

KODE MODUL

M4.11A



**SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK MESIN
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK PENGECORAN**

MEMBUAT POLA RESIN



**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2004**

KODE MODUL

M4.11A



**SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK MESIN
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK PENGECORAN**

MEMBUAT POLA RESIN

**PENYUSUN
TIM FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2004**

KATA PENGANTAR

Modul dengan judul **Membuat Pola Resin** ini dimaksudkan sebagai alat pembelajaran yang telah memenuhi standar kompetensi pada program keahlian Teknik Pengecoran di SMK.

Setelah menyelesaikan pembelajaran dengan menggunakan modul ini diharapkan peserta diklat mampu membuat pola maupun inti yang terbuat dari resin dan mampu untuk melakukan pemeriksaan pola dan inti dari resin.

Modul ini mencakup 5 kegiatan belajar yang dilengkapi pula dengan tugas dan tes formatif yang harus dikerjakan oleh peserta diklat sehingga peserta diklat memiliki kompetensi sesuai standar yang diharapkan.

Demikianlah, penulis berharap agar modul ini dapat digunakan untuk membantu proses pembelajaran khususnya pada mata diklat pembuatan pola resin pada program keahlian Teknik Pengecoran di SMK-SMK di seluruh Indonesia.

Yogyakarta, Desember 2004
Penyusun,

Tim Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

DAFTAR ISI

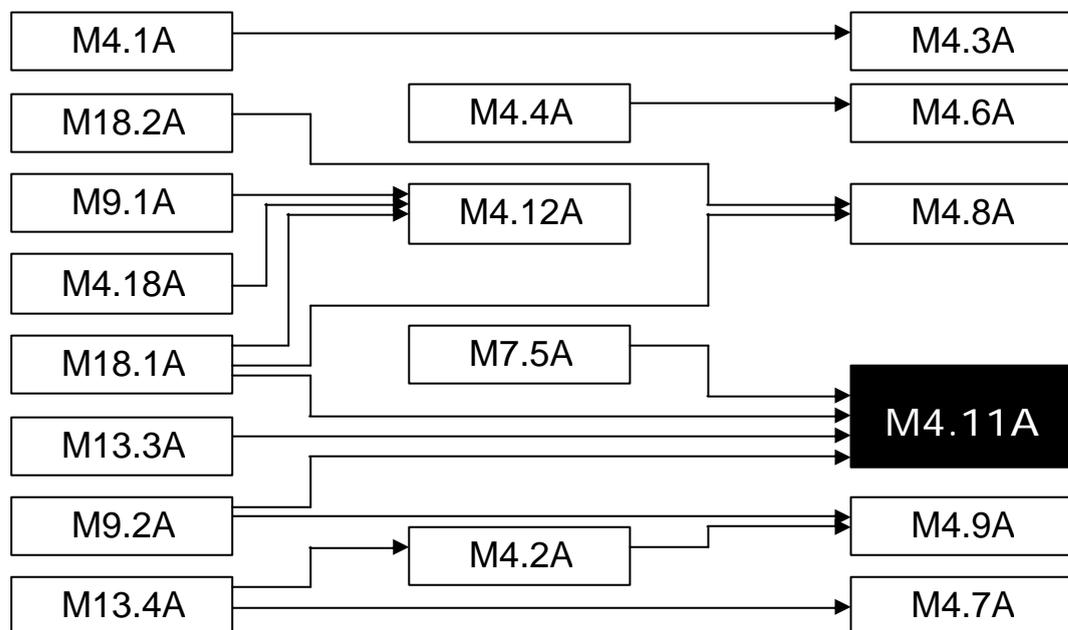
	Halaman
SAMPUL	I
HALAMAN FRANCIS	li
KATA PENGANTAR.....	lii
DAFTAR ISI	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL.....	Vii
GLOSSARIUM.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. DESKRIPSI.....	1
B. PRASYARAT	1
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	1
1. Bagi Peserta Diklat	1
2. Bagi Guru	2
D. TUJUAN AKHIR	3
E. KOMPETENSI	4
F. CEK KEMAMPUAN	6
BAB II PEMELAJARAN.....	7
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT	7
B. KEGIATAN BELAJAR.....	8
1. Kegiatan Belajar 1 Pemilihan Bahan Resin.....	8
a. Tujuan Kegiatan	8
b. Uraian Materi	8
c. Rangkuman.....	13
d. Tugas.....	15
e. Tes Formatif.....	15
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	15
g. Lembar kerja.....	15
2. Kegiatan Belajar 2 Membuat Campuran Resin	22
a. Tujuan Kegiatan	22
b. Uraian Materi	22
c. Rangkuman.....	24
d. Tugas.....	24
e. Tes Formatif.....	24
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	25
g. Lembar kerja.....	25
3. Kegiatan Belajar 3 Membuat pola Resin.....	28
a. Tujuan Kegiatan	28

b. Uraian Materi	28
c. Rangkuman.....	32
d. Tugas.....	33
e. Tes Formatif.....	33
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	33
g. Lembar kerja.....	33
4. Kegiatan Belajar 4 Pemeriksaan dan Perbaikan Pola Resin	39
a. Tujuan Kegiatan	39
b. Uraian Materi	39
c. Rangkuman.....	40
d. Tugas.....	40
e. Tes Formatif.....	40
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	40
g. Lembar kerja.....	41
5. Kegiatan Belajar 5 Pemesinan dan Finishing Pola Resin	45
a. Tujuan Kegiatan	45
b. Uraian Materi	45
c. Rangkuman.....	46
d. Tugas.....	46
e. Tes Formatif.....	46
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	47
g. Lembar kerja.....	47
BAB III EVALUASI.....	54
A. PERTANYAAN.....	54
B. KUNCI JAWABAN.....	55
C. KRITERIA KELULUSAN	59
BAB IV PENUTUP.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61

PETA KEDUDUKAN MODUL

A. DIAGRAM PENCAPAIAN KOMPETENSI

Tahapan atau tata urutan kompetensi yang diajarkan dan dilatihkan kepada peserta didik dalam kurun waktu yang dibutuhkan, serta kemungkinan *multi exit-multi entry* yang dapat diterapkan ditunjukkan pada diagram di bawah ini.



Keterangan :

- M 9.1 A : Menggambar dan membaca sketsa
- M 9.2 A : Membaca gambar teknik
- M18.1 A : Menggunakan perkakas tangan
- M18.2 A : Menggunakan perkakas bertenaga/operasi digenggam
- M13.3 A : Bekerja secara aman dengan bahan kimia dan industri
- M13.4 A : Bekerja dengan aman dalam mengolah logam/gelas cair
- M4.1 A : Operasi tanur peleburan

- M4.18 A : Operasi mesin kerja kayu secara umum
- M4.2 A : Pengecoran tanpa tekanan
- M7.5 A : Bekerja dengan mesin umum
- M4.4 A : Mempersiapkan dan mencampur pasir untuk cetakan pengecoran logam
- M4.12 A : Assembling pola plat
- M4.6 A : Mengoperasikan mesin cetak dan mesin inti
- M4.3 A : Mengoperasikan mesin pengecoran bertekanan
- M4.7 A : Penuangan cairan logam
- M4.8 A : Pembersihan dan pemotongan produk pengecoran
- M4.9 A : Inspeksi dan pengujian benda tuang
- M4.11 A : Membuat pola resin

B. KEDUDUKAN MODUL

Modul ini merupakan satu dari 18 buah modul yang diperlukan untuk membentuk kompetensi keahlian teknik pengecoran. Untuk menyelesaikan modul berkode M4.11 A ini, siswa harus telah menyelesaikan modul berkode M7.5 A, berjudul: **Bekerja dengan mesin umum**, modul berkode M18.1 A, berjudul: **Operasi mesin kerja kayu secara umum** modul berkode M13.3 A, berjudul: **Bekerja secara aman dengan bahan kimia dan industri**, dan modul berkode M9.2 A, berjudul: **Membaca gambar teknik**.

GLOSSARIUM

Degradasi : Penurunan mutu/kualitas

Parting Line : Permukaan pisah

Absorpsi : Penyerapan

Termal : Sifat panas

BAB I PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI

Membuat Pola Resin adalah modul praktikum yang menjelaskan cara membuat pola dari resin untuk pengecoran logam.

Modul ini terdiri dari 5 kegiatan belajar yang saling terkait, yakni: (1) Pemilihan bahan resin, (2) Membuat campuran resin, (3) Membuat pola resin, (4) Pemeriksaan dan perbaikan pola resin, (5) Pemesinan dan finishing pola resin.

Setelah menyelesaikan modul ini, peserta diklat diharapkan mampu membuat dan menginspeksi pola dari resin, sehingga mampu mengaplikasikan pada pengecoran logam dengan pola resin.

B. PRASYARAT

Peserta diklat harus telah mampu membaca gambar teknik, bekerja dengan mesin umum, menggunakan perkakas genggam, serta mampu bekerja secara aman dengan bahan kimia dan industri.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Petunjuk bagi peserta diklat:

- a. Kegiatan pembelajaran harus dilaksanakan secara berurutan dari kegiatan belajar 1, 2, 3, 4, sampai 5. Tes formatif dan tugas pada setiap kegiatan belajar harus dikerjakan oleh peserta diklat. melaksanakan tugas yang diberikan pada lembar kerja. Di akhir modul peserta diklat diharuskan menyelesaikan evaluasi untuk mengetahui apakah peserta diklat telah menguasai seluruh isi modul atau belum. Jika peserta diklat dapat menyelesaikan seluruh soal pada sub bab F. Cek Kemampuan, maka peserta diklat dinyatakan telah menyelesaikan modul ini.

