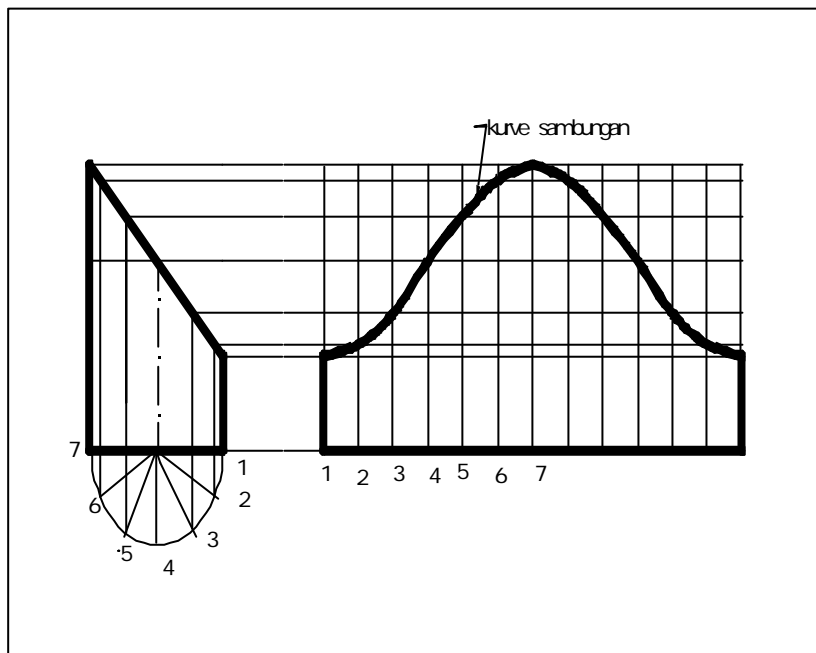




KODE MODUL

M5.38A





KODE MODUL

M5.38A

.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL.....	viii
GLOSSARIUM.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. DESKRIPSI.....	1
B. PRASYARAT	1
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	2
1. Bagi Siswa	2
2. Peran Guru	3
D. TUJUAN AKHIR	4
E. KOMPETENSI	5
F. CEK KEMAMPUAN	8
BAB II PEMELAJARAN.....	9
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT	9
B. KEGIATAN BELAJAR.....	10
1. Kegiatan Belajar 1 Melukis Gambar Bentangan, Membuat mal Untuk Pembuatan Corong.....	10
a. Tujuan Kegiatan	10
b. Uraian Materi	10
c. Rangkuman.....	16
d. Tugas.....	17

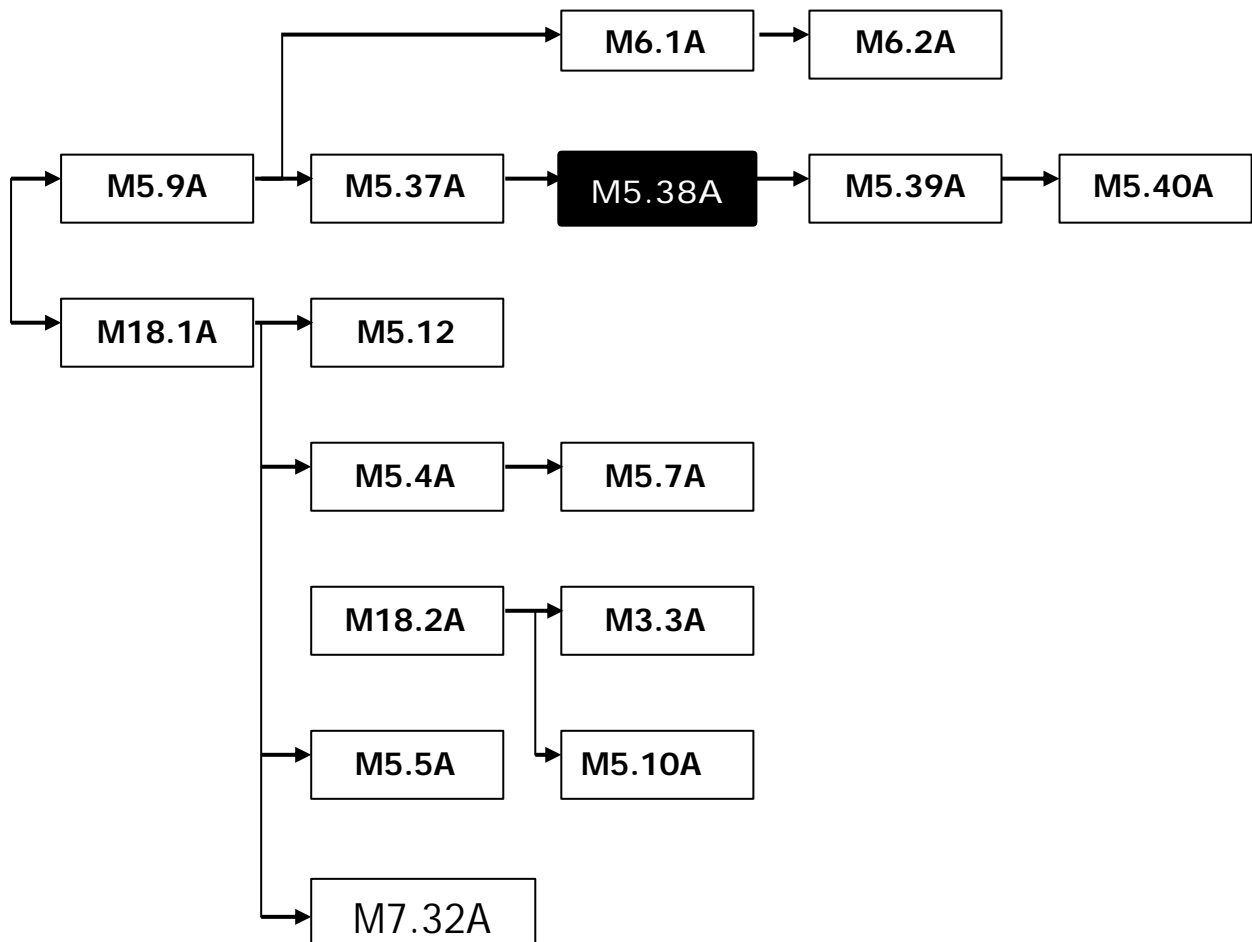
e. Tes Formatif.....	19
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	19
g. Lembar kerja.....	20
2. Kegiatan Belajar 2 Melukis Gambar Bentangan, Membuat Mal Untuk Penyambungan Dua Pipa Yang Berpotongan Membentuk Sudut.....	24
a. Tujuan Kegiatan	24
b. Uraian Materi	24
c. Rangkuman.....	25
d. Tugas.....	26
e. Tes Formatif.....	27
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	27
g. Lembar kerja.....	28
3. Kegiatan Belajar 3 Membuat Gambar Bukaan atau Gambar Bentangan Suatu Pipa Oblik.....	32
a. Tujuan Kegiatan	32
b. Uraian Materi	32
c. Rangkuman.....	33
d. Tugas.....	33
e. Tes Formatif.....	34
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	34
g. Lembar kerja.....	35
4. Kegiatan Belajar 4 Membuat Mal Untuk Pembuatan Sambungan Pipa Siku.....	39
a. Tujuan Kegiatan	39
b. Uraian Materi	39

c. Rangkuman.....	41
d. Tugas.....	41
e. Tes Formatif.....	43
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	43
g. Lembar kerja.....	43
5. Kegiatan Belajar 5 Membuat gambar bentangan dan Mal dari Sebuah Tutup Box	48
a. Tujuan Kegiatan	48
b. Uraian Materi	48
c. Rangkuman.....	50
d. Tugas.....	50
e. Tes Formatif.....	51
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	52
g. Lembar kerja.....	53
BAB III EVALUASI.....	60
A. PERTANYAAN.....	60
B. KUNCI JAWABAN.....	62
C. KRITERIA KELULUSAN	62
BAB IV PENUTUP.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65

PETA KEDUDUKAN MODUL

DIAGRAM PENCAPAIAN KOMPETENSI

Diagram ini menunjukkan tahapan atau urutan kompetensi yang diajarkan dan dilatihkan kepada peserta didik dalam kurun waktu yang dibutuhkan serta kemungkinan multi exit–multi entry yang dapat diterapkan.



Keterangan :

- M.9.2A Membaca gambar teknik
- M.5.37A Gambar bukaan/bentangan geometri
- M.18.1A Menggunakan perkakas tangan
- M.5.4A Melakukan rutinitas las oksigen-asitilin
- M.5.12A Melakukan rutinitas pengelasan dengan menggunakan las busur manual

M. 5.38A Gambar Bukaan/bentangan lanjut-benda silinder/persegi panjang

- M.18.2A Menggunakan perkakas tangan bertenaga operasi digenggam
- M.5.5A Melakukan pemotongan secara mekanis
- M. 5.7A Memotong dengan panas dan gouging secara manual
- M.3.3A Merakit plat dan lembaran
- M.7.32A Menggunakan mesin untuk operasi dasar
- M.5.39A Gambar bukaan/bentangan geometri lanjut benda-benda kerucut/konis
- M.5.40A Gambar bukaan/bentangan geometri lanjut benda transisi
- M.5.10A Melakukan fabrikasi, pembentukan, [elengkungan dan pencetakan
- M.6.1A Menempa dengan tangan
- M.6.2A Menempa dengan palu besi

GLOSSARIUM

- Elip* : Konstruksi geometris yang mempunyai sumbu panjang dan sumbu pendek.
- Gambar proyeksi ortogonal* : gambar dalam bidang datar, yang menyajikan benda dalam tampak depan, tampak samping, atau tampak atas.
- Garis perpotongan* : garis yang terbentuk karena ada dua benda saling berpotongan
- Gambar bentangan* : gambar permukaan benda bila dibuka atau dibentangkan
- Gambar piktorial* : gambar yang menjelaskan benda sehingga bentuknya Seperti yang terlihat oleh mata, gambar isometrik
- Garis sambungan* : garis yang padanya kedua bagian benda akan disambung
- Garis netral* : garis yang membatasi daerah kena beban tarikdan daerah kena beban tekan.
- Garis lipatan* : tempat pada mal / pola yang nantinya ditempat itu akan dilipat atau ditekuk.
- Kurve sambungan* : garis lengkung yang nantinya membentuk garis sambungan
- Lingkaran* : Konstruksi geometris yang mempunyai dua panjang sumbu yang sama
- Mal* : gambar bentangan yang telah dipotong, siap untuk menggambarkan apa yang dimaksudkan, pada material yang sesungguhnya .
- Metode garis sejajar* : cara membuat gambar bentangan dengan memanfaatkan garis-garis sejajar pada gambar proyeksi

<i>Panjang sebenarnya</i>	:	<i>true length</i> , garis yang dipakai untuk melukiskan panjang garis pada gambar bentangan.
<i>Penampang lintang</i>	:	bentuk geometris benda bila dipotong tegak lurus sumbu tengah
<i>Penampang memanjang</i>	:	bentuk geometris benda bila dipotong sejajar dengan sumbu tengah
<i>Prisma</i>	:	bentuk geometris yang mempunyai bentuk sama sepanjang bendanya
<i>Radius netral</i>	:	jarak dari sumbu tengah ke garis netral yang melengkung
<i>Radius dalam</i>	:	jarak dari sumbu tengah ke permukaan plat bagian dalam yang melengkung
<i>Sumbu tengah</i>	:	garis yang menunjukkan tengah benda
<i>Sumbu netral</i>	:	garis yang membatasi daerah yang terkena gaya tekan dan gaya tarik
<i>Silinder tegak</i>	:	silinder bila dipotong tegak lurus sumbu, berbentuk lingkaran, kedua ujungnya berbentuk lingkaran
<i>Silinder oblik</i>	:	silinder bila dipotong tegak lurus sumbu, berbentuk elip, keduanya ujungnya berbentuk lingkaran
<i>Skala gambar</i>	:	perbandingan ukuran pada gambar dengan ukuran benda sesungguhnya.

BAB I PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI

Modul ini berjudul Gambar Bukaan/Bentangan Lanjut Benda Silinder/Persegi Panjang. Gambar bukaan sering disebut juga dengan gambar bentangan. Gambar tersebut menggambarkan secara datar atau dalam satu bidang saja suatu permukaan benda yang biasanya mempunyai beberapa bidang. Benda geometris silinder adalah benda-benda yang mempunyai bentuk geometris dasar silindris, seperti: silinder, pipa silindris. Bentuk silindris dapat juga dipandang sebagai prisma segi banyak. Benda persegi adalah benda-benda yang mempunyai bentuk dasar persegi, seperti : balok, kubus, prisma segi tiga, prisma segi banyak.

Setelah belajar dengan modul ini, maka siswa dapat melukis, membuat bukaan pola, membuat mal atau pola yang memenuhi syarat, interpretasi pekerjaan standar dan simbol yang sesuai, dan memperkirakan jumlah material yang dibutuhkan sesuai dengan gambar.

Kompetensi tersebut akan membantu siswa dalam membuat mal yang akan bermanfaat dalam membentuk atau mewujudkan benda-benda yang mempunyai bentuk dasar persegi atau silinder secara benar dan teliti, ketika mereka di dunia kerja.

B. PRASYARAT

Dalam mempelajari modul ini, siswa harus mempunyai pengetahuan atau kemampuan awal yang berupa :

1. Pengetahuan tentang gambar proyeksi ortogonal dan gambar bentuk atau gambar piktorial.

2. Pengetahuan tentang Simbol gambar, simbol pengerjaan, penunjukkan ukuran atau dimensi.
3. Kemampuan menggunakan alat-alat gambar, seperti pensil, penggaris, sepasang penggaris segi tiga, busur derajat, mal lengkung, dan jangka dengan benar.
4. Kemampuan menggunakan alat-alat potong, seperti gunting kertas, gunting plat dengan teliti dan benar.
5. Pengetahuan tentang sifat dan melukis bentuk geometris seperti : persegi, silinder, lingkaran, elip dan sebagainya.
6. Menentukan keliling atau luas bentuk persegi panjang, silinder, lingkaran, dan elip.
7. Kemauan bekerja secara teliti dan benar.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Penjelasan Bagi Siswa

Cara Penggunaan modul bagi siswa, meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Bacalah yang menjadi tujuan dari kegiatan Pemelajaran.
- b. Bacalah uraian materi dengan seksama.
- c. Bacalah juga rangkuman materi, untuk mengingat sejumlah pengetahuan pokok yang ada pada uraian materi.
- d. Membaca dan melaksanakan instruksi yang ada pada Tugas yang diberikan.
- e. Mengerjakan Tes /Tugas dengan bersungguh-sungguh dengan cara yang benar.
- f. Melihat kunci jawaban, untuk mengetahui seperti apa jawaban yang benar.

Perlengkapan yang perlu dipersiapkan oleh siswa, adalah :

- a. Alat melukis: pensil, penghapus, kertas manila, sepasang mistar segitiga, busur derajat, mal lengkung, jangka. Alat pemotong kertas: gunting.
- b. Alat pembuat mal: kertas, plat tipis, gunting plat, kikir, penggores, mistar baja, siku.

Hasil pelatihan. Hasil pelatihan dengan modul ini, berupa kemampuan siswa yang diwujudkan dalam bentuk gambar bentangan atau mal dengan bahan kertas manila atau plat tipis.

Prosedur sertifikasi. Sertifikasi diberikan kepada siswa yang telah berhasil membuat gambar bentangan atau mal, dengan standar yang telah ditentukan.

Peran guru. Siswa perlu mengetahui bahwa guru bertugas membantu dan membimbing siswa dalam kegiatan belajar dengan modul ini, siswa dapat melakukan tutorial.

2. Peran Guru Antara Lain

Pada proses belajar dengan modul, guru mempunyai peran sebagai berikut :

- a. Membantu siswa dalam merencanakan proses belajar, membimbing siswa melalui pemberian tugas-tugas,
- b. Membantu siswa dalam memahami konsep gambar bentangan dan pembuatan mal dan pembuatannya.
- c. Membantu siswa, dalam penyediaan alat-alat lain seperti jangka yang besar jangkauannya, yang dibutuhkan dalam pembuatan gambar bentangan atau mal.
- d. Merencanakan proses penilaian dan perangkatnya
- e. Melaksanakan penilaian

- f. Menjelaskan tentang: sikap, pengetahuan, dan ketampilan dari suatu kompetensi, yang perlu dibenahi dan merundingkan rencana Pembelajaran selanjutnya.
- g. Mencatat pencapaian kemajuan belajar siswa.

D. TUJUAN AKHIR

Setelah siswa belajar melalui modul ini, siswa dapat melukis dan membuat gambar bentangan atau mal lanjut benda-benda yang banyak digunakan di industri , yang mempunyai bentuk dasar silinder atau persegi panjang dengan benar, bila mal dikonstruksi akan membentuk benda yang diinginkan, dengan penyimpangan ukuran sedikit mungkin. Bahan dibuat dari kertas atau plat tipis.

