

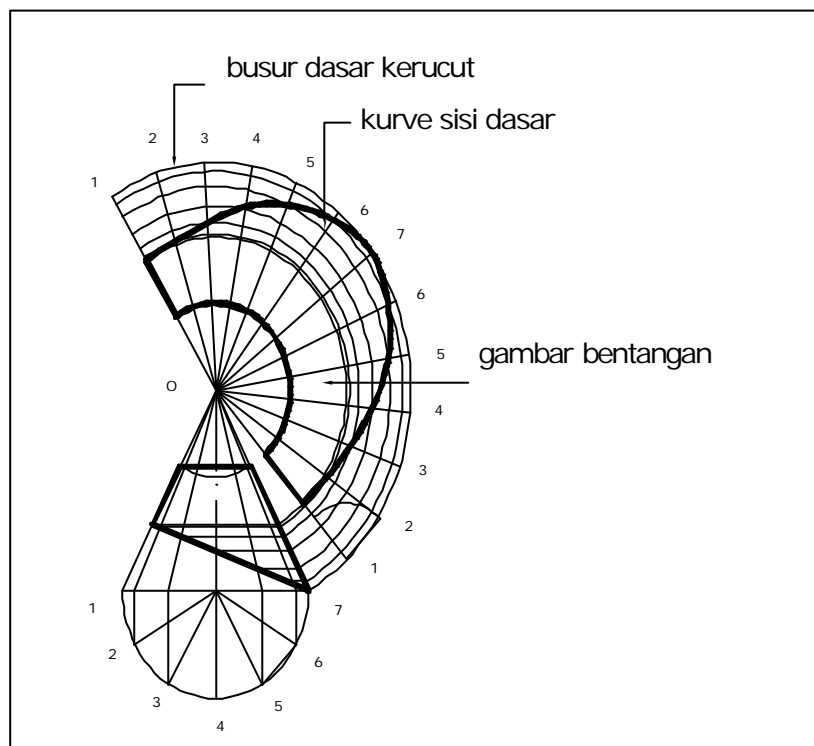


SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN  
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK MESIN  
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK PEMBENTUKAN

KODE MODUL

M5.39A

## GAMBAR BUKAAN/BENTANGAN GEOMETRI, GEOMETRI LANJUT BENDA KERUCUT/KONIS



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



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

**KODE MODUL**

**M5.39A**

# **GAMBAR BUKAAN/BENTANGAN GEOMETRI, GEOMETRI LANJUT BENDA KERUCUT/KONIS**

**TIM PENYUSUN  
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 yang disusun ini mempunyai peranan sebagai sumber belajar dan memberi kemudahan bagi siswa SMK dalam pembelajaran dengan sistem KBK, bagaimana membuat gambar bukaan/bentangan lanjut geometris benda yang berbentuk kerucut atau konis. Untuk membuat gambar bentangan benda-benda tersebut disebut dengan metode garis radial.

Dalam modul ini, diberikan dasar teori praktis pembuatan bentangan benda yang berbentuk dasar kerucut, yang meliputi kerucut tegak, kerucut oblik, dan piramid, memperhatikan persyaratan dasar suatu pekerjaan, kualitas standar, keselamatan kerja, memilih teknik yang tepat, memilih material untuk membuat mal yang tepat, menentukan kelonggaran, dan memperkirakan jumlah material yang dibutuhkan untuk mal. Tugas-tugas yang diberikan, diambil bentuk-bentuk dasar dari benda-benda yang banyak dijumpai diindustri, sehingga suatu saat siswa dapat mengembangkan sendiri pekerjaan yang berkaitan dengan pembuatan gambar bentangan benda kerucut dan pramid.

Mudah-mudahan modul ini akan dapat membantu siswa dalam proses belajar, dan membantu tutor/guru dalam menciptakan proses belajar yang efektif sehingga kompetensi yang diharapkan akan tercapai. Amien.

Yogyakarta, Desember 2004  
Penyusun,

Tim Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN FRANCIS .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL.....	vii
GLOSSARIUM.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
A. DESKRIPSI.....	1
B. PRASYARAT .....	1
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL.....	2
1. Penjelasan Bagi Siswa .....	3
2. Peran Guru Antara Lain.....	3
D. TUJUAN AKHIR.....	4
E. KOMPETENSI .....	5
F. CEK KEMAMPUAN .....	8
BAB II. PEMELAJARAN .....	9
A. RENCANA BELAJAR SISWA.....	9
B. KEGIATAN BELAJAR.....	10
1. Kegiatan Belajar 1 Melukis Gambar Bentangan & Membuat Mal Untuk Pembuatan Cerobong.....	10
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1.....	10
b. Uraian Materi 1 .....	10
c. Rangkuman 1 .....	19
d. Tugas 1.....	19

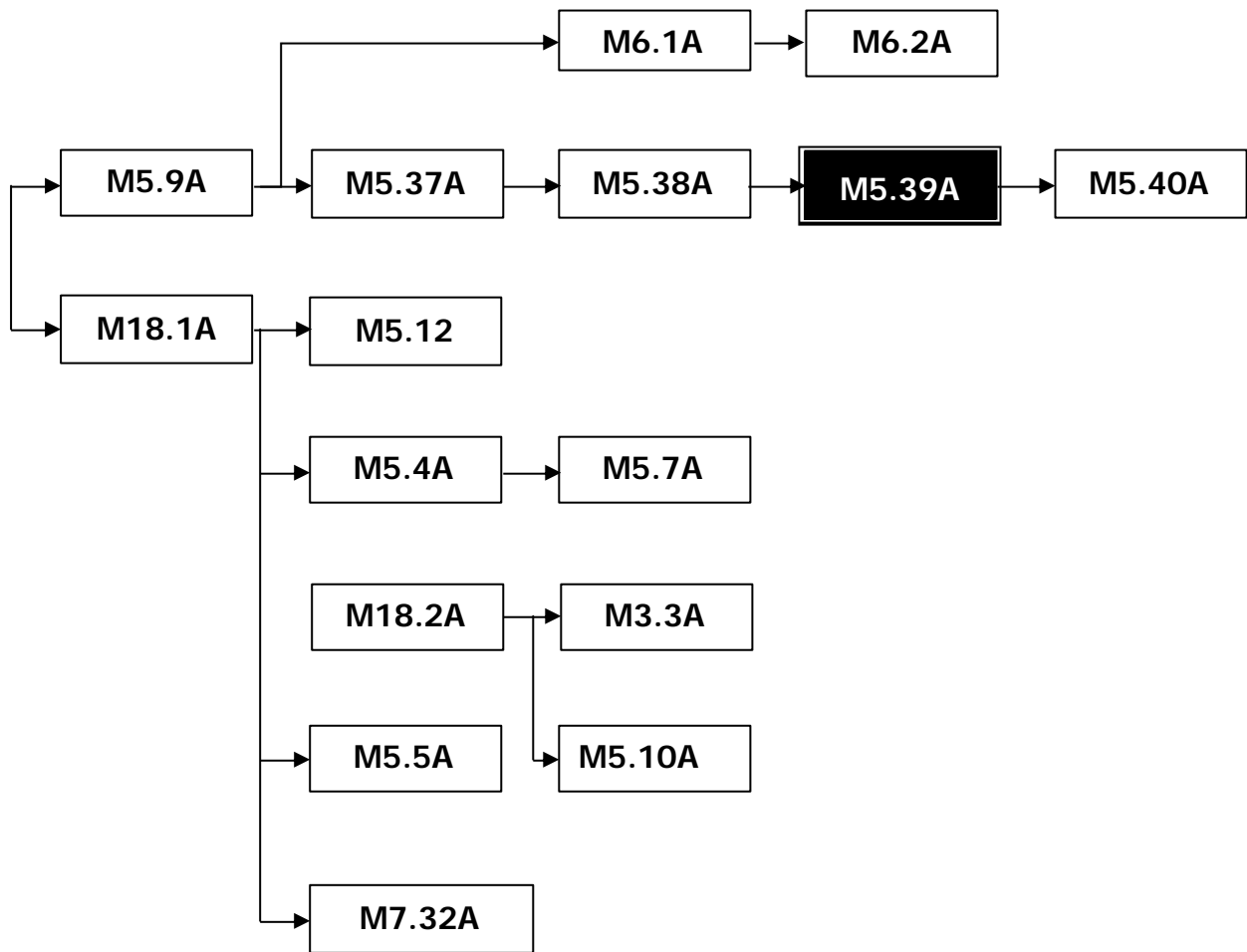
e. Tes Formatif 1 .....	20
f. Kunci Jawaban Formatif 1 .....	21
g. Lembar Kerja 1 .....	22
2. Kegiatan Belajar 2 Melukis Gambar Bentangan & Membuat Mal Kerucut Optik.....	27
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2.....	27
b. Uraian Materi 2 .....	27
c. Rangkuman 2 .....	30
d. Tugas 2.....	30
e. Tes Formatif 2 .....	31
f. Kunci Jawaban Formatif 2 .....	32
g. Lembar Kerja 2 .....	32
3. Kegiatan Belajar 3 Membuat Gambar Bukaan atau gambar bentangan suatu cerobong .....	37
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 3.....	37
b. Uraian Materi 3 .....	37
c. Rangkuman 3 .....	42
d. Tugas 3.....	43
e. Tes Formatif 3 .....	44
f. Kunci Jawaban Formatif 3 .....	44
g. Lembar Kerja 3 .....	45
4. Kegiatan Belajar 4 Membuat Mal untuk Pembuatan Sambungan Pipa Siku.....	51
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 4.....	51
b. Uraian Materi 4 .....	51
c. Rangkuman 4 .....	51

d. Tugas 4.....	51
e. Tes Formatif 4 .....	53
f. Kunci Jawaban Formatif 4 .....	53
g. Lembar Kerja 4 .....	54
5. Kegiatan Belajar 5 Membuat Gambar Bentangan Dan Mal Suatu Konstruksi Corong Mesin.....	61
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 5.....	61
b. Uraian Materi 5 .....	61
c. Rangkuman 5 .....	61
d. Tugas 5.....	61
e. Tes Formatif 5 .....	62
f. Kunci Jawaban Formatif 5 .....	63
g. Lembar Kerja 5 .....	63
 BAB III. EVALUASI.....	69
A. PERTANYAAN.....	69
B. KUNCI JAWABAN.....	71
C. KRITERIA PENILAIAN .....	71
 BAB IV. PENUTUP.....	73
DAFTAR PUSTAKA .....	74

## 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**

- Elips* : 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.
- Kerucut* : suatu bentuk geometris yang sisi dasarnya berbentuk lingkaran dan sisi miringnya menyatu di satu titik.
- Kerucut tegak* : kerucut yang penampang lintangnya mempunyai bentuk lingkaran dan yang sama bentuknya sepanjang kerucut tersebut.
- Kerucut Oblik* : kerucut yang penampang lintangnya berbentuk elip dan penampang menurut garis potong sejajar sisi dasarnya, berbentuk lingkaran
- 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 .
<i>Metode garis sejajar</i>	: cara membuat gambar bentangan dengan memanfaatkan garis-garis sejajar pada gambar proyeksi
<i>Metode garis radial</i>	: cara membuat gambar bentangan dengan memanfaatkan segi tiga –segi tiga yang dapat dilukiskan bidang permukaan benda
<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>Piramid segi empat</i>	: bentuk geometris yang mempunyai bentuk segi empat dan mengecil pada puncaknya, sehingga sisi pojoknya menyatu di satu titik
<i>Piramid tegak</i>	: piramid yang penampang lintangnya mempunyai bentuk yang sama dengan penampang sisi dasarnya.
<i>Piramid oblik</i>	: piramid yang penampang lintangnya tidak sama bentuk dengan sisi dasarnya. Sedangkan potongan yang sejajar dengan sisi dasar piramid, bentuknya sama.
<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

- Silinder oblik* : silinder bila dipotong tegak lurus sumbu, berbentuk elip, keduanya ujungnya berbentuk lingkaran
- Skala gambar* : perbandingan ukuran pada gambar dengan ukuran benda sesungguhnya.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. DESKRIPSI**

Modul ini berjudul Gambar Bukaan/Bentangan Geometri, Geometri Lanjut Benda Kerucut/konis. 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 kerucut adalah benda-benda yang mempunyai bentuk geometris dasar kerucut atau konis, termasuk pada kelompok ini adalah benda yang berbentuk piramid.

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 kerucut atau piramid, 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, 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, parabola, dan hiperbola.
6. Menentukan keliling bentuk persegi panjang, lingkaran, dan elip.
7. Melukis garis perpotongan antar dua benda.
8. Kemauan bekerja secara teliti dan benar.

### **C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL**

#### **1. Petunjuk Bagi Siswa**

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

- a. Bacalah yang menjadi tujuan dari kegiatan pembelajaran.
- 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**

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 kerucur /konis atau piramid dengan benar, bila mal dikonstruksi akan membentuk benda yang diinginkan, dengan penyimpangan ukuran sedikit mungkin. Bahan dibuat dari kertas atau plat tipis.

## E. KOMPETISI

Kompetensi yang akan dicapai terlihat pada matriks sebagai berikut:

KOMPETENSI : Gambar bukaan/bentangan lanjut – benda kerucut/konis  
 KODE : M.5.39A  
 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"> <li>1. Sumber Informasi meliputi, kode standar, buku-buku pedoman, model yang tersedia.</li> <li>2. K3 meliputi penerapan standar kualitas pekerjaan dan penerapan keselamatan kerja dan prosedur bengkel dipatuhi.</li> <li>3. Sumber-sumber termasuk alat-alat gambar, material-material mal, pelat lembaran.</li> <li>4. Melakukan pekerjaan ditempat kerjanya meliputi :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>? Memindahkan ukuran ke gambar detil sesuai dengan prosedur.</li> <li>? Membuat model sesuai dengan bentuk yang diinginkan.</li> <li>? Membuat bukaan mal sesuai dengan bentuk benda.</li> <li>? Menghitung jumlah material yang diperlukan dengan efisien.</li> </ul> </li> </ol>						

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	? Spesifikasi dan persyaratan kerja ? Keselamatan kerja pada bengkel ? Perkakas dan peralatan gambar bentangan ? Perhitungan kelonggaran ? Perkakas dan peralatan	? Memperhatikan spesifikasi pekerjaan dengan tepat ? Menggunakan alat dan perlengkapan yang tepat pada waktu membuat bukaan/bentangan	? Spesifikasi dan persyaratan pekerjaan ? Keselamatan kerja pada bengkel ? Alat-alat gambar ? Teknik menghitung	? Menggunakan alat gambar ? Menghitung ukuran kelonggaran berdasarkan tebal material, bengkokan, jarak bagi, sudut, keliling atau batas



	<p>dilakukan dengan 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>gambar bentangan</p> <p>? Prosedur pengambilan titik awal sebagai titik patokan penggambaran</p>	<p>? Menggunakan 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>kelonggaran</p> <p>? Teknik membuat bentangan</p> <p>? Teknik menentukan titik awal pada pembuatan gambar bentangan</p>	<p>pinggir</p> <p>? Menentukan dan menandai untuk kelonggaran</p> <p>? Menggunakan hasil perhitungan kelonggaran 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>? Teknik membuat bukaan pola dengan menggunakan teknik : - Garis sejajar</p>	<p>? Memilih metode pembuatan gambar bentangan sesuai dengan objek yang</p>	<p>? Metode membuat gambar bentangan - Garis sejajar</p>	<p>? Membuat gambar bentangan</p> <p>? Menentukan besarnya kelonggaran pada</p>

	? Kelonggaran fabrikasi dan perakitan ditentukan dan dilakukan ke benda kerja dengan tepat	- Radial - Sistem Segitiga ? Teknik menentukan allowances/kelonggaran	akan dibuat ? Menggunakan hasil penentuan kelonggaran pada perakitan	- Radial - Sistem Segitiga ? Prosedur menentukan kelonggaran pada fabrikasi dan perakitan	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

## **F. CEK KEMAMPUAN**

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

1. Apakah ciri dari kerucut /piramid tegak?
2. Apakah kegunaan bentuk kerucut/piramid tegak?
3. Bagaimana membuat gambar kerucut/piramid tegak dalam gambar proyeksi ortogonal ?
4. Bagaimana melukis garis sambungan atau garis perpotongan, bila ada kerucut/piramid tegak berpotongan dengan bentuk geometris yang lain, yang membentuk suatu benda ?
5. Bagaimana membuat gambar bentangan benda-benda kerucut/ piramid tegak ?
6. Apakah ciri dari kerucut/piramid oblik ?
7. Apakah kegunaan bentuk kerucut/piramid oblik?
8. Bagaimana membuat gambar kerucut/piramid oblik dalam gambar proyeksi ortogonal ?
9. Bagaimana melukis garis sambungan atau garis perpotongan, bila kerucut/piramid oblik berpotongan dengan bentuk geometris yang lain, yang membentuk suatu benda ?
10. Bagaimana membuat gambar bentangan benda-benda kerucut/ piramid 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

Rencanakanlah setiap kegiatan belajar anda dengan mengisi tabel di bawah ini dan mintalah bukti belajar guru jika telah selesai mempelajari setiap kegiatan belajar.