- b. Perlengkapan yang harus disiapkan pada pemelajara modul ini adalah: mistar susut, jangka ukur, pengukur permukaan, dan alat pengukur umum lainnya, kotak inti, resin pengeras, zat pemlastis.
- c. Hasil akhir setelah menyelesaikan seluruh kegiatan belajar dalam modul ini adalah sebuah pola yang terbuat dari resin.
- d. Prosedur sertifikasi
 - ✍ Ijazah
Mengacu pada Undang-Undang Sisdiknas, SMK yang telah diakreditasi diberi wewenang menyelenggarakan ujian dan memberikan ijazah yang diterbitkan oleh Departemen Pendidikan Nasional kepada peserta didik yang dinyatakan lulus ujian sebagai pengakuan terhadap penyelesaian pada jenjang pendidikan SMK dan atau prestasi belajar peserta didik.
 - ✍ Sertifikat Kompetensi
Sertifikat Kompetensi diberikan kepada peserta didik yang lulus uji kompetensi yang diselenggarakan oleh SMK/lembaga diklat yang terakreditasi sebagai penyelenggara uji kompetensi.
- e. Sertifikat Kompetensi tersebut diterbitkan oleh lembaga sertifikasi, asosiasi profesi, perusahaan/industri, lembaga diklat yang memiliki kredibilitas dalam bidangnya, atau, lembaga diklat yang diberi wewenang oleh lembaga sertifikasi.

2. Peran Guru:

- a. Membantu peserta diklat dalam merencanakan proses belajar
- b. Membimbing peserta diklat melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar

- c. Membantu peserta diklat dalam memahami konsep dan praktik baru dan menjawab pertanyaan peserta diklat mengenai proses belajar peserta diklat
- d. Membantu peserta diklat untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan
- f. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan
- g. Merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya
- h. Melaksanakan penilaian
- i. Menjelaskan kepada peserta diklat tentang sikap pengetahuan dan ketrampilan dari suatu kompetensi, yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pemelajara selanjutnya
- j. Mencatat pencapaian kemajuan peserta diklat

D. TUJUAN AKHIR

Setelah menyelesaikan pemelajara dengan modul ini, peserta diklat diharapkan mampu membuat pola dari resin dengan berbagai macam bentuk tanpa cacat.

E. KOMPETENSI

SUB-KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Membuat cetakan, pola, perkakas bantu dll.	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Bahan resin yang baik dipilih sesuai dengan spesifikasi. 	Dilaksanakan secara mandiri/kelompok meliputi: <ul style="list-style-type: none"> ☒ Bahan resin yang baik dipilih sesuai dengan spesifikasi 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Memilih bahan resin yang baik sesuai dengan spesifikasi dan prosedur operasi 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Memahami bahan resin yang baik dan dipilih sesuai dengan spesifikasi. 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Memilih bahan resin yang baik sesuai dengan spesifikasi.
	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Resin dan pengeras dicampur dalam perbandingan dan spesifikasi yang benar dengan menggunakan prosedur kerja dan keamanan yang standar. 	Dilaksanakan secara mandiri/kelompok meliputi: <ul style="list-style-type: none"> ☒ Resin dan pengeras dicampur dalam perbandingan dan spesifikasi yang benar dengan menggunakan prosedur kerja dan keamanan yang standar 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Mencampur resin dan pengeras sesuai prosedur kerja dan keamanan standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Memahami teknik pencampuran resin dan pengeras dalam perbandingan dan spesifikasi yang benar dengan menggunakan prosedur kerja dan keamanan yang standar. 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Mencampur resin dan pengeras dalam perbandingan dan spesifikasi yang benar dengan menggunakan prosedur kerja dan keamanan standar.
	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Resin digunakan sesuai spesifikasi dan menggunakan metoda penentuan awal, menjamin tidak adanya udara yang terjebak dalam aplikasinya, panas sisa tidak timbul dan delaminasi tidak terjadi pada penggunaan akhir. 	Dilaksanakan secara mandiri/kelompok meliputi: <ul style="list-style-type: none"> ☒ Resin digunakan sesuai spesifikasi dan menggunakan metoda penentuan awal, menjamin tidak adanya udara yang terjebak dalam aplikasinya, panas sisa tidak timbul dan delaminasi tidak terjadi pada penggunaan akhir. 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Menggunakan resin sesuai spesifikasi sesuai standar 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Memahami penggunaan Resin sesuai spesifikasi dan metoda dan penentuan awal, menjamin tidak adanya udara yang terjebak dalam aplikasinya, panas sisa tidak timbul dan delaminasi tidak terjadi pada penggunaan akhir. 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Menggunakan resin sesuai spesifikasi

SUB-KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Pola/kotak inti dibuka, diperiksa, dibersihkan dan bila diperbaiki seperlunya. 	<p>Dilaksanakan secara mandiri/ kelompok meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☒ Pola/kotak inti dibuka, diperiksa, dibersihkan dan bila diperbaiki seperlunya 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Melaksanakan pembukaan, pemeriksaan, pembersihan, perbaikan pola/kotak inti 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Memahami teknik membuka dan memeriksa, membersihkan, memperbaiki pola/kotak inti sesuai prosedur. 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Membuka, memeriksa, membersihkan, memperbaiki pola/kotak inti
	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Permukaan pola resin diproses pemesanan dan dikerjakan akhir sesuai spesifikasi. 	<p>Dilaksanakan secara mandiri/ kelompok meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☒ Permukaan pola resin diproses pemesanan dan dikerjakan akhir sesuai spesifikasi. 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Melaksanakan pengerjaan Permukaan pola resin sesuai prosedur operasi 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Memahami cara pemrosesan permukaan pola resin dalam pemesanan dan pengerjaan akhir sesuai spesifikasi. 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Memproses dan mengerjakan Permukaan pola resin

F. CEK KEMAMPUAN

Sub-Kompetensi	Pernyataan	Saya dapat melakukan pekerjaan ini dengan kompeten		Bila jawaban "Ya" Kerjakan:
		Ya	Tidak	
Membuat cetakan, pola, perkakas bantu dll.	Memilihan bahan resin			Tes formatif 1
	Membuat campuran resin			Tes formatif 2
	Membuat pola resin			Tes formatif 3
	Pemeriksaan dan perbaikan pola resin			Tes formatif 4
	Pemesinan dan finishing pola resin			Tes formatif 5

Apabila anda menjawab **TIDAK** pada salah satu pernyataan di atas, maka pelajarilah modul ini.

BAB II PEMELAJARAN

A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru
Memahami macam-macam bahan resin					
Membuat campuran resin					
Membuat cetakan untuk membuat pola resin					
Membuat pola resin					
Pemeriksaan dan finisihing pola resin					

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1

Pemilihan Bahan Resin

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 1

Siswa dapat memahami macam-macam bahan resin yang dapat digunakan untuk membuat pola resin

b. Uraian Materi 1

Resin merupakan bahan polimer yang dapat digunakan untuk memproduksi barang-barang keperluan sehari-hari, mudah dicetak dan murah.

Dari berbagai macam resin sintesis hanya resin epoksi yang termasuk bahan resin termoset banyak dipakai untuk membuat pola resin, karena penyusutan yang kecil pada waktu mengeras dan tahan aus. Penambahan zat pengencer, pemlastis atau zat penggemuk akan memperbaiki sifat-sifat resin epoksi. Sebagai contoh: Kekerasan meningkat dengan mencampurkan bubuk besi atau aluminium. Ketahanan bentur meningkat dengan menumpuknya serat gelas dalam bentuk lapisan.

Resin polistirena dipakai sebagai bahan untuk pola sekali pakai pada pembuatan cetakan yang lengkap. Pola dibuat dengan menambahkan zat pembuat busa pada polistirena untuk membuat berbutir, mudah dikerjakan, tetapi tak dapat menahan penggunaan yang berulang-ulang.

Bahan tambahan digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemrosesan atau untuk mengubah kualitas dan sifat pola. Dalam melakukan pekerjaan ini perlu berhati-hati, selain memperhatikan unjuk kerjanya juga perlu memperhatikan segi keselamatan.

1) Bahan Pemlastis.

Zat pemlastis memperbaiki kesesuaian dengan resin. Bila terdistribusi baik diantara rantai molekul polimer maka jarak dari molekul rantai diperbaiki dan resin lebih lunak. Meski kadarnya kecil, selain pemrosesan, akan mengubah fluiditasnya. Zat pemlastis yang sering digunakan adalah DOP, DBP, dan DOA. DOP menunjukkan pengaruh pemlastisan cukup baik. Sifat-sifat yang diperlukan untuk menentukan kegunaan dari zat pemlastis adalah:

- a) Mempunyai daya campur lebih baik dan perembesan yang kurang, merupakan jenis nonmigrasi.
- b) Agar kurang menguap, berarti tekanan uapnya rendah.
- c) Agar mempunyai karakteristik termal yang menguntungkan, dan agar tidak mudah terurai oleh panas, tidak terlalu rapuh meski pada suhu rendah, dan tidak mudah terbakar.
- d) Agar mempunyai sifat isolasi listrik yang baik dan unggul dalam sifat dielektrik berfrekuensi tinggi.
- e) Tak dapat terlarut oleh air, asam, alkali, atau pelarut organik.
- f) Stabil terhadap sinar UV.
- g) Agar tak berwarna, tak berbau dan tak beracun, ini berarti suatu keharusan untuk kesehatan dan keselamatan.

Namun agak sulit untuk memenuhi semua kondisi di atas. Ada zat pemlastis primer dan sekunder, yang pertama cocok dengan resin, sedangkan yang teroksidasi tidak, tetapi masih digunakan bersama-sama dengan yang pertama untuk memperbaiki sifat lain.