E.KOMPETENSI

KOMPETENSI : Gambar bukaan/bentangan lanjut – benda silinder/persegi panjang
 KODE : M.5.38A
 DURASI PEMELAJARAN : 120 Jam @ 45 menit

LEVEL KOMPETENSI KUNCI	A	B	C	D	E	F	G
	2	2	2	1	2	2	2
KONDISI KERJA	Dalam melaksanakan unit kompetensi ini harus didukung oleh : <ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber Informasi meliputi, kode standar, buku-buku pedoman, model yang tersedia. 2. K3 meliputi penerapan standar kualitas pekerjaan dan penerapan keselamatan kerja dan prosedur bengkel dipatuhi. 3. Sumber-sumber termasuk alat-alat gambar, material-material mal, pelat lembaran. 4. Melakukan pekerjaan ditempat kerjanya meliputi : <ul style="list-style-type: none"> ? Memindahkan ukuran ke gambar detil sesuai dengan prosedur. ? Membuat model sesuai dengan bentuk yang diinginkan. ? Membuat bukaan mal sesuai dengan bentuk benda. ? Menghitung jumlah material yang diperlukan dengan efisien. 						

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Penandaan/melukis	? Spesifikasi dan persyaratan kerja ditentukan dan dipahami dengan menggunakan perhitungan yang tepat dan benar ? Penggambaran dilakukan dengan	? Spesifikasi dan persyaratan kerja ? Keselamatan kerja pada bengkel ? Perkakas dan peralatan gambar bentangan ? Perhitungan kelonggaran ? Perkakas dan peralatan gambar bentangan	? Memperhatikan spesifikasi pekerjaan dengan tepat ? Menggunakan alat dan perlengkapan yang tepat pada waktu membuat bukaan/bentangan ? Menggunakan	? Spesifikasi dan persyaratan pekerjaan ? Keselamatan kerja pada bengkel ? Alat-alat gambar ? Teknik menghitung kelonggaran	? Menggunakan alat gambar ? Menghitung ukuran kelonggaran berdasarkan tebal material, bengkakan, jarak bagi, sudut, keliling atau batas pinggir

	<p>menggunakan alat perlengkapan dan model yang tepat</p> <p>? Perhitungan yang diperlukan dilakukan dengan tepat dan benar</p> <p>? Memilih teknik prosedur dan alat yang tepat untuk membuat gambar bentangan</p> <p>? Memilih titik awal sebagai patokan penggambaran</p>	<p>? Prosedur pengambilan titik awal sebagai titik patokan penggambaran</p>	<p>peralatan gambar dengan benar</p> <p>? Menghitung kelonggaran dengan tepat</p> <p>? Perkakas dan peralatan gambar bentangan</p> <p>? Menerapkan titik awal sebagai patokan awal penggambaran</p>	<p>? Teknik membuat bentangan</p> <p>? Teknik menentukan titik awal pada pembuatan gambar bentangan</p>	<p>? Menentukan dan menandai untuk kelonggaran</p> <p>? Menggunakan hasil perhitungan untuk penandaan pada gambar</p>
2. Membuat mal seperti yang dipersyaratkan	<p>? Material pembuat mal dipilih dengan tepat</p> <p>? Mal dibuat sesuai dengan spesifikasi</p> <p>? Kelonggaran diterapkan dan dipindahkan ke benda kerja</p> <p>? Mal untuk dirol, ditekuk, dipress, dibor, diprofil dibuat dengan akurat.</p>	<p>? Material-material pembuat mal</p> <p>? Teknik membuat mal</p> <p>? Penetapan kelonggaran pada benda kerja yang dibuat</p> <p>? Teknik membuat mal untuk dirol, ditekuk, dipress, dibor, diprofil</p>	<p>? Menggunakan material yang tepat untuk pembuatan mal</p> <p>? Membuat mal sesuai dengan spesifikasi dan toleransi</p> <p>? Menerapkan kelonggaran dengan tepat</p> <p>? Membuat mal untuk dirol, ditekuk, dipress, dibor, diprofil tepat dengan akurat</p>	<p>? Macam-macam material pembuat mal</p> <p>? Prosedur pembuatan mal</p> <p>? Prosedur memindahkan kelonggaran pada benda yang dibuat</p> <p>? Prosedur pembuatan mal untuk dirol, ditekuk, dipress, dibor, diprofil dibuat</p>	<p>? Memilih material yang tepat untuk membuat mal</p> <p>? Membuat mal</p> <p>? Memindahkan kelonggaran benda kerja yang dibuat</p> <p>? Membuat mal untuk dirol, ditekuk, dipress, dibor, diprofil yang dibuat</p>
3. Bukaan pola sesuai persyaratan	<p>? Bukaan pola sistem garis sejajar, garis radial, dan segitiga dipilih dan diterapkan</p> <p>? Kelonggaran fabrikasi</p>	<p>? Teknik membuat bukaan pola dengan menggunakan teknik :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Garis sejajar - Radial 	<p>? Memilih metode pembuatan gambar bentangan sesuai dengan objek yang akan dibuat</p>	<p>? Metode membuat gambar bentangan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Garis sejajar - Radial 	<p>? Membuat gambar bentangan</p> <p>? Menentukan besarnya kelonggaran pada fabrikasi dan perakitan</p>

	dan perakitan ditentukan dan dilakukan ke benda kerja dengan tepat	- Sistem Segitiga ? Teknik menentukan allowances/kelonggaran	? Menggunakan hasil penentuan kelonggaran pada perakitan	- Sistem Segitiga ? Prosedur menentukan kelonggaran pada fabrikasi dan perakitan	sesuai dengan ketebalan dan jenis material
4. Interpretasi level pekerjaan standar, simbol yang relevan	? Standar kode dan simbol yang relevan diinterpretasikan ? Persyaratan standar/kode yang diperlukan diterjemahkan dan ditetapkan pada material dan pengerjaan	? Kode dan simbol dalam gambar/bentangan ? Teknik membaca kode dan simbol dalam gambar simbol	? Menginterpretasikan standar kode dan simbol pada gambar bukaan geometri ? Menggunakan standar kode dan simbol pada gambar bukaan geometri	? Standar kode dan simbol pada gambar bukaan geometri ? Penerapan standar kode dan simbol pada gambar bukaan	? Mengidentifikasi standar kode dan simbol ? Menerapkan standar kode dan simbol pada gambar bukaan geometri
5. Memperkirakan jumlah material dari gambar detail	? Material diidentifikasi yang benar ? Jumlah material yang dibutuhkan dihitung sesuai dengan gambar	? Jenis-jenis material dan prosedur pemilihannya ? Teknik menghitung kebutuhan material	? Mengidentifikasi material dan dihitung dengan tepat	? Prosedur penerapan jenis material/material ? Prosedur menghitung kebutuhan material sesuai dengan material	? Menghitung jumlah material sesuai dengan gambar

E. CEK KEMAMPUAN

Daftar pertanyaan tentang kemampuan siswa sebelum dapat mengajukan uji kompetensi kepada assessor internal dan eksternal, adalah sebagai berikut:

1. Apakah ciri dari silinder tegak?
2. Apakah kegunaan bentuk silinder tegak?
3. Bagaimana membuat gambar silinder tegak dalam gambar proyeksi ortogonal ?
4. Bagaimana melukis garis sambungan atau garis perpotongan , bila ada dua buah silinder tegak atau bentuk geometris yang lain, yang membentuk suatu benda ?
5. Bagaimana membuat gambar bentangan benda-benda silinder tegak ?
6. Apakah ciri dari silinder oblik ?
7. Apakah kegunaan bentuk silinder oblik?
8. Bagaimana membuat gambar silinder oblik dalam gambar proyeksi ortogonal ?
9. Bagaimana melukis garis sambungan atau garis perpotongan, bila ada dua buah silinder oblik atau bentuk geometris yang lain, yang membentuk suatu benda ?
10. Bagaimana membuat gambar bentangan benda-benda silinder oblik ?
11. Bagaimana membuat mal dari kertas dan atau dari plat tipis (maksimal 0,3 mm)?
12. Apa gunanya standard pekerjaan ?
13. Apa gunanya kelonggaran pada pembuatan mal ?
14. Apa perlunya keselamatan kerja pada pembuatan gambar bentangan atau mal?

BAB II PEMELAJARAN

A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT

Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Alasan perubahan	Tanda tangan guru
melukis gambar bentangan, membuat mal untuk pembuatan corong					
Melukis gambar bentangan, membuat mal untuk penyambungan					
membuat gambar bukaan atau gambar bentangan suatu pipa oblik					
membuat mal untuk pembuatan sambungan pipa siku					
membuat gambar bentangan dan mal dari sebuah tutup box					

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1

Melukis gambar bentangan, membuat mal untuk pembuatan corong

a. Tujuan kegiatan Pemelajaran 1

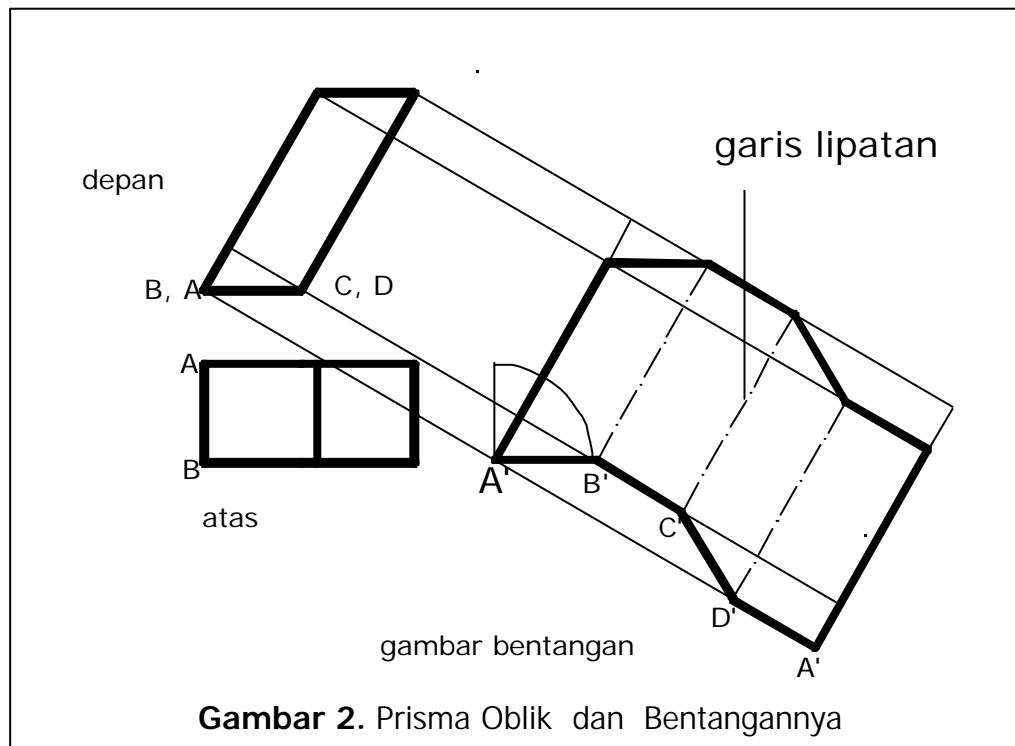
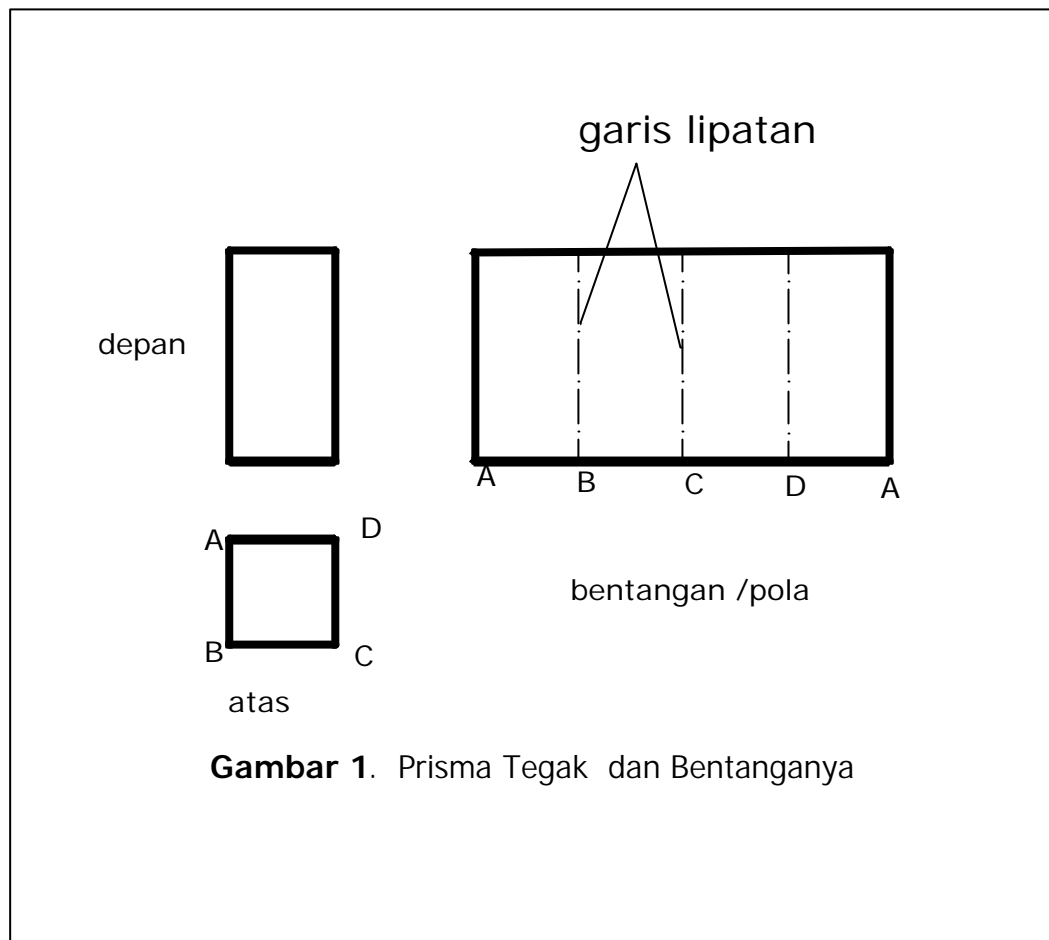
Setelah siswa belajar dengan modul ini, siswa dapat melukis gambar bentangan, membuat mal untuk pembuatan corong dengan konstruksi silinder tegak.

b. Uraian materi 1

Pembuatan Gambar Bentangan Dengan Metode Garis Sejajar

Pembuatan pola (mal) suatu benda dengan metode garis sejajar berdasarkan pada meletakkan bentuk pola pada deretan garis-garis sejajar. Semua benda yang termasuk dalam kelompok prisma dapat dikembangkan dengan metode garis sejajar. Benda berbentuk prisma ditandai dengan bentuk yang sama pada penampang lintang dan sepanjang benda tersebut. Metode pembuatan gambar bentangan ini sering dikenal dengan cara menggelindingkan permukaan benda pada permukaan datar.

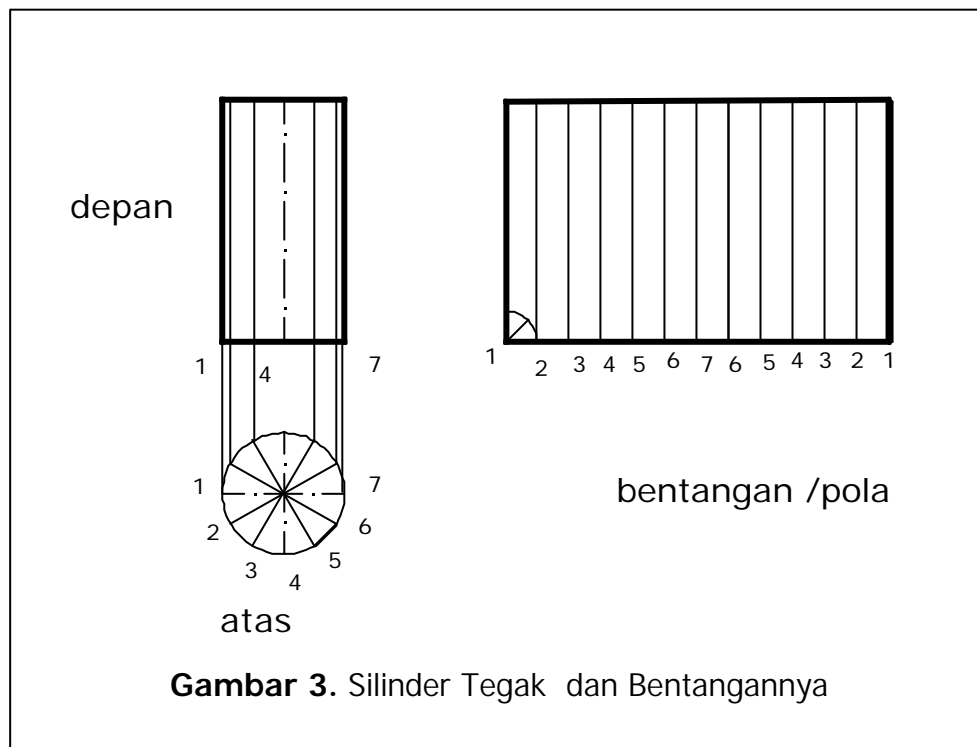
Benda yang termasuk dalam kelompok prisma adalah prisma segi empat dan prisma segi banyak atau silinder. Dari bentuk penampang lintangnya, prisma dibedakan menjadi dua, yaitu; prisma tegak (*right prism*) dan prisma miring/oblik (*Oblique prism*). Perbedaan tersebut menyebabkan ada perbedaan dalam penggunaan.

