyester atau *Polyethylene Terephthalate (PET)* adalah polimer dari hasil polimerisasi monomer *ethylene terephthalate*. PET mempunyai struktur semikristalin, kesetabilan dimensinya tinggi. Penggunaan PA sebagai benda teknik, biasanya digunakan sebagai elemen mesin, magnetic tape, photographic film dan juga bisa digunakan sebagai fiber sebagaimana bahan nylon.

↳ **Polycarbonate (PC)**

Polycarbonate dipasarkan dapat dibeli dalam bentuk butiran memanjang. PC mempunyai struktur amorf, sehingga tembus pandang, mempunyai ketahanan benturan yang cukup besar dan daya isolasinya terhadap listrik sangat baik. Penggunaan PC sebagai benda teknik, biasanya digunakan sebagai peralatan rumah tangga, seperti kap lampu, telepon, dan sebagainya.

↳ **Polyacetate**

Polyacetate mempunyai struktur semikristaline, dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat komponen dan suku cadang barang-barang elektronik, mesin, bearing, gear, pump impeller, karburasi, dan sebagainya.

f) **Thermoset**

Thermoset adalah polimer yang dibentuk melalui proses polimerisasi kondensasi, bahan plastik yang tidak dapat dilunakan kembali atau dibentuk kembali ke keadaan sebelum mengalami pengeringan, bahan ini mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- ✍ Mempunyai struktur amorf
- ✍ Tidak bisa meleleh
- ✍ Tidak bisa didaur ulang (*non-recycle*)
- ✍ Atom-atomnya berikatan kuat sekali
- ✍ Tidak bisa mengalami pergeseran rantai
- ✍ Dapat dibentuk dengan proses injeksi pada cetakan panas

Jenis-jenis thermoset: *phenol-formaldehyde (PF)*, *Aminoplasts*, *Epoxy Resin (ER)*, *Usaturated Polyester*, *Polyurethane (PU)*, *Phenol-aralkyl (Xyloks)*, *Bismalleimides (BMI)*, *Polymides (PI)*, *Polystyryl Pyridine (PSP)*, *Polyphennylene-quinooxialine (PPQ)*, dan sebagainya.

✍ **Phenol-Formaldehyde**

Bahan ini merupakan hasil polimerisasi secara kondensasi antara phenol dan formaldehida pada tahap awal, pada pada tahap akhir terjadi pada saat pencetakan bahan plastik menjadi produk akhir. *Phenol-Formaldehyde (PF)* banyak digunakan untuk pelapisan kertas dan tenunan.

✍ **Aminoplasts**

Aminoplasts merupakan campuran antara Urea-Formaldehyde (UF) dan Melamine-Formaldehyde (MF), yang mempunyai kelebihan tahan terhadap pemanasan kontinu pada temperatur 70°C , dan tidak berbau menyengat. Dalam aplikasi tekniknya bahan ini dapat diolah menjadi benda teknik, misalnya: perkakas rumah tangga (sendok, gelas, piring, tempat asbak, dan sebagainya).

✍ **Epoxide Resin**

Epoxide Resin atau secara umum dipasaran dikenal dengan bahan epoksi adalah salah satu dari jenis polimer yang berasal dari kelompok termoset. Mempunyai sifat tidak bisa meleleh, tidak bisa diolah kembali, atomnya berikatan dengan kuat sekali, tidak bisa mengalami pergeseran rantai. Epoksi sangat baik sebagai bahan matik pada pembuatan bahan komposit. Epoksi secara umum mempunyai karakteristik yang baik, yaitu:

1. *Kemampuan mengikat paduan metalik yang baik*, kemampuan ini disebabkan oleh adanya gugus hidrolis yang memiliki kemampuan membentuk ikatan via ikatan hidrogen. Gugus hidrosil ini juga dimiliki oleh oksida metal, dimana pada kondisi normal menyebar pada permukaan metal. Keadaan ini menunjang terjadinya ikatan antara atom pada epoksi dengan atom yang berda pada material metal (logam).
2. *Ketangguhan*, kegunaan epoksi sebagai bahan matrik dibatasi oleh ketangguhan yang rendah dan cenderung rapuh. Oleh sebab itu saat ini

terus dilakukan penelitian untuk meningkatkan ketangguhan bahan matrik (epoksi).