2) Bahan penyetabil.

a) Penyetabil panas.

Pada tabel 1, ditunjukkan beberapa contoh stabilisator panas.

Tabel 1. Penyetabil panas.

Penyetabil	Kestabilan Panas	Sifat Racun	Keterangan
Timbal stearat	Lebih baik	Racun	Biasa dipakai
Timbal stearat dibasa	Lebih baik	Racun	
Timbal stearat tribasa (Tribasa)	Lebih baik	Racun	
Timbal karbonat	Lebih baik	Racun	
Timbah dilaurat dibutil	Lebih baik		Sering dipakai
Timah laurat tribensil	Terbaik		
Kadmium stearat	Lebih baik	Racun	
Kadmium laurat	Lebih baik	Racun	
Seng stearat	Baik	Tidak	
Seng oktoat	Baik	Tidak	
Barium stearat	Baik	Tidak	
Barium laurat	Baik	Tidak	
Barium rikinolat	Baik	Tidak	
Strontium stearat	Baik	Tidak	

b) Penyerap ultra lembayung (UV)

Sinar UV yang mempunyai energi besar, memisah ikatan yang menyebabkan degradasi langsung pada bahan polimer.

Adanya oksigen mempercepat degradasi secara oksidasi. Penyerap UV, menyerap energi UV dan menggunakan energi yang sama untuk perubahan dalam dari molekul penyerap agar tak diteruskan ke bahan polimernya. Tabel 2, memperlihatkan beberapa contoh bahan penyerap UV.

Tabel 2. Penyerap UV.

Bahan	Contoh	Nama perdangan	PVC	Polistiren	Polieterin	Polipropilen	Poliester	Karakteristik
Asam ester salisilat	Fenil salisilat	SALOL	?	?				
Benzotriazol	2(2' hidroksi-t-metil fenil) benzotriazol	TINUVIN P	?	?			?	Koefisien absorpsi tinggi sangat efektif
Hidroksibenzo fenon	2-hidroksibenzofenon	CYASORE UV-9	?	?	?		?	
	2-hidroksi-4-metoksibenzofenon		?					Banyak dipakai untuk PVC
	2-hidroksi-4-oktosibenzofenon		?		?	?		Dipakai untuk polipropilen dengan Ni kompleks(CYASORB UV 1084), dapat diabsorp secara luas
Keterangan			310, 322 & 364 utk ko-polimer PVC	318	318	310	325	Pada umumnya bahan dengan absorpsi luas sampai mendekati UV, lebih baik. Mudah terurai, tidak cocok walaupun dapat megabsorpsi
			Panjang gelombang mak. (mu)					

c) Pelambat api

Untuk membuat bahan polimer agar tak terbakar, beberapa zat yang hampir-hampir tak terbakar, ditambahkan. Harus diperhatikan sifat racun bahan-bahan tersebut. Tabel 3, memperlihatkan beberapa contoh.

Tabel 3. Penahan nyala.

Bahan	Contoh	PVC	Polistiren	Polieterin	Selulosa nitrat	Resin fenol	Poliester	Resin epoksi	Poliuretan	Keterangan
Ester fosfor	Trekresil fosfat (TCP)	?		?	?		?		?	
	Tris(β-kloroetil)fosfat	?		?	?	?	?	?	?	Pemlastis kedua dari PVC efektif pd setengah dari TCP. Sering dipakai dan efektif bagi selulosa nitrat
	Tris(dikloropropil)fosfat	?		?		?	?	?	?	Sering dipakai
	Tris(dibromopropil)fosfat		?	?			?			Brom beberapa kali lebih efektif dari pada klor

	Bromofosfonat	?	?			?			?	Mahal tapi sangat efektif dengan menambah 5-10% pada uretan
Hidrokarbon halogen	Parafin diklorinasi					?			?	
	Etilene tetrabromid		?							Sangat efektif dengan menambah 3-4% pada polistiren
Anorganik	Oksida antimoni	?	?	?				?	?	Penggunaan kombinasi dengan halida sangat efektif memberikan oksiklorida antimoni
	Berat seng	?	?	?				?	?	Tidak efektif dipakai sendiri. Dipakai sebagian pengganti oksida antimoni
Senyawa reaktif	Poliol difosforkan								?	Reaktif seperti sebagian dari bahan poliuretan
	Poliol dibromkan								?	Reaktif seperti sebagian dari bahan poliuretan
	Tetrakloroftalik anhidra							?	?	Bahan baku poliester, dipakai sebagai bahan untuk mengukur resin epoksi
	Tetrabromoftalik anhidrida							?	?	Bahan baku poliester, dipakai sebagai bahan untuk mengukur resin epoksi

3) Pengisi

Pengisi adalah bahan yang digunakan untuk ditambahkan pada bahan polimer untuk meningkatkan sifat-sifat dan kemampuan pemrosesan atau untuk mengurangi biaya pembuatan. Pada tabel 4, tampak beberapa contoh.

- a) Penguat: Sebagai penguat dipakai karet, karbon hitam maupun serat gelas dan berbagai polimer termal.
- b) Perbaikan suhu deformasi termal: Suhu deformasi termal dapat dinaikkan dengan menggunakan gelas, talk atau mika.
- c) Pelindung: Ketahanan permeabilitas gas, sifat isolasi listrik, dan sebagainya diperbaiki.
- d) Hantaran listrik: Hantaran listrik diberikan pada bahan polimer dengan menggunakan bubuk perak, tembaga dan logam lain atau karbon hitam.
- e) Pelumasan: Dengan menambahkan molibden disulfida, grafit, dan sebagainya sifat pelumasan ditingkatkan.
- f) Absorpsi: Lempung mengabsorpsi komponen elektronik untuk meningkatkan sifat isolasi listrik.
- g) Ketahanan cuaca: Membuat perisai efektif terhadap cahaya.

- h) Penyesuaian koefisien pemuaian termal: Polimer termoplastik mempunyai koefisien pemuaian termal yang lebih tinggi, yang dapat dikurangi dengan penambahan zat anorganik.
- i) Perbaikan sifat pencetakan dan pelekatan: Pelekatan yang lebih baik didapat dengan cara penambahan beberapa pengisi anorganik.
- j) Pembesaran: Harga dapat dikurangi dengan menggunakan beberapa pengisi yang murah.

c. Rangkuman 1

- ? Resin epoksi banyak dipakai untuk membuat pola resin, karena penyusutan yang kecil pada waktu mengeras dan tahan aus.
- ? Penambahan zat pengencer, pemlastis atau zat penggemuk akan memperbaiki sifat-sifat resin epoksi.
- ? Zat pemlastis yang sering digunakan adalah DOP, DBP, dan DOA.
- ? Resin polistirena dipakai sebagai bahan untuk pola sekali pakai pada pembuatan cetakan yang lengkap.
- ? Bahan Tambah pada resin: Zat pemalastis, zat penyetabil panas, zat penyerap UV, dan bahan pengisi.

Tabel 4. Bahan pengisi

Bahan	Resin										Karakteristik
	(1) PVC	(2) Poliamid	(3) Polikarbonat	(4) Fenol	(5) Melamin urea	(6) Furan	(7) Poliester	(8) Dialil phtalat	(9) Resin epoksi	(10) Silikon	
Silika	?						?	?	?	?	Untuk mencegah jatuhnya dan aliran, Dipakai pada (1), (7) dan (8) (9) memperbaiki sifat kimia, ketahanan panas dan isolasi listrik (10) Penguatan
Mika				?			?	?	?		Memperbaiki isolasi listrik, (4) sering digabung dengan asbes sebagai penguat (7), (8) memperbaiki tahanan panas.
Talk							?		?		(7) Diperoleh bahan kental putih tidak lengket ditangan. Abrasi lebih mudah, mencegah jatuhnya secara efektif. (9) Dapat diperbesar.
Tanah diatom						?					(6) Memperbaiki ketahanan zat kimia
Tanah liat	?						?	?	?		(7) Dipakai untuk kabel listrik. (7), (8) memperbaiki ketahanan kimia dan mencegah aliran. (9) Dapat diperbesar.
Grafit		?							?		(2) Memperbaiki ketahanan aus.
Carbon hitam	?	?				?					Pewarna, lebih efektif bagi sifat tahan cuaca. (1) Memberikan hantaran listrik. Perak dapat pula ditambahkan untuk memberikan hantaran listrik lebih baik. (10) Memperkuat dan memberi hantaran listrik. Sukar dicampur kecuali vinil, silikon.
Calsium karbonat	?						?	?	?	?	Untuk memperbesar, pewarna. (1) Banyak dipakai. (7), (8) Kurang meningkatkan viskositas, penambahan masif mungkin. Memperbaiki tahananpanas dan tahan abrasi. (10) Memperbaiki ketahanan panas.
Titanium dioksid	?									?	(1) Untuk memperbesar, dan sebagai pewarna.
Alumina									?		Memberikan hantaran listrik lebih baik.
Bubuk Aluminium							?	?	?		Memberikan hantaran listrik lebih baik. (7) Tahan panas, (9) Memperbaiki sifat mekanis.
Bubuk besi									?		(9) Memperbaiki kekuatan mekanik, hantaran panas. Dipakai untuk perkakas.
Bairum sulfat							?				(7),(8) Kurang viskus penambahan masif dimungkinkan. Memperbaiki ketahanan panas, abrasi dan kimia

d. Tugas 1

Pilihlah salah satu macam resin berikut pengeras, bahan pemlastis dan pengisi untuk membuat pola resin

e. Tes Formatif 1

- 1) Sebutkan jenis zat pemlastis yang sering dipakai!
- 2) Jelaskan bagaimanakah sinar ultra lembayung UV dapat menurunkan kualitas resin!
- 3) Sebutkan sifat-sifat yang diperlukan untuk menentukan kegunaan dari zat pemlastis!

f. Kunci Jawaban Tes Formatif 1

Lihat pada BAB III

g. Lembar Kerja 1

Alat dan Bahan:

- 1) Lembar kerja dan alat tulis

✍ **Langkah Kerja:**

- 1) Siapkan lembar kerja dan alat tulis!
- 2) Buatlah ikhtisar tentang macam-macam bahan resin berikut, bahan pengeras, pemlastis dan pengisinya pada lembar kerja!