<b>Jenis kegiatan</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Waktu</b>	<b>Tempat belajar</b>	<b>Alasan perubahan</b>	<b>Tanda tangan guru</b>
melukis gambar bentangan, membuat mal cerobong					
melukis gambar bentangan dan membuat mal kerucut oblik					
gambar bentangan cerobong					
Membuat mal untuk pembuatan sambungan pipa siku (elbow).					
Membuat gambar bentangan dan mal suatu konstruksi corong mesin					

## **B. KEGIATAN BELAJAR**

### **1. Kegiatan Belajar 1**

**Melukis gambar bentangan, membuat mal untuk pembuatan cerobong**

#### **a. Tujuan kegiatan pembelajaran 1**

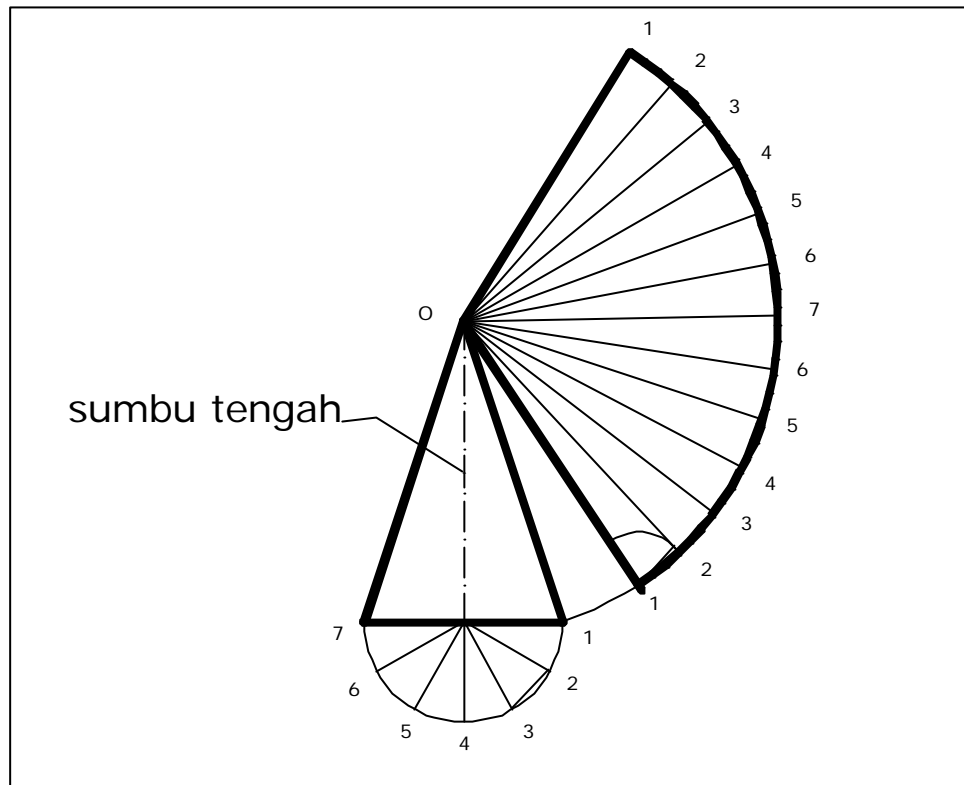
Setelah siswa belajar dengan modul ini, siswa dapat melukis gambar bentangan, membuat mal untuk pembuatan cerobong dengan konstruksi kerucut tegak, yang berfungsi menyalurkan gas dari sebuah ruangan ke udara luar.

#### **b. Uraian materi 1**

Pembuatan Gambar Bentangan Dengan Metode Garis Radial

Cara membuat gambar bentangannya:

1. Buat lebih dulu gambar proyeksinya, gambarlah dari tampak muka, beri tanda ujungnya dengan O.
2. Bayangkan bila kerucut/piramid digelindingkan sesuai arah anak panah, maka akan terbentuk bentangan permukaan kerucut pada bidang datar. Karena garis tengah kerucut tidak sama ukurannya, maka kerucut akan menggelinding membentuk lingkaran radial. Gambar bentangan menjadi seperti yang tampak pada gambar 1. Perhatikan titik-titik 1,2 sampai 7. Garis-garis dari titik O ke titik 1-7, sering disebut garis radial, pada bidang permukaan kerucut akan membantu dalam membuat gambar bentangan.



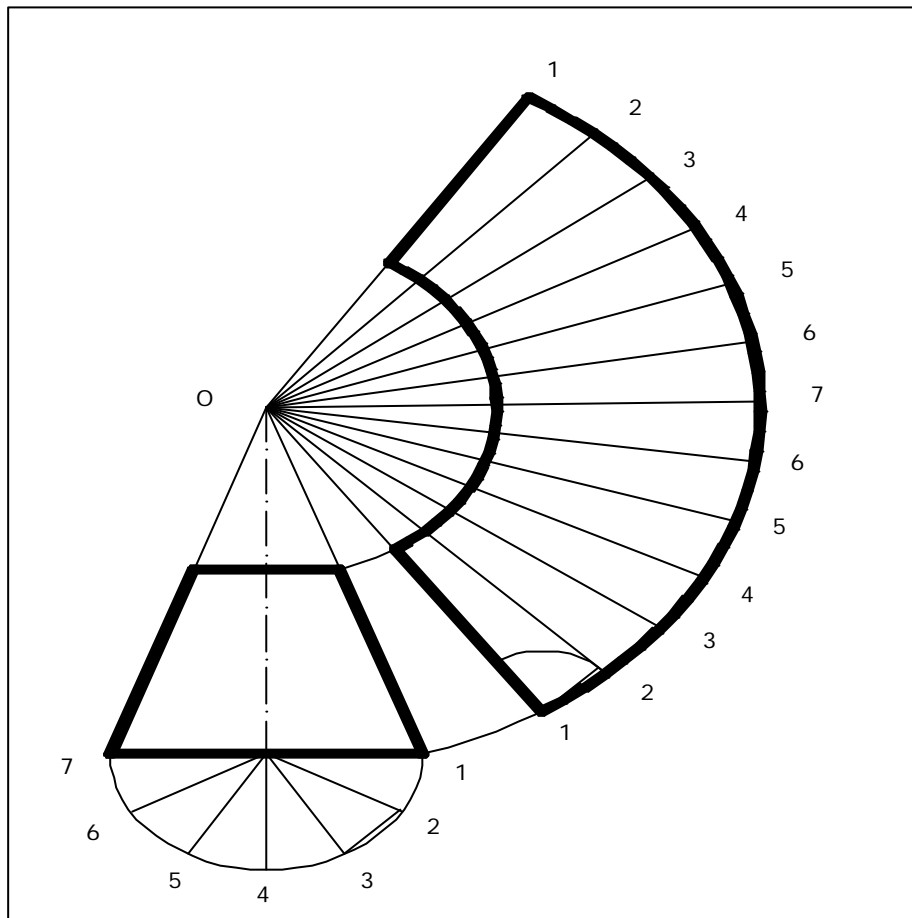
**Gambar 1.** Kerucut dan Gambar Bentangnya.

3. Bagilah lingkaran bawah dari kerucut menjadi beberapa bagian yang sama, misalnya menjadi 12 bagian. Bila telah memahami proyeksi, boleh saja dibagi menjadi berapa saja, dan tidak harus sama, hanya secara teknis sering lebih sulit. Bila dibuat garis masing-masing dari titik 0 ke titik-titik 1 sampai tujuh. maka pada bidang permukaan kerucut akan ada 12 garis, hanya setengahnya yang dapat dilihat dari tampak depan dari kerucut.
4. Perhatikanlah bahwa panjang garis yang terlukis di atas, tidak mempunyai panjang yang sama. Ini diakibatkan posisi bidang kerucut yang sebenarnya tidak sejajar dengan bidang gambar atau bidang proyeksi. Permasalahannya garis mana yang mewakili untuk melukiskan radius lingkaran bawah

kerucut. Untuk membuat gambar bentangannya, pilihlah sebuah garis yang paling tepi, yang panjangnya sudah benar, gunakan untuk membuat lingkaran yang berpusat di O, titik O dapat dipilih dimana saja. Pemilihan titik O seperti pada gambar, diambil praktisnya saja. Cara ini sering justru menyulitkan pengaturan tata letak gambar.

5. Ukurlah tali busur pada lingkaran bawah, misal dari titik 2 ke 3, pindahkan ke lingkaran yang telah dibuat sebelumnya, berulang-ulang sehingga diperoleh titik 1, 2, .....,1. Maka garis O-1T, merupakan garis awal dan garis akhir yang nanti akan menyatu membentuk kerucut bila gambar bentangan yang dibuat, diubah jadi mal, digulung kembali .

Pada gambar berikut, dibuat gambar bentangan kerucut yang ujungnya terpotong tegak lurus dengan sumbu tengah kerucut. Cara menggambar gambar bentangannya sama dengan cara sebelumnya. Untuk melukis sisi atas dari kerucut, ukur saja dari titik O sampai ujung atas kerucut terpotong pada garis yang paling tepi (panjang sebenarnya). Lingkarkan pada lingkaran kerucut yang telah dibuat dengan cara sebelumnya, maka akan diperoleh gambar bentangan kerucut terpotong seperti pada gambar.

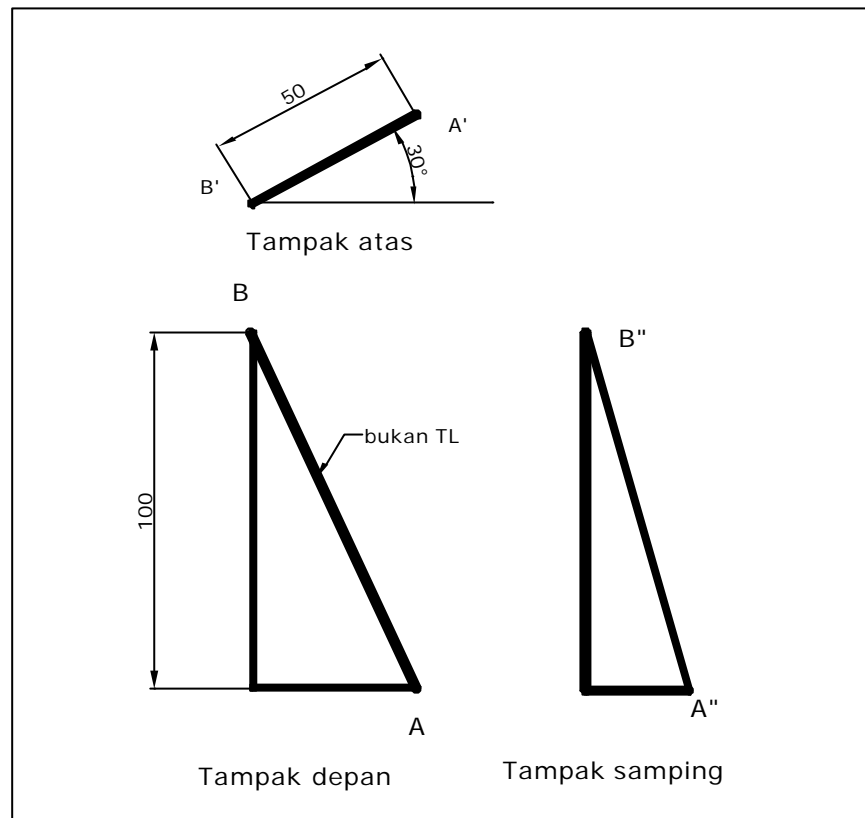


**Gambar 2.** Kerucut Terpotong dan Gambar Bentangannya.

### 1). Cara Penentuan Panjang Garis Sebenarnya

Ada dua macam cara untuk mencari besarnya panjang sebenarnya suatu garis, yaitu: dengan lukisan dan dengan rumus Pythagoras (perhitungan). Sebagai contoh ditunjukkan benda sederhana yang terlihat seperti pada gambar proyeksi berikut:





**Gambar 3a.** Menentukan TL

Perhatikan pada gambar bahwa :

AB = tidak panjang sebenarnya = bukan TL

A'B' = tidak panjang sebenarnya = bukan TL

A''B'' = tidak panjang sebenarnya = bukan TL

Ketiga panjang garis tersebut, panjangnya kalau diukur belum menunjukkan panjang yang sebenarnya, sehingga belum dapat digunakan untuk membuat gambar bentangan.

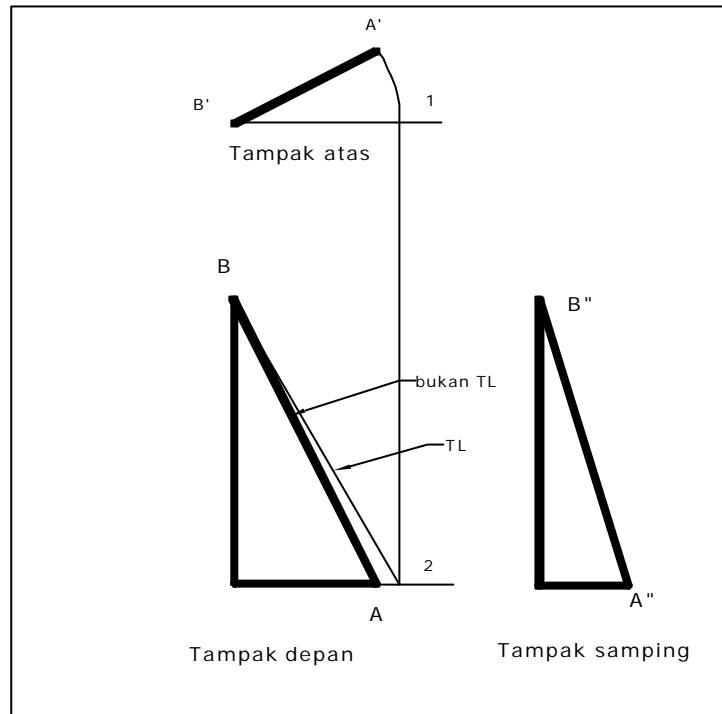
Beberapa cara mencari TL (true length) atau panjang sebenarnya:

Rumus Pythagoras :

$$TL = \sqrt{(A'B'^2 + A''B''^2)} = \sqrt{(50^2 + 100^2)} = 111,8 \text{ mm}$$

Bandingkan panjang dari ketiga garis di atas, berbeda ?

a) Cara gambar proyeksi 1 :

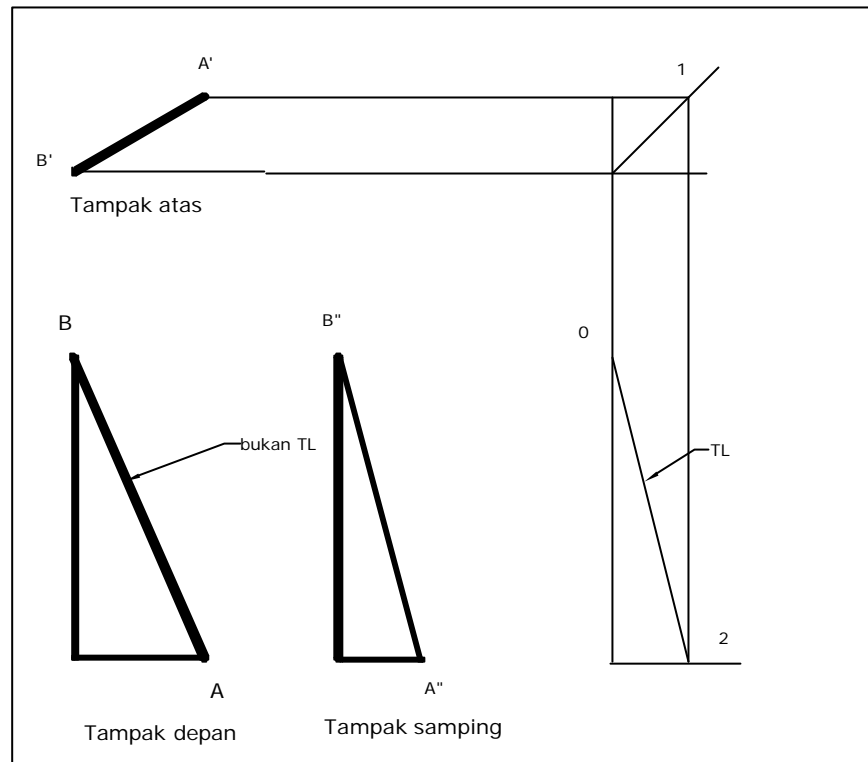


**Gambar 3b.** Menentukan TL

Langkah melukis TL:

- Gambar benda dalam gambar proyeksi ortogonal, tampak depan, tampak samping, dan tampak atas.
- Dari gambar tampak atas, berpusat pada titik  $A'$  buatlah busur lingkaran sampai memotong garis mendatar pada titik 1.
- Proyeksikan titik 1 tersebut ke gambar tampak depan sampai memotong garis datar di bawah, titik 2.
- Buatlah garis dari titik B ke titik 2, maka garis ini telah mempunyai panjang garis sebenarnya (TL)

b) Cara gambar proyeksi 2:

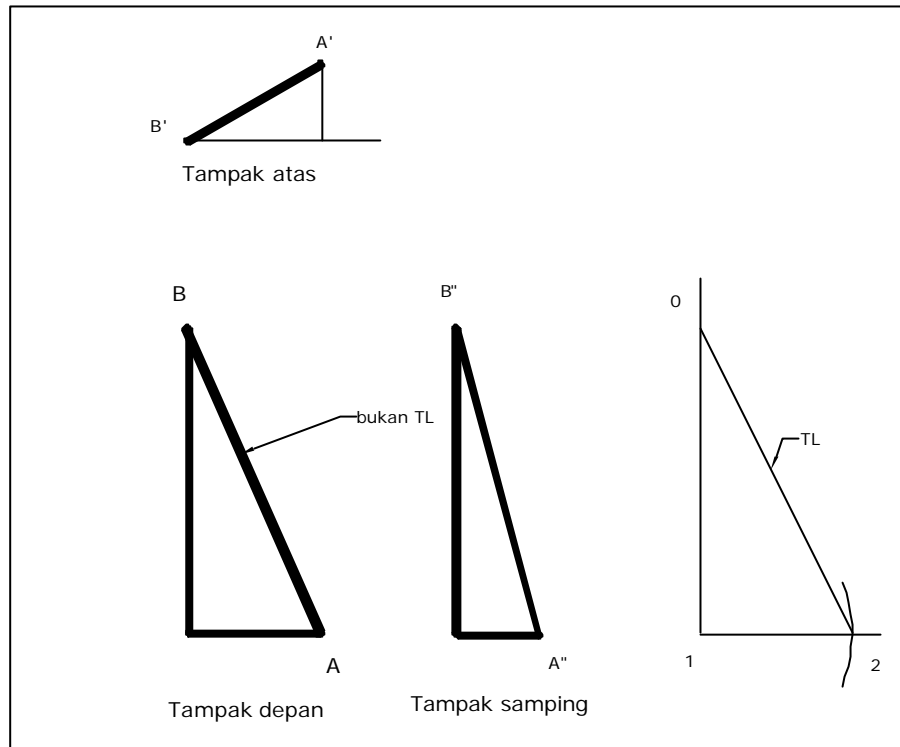


**Gambar 3c.** Menentukan TL

Langkah melukis TL :

- Melukis gambar proyeksi dari benda,
- Proyeksikan titik B' ke kanan tegak lurus, sehingga memotong garis yang bersudut  $45^\circ$  dengan garis datar, tandai titik 1.
- Titik 1 diproyeksikan ke bawah sehingga memotong garis datar di bawah, tandai titik 2.
- Hubungkan titik 2 dengan titik 0 yang diperoleh dari proyeksi titik B dengan sebuah garis. Maka garis yang terlukis adalah garis yang telah mempunyai panjang sebenarnya.

c) Cara gambar proyeksi 3:



**Gambar 3d.** Menentukan TL

Langkah melukis TL:

- Gambar benda dalam gambar proyeksi,
- Pindahkan panjang garis  $A'B'$  pada gambar tampak atas, ke titik 1 dan lingkarkan busur sehingga memotong garis mendatar di bawah, tandai titik 2.
- Proyeksikan titik B ke titik 0, Hubungkan 0 dengan titik 2 dengan sebuah garis. Maka garis itu telah mempunyai panjang garis yang sebenarnya.

