

Kegiatan 1 : Konstruksi Geometris

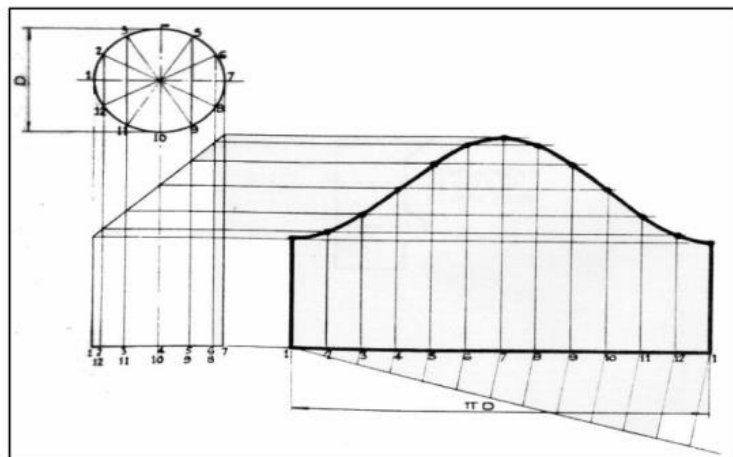
A. Tujuan

Setelah anda menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan anda memiliki kemampuan dalam menginterpretasi jenis-jenis benda kerja *ducting system* melalui penggunaan konstruksi geometris.

B. Uraian Materi

Teknik menggambar bentangan biasanya dilakukan dengan dua cara yakni secara grafis dan secara matematis. Kedua teknik ini mempunyai keuntungan yang berbeda-beda. Untuk proses penggambaran bentangan profil tertentu biasanya digunakan lukisan secara grafis. Tetapi untuk profil-profil yang beraturan lebih menguntungkan dilakukan perhitungan-perhitungan secara matematis.

1. Secara grafis

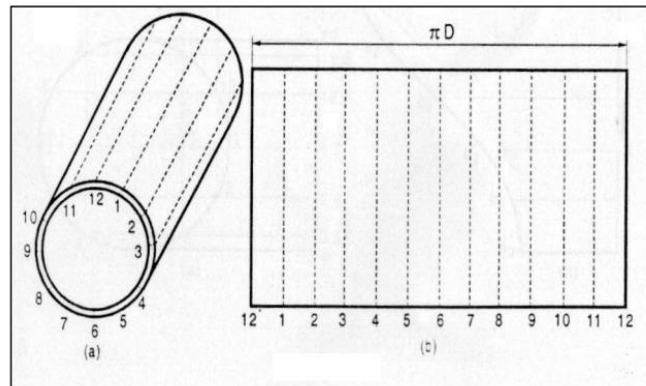


Gambar 1.1 Gambaran Bentangan secara Grafis

Pembuatan gambar bentangan menggunakan teknik secara grafis ini dilakukan dengan cara membagi lingkaran dalam 12 bagian yang sama besar, dimana angka 1 dan 12 saling berimpit. Selanjutnya, tariklah garis lurus di sebelah lingkaran. Ukurlah jarak 1 ke 2 dengan menggunakan jangka. Lalu jarak ini dipindahkan pada garis lurus yang disediakan yakni 1 ke 2, begitulah seterusnya sampai menuju angka 12. Hasil pengukuran dengan pemindahan jangka ini dari 1 ke 12 merupakan keliling lingkaran yang terbentuk. Semakin banyak pembagi jumlah lingkaran ini, maka hasil yang diperoleh juga semakin teliti.

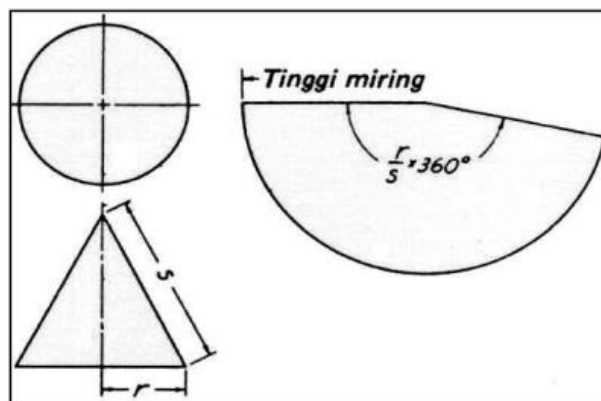
2. Secara Matematis

Lukisan bentangan dari sebuah lingkaran ini lebih mudah dilakukan secara matematis. Caranya adalah dengan menghitung keliling lingkaran tersebut dengan menggunakan rumus $K = \pi \cdot D$, dimana K adalah keliling lingkaran, D diameter lingkaran yang dilukis, dan $\pi = 3.14$.