Di industri biasanya bahan epoksi ini dipakai sebagai bahan perekat logam, bahan utama untuk membentuk bahan teknik baru (= bahan komposit) dengan penguat/filler dari fiber baik dari jenis baja maupun gelas, untuk memperbaiki sifat mekanis bahan epoksi.

g) Elastomer

Elastomer adalah jenis polimer yang tidak dimasukkan dalam kelompok thermoplastik atau thermoset. Elastomer biasa juga dikenal sebagai karet, merupakan bahan polimer yang mempunyai sifat khusus, memiliki rantai linier tidak mengkristal dan mempunyai sifat deformasi yang sangat besar (sampai 1000 %). Bahan ini dapat kembali dengan cepat ke bentuk dan ukuran yang hampir sama dengan kondisi semula, setelah mengalami deformasi. Bahan ini dibuat secara sintetik, sedangkan elastomer sendiri sebenarnya adalah karet sintetik. Elastomer banyak digunakan sebagai bahan pembuatan komponen-komponen kendaraan bermotor dan alat industri, sebagai contoh: ban, packing, baterai boxes, seal kaca, juga untuk isolasi listrik.

c. Rangkuman

- ✍ Bahan logam secara umum dikelompokkan menjadi dua, yaitu Logam besi (*ferro*) dan logam bukan besi (*non-ferro*).
- ✍ Logam besi adalah logam yang dalam bahasa latin disebut *ferrum* dengan lambang kimia Fe.
- ✍ Logam non besi adalah semua logam yang tidak termasuk logam besi dan baja, logam jenis ini dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu: logam dasar, logam mulia, dan logam campuran.

- ✍ Logam besi murni secara kimia dituis 100% Fe, dengan sifat: berwarna putih dengan berat jenis $7,876 \text{ kg/cm}^2$, dan titik leburnya kurang lebih 1.500°C .
- ✍ Besi cukup tahan terhadap udara kering, tetapi pada udara basah mudah bersenyawa dengan oksigen (O_2) atau disebut dengan peristiwa oksidasi, yang biasanya dikenal dengan peristiwa *korosi* atau *karatan*.
- ✍ Logam bukan besi adalah semua jenis logam yang bukan termasuk klasifikasi logam besi dan baja. dan diklasifikasikan menjadi 3, yaitu: *logam dasar* (Al, Cu, Sn, Pb, Ni, Zn), *logam mulia* (Au, Pt dan Ag) , dan *logam campuran* (kuningan, perunggu, emas karat, dan perak sterling).
- ✍ Polimer adalah makromolekul organik yang terbentuk dari penggabungan beberapa monomer (dengan inti atom karbon) melalui proses polimerisasi, sehingga terbentuk rantai monomer yang panjang.
- ✍ Monomer adalah unsur dasar dari semua polimer yang memiliki berat molekul tinggi , biasanya terdapat pada: makhluk hidup (AND, ARN, kolagen, dan sebagainya), polimer sintetik (plastik, elastomer, dan sebagainya), dan polimer alam (karet, selulosa, dan sebagainya)
- ✍ Polimerisasi adisi, yaitu proses pembentukan polimer secara bertahap, tahap pertama: *inisiasi* , pembentukan radikal bebas, tahap kedua: *propagasi* , penggabungan monomer, tahap ketiga: *terminasi*, masing-masing radikal bebas menjadi panjang dan terbentuklah bahan polimer. Karena prosesnya seperti ini polimerisasi adisi biasa juga dikenal dengan *polimerisasi radikal* atau *polimerisasi tahapan*.
- ✍ Polimerisasi kondensasi, yaitu proses pembentukan polimer dengan produk sampingannya adalah pembentkan air (H_2O).