## **2).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. Cara melukis garis perpotongan, dipelajari pada saat belajar gambar proyeksi.

Gambar bentangan atau mall, digunakan berkaitan dengan pembuatan konstruksi benda yang menggunakan plat, misalnya: corong, cerobong, saluran udara atau gas, saluran air, kotak-kotak, kabinet, dan sebagainya.

## **3).Hubungan Cara Pengerjaan dengan Mal yang akan dibuat.**

Pengerjaan konstruksi tersebut melibatkan, penekukan, pelipatan, pengerolan, pelubangan, pembuatan profil, dan penyambungan. Proses pembentukan sering mengakibatkan ukuran benda menjadi bertambah. Penekukan atau pengerolan plat menyebabkan plat berubah bentuk dan berubah ukurannya. Perubahan yang berupa penambahan panjang plat, perlu diperhitungkan dalam menentukan kebutuhan plat sebelum ditekuk atau dirol. Bila diinginkan ketelitian ukuran, maka perhitungan ditekankan pada bagian yang akan disambung atau dipasangkan. Ketelitian ukuran sering menjadi bukan hal yang penting, yang lebih penting adalah ketepatan ukuran agar suatu komponen yang satu terpasang secara tepat pada komponen yang lain. Teori tentang perhitungan pengerolan dapat dibaca pada modul sebelumnya.

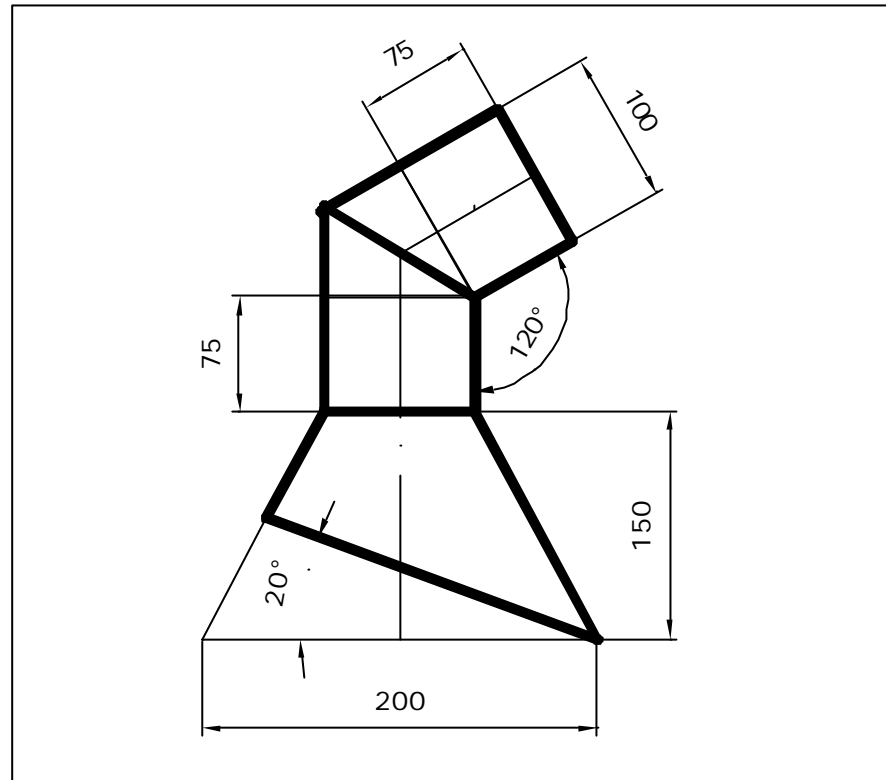
### **c. Rangkuman 1**

- ? Hal yang penting dalam pembuatan gambar bentangan dan mal dari sebuah konstruksi cerobong yang terdiri dari : kerucut tegak dan pipa atau silinder tegak adalah :
- ? Menggambar konstruksi cerobong dalam gambar proyeksi dengan benar dan teliti.
- ? Menentukan garis mana yang telah panjang sebenarnya dan yang belum sebenarnya.
- ? Mengetahui proses pembentukan dan penyambungan cerobong yang akan dibuat, material, serta kelonggaran ukuran yang diinginkan.

### **d. Tugas 1**

1. Akan dibuat suatu cerobong seperti pada gambar berikut ini. Cerobong dibuat dari plat mild steel dengan tebal 1,2 mm, dengan proses pengerolan dan pengelasan oksasi-asitilin. Cerobong terdiri dari pipa silindris dan kerucut. Kelonggaran sebesar - 0,5 mm. Buatlah gambar bentangannya, mal akan dibuat dari plat seng yang tipis.
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 kerucut,
6. Belajarlah membagi busur lingkaran secara perhitungan dan secara lukisan.

7. Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.



**Gambar 4.** Cerobong –Kerucut Tegak

**e. Tes formatif 1**

Pertanyaan :

1. Gambarkan seperti apa penampang lintang sebuah kerucut tegak.
2. Jelaskan hubungan antara kerucut dengan bentuk elip.
3. Jelaskan hubungan antara kerucut dengan bentuk parabola atau hiperbola.
4. Bagaimana menghitung keliling lingkaran ?
5. Pada sudut sambungan yang bagaimana, agar kerucut dapat disambung dengan pipa silinder ?
6. Mengapa dalam membuat gambar bentangan /mal diambil skala gambar 1 : 1 ?

7. Mengapa ketepatan dalam kesejajaran dan kesikuan garis , serta ketelitian ukuran menjadi sesuatu yang sangat-sangat penting dalam membuat gambar bentangan ?
8. Tunjukkan sisi/garis mana saja pada kerucut yang dapat digunakan secara langsung pada pembuatan gambar bentangannya.

**f. Kunci jawaban tes formatif 1**

1. Penampang lintang sebuah kerucut adalah sebuah lingkaran, (siswa dapat membuat lukisan).
2. Elip adalah bentuk yang terjadi bila sebuah kerucut dipotong miring.
3. Parabola terjadi bila sebuah kerucut dipotong sejajar dengan sisi kerucut, sedangkan hiperbola adalah bentuk yang terjadi bila sebuah kerucut dipotong sejajar dengan sumbu tengah kerucut.
4. Keliling lingkaran dapat dihitung dengan rumus:  $2 \pi R$ .
5. Sebuah kerucut akan dapat disambung dengan sebuah pipa silinder, bila kedua sisi yang akan disambung membentuk bentuk geometris dan ukuran yang sama. Kerucut dapat disambung dengan silinder, bila sumbu tengahnya sama dengan sumbu tengah dari silinder (sudutnya nol). Kerucut juga dapat disambung dengan sudut sedemikian sehingga sisi elip dari kerucut bertepatan dengan sisi elip dari silinder.
6. Bila dalam melukis garis sejajar atau garis siku tidak tepat dan teliti, maka akibatnya, gambar proyeksi atau gambar bentangan yang dihasilkan tidak benar.



7. 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.
8. Garis yang sudah mempunyai panjang sebenarnya, adalah sisi bagian bawah dari kerucut (lingkaran), dan sisi paling tepi dari kerucut (seperti gambar di atas). Tinggi kerucut dan juga mempunyai ukuran yang sebenarnya.

#### **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, gunting plat yang dapat menggunting bentuk lengkung.
  - e) Model pipa silinder yang akan disambung.
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 Gambar Bentangan dan Mal
  - a) Gambar kembali bagian kerucut (cerobong) yang akan dibuat gambar bentangannya dalam bentuk gambar

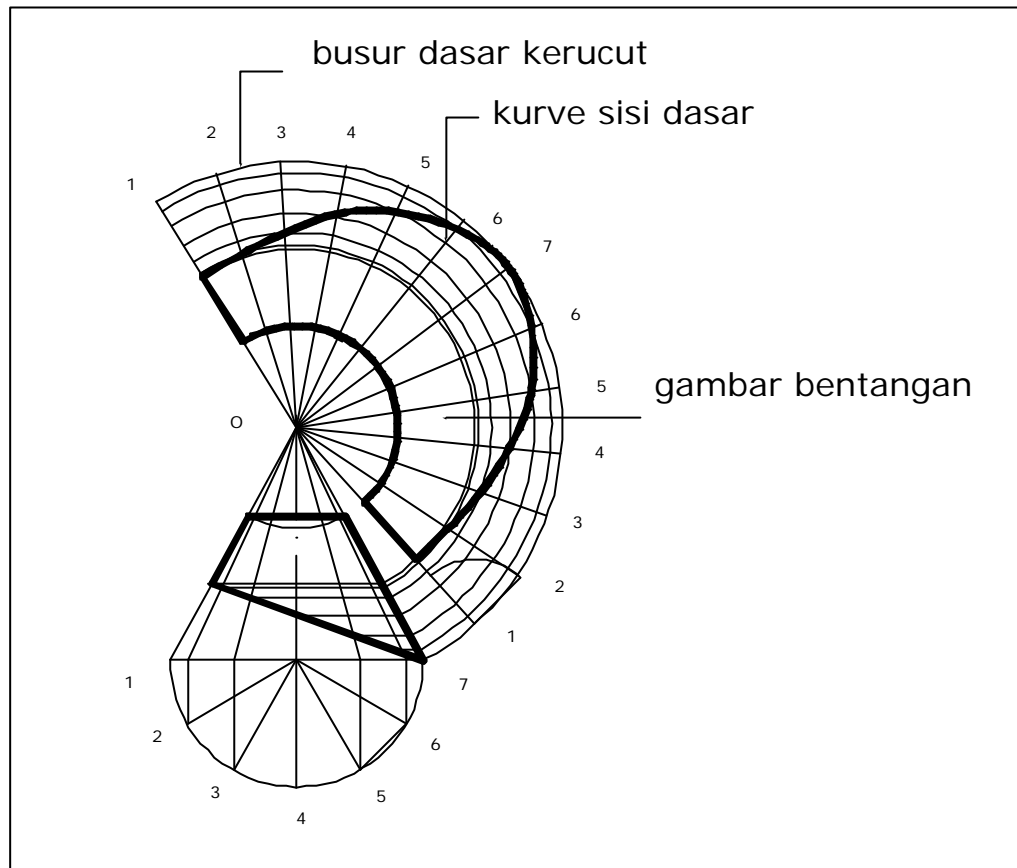
proyeksi dengan benar bentuknya dan teliti ukuran, serta sudut-sudutnya. Ukuran garis tengah sisi dasar kerucut, diambil garis tengah netralnya.

- b) Kenali bahwa bentuk dasar dari cerobong adalah kerucut tegak, yang terpancung di bagian bawahnya.
- c) Lukislah setengah lingkaran pada bagian sisi bawah . dibagi menjadi 6 bagian. Berilah nomor 1 sampai 7 pada titik-titik pembagian.
- d) Buatlah garis-garis radial dari titik-titik 1 sampai 7, ke puncak kerucut O.
- e) Untuk membuat bentangannya, ambil ruang gambar sebelah kanan. Dengan sisi paling tepi dari kerucut, misalnya O-1, sebagai radius, lingkarkan ke arah kanan kira-kira setengah lingkaran.
- f) Ambil misalnya kerucut akan dibentangkan mulai dari garis 1-O, buatlah garis radial dan beri tanda 1'-O.
- g) Ukurlah tali busur 1-2, dan pindahkan dengan jangka ke titik 1' dan lingkarkan sehingga memotong lingkaran besar, diperoleh titik 2'.
- h) Lakukan langkah di atas, berulang kali, sehingga pada busur lingkaran dasar diperoleh garis radial 1'-O lagi.
- i) Pada sisi kerucut terpancung, proyeksikan titik-titik potong sisi kerucut dengan garis radial, ke arah tegak lurus sumbu tengah sampai ke sisi tepi sebelah kanan, diperoleh titik potong pada sisi kerucut.
- j) Selanjutnya titik-titik tersebut diproyeksikan melingkar, sehingga memotong garis-garis radial.

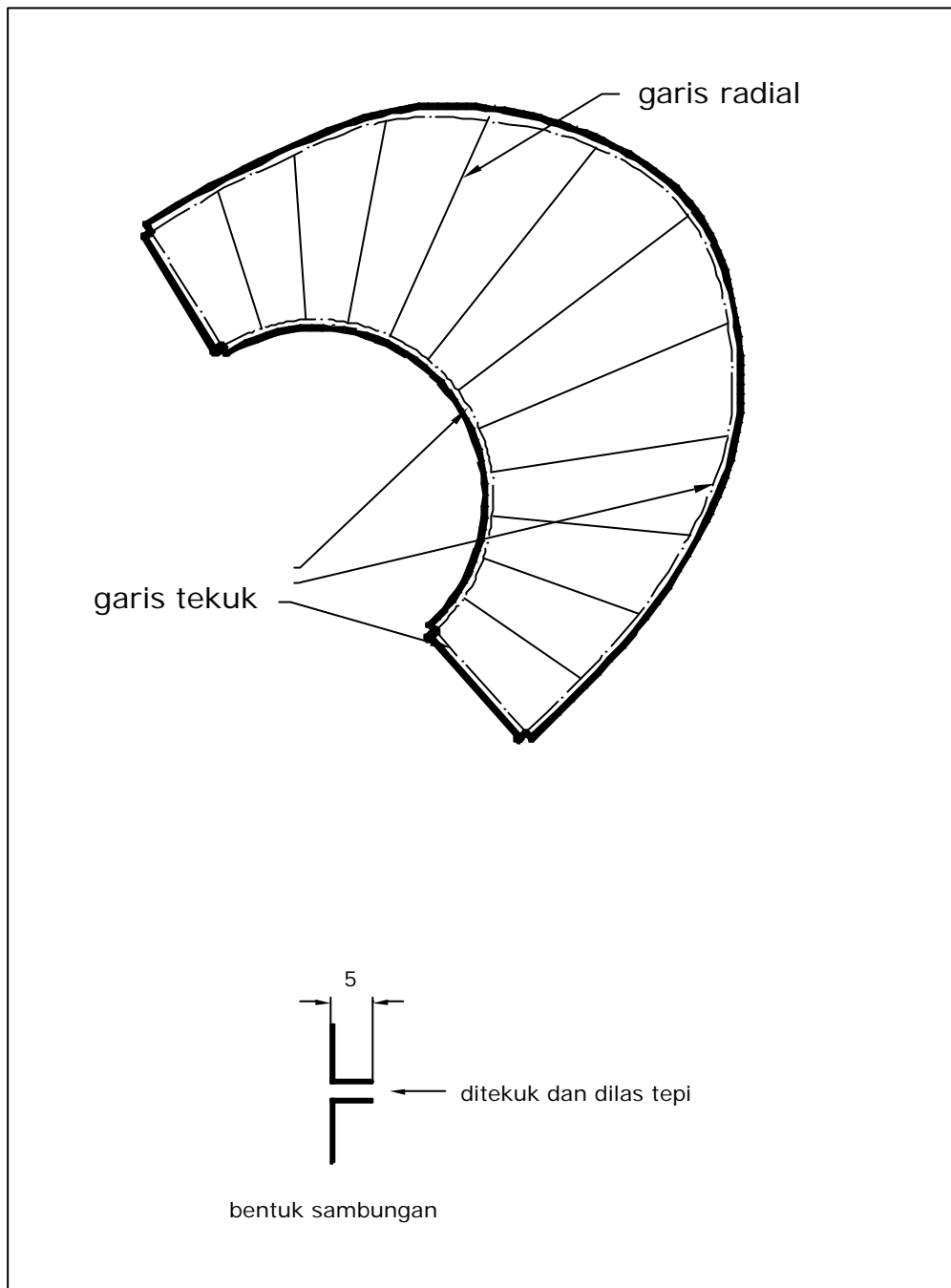
- k) Bila titik perpotongan antara garis proyeksi dan garis radial dihubungkan semuanya akan diperoleh kurve sisi dasar /bawah kerucut terpancung.
- l) Untuk melukis bentangan sisi atas dari kerucut, lingkarkan dari titik O, dengan radius sampai sisi potong atas kerucut, ke kanan sampai memotong semua garis-garis radial, sehingga akan diperoleh titik-titik yang pada merupakan busur yang akan membentuk sisi kerucut bagian atas.
- m) Periksa pada guru apakah gambar bentangannya sudah benar dan teliti.
- n) Potonglah gambar bentangan yang terbuat dari kertas, tepat pada garis yang ada, dengan gunting yang tajam, jadilah mal dari kertas.
- o) Tempelkan dengan baik mal kertas ke plat seng yang telah disediakan, buat garis sesuai dengan tepian mal kertas, dengan penggores yang tajam.
- p) Potonglah seng , 0,5 mm di luar dari garis yang ada..
- q) Kikir tepian mal dari seng, sampai ukurannya tepat dan tepian seng tidak tajam, yang dapat melukai tangan.
- r) Pada sisi sambungan kikirilah 1,2 mm lagi (tebal plat), untuk penambahan penekukan plat.
- s) Cobalah mal dari seng dirol agar membentuk model dari bentuk yang akan dibuat.
- t) Bila ternyata tidak sesuai dengan syarat-syarat yang ditentukan, cobalah cari letak kesalahannya.
- u) Ulangi langkah pembuatan mal secara lebih teliti.
- v) Bila mal seng tersebut di atas, sudah baik, maka buat lagi mal seng seperti itu, hanya pada sisi sambungan

ditambah dengan plat selebar 5 mm untuk pengelasan tepi.