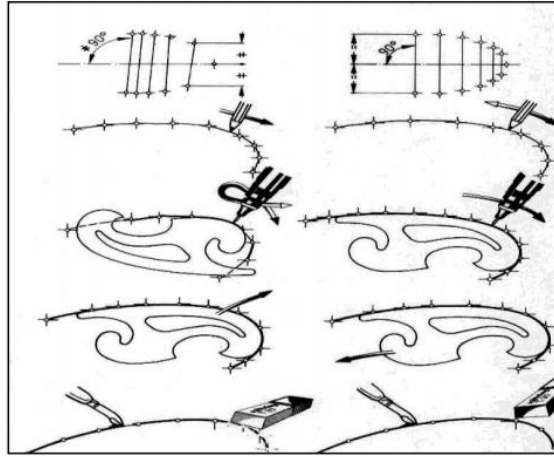
Gambar 1.2 Bentangan Lingkaran Secara Matematis

Dibandingkan dengan lukisan secara grafis, lukisan bentangan secara matematis ini lebih teliti, tetapi terbatas hanya pada profil-profil bentuk yang beraturan.



Gambar 1.3 Bentangan Kerucut Lurus/Tegak

Suatu hasil lukisan bentangan ini dapat dievaluasi atau diukur setelah dilakukan pembentukan dari pelat yang dikerjakan. Alat ukur yang digunakan dalam pengukuran profil ini umumnya menggunakan mal ukuran yang dibentuk sesuai dimensi profil yang diinginkan. Untuk pengukuran bentuk yang teliti memang sangat sulit dilakukan karena keterbatasan alat ukur yang ada. Dalam satu contoh pengecekan suatu bentuk profil penggunaan mal ukuran ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Untuk melakukan pengecekannya adalah dengan cara meletakkan mal radius pada radius pelat yang telah terbentuk. Selanjutnya dari ujung keujung yang lain dilakukan pengecekan.



Gambar 1.4 Pengukuran Radius Lingkaran

Peralatan yang dipergunakan dalam menggambar bentangan ini diantaranya adalah mistar, jangka, mal lingkaran, mal lengkung, mal elips, dan lain-lain. Gambar merupakan alat komunikasi antara perancang dan pengguna, oleh karena itu gambar harus dibuat secara cermat dan teliti. Seorang juru gambar pada saat membuat gambar sering menggunakan konstruksi yang terdiri atas unsur-unsur geometri seperti lingkaran, garis, dan sudut. Penggunaan konstruksi tersebut dalam upaya menghasilkan gambar yang bentuknya baik. Baiknya bentuk gambar yang dihasilkan tidak terlepas dari ketepatan dalam melakukan proses penyambungan antara garis dengan garis, garis dengan lingkaran, garis dengan busur, busur dengan busur dan sebagainya dibuat dengan tepat.

Sebuah gambar komponen mesin merupakan gabungan dari beberapa bentuk geometris baik garis maupun lingkaran. Benda-benda yang termasuk pada kelompok *ducting system*, juga merupakan gabungan dari beberapa konstruksi geometris, baik garis maupun lingkaran. Kemampuan juru gambar dalam melukis bentuk-bentuk benda *ducting system*, sangat dipengaruhi oleh kemampuannya dalam menggunakan dan menyambung unsur-unsur geometris. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa benda-benda *ducting system* memiliki bentuk konstruksi yang unik.

B.1 Konstruksi Geometris dengan Garis

Pembuatan konstruksi dengan garis merupakan kemampuan dasar yang harus dikuasai oleh seorang juru gambar, terlebih bagi juru gambar yang melukis atau menggambar benda-benda *ducting system*. Oleh karena, pada saat proses pembuatan suatu benda *ducting system*, agar diperoleh hasil yang baik harus dibuat suatu pola berdasarkan gambar bentangan dari benda tersebut. Dalam proses pembuatan gambar bentangan, kemampuan seorang juru gambar dalam menggunakan konstruksi, khususnya unsur geometris garis sangat diperlukan.

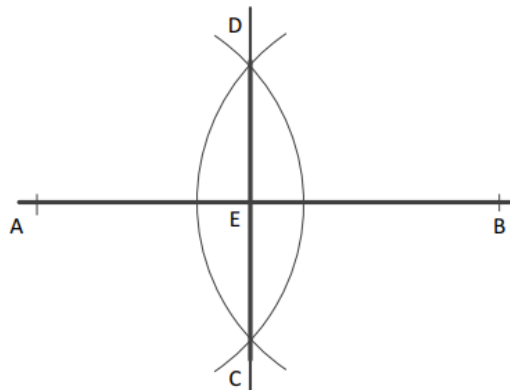
Beberapa kemampuan yang menuntut dari seorang juru gambar dalam menggunakan konstruksi unsur geometris garis diantaranya adalah membagi garis menjadi beberapa bagian yang sama, membuat garis tegak lurus, membagi sudut, membuat segi banyak beraturan seperti segi lima, segi enam, dan sebagainya.

a. Membagi Garis Lurus Sama Panjang

Menunjukkan cara membagi dua garis lurus sama panjang.