- ✍ Thermoplastik adalah yang bisa dipanaskan secara reversibel, artinya polimer jenis ini bisa diolah kembali (*recycle*), jika didinginkan bahan akan mengeras kembali hingga mempunyai bentuk sesuai dengan cetakan. Bahan ini dapat dipanaskan lagi dan dapat didaur ulang. Bahan thermoplastik diperoleh dengan polimerisasi adisi.
- ✍ Thermoset adalah polimer yang dibentuk melalui proses polimerisasi kondensasi, bahan plastik jenis ini tidak dapat dilunakan kembali atau dibentuk kembali ke keadaan sebelum mengalami pengeringan.

d. Tugas

1. Tuliskan lambang kimia besi dan tembaga
2. Apa yang anda ketahui tentang istilah korosi, jelaskan
3. Apa yang anda ketahui tentang logam besi, logam non-besi, dan tembaga, jelaskan.
4. Apa yang anda ketahui tentang besi tuang dan tembaga? jelaskan.
5. Apa saja yang termasuk logam dasar, sebutkan
6. Apa yang anda ketahui tentang logam paduan, dan sebutkan klasifikasinya.
7. Sebutkan perbedaan antara logam besi dan baja, jelaskan juga klasifikasinya.
8. Apa yang anda ketahui tentang bahan polimer, jelaskan?
9. Berdasarkan sifatnya bahan polimer dibedakan menjadi bahan thermoplastik dan thermoseting, jelaskan perbedaan prinsip antara keduanya.
10. Apa yang anda ketahui tentang elastomer?

e. Tes formatif

1. Apa yang anda ketahui tentang polimerisasi jelaskan, dan sebutkan macam-macamnya.
2. Jelaskan apa yang anda ketahui tentang bahan logam, dan sebutkan klasifikasinya berdasarkan komposisi karbonnya.
3. Sebutkan dan jelaskan jenis bahan yang termasuk polimer jenis thermoseting dan jenis thermoplastis.
4. Apa yang anda ketahui tentang proses pembentukan bahan polimer sebutkan, dan jelaskan.
5. Jelaskan perbedaan bahan thermoset, thermoplastis, dan bahan elastomer.
6. Apa yang anda ketahui tentang *low carbon steel, medium carbon steel, dan high carbon steel* .
7. Apa yang anda ketahui tentang *low alloy steel* dan *high alloy steel*, jelaskan.
8. Apa yang anda ketahui dengan istilah: *besi mentah. besi lunak dan besi tuang* , jelaskan.
9. Apa yang anda ketahui tentang epoxy resin, jelaskan.
10. Sebutkan sifat yang menonjol yang dimiliki oleh bahan thermoset.

f. Kunci Jawaban Tes formatif

1. Polimerisasi adalah proses pembentukan/sintesis bahan polimer, ada dua macam proses sintesis polimer, yaitu *polimerisasi melalui adisi (penambahan inisitor) dan kondensasi*.
2. Bahan logam adalah bahan yang dibangun oleh unsur Fe saja (*logam ferro*), atau dibangun oleh unsur mayoritas Fe ditambah unsur lain, seperti karbon, tembaga, mangan, dan sebagainya (*logam non-ferro*) Berdasarkan kadar karbon dalam paduan, bahan logam dibedakan

menjadi : (1). *Low carbon steel*, (2). *Medium carbon steel*, dan (3) *High carbon steel*.