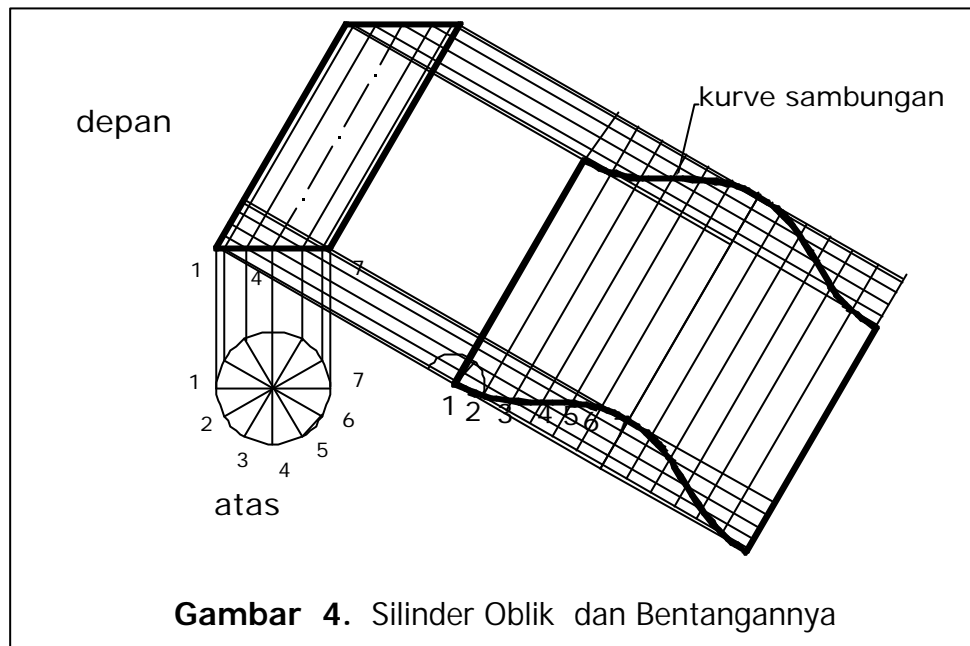


Cara membuat gambar bentangnya:

1. Buat lebih dulu gambar proyeksinya, misalnya dari tampak muka (elevation) dan tampak atas (plan) , beri tanda ujungnya dengan titik A, B, C, dan D.
2. Bayangkan bila prisma digelindingkan sesuai arah anak panah, maka akan terbentuk bentangan permukaan prisma pada bidang datar. Gambar bentangan menjadi seperti yang tampak pada gambar 1 dan 2. Titik-titik A, B, C, dan D menjadi titik A', B'', C'', dan D'. Garis strip-titik pada gambar bentangan menunjukkan garis lipat untuk membentuk bentangan menjadi bentuk prisma seperti pada gambar.

Berikut ini ditunjukkan benda berbentuk silinder tegak dan silinder oblik, disertai gambar bentangan, pola, atau patternnya. Lihat Gambar 3. Silinder Tegak dan Gambar 4. Silinder Oblik. Perhatikan beda bentuk dan penampang lintangnya.





Gambar 4. Silinder Oblik dan Bentangannya

Perlu diketahui bahwa bentangan silinder oblik lebih pendek dari bentangan silinder tegak. Pada gambar bentangannya, garis-garis sejajar, 1, 2, sampai 7 jaraknya tidak sama. Pembuatan bentangannya pada dasarnya cenderung sama dengan pada pembuatan bentangan prisma terdahulu. Pada silinder tidak ada sudut pada sekeliling permukaannya. Dengan membagi keliling menjadi 12 bagian atau lebih, maka memudahkan penentuan posisi titik-titik tersebut pada bidang datar, sehingga bentangannya tampak seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4. Cara melukis panyang garis 1-2 dengan mengukur tali busur, dapat menyebabkan kesalahan. Tetapi kesalahannya hanya 1,14 %, sering dianggap tidak penting (Dickason, 1978 : 68). Kesalahan penggambaran ini lebih kecil dari kesalahan akibat pelukisan garis pada tepian gambar bentangan.

Garis Perpotongan antara Dua Benda.

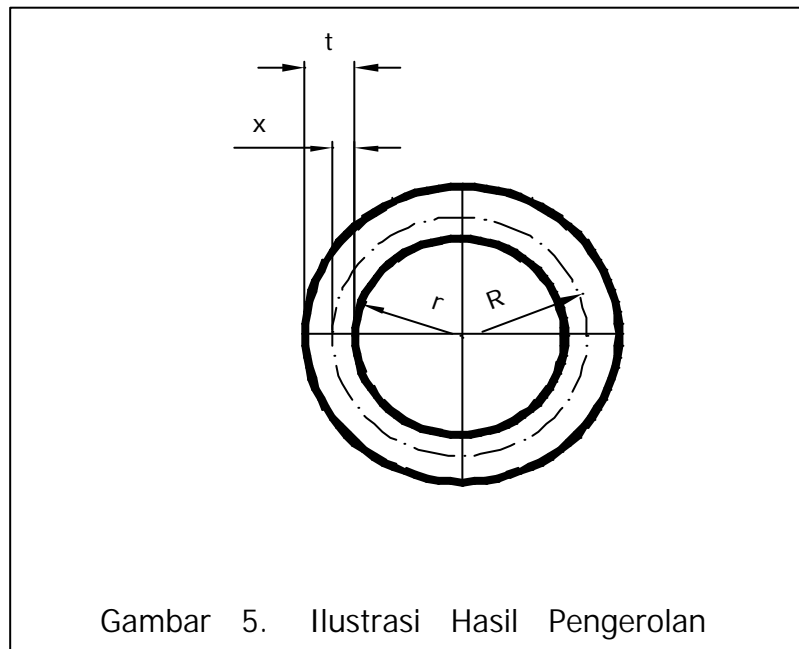
Suatu benda sering dikonstruksi dengan lebih dari satu bagian. Perpotongan antara bidang permukaan bagian-bagian benda, menjadi

hal yang penting dalam pembuatan gambar bentangan atau mal. Bagaimana melukis garis perpotongan, dipelajari pada saat belajar gambar proyeksi.

Penggunaan gambar bentangan atau pembuatan mal, berkaitan dengan pembuatan konstruksi benda yang menggunakan plat, misalnya: corong, cerobong, saluran udara atau gas, saluran air, kotak-kotak, kabinet, dan sebagainya. Pengerjaan konstruksi tersebut melibatkan, penekukan, pelipatan, pengerolan, pelubangan, dan penyambungan.

Proses pembentukan sering mengakibatkan ukuran benda menjadi bertambah. Penekukan atau pengerolan plat menyebabkan plat berubah bentuk dan berubah ukurannya. Perubahan yang berupa pertambahan panjang plat, perlu diperhitungkan dalam menentukan kebutuhan plat sebelum ditekuk atau dirol.

Perhitungan Pada Pengerolan Plat.



Keterangan :

T : tebal plat

X : jarak antara radius netral dengan radius dalam

R : radius garis netral

R : radius dalam

Radius Garis Netral :

$R = r + x$ --- nilai x diambil dari Tabel 1.

Panjang Bahan Total :

$$L = 2 \cdot R$$

Untuk Corong yang bentuknya prisma segi empat, perhitungan pada uraian materi 5 dapat dibaca.

Standar pekerjaan. Pembuatan suatu benda atau produk meliputi : pemilihan jenis bahan, tebal bahan, dan cara pengerjaannya. Pembuatan sangat perlu dilakukan dengan benar, agar penggunaan produk menjadi bermanfaat, kualitasnya baik, hemat biaya, dan dapat dilaksanakan dengan mudah. Misalnya, sebuah instalasi pipa air untuk mengalirkan air minum dengan kapasitas aliran tertentu akan membutuhkan jenis pipa dari bahan yang tak membahayakan manusia, ukuran diameter tertentu, sistem sambungan tertentu, cara pengerjaan dan kelonggaran ukuran tertentu. Semua yang diuraikan tersebut harus memenuhi standar pekerjaan.

Kualitas produk ditentukan oleh: alat atau mesin yang digunakan, dan pengerjaannya. Ketelitian ukuran penting sekali bagi suatu produk, terutama bagi produk yang terdiri dari bagian-bagian. Pembuatan bagian benda yang satu harus terpasang tepat dengan bagian benda yang lain, sehingga ketepatan ukuran menjadi penting. Ketepatan ukuran ditentukan oleh ketelitian dalam pembuatan, semakin teliti akan semakin

sulit dan perlu banyak biaya dalam pembuatannya. Maka ditentukan batas kelonggaran ukuran atas ketepatan atau ketelitian pada pembuatan suatu benda atau produk, agar benda dapat terwujud dan dapat dilaksanakan dengan efisien. Kelonggaran ukuran menunjukkan penyimpangan ukuran yang masih dimungkinkan dalam pembuatan suatu benda. Kelonggaran ukuran sangat penting pada pembuatan bagian-bagian yang harus dipasangkan atau disambung.

Keselamatan Kerja. Dalam pembuatan produk, keselamatan pekerja dan keselamatan alat atau mesin yang digunakan, serta produk yang dibuat sangatlah penting. Kesungguhan, kehati-hatian dalam bekerja dan tanggap akan sesuatu yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja akan membantu pelaksanaan pembuatan suatu produk, menghemat biaya dan terhindar dari kerugian-kerugian yang tidak perlu.

c. Rangkuman 1

Benda berbentuk prisma dibedakan menjadi : prisma tegak, contoh : silinder tegak, pipa tegak, prisma segi empat tegak, dan prisma oblik, contoh : silinder oblik, pipa oblik, prisma segi empat oblik. Pipa tegak ditandai dengan penampang lintang berbentuk lingkaran dan bila dipotong miring membentuk elip, dan dipotong memanjang berbentuk segi empat. Pipa oblik ditandai dengan penampang lintang berbentuk elip dan bila dipotong mendatar mempunyai bentuk lingkaran.

Pipa tegak dapat dikerjakan dengan cara mengerol, sedangkan pipa oblik, disamping dirol juga masih perlu ditekan sisinya sehingga penampang lintangnya membentuk sebuah elip, sedangkan kedua ujungnya membentuk lingkaran.

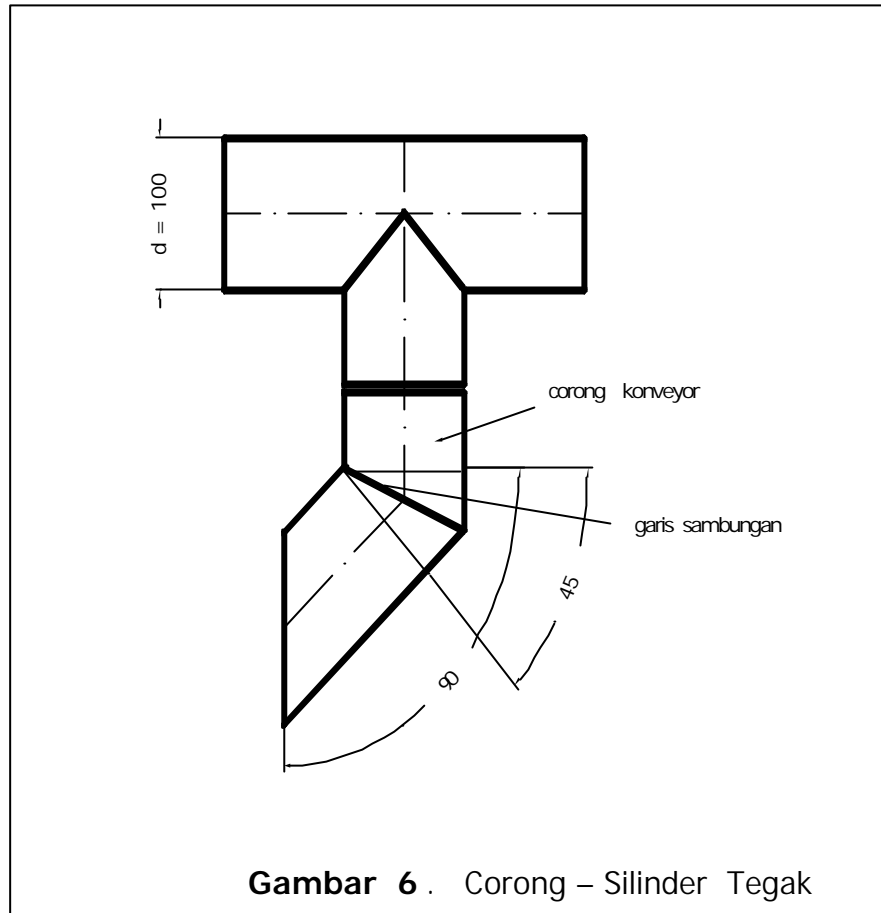
Standar pekerjaan. Pembuatan suatu benda atau produk perlu mengikuti standar pekerjaan, misal dalam pemilihan jenis bahan, tebal bahan, dan cara pengerjaannya. Pembuatan sangat perlu dilakukan dengan benar, agar penggunaan produk menjadi bermanfaat, kualitasnya baik, hemat biaya, dan dapat dilaksanakan dengan mudah.

Kelonggaran ukuran. Kelonggaran ukuran menunjukkan penyimpangan ukuran yang masih dimungkinkan dalam pembuatan suatu benda. Kelonggaran ukuran sangat penting pada pembuatan bagian-bagian yang harus dipasangkan atau disambung.

Keselamatan Kerja. Keselamatan pekerja dan keselamatan alat atau mesin yang digunakan, serta produk yang dibuat sangatlah penting. Kesungguhan, kehati-hatian dalam bekerja dan tanggap akan sesuatu yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja akan membantu pelaksanaan pembuatan suatu produk, menghemat biaya dan terhindar dari kerugian-kerugian yang tidak perlu.

d. Tugas 1

- 1) Sebuah corong yang terpasang pada sebuah konveyor ulir, yang tampak seperti pada gambar, terbuat dari plat tebal 0,5 mm. Untuk membuat corong tersebut, perlu dibuat gambar bentangnya. Buatlah gambar bentangnya dan buatlah malnya yang terbuat dari seng tebal 0.3 mm. Corong dibuat dengan cara diroll, sambungan dilakukan dengan dilipat, kelonggaran - 0,5 mm dan + 0,5 mm.



- 2) Amatilah, corong yang akan dibuat, termasuk jenis silinder tegak atau oblik.
- 3) Amatilah, perpotongan kedua pipa silinder mempunyai bentuk geometris apa.
- 4) Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar
- 5) Belajarlah tentang bentuk geometris silinder, bila harus berpotongan dengan bentuk silinder yang lain, untuk ukuran yang berbeda.
- 6) Belajarlah membagi busur lingkaran secara perhitungan dan secara lukisan.
- 7) Belajarlah tentang mesin rol, mesin lipat, dan cara membuat sambungan lipat.
- 8) Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.

e. Tes formatif 1

Pertanyaan :

1. Gambarkan seperti apa penampang lintang sebuah silinder tegak.
2. Gambarkan bagaimana penampang memanjang sebuah silinder.
3. Bagaimana menghitung keliling lingkaran ?
4. Bagaimana melukis garis perpotongan dua silinder ?
5. Apa perbedaan busur lingkaran dan tali busurnya?
6. Jelaskan apa akibatnya, bila dalam melukis garis sejajar atau garis tegak lurus, dilakukan dengan tidak teliti.
7. Mengapa dalam membuat gambar bentangan/mal diambil sekala gambar 1 : 1 ?

f. Kunci jawaban formatif 1

1. Penampang lintang sebuah silinder adalah sebuah lingkaran, (siswa dapat membuat lukisan).
2. Penampang memanjang sebuah lingkaran adalah empat persegi panjang.
3. Keliling lingkaran dapat dihitung dengan rumus : $2 \pi R$.
4. Dengan menggunakan lukisan proyeksi ortogonal.
5. Busur lingkaran adalah garis lengkung yang menghubungkan dua titik, sedangkan tali busur adalah garis yang menghubungkan kedua titik tersebut secara lurus. Jadi tali busur lebih pendek dari pada busurnya.
6. Bila dalam melukis garis sejajar atau garis siku tidak teliti, maka akibatnya, gambar proyeksi atau gambar bentangan yang dihasilkan tidak benar.
7. Dengan sekala gambar 1 : 1, artinya ukurannya sudah sama dengan ukuran benda yang akan dibuat, sehingga dapat segera dimalkan pada plat yang akan dibuat menjadi benda.

g. Lembar kerja 1

1. Alat-alat/Bahan yang dibutuhkan:
 - a) Kertas manila ukuran A2.
 - b) Alat tulis : pensil H runcing, pensil 2 B, spidol permanen 0,1, sepasang penggaris segitiga, mal lengkung, gunting kertas.
 - c) Plat seng tebal 0,3 mm
 - d) Gunting plat, penggores baja, siku, kikir., penggores, mistar baja.