Langkah yang harus dilakukan adalah :

1. Buat garis lurus AB,
2. Buat busur lingkaran di titik A dengan ukuran jari-jari sembarang tetapi harus diperkirakan lebih dari setengah panjang garis AB.
3. Buat busur lingkaran di titik B dengan jari-jari yang sama dengan lingkaran di titik A. Kedua lingkaran berpotongan di titik C dan D.
4. Hubungkan titik C dan D memotong garis AB di titik E, sehingga panjang $AE = EB$

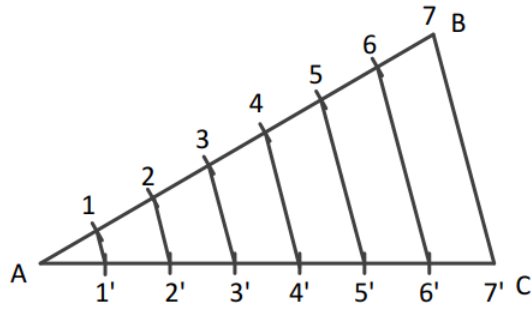


Gambar 1.5 Cara Membagi Garis Lurus Sama Panjang

b. Membagi Garis dalam bagian-bagian yang sama

Dalam membagi garis dalam bagian-bagian yang sama dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Tarik sebuah garis lurus AB yang membentuk sudut sembarang dengan garis AC.
2. Beri tanda 1, 2, ... 7 pada garis AB yang panjangnya sama antara masing-masing tanda.
3. Tarik garis dari titik B ke titik C.
4. Tarik garis dari setiap tanda yang lain pada garis AB sejajar dengan garis BC sampai memotong garis AC.
5. Setiap perpotongan pada garis AC yang ditandai dengan 1', 2', dst., merupakan bagian-bagian garis yang sama.

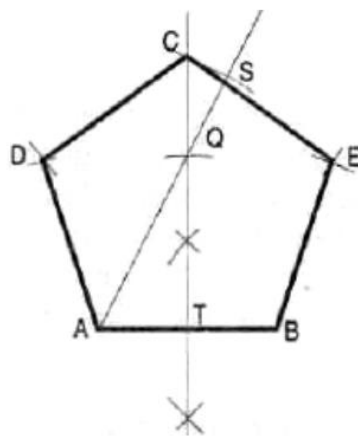


Gambar 1.6 Membagi Garis Dalam Bagian-Bagian Yang Sama

c. Membuat Segi Lima

Gambar di bawah ini adalah gambar yang menunjukkan cara membuat suatu segi lima dengan panjang salah satu sisinya sudah diketahui. Garis AB adalah salah satu sisi dari segi lima yang diketahui. Untuk membuat segi lima, cara yang perlu dilakukan adalah :

1. Bagi garis AB melalui titik T menjadi dua bagian yang sama panjang.
2. Tarik garis tegak lurus melalui titik T dengan panjang yang sama dengan panjang AB dan pada ujung garis tersebut tandai dengan huruf Q.
3. Hubungkan titik A dengan titik Q, dan buat garis QS yang panjangnya sama dengan $\frac{1}{2}$ AB.
4. Dengan menggunakan titik A sebagai titik pusat, dan AS sebagai jari-jari, gambarlah sebuah busur lingkaran yang memotong garis perpanjangan TQ di C.
5. Dari titik A, B, dan C, buatlah garis yang saling berpotongan di titik E dan D.
6. Hubungkan titik A,D, C, E, dan B, sehingga membentuk sebuah segi lima.

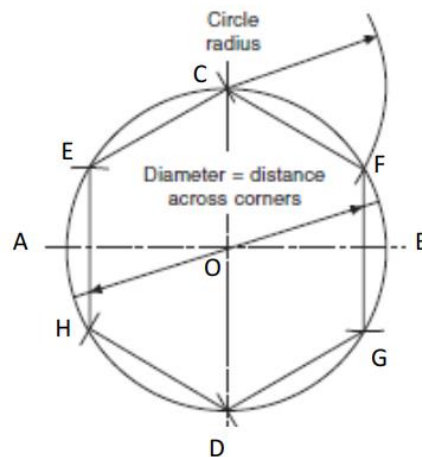


Gambar 1.7 Segi Lima Beraturan Dengan Sebuah Sisi Tertentu

d. Membuat Segi Enam

Untuk membuat segi enam tersebut, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Buat garis lurus AB
2. Bagi garis AB menjadi dua bagian yang sama panjang dan tarik garis tegak lurus CD dari titik O yang merupakan tengah-tengah dari garis AB.
3. Buat sebuah lingkaran dengan jari-jari tertentu yang titik pusatnya di O.
4. Dari titik C buat busur lingkaran yang jari-jarinya sama dengan lingkaran awal sampai memotong di titik E dan F.
5. Dari titik D buat busur lingkaran yang jari-jarinya sama dengan lingkaran awal sampai memotong di titik G dan H.
6. Hubungkan garis C, F, G, D, H, dan E, sehingga membentuk segi enam beraturan yang diinginkan.