**Gambar kerja 1:**



**Gambar 5a.** Gambar Bentangan Cerobong - Kerucut Tegak



**Gambar 5b.** Gambar Mal Cerobong - Kerucut Tegak

## 2. Kegiatan Belajar 2

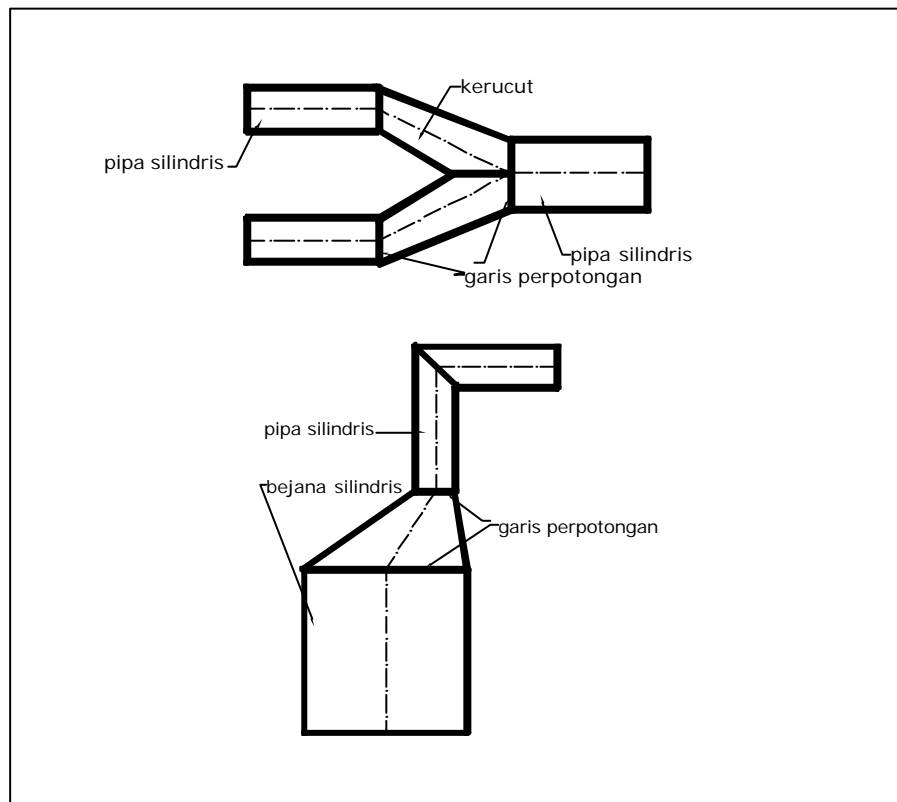
### Melukis gambar bentangan dan membuat mal kerucut oblik

#### a. Tujuan kegiatan pembelajaran 2

Setelah siswa belajar dengan modul ini, siswa dapat melukis gambar bentangan dan membuat mal kerucut oblik untuk penyambungan dua pipa tegak, yang tidak satu sumbu tengah (tidak sentris) dan beda garis tengahnya.

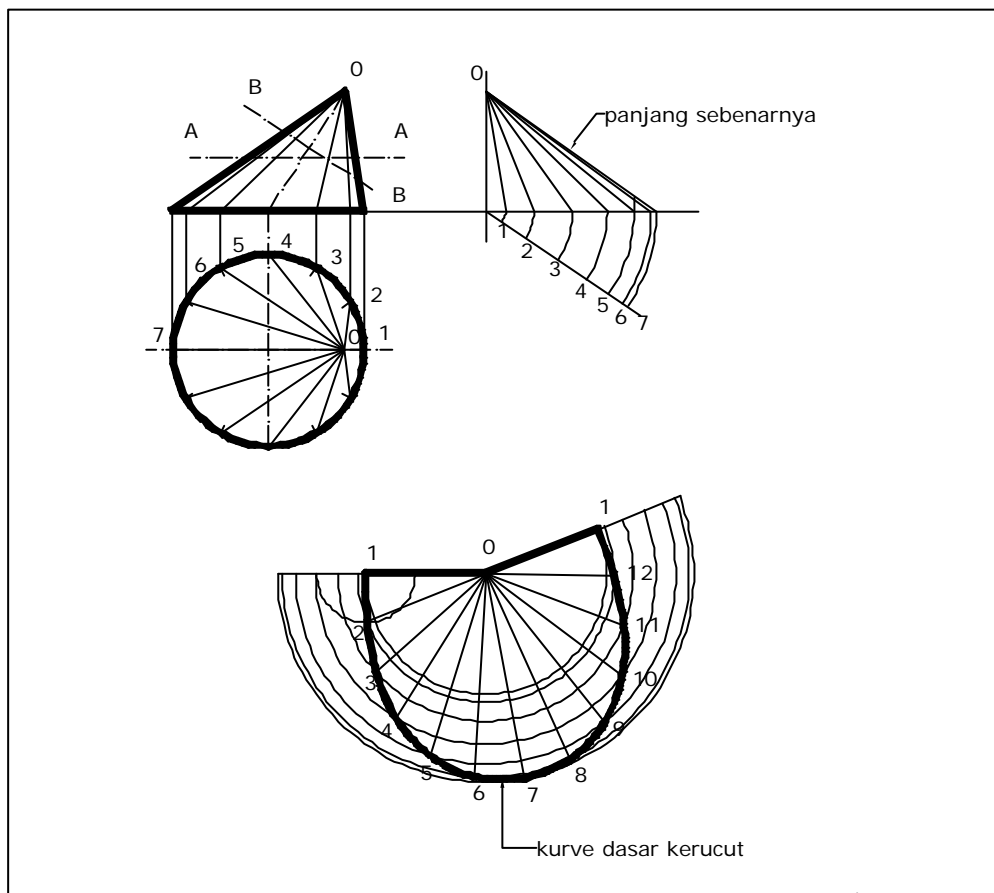
#### b. Uraian Materi 2

Untuk memahami bentuk kerucut oblik ditunjukkan bentuk geometris dan penggunaannya.



**Gambar 6.** Ilustrasi Penggunaan Kerucut Oblik

Pada gambar di atas, ditunjukkan sambungan pipa bercabang. Perhatikan bahwa sumbu tengah pipa besar di kanan, tidak satu sumbu dengan sumbu tengah pipa kecil di sebelah kiri. Terlihat juga pada garis perpotongan pipa silindris dengan kerucutnya berbentuk garis lurus yang tegak lurus sumbu tengah pipa maupun kerucut. Jadi kerucut oblik berfungsi untuk menghubungkan pipa silindris yang satu dengan pipa silindris yang lain yang mempunyai sumbu tidak satu garis dan garis tengahnya berbeda. Kerucut oblik mempunyai konstruksi yang posisinya 'miring'. Untuk mengetahui lebih lanjut perhatikan ilustrasi dan uraian berikut:



**Gambar 7.** Ilustrasi Kerucut Oblik dan Gambar Bentangnya

Kerucut oblik bila dipotong menurut garis AA yang sejajar garis dasar kerucut, berbentuk lingkaran, sedangkan bila dipotong menurut garis BB, berbentuk elip. Garis radial pada permukaan kerucut berbeda panjangnya, perhatikan, pada gambar ada 6 kembaran garis radial.

Garis radial pada gambar tampak depan dan tampak atas, panjangnya belum sebenarnya. Panjang sebenarnya dari garis-garis radial dapat dilihat di sebelah kanan.

Pembuatan gambar bentangnya, melalui langkah-langkah :

- a) Menggambar benda menurut tampak atas dan tampak depan dengan benar dan teliti.
- b) Menentukan panjang garis yang sebenarnya, dengan cara seperti yang telah dituliskan di muka.
- c) Buatlah busur lingkaran dengan radius semua garis radialnya, diambil garis radial dengan panjang sebenarnya.
- d) Tetapkan garis radial 0-1 sebagai garis awal atau dimulainya bentangan, lukiskan di tempat yang cukup luas.
- e) Dari titik 1, buatlah busur lingkaran dengan radius sama dengan jarak pembagian 12 sehingga memotong lingkaran dengan garis radial 0-2, tandai titik 2. Selanjutnya ulangi langkah ini untuk titik-titik yang lain.
- f) Hubungkan titik-titik yang diperoleh dengan sebuah garis. Maka garis tersebut akan membentuk kurve dasar kerucut oblik. Lengkaplah gambar bentangan dari kerucut.

Pembuatan plat datar menjadi kerucut oblik, tak semudah membuat kerucut tegak. Pada kerucut tegak hanya butuh pengerolan, tetapi pada kerucut oblik, disamping dirol, juga harus



disesuaikan dengan jalan ditekan dari samping, sehingga bentuknya menjadi elip dan lingkaran pada sisi bawahnya.

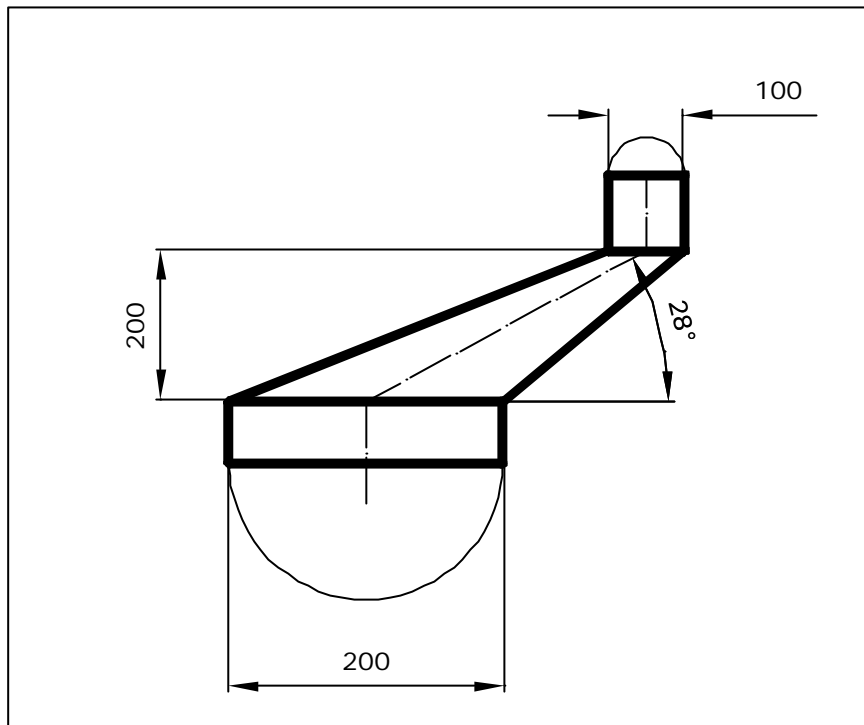
**c. Rangkuman 2**

Kerucut oblik dipakai untuk menghubungkan atau menyambung dua pipa atau silinder yang berbeda ukurannya dan sumbunya sejajar, serta tidak satu sumbu. Kerucut oblik bila dipotong sejajar sisi dasarnya, berbentuk lingkaran, sedangkan bila dipotong tegak lurus sumbu kerucut, berbentuk elip. Pembuatan gambar bentangan dan malnya telah banyak dijelaskan di Uraian materi 1.

Pembuatan plat datar menjadi kerucut oblik, tak semudah membuat kerucut tegak. Pada kerucut tegak hanya butuh pengerolan, tetapi pada kerucut oblik, disamping dirol, juga harus disesuaikan dengan jalan ditekan dari samping, sehingga bentuknya menjadi elip dan lingkaran pada sisi bawahnya.

**d. Tugas 2**

1. Buatlah gambar bentangan dan mal dari konstruksi yang berbentuk kerucut oblik seperti pada gambar. Kerucut menyalurkan gas dari saluran bawah, lewat corong, menuju saluran atas. Sambungan antara saluran digunakan sistem lipatan. Saluran terbuat dari plat mild steel tebal 1,2 mm. Kelonggaran 1 mm.



**Gambar 8.** Cerobong-Kerucut Oblik.

2. Amatilah, penampang lintang kedua saluran gas yang akan disambung mempunyai bentuk geometris apa.
3. Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar
4. Belajarlah tentang bentuk geometris kerucut oblik dan pipa silinder, kapan keduanya dapat disambung.
5. Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.

**e. Tes Formatif 2**

*Pertanyaan :*

1. Mengapa saluran atas dan saluran bawah pada gambar tidak dapat disambung dengan kerucut tegak ?
2. Mengapa saluran atas dan saluran bawah di atas hanya dapat disambung dengan kerucut oblik ?

3. Mengapa gambar bentangan kerucut oblik lebih kecil dari pada gambar bentangan kerucut tegak.
4. Apa keuntungan kerucut oblik dari pada kerucut tegak ?
5. Apa kerugian penggunaan kerucut oblik ?

**f. Kunci jawaban formatif 2**

1. Tidak dapat disambung dengan kerucut tegak, karena kedua saluran tidak satu sumbu tengah.
2. Karena kerucut oblik mempunyai kedua sisi yang berbentuk lingkaran, cocok dengan bentuk sisi kedua saluran, dan posisinya miring sehingga dapat menyambung pipa atau saluran yang sumbunya tidak satu garis.
3. Karena pada pembuatan gambar bentangan kerucut oblik, jarak garis-garis radialnya lebih rapat, sebagai akibat jarak pembagian pada busur bawah diukurkan pada garis-garis radial pada kerucut yang panjangnya tidak sama, sedangkan pada kerucut tegak panjang garis radialnya sama.
4. Dapat menyambung dua pipa dengan sumbu yang tak segaris.
5. Pembuatan kerucut oblik tidak semudah pembuatan kerucut tegak. Pembuatan kerucut tegak selesai dengan dirol, karena penampang lintangnya berbentuk lingkaran, tetapi kerucut oblik berbentuk elip, sehingga setelah dirol, masih harus disesuaikan bentuk elipnya, sedangkan kedua sisinya berbentuk lingkaran.

**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.
- e) Model saluran bagian atas dan bagian bawah.

## 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, penggores disaku pakaian saudara.

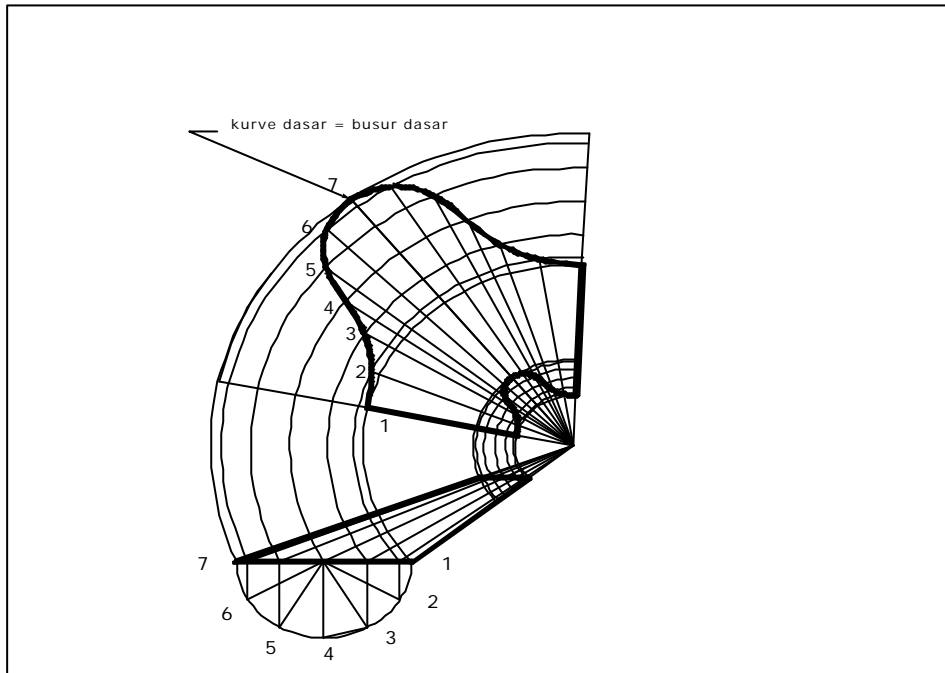
## 3. Langkah kerja membuat gambar bentangan dan mal:

- a) Gambar kembali kerucut oblik, yang akan dibuat gambar bentangannya dengan benar bentuknya dan teliti ukuran, serta sudut-sudutnya.
- b) Kenali bahwa saluran atau pipa yang akan disambung terdiri dari dua pipa yang berbentuk silinder tegak
- c) Lukislah setengah lingkaran pada bagian bawah kerucut, dibagi menjadi 6 bagian. Berilah nomor 1 sampai 7 pada titik-titik pembagian.
- d) Hubungkan titik-titik di atas dengan titik puncak kerucut O, sehingga diperoleh garis-garis radial pada permukaan kerucut.

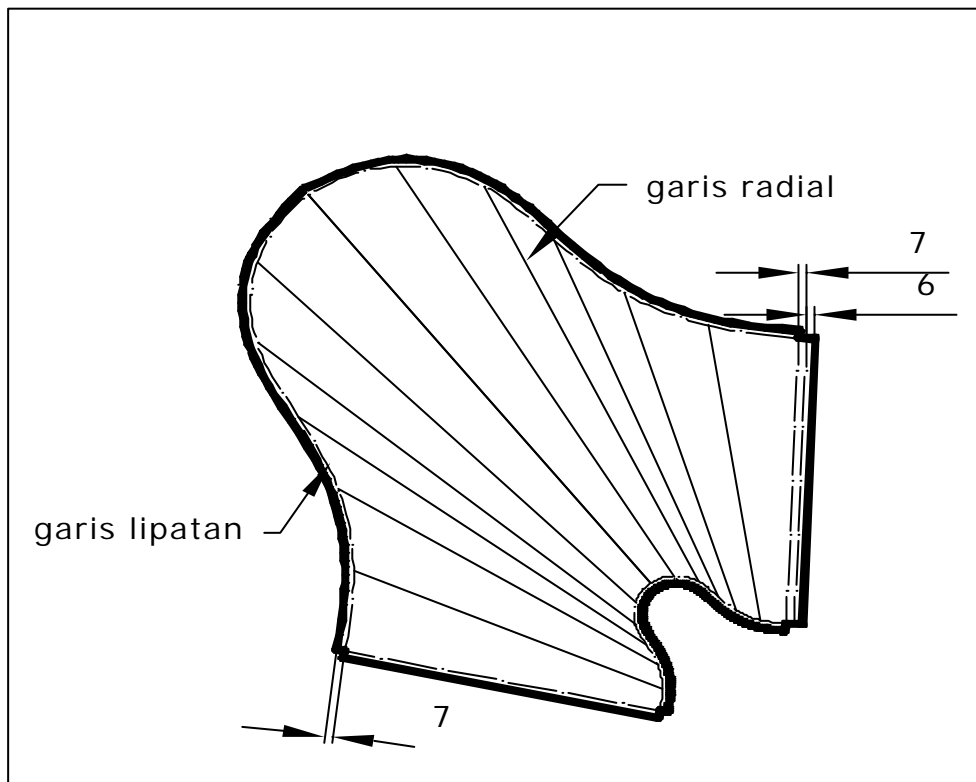
- e) Dengan radius yang panjangnya sama dengan panjang garis radial lingkarkan ke atas (atau boleh ke kanan), sampai diperkirakan cukup untuk membuat gambar bentangnya (keliling lingkaran dasar kerucut).
- f) Ambilah sebuah garis dimulai dari garis kerucut akan disambung, misalnya, garis  $O-1'$ . Gambarlah garis tersebut pada gambar bentangan sebagai sisi awal, Berilah tanda  $O-1'$ .
- g) Dari titik  $1'$ , lingkarkan panjang tali busur dari pembagian setengan lingkaran, memotong lingkaran yang telah dibuat dari titik 2 sebelumnya. Titik potongnya diberi tanda  $2'$ . Melalui titik  $2'$  buatlah garis radial menuju titik  $O$ .
- h) Ulangi langkah di atas untuk titik-titik 2, 3,.....dan seterusnya sehingga sampai ke garis  $O-1'$  lagi. Perhatikan bila benar, sudut diantara garis radial tidak sama.
- i) Hubungkan titik  $1'$ ,  $2'$  sampai  $1'$  lagi dengan garis, sehingga membentuk kurve sambungan, kurve dasar kerucut ini panjangnya sama dengan busur lingkaran dasar dari kerucut.
- j) Dengan cara yang sama, selanjutnya dapat dibuat sendiri, sisi kerucut oblik bagian atas, pada gambar bentangan.
- k) Periksakan kepada guru gambar bentangan yang telah dibuat.