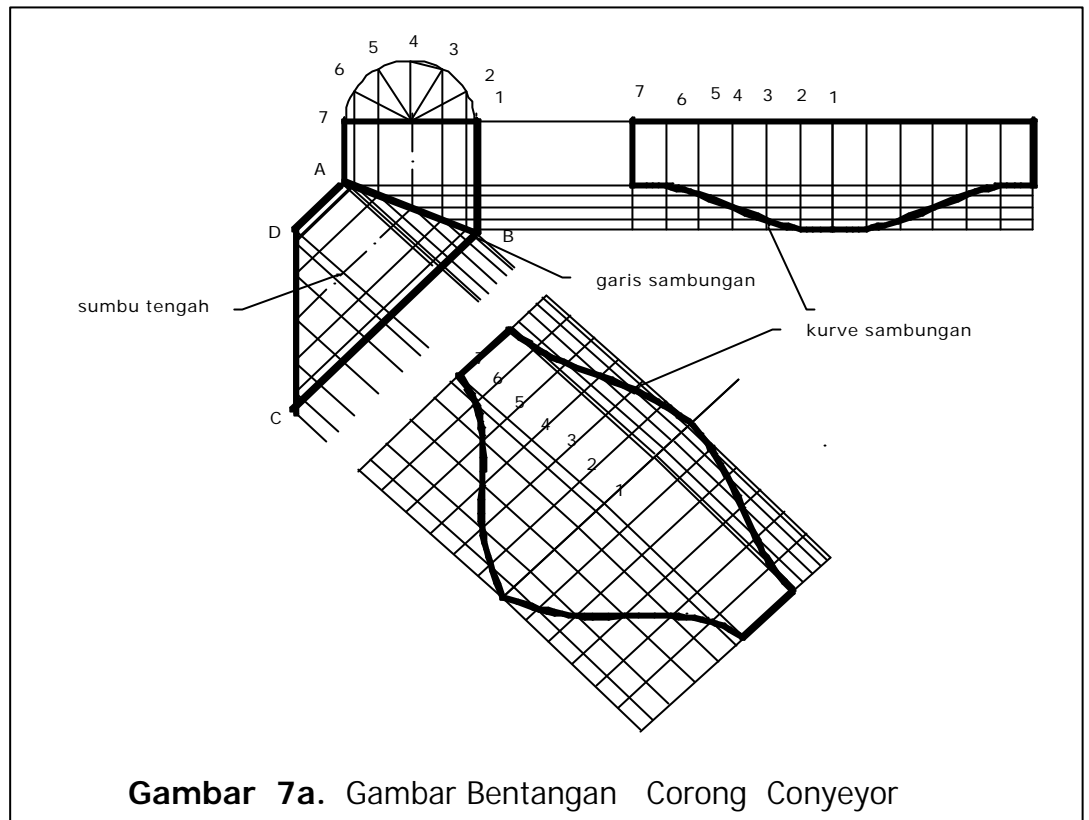
2. Keselamatan Kerja
 - a) Letakkan alat-alat kerja pada tempat yang disediakan, jangan sampai melukai tangan dan kertas, serta plat .
 - b) kikirlah bagian tepi seng biar tak tajam, supaya ukurannya teliti dan tak melukai tangan.
 - c) Jangan meletakkan jangka, gunting, penggores disaku pakaian saudara.

3. Langkah Kerja Membuat Gambar Bentangan dan Mal
 - a) Gambar kembali bagian corong yang akan dibuat gambar bentangannya dalam bentuk gambar proyeksi dengan benar bentuknya dan teliti ukuran, serta sudut-sudutnya. Ukuran garis tengah pada gambar, diambil garis tengah pipa yang akan dibuat, diukur pada bagian luarnya.
 - b) Kenali bahwa corong terdiri dari dua silinder yang berbentuk silinder tegak (walaupun posisinya miring).
 - c) Lukislah setengah lingkaran pada bagian ujung atas silinder, dibagi menjadi 6 bagian. Berilah nomor 1 sampai 7 pada titik-titik pembagian.

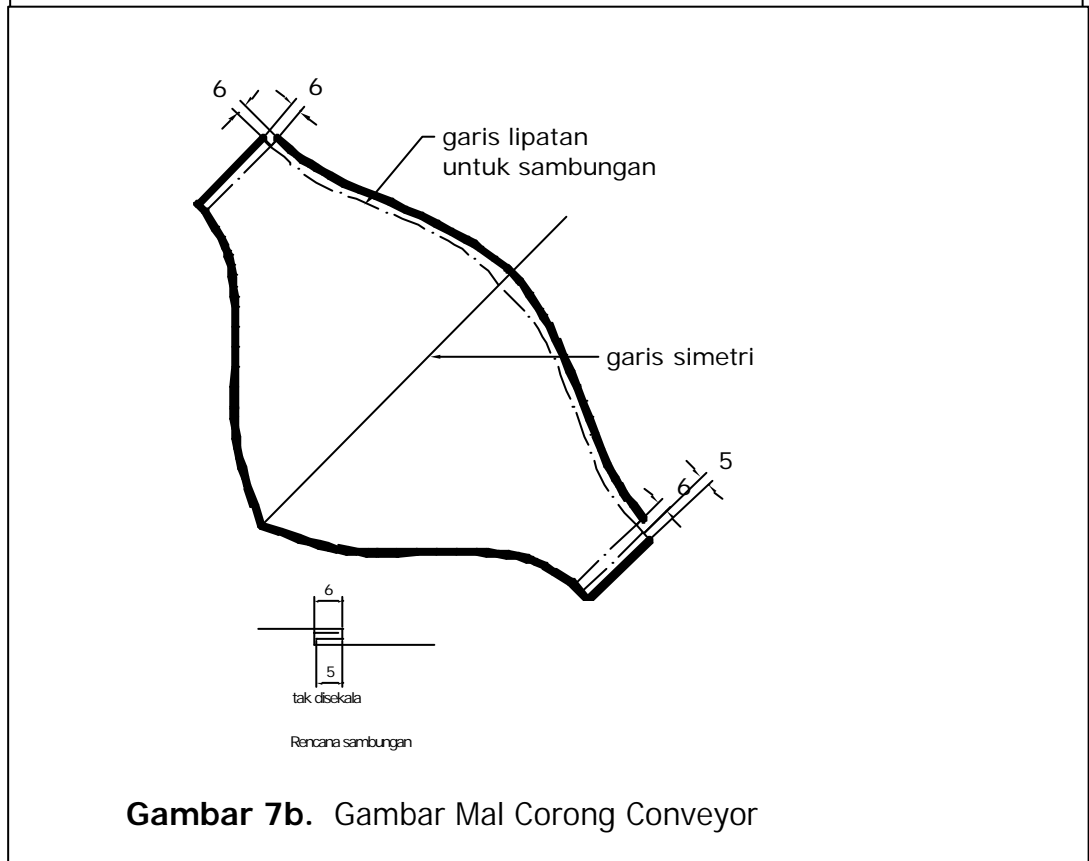
- d) Buatlah garis-garis sejajar yang dimulai dari titik-titik 1 sampai 7, sejajar dengan sumbu tengah, sehingga memotong garis perpotongan kedua silinder AB, diteruskan sehingga memotong ujung/bidang DC.
- e) Bagian corong atas dibentangkan ke arah mendatar. Garis pada pembagian setengah lingkaran, dipindahkan sepanjang garis 1' 7' 1". Buat garis-garis sejajar tegak lurus dengan garis 1' 1" sampai memotong garis-garis mendatar yang diproyeksikan dari garis sambungan AB. Titik-titik perpotongan yang diperoleh, bila dibuat garis, akan membentuk kurve atau garis lengkung, yang merupakan kurve sambungan.
- f) Bagian corong bagian bawah dibentangkan ke arah kanan ditinjau dari sumbu tengah. Gambar bentangan bagian ini, diperoleh dengan memproyeksikan dari titik-titik pada garis sambungan AB dan juga memproyeksikan titik-titik pada garis CD, ke arah kanan tegak lurus sumbu tengah.
- g) Pembagian menjadi 6 bagian pada setengah lingkaran, dipindahkan pada garis yang dibuat melalui titik D ke kanan, menghasilkan 7 garis sejajar yang tegak lurus dengan garis tersebut. Diperoleh 1' sampai 7'.
- h) Membuat garis lengkung atau kurve melalui titik perpotongan antara garis-garis sejajar tersebut dengan garis proyeksi dari titik-titik pada AB, diperoleh kurve sambungan; sedangkan dengan garis proyeksi dari DC diperoleh kurve ujung bawah dari corong.
- i) Periksakan pada guru apakah gambar bentangannya sudah benar dan teliti.

- j) Potonglah gambar bentangan yang terbuat dari kertas, tepat pada garis yang ada, dengan gunting yang tajam, jadilah mal dari kertas.
- k) Tempelkan dengan baik mal kertas ke plat seng yang telah disediakan, buat garis sesuai dengan tepian mal kertas, dengan penggores yang tajam.
- l) Potonglah seng, tepat pada garis yang ada..
- m) Kikir tepian mal pada bagian yang akan disambung, sampai ukurannya berkurang satu tebal plat 0,5 mm (rencana dilipat), dan tepian seng tidak tajam, yang dapat melukai tangan.
- n) Cobalah mal dari seng dirol agar membentuk model dari bentuk corong yang akan dibuat.
- o) Bila ternyata tidak sesuai dengan syarat-syarat yang ditentukan, cobalah cari letak kesalahannya.
 - p) Ulangi langkah pembuatan mal secara lebih teliti.
- q) Bila sudah seperti yang dikehendaki, maka buatlah mal seng lagi, dengan tambahan 6 mm dan 5 mm sesuai dengan rencana sambungan lipat.

Gambar kerja :



Gambar 7a. Gambar Bentangan Corong Conyeyor



Gambar 7b. Gambar Mal Corong Conyeyor

2. Kegiatan Belajar 2

Melukis gambar bentangan, membuat mal untuk penyambungan dua pipa yang berpotongan membentuk sudut

a. Tujuan kegiatan Pemelajaran 2

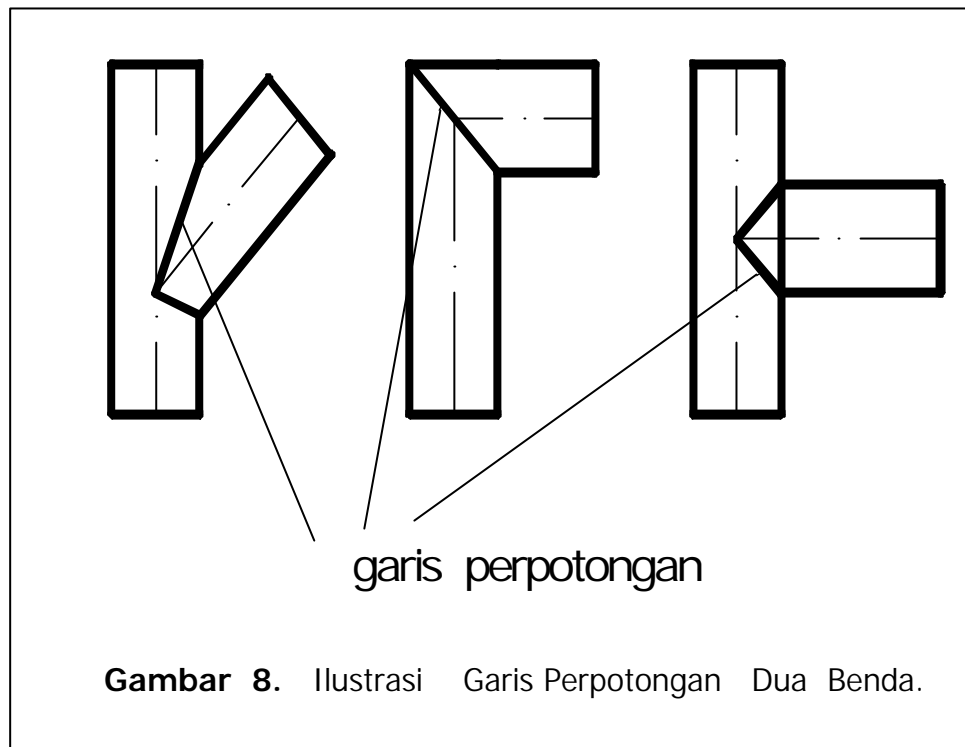
Setelah siswa belajar dengan modul ini, siswa dapat melukis gambar bentangan, membuat mal untuk penyambungan dua pipa yang berpotongan membentuk sudut, yang terdiri mal untuk membuat lubang dan mal sisi sambungan pipa yang lain. Kedua pipa akan disambung dengan las.

b. Uraian Materi 2

Bila dua pipa saling berpotongan maka bidangnya akan terbentuk suatu garis perpotongan, yang akan menjadi garis sambungan. Bentuk garis perpotongan ini bentuknya tergantung pada keadaan dua pipa yang akan disambung. Perbedaan ukuran pipa, sudut antara pipa, dan kondisi pemasangan yang lain, akan mempengaruhi bentuk garis perpotongannya.

Memahami garis sambungan ini, berguna dalam membuat mal, yang bermanfaat bila akan membuat pipa atau akan merangkai pipa.

Perhatikan contoh susunan pipa-pipa berikut :



Setiap susunan atau posisi kedua pipa berbeda, berbeda pula garis sambungannya. Mal yang dibutuhkan akan berbeda pula. Dengan gambar proyeksi yang benar dan teliti, garis perpotongan dapat dilukis secara teliti pula.

c. Rangkuman 2

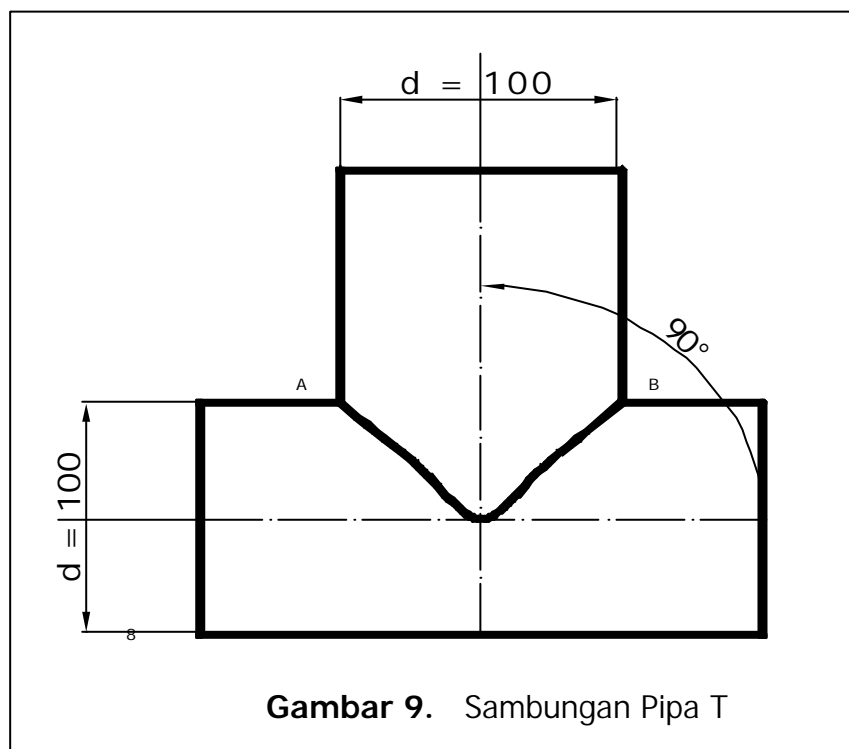
Dua pipa yang dipasangkan atau disambung, akan membentuk garis perpotongan. Garis, perpotongan ini akan menjadi garis sambung bila kedua pipa akan dilas.

Garis perpotongan yang tepat, diperoleh dengan gambar proyeksi yang benar dan teliti.

d. Tugas 2

- 1) Dua buah pipa silindris akan disambung membentuk huruf T dengan cara di las. Untuk membuat sambungan, maka pada pipa yang satu harus dibuat lubang, sedangkan pipa yang lain, ujungnya disesuaikan dengan lubangnya. Ukuran pipa 100 mm, tebal 3 mm.

Untuk membuat konstruksi sambungan pipa tersebut, perlu dibuat gambar bentangnya. Buatlah gambar bentangnya dan buatlah malnya yang terbuat dari seng tebal 0.3 mm. Kelonggaran - 1 mm.



- 2) Amatilah , penampang lintang kedua pipa mempunyai bentuk geometris apa.
- 3) Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar

- 4) Belajarlah tentang bentuk geometris silinder, bila harus berpotongan dengan bentuk silinder yang lain, untuk ukuran yang berbeda.
- 5) Belajarlah membagi busur lingkaran secara perhitungan dan secara lukisan.
- 6) Belajarlah tentang sambungan plat dengan las listrik.
- 7) Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.

e. Tes Formatif 2

Pertanyaan :

1. Gambarkan seperti apa cara melukis garis sambungan dua pipa, dengan ukuran garis tengah yang berbeda dan sudut sambungan 60 derajat.
2. Dari pertanyaan 1., perkirakan ke arah mana , gambar bentangan akan dibentangkan.
3. Bila akan membuat lubang pada sambungan pipa dengan bantuan mal, garis tengah pipa diukur di bagian mana.

f. Kunci jawaban formatif 2

1. Cara melukis garis sambungan dua pipa dapat dilakukan dengan cara gambar proyeksi ortogonal, (siswa dapat memperagakan cara membuat lukisan).
2. Bila, pipa besar posisinya tegak, dan pipa kecil membentuk sudut dengan garis mendatar, maka garis bentangan digelar ke arah mendatar kiri dan ke arah sudut 30 derajat dengan bidang datar kanan.
3. Supaya tepat dalam melukis dan menghitung gambar bentangan, maka diukur garis tengah bagian luar dari pipa, karena mal akan ditempelkan pada bidang luar dari pipa yang akan dilubang.

g. Lembar Kerja 2

1. Alat-alat/Bahan yang dibutuhkan:
 - a) Kertas manila ukuran A2.
 - b) Alat tulis : pensil H runcing, pensil 2 B, spidol permanen 0,1, sepasang penggaris segitiga, mal lengkung, gunting kertas.
 - c) Plat seng tebal 0,3 mm
 - d) Gunting plat, penggores baja, siku, kikir, penggores, mistar baja.