3. *Thermoset* adalah bahan yang mudah dibentuk dan tidak dapat didaur ulang, yang termasuk bahan ini, misalnya *phenol-formaldehyde*, *epoxide resin*, *aminoplasts*, *polyurethane*, dan sebagainya. *Thermoplastik* adalah bahan plastik yang mudah dibentuk dan dapat didaur ulang, yang termasuk bahan ini, misalnya adalah *polypropylene (PP)*, *polyethylene (PE)*, dan sebagainya.
4. Polimerisasi kondensasi adalah proses sintesis bahan polimer yang diikuti dengan pembentukan molekul air, dan hanya terjadi pada molekul-molekul monomer yang mengandung lebih dari satu gugus karboksil dan gugus hidroksil. Polimerisasi adisi, proses sintesis polimer melalui pembentukan radikal bebas, dan melalui tiga tahapan *inisiasi (pembentukan radikal bebas)*, *propagasi (proses pembentukan rantai)*, dan *terminasi (masing-masing radikal bebas membentuk rantai panjang)*.
5. Bahan *thermoset*, mudah dibentuk tapi tidak bisa didaur ulang, bahan *thermoplastik*, mudah dibentuk dan dapat didaur ulang, sedangkan bahan *elastomer* adalah bahan karet, sangat elastis, dapat kembali ke bentuk semula setelah mengalami deformasi.
6. *Low carbon steel*, adalah baja dengan kadar karbon 0,25 %, baja jenis ini kekuatannya relatif rendah, tapi mempunyai keuletan yang tinggi. *Medium carbon steel*, adalah baja dengan kadar karbon 0,25 % - 0,55 %, lebih kuat dan keras. *High carbon steel* baja dengan kadar karbon 0,55%, lebih kuat dan lebih keras lagi, tetapi keuletan dan ketangguhannya rendah.
7. *Low alloy steel*, adalah baja paduan dengan kadar unsur paduannya kurang dari 10 %, mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibanding dengan baja karbon. *High alloy steel* adalah baja paduan dengan kadar unsur paduan lebih besar dari 10 %, baja jenis ini tahan karat, tahan panas, dan keuletannya lebih besar.

8. *Besi mentah* : adalah besi kasar yang kadar karbonnya lebih besar 3,5 %, disamping juga terdapat unsur paduan yang lain (P, S, Si, dan Mg). *Besi lunak* , disebut juga besi tempa, bersifat lunak, dapat ditempa, dapat digilas, dan ditarik. *Besi tuang* adalah besi yang mengandung carbon, silikon, mangan, posfor, dan belerang. Baja jenis ini tidak bisa ditempa atau ditarik.
9. *Epoksi resin*, adalah termasuk polimer termoset, mempunyai sifat-sifat yang menonjol sebagai berikut :
- ✍ *Tidak bisa meleleh*
 - ✍ *Tidak bisa didaur ulang*
 - ✍ *Atom-atom penyusunnya berikatan sangat kuat*
 - ✍ *Tidak bisa mengalami pergeseran rantai polimer*
10. *Sifat yang menonjol dari bahan termoset adalah:*
- ✍ *Mempunyai struktur amorf*
 - ✍ *Tidak bisa meleleh*
 - ✍ *Tidak bisa didaur ulang*
 - ✍ *Atom-atom penyusunnya berikatan sangat kuat*
 - ✍ *Tidak bisa mengalami pergeseran rantai polimer*

g. Lembar Kerja

Tujuan :

- ? Praktek membuat asbak rokok / botol berbahan dasar plastik, dengan *teknik dorong*.

Alat :

- ? Pencetak strip
- ? Pembentuk isap (*vacuum forming*)
- ? Kawat pemanas (*strip heater*)
- ? Gergaji
- ? Penggaris logam

Bahan :

- ? Lembaran acrylic transparan
- ? Lembaran PVC
- ? Perekat: lem acrylic (acrylic adhesive), contact adhesive, dan epoxy adhesive.

Langkah kerja :

1. Membuat model cetakan (asbak/ botol) yang terbuat dari kayu.
2. Lembaran bahan acrylic, dijepit pada sebuah frame kayu, kemudian dipanaskan dalam oven sampai lembek.
3. Kemudian dipindahkan kedalam cetakan/model secara cepat.
4. Jepit dengan ring sisi luar yang tidak ditekan, kemudian dengan menggunakan pasak bagian dalam cetakan ditekan.
5. Setelah proses 4, biarkan bahan dingin didalam cetakan sehingga mengeras.
6. Ambil bahan yang dibentuk dari cetakan, proses selesai.