### **Langkah Kerja Pembuatan Mal Kerucut Oblik:**

- a) Petunjuk pembuatan mal dengan bahan plat seng tebal 0,3 mm :
- b) Potonglah gambar bentangan yang terbuat dari kertas, tepat pada garis yang ada, dengan gunting yang tajam, jadilah mal dari kertas.
- c) Tempelkan dengan baik mal kertas ke plat seng yang telah disediakan, buat garis sesuai dengan tepian mal kertas, dengan penggores yang tajam.
- d) Potonglah seng , 0,5 mm di luar garis yang ada..
- e) Kikir tepian kurve sambungan mal dari seng, sampai ukurannya tepat. Usahakan agar tepian seng tidak tajam dengan jalan dikikir, yang dapat melukai tangan.
- f) Cobalah mal dari seng dirol agar membentuk model cerobong –kerucut oblik.
- g) Coba pasangkan dengan model pipa atau saluran yang akan disambung, bila ternyata tidak sesuai dengan syarat-syarat yang ditentukan, cobalah cari letak kesalahannya.
- h) Ulangi langkah pembuatan mal secara lebih teliti.
- i) Bila sudah benar, buat satu lagi mal seng, dengan sisi sambungan dikurangi 1,2 mm atau satu tebal plat , dan untuk rencana dilipat atau ditekuk ditambah 7 mm dan 6 mm.



**Gambar 9a.** Gambar Bentangan Cerobong Kerucut –Oblik



**Gambar 9b.** Gambar Mal Cerobong Kerucut –Oblik

### **3. Kegiatan Belajar 3**

#### **Membuat gambar bukaan atau gambar bentangan suatu cerobong**

##### **a. Tujuan kegiatan pembelajaran 3**

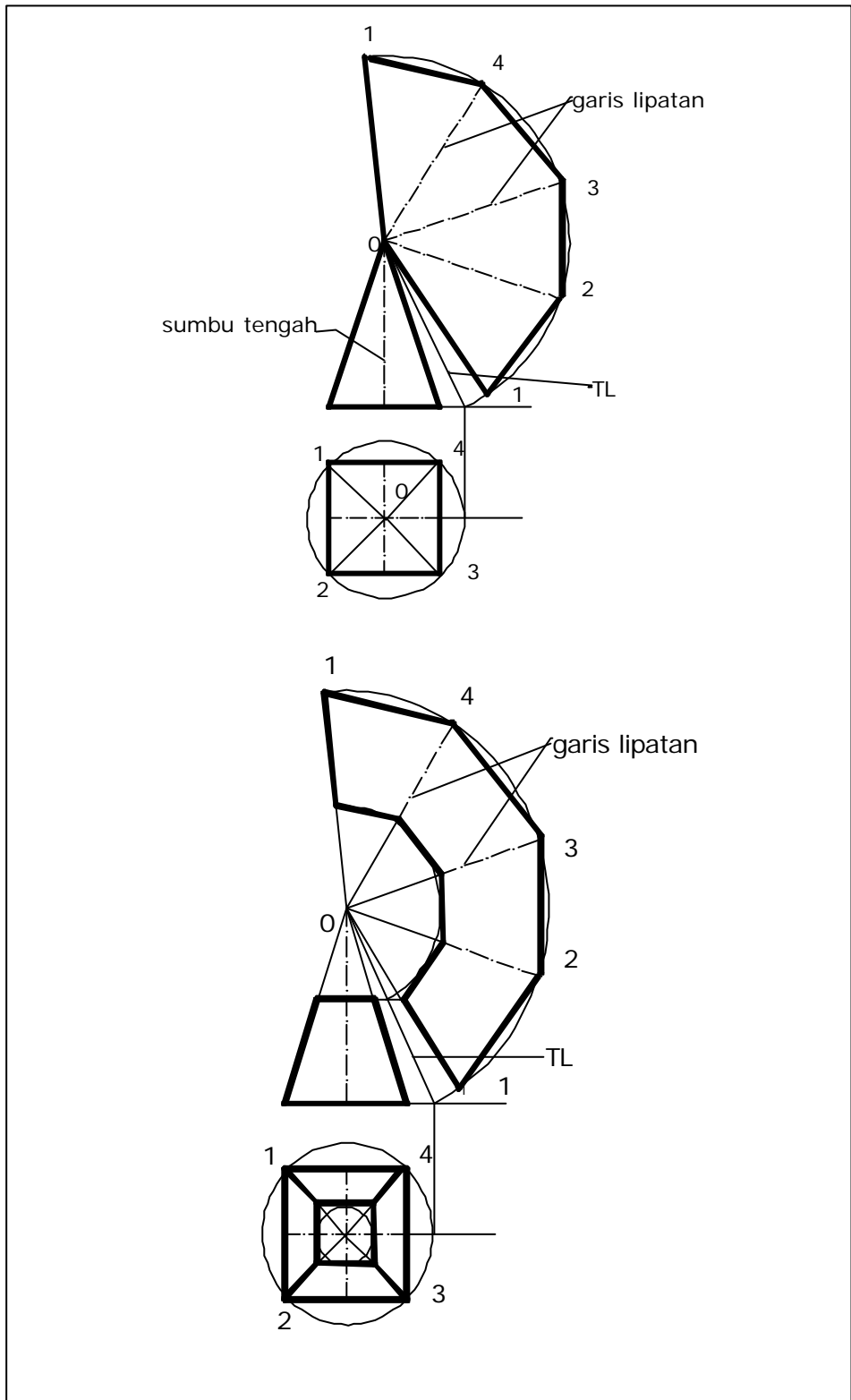
Setelah mengikuti kegiatan belajar ini, siswa dapat membuat gambar bukaan atau gambar bentangan suatu cerobong gas yang berbentuk piramid tegak, dengan benar dan teliti, membuat mal menggunakan plat tebal 1,2 mm dengan kegelonggaran ukuran yang 1 mm.

##### **b. Uraian materi 3**

Kenggunaan metode garis radial, dapat digunakan untuk membuat gambar bentangan sebuah piramid yang terpotong seperti pada gambar berikut:

Perhatikan bahwa pojok-pojok pada permukaan piramid, akan menuju puncak O, membentuk suatu kerucut juga. Dengan kata lain, dikatakan bahwa piramid segi empat merupakan kerucut dengan sisi sebanyak empat, sehingga metode penyelesaiannya pada dasarnya sama dengan kerucut..





**Gambar 10.** Piramid dan Gambar Bentangnya

Pembuatan gambar bentangan piramid perlu dipelajari lebih lanjut. Perhatikan bahwa lingkaran bayangan kerucut pada Gambar menyentuh pojok piramid, sehingga pada gambar proyeksi ortogonal yang terlihat di atas, panjang sisi pojok 0-1, 0-2, 0-3, 0-4 tidaklah dapat digunakan untuk menggambar bentangannya secara langsung. Penjelasan bagaimana menentukan panjang garis sebenarnya atau TL (true length), disampaikan pada uraian materi 1 di depan.

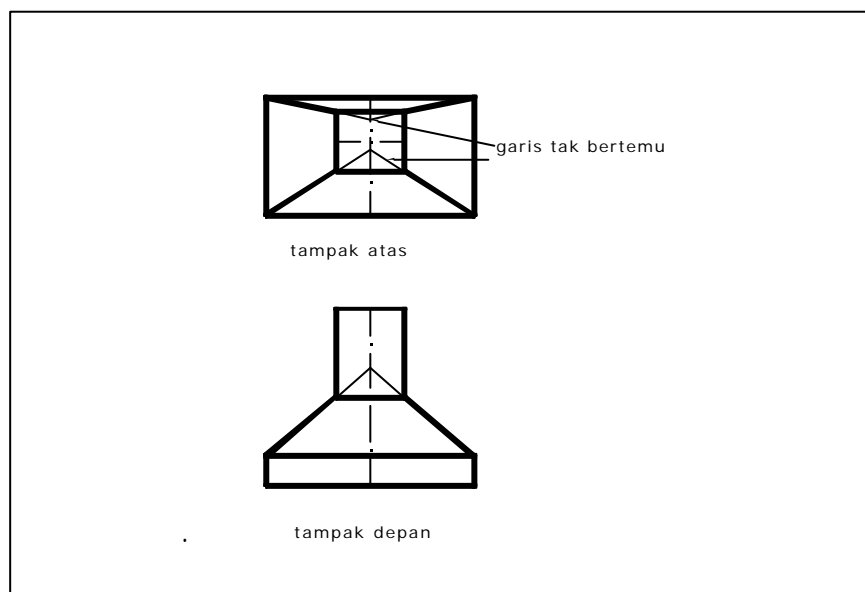
**Langkah pembuatan gambar bentangan piramid :**

- a) Gambar piramid dalam gambar tampak depan dan tampak atas dengan benar dan teliti.
- b) Tentukan garis mana saja yang sudah panjang sebenarnya. Tampak bahwa garis 0-1, 0-2, 0-3, 0-4, belum panjang sebenarnya, sehingga dicari lebih dulu Tlnya. Perhatikan cara mencari panjang garis sebenarnya atas garis-garis tersebut pada gambar. Dalam hal ini, karena piramidnya piramid tegak, maka sisi pojoknya panjangnya sama, sehingga cukup dicari satu saja.
- c) Buatlah busur lingkaran dari titik 0 (titik 0 boleh di tempat lain) dengan radius 0-1 yang sudah panjang sebenarnya, secukupnya.
- d) Buat garis radial di mana sebagai wakil bentangan piramid akan dimulai, misalnya garis 0-1, berpotongan dengan lingkaran di titik 1. Dari titik ini, ukurlah garis 1-2 dan potongkan dengan lingkaran sehingga diperoleh titik 2. Buat garis radial 0-2.

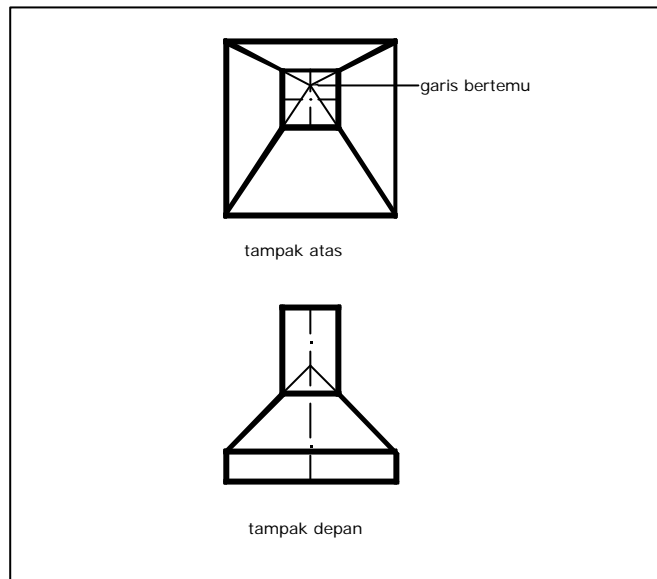
- e) Lakukan langkah tersebut lagi, sehingga diperoleh titik 3, 4, dan 1 lagi. Bila titik-titik ini dihubungkan dengan garis maka diperoleh bentangan sisi bawah dari piramid
- f) Untuk melukis bentangan sisi atas kerucut, proyeksikan titik-titik pada sisi atas piramid ke garis panjang sebenarnya. Maka panjang sebenarnya garis dari sisi pojok piramid yang terpotong akan sebanding dengan panjang sebenarnya sisi pojok keseluruhan dari piramid. Dengan garis ini buatlah busur lingkaran secukupnya sejajar lingkaran luar. Titik potong antara busur lingkaran ini dengan garis-garis radial dihubungkan dengan garis, akan diperoleh sisi atas dari piramid.

Ada catatan bahwa benda yang menyerupai bentuk piramid, tetapi garis-garis pojok tidak menyatu, maka metode garis radial tidak dapat dipakai.

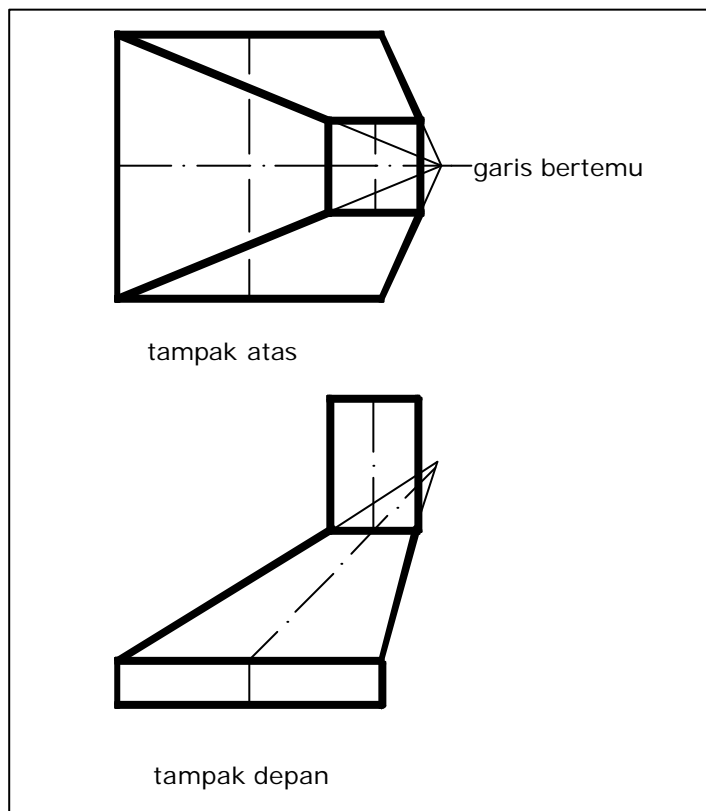
Perhatikan gambar-gambar berikut ini:



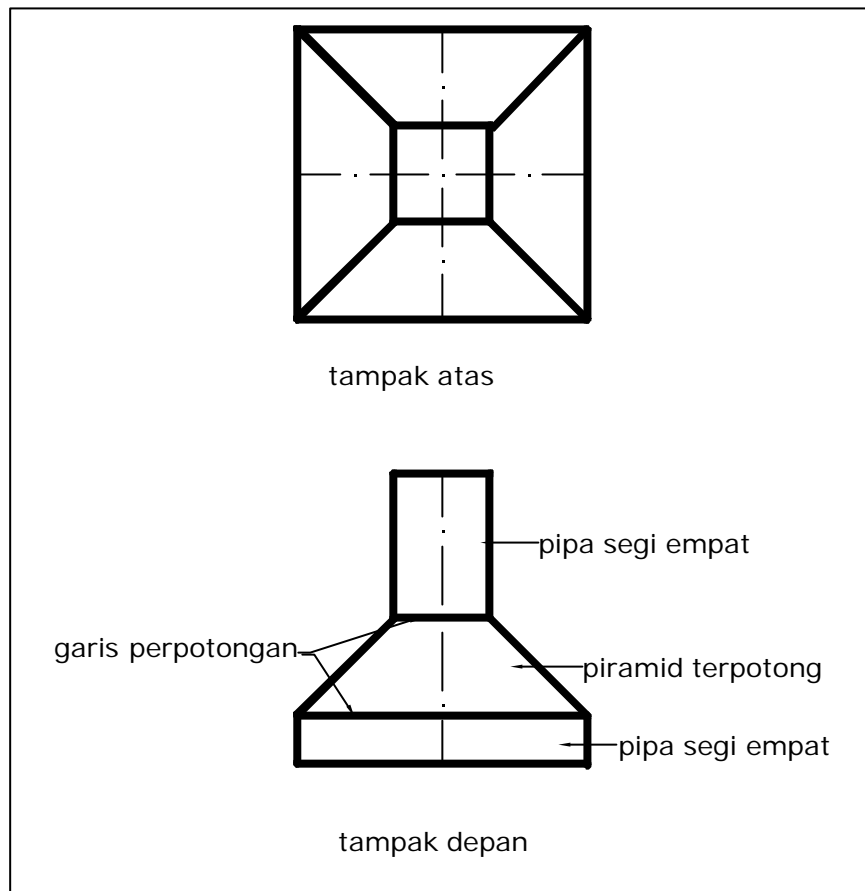
**Gambar 11.** Bukan Piramid



**Gambar 12.** Piramid Oblik



**Gambar 13.** Piramid Oblik



**Gambar 14.** Corong gas – Piramid Tegak

### c. Rangkuman 3

Konstruksi benda yang mempunyai bentuk dasar piramid dibuat bentangnya dengan metode garis radial.

Sebuah piramid ditandai dengan: sisi-sisi pojoknya akan bertemu pada suatu titik. Bila semua sisi-sisinya simetri atau panjangnya sama, maka termasuk piramid tegak, sedangkan bila yang simetri hanya sebagian sisi-sisinya termasuk piramid oblik.

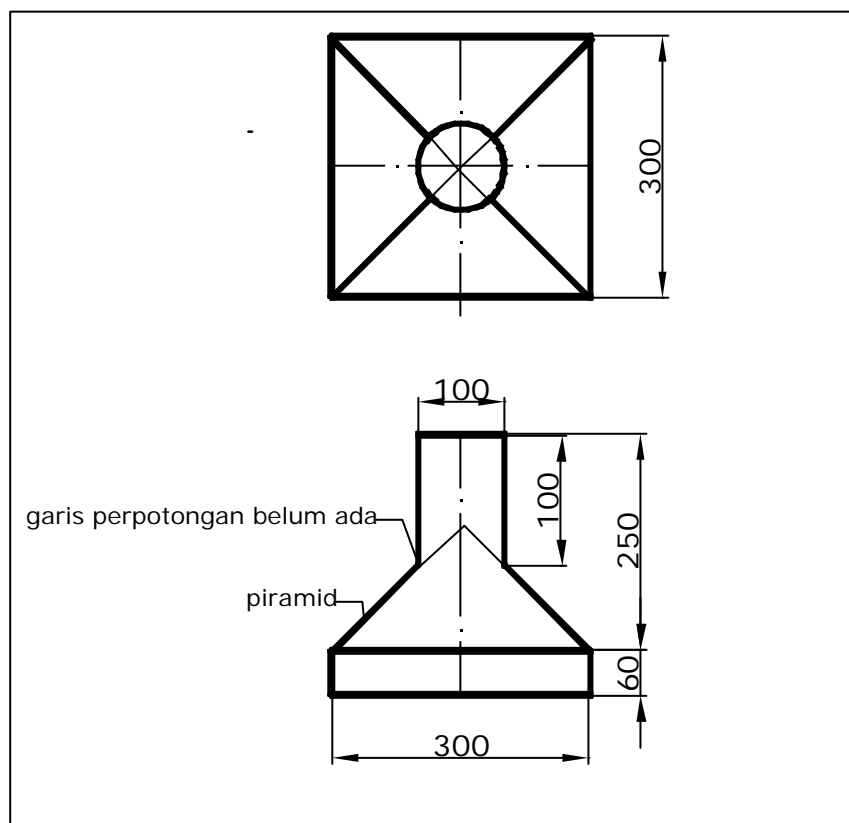
Piramid tegak digunakan untuk bila benda yang dibuat terdiri dari bagian piramid dan pipa tegak yang sumbu tengahnya

satu garis, sedangkan piramid oblik digunakan bila sumbu tengahnya tidak satu garis.