2. Keselamatan Kerja
 - a) Letakkan alat-alat kerja pada tempat yang disediakan, jangan sampai melukai tangan dan kertas, serta plat .
 - b) kikirlah bagian tepi seng biar tak tajam, supaya ukurannya teliti dan tak melukai tangan.
 - c) Jangan meletakkan jangka, gunting, penggores disaku pakaian saudara.

3. Langkah kerja membuat gambar bentangan:
 - a) Gambar kembali rencana sambungan T, yang akan dibuat gambar bentangannya dengan benar bentuknya dan teliti ukuran, serta sudut-sudutnya. Ukuran garis tengah pada gambar , diambil garis tengah pipa yang akan dibuat, diukur pada sumbu netralnya.
 - b) Kenali bahwa pipa yang akan disambung terdiri dari dua pipa yang berbentuk silinder tegak (walaupun posisinya miring).
 - c) Lukislah setengah lingkaran pada bagian ujung kiri pipa mendatar , dibagi menjadi 8 bagian. Berilah nomor 1 sampai 9 pada titik-titik pembagian .

- d) Buatlah garis-garis sejajar yang dimulai dari titik-titik 1 sampai 9, sejajar dengan sumbu tengah, sehingga sampai garis CD.
 - e) Lukislah setengah lingkaran pada bagian ujung pipa vertikal atas. Buat pembagian menjadi 8 bagian juga. Buatlah lewat titik-titik potong yang dihasilkan, garis-garis sejajar ke bawah sejajar dengan sumbu tengahnya.
 - f) Perpotongan antara garis sejajar vertikal dengan garis sejajar horisontal akan menghasilkan titik 1 sampai 5. Bila titik-titik ini dihubungkan, akan menghasilkan garis sambungan.
 - g) Untuk membuat bentuk dan ukuran lubang, perlu dibuat mal dari kertas, dan untuk melihat ketepatan bentuknya, perlu dibuat dari mal dari plat tipis.
 - h) Periksakan kepada guru gambar bentangan yang telah dibuat.
4. Langkah Kerja Pembuatan Mal Pipa Horisontal:
- a) Tarik garis-garis sejajar, dari titik-titik pada garis sambungan AB dan sejajar dengan sumbu tengah pipa vertikal, ke arah bawah, sampai panjang secukupnya.
 - b) Buatlah garis-garis sebanyak pembagian terdahulu, yang sejajar dengan sumbu tengah pipa horisontal, yang memotong garis-garis sejajar vertikal yang telah dibuat lebih dahulu. Maka akan diperoleh titik-titik perpotongan 1 sampai 9.
 - c) Hubungkan titik-titik potongnya dengan benar dan teliti, sehingga membentuk garis lengkung atau kurve. Kurve ini akan membentuk garis sambungan pipa T, dan juga membentuk garis lubang pada pipa horisontal.
5. Langkah Pembuatan Gambar bentangan pipa yang posisinya tegak atau pipa vertikal:

- a) Buatlah garis-garis sejajar ke kanan yang tegak lurus dengan garis sumbu tengah vertikal, melalui ujung pipa vertikal dan titik-titik potong pada garis sambungan potong.
- b) Membuat garis –garis sejajar sebanyak pembagian pada ujung pipa dan tegak lurus terhadap garis-garis mendatar yang diproyeksikan dari garis sambungan AB. Titik-titik perpotongan yang diperoleh , bila dibuat garis , akan membentuk kurve atau garis lengkung, yang merupakan kurve sambungan.

? Tempelkan dengan baik mal kertas ke plat seng yang telah disediakan, buat garis sesuai dengan tepian mal kertas, dengan penggores yang tajam atau spidol runcing.

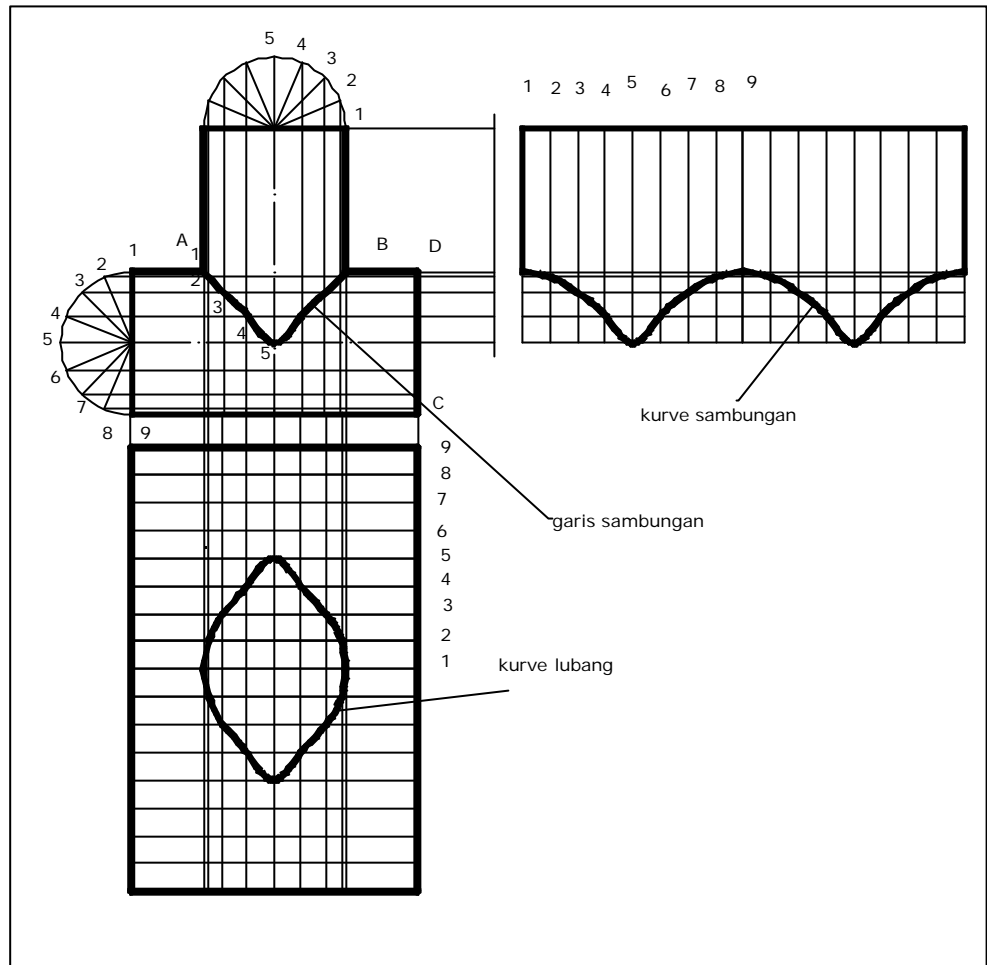
? Potonglah seng , tepat pada garis yang ada..

? Kikir tepian kurve sambungan mal dari seng, sampai ukurannya berkurang 1 mm, untuk rencana sambungan las. Usahakan agar tepian seng tidak tajam dengan jalan dikikir, yang dapat melukai tangan.

? Cobalah mal dari seng dirol agar membentuk model dari bentuk sambungan Pipa T yang akan dibuat.

? Bila ternyata tidak sesuai dengan syarat-syarat yang ditentukan, cobalah cari letak kesalahannya.

? Ulangi langkah pembuatan mal secara lebih teliti.



Gambar 10. Gambar Bentangan Pipa T

3. Kegiatan Belajar 3

Membuat gambar bukaan atau gambar bentangan suatu pipa oblik

a. Tujuan kegiatan Pemelajaran 3

Setelah mengikuti kegiatan belajar ini, siswa dapat membuat gambar bukaan atau gambar bentangan suatu pipa oblik, dengan benar dan teliti, membuat mal menggunakan plat tipis.

b. Uraian materi 3

Materi untuk kegiatan ini, sebagian dapat dibaca pada uraian materi 1. Pipa oblik dapat berbentuk silinder atau prisma segi empat atau prisma yang lain. Kegunaan dari pipa oblik adalah untuk menyambung dua pipa yang lain, yang mempunyai sumbu tengah sejajar dan kedua ujung pipa terpaksa keadaannya berbentuk lingkaran. Penyambungan kedua pipa seperti itu tak mungkin dilakukan dengan pipa tegak. Pipa oblik tak diproduksi secara luas di industri, karena kebutuhan juga sangat terbatas.

Pembuatan pipa tegak dapat dilakukan dengan cara dikerjakan dengan mesin rol, karena penampang lintangnya berbentuk lingkaran. Berbeda dengan pipa oblik atau prisma oblik yang mempunyai bentuk dasar penampang lintangnya elip, tidak dapat diroll. Namun diingat bahwa elip adalah bentuk lingkaran yang kedua panjang sumbu melintangnya tidak sama, artinya plat juga dapat dirol biasa membentuk pipa tegak dengan kedua ujung masih berbentuk lingkaran. Bila kemudian pipa yang telah dirol itu ditekan dari samping sedemikian, maka penampang melintangnya berubah menjadi elip dan kedua ujungnya membentuk lingkaran. Proses penekanan ini sering menyulitkan apalagi bila pipanya tebal.

Pipa atau prisma oblik bila dibentangkan akan mempunyai panjang bentangan yang sedikit lebih pendek dari pada bentangan pipa atau prisma tegak. Jadi bentangannya lebih kecil dari $2 \cdot R$.

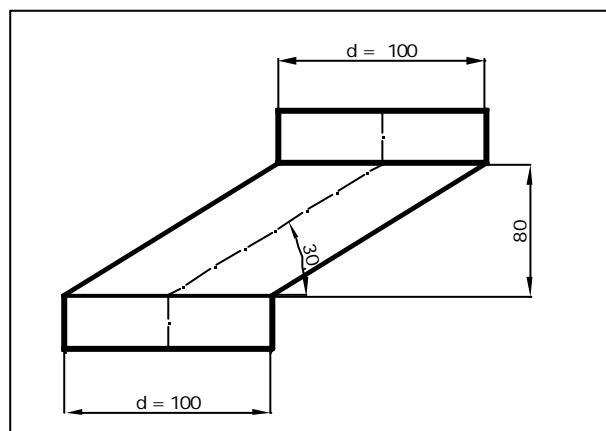
c. Rangkuman 3

Pipa atau prisma oblik mempunyai bentuk elip pada penampang lintangnya atau bila dipotong tegak lurus dengan sumbu tengahnya. Keduanya ujungnya berbentuk lingkaran, sehingga dapat digunakan menyambung pipa standar yang mempunyai bentuk lingkaran pada kedua ujungnya.

Panjang bentangannya lebih pendek dari pada bentangan pipa tegak. Perhitungannya dapat dilakukan seperti pada pipa tegak.

d. Tugas 3

1. Buatlah gambar bentangan dan mal sebuah pipa oblik, yang harus menghubungkan dua pipa bergaris tengah 100 mm, tebal 3 mm, mempunyai posisi tegak. Ukuran tinggi pipa oblik dan konstruksi sambungan ditunjukkan pada gambar. Sambungan pipa dilakukan dengan pengelasan dengan las listrik. Kelonggaran - 1 mm.



Gambar 11. Pipa Oblik

2. Amatilah , pipa yang akan dibuat, termasuk jenis pipa tegak atau oblik.
3. Amatilah , sambungan pipa atas dan pipa tengah (oblik), kedua sisi pipa itu mempunyai bentuk geometris apa.
4. Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar
5. Belajarlah tentang bentuk geometris silinder atau pipa oblik, bila harus berpotongan dengan pipa silinder tegak.
6. Belajarlah membagi busur elip secara perhitungan dan secara lukisan.
7. Belajarlah tentang sambungan las.
8. Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.

e. Tes formatif 3

Pertanyaan :

1. Gambarkan seperti apa penampang lintang sebuah pipa oblik .
2. Mengapa untuk menyambung pipa di atas dan di bawah, dibutuhkan pipa perantara, sebuah pipa oblik.
3. Bagaimana menghitung keliling lingkaran ?
4. Bagaimana melukis elip ?
5. Jelaskan apa akibatnya, bila dalam melukis garis sejajar atau garis tegak lurus, dilakukan dengan tidak teliti.
6. Mengapa dalam membuat gambar bentangan /mal diambil skala gambar 1 : 1?

f. Kunci jawaban tes formatif 3

- a) Penampang lintang sebuah pipa oblik adalah berbentuk elip .
- b) Untuk menyambung pipa di atas dan di bawah, dibutuhkan pipa perantara, sebuah pipa oblik, karena ujung pipa oblik mempunyai

sisi yang berbentuk lingkaran, cocok dengan sisi pipa yang akan dihubungkan.

- c) Menghitung keliling lingkaran dapat dilakukan secara teori (rumus : $2 \pi R$.) dan secara praktis.
- d) Melukis elip ada beberapa cara .
- e) Bila dalam melukis garis sejajar atau garis siku tidak teliti, maka akibatnya, gambar proyeksi atau gambar bentangan yang dihasilkan tidak benar.
- f) Dengan skala gambar 1 : 1, artinya ukurannya sudah sama dengan ukuran benda yang akan dibuat, sehingga dapat segera dimalkan pada plat yang akan dibuat menjadi benda.

g. Lembar Kerja 3

1. Alat-alat/Bahan yang dibutuhkan :
 - a) Kertas manila ukuran A2
 - b) Alat tulis : pensil H runcing, pensil 2 B, spidol permanen 0,1 , sepasang penggaris segitiga, mal lengkung, gunting kertas.
 - c) Plat seng tebal 0,3 mm
 - d) Gunting plat, penggores baja, siku, kikir, penggores, mistar baja.
2. Keselamatan Kerja
 - a) Letakkan alat-alat kerja pada tempat yang disediakan, jangan sampai melukai tangan dan kertas, serta plat .
 - b) Kikirlah bagian tepi seng biar tak tajam, supaya ukurannya teliti dan tak melukai tangan.
 - c) Jangan meletakkan gunting, jangka, penggores disaku pakaian saudara.

3. Langkah kerja pembuatan gambar bentangan:

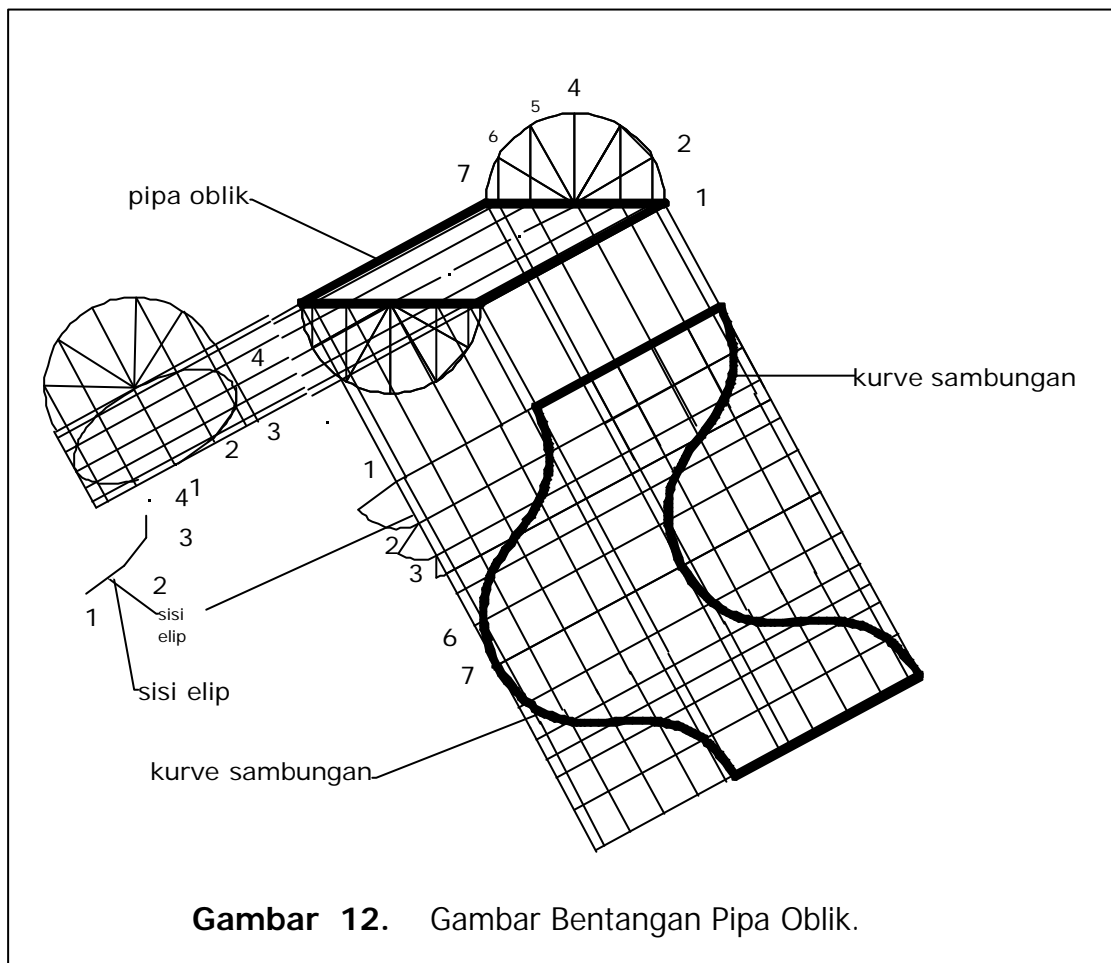
- a) Gambarlah Pipa oblik dalam gambar proyeksi, cukup tampak depannya saja, pada kertas A2. Posisikan kira-kira di tengah bagian atas ruang gambar, kertas dalam keadaan mendatar (landscape).
- b) Bagilah setengah lingkaran atas, yang mewakili bentuk sambungan pipa atas, menjadi 12 bagian, beri tanda titik 1, 2, dan seterusnya.
- c) Proyeksikan ke arah bawah sejajar dengan sumbu tengah, sampai pada tempat dapat digambar penampang pipa melintang yang berbentuk elip.
- d) Gambar elipnya, elip mempunyai sumbu panjang sesuai dengan garis tengah pipa yang akan disambung dan sumbu pendek dengan garis tengah yang dapat diukur dari hasil proyeksi sebelumnya.
- e) Bagilah keliling elip menjadi 12 bagian, dalam ini tiap bagian tidak sama panjangnya. Titik-titik pembagian diperoleh, dengan memotongkan garis proyeksi yang sejajar sumbu tengah tadi dengan pembagian menurut keliling lingkaran. Bila titik-titik dihubungkan akan diperoleh sebuah elip. Sisi-sisi yang merupakan tali busur pada setiap pembagian menjadi tidak sama panjangnya.
- f) Selanjutnya dari sisi atas pipa oblik, proyeksikan titik-titik 1 sampai 7 ke kanan tegak lurus sumbu tengah. Demikian juga dengan sisi bawah pipa oblik.
- g) Buatlah garis 1 yang tegak lurus dengan garis proyeksi dan memotong semua garis proyeksi.