BAB III. EVALUASI

A. Tes Tertulis

1. Jelaskan yang anda ketahui tentang kayu alami!
2. Jelaskan proses pembuatan kayu lapis!
3. Sebutkan sifat-sifat bahan tanah liat untuk keramik!
4. Jelaskan urutan proses pengolahan bahan tanah liat dengan teknik basah!
5. Sebutkan enam bahan serat dan jelaskan penggunaannya!
6. Apa yang anda ketahui tentang polimerisasi jelaskan, dan sebutkan macam-macamnya.
7. Jelaskan apa yang anda ketahui tentang bahan logam, dan sebutkan klasifikasinya berdasarkan komposisi karbonnya.
8. Sebutkan dan jelaskan jenis bahan yang termasuk polimer jenis thermoseting dan jenis thermoplastis.
9. Apa yang anda ketahui tentang proses pembentukan bahan polimer sebutkan, dan jelaskan.
10. Jelaskan perbedaan bahan thermoset, thermoplastis, dan bahan elastomer.
11. Apa yang anda ketahui tentang *low carbon steel*, *medium carbon steel*, dan *high carbon steel* .
12. Apa yang anda ketahui tentang *low alloy steel* dan *high alloy steel*, jelaskan.
13. Apa yang anda ketahui dengan istilah: *besi mentah*, *besi lunak* dan *besi tuang* , jelaskan.
14. Apa yang anda ketahui tentang epoxy resin, jelaskan.
15. Sebutkan sifat yang menonjol yang dimiliki oleh bahan termoset.

KUNCI JAWABAN

A. Tes Tertulis

1. Kayu alami adalah kayu yang berasal dari tempat penebangan pohon kemudian di bawa ke tempat mesin penggergajian dan dipotong menjadi bentuk papan.
2. Proses pembuatan papan lapisan adalah sebagai berikut. Dari tempat penimbunan kayu dolok diuapkan dan dipotong sesuai dengan ukuran. Kemudian dolok dibuat menjadi finis dan dikeringkan. Setelah dilakukan pengeleman, langkah selanjutnya adalah pres pendahuluan kemudian pres panas, penghalusan dan yang terakhir adalah kontrol akhir dan penimbunan.
3. Sifat-sifat bahan keramik adalah plastisitas, kemampuan bentuk, daya suspensi, penyusutan, suhu bakar, warna bakar, porositas, kekuatan kering, struktur tanah, dan slaking.
4. Proses penyiapan manual dengan cara basah dengan urutan sebagai berikut: penjemuran, penimbangan, pencampuran dan perendaman, pengadukan, penyaringan, pengurangan air, pengulian, penyimpanan atau pemeraman atau penuaan.
5. Enam bahan serat dan penggunaannya adalah:
 - 1) *Flak/linen* yang biasa digunakan untuk bahan pakaian, benang jahit atau jala.
 - 2) Henep yang biasa digunakan untuk tali temali, karung dan kanvas, berasal dari batang.
 - 3) Yute/rosela yang biasa digunakan untuk pembungkus, karung, pelapis permadani, dan terpal.
 - 4) Sisal yang biasa digunakan untuk tali-temali.
 - 5) Agal yang biasa digunakan untuk barang kerajinan.
 - 6) Kapas yang biasa digunakan untuk bahan pakaian.

6. Polimerisasi adalah proses pembentukan/sintesis bahan polimer, ada dua macam proses sintesis polimer, yaitu *polimerisasi melalui adisi (penambahan inisitor) dan kondensasi*.
7. Bahan logam adalah bahan yang dibangun oleh unsur Fe saja (*logam ferro*), atau dibangun oleh unsur mayoritas Fe ditambah unsur lain, seperti karbon, tembaga, mangan, dan sebagainya (*logam non-ferro*) Berdasarkan kadar karbon dalam paduan, bahan logam dibedakan menjadi : (1). *Low carbon steel*, (2). *Medium carbon steel*, dan (3) *High carbon steel*.
8. *Thermoset* adalah bahan yang mudah dibentuk dan tidak dapat didaur ulang, yang termasuk bahan ini, misalnya *phenol-formaldehyde*, *epoxide resin*, *aminoplasts*, *polyurethane*, dan sebagainya. *Thermoplastik* adalah bahan plastik yang mudah dibentuk dan dapat didaur ulang, yang termasuk bahan ini, misalnya adalah *polypropylene (PP)*, *polyethylene (PE)*, dan sebagainya.
9. Polimerisasi kondensasi adalah proses sintesis bahan polimer, yang diikuti dengan pembentukan molekul air, dan hanya terjadi pada molekul-molekul monomer yang mengandung lebih dari satu gugus karboksil dan gugus hidroksil. Polimerisasi adisi, proses sintesis polimer melalui pembentukan radikal bebas, dan melalui tiga tahapan *inisiasi (pembentukan radikal bebas)*, *propagasi (proses pembentukan rantai)*, dan *terminasi (masing-masing radikal bebas membentuk rantai panjang)*.
10. Bahan *thermoset*, mudah dibentuk tapi tidak bisa didaur ulang, bahan *thermoplastik*, mudah dibentuk dan dapat didaur ulang, sedangkan bahan elastomer adalah bahan karet, sangat elastis, dapat kembali ke bentuk semula setelah mengalami deformasi.
11. *Low carbon steel*, adalah baja dengan kadar karbon 0,25%, baja jenis ini kekuatannya relatif rendah, tapi mempunyai keuletan yang tinggi. *Medium carbon steel*, adalah baja dengan kadar karbon 0,25%-0,55%, lebih kuat dan keras. *High carbon steel* baja dengan kadar karbon