Bila ada bentuk yang menyerupai piramid, tetapi sisi-sisi pojoknya tidak semuanya menyatu, maka sesungguhnya itu bukan piramid. Bentuk ini tidak dapat diselesaikan dengan metode garis radial.

#### d. Tugas 3

1. Buatlah gambar bentangan dan mal sebuah piramid dari konstruksi cerobong, seperti pada gambar. Bahan konstruksi tersebut dari plat mild steel tebal 0,7 mm. Dikonstruksi dengan sambungan lipatan. Kelonggaran - 0,5 mm.



**Gambar 15.** Cerobong – Piramid -Tegak

2. Amatilah, bahwa corong yang akan dibuat termasuk jenis piramid tegak, beri penjelasannya.
3. Pelajarilah bahwa garis perpotongan antara bidang permukaan saluran atas dengan bidang permukaan piramid masing-masing sisi tidak membentuk garis lurus.
4. Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar
5. Belajarlah tentang bagaimana melukis garis perpotongan antara piramid dengan bentuk silinder tegak.
6. Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.

**e. Tes formatif 3**

*Pertanyaan :*

1. Apa ciri dari bentuk piramid ?
2. Mengapa menggambar bentangan sebuah piramid, dapat digunakan cara yang sama dengan cara untuk kerucut ?
3. Bila ada konstruksi berbentuk piramid, tetapi penampang lintangnya berbentuk persegi panjang, apa dapat digunakan metode garis radial dalam membuat gambar bentangannya ?
4. Bagaimana menghitung panjang sisi dasar piramid ?
5. Mengapa panjang sisi pojok dari piramid pada gambar proyeksi tampak depan, belum dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan panjang garis-garis radialnya.

**f. Kunci jawaban tes formatif 3**

1. Ciri dari sebuah piramid yaitu : sisi pojoknya menyatu pada satu titik, penampang lintangnya mempunyai bentuk yang sama sepanjang piramid, ukuran sisi-sisinya sama.

2. Pada dasarnya, bentuk piramid adalah sebuah kerucut dengan jumlah sisi terbatas (4, 5, dan sebagainya), sehingga cara pembuatan gambar bentangnya dapat digunakan cara untuk kerucut, yaitu dengan metode garis radial.
3. Bila ada piramid (seperti piramid), tetapi penampang lintangnya berbentuk segi empat atau dapat dipastikan bahwa pojok=pojoknya tidak menyatu di suatu titik, maka sesungguhnya itu bukan piramid, sehingga metode garis radial tidak dapat digunakan.
4. Panjang (keliling) sisi dasar piramid adalah  $4 \times$  panjang sisinya.
5. Panjang sisi pojok dari piramid pada gambar proyeksi belum dapat digunakan sebagai acuan dalam membuat gambar bentangnya, karena panjangnya belum sebenarnya, sehingga harus dicari terlebih dulu panjang sebenarnya dengan cara lukisan atau rumus Pythagoras.

### **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 mm, 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 piramid tegak dalam gambar proyeksi dalam tampak depan, tampak atas, dan tampak samping, dengan benar dan teliti, beri nama puncaknya dengan titik 0, dan 1,2,3, dan 4 untuk titik –titik pada sisi dasarnya.
- b) Buat garis perpotongan antara piramid dengan silinder tegak, pada gambar tampak depan dengan cara proyeksi.
- c) Carilah panjang sebenarnya dari garis atau sisi pojok 0-1, dengan jalan diproyeksikan dengan cara dilingkarkan dari titik 0 (tampak atas) ke garis mendatar. Titik perpotongannya diproyeksikan ke bawah sehingga memotong garis datar yang ditarik dari dasar piramid.
- d) Hubungkan titik yang diperoleh tersebut dengan titik puncak piramid (tampak depan) dengan sebuah garis, maka panjang garis ini akan menunjukkan panjang sebenarnya dari garis 0-1 atau sisi pojok.
- e) Dengan garis 1', buatlah gambar bentangannya, ambil titik sembarang dengan perkiraan dapat dibuat lingkaran dengan radius panjang garis 1', buatlah lingkarannya.

f) Buat garis radial sebagai tepi (sambungan), misal nua 0-1, yang memotong lingkaran yang telah dibuat, beri nama titik 1.

Ukurlah panjang garis 1-2 (tampak atas), dan lingkarkan dari titik 1 di atas, sehingga memotong lingkaran, beri nama titik 2. Hubungkan titik 2 dengan titik pusat lingkaran, maka diperoleh garis yang mewakili garis pojok 2-0.

g) Lakukan dengan cara yang sama untuk memperoleh garis pojok 3-0, dan 4-0, serta 1-0.

Bila ke empat sisi dan garis pojoknya sudah terlukis, maka gambar bentangan dasar dari piramid sudah selesai. Karena piramid bagian atas berpotongan dengan silinder tegak, maka sisi sambungan bagian atas masih harus dicari.

h) Membuat kurve bentangan sisi piramid bagian atas. Dengan mendasarkan garis panjang sebenarnya dari sisi pojok piramid, dapat ditentukan ukuran panjang (jarak) sebenarnya garis dari titik 0 sampai titik-titik yang ada garis perpotongan piramid dengan silinder, dengan memproyeksikan titik itu (gambar tampak depan ke kanan sehingga memotong garis panjang sebenarnya. Jarak antara titik-titik perpotongan ini ke titik 0 digunakan untuk membuat busur lingkaran sisi potong bagian atas.

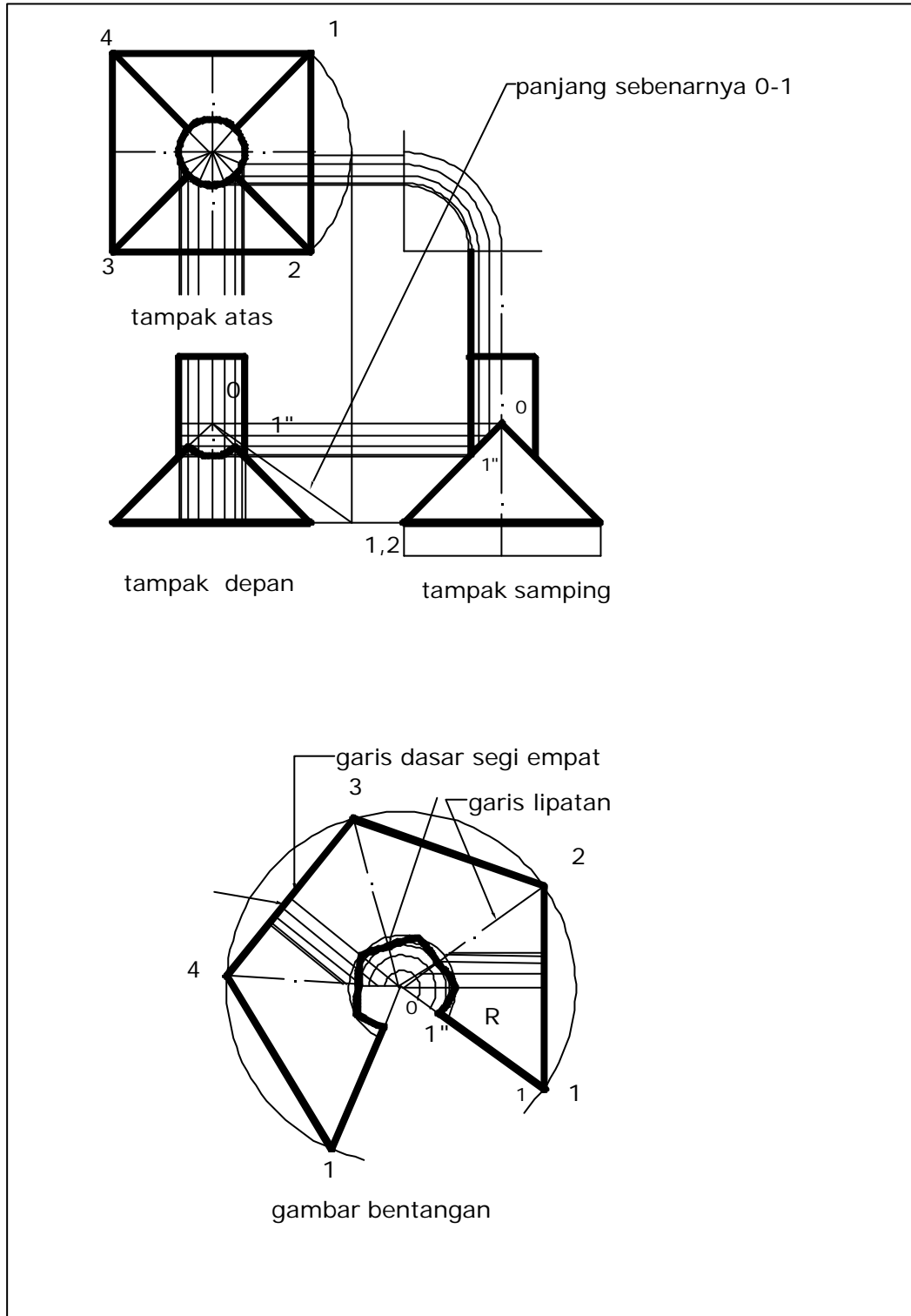
i) Proyeksikan titik-titik perpotongan antara piramid dan silinder, pada gambar tampak depan, ke gambar bentangan sehingga memotong lingkaran pada langkah

sebelumnya. Bila titik-titik potong ini dihubungkan akan diperoleh kurve sambungan antara kedua bagian.

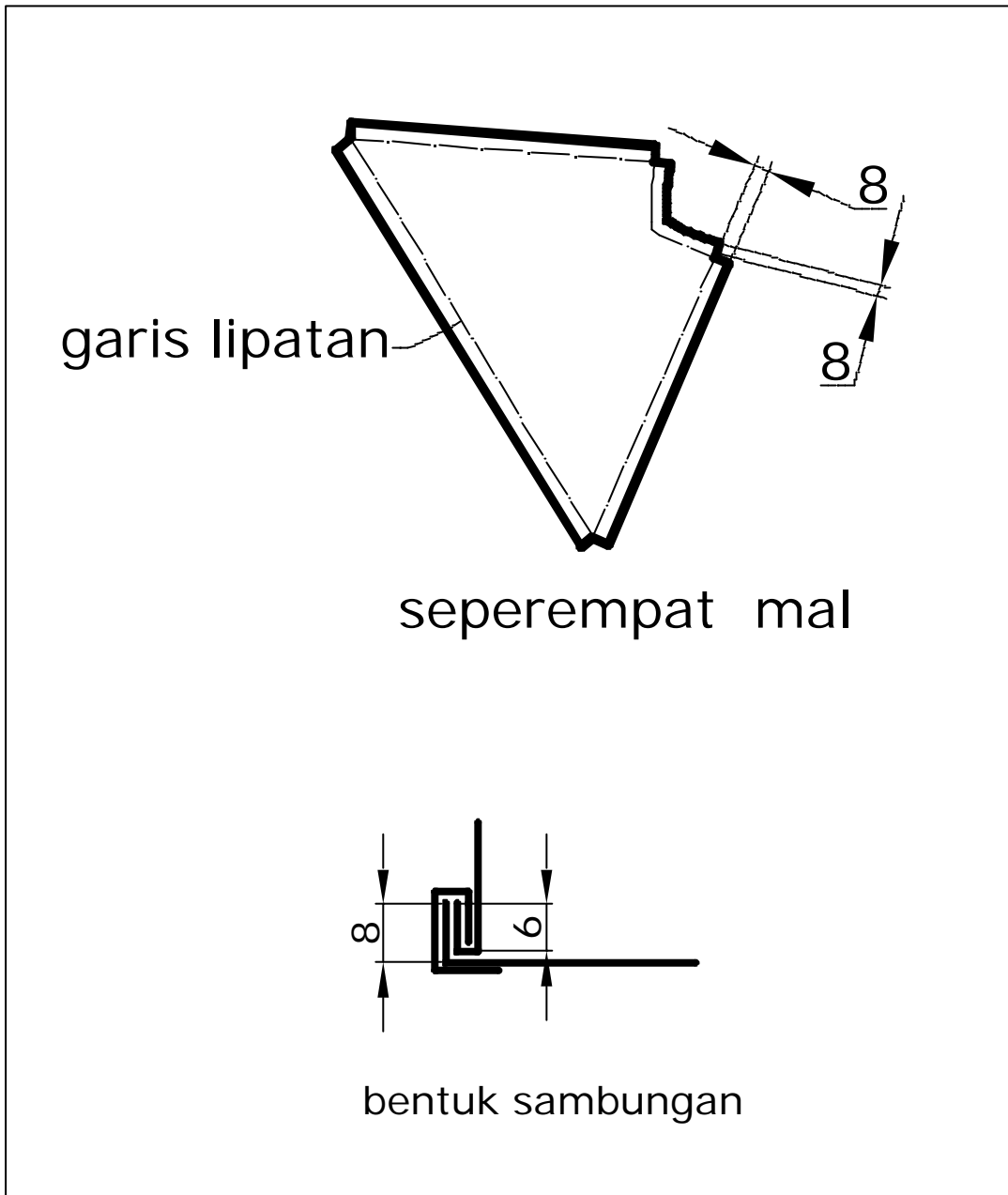
**Langkah kerja pembuatan Mal:**

- 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 dengan, 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 dari garis gambar atau mal kertas.
- d) Kikirlah sehingga garis penandaan habis, biar tepat ukurannya, dan tidak tajam.
- e) Cobalah mal dari seng yang telah dibuat dilipat sehingga membentuk piramid terpotong.
- f) Periksa apakah bagian sambungannya sudah cocok dengan sisi pipa silinder atas. Bila belum cocok, periksa dimana kesalahannya, perbaiki.
- g) Bila sudah benar, potong seperempat dari mal keseluruhan (karena simetri), lukislah garis lipatan mundur setebal plat (0,7 mm), tambahkan 8 mm untuk lipatan. Jadilah mal untuk membuat cerobong-piramid-tegak.

**Gambar kerja 3**



**Gambar 16a.** Gambar Bentangan Cerobong-Piramid Tegak



**Gambar 16b.** Gambar Mal Cerobong Piramid Tegak

#### **4. Kegiatan Belajar 4**

##### **Membuat mal untuk pembuatan sambungan pipa siku (elbow)**

###### **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**

Materi sebagian sama dengan yang diuraikan pada Uraian Materi 3

###### **c. Rangkuman 4**

Konstruksi benda yang mempunyai bentuk dasar piramid dibuat bentangnya dengan metode garis radial.

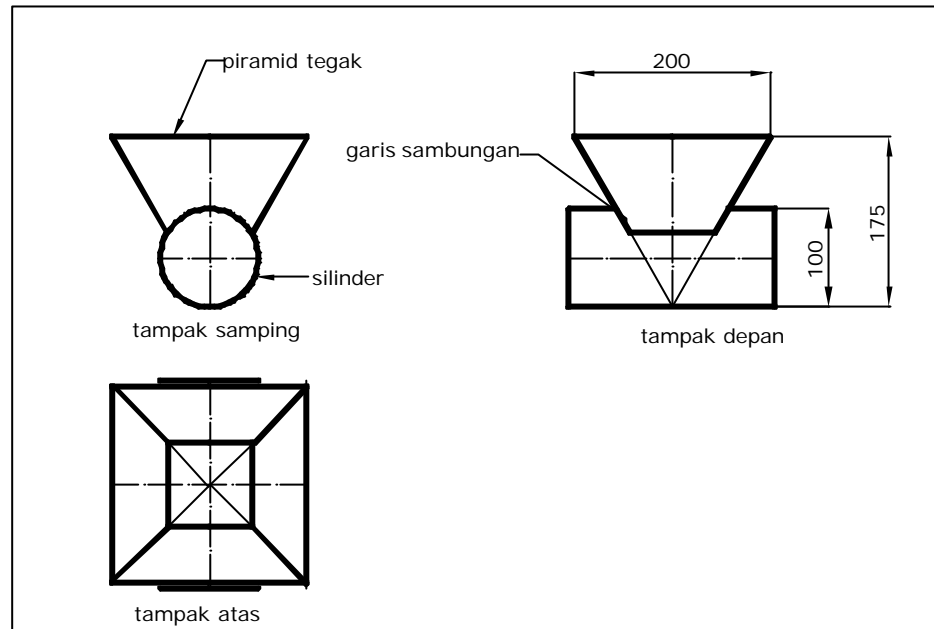
Sebuah piramid ditandai dengan: sisi-sisi pojoknya akan bertemu pada suatu titik. Bila semua sisi-sisinya simetri atau panjangnya sama, maka termasuk piramid tegak, sedangkan bila yang simetri hanya sebagian sisi-sisinya termasuk piramid oblik.

Piramid tegak digunakan untuk bila benda yang dibuat terdiri dari bagian piramid dan pipa tegak yang sumbu tengahnya satu garis, sedangkan piramid oblik digunakan bila sumbu tengahnya tidak satu garis.

###### **d. Tugas 4**

- 1) Buatlah gambar bentangan dan mal sebuah orong dari sebuah mesin seperti pada gambar berikut. Corong akan dipasang pada sebuah tabung mendatar. Corong terbuat dari plat mild

steel tebal 2 mm akan dipasang pada tabung silinder dengan sambungan las gas, kelonggaran -1 mm.



**Gambar 17.** Corong Pada Konveyor

- 2) Amatilah, corong termasuk dalam bentuk piramid tegak atau bukan ?
- 3) Amatilah, garis sambungan antara piramid dengan tabung silinder, bagaimana bentuknya.
- 4) Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar
- 5) Belajarlah tentang bagaimana membuat garis perpotongan antara piramid dengan silinder.
- 6) Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.