Gambar 1.8 Membuat Segi Enam Beraturan

B.2 Konstruksi Geometris dengan Garis

Kegiatan 2 : Pembuatan Gambar Pembuatan Bentangan Dengan Metode Garis Pararel

A. Tujuan :

Setelah anda menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan anda memiliki kemampuan dalam membuat gambar bentangan benda kerja *ducting system* menggunakan metode garis parallel sesuai dengan gambar kerja

B. Uraian Materi

Tidak semua benda yang berbahan logam seperti Aluminium, Pelat Baja dan sejenisnya, terbuat dari bahan yang tebal. Sering dijumpai peralatan yang dibuat dari bahan-bahan yang berukuran tipis. Benda-benda tersebut diantaranya tutup/kap mesin, kotak penyimpanan, cerobong asap, saluran, dan lain-lain. Ketebalan bahan yang tipis, menyebabkan proses pengerjaannya tidak terlalu sulit karena tinggal menekuk atau melipat untuk memperoleh bentuk yang diinginkan. Meskipun demikian, tetap diperlukan persiapan yang tepat agar diperoleh hasil yang sesuai. Persiapan dimaksud adalah membuat gambar datar pada pelat tersebut dan menggulingnya. Gambar tersebut dinamakan gambar bentangan/bukaan. Agar diperoleh hasil yang memuaskan, maka proses penggambaran sebaiknya dilakukan dulu pada kertas gambar, baru kemudian dipindahkan pada pelat.

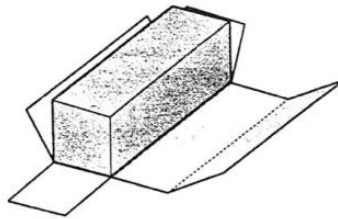
Dalam membuat gambar bentangan dapat dilakukan dengan berbagai metode yaitu metode garis parallel, metode garis radial, dan metode segitiga. Metode garis parallel digunakan untuk membuat bentangan benda-benda dengan bentuk dasar prisma dan silinder. Metode bentangan dengan garis radial digunakan untuk membuat bentangan benda dengan bentuk dasar pyramid dan kerucut. Adapun metode segitiga digunakan untuk membuat bentangan benda dengan bentuk transisi dan sambungan bentuk yang berbeda. Bentuk interseksi dibentang sesuai dengan bentuk dasar, seperti interseksi bentuk silinder atau prisma dibentang dengan metoda paralel, dan interseksi bentuk piramid atau kerucut dibentang dengan metoda radial.

Pembuatan gambar bentangan dengan menggunakan metoda parallel adalah cara sederhana untuk membuat bentangan dari suatu benda sebagai dasar pembuatan pola, yaitu membuat sisi benda sebagai garis-garis sejajar. Melalui caranya yang seperti itu, maka disebut pembuatan bentangan dengan metoda paralel. Metode garis sejajar (*parallel line*) biasa diterapkan untuk membuat gambar bentangan dari benda-benda sederhana, yaitu benda-benda dengan sisi-sisi satu sama lainnya sejajar. Benda-benda tersebut diantaranya berbentuk kotak (persegi panjang dan kubus), silinder baik tunggal, maupun gabungan dalam bentuk belokan (*elbow*) maupun sambungan T.

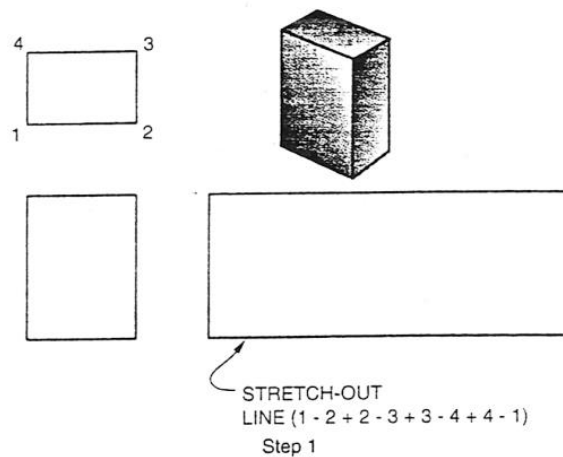
Benda-benda *ducting system* yang dapat dibuat bentangan dengan menggunakan metode ini adalah benda-benda dengan bentuk dasar geometri prisma (segi empat/kotak, maupun segi enam) dan silinder. Garis bentangan pola prisma dan silinder adalah lurus dan pengukuran garis berdasarkan penarikan garis tegak lurus dan sejajar.