✍ **Waktu Pemelajaran:** 16 jam pelajaran

- 1) 4 jam pelajaran untuk menjelaskan materi.
- 2) 2 jam pelajaran selanjutnya siswa mengerjakan tes formatif 1, diikuti dengan pembahasan jawaban tes formatif 1.
- 3) 10 jam pelajaran berikutnya, dibagi atas 2 jam pelajaran untuk tiap-tiap lembar kerja.

Lembar Kerja 1A: Macam-macam resin

No	Macam-macam resin	Ikhtisar
1		
2		
3		
4		
5		
6		

.....,-.....-20....

Guru/Instruktur,

.....

Lembar Kerja 1B: Macam-macam pengeras

No	Macam-macam pengeras	Ikhtisar
1		
2		
3		
4		
5		
6		

.....,-.....-20....

Guru/Instruktur,

.....

Lembar Kerja 1C: Macam-macam pemlastis

No	Macam-macam pemlastis	Ikhtisar
1		
2		
3		
4		
5		
6		

.....,-.....-20....

Guru/Instruktur,

.....

Lembar Kerja 1D: Macam-macam pengisi

No	Macam-macam pengisi	Ikhtisar
1		
2		
3		
4		
5		
6		

.....,-.....-20....

Guru/Instruktur,

.....

Lembar Kerja 1E: Pemilihan resin, pengeras, pemlastis dan pengisi untuk membuat pola resin

1. Bahan resin yang dipilih untuk membuat pola resin:

.....

2. Alasan pemilihan resin:

.....

.....

.....

.....

.....

3. Bahan pengeras yang dipilih untuk membuat pola resin:

.....

4. Alasan pemilihan bahan pengeras:

.....

.....

.....

.....

.....

5. Bahan pemlastis yang dipilih untuk membuat pola resin:

.....

6. Alasan pemilihan bahan pemlastis:

.....

.....

.....

.....

.....

7. Bahan pengisi yang dipilih untuk membuat pola resin:

.....

8. Alasan pemilihan bahan pengisi:

.....
.....
.....
.....
.....

.....,-.....-20....

Guru/Instruktur,

.....

2. Kegiatan Belajar 2

Membuat campuran resin

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 2

Siswa dapat mencampur resin dengan perbandingan, prosedur kerja dan keamanan yang benar.

b. Uraian Materi 2

Resin epoksi merupakan jenis resin yang banyak digunakan secara luas dalam pencetakan cor atau benda-benda cetakan, industri teknik kimia, listrik mekanik, perekat, cat pelapis, dsb. Resin ini termasuk jenis resin termoset yang dihasilkan dari polimerisasi adisi pada pemanasan dengan adanya katalis amino. Dalam setiap resin yang dipanas-awetkan, memiliki ikatan dengan struktur jaringan, sukar larut dalam pelarut dan tak dapat dilelehkan oleh panas.

Polimer resin epoksi dibuat dengan cara mencampurkan resin dengan pengeras. Zat pemlastis dapat ditambahkan agar hasil padatan yang diperoleh tidak getas, sehingga jika dipakai berulang kali pada proses pengecoran tidak cepat rusak.

Perbandingan resin dengan pengeras tidak boleh terlalu besar, agar larutan tidak terlalu cepat mengeras. Metode pencampurannya dengan mangaduk-aduk resin, pengeras dan pemlastis. Usahakan pengadukan jangan sampai menyebabkan gelembung-gelembung udara terjebak karena akan mempengaruhi kekuatan hasilnya.

Resin epoksi bereaksi dengan pengeras dan menjadi unggul dalam kekuatan mekanik dan ketahanan kimia. Sifatnya bervariasi bergantung pada jenis, kondisi dan pencampuran pengerasnya. Banyaknya campuran dihitung dari ekuivalen epoksi (banyaknya resin yang mengandung 1 mol gugus epoksi dalam gram). Tabel 5 menunjukkan beberapa contoh dan kondisi pada resin epoksi.

Tabel 5. Sifat-sifat bahan pengeras dan resin epoksi kaku

Pengeras	Beban per jam*	Umur (jam)	Pengeras		Penggunaan				Sifat-sifat resin kaku		Keterangan
			Suhu (°C)	Waktu (jam)	Penem-pelan	Pela-pisan	Penge-coran	Penge-catan	Suhu deformasi panas (°C)	Karakteristik	
Dietilen triamin	8	0,3	ord.-115	100-0,5	?	?	?	?	120	Sedikit kurang dalam sifat listriknya. Agak getas.	Sangat reaktif & higroskopik. Sukar diproses, bersifat beracun.
Trietilen triamin	9	0,5	ord.-100	100-0,5	?	?	?	?	120	Sama dengan di atas.	Sama dengan di atas. Kurang bersifat beracun
Dietilamino-propilamin	4-8	1-4	65-115	4-1	?	?	?		85	Sifat listriknya baik pada suhu kamar. Ketahanan dingin yang baik.	Agak lemah dalam reaksi, mudah diolah
<i>m</i> -Fenilen diamin	14-16	1-3	130-150	3-1	?	?	?		150	Tahanan panas yang baik. Sifat listrik dan mekanik baik pada suhu tunggu	Cenderung menjadi hitam setelah dikeraskan
Diaminodifenil-sulfon	30-35	1-3	110-200	4-2	?	?	?		175	Sama dengan di atas	Dikur agak lambat
Disiandiamid	4-8	700	160	0,5		?			?	Sifat listrik baik. Sifat mekanik cukup pada 100°C atau lebih	Hanya dipakai untuk pelapisan kering (Pengeras laten)
BF ₃ -Monoetilamin	2-5	>700	110-200	3-1	?	?	?		170	Sifat panas dan ketahanan zat kimia yang baik	Pengeras laten
Poliamid	60-120	2-4	60-150	3-0,5	?	?	?	?	?	Cukup baik sifat listriknya.	Sifat mekanik dapat berubah setelah pengerasan oleh perbandingan campuran poliamid
Anhidria ftalat	35-50	6	150	8		?	?		140	Baik sifat listriknya	Murah, terjadi sublimasi

Zat pengawet yang dipakai pada resin epoksi adalah jenis poliamin alifatik, misalnya dietilentriamin, trietilentetramin, dsb. Zat-zat tersebut dipakai sebagai zat pengawet dingin, tetapi zat-zat tersebut beracun. Dalam banyak hal senyawa lain seperti akrilonitril, etilen oksida, dsb ditambahkan, dan digunakan sebagai senyawa tambahan yang mempunyai gugus amin pada ujungnya.

Zat pengeras yang dicampurkan pada resin epoksi juga bisa beberapa jenis, misalnya: anhidrida ftalat, anhidrida tetra dan hekshidroflat dan sebagainya.

c. Rangkuman 3

- 1). Perbandingan resin dengan pengeras tidak boleh terlalu besar, agar larutan tidak terlalu cepat mengeras
- 2). Harus diusahakan pengadukan jangan sampai menyebabkan gelembung-gelembung udara.
- 3). Zat pengawet yang dipakai pada resin epoksi adalah jenis poliamin alifatik, misalnya dietilentriamin, trietilentetramin, dsb.
- 4). Zat pengeras pada resin epoksi misalnya: anhidrida ftalat, anhidrida tetra dan hekshidroflat dan sebagainya.

d. Tugas 3

Buatlah campuran resin, pengeras, dan pемlastis. Tuangkan pada cetakan sederhana. Amati kekentalan campuran dan hasilnya yang telah mengeras.

e. Tes Formatif 3

- 1) Apakah zat pengawet pada resin epoksi?
- 2) Sebutkan beberapa jenis zat pengeras pada resin epoksi!
- 3) Berapakah banyaknya campuran pengeras pada resin epoksi?

f. Kunci Jawaban Tes Formatif 3

Lihat pada BAB III

g. Lembar Kerja 3

✍ **Alat dan Bahan:**

- 1) Resin, pengeras, pemlastis dan pengisi yang telah dipilih pada kegiatan belajar 1.
- 2) Wadah untuk mencampur resin.
- 3) Alat-alat bantu lainnya untuk mencampur resin.
- 4) Lembar kerja dan alat tulis

✍ **Kesehatan dan Keselamatan Kerja:**

- 1) Gunakan pakaian praktik!
- 2) Ikuti prosedur percobaan dengan benar!
- 3) Hindarkan penggunaan alat diluar fungsinya!
- 4) Tempatkan semua peralatan pada kondisi yang aman!

✍ **Langkah Kerja:**

- 1) Siapkan wadah pencampur, resin, pengeras, pemlastis, dan pengisi.
- 2) Tuangkan resin pada wadah, kemudian tuangkan pemlastis, dan pengisi dalam jumlah yang cukup. Aduk hati-hati.
- 3) Tuangkan pengeras dengan takaran yang sesuai. Aduk hati-hati.
- 4) Tuangkan campuran resin, pemlastis, pengisi dan pengeras pada cetakan untuk membuat pola. Diamkan hingga pola mengeras.