0,55%, lebih kuat dan lebih keras lagi, tetapi keuletan dan ketangguhannya rendah.

12. *Low alloy steel*, adalah baja paduan dengan kadar unsur paduannya kurang dari 10%, mempunyai kekuatan yang lebih tinggi dibanding dengan baja karbon. *High alloy steel* adalah baja paduan dengan kadar unsur paduan lebih besar dari 10%, baja jenis ini tahan karat, tahan panas, dan keuletannya lebih besar.

13. *Besi mentah*: adalah besi kasar yang kadar karbonnya lebih besar 3,5%, di samping juga terdapat unsur paduan yang lain (P, S, Si, dan Mg). *Besi lunak*, disebut juga besi tempa, bersifat lunak, dapat ditempa, dapat digilas, dan ditarik. *Besi tuang* adalah besi yang mengandung carbon, silikon, mangan, posfor, dan belerang. Baja jenis ini tidak bisa ditempa atau ditarik.

14. *Epoksi resin*, adalah termasuk polimer thermoset, mempunyai sifat-sifat yang menonjol sebagai berikut :

- ✍ *Tidak bisa meleleh*
- ✍ *Tidak bisa didaur ulang*
- ✍ *Atom-atom penyusunnya berikatan sangat kuat*
- ✍ *Tidak bisa mengalami pergeseran rantai polimer.*

15. *Sifat yang menonjol dari bahan thermoset adalah:*

- ✍ *Mempunyai struktur amorf*
- ✍ *Tidak bisa meleleh*
- ✍ *Tidak bisa didaur ulang*
- ✍ *Atom-atom penyusunnya berikatan sangat kuat*
- ✍ *Tidak bisa mengalami pergeseran rantai polimer.*

LEMBAR PENILAIAN TES PESERTA

Nama Peserta :
 No. Induk :
 Program Keahlian :
 Nama Jenis Pekerjaan:

PEDOMAN PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Skor Maks.	Skor Perolehan	Keterangan
1	2	3	4	5
I	Perencanaan			
	1.1.Persiapan alat dan bahan	2		
	1.2.Analisis model susunan	3		
	Sub total	5		
II	Model Susunan			
	2.1.penyiapan model susunan	3		
	2.2.Penentuan data instruksi pd model	2		
	Sub total	5		
III	Proses (Sistematika & Cara kerja)			
	3.1.Prosedur pengambilan data	10		
	3.2.Cara mengukur variabel bebas	8		
	3.3.Cara menyusun tabel pengamatan	10		
	3.4.Cara melakukan perhitungan data	7		
	Sub total	35		
IV	Kualitas Produk Kerja			
	4.1.Hasil perhitungan data	5		
	4.2.Hasil grafik dari data perhitungan	10		
	4.3.Hasil analisis	10		
	4.4.Hasil menyimpulkan	10		
	Sub total	35		
V	Sikap/Etos Kerja			
	5.1.Tanggung jawab	3		
	5.2.Ketelitian	2		
	5.3.Inisiatif	3		
	5.4.Kemandirian	2		
	Sub total	10		
VI	Laporan			
	6.1.Sistematika penyusunan laporan	6		
	6.2.Kelengkapan bukti fisik	4		
	Sub total	10		
	Total	100		