B 1. Bentangan Profil segi empat

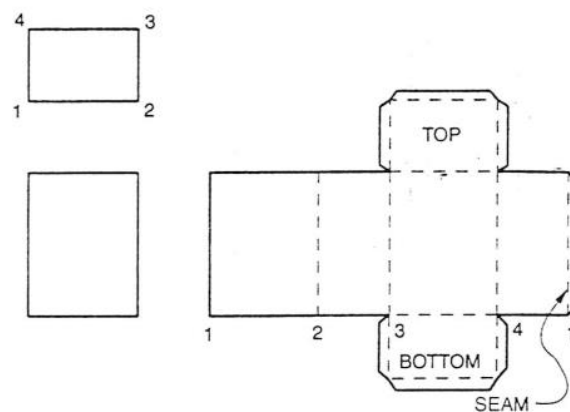
Profil segi empat atau kotak merupakan profil yang paling sederhana dari sebuah geometris prisma. Untuk membentangkan bentuk kotak sangatlah mudah, yaitu tinggal membuka lipatan pada setiap sisinya seperti gambar di bawah :



Gambar 2.1 Profil Segi Empat (Kotak)



Gambar 2.1.1 Tahap 1 Proses Pembentangan Kotak

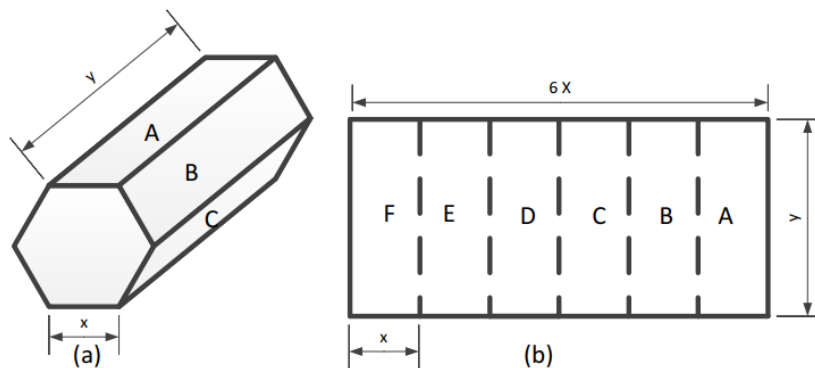


Gambar 2.1.2 Tahap 2 Proses Pembentangan Kotak

B 2. Bentangan Prisma

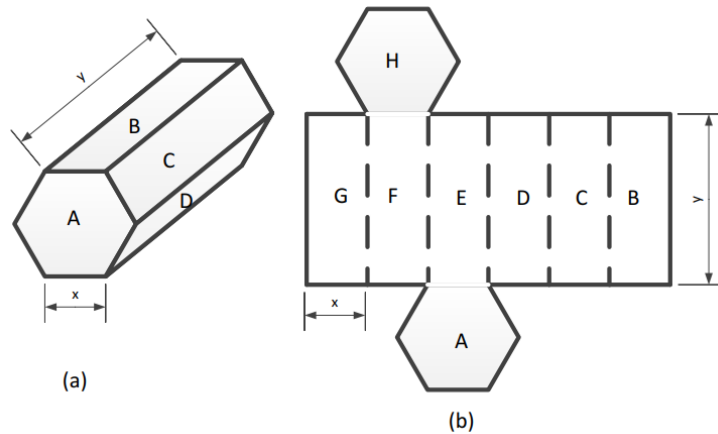
Semua benda yang termasuk dalam kelompok prisma dapat dibuat bentangannya dengan menggunakan metode garis parallel/sejajar. Benda berbentuk prisma ditandai dengan bentuk yang sama pada penampang lintang dan sepanjang benda tersebut. Metode pembuatan gambar bentangan ini sering dikenal dengan cara menggelindingkan permukaan benda pada permukaan datar. Benda yang termasuk dalam kelompok prisma adalah prisma segi empat, prisma segi enam, 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*). Kedua jenis prisma tersebut memiliki perbedaan dalam penggunaan.

Gambar 2.2 (a) menunjukkan sebuah prisma segi enam yang kedua ujungnya terbuka, sedangkan Gambar 2.2 (b) merupakan bentangannya. Bentangan tersebut merupakan bentuk empat persegi panjang. Panjang bentangan sama dengan keliling segi enam, sedangkan lebarnya sama dengan tinggi prisma tersebut. Apabila prisma tersebut terbuat dari bahan pelat, maka sebelum dibuat perlu diketahui dulu berapa ukuran bahan yang diperlukan dan bagaimana proses pemotongannya.