#### e. Tes Formatif 4

Pertanyaan :

1. Dapatkah corong mesin di atas, diselesaikan dengan metode garis radial ? Jelaskan.
2. Pada gambar tampak depan, garis manakah yang sudah menunjukkan panjang garis sebenarnya, tunjukkan, dan tunjukkan garis yang belum menunjukkan panjang garis sebenarnya.
3. Pada gambar tampak atas dan samping, apakah sisi pojok dari piramid sudah menunjukkan panjang garis sebenarnya.
4. Apa akibatnya, bila gambar bentangan tidak dilukis dengan garis yang mempunyai panjang sebenarnya.
5. Pada gambar tampak atas, panjang garis  $OA = 60$  mm, sedangkan pada gambar tampak depan, panjang garis  $OA = 100$  mm. Berapa panjang sebenarnya dari garis  $OA$  tersebut. Hitung dengan rumus Pythagoras, dan dengan cara lukisan.

#### f. Kunci jawaban 4

1. Radius dalam  $r = 50 - 3 = 47$   
Radius netral  $R = r + x$  -  $x = 0,433 t$   
Karena  $t = 3$  mm, maka  $R = 48,299$  mm  
Untuk merencanakan pipa tersebut digunakan diameter netralnya, yaitu  $D = 96,598$  mm.
2. 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 permanen 0,1, sepasang penggaris segitiga, 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, penggores disaku pakaian saudara.
  
3. Langkah Kerja Pembuatan Gambar Bentangan :
  - a) Buatlah gambar tampak depan, tampak samping, dan tampak atas dengan benar dan teliti.
  - b) Carilah panjang garis sebenarnya dari garis OA (sisi pojok bagian yang berbentuk piramid. Pada gambar tampak atas, proyeksikan garis OA dengan cara melingkarkan garis OA memotong sumbu mendatar, proyeksi titik potongnya ke gambar tampak samping atau depan, sampai memotong garis datar sisi atas piramid.
  - c) Dari perpotongan garis ini, hubungkan garis ke titik O, diujung bawah piramid. Beri nama garis R. Garis ini akan menunjukkan panjang garis sebenarnya dari garis OA = OB

= OC = OD. Semua garis yang ada pada sisi piramid dan diproyeksikan ke garis ini, akan diketahui panjang garis sebenarnya dari garis itu.

- d) Untuk melukis kurve sambungannya, ambilah gambar tampak samping dan tentukan titik 1, 2, ....., 5 (boleh berjarak sama atau sembarang) pada busur lingkaran silinder. Proyeksikan ke atas sampai sisi atas dari piramid. Proyeksikan juga titik-titik pada silinder ini (juga terletak pada sisi bawah kerucut), gambar tampak depan. Titik-titik yang diperoleh diproyeksikan ke garis R, maka sisi piramid yang berpotongan dengan silinder, panjangnya dapat diperoleh dari sini. Panjangnya digunakan untuk melukis gambar bentangnya.
- e) Dalam melukis gambar bentangnya, mulai dengan mengambil titik O ditempat yang diperkirakan cukup untuk membuat lingkaran dengan jari-jari R. Ukur;ah R pada gambar tampak samping atau depan, lingkaran.
- f) Misalkan, gambar bentangan dimulai dengan sisi OB, buatlah garis OB.
- g) Ukurkan panjang garis BA dari gambar tampak atas, dan dari titik A lingkarkan memotong busur lingkaran R, beri nama B.
- h) Karena  $BA = AD = DC = CB$ , maka berikutnya dapat dilukiskan garis-garis itu, beri nama titik A, D, C, B. Hubungkan dengan titik pusat lingkaran, maka diperoleh garis-garis yang nantinya menjadi sisi pojok dari piramid, dengan cara ditekuk/dilipat.
- i) Untuk melukiskan bentangan dari garis sambung dengan silinder, ukurkan panjang garis O-1 pada garis R dan

lingkarkan sejajar dengan lingkaran R. Maka perpotongan antara lingkaran ini dengan garis pojok OB dan OA, bila dihubungkan diperoleh garis lurus yang menunjukkan sisi bawah dari piramid bidang itu.

- j) Pada sisi piramid yang berikutnya, garis perpotongannya berben tuk kurve. Kurve diperoleh dengan memproyeksikan, titik 1, 2, 3, 4, 5 ke garis R, dan melingkarkan seperti langkah sebelumnya. Bila titik-titik nya dihubungkan akan diperoleh garis setengah panjang sisi sambungan. Setengahnya lagi dapat digambarkan secara simetri.
- k) Garis lurus dan kurve sambungan di atas dapat dikopi untuk sisi-sisi lain dari piramid, karena bentuknya simetri.

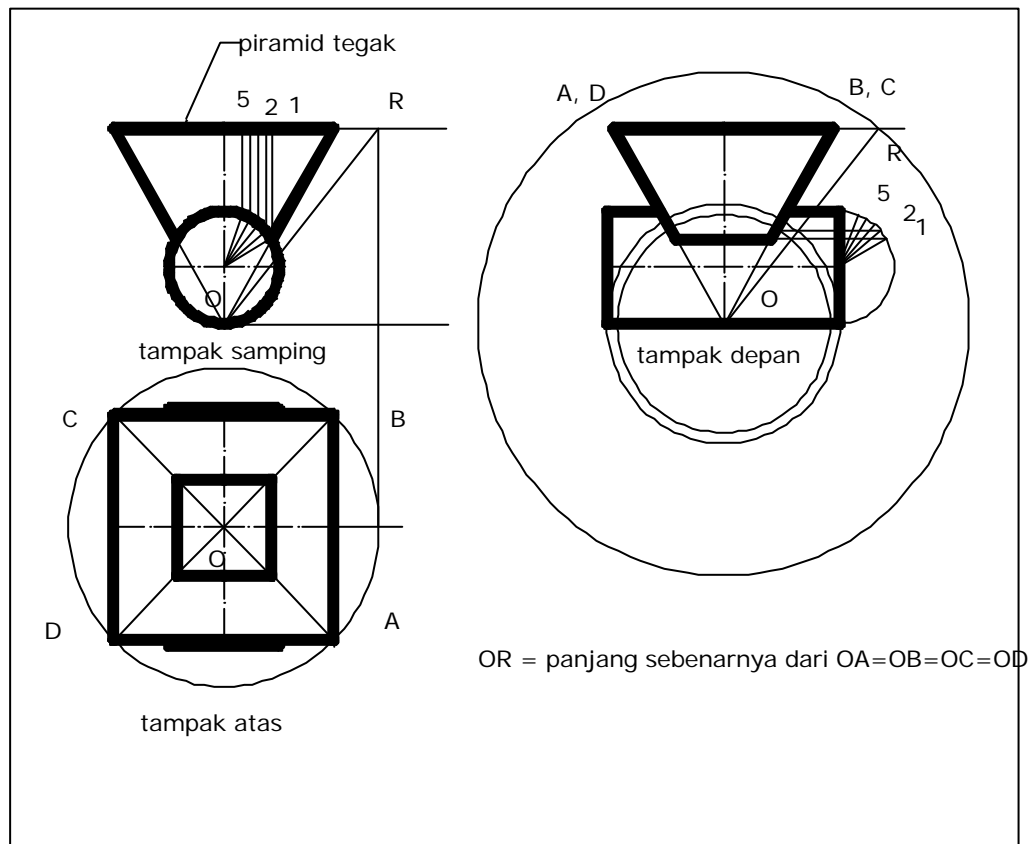
Langkah Kerja Membuat Mal:

- 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 di luar garis gambar atau mal kertas.
- e) Kikirlah sehingga garis penandaan habis, biar tepat ukuranya, dan tidak tajam.
- f) Cobalah mal dari seng yang telah dibuat ditekuk sehingga membentuk piramid seperti yang dikehendaki atau

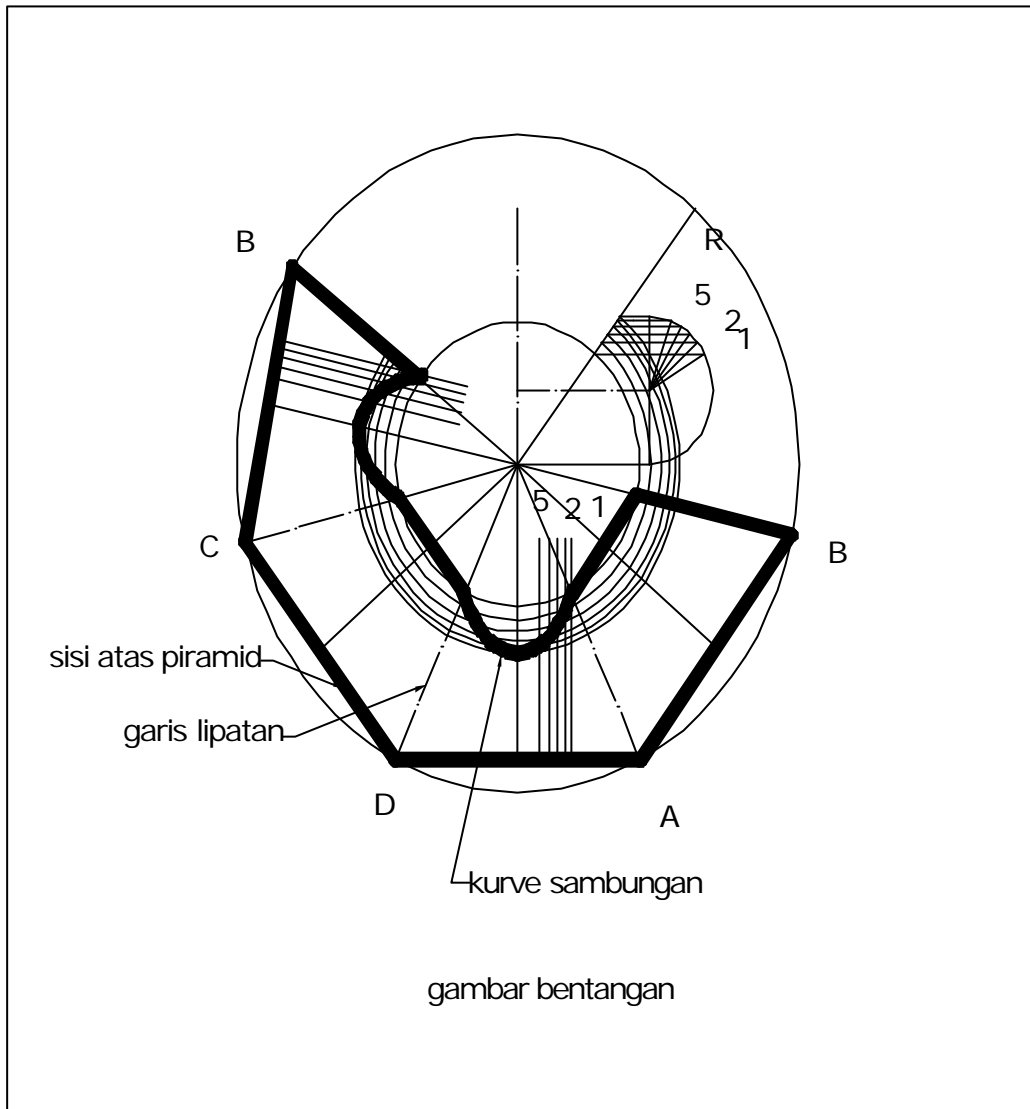
tidak. Bila tidak, periksa kemungkinan kesalahannya, perbaiki.

- g) Bila mal sudah benar, buat lagi mal dari seng, dengan mengambil seperempat dari mal sebelumnya (ada dua macam seperempatan mal). Untuk mal yang tidak ditekuk sampingnya, tambahkan 5 mm untuk dilipat sebagai penguat, sedangkan untuk mal yang akan ditekuk demikian juga ditambahkan 5 mm, serta ditambah untuk ditekuk sebesar 10 mm. Garis tekukan dimundurkan 0,5 mm sesuai tebal plat. Jadilah mal untuk membuat corong konveyor seperti direncanakan.

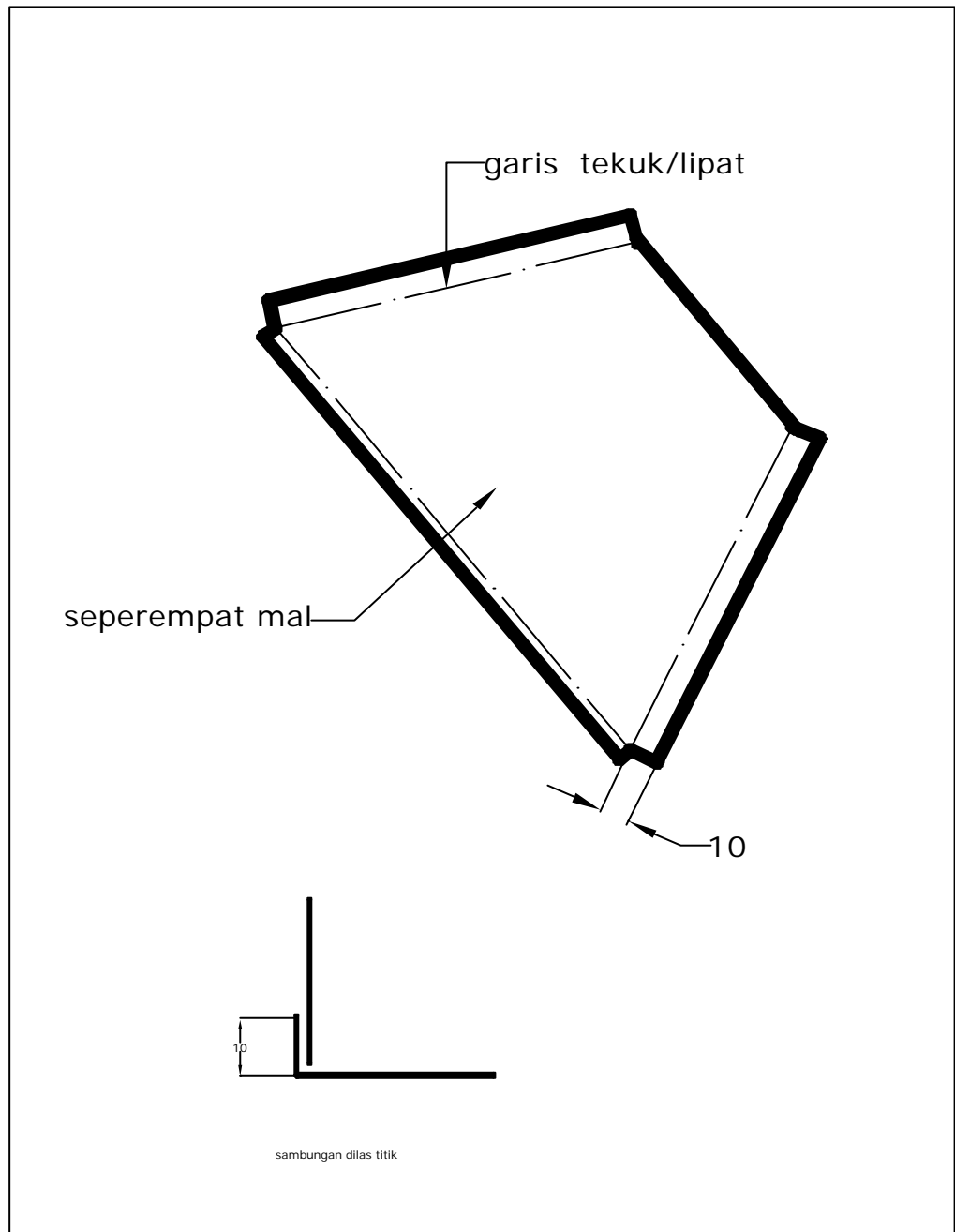
**Gambar Kerja 4.**



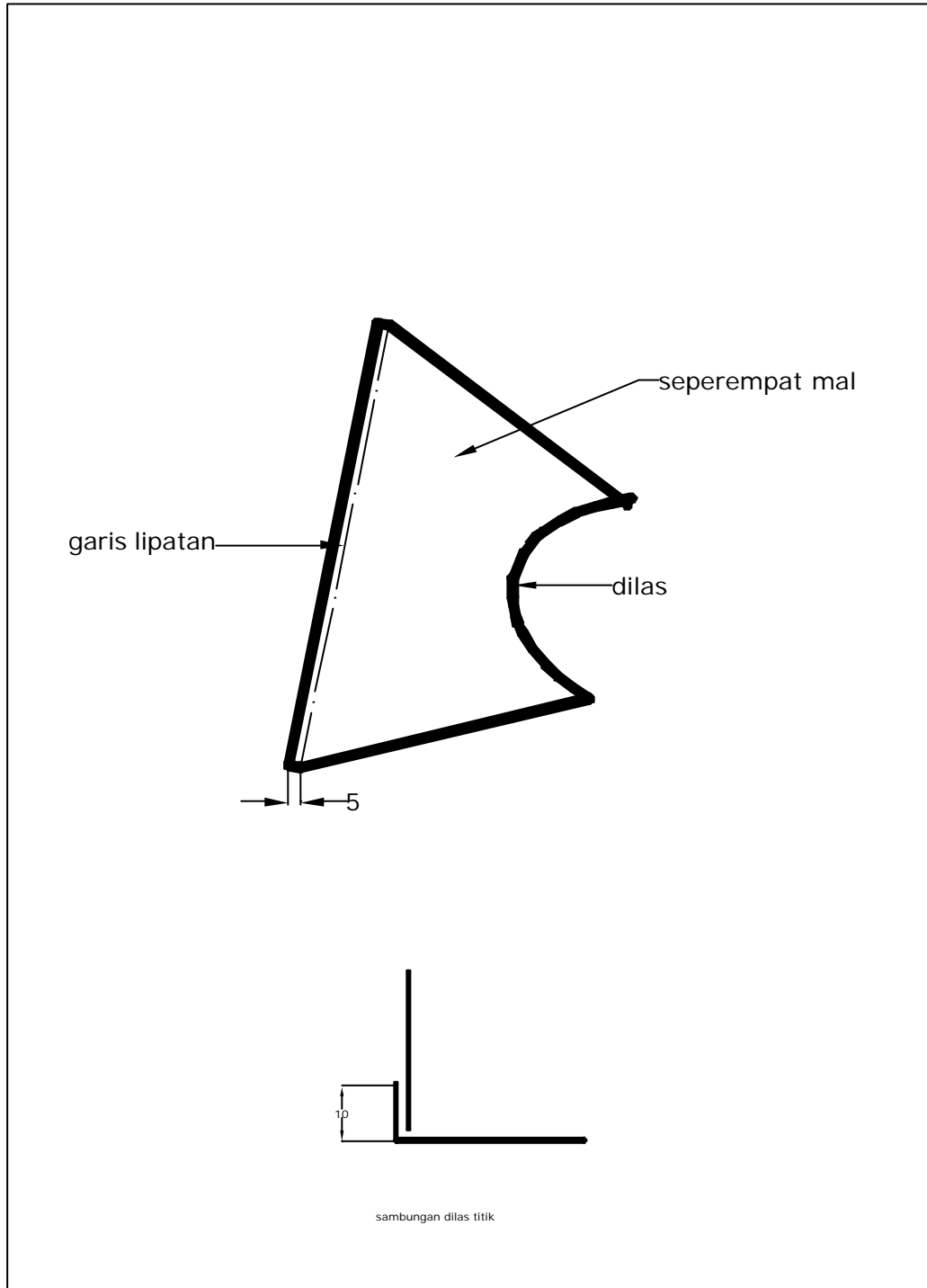
**Gambar 18a.** Menentukan TL



**Gambar 18b.** Gambar Bentangan Corong Konveyor



**Gambar 18c.** Mal untuk Sisi 1 dan sisi 3



**Gambar 18d.** Mal untuk Sisi 2 dan sisi 4

## 5. Kegiatan Belajar 5

### Membuat gambar bentangan dan mal suatu konstruksi corong mesin

#### a. Tujuan Kegiatan Pemelajaran 5

Setelah mengikuti kegiatan belajar dengan modul ini, peserta diklat dapat membuat gambar bentangan dan mal suatu konstruksi corong mesin yang menggunakan kerucut oblik.