✍ **Waktu Pemelajaran:** 10 jam pelajaran

- 1) 4 jam pelajaran untuk menjelaskan materi.
- 2) 2 jam pelajaran selanjutnya siswa mengerjakan tes formatif 2, diikuti dengan pembahasan jawaban tes formatif 2.

3) 4 jam pelajaran berikutnya, digunakan untuk membuat campuran resin.

Lembar Kerja 2: Pencampuran resin, pengeras, pemlastis dan pengisi untuk membuat pola resin

1. Gambaran proses:

2. Urutan langkah-langkah pencampuran bahan resin:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Kesulitan-kesulitan yang ditemui:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Cara mengatasi kesulitan-kesulitan yang ditemui:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Pembahasan:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Kesimpulan:

.....
.....
.....
.....
.....

.....,-.....-20.....

Guru/Instruktur,

.....

3. Kegiatan Belajar 3

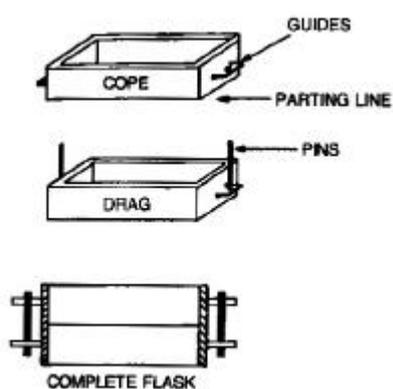
Membuat pola resin

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 3

Siswa dapat membuat cetakan untuk membuat pola resin dengan bentuk dan ukuran sesuai spesifikasi

b. Uraian Materi 3

Hal pertama yang harus dilakukan pada pembuatan pola adalah mengubah gambar rencana menjadi gambar untuk pengecoran. Dalam hal ini dipertimbangkan bagaimana membuat coran yang baik, bagaimana menurunkan biaya pembuatan cetakan, bagaimana membuat pola yang mudah, bagaimana menstabilkan inti-inti, dan bagaimana cara mempermudah pembongkaran cetakan, kemudian menetapkan arah kup dan drag, posisi permukaan pisah, bagian yang dibuat dengan cetakan utama dan bagian yang dibuat dengan inti. Selanjutnya menetapkan tambahan penyusutan, tambahan untuk penyelesaian dengan mesin, kemiringan pola dan seterusnya; dan dibuat gambar untuk pengecoran yang kemudian diserahkan kepada pembuat pola.



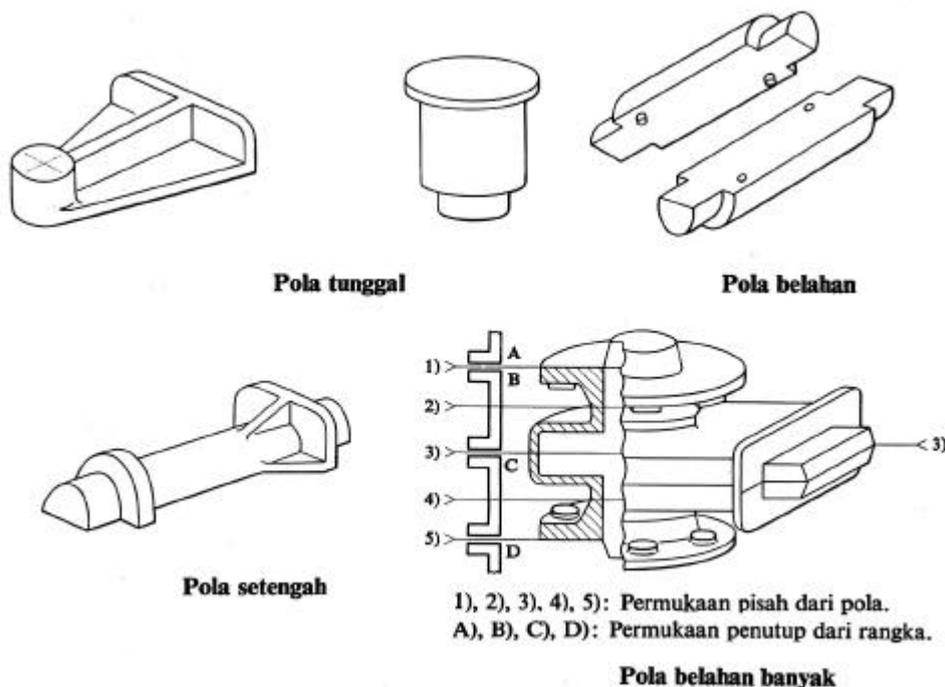
Gambar 1. Kup, drag, dan permukaan pisah.

Penentuan kup (cope), drag, dan permukaan pisah (*parting line*) adalah hal yang penting untuk mendapatkan hasil tuangan yang baik.

Dalam pembuatan pola umumnya harus memenuhi ketentuan-ketentuan: (a) Pola harus mudah dikeluarkan dari cetakan, permukaan pisah diusahakan satu bidang saja; (b) Penempatan inti harus mudah dan harus ditentukan secara teliti; (c) Sistem saluran harus dibuat sempurna untuk mendapat aliran logam cair yang optimum; (d) Terlalu banyak permukaan pisah akan menyebabkan waktu pembuatan cetakan lebih lama akibatnya pembuatan pola menjadi mahal.

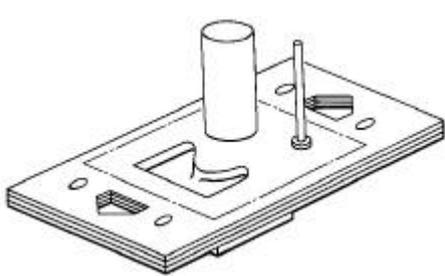
1) Macam-macam pola

- ✍ Pola pejal adalah pola yang bentuknya hampir serupa dengan bentuk coran, macamnya antara lain: pola tunggal, pola belahan, pola setengah, pola belahan banyak, pola penarikan terpisah dan pola penarikan sebagian.



Gambar 2. Macam-macam pola.

- ✍ Pola plat pasangan merupakan plat yang pada kedua sisinya ditempelkan pola dan sistem salurannya. Pola ini cocok untuk produksi masa coran berukuran kecil.



Gambar 3. Pola pelat pasangan

2) Pembuatan cetakan untuk membuat pola resin

Pola resin dibuat dengan cara menuangkan campuran resin, pengeras, pemlastis, dan pengisi ke dalam cetakan. Kemudian setelah resin mengeras, diangkat dari cetakan sehingga diperoleh pola yang terbuat dari bahan resin.

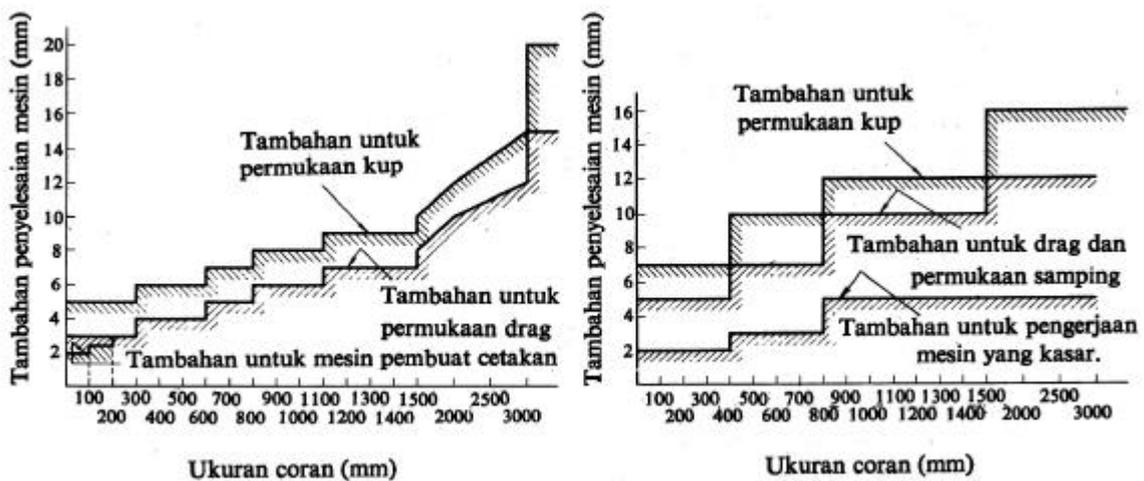
Cetakan ini dapat terbuat dari kayu, logam atau bahan lainnya. Cetakan harus dibuat berdasarkan gambar rencana pengecoran, yaitu telah mempertimbangkan tambahan ukuran untuk mengantisipasi penyusutan logam cair, tambahan ukuran untuk penyelesaian mesin, dan tambahan ukuran untuk kemiringan pola agar pola mudah diambil dari cetakan pasir. Disamping itu juga harus mempertimbangkan permukaan pisah, telapak inti untuk menempatkan inti, dan kemungkinan pola dengan bentuk terpisah atau pola plat pasangan.