- h) Ukur panjang tali busur 1 pada elip, dan pindahkan pada titik 1 pada rencana gambar bentangan, diperoleh titik 2. Buatlah garis melalui titik 2 tegak lurus dengan garis proyeksi. Lakukan juga untuk titik-titik yang lain, demikian akan diperoleh titik-titik perpotongan antara garis proyeksi dari pembagian pada pipa oblik dengan pengukuran keliling elip.
 - i) Bila titik-titik tersebut dihubungkan akan diperoleh, garis sambungan, yang akan membentuk gambar bentangan dari pipa oblik.
4. Langkah kerja pembuatan Mal:
- a) Setelah dibuat gambar bentangan, guntinglah dengan benar dan hati-hati pada garis sambungan, jangan sampai merusak gambar.
 - b) Siapkan plat seng secukupnya, tempelkan mal kertas pada lembaran seng, jangan sampai berubah tempat. Tandai tepian mal kertas, dengan penggores atau alat lukis yang runcing dan tandanya tak mudah terhapus.
 - c) Guntinglah dengan gunting plat pada 0,5 mm di luar garis gambar atau mal kertas.
 - d) Kikirlah sehingga garis penandaan habis, biar tepat ukurannya, dan tidak tajam.
 - e) Pada bagian sambungan yang akan dilas, kikir lagi sehingga mal berkurang 1 mm, untuk rencana pengelasan.
 - f) Cobalah mal dari seng yang telah dibuat dirol sehingga membentuk pipa silinder dengan keliling bagian atas dan bawah membentuk elip. Untuk menjadi pipa oblik maka kemudian ditekan/dipukul sedikit dari samping sehingga

bagian atas dan bawah dari mal seng akan membentuk lingkaran.

- g) Periksa apakah bagian sambungan atas dan bawah sudah cocok dengan sisi pipa silinder atas dan bawah. Bila belum cocok, periksa dimana kesalahannya, perbaiki.

Gambar kerja 3



4. Kegiatan Belajar 4

Membuat mal untuk pembuatan sambungan pipa siku

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 4

Setelah mengikuti kegiatan belajar ini, siswa dapat membuat mal untuk pembuatan sambungan pipa siku (elbow). Pipa akan dibuat dari plat yang mempunyai tebal tertentu dengan jalan plat dirol. Pipa yang dibuat harus dapat dipasangkan pada pipa lain yang terstandarisasi.

b. Uraian Materi 4

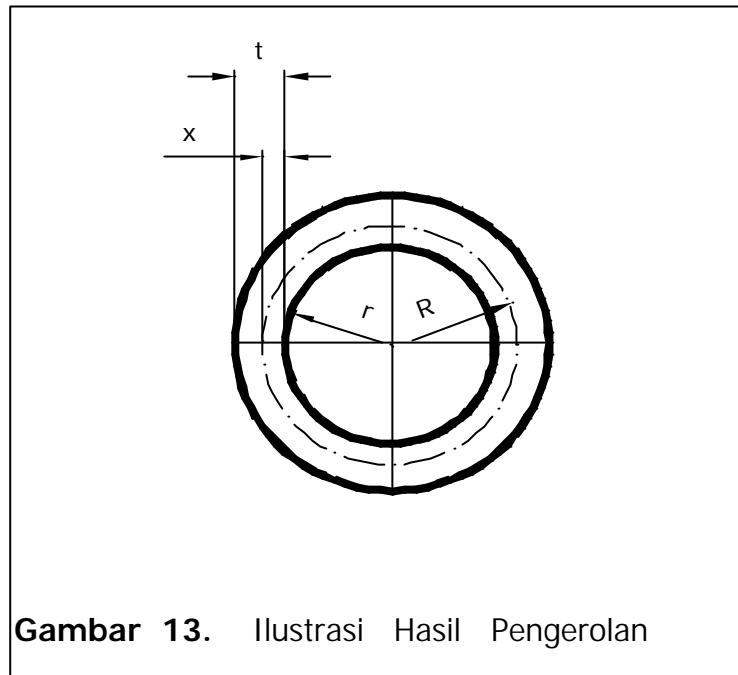
Penggunaan sambungan siku atau elbow banyak sekali dijumpai di industri atau di lapangan kerja, seperti pada saluran udara, atau saluran fluida yang lain. Elbow digunakan untuk menyambung dua pipa yang posisinya 90° , ukurannya sama. Penampang lintang dari elbow dapat berupa lingkaran atau segi empat.

Konstruksi sambungan siku ini, ada yang dirangkai dengan dilas atau dilipat, tergantung pada ukuran, material, dan kepentingannya. Ketelitian dalam pembuatan elbow juga sangat bervariasi, tergantung pada kepentingannya.

Untuk ukuran yang kecil, elbow telah banyak dijumpai dipasaran, tetapi suatu saat harus dibuat elbow karena ukurannya besar atau khusus. Pembuatan elbow dengan penampang lingkaran, dapat dilakukan dengan mengerol plat. Pengerolan plat mempunyai kemiripan dengan plat yang ditekuk, hanya sudutnya 360 derajat., keduanya terjadi penarikan pada plat bagian luar dan penekanan pada plat bagian dalam. Proses tertariknya plat pada pengerolan, menyebabkan sisi luar dari pipa menjadi bertambah, sehingga diameter pipa juga terpengaruh.

Untuk kepentingan yang teliti, maka panjang plat yang akan dirol juga perlu diperhitungkan.

Perhitungan Pada Pengerolan Plat.



Gambar 13. Ilustrasi Hasil Pengerolan

Keterangan :

T : tebal plat

X : jarak antara radius netral dengan radius dalam

R : radius garis netral

R : radius dalam

Radius Garis Netral :

$R = r + x$ --- nilai x diambil dari Tabel 1.

Panjang Bahan Total :

$$L = 2 \pi R$$

c. Rangkuman 4

Sambungan siku (elbow) berfungsi untuk menyambung dua pipa yang ukuran dan bentuknya sama, serta posisinya membentuk sudut 90 derajat.

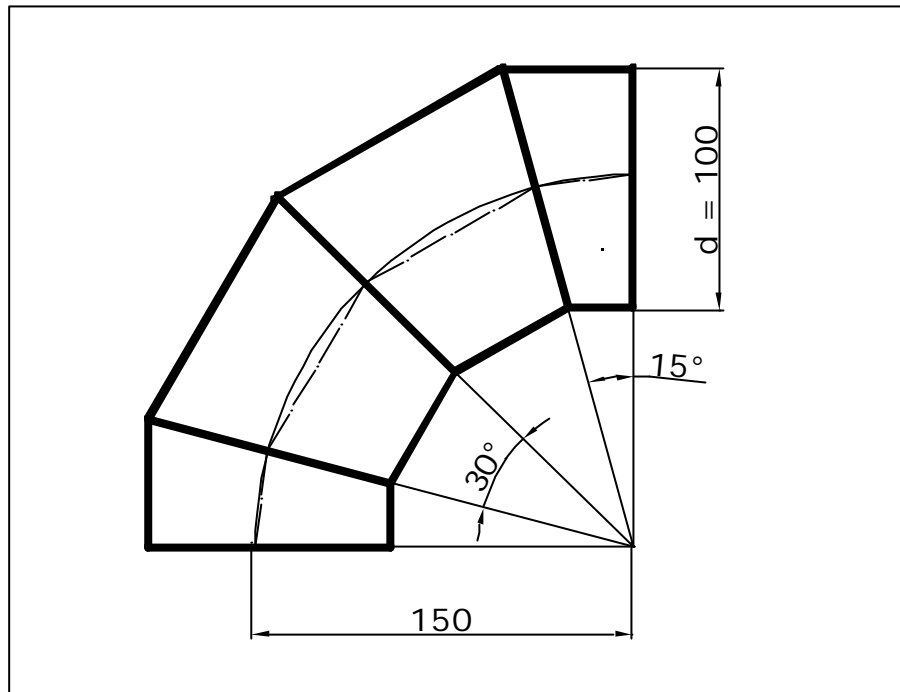
Pembuatan elbow dengan pengerolan plat, memerlukan perhitungan panjang plat.

Panjang bahan yang dibutuhkan untuk membuat pipa adalah :

$$L = 2 \cdot R = 2 \cdot (r + x) \quad \text{---} \quad x = 0,433 t \quad (\text{mild steel}). \quad \text{Jadi } L = 2 \cdot (r + 0,433 t)$$

d. Tugas 4

- 1) Buatlah gambar bentangan dan mal sebuah sambungan pipa siku (elbow), yang terdiri dari empat potong pipa silinder. Pipa mempunyai garis tengah 100 mm, bahan mild steel tebal 3 mm. Pipa akan dikerjakan dengan dirol dan disambung dengan las. Kelonggaran 0,5 mm. Ilustrasi sambungan ada di bawah ini.
- 2) Amatilah, ke empat bagian pipa siku, termasuk jenis pipa tegak atau oblik.
- 3) Amatilah, sambungan pipa –pipa mempunyai penampang lintang elip atau lingkaran.
- 4) Mengapa kedua ujung pipa siku, dibuat mempunyai sisi yang berbentuk lingkaran.
- 5) Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar
- 6) Belajarlah tentang bentuk geometris pipa tegak dan pipa oblik,
- 7) Belajarlah tentang sambungan las.
- 8) Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.



Gambar 14. Sambungan Pipa Siku (Elbow)

e. Tes Formatif 4

Pertanyaan :

1. Gambarkan seperti apa penampang lintang dari sebuah sambungan siku (elbow) .
2. Mengapa untuk sambungan elbow tersebut, dipilih pipa tegak ?
3. Dapatkah mesin rol digunakan untuk membuat pipa pada sambungan siku di atas ?
4. Bila akan dibuat pipa elbow dengan diameter luar 100 mm, tebal plat 3 mm. Berapa diameter yang digunakan untuk merencanakan malnya. Plat akan dirol membentuk sebuah pipa. Bahan dari mild steel. $x/t = 0,433$
5. Mengapa pipa penyambung, perlu dibuat simetri sudutnya, bila tak simetri apa akibatnya.

f. Kunci jawaban 4

1. Penampang lintang sebuah pipa sambungan siku adalah berbentuk lingkaran .
2. Karena elbow digunakan untuk menyambung dua pipa, yang posisinya tegak lurus dan ujungnya berpenampang lingkaran. Jadi cocok.
3. Mesin roll fungsinya merubah plat lembaran menjadi pipa lingkaran. Pipa sambungan siku di atas dapat dibuat dengan mesin rol.
4. Radius dalam $r = 50 - 3 = 47$
Radius netral $R = r + x = 47 + 0,433 t$
Karena $t = 3$ mm, maka $R = 48,299$ mm
Untuk merencanakan pipa tersebut digunakan diameter netralnya, yaitu $D = 96,598$ mm.
5. Pipa sambungan dbuat simetri sudutnya, agar sisi potongnya berbentuk elip dengan ukuran yang sama, sehingga bila disambung akan cocok. Bila sudutnya tidak sama, maka bentuk elip yang terjadi ukurannya tidak sama, tidak cocok dipasangkan.

g. Lembar Kerja 4

1. Alat-alat/Bahan yang dibutuhkan :
 - a) Kertas manila ukuran A2.
 - b) Alat tulis : pensil H runcing, pensil 2 B, spidol permanene 0,1 , sepasang penggaris segitiga, mal lengkung, gunting kertas.
 - c) Plat seng tebal 0,3 mm
 - d) Gunting plat, penggores baja, siku, kikir.,penggores, mistar baja.

2. Keselamatan Kerja

- a) Letakkan alat-alat kerja pada tempat yang disediakan, jangan sampai melukai tangan dan kertas, serta plat .
- b) kikirlah bagian tepi seng biar tak tajam, supaya ukurannya teliti dan tak melukai tangan.
- c) Jangan meletakkan gunting, jangka, penggores disaku pakaian saudara.

3. Langkah Kerja Membuat Bentangan:

- a) Gambarlah sambungan pipa siku dalam gambar proyeksi dengan benar dan teliti. Misalnya, diambil bagian sambungan pipa yang paling bawah.
- b) Bagilah lingkaran pipa menjadi 12 bagian, tandai dengan titik 1 sampai 7. Proyeksikan titik-titik itu keatas sehingga memotong garis sambungan pertama. Titik-titik perpotongannya proyeksikan lagi ke kanan tegak lurus sumbu tengah pipa bawah secukupnya.
- c) Buat juga garis proyeksi dari sisi bagian bawah pipa , sejajar dengan garis proyeksi yang lain.
- d) Buatlah sebuah garis yang tegak lurus dengan garis-garis proyeksi sebelumnya, diperoleh titik potong , sebut titik 1.
- e) Ukurlah tali busur pada pembagian 12 di setengah lingkaran bawah, pindahkan pada titik 1 pada no. 4 sehingga diperoleh titik 2, buatlah garis dari titik 2 tegak lurus garis proyeksi ke atas..
- f) Lakukan ini, untuk titik-titik yang lain, sehingga akan diperoleh titik-titik perpotongan antara 7 garis proyeksi ke kanan dengan 13 garis ke atas.
- g) Hubungkan titik-titik tersebut, sehingga akan membentuk garis sambungan pipa paling bawah dengan pipa atasnya.

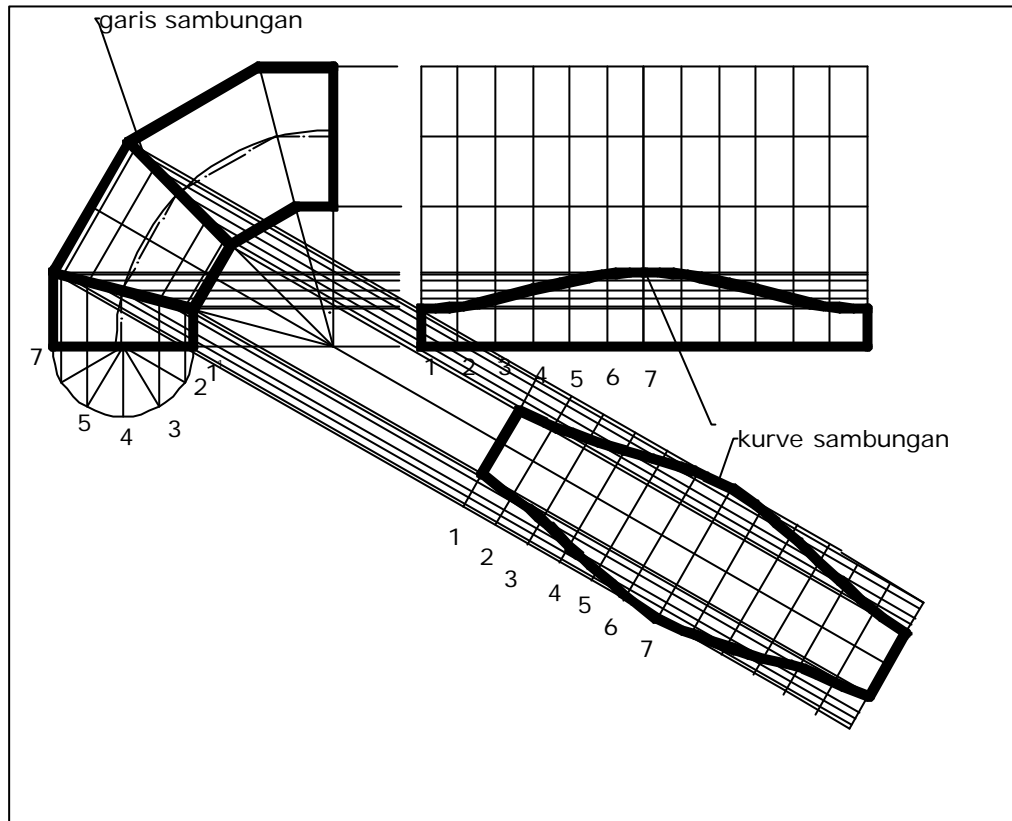
Dengan melengkapi garis-garis batas bentangan yang lain, maka diperoleh sebuah gambar bentangan sambungan pipa yang paling bawah.