Gambar 2.2 Bentangan Prisma Terbuka

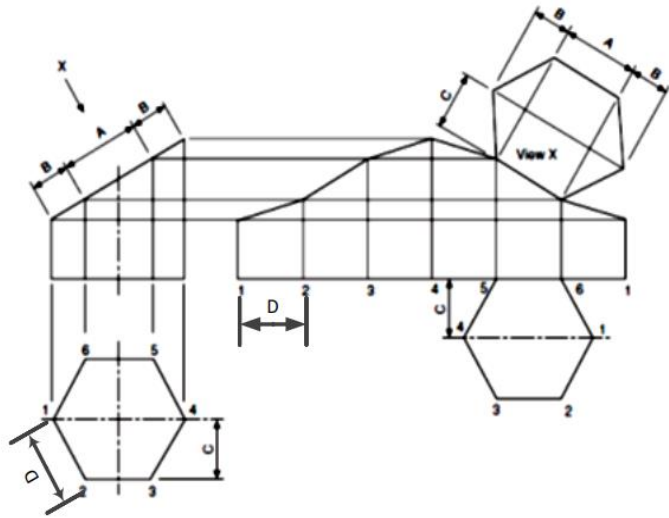
Sementara, Gambar 2.3 (a) menunjukkan sebuah prisma segi enam yang kedua ujungnya tertutup, dan Gambar 2.3 (b) merupakan bentangannya. Seperti halnya prisma yang ujungnya terbuka, bentangan tersebut merupakan bentuk empat persegi panjang, dimana panjang bentangan sama dengan keliling segi enam, sedangkan lebarnya sama dengan tinggi prisma tersebut. Apabila prisma tersebut terbuat dari bahan pelat, maka sebelum dibuat perlu diketahui dulu berapa ukuran bahan yang diperlukan dan bagaimana proses pemotongannya.



Gambar 2.3 Bentangan Prisma Tertutup

Cara untuk membuat bentangan sebuah prisma adalah sebagai berikut :

1. Bayangkan bahwa prisma dibuka pada garis yang terletak antara bidang B dan G.
2. Buat garis mendatar yang panjangnya sama dengan keliling prisma segi enam tersebut pada bagian bawah dan atas limas.
3. Buat garis tegak lurus dari masing-masing ujung setiap garis tersebut sepanjang (Y), sehingga membentuk empat persegi panjang.
4. Bagi empat persegi panjang tersebut menjadi enam bagian sama besar (X), sehingga jumlah bagian yang sama ada enam (6X).
5. Gambar 2.2 dan 2.3 di atas, adalah bentangan dari sebuah bentuk prisma yang utuh. Adapun Gambar 3.4 merupakan bentangan dari sebuah prisma segi enam tertutup yang terpotong miring (prisma terpancung). Untuk menggambar bukaan atau bentangan dari prisma tersebut adalah :
6. Buat gambar pandangan depan dan pandangan atasnya dan beri tanda pada setiap titik pada pandangan atas dengan angka 1,2,3, ..., 6.
7. Tarik garis lurus tegak lurus dari setiap titik pada gambar pandangan atas ke pandangan depan sampai memotong sisi miring.
8. Bayangkan bahwa prisma dibuka dari garis 1.
9. Buat garis mendatar yang panjangnya sama dengan keliling prisma segi enam tersebut pada bagian bawah dan atas limas.
10. Bagi panjang garis mendatar tersebut menjadi enam bagian yang sama besar (D) yang ditandai dengan angka 1, 2, 3, ..., 6.
11. Buat garis tegak lurus dari setiap bagian pada garis mendatar tersebut.
12. Hubungkan perpotongan garis pada sisi miring dengan garis tegak pada garis mendatar.
13. Buat garis mendatar dari setiap titik perpotongan pada bidang miring dan hubungkan dengan garis tegak dari garis mendatar