Karena benda tuangan menyusut sewaktu membeku dan mendingin, maka pembuat pola perlu mempergunakan mistar susut yang telah diperpanjang sebelumnya sebanyak tambahan penyusutan pada ukuran pola. Besarnya penyusutan seringkali tidak isotropis sesuai dengan: bahan logam, bentuk, tempat, tebal benda atau ukuran dan kekuatan inti. Oleh karena itu persyaratan

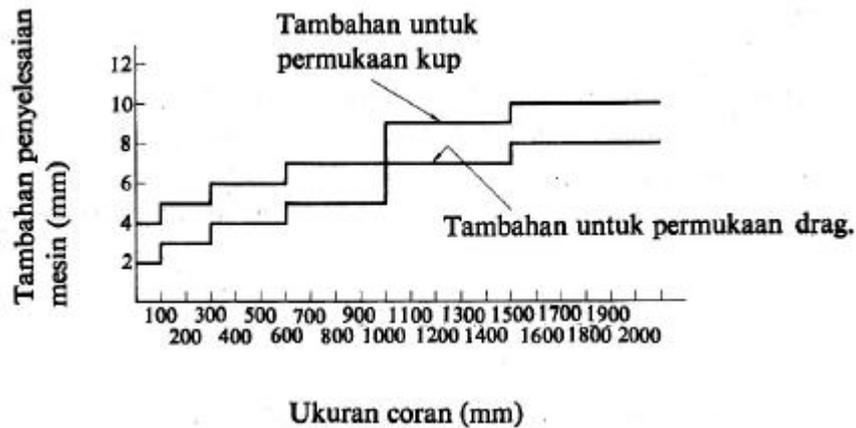
harus dituliskan pada gambar untuk pengecoran. Tabel 6, memberikan harga-harga angka yang khas untuk tambahan penyusutan.

Tabel 6. Tambahan penyusutan

Tambahan Penyusutan	Bahan tuangan
8/1000	Besi cor, Baja cor tipis
9/1000	Besi cor, Baja cor yang banyak menyusut
10/1000	Sama dengan di atas dan Aluminium
12/1000	Paduan Aluminium, Brons, Baja cor (tebal 5 – 7 mm)
14/1000	Kuningan kekuatan tinggi, Baja cor
16/1000	Baja cor (tebal lebih dari 10 mm)
20/1000	Coran baja yang besar
25/1000	Coran baja yang besar dan tebal



Gambar 4. Tambahan penyelesaian mesin: (a) Tuangan dari besi cor; (b) Tuangan dari baja cor



Gambar 5. Tambahan penyelesaian mesin untuk tuangan paduan bukan dari besi

Permukaan-permukaan tegak dari pola dimiringkan mulai dari permukaan pisah, untuk memudahkan pengangkatan pola dari cetakan; meskipun dalam hal mempergunakan pola logam, pola ditarik dengan pengarah dari pena-pena, bagan membutuhkan kemiringan 1/200, demikian juga pola kayu membutuhkan kemiringan 1/30 sampai 1/100.

3) Penuangan resin

Sebelum campuran dituang, cetakan terlebih dahulu dilapisi bahan pelapis agar resin yang telah mengeras mudah dilepaskan dari cetakan. Lilin wax dapat digunakan sebagai bahan pelapis cetakan ini, disamping bahan-bahan pelapis lainnya.

c. Rangkuman 3

- 1). Pada pembuatan pola dimulai dari mengubah gambar rencana menjadi gambar untuk pengecoran. Kemudian menetapkan arah kup dan drag, posisi permukaan pisah. Selanjutnya menetapkan tambahan penyusutan, tambahan untuk penyelesaian dengan mesin, kemiringan pola dan seterusnya; dan dibuat gambar untuk pengecoran.

- 2). Pembuatan pola resin membutuhkan pembuatan cetakan.
- 3). Sebelum penuangan resin, cetakan dilapisi dengan pelapis.

d. Tugas 3

- 1) Buatlah cetakan untuk membuat pola resin yang akan dibuat.
- 2) Buatlah pola resin.

e. Tes Formatif 3

1. Apakah yang harus dilakukan pada pembuatan pola?
2. Mengapakah pola harus dibuat memiliki kemiringan? Berapakah besar kemiringan pada pola?
3. Mengapakah pola harus diberi tambahan penyusutan ?

f. Kunci Jawaban Tes Formatif 3

Lihat pada BAB III

g. Lembar Kerja 3

✍ Alat dan Bahan:

- 1) Gambar rencana pengecoran
- 2) Bahan pembuat cetakan (kayu atau yang lainnya)
- 3) Perkakas untuk membuat cetakan (jika bahan cetakan dari kayu, maka dibutuhkan perkakas tangan dan mesin-mesin genggam)
- 4) Resin, pengeras, pemlastis dan pengisi yang telah dipilih pada kegiatan belajar 1.
- 5) Wadah untuk mencampur resin.
- 6) Alat-alat bantu lainnya untuk mencampur resin.
- 7) Lembar kerja dan alat tulis

✍ Kesehatan dan Keselamatan Kerja:

- 1) Gunakan pakaian praktik!

- 2) Gunakan sarung tangan, pelindung mata, dan telinga
- 3) Ikuti prosedur percobaan dengan benar!
- 4) Hindarkan penggunaan alat diluar fungsinya!
- 5) Tempatkan semua peralatan pada kondisi yang aman!

✍ **Langkah Kerja:**

- 1) Pelajari gambar rencana pengecoran dengan cermat.
- 2) Siapkan bahan pembuat cetakan.
- 3) Buatlah cetakan untuk membuat pola resin sesuai gambar rencana pengecoran menggunakan perkakas yang telah disiapkan.
- 4) Beri lapisan lilin/wax pada permukaan cetakan.
- 5) Siapkan wadah pencampur, resin, pengeras, pemlastis, dan pengisi.
- 6) Tuangkan resin pada wadah, kemudian tuangkan pemlastis, dan pengisi dalam jumlah yang cukup. Aduk hati-hati.
- 7) Tuangkan pengeras dengan takaran yang sesuai. Aduk hati-hati.
- 8) Tuangkan campuran resin, pemlastis, pengisi dan pengeras pada cetakan untuk membuat pola. Diamkan hingga pola mengeras.
- 9) Angkat pola resin yang telah mengeras dari cetakan.

✍ **Waktu Pemelajaran:** 12 jam pelajaran

- 1) 4 jam pelajaran untuk menjelaskan materi.
- 2) 2 jam pelajaran selanjutnya siswa mengerjakan tes formatif 1, diikuti dengan pembahasan jawaban tes formatif 1.
- 3) Pelajaran berikutnya 16 jam pelajaran terdiri dari, 12 jam untuk membuat cetakan dan 4 jam pelajaran selanjutnya digunakan untuk membuat pola resin.

Lembar Kerja 3A : Pembuatan cetakan untuk membuat pola resin

1. Gambaran proses:

2. Urutan langkah-langkah pembuatan cetakan:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Kesulitan-kesulitan yang ditemui:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Cara mengatasi kesulitan-kesulitan yang ditemui:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Pembahasan:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Kesimpulan:

.....
.....
.....
.....
.....

.....,-20....

Guru/Instruktur,

.....

Lembar Kerja 3B: Pembuatan pola resin

1. Gambaran proses:

2. Urutan langkah-langkah pembuatan cetakan:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Kesulitan-kesulitan yang ditemui:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Cara mengatasi kesulitan-kesulitan yang ditemui:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Pembahasan:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Kesimpulan:

.....
.....
.....
.....
.....

.....,-20....

Guru/Instruktur,

.....

4. Kegiatan Belajar 4

Pemeriksaan dan perbaikan pola resin

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 4

Siswa dapat memeriksa dan memperbaiki pola resin untuk proses pengecoran dengan metode dan sikap yang benar.

b. Uraian Materi 4

Pola dibuat dengan memperhitungkan berbagai syarat dalam pengecoran, sebab itu pemeriksaan pola boleh dikatakan sukar. Pemeriksaan ini memerlukan penentuan urutan.

Pemeriksaan dengan penglihatan yang dilakukan terhadap pola meliputi pemeriksaan bentuk dan pemeriksaan permukaan. Pemeriksaan bentuk dengan memakai gambar rencana pengecoran, pandangan muka, dan samping dari gambar ditempatkan di samping pola pada arah yang sama, dicek dengan memutar dan membandingkan. Pengecekan dimulai dari garis tengah untuk bagian-bagian utama, kemudian dari kiri ke kanan dan akhirnya dari atas ke bawah.

Pemeriksaan permukaan lebih dititik beratkan pada cacat-cacat pada permukaan pola resin seperti berpori, retak, gompal, udara yang terjebak selama pengerasan pola berlangsung dan sebagainya. Perbaikan pada permukaan pola resin dapat dilakukan dengan menambal bagian-bagian pola yang kurang bagus. Penambalan biasanya menggunakan dempul plastik yang umum dipakai untuk menambal badan mobil dan banyak diperdagangkan, terutama ditoko-toko besi atau cat mobil.

Cara penambalan adalah dengan mengamplas terlebih dahulu bagian pola yang akan ditambal agar menempelnya dempul plastik lebih baik. Kemudian buat campuran dempul plastik dengan hardener

secukupnya, oleskan atau tutupkan pada bagian pola yang hendak ditambal. Biarkan tambalan tersebut mengering. Setelah mengering rapikan dan haluskan tambalan dempul tersebut dengan amplas. Penggunaan media air pada proses pengamplasan tambalan dempul plastik akan memberi hasil yang lebih halus disamping debu akibat pengamplasan tidak berterbangan. Gunakan pelindung mata, hidung dan telinga untuk mencegah masuknya debu akibat pengamplasan ke hidung, mata dan telinga.

c. Rangkuman 4

- 1). Pemeriksaan dengan penglihatan yang dilakukan terhadap pola meliputi pemeriksaan bentuk dan pemeriksaan permukaan.
- 2). Pemeriksaan permukaan lebih dititik beratkan pada cacat-cacat pada permukaan pola resin seperti berpori, retak, gompal, dan sebagainya.
- 3). Penambalan biasanya menggunakan dempul plastik.

d. Tugas 5

Periksalah dan bila perlu perbaiki pola resin yang telah dibuat pada kegiatan belajar 3.

e. Tes Formatif 5

- 1) Meliputi apa sajakah pemeriksaan pola itu?
- 2) Bagaimanakah cara memperbaiki permukaan pola resin yang terdapat cacat berpori, retak, pecah, atau gompal?

f. Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Lihat pada BAB III

g. Lembar Kerja 5

✍ Alat dan Bahan:

- 1) Gambar rencana pengecoran
- 2) Pola resin yang telah dibuat pada kegiatan belajar 3.
- 3) Dempul plastik dan pengerasnya.
- 4) Peralatan untuk membuat campuran dempul plastik dan pengeras.
- 5) Peralatan untuk menambal permukaan pola resin.
- 6) Kertas amplas.