4. Langkah Kerja Pembuatan Gambar Bentangan pipa nomor dua dari bawah:

- a) Buatlah garis proyeksi dari titik titik pada lingkaran bawah, ke atas sejajar dengan sumbu tengah, sampai memotong garis sambungan yang ke dua dari bawah, membentuk titik-titik potong.
- b) Dari titik-titik potong ini proyeksikan garis-garis yang tegak lurus sumbu tengah (ke kanan bawah).
- c) Selanjutnya, dari titik-titik potong pada sambungan yang di bawah, juga diproyeksikan sejajar dengan garis proyeksi sebelumnya.
- d) Buatlah sebuah garis yang tegak lurus garis proyeksi, perpotongannya ditandai dengan 1.
- e) Selanjutnya, dari pengukuran tali busur pada pembagian 6 di setengah lingkaran bawah, dipindahkan pada titik satu pada no. 4 dan lingkarkan sehingga memotong garis proyeksi paling bawah, tandai dengan titik 2. Dari titik 2 juga buat garis yang tegak lurus dengan garis proyeksi.
- f) Ulangi no.5 untuk titik-titik yang lain, sehingga akan diperoleh 7 pasang titik perpotongan untuk sambungan pertama dan 7 pasang perpotongan untuk sambungan yang kedua dari bawah.
- g) Bila titik-titik tersebut dihubungkan dihubungkan dengan benar, akan membentuk kurve sambungan yang pertama dan kedua, untuk pipa sambungan yang kedua.

- h) Sambungan pipa pertama dari atas mempunyai gambar bentangan yang sama dengan sambungan pipa paling bawah. Sedangkan sambungan pipa kedua dari atas mempunyai gambar bentangan yang sama dengan sambungan pipa kedua dari bawah.
 - i) Periksakan kepada guru, apakah gambar bentangan yang dibuat sudah benar dan dilakukan dengan teliti.
5. Langkah Kerja Membuat Mal:
- a) Setelah dibuat gambar bentangan, guntinglah dengan benar dan hati-hati pada garis sambungan, jangan sampai merusak gambar.
 - b) Siapkan plat seng secukupnya, tempelkan mal kertas pada lembaran seng, jangan sampai berubah tempat.
 - c) Tandai tepian mal kertas, dengan penggores atau alat lukis yang runcing dan tandanya tak mudah terhapus.
 - d) Guntinglah dengan gunting plat pada 0,5 mm dari garis gambar atau mal kertas.
 - e) Kikirlah sehingga garis penandaan habis, biar tepat ukurannya, dan tidak tajam.
 - f) Kikirlah lagi 0,5 mm dari tepi, pada sisi yang akan dilas.
 - g) Cobalah mal dari seng yang telah dibuat dirol sehingga membentuk pipa sambungan siku atau elbow seperti yang dikehendaki atau tidak. Bila tidak, periksa kemungkinan kesalahannya, perbaiki.

Gambar kerja 4



Gambar 14. Gambar Bentangan Sambungan Pipa Siku.

5. Kegiatan Belajar 5

Membuat gambar bentangan dan mal dari sebuah tutup box

a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 5

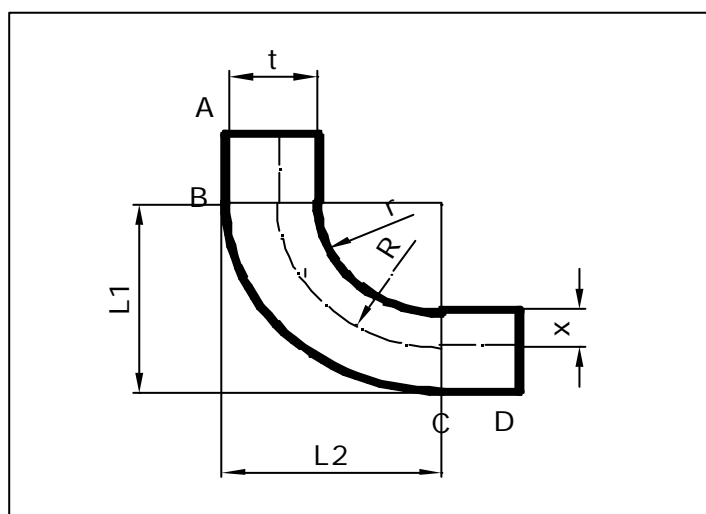
Setelah melakukan kegiatan belajar ini, siswa dapat membuat gambar bentangan dan mal dari sebuah tutup box, yang dapat mewakili pembuatan kotak atau kabinet yang mempunyai bentuk dasar prisma segi empat, dengan benar dan teliti, agar setelah dibuat sesuai dengan ukuran dan konstruksi yang dikehendaki, dengan hemat material.

b. Uraian materi 5

Suatu kotak atau kabinet, biasanya terdiri dari beberapa bagian. Bagian yang satu harus dapat dipasang dengan baik pada bagian yang lain, sehingga tercipta suatu konstruksi kabinet yang memenuhi syarat standar. Untuk itu perhitungan pada proses penekukan plat menjadi penting, karena konstruksi yang dibuat perlu penekukan plat.

Perhitungan Panjang Pada Pembentukan Plat Tipis

Gambar di bawah menunjukkan plat dalam keadaan ditekuk.



Gambar 15. Ilustrasi Hasil Proses Penekukan

Keterangan :

T : tebal plat

b-c : panjang busur garis netral

r : radius dalam

R : radius netral

X : jarak garis netral dari permukaan dalam

θ : sudut tekukan

θ : $180^\circ - \theta$

1. Perhitungan Tekukan

Panjang total bahan = AB + CD + b-c

$$\text{Panjang busur b-c} = \frac{\theta}{360^\circ} \times 2 \pi R$$

Radius garis netral :

$$R = r + x$$

Penentuan nilai x didasarkan pada jenis bahan, lihat tabel berikut:

Tabel 1. Nilai Rata-rata x/t pada $\theta = 90^\circ$

Material	x/t
Mild steel	0,433
Aluminium setengah keras	0,442
Aluminium paduan	0,348
Stainless steel	0,360

Sumber : Smith, FJM., 1081, Basic Fabrication and Welding Engineering, Hongkong : Wing Tai Cheung Printing Co. Ltd.

Panjang total bahan (L):

$$\text{Panjang AB} = L1 - (r + t)$$

$$\text{Panjang CD} = L2 - (r + t)$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang b-c} &= 0,0175 \times 90^\circ \times R \quad \text{---} \quad ? = 90^\circ \\ &= 1,575 R \end{aligned}$$

Persamaan panjang bahan total bahan (L), satu tekukan dapat dituliskan :

$$L = L1 + L2 - 2 (r + t) + b-c$$

c. Rangkuman 5

Untuk kepentingan yang teliti, seperti misalnya suatu bagian dari konstruksi, harus dipasang pada bagian yang lain, maka ketepatan ukuran dan kelonggaran harus sangat diperhitungkan.

Persamaan panjang bahan total bahan (L), satu tekukan dapat dituliskan :

$$L = L1 + L2 - 2 (r + t) + b-c$$

Keterangan :

L1, L2 : ukuran panjang yang direncanakan.

(r) : radius dalam penekukan

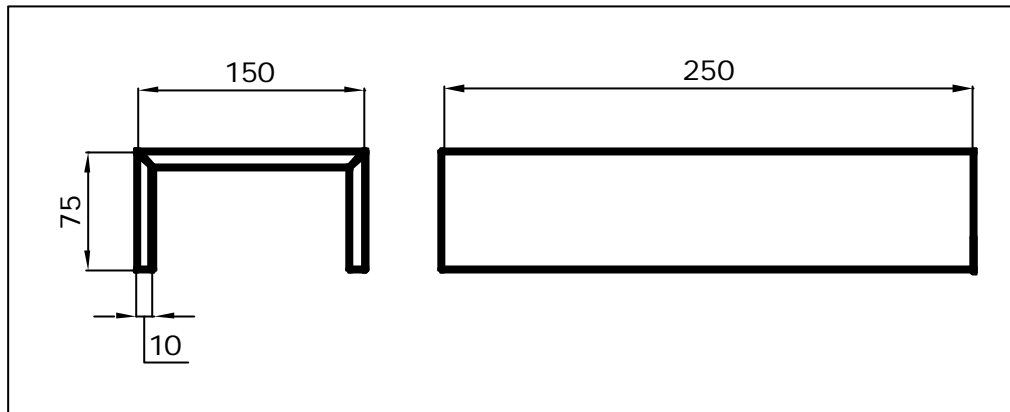
T : tebal plat

b-c : panjang busur radius netral

Catatan : jenis material, kondisi mesin penekuk dan ketepatan proses menekuk sangat ikut menentukan ukuran yang terjadi.

d. Tugas 5 :

1. Buatlah gambar bentangan dan mal dari kertas dari sebuah tutup box, seperti pada gambar. Tutup box terbuat dari plat baja lunak, tebal 1 mm. Pengerjaan dilakukan dengan mesin tekuk. Kelonggaran 0,5 mm.



Gambar 16. Tutup Box

2. Amatilah, semua sisi dari tutup box pada gambar. Apa bentuk masing-masing sisi.
3. Amatilah, pojok-pojok mana yang mengalami penekukan.
4. Pelajari apa pengaruh penekukan terhadap ukuran tutup box.
5. Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar
6. Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.

e. Tes Formatif 5

Pertanyaan :

- 1) Mengapa tidak boleh terjadi kesalahan arah penekukan ?
- 2) Apa yang terjadi secara fisik, bila plat mengalami tekukan ?
- 3) Sebutkan apa saja yang mempengaruhi besarnya penyimpangan dalam penekukan plat.
- 4) Plat lembaran tebalnya 1,2 mm, bahan mild steel akan dibuat seperti huruf U, bila lebarnya 100 mm dan tingginya 30 mm, bila mesin tekuk menghasilkan radius tekukan 2 mm. Berapa panjang plat harus dipotong.

$$L_1 = 30 \text{ mm}, L_2 = 100 \text{ mm}, L_3 = 30 \text{ mm}$$

$$T = 1,2 \text{ mm}, r = 2 \text{ mm}$$

Jumlah sisi tekuk = 3 buah

Mild steel mempunyai $x = 0,433 t$

f. Kunci jawaban formatif 5

- 1) Disamping plat tak dapat berfungsi seperti yang diharapkan, plat juga akan rusak bila ditekuk ke arah sebaliknya lagi.
- 2) Bila plat mengalami penekukan, maka secara fisik, maka sisi luar plat akan tertarik sehingga lebih panjang dan sisi dalam plat akan tertekan, sehingga memendek. Pertambahan panjangnya lebih kecil dari pada pengurangan panjangnya, sehingga secara keseluruhan plat akan bertambah panjang bila ditekuk.
- 3) Faktor yang mempengaruhi besarnya pertambahan ukuran, antara lain : jenis material, tebal plat, besarnya radius yang terjadi bila plat ditekuk (konstruksi mesin tekuk).
- 4) Tekukan

$$\begin{aligned} AB &= L1 - (r + t) \\ &= 30 - (2 + 1,2) = 26,8 \text{ mm} \\ BC/2 &= L2/2 - (r + t) \\ &= 100 /2 - (2 + 1,2) = 46,8 \text{ mm} \\ b-c &= 1,575 (r + X) \quad \text{---} \quad X = 0,433 t \\ &= 1,575 (r + 0,433 t) \\ &= 1,575 (2 + 0,433 \cdot 1,2) = 3,96837 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tekukan II.

$$\begin{aligned} BC/2 &= L2/2 - (r + t) \\ &= 100 /2 - (2 + 1,2) = 46,8 \text{ mm} \\ b-c &= 1,575 (r + X) \quad \text{---} \quad X = 0,433 t \\ &= 1,575 (r + 0,433 t) \end{aligned}$$

$$= 1,575 (2 + 0,433 \cdot 1,2) = 3,96837 \text{ mm}$$

$$CD = L3 - (r + t)$$

$$= 30 - (2 + 1,2) = 26,8 \text{ mm}$$

Jadi panjang nahan $L = 26,8 + 3,96837 + 46,8 + 46,8 + 3,96837 + 26,8 = 155,13674 \text{ mm}$.

Pada mal, besarnya b-c dibagi dua sisi yang mengapitnya .

g. Lembar Kerja 5

1) Alat-alat/Bahan yang dibutuhkan :

Kertas manila ukuran A3.

Alat tulis : pensil H runcing, pensil 2 B, sepasang penggaris segitiga, gunting kertas.

Plat seng tebal 0,3 mm

Gunting plat, penggores baja, siku, kikir, penggores, mistar baja.

2) K3

a) Letakkan alat-alat kerja pada tempat yang disediakan, jangan sampai melukai tangan dan kertas, serta plat .

b) kikirlah bagian tepi seng biar tak tajam, supaya ukurannya teliti dan tak melukai tangan.

c) Jangan meletakkan gunting, jangka, penggores disaku pakaian saudara.

3) Langkah kerja

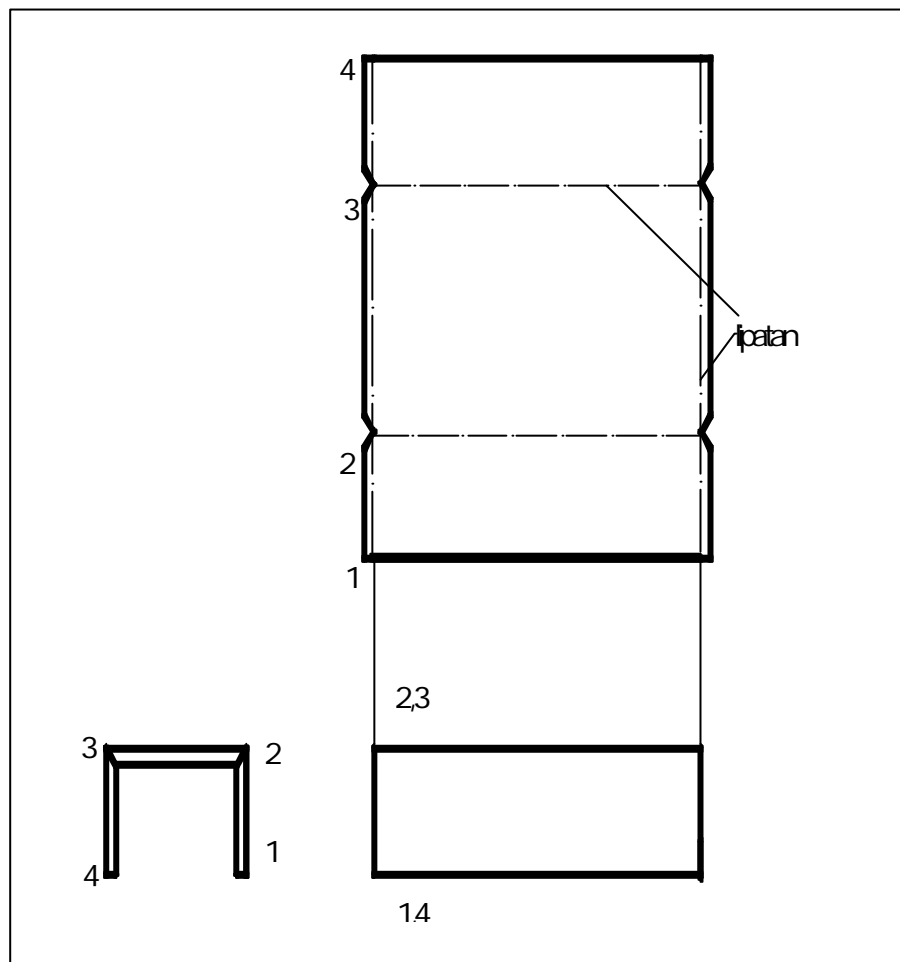
a) Gambar tutup box dalam gambar proyeksi , dengan benar dan teliti, ambilah tampak depan dan tampak samping.

- b) Proyeksikan titik-titik 1, 2, 3, dan 4, serta 1', 2', 3', dan 4' pada gambar tampak samping ke atas tegak lurus bidang datar.
- c) Buatlah garis mendatar sepanjang garis 1 sampai 1', sehingga diperoleh titik 1 dan titik 1', beberapa centimeter di atas gambar tampak samping.
- d) Ukurlah panjang garis 1 – 2 pada gambar tampak depan, dan jangkakan dari titik 1, memotong garis proyeksi, diperoleh titik 2. Dari titik ini, buat garis mendatar tegak lurus garis proyeksi, sampai titik 2'.
- e) Ukurlah panjang garis 2 – 3 pada gambar tampak depan, dan jangkakan dari titik 2 memotong garis proyeksi, diperoleh titik 3. Dari titik ini, buatlah garis mendatar yang sama di atas, sehingga sampai titik 3'.
- f) Dengan cara yang sama dengan di atas, untuk titik 4 diperoleh titik 4'.
- g) Selanjutnya untuk bagian tambahan yang ditebuk 10 mm, Tambahkan ke samping kiri dan samping kanan pada gambar bentangan yang dibuat di atas. Buatlah garis yang sejajar dengan garis proyeksi, sepanjang 1 – 4.
- h) Perpanjang garis 1- 1' sampai 4 – 4'
- i) Potonglah plat pada titik 2 dan 3 dengan sudut 45 derajat, untuk menghindari tumpang tindihnya plat setelah ditebuk.
- j) Periksalah apa gambar bentangan yang dibuat telah benar dan teliti, tanyakan kepada guru atau tutor.