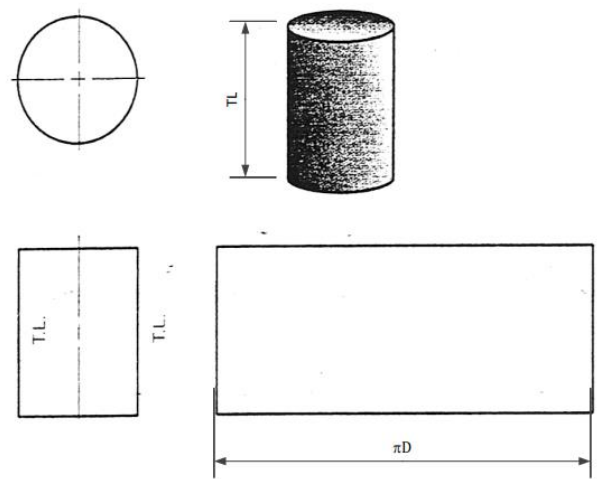


Gambar 2.4 Bentangan Prisma Segi Enam Tertutup Dan Terpancung

B 3. Bentangan Silinder

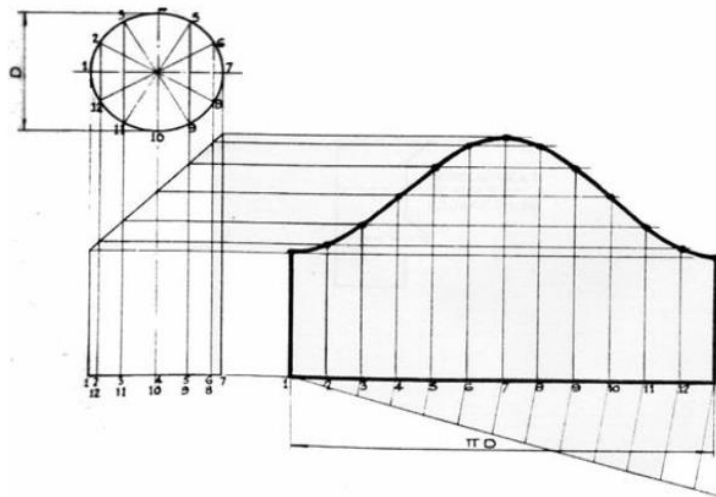
Selain bentuk prisma, bentuk benda yang dapat dibentang dengan menggunakan metode garis parallel adalah benda yang berbentuk silinder, baik terbuka maupun tertutup. Sebuah silinder pada prinsipnya merupakan gabungan dari banyak garis yang sejajar, sehingga dalam menggambar bentangannya dapat dilakukan dengan menggunakan metode garis parallel. Silinder, apabila dibentang hasil bentangannya identik dengan hasil bentangan benda berbentuk prisma, yaitu berbentuk empat persegi panjang. Panjang bentangannya sama dengan panjang keliling dari lingkaran silinder ($\pi \cdot D$), dimana D merupakan diameter dari silinder, sedangkan lebarnya sama dengan tinggi silinder/TL (perhatikan Gambar 2.5 berikut).

Ada dua cara untuk membuat gambar bentangan silinder ini, yaitu secara matematis dan secara grafis. Lukisan bentangan secara matematis lebih teliti jika dibandingkan dengan cara grafis tetapi hal ini terbatas pada profil-profil bentuk yang beraturan.



Gambar 2.5 Bentangan Sebuah Silinder Secara Matematis

Selain dilakukan secara matematis, pembuatan bentangan juga dapat dilakukan secara grafis. Teknik secara grafis ini dilakukan dengan membagi lingkaran dalam 12 bagian yang sama besar, dimana angka 1 dan 12 saling berimpit. Selanjutnya tariklah garis lurus di sebelah lingkaran. Ukurlah jarak 1 ke 2 dengan menggunakan jangka. Lalu jarak ini dipindahkan pada garis lurus yang disediakan yakni 1 ke 2, begitulah seterusnya sampai menuju angka 12. Hasil pengukuran dengan pamindahan jangka ini dari 1 ke 12 merupakan keliling lingkaran yang terbentuk. Semakin banyak pembagi jumlah lingkaran ini maka hasil yang diperoleh juga semakin teliti. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 2.6 Bentangan Silinder Terpancung Secara Grafis

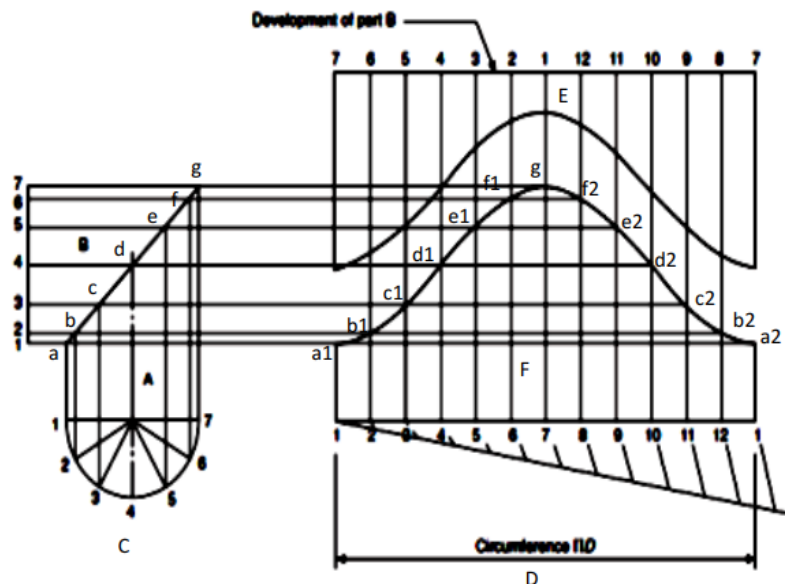
Gambar 2.5 dan 2.6 di atas hanyalah untuk bentangan silinder tunggal. Sementara, tidak selamanya kondisi silinder tersebut seperti itu, karena ada juga silinder yang dalam keadaan terhubung/tersambung. Gambar 2.7 menunjukkan sebuah sambungan siku-siku dari dua buah tabung (tabung A dan tabung B).

Bentuk lingkaran pada pandangan atas dibagi menjadi 12 bagian yang sama besar, kemudian dari titik-titik tersebut ditarik garis-garis vertikal dan horizontal. Selanjutnya tarik garis vertikal ke bidang pandangan depan sehingga berpotongan dengan garis pertemuan kedua tabung. Karena kedua tabung mempunyai garis tengah yang sama, maka garis pertemuan tersebut merupakan garis lurus. Bukaan dari kedua tabung ditunjukkan pada Gambar 2.7. b, dimana bukaan tabung A adalah gambar yang bawah dan bukaan tabung B adalah gambar B.