✍ Kesehatan dan Keselamatan Kerja:

- 1) Gunakan pakaian praktik!
- 2) Gunakan sarung tangan, pelindung mata, dan telinga
- 3) Ikuti prosedur percobaan dengan benar!
- 4) Hindarkan penggunaan alat diluar fungsinya!
- 5) Tempatkan semua peralatan pada kondisi yang aman!

✍ Langkah Kerja:

- 1) Pelajari gambar rencana pengecoran dengan cermat.
- 2) Periksa kesesuaian bentuk pola dengan gambar rencana pengecoran.
- 3) Periksa permukaan pola resin dan rencanakan perbaikan yang hendak dilakukan.
- 4) Amplas permukaan pola yang hendak diperbaiki.
- 5) Campur dempul dempul plastik dengan pengeras.
- 6) Lapiskan campuran dempul plastik dan pengeras pad permukaan pola yang akan diperbaiki.
- 7) Setelah dempul plastik mengeras, amplas permukaan pola.

✍ Waktu Pemelajaran: 12 jam pelajaran

- 1) 2 jam pelajaran untuk menjelaskan materi.

- 2) 2 jam pelajaran selanjutnya siswa mengerjakan tes formatif 1, diikuti dengan pembahasan jawaban tes formatif 1.
- 3) 8 jam pelajaran berikutnya digunakan untuk memeriksa pola dan memperbaiki permukaan pola resin yang kurang sempurna.

Lembar Kerja 4: Pemeriksaan dan perbaikan pola resin

1. Gambar sketsa pola resin:

2. Cacat permukaan yang ditemukan:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Analisa cacat permukaan pola resin dan rencana perbaikan:

.....
.....
.....
.....

4. Cara perbaikan pola resin:

.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....

5. Pembahasan:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Kesimpulan:

.....
.....
.....
.....
.....

.....,-.....-20....

Guru/Instruktur,

.....

5. Kegiatan Belajar 5

Pemesinan dan finishing pola resin

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 5

Siswa mampu melakukan proses finishing dan pemesinan terhadap permukaan dan dikerjakan akhir sesuai spesifikasi.

b. Uraian Materi 5

Pola dibuat dengan memperhitungkan berbagai syarat dalam pengecoran, sebab itu pemeriksaan pola boleh dikatakan sukar. Pemeriksaan ini memerlukan penentuan urutan.

Pemeriksaan dengan penglihatan yang dilakukan terhadap pola meliputi pemeriksaan bentuk dan pemeriksaan permukaan, serta pemeriksaan ukuran. Pemeriksaan bentuk dengan memakai gambar rencana pengecoran, pandangan muka, dan samping dari gambar ditempatkan di samping pola pada arah yang sama, dicek dengan memutar dan membandingkan. Pengecekan dimulai dari garis tengah untuk bagian-bagian utama, kemudian dari kiri ke kanan dan akhirnya dari atas ke bawah.

Pemeriksaan ukuran dilakukan dengan mistar susut, jangka ukur, pengukur permukaan, dan alat pengukur umum lainnya. Garis tengah atau permukaan pisah ditentukan sebagai acuan dan setiap ukuran yang dinyatakan pada gambar dicek dengan urutan seperti pada pemeriksaan dengan penglihatan. Hasil pengukuran dicatat.

Semua hasil pemeriksaan dicatat, kesalahan yang ditemukan dicatat pada daftar pemeriksaan. Pengubahan dan perbaikan harus diperintahkan kepada pembuat pola. Setelah pengubahan, harus dilakukan kembali pengecekan.

Pembuatan pola dengan bahan resin dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu: pembuatan cetakan untuk membuat pola resin,

pencampuran bahan resin, penuangan resin ke dalam cetakan, pengambilan pola resin dari cetakan, pemeriksaan dan perbaikan permukaan pola, serta penyelesaian pemesinan dan pemeriksaan ukuran.

Penyelesaian pemesinan dapat menggunakan mesin-mesin produksi maupun mesin operasi genggam. Tujuan proses ini adalah untuk memperoleh hasil akhir permukaan yang dikehendaki dan untuk mendapatkan ukuran pola sesuai gambar rencana pengecoran. Setelah pola resin diproses akhir, dilanjutkan dengan pemeriksaan ukuran dengan prosedur seperti telah diuraikan diatas.

c. Rangkuman 5

Pola dibuat dengan memperhitungkan berbagai syarat dalam pengecoran. Pemeriksaan dengan penglihatan yang dilakukan terhadap pola meliputi pemeriksaan bentuk dan pemeriksaan permukaan, serta pemeriksaan ukuran. Semua hasil pemeriksaan dicatat, kesalahan yang ditemukan dicatat pada daftar pemeriksaan. Pengubahan dan perbaikan harus diperintahkan kepada pembuat pola. Setelah pengubahan, harus dilakukan kembali pengecekan.

d. Tugas 5

Lakukan pemeriksaan bentuk dan ukuran terhadap pola yang telah diperbaiki pada kegiatan belajar 4, kemudian lakukan pengerjaan akhir.

e. Tes Formatif 5

- 1) Apakah tujuan proses penyelesaian pemesinan?
- 2) Apakah tujuan pemeriksaan ukuran?

3) Bagaimanakah prosedur pemeriksaan ukuran pola? Jelaskan!

f. Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Lihat pada BAB III

g. Lembar Kerja 5

✍ **Alat dan Bahan:**

- 1) Gambar rencana pengecoran
- 2) Pola resin yang telah diperbaiki pada kegiatan belajar 4
- 3) Perkakas untuk proses akhir seperti: mesin-mesin produksi, mesin-mesin dengan operasi genggam, maupun alat-alat perkakas dengan operasi tangan.
- 4) Amplas.
- 5) Mistar susut, jangka ukur, pengukur permukaan, dan alat pengukur umum lainnya.
- 6) Lembar kerja dan alat tulis

✍ **Kesehatan dan Keselamatan Kerja:**

- 1) Gunakan pakaian praktik!
- 2) Gunakan sarung tangan, pelindung mata, dan telinga!
- 3) Ikuti prosedur percobaan dengan benar!
- 4) Hindarkan penggunaan alat diluar fungsinya!
- 5) Tempatkan semua peralatan pada kondisi yang aman!

✍ **Langkah Kerja:**

- 1) Pelajari gambar rencana pengecoran dengan cermat.
- 2) Siapkan pola resin yang telah diperbaiki.
- 3) Lakukan proses pengerjaan akhir sesuai gambar rencana pengecoran.
- 4) Lakukan pemeriksaan ukuran sesuai prosedur pemeriksaan.

✍ **Waktu Pemelajaran:** 12 jam pelajaran

- 1) 4 jam pelajaran untuk menjelaskan materi.

- 2) 2 jam pelajaran selanjutnya siswa mengerjakan tes formatif 1, diikuti dengan pembahasan jawaban tes formatif 1.
- 3) Pelajaran berikutnya 16 jam pelajaran terdiri dari, 12 jam untuk proses penyelesaian akhir dan 4 jam pelajaran selanjutnya digunakan untuk pemeriksaan ukuran pola resin.

Lembar Kerja 5A: Penyelesaian akhir

1. Gambar sektsa pola yang belum dikerjakan akhir:

2. Analisa dan rencana urutan langkah-langkah penyelesaian akhir

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Kesulitan-kesulitan yang ditemui:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Cara mengatasi kesulitan-kesulitan yang ditemui:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Pembahasan:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Kesimpulan:

.....
.....
.....
.....
.....

.....,-20....

Guru/Instruktur,

.....

Lembar Kerja 5B: Pemeriksaan pengukuran kotak inti

Gambar sketsa pola resin beserta ukuran-ukurannya:

No	Bagian yang diperiksa	Catatan
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

11		
12		
13		
14		
15		
16		

1. Analisa hasil pemeriksaan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Pembahasan:

.....

.....

BAB III EVALUASI

A. PERTANYAAN

Tes Formatif 1

1. Sebutkan jenis zat pemlastis yang sering dipakai!
2. Jelaskan bagaimanakah sinar ultra lembayung UV dapat menurunkan kualitas resin!
3. Sebutkan sifat-sifat yang diperlukan untuk menentukan kegunaan dari zat pemlastis!

Tes Formatif 2

1. Apakah zat pengawet pada resin epoksi?
2. Sebutkan beberapa jenis zat pengeras pada resin epoksi!
3. Berapakah banyaknya campuran pengeras pada resin epoksi?

Tes Formatif 3

1. Apakah yang harus dilakukan pada pembuatan pola?
2. Mengapakah pola harus dibuat memiliki kemiringan? Berapakah besar kemiringan pada pola?
3. Mengapakah pola harus diberi tambahan penyusutan ?

Tes Formatif 4

1. Meliputi apa sajakah pemeriksaan pola itu?
2. Bagaimanakah cara memperbaiki permukaan pola resin yang terdapat cacat berpori, retak, pecah, atau gompal?