#### b. Uraian materi 5

Baca materi 1

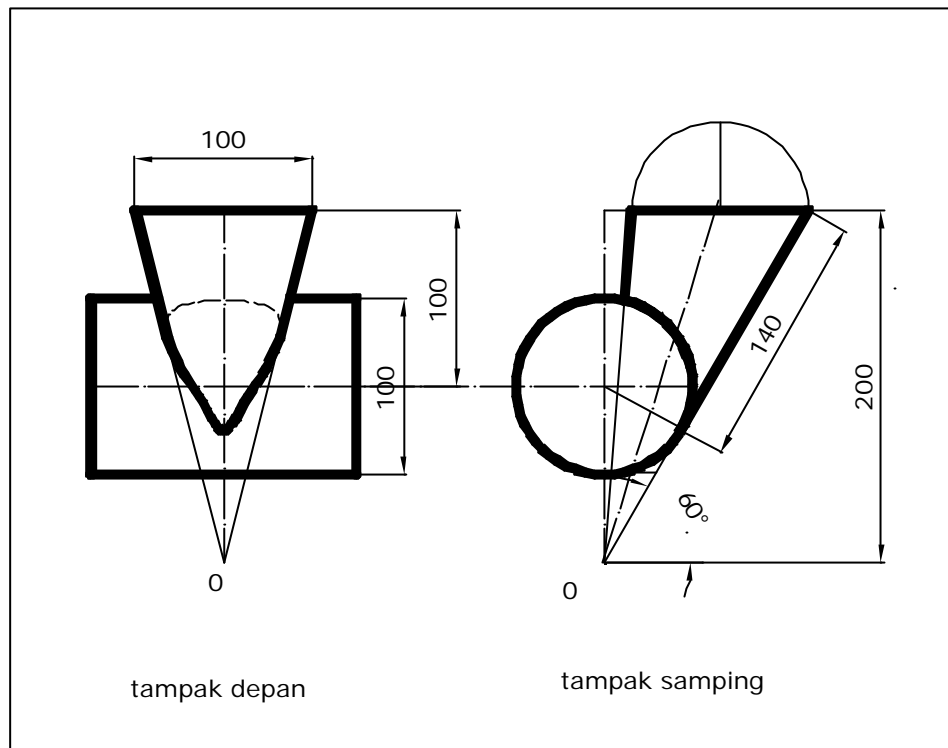
#### c. Rangkuman 5

Baca rangkuman 1.

#### d. Tugas 5 :

- 1) Buatlah gambar bentangan dan mal benda yang berbentuk kerucut, tampak seperti pada gambar. Bahan plat mild steel tebal 2 mm. Plat dibentuk dengan cara di rol dan dipukul. Kelonggaran 0,5 mm. Sambungan dengan bagian lain akan di las.
- 2) Amatilah , corong terbuat dari kerucut tegak atau oblik .
- 3) Amatilah, garis perpotongan antara kerucut dan pipa .
- 4) Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar
- 5) Pelajari pentingnya mengetahui garis panjang sebenarnya dari suatu garis ada pembuatan gambar bentangan.
- 6) Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.





**Gambar 19.** Corong Mesin

**e. Tes Formatif 5**

*Pertanyaan :*

1. Kerucut pada pembuatan corong mesin tersebut , termasuk kerucut tegak atau kerucut oblik, jelaskan.
2. Mengapa garis radial pada kerucut oblik, tidak sama panjang ?
3. Jelaskan mengapa panjang garis radial pada bentangan kerucut oblik tidak sama panjang seperti pada kerucut tegak.
4. Pada gambar tampak depan, tunjukkan garis radial mana yang mempunyai panjang sebenarnya dan yang belum sebenarnya.
5. Pada gambar tampak samping, tunjukkan garis radial mana yang mempunyai panjang sebenarnya dan yang belum sebenarnya.

**f. Kunci jawaban formatif 5**

1. Kerucut tersebut termasuk kerucut oblik, dapat dilihat dari sisi bagian atasnya yang berbentuk lingkaran dan sisi tersebut tidak tegak lurus dengan sumbu tengahnya.
2. Garis radial pada kerucut oblik tidak sama panjang, karena posisi kerucut miring, sehingga sisi-sisinya tidak simetris terhadap sumbu tengahnya.
3. Panjang garis radial pada gambar bentangan kerucut tegak sama panjangnya, karena jarak pembagian diukur pada busur yang jari-jarinya sama, sedangkan pada kerucut oblik, garis-garis radialnya tidak sama panjang, karena jarak pembagian diukur pada masing-masing busur yang jari-jarinya tidak sama panjang.
4. Pada gambar tampak depan, garis radial yang telah mempunyai panjang sebenarnya tidak ada, semuanya belum sebenarnya.
5. Pada gambar tampak samping, garis radial yang telah mempunyai panjang sebenarnya adalah garis yang paling kiri dan kanan ( garis 0-1 dan garis 0-7), sedangkan garis 0-2, 0-3, 0-4, 0-5, 0-6 belum panjang sebenarnya.

**g. Lembar Kerja 5**

1. Alat-alat/Bahan yang dibutuhkan :
  - a) Kertas manila ukuran A2.
  - b) Alat tulis: pensil H runcing, pensil 2B, 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, penggores disaku pakaian saudara.

## 3. Langkah kerja

- a) Gambarlah dalam gambar tampak depan dan tampak samping corong kerucut oblik yang akan dibuat dengan teliti dan benar, gambar pula garis perpotongannya dengan silinder .
- b) Bagilah lingkaran yang menunjukkan sisi atas kerucut menjadi 12 bagian, beri nama titik 1, 2,..., 7, pada gambar tampak depan sesuaikan titik-titiknya.
- c) Mencari panjang garis radial yang sebenarnya. Ada 6 pasang garis radial yang panjangnya tidak sama. Pada gambar tampak samping, lukislah garis radial yang terlihat dari tampak atas, di setengah lingkaran atas. Ada 6 garis radial, beri nama 0-1,0-2, ..., 0-7. Panjangnya tidak sama.
- d) Dari titik 0, pada tampak atas, lingkarkan atau proyeksikan masing-masing garis radial ke sisi atas kerucut, diperoleh titik-titik potong, bila titik-titik potong ini dihubungkan dengan titik 0 di ujung kerucut, maka garis ini sudah mempunyai panjang sebenarnya, siap untuk melukis gambar bentangan.
- e) Membuat gambar bentangan. Ambilah titik 0 sembarang atau boleh di ujung kerucut. Misalnya dimulai dari titik 1

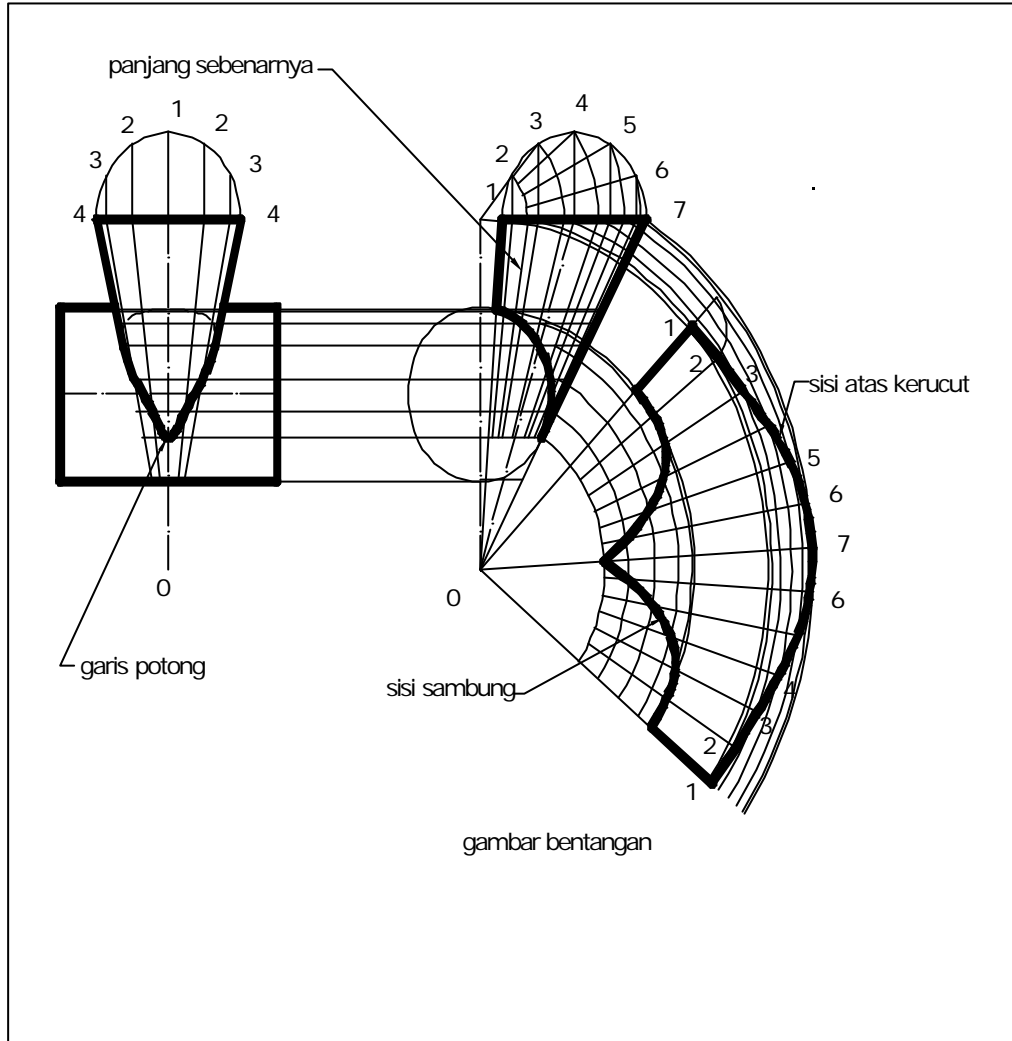
dan garis radial 1. Buatlah busur lingkaran dengan garis radial 1 yang telah sebenarnya sebagai radiusnya, secukupnya. Dari titik 1 ukurkan jarak pembagian 12 dan lingkarkan dari titik 1. Selanjutnya dengan garis radial yang telah sebenarnya buatlah busur lingkaran dari titik 0 yang akan memotong lingkaran dari titik 1 sebelumnya. Beri nama titik 2 pada perpotongannya .

- f) Ulangi langkah di atas untuk garis radial 3, 4, 5, 6, dan 7. Bila titik-titik perpotongan antara garis radial dan jarak pembagian 12 dihubungkan akan diperoleh setengah kurve sisi atas kerucut.
- g) Untuk melukis sisi sambung yang akan membentuk garis potong kerucut dengan silinder, ukurlah dari titik 0 panjang semua garis radial yang sebenarnya, lingkarkan sejajar dengan lingkaran dari titik 0 sebelumnya. Maka akan diperoleh titik-titik potong antara lingkaran dengan garis radial yang sesuai, bila titik potongnya dihubungkan akan diperoleh kurve sambung kerucut bagian bawah.
- h) Setengah bentangan yang lain dapat dilakukan dengan cara yang sama.
- i) Periksalah apa gambar bentangan yang dibuat telah benar dan teliti, tanyakan kepada guru atau tutor.

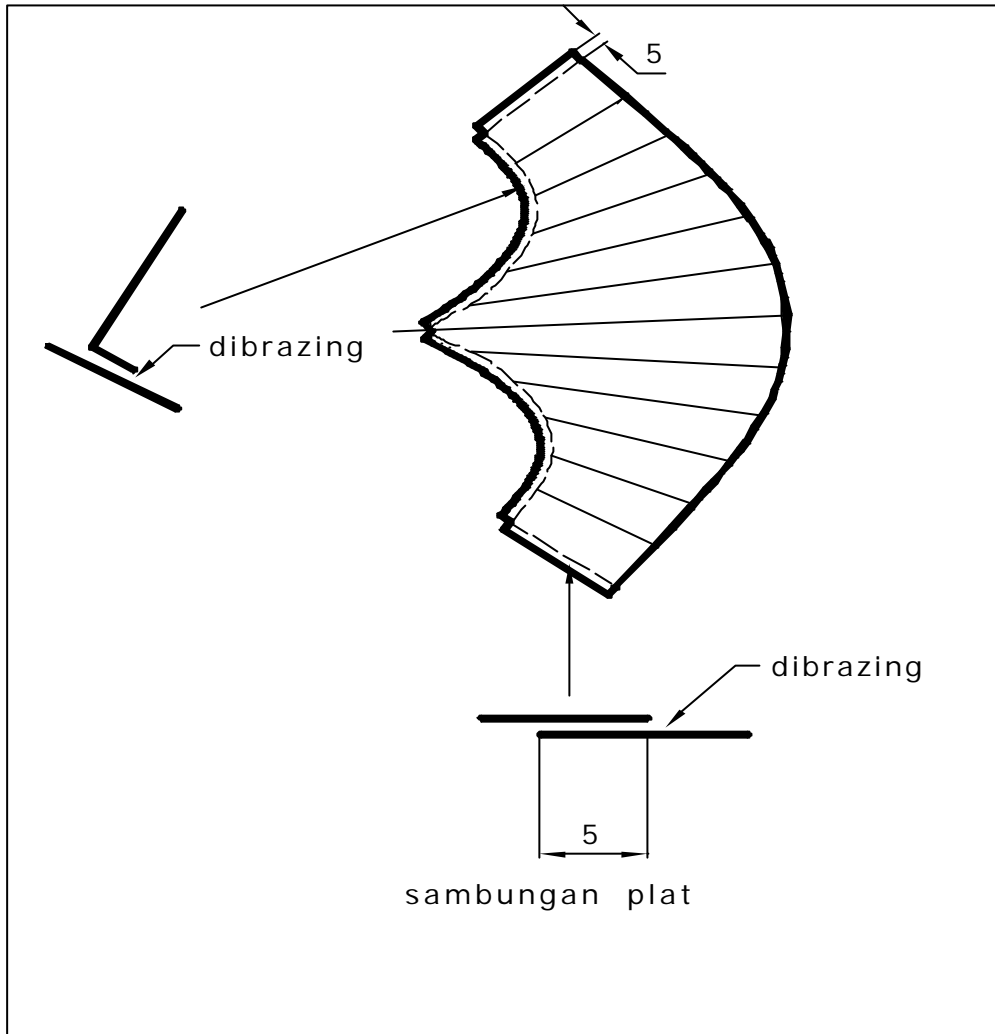
**Langkah Kerja Membuat Mal :**

- 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 di luar garis gambar atau mal kertas.
- e) Kikirlah sehingga garis penandaan habis, biar tepat ukurannya, dan tidak tajam.
- f) Cobalah mal dari seng yang telah dibuat ditekuk sehingga membentuk kerucut seperti yang dikehendaki atau tidak. Bila tidak, periksa kemungkinan kesalahannya, perbaiki.
- g) Bila sudah benar, buatlah lagi sebuah mal dari seng dengan mengurangi garis tekuk sebesar 2 mm (tebal plat) dan menambah 5 mm untuk rencana penekukan atau sambungan tumpang.

**Gambar kerja 5:**



**Gambar 20a.** Gambar Bentangan Corong Mesin



**Gambar 20b.** Gambar Mal Corong Mesin

## **BAB III EVALUASI**

### **A. PERTANYAAN**

Evaluasi hasil belajar peserta diklat atau siswa, yang 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 pembelajaran.

*Evaluasi psikomotor skill* dilakukan dengan melakukan pengamatan selama siswa melaksanakan kegiatan pembelajaran, 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 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 pembelajaran siswa/peserta diklat.

Bobot Penilaian Hasil Kegiatan Pembelajaran

<b>Komponen yang dinilai</b>	<b>Bobot Nilai</b>	<b>Keterangan</b>
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

<b>Uraian</b>	<b>Waktu</b>	<b>Keterangan</b>
Tes Formatif 1	0,5 jam	
Pembuatan gambar bentangan 1	12 jam	
Pembuatan mal 1	10 jam	
Total :		22,5 jam
Tes Formatif 2	0,3 jam	
Pembuatan gambar bentangan 2	10 Jam	
Pembuatan mal 2	10 jam	
Total :		20,3 Jam
Tes Formatif 3	0,3 jam	
Pembuatan gambar bentangan 3	10 jam	
Pembuatan mal 3	10 jam	
Total :		20,3 jam
Tes Formatif 4	0,4 jam.	

Pembuatan gambar bentangan 4	10 jam	
Pembuatan mal 4	15 jam	
Total :		25,4 jam
Tes Formatif 5	1,5 jam	
Pembuatan gambar bentangan 5	15 jam	
Pembuatan mal 5	15 jam	
Tota l:		31,5 jam
<b>Keseluruhan :</b>		<b>120 jam</b>

## B. KUNCI JAWABAN

Untuk setiap tes formatif kunci jawabannya dapat dilihat pada masing-masing kegiatan didepan. sedangkan jawaban yang berkaitan dengan gambar bentangan, pada lembar kerja sudah dsampaikan. Ada catatan bahwa gambar bentangan di depan, skala gambarnya tidak 1 : 1. maka dari itu, perlu instruktur atau tutor membuat terlebih dahulu gambar bentangan dengan sekala 1 : 1. Demikian juga perlu dibuat mal yang benar dan teliti, untuk dibandingkan dengan hasil atau produk dari peserta diklat.

## C. KRITERIA PENILAIAN

### 1) 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.

### 2) Kriteria Penilaian Hasil Pengamatan Psikomotorik Skill dan Attitude Skill :

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

3) Kriteria 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 konstruksi 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.