4) Pembuatan Mal

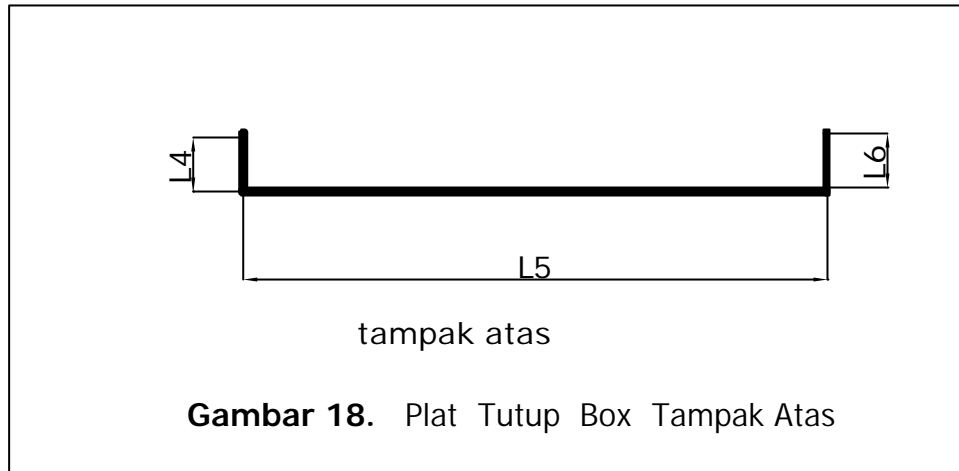
Berhubung permintaannya, hanya dibuat mal dari kertas manila yang cukup tipis, maka cukuplah gambar bentangan yang dihasilkan dipotong dengan hati-hati pada garis yang telah ditentukan.

Gambar kerja 5:



Gambar 17. Gambar Bentangan Tutup Box.

Perhitungan Plat Tutup Box Tampak Atas:



Konstruksi mempunyai 2 tekukan.

Tekukan I :

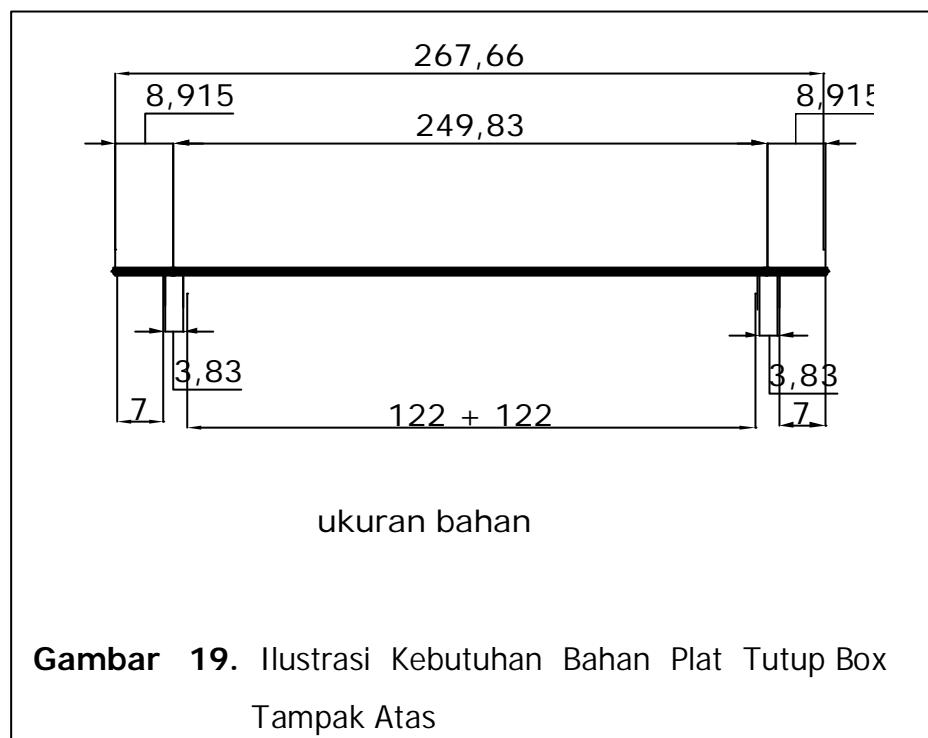
$$\begin{aligned}
 AB &= L4 - (r + t) \quad \text{-----} \quad x = 0,433 t \\
 & \qquad \qquad \qquad r = 2 \text{ mm} \quad , \quad t = 1 \text{ mm} \\
 &= 10 - (2 + 1) = 7 \text{ mm} \\
 BC/2 &= L5/2 - (r + t) \\
 &= 125 - 3 = 122 \text{ mm} \\
 b-c &= 1,575 (r + x) = 1,575 (2 + 0,433 \cdot 1) \\
 &= 3,8319 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tekukan II :

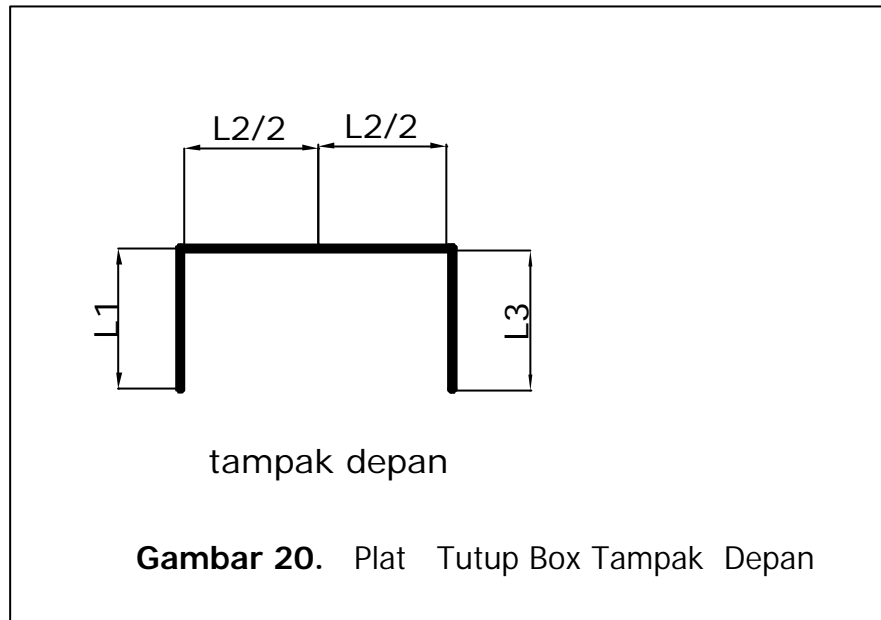
$$\begin{aligned}
 CD &= L6 - (r + t) \quad \text{-----} \quad x = 0,433 t \\
 & \qquad \qquad \qquad r = 2 \text{ mm} \quad , \quad t = 1 \text{ mm} \\
 &= 10 - (2 + 1) = 7 \text{ mm} \\
 BC/2 &= L5/2 - (r + t) \\
 &= 125 - 3 = 122 \text{ mm} \\
 b-c &= 1,575 (r + x) = 1,575 (2 + 0,433 \cdot 1) \\
 &= 3,8319 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jadi panjang bahan : $L = 7 + 3,83 + 122 + 122 + 3,83 + 7 = 267,66$ mm.

Ilustrasi ukuran kebutuhan bahan plat dari sisi panjang terlihat pada gambar berikut :



Perhitungan Plat Tutup Box Tampak Depan:



Tekukan I :

$$\begin{aligned}
 AB &= L4 - (r + t) \quad \text{-----} \quad x = 0,433 \, t \\
 & \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad r = 2 \, \text{mm} \quad , \quad t = 1 \, \text{mm} \\
 &= 75 - (2 + 1) = 72 \, \text{mm} \\
 BC/2 &= L5/2 - (r + t) \\
 &= 75 - 3 = 72 \, \text{mm} \\
 b-c &= 1,575 (r + x) = 1,575 (2 + 0,433 \cdot 1) \\
 &= 3,8319 \, \text{mm}
 \end{aligned}$$

Tekukan II :

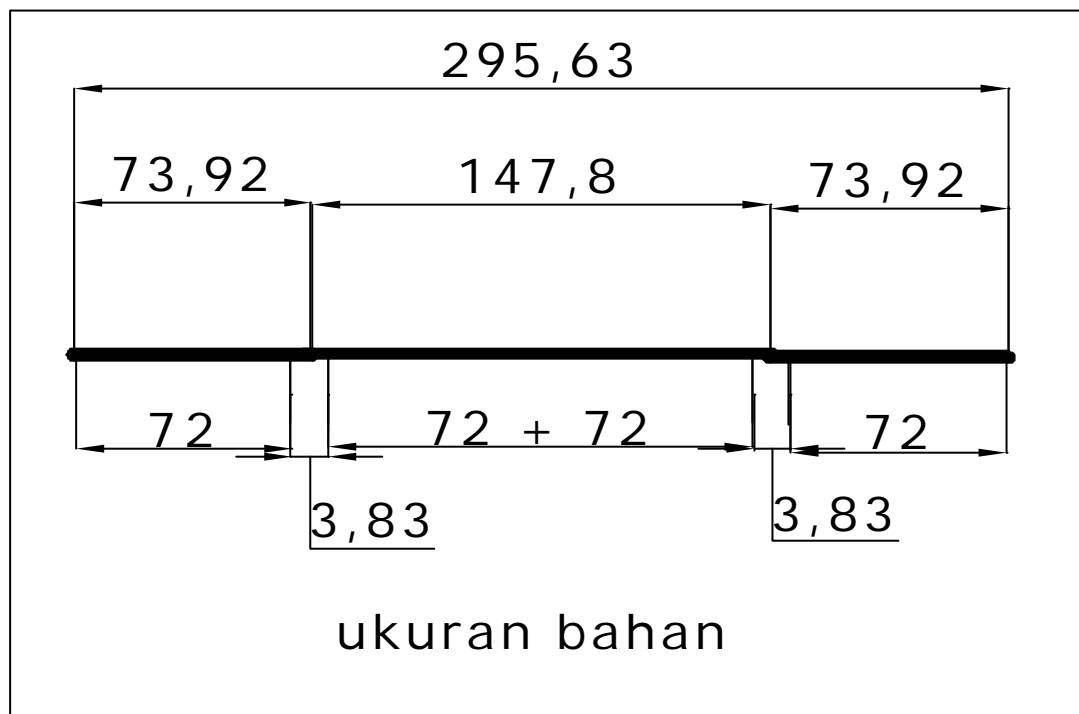
$$\begin{aligned}
 CD &= L6 - (r + t) \quad \text{-----} \quad x = 0,433 \, t \\
 & \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad r = 2 \, \text{mm} \quad , \quad t = 1 \, \text{mm} \\
 &= 75 - (2 + 1) = 72 \, \text{mm} \\
 BC/2 &= L5/2 - (r + t) \\
 &= 125 - 3 = 122 \, \text{mm}
 \end{aligned}$$

$$b-c = 1,575 (r + x) = 1,575 (2 + 0,433 \cdot 1)$$

$$= 3,8319 \text{ mm}$$

Jadi panjang bahan $L = 72 + 3,83 + 72 + 72 + 3,83 + 72 = 295,66$ mm.

Ilustrasi ukuran kebutuhan bahan plat dari sisi melintang terlihat pada gambar berikut :



Gambar 21. Ilustrasi Kebutuhan Plat dari Sisi Melintang.

BAB III EVALUASI

A. PERTANYAAN

Pertanyaan dalam rangka evaluasi hasil belajar peserta diklat atau siswa, meliputi :

1. Kognitif Skill,
2. Psikomotor Skill
3. Attitude Skill
4. Produk/benda kerja sesuai kriteria standar,
5. Batasan waktu yang telah ditetapkan.

Evaluasi kognitif skill dilakukan dengan mengadakan tes formatif, butir-butir pertanyaan dan kriteria penilaian di buat untuk setiap kegiatan Pemelajaran.

Evaluasi psikomotor skill dilakukan dengan melakukan pengamatan selama siswa melaksanakan kegiatan Pemelajaran, yang meliputi: cara menggunakan alat gambar, menghitung ukuran kelonggaran, melukis dan menandai, memilih material, membuat mal, membuat gambar bentangan, menentukan besarnya kelonggaran pada pembuatannya, mengidentifikasi dan menerapkan standar kode dan simbol pada gambar bukaan, menghitung jumlah material.

Evaluasi attitude skill dilakukan dengan pengamatan terhadap siswa selama melakukan kegiatan, yang meliputi: sikap siswa pada saat memperhatikan spesifikasi pekerjaan dengan tepat, menggunakan alat dengan tepat, menghitung kelonggaran dengan tepat, menetapkan titik awal dengan tepat, menggunakan material untuk mal dengan tepat, membuat mal sesuai dengan spesifikasi dan toleransi, menerapkan kelonggaran dengan tepat, membuat mal sesuai mesin yang

digunakan, memilih metode pembuatan gambar bentangan dengan tepat, menggunakan hasil penentuan kelonggaran pada perakitan, menggunakan stard kode dan simbol pada gambar bukaan, mengidentifikasi dan menghitung material dengan tepat.

a. Bobot Penilaian

Berikut ditunjukkan bobot penilaian hasil kegiatan Pemelajaran siswa/peserta diklat.

Bobot Penilaian Hasil Kegiatan Pemelajaran

Komponen yang dinilai	Bobot Nilai	Keterangan
Produk	70 %	5 gambar Bentangan dan Mal
Kognitif Skill	10 %	5 tes formatif
Psikomotorik Skill	10 %	Pengamatan selama proses belajar
Attitude Skill	10 %	Pengamatan selama proses belajar
Total ;	100 %	

b. Batas Waktu

Batasan Waktu yang Ditetapkan

Uraian	Waktu	Keterangan
Tes Formatif 1	0,5 jam	
Pembuatan gambar bentangan 1	12 jam	
Pembuatan mal 1	10 jam	

Total :		22,5 jam
Tes Formatif 2	0,5 jam	
Pembuatan gambar bentangan 2	10 Jam	
Pembuatan mal 2	10 jam	
Total :		20,5 Jam
Tes Formatif 3	0,5 jam	
Pembuatan gambar bentangan 3	8 jam	
Pembuatan mal 3	10 jam	
Total :		18,5 jam
Tes Formatif 4	3 jam.	
Pembuatan gambar bentangan 4	8 jam	
Pembuatan mal 4	12 jam	
Total :		23 jam
Tes Formatif 5	4 jam	
Pembuatan gambar bentangan 5	10 jam	
Pembuatan mal 5	7 jam	
Tota l:		21 jam
Keseluruhan :		104,5 jam

B. KUNCI JAWABAN

Untuk setiap tes formatif, kunci jawabannya dapat dilihat pada masing-masing kegiatan di depan. Sedangkan jawaban yang berkaitan dengan gambar bentangan, pada lembar kerja sudah disampaikan. Ada catatan bahwa gambar bentangan di depan, sekala gambarnya

tidak 1 : 1. maka dari itu, perlu instruktur atau tutor membuat terlebih dahulu gambar bentangan dengan skala 1 : 1. Demikian juga perlu dibuat mal yang benar dan teliti, untuk dibandingkan dengan hasil atau produk dari peserta diklat.

C. KRITERIA KELULUSAN

Kriteria penilaian tes formatif:

Siswa dapat menjawab dengan benar pada setiap butir, diberi skor satu, sedangkan bila tidak dapat menjawab dengan benar diberi skor nol. Siswa yang dapat menjawab semua pertanyaan dengan benar, diberi nilai : lulus, yang belum dapat, dinyatakan belum lulus.

Kriteria Penilaian Hasil Pengamatan Psikomotorik Skill dan Attitude Skill:

Peserta diklat yang tidak memenuhi syarat pada lebih dari 20 % dari komponen yang ada dinyatakan tidak lulus, dan yang memenuhi 80 % lebih dinyatakan lulus.

Kriterial Penilaian Produk :

Peserta yang dapat membuat gambar bentangan dan mal yang benar, dan memenuhi batas kelonggaran yang ditetapkan dan mal dinyatakan lulus, sebaliknya yang belum dapat memenuhi dinyatakan tidak lulus.

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

Siswa berhak memperoleh sertifikat pada modul ini :

1. Lulus tes formatif 1 sampai 5.
2. Bila telah membuat gambar bentangan pada kegiatan belajar 1 sampai kegiatan belajar 5, dengan benar dan teliti, serta tidak rusak.
3. Bila telah membuat mal untuk konstruksi seperti yang tercantum pada kegiatan di atas, dengan benar , teliti , dan tidak rusak.
4. Bila mal yang dibuat , dapat untuk mewujudkan konstruksi seperti yang tercantum pada lembar kegiatan, dibandingkan dengan kostruksi standar yang telah disediakan.
5. Pelaksanaan kegiatan dan wujud hasilnya dapat dibuktikan secara administratif.

Setelah siswa memenuhi persyaratan yang termuat dalam uraian di atas, dan memenuhi persyaratan administrasi lainnya, siswa dapat menghubungi guru atau lembaga untuk memperoleh sertifikat untuk modul yang telah dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dickason, A. . **Sheet Metal Drawing and Pattern Development.**
Piman Publishing Ltd. , London.
- French, Thomas E, Etc. 1974. **Mechanical Drawing 8 th Edition.**
McGraw-Hil Book Company, New York
- Smith, F.J.M., 1981. **Basic Fabrication and Welding Engineering .**
Wing Tai Cheung Pronting Co. Ltd., Hong Kong.
- French, Thomas E, Etc. 1974. **Mechanical Drawing 8 th Edition.**
McGraw-Hil Book Company, New York
- Verma, E. C. L. . 1977. **Engineering Drawing.** Khana Publishers, New
Delhi.