KRITERIA PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Kriteria penilaian	Skor
1	2	3	4
I	Perencanaan		
	1.1.Persiapan alat dan bahan	? Alat dan bahan disiapkan sesuai kebutuhan	2
	1.2.Analisis model susunan	? Merencanakan menyusun model	3
II	Model Susunan		
	2.1.Penyiapan model susunan	? Model disiapkan sesuai dengan ketentuan	3
	2.2.Penentuan data instruksi pada model	? Model susunan dilengkapi dengan instruksi penyusunan	2
III	Proses (Sistematika & Cara kerja)		
	3.1.Prosedur pengambilan data	? Dimensi bahan kayu, keramik, tekstil, logam dan polimer	10
	3.2.Cara mengukur variabel bebas	? Melengkapi data pengamatan dan pengukuran dalam tabel	8
	3.3.Cara menyusun tabel pengamatan	? Langkah mengidentifikasi jenis-jenis bahan (kayu, keramik, tekstil, logam dan polimer)	10
	3.4.Cara melakukan perhitungan data	? Langkah menghitung koefisien Hall, konsentrasi pembawa (n atau p)	7
IV	Kualitas Produk Kerja		
	4.1.Hasil perhitungan data	? Perhitungan dilakukan dengan cermat sesuai prosedur	5
	4.2.Hasil grafik dari data perhitungan	? Pemuatan skala dalam grafik dilakukan dengan benar	10
	4.3.Hasil analisis	? Analisis perhitungan langsung dengan metode grafik sesuai/saling mendukung	10

	4.4. Hasil menyimpulkan	? Kesimpulan sesuai dengan konsep teori	5
	4.5. Ketepatan waktu	? Pekerjaan diselesaikan tepat waktu	5
V	Sikap/Etos Kerja		
	5.1. Tanggung jawab	? Membereskan kembali alat dan bahan setelah digunakan	3
	5.2. Ketelitian	? Tidak banyak melakukan kesalahan	2
	5.3. Inisiatif	? Memiliki inisiatif bekerja yang baik	3
	5.4. Kemandirian	? Bekerja tidak banyak diperintah	2
VI	Laporan		
	6.1. Sistematika penyusunan laporan	? Laporan disusun sesuai dengan sistematika yang telah ditentukan	6
	6.2. Kelengkapan bukti fisik	? Melampirkan bukti fisik	4

BAB IV. PENUTUP

Setelah menyelesaikan modul ini, anda berhak untuk mengikuti tes praktik untuk menguji kompetensi yang telah anda pelajari. Apabila anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam modul ini, maka anda berhak untuk melanjutkan ke modul berikutnya, dengan topik sesuai dengan peta kedudukan modul.

Jika anda sudah merasa menguasai modul, mintalah guru/instruktur anda untuk melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaian yang dilakukan oleh pihak dunia industri atau asosiasi profesi yang kompeten apabila anda telah menyelesaikan suatu kompetensi tertentu. Atau apabila anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi yang disediakan dalam modul ini, maka hasil yang berupa nilai dari guru/instruktur atau berupa portofolio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi oleh pihak industri atau asosiasi profesi. Dan selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi tertentu dan apabila memenuhi syarat anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh industri atau asosiasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

- Callister, W.D., 1989. **Materials Science and Engineering T**. Singapore: John Willey & Sons.
- Farid dkk., 1999. **Polimer dan Komposit**. Surabaya: ITS Surabaya.
- Singh, Jasprit, 1995. **Semiconductor Optoelectronic physics and Technology**. New Delhi: McGraw-Hill, Inc.
- Halliday dan Resnick, 1991. **Fisika jilid 2 (Terjemahan)**. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Bob Foster, 1997. **Fisika SMU**. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Gibbs, K, 1990. **Advanced Physics**. New York: Cambridge University Press.
- Martin Kanginan, 2000. **Fisika SMU**. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Tim Dosen Fisika ITS, 2002. **Fisika I**. Surabaya: Penerbit ITS .