Tes Formatif 5

1. Apakah tujuan proses penyelesaian pemesinan?
2. Apakah tujuan pemeriksaan ukuran?
3. Bagaimanakah prosedur pemeriksaan ukuran pola? Jelaskan!

B. KUNCI JAWABAN

Kunci jawaban tes formatif 1

1. Zat pemlastis yang sering digunakan adalah DOP, DBP, dan DOA.
2. Sinar UV yang mempunyai energi besar, memisah ikatan yang menyebabkan degradasi langsung pada bahan polimer. Adanya oksigen mempercepat degradasi secara oksidasi.
3. Sifat-sifat yang diperlukan untuk menentukan kegunaan dari zat pemlastis adalah:
 - ✍ Mempunyai daya campur lebih baik dan perembesan yang kurang, merupakan jenis nonmigrasi.
 - ✍ Agar kurang menguap, berarti tekanan uapnya rendah.
 - ✍ Agar mempunyai karakteristik termal yang menguntungkan, dan agar tidak mudah terurai oleh panas, tidak terlalu rapuh meski pada suhu rendah, dan tidak mudah terbakar.
 - ✍ Agar mempunyai sifat isolasi listrik yang baik dan unggul dalam sifat dielektrik berfrekuensi tinggi.
 - ✍ Tak dapat terlarut oleh air, asam, alkali, atau pelarut organik.
 - ✍ Stabil terhadap sinar UV.
 - ✍ Agar tak berwarna, tak berbau dan tak beracun, ini berarti suatu keharusan untuk kesehatan dan keselamatan.

Kunci jawaban tes formatif 2

1. Zat pengawet yang dipakai pada resin epoksi adalah jenis poliamin alifatik, misalnya dietilentriamin, trietilentetramin, dan sebagainya. Zat-zat tersebut dipakai sebagai zat pengawet dingin, tetapi zat-zat tersebut beracun. Dalam banyak hal senyawa lain seperti akrilonitril, etilen oksida, dsb ditambahkan, dan digunakan sebagai senyawa tambahan yang mempunyai gugus amin pada ujungnya.
2. Zat pengeras yang dicampurkan pada resin epoksi juga bisa beberapa jenis, misalnya: anhidrida fitalat, anhidrida tetra dan hekshidroflat dan sebagainya.
3. Banyaknya campuran dihitung dari ekivalen epoksi yaitu banyaknya resin yang mengandung 1 mol gugus epoksi dalam gram.

Kunci jawaban tes formatif 3

1. Hal pertama yang harus dilakukan pada pembuatan pola adalah mengubah gambar rencana menjadi gambar untuk pengecoran. Dalam hal ini dipertimbangkan bagaimana membuat coran yang baik, bagaimana menurunkan biaya pembuatan cetakan, bagaimana membuat pola yang mudah, bagaimana menstabilkan inti-inti, dan bagaimana cara mempermudah pembongkaran cetakan, kemudian menetapkan arah kup dan drag, posisi permukaan pisah, bagian yang dibuat dengan cetakan utama dan bagian yang dibuat dengan inti. Selanjutnya menetapkan tambahan penyusutan, tambahan untuk penyelesaian dengan mesin, kemiringan pola dan seterusnya; dan dibuat gambar untuk pengecoran yang kemudian diserahkan kepada pembuat pola.
2. Permukaan-permukaan tegak dari pola dimiringkan mulai dari permukaan pisah, untuk memudahkan pengangkatan pola dari cetakan; meskipun dalam hal mempergunakan pola logam, pola

ditarik dengan pengarah dari pena-pena, bagan membutuhkan kemiringan 1/200, demikian juga pola kayu membutuhkan kemiringan 1/30 sampai 1/100.

3. Karena benda tuangan menyusut sewaktu membeku dan mendingin, maka pembuat pola perlu mempergunakan mistar susut yang telah diperpanjang sebelumnya sebanyak tambahan penyusutan pada ukuran pola. Besarnya penyusutan seringkali tidak isotropis sesuai dengan: bahan logam, bentuk, tempat, tebal benda atau ukuran dan kekuatan inti.

Kunci jawaban tes formatif 4

1. Pemeriksaan dengan penglihatan yang dilakukan terhadap pola meliputi pemeriksaan bentuk dan pemeriksaan permukaan.
 - a. Pemeriksaan bentuk dengan memakai gambar rencana pengecoran, pandangan muka, dan samping dari gambar ditempatkan di samping pola pada arah yang sama, dicek dengan memutar dan membandingkan. Pengecekan dimulai dari garis tengah untuk bagian-bagian utama, kemudian dari kiri ke kanan dan akhirnya dari atas ke bawah.
 - b. Pemeriksaan permukaan lebih dititik beratkan pada cacat-cacat pada permukaan pola resin seperti berpori, retak, gompal, udara yang terjebak selama pengerasan pola berlangsung dan sebagainya.
2. Perbaikan permukaan pola resin yang berpori, retak, pecah, atau gompal adalah dengan menambalnya. Caranya adalah dengan mengampas terlebih dahulu bagian pola yang akan ditambal agar menempelnya dempul plastik lebih baik. Kemudian buat campuran dempul plastik dengan hardener secukupnya, oleskan atau tutupkan pada bagian pola yang hendak ditambal. Biarkan

tambalan tersebut mengering. Setelah mengering rapikan dan haluskan tambalan dempul tersebut dengan amplas. Penggunaan media air pada proses pengamplasan tambalan dempul plastik akan memberi hasil yang lebih halus disamping debu akibat pengamplasan tidak berterbangan.

Kunci jawaban tes formatif 5

1. Penyelesaian pemesinan dapat menggunakan mesin-mesin produksi maupun mesin operasi genggam. Tujuan proses ini adalah untuk memperoleh hasil akhir permukaan yang dikehendaki dan untuk mendapatkan ukuran pola sesuai gambar rencana pengecoran. Setelah pola resin diproses akhir, dilanjutkan dengan pemeriksaan ukuran sesuai dengan prosedur.
2. Pemeriksaan ukuran bertujuan untuk mengetahui apakah ukuran-ukuran pola resin yang dibuat telah sesuai atau belum dengan gambar rencana pengecoran. Ukuran-ukuran pada gambar rencana pengecoran tersebut sudah termasuk tambahan ukuran untuk penyusutan benda tuangan, pengerjaan pemesinan benda tuangan dan tambahan ukuran kemiringan pola.
3. Pemeriksaan ukuran dilakukan dengan mistar susut, jangka ukur, pengukur permukaan, dan alat pengukur umum lainnya. Garis tengah atau permukaan pisah ditentukan sebagai acuan dan setiap ukuran yang dinyatakan pada gambar dicek dengan urutan seperti pada pemeriksaan dengan penglihatan. Pengecekan dimulai dari garis tengah untuk bagian-bagian utama, kemudian dari kiri ke kanan dan akhirnya dari atas ke bawah. Hasil pengukuran dicatat. Pemeriksaan dengan penglihatan yang dilakukan terhadap pola meliputi pemeriksaan bentuk dan pemeriksaan permukaan, serta pemeriksaan ukuran.

C. KRITERIA KELULUSAN

Hasil belajar peserta diklat yang dievaluasi meliputi penguasaan: (1) *Kognitif skill* (kemampuan penalaran); (2) *Psikomotorik skill* (kemampuan ketrampilan); (3) *Attitude skill* (Sikap); (4) Produk/benda kerja sesuai kriteria standart; dan (5) Batasan waktu yang telah ditetapkan. Angka maksimum masing-masing komponen adalah:

No	Komponen	Nilai
1.	Kemampuan penalaran	10
2.	Kemampuan Ketrampilan:	
	a. Langkah kerja	10
	b. Penggunaan alat	10
	c. Keselamatan kerja	10
3.	Sikap	10
4.	Produk/benda kerja	40
5.	Batasan waktu	10
Jumlah :		100

Evaluasi dilakukan pada akhir tiap-tiap kegiatan belajar. Skor dari tiap-tiap kegiatan belajar kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah kegiatan belajar yang dilakukan. Peserta diklat dinyatakan lulus jika skor minimum yang dicapai 70.

Untuk skor batasan waktu, jika peserta diklat menyelesaikan kerja sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan atau kurang dari waktu yang telah ditetapkan skornya adalah 10. Sebaliknya jika lebih dari waktu yang ditentukan skornya 0.

Kategori Kelulusan :

70 – 79 : Memenuhi kriteria minimal. Dapat bekerja dengan bimbingan.

80 – 89 : Memenuhi kriteria minimal. Dapat bekerja tanpa bimbingan.

90 – 100 : Di atas kriteria minimal. Dapat bekerja tanpa bimbingan.

BAB IV PENUTUP

Sertifikat Kompetensi diberikan kepada peserta didik yang lulus uji kompetensi yang diselenggarakan oleh SMK/lembaga diklat yang terakreditasi sebagai penyelenggara uji kompetensi.

Sertifikat kompetensi modul ini sebagai bukti bahwa peserta didik telah mampu mengoperasikan mesin cetak dan mesin inti untuk membuat cetakan dari pasir untuk pengecoran logam.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B.H., Ostwald, Phillip F., dan Begeman, Myron L., 1996, **Teknologi Mekanik**, terjemahan oleh Sriati Djaprie, Erlangga, Jakarta.
- Surdia, Tata, 1976, **Teknik Pengecoran Logam**, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Surdia, Tata, dan Saito, Shinroku, 1995, **Pengetahuan Bahan Teknik**, cetakan ketiga, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Widodo, 1988, **Teknik Pengecoran Logam 2**, Polteknik Manufaktur Swiss, ITB, Bandung.