Untuk membuat gambar bentangannya langkah yang harus dilakukan adalah :

1. Buat pandangan atas dari silinder dimaksud, yang akan terlihat sebagai sebuah lingkaran.

2. Bagilah lingkaran tersebut menjadi dua belas bagian yang sama panjang dan beri tanda setiap titik perpotongan dengan angka 1, 2, 3, ..., 12..
3. Tarik garis tegak lurus dari setiap perpotongan sampai memotong garis miring pada silinder dan beri tanda dengan huruf a, b, dst.
4. Dari masing-masing titik perpotongan tersebut tarik garis mendatar ke arah kanan dan sejajar dengan alas tabung.
5. Buat garis lurus di sebelah sisi kanan gambar tabung yang sejajar dengan alas tabung (lihat gambar D).
6. Pindahkan ukuran bagian-bagian dalam silinder dengan menggunakan jangka ke dalam garis lurus tersebut dan tandai setiap perpotongannya dengan angka 1, 2, 3, ..., 12
7. Tarik garis tegak lurus dari setiap tanda perpotongan tersebut sampai berpotongan dengan garis mendatar (point 4) dan tandai setiap perpotongan dengan huruf a1, b1, c1, dst.
8. Hubungan setiap titik perpotongan tersebut sampai membentuk garis lengkung.
9. Lakukan langkah 1 sampai 8 untuk membuat bukaan atau bentangan tabung atas, hanya pandangan atasnya diganti dengan pandangan samping.

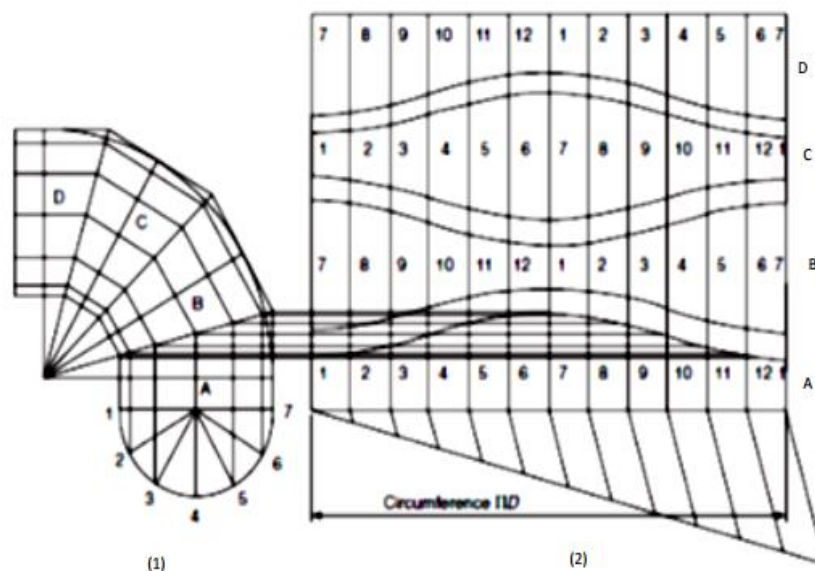


Gambar 2.7 Bentangan Dua Silinder Yang Disambung

B 4. Bentangan Elbow

Elbow adalah beberapa benda silinder yang disambung dan membentuk sebuah belokan. Dalam sistem saluran elbow digunakan untuk membelokkan arah aliran. Elbow layaknya sebuah tikungan dimana pada saat kita sedang berada di jalan, tikungan tersebut mau tidak mau membuat kita berbelok arah ketika melaluinya, begitu pula elbow yang bertugas untuk

membelokkan aliran. Elbow terdiri dari dua jenis yang paling umum yaitu 45 dan 90 derajat. Untuk memperoleh sudut di selain sudut diatas, terkadang elbow tersebut di potong. Atau bisa juga dengan menggunakan dua elbow yang disatukan untuk memperoleh sudut tertentu. Gambar 2.8 (1) berikut merupakan ilustrasi dari sebuah elbow yang dibentuk dari empat buah benda silinder yang dipotong, yaitu silinder A, B, C, dan D. dan Gambar 2.8 (2) merupakan ilustrasi bentangan atau bukaan dari setiap benda silindris yang ada pada gambar 2.8 (1). Untuk membuat bentangan dari elbow tersebut, prinsipnya sama dengan membuat bentangan sebuah benda silinder, hanya harus dilakukan satu persatu. Apabila seluruh benda silindris yang ada di gambar 2.8 (1) telah selesai dibuat bentangannya, maka hasil bentangannya dapat dilihat pada gambar 2.8 (2). Gambar 2.8 (2) A adalah bentangan untuk benda silindris A, 2.8 (2) B adalah bentangan untuk benda silindris B, 2.8 (2) C adalah bentangan untuk benda silindris C, dan 2.8 (2) D adalah bentangan untuk benda silindris D.



Gambar 2.8 Bentangan Empat Buah Pipa Elbow

Kegiatan 3 : Pembuatan Gambar Pembuatan Bentangan Dengan Metode Garis Radial

A. Tujuan :

Setelah anda menyelesaikan kegiatan pembelajaran ini, diharapkan anda memiliki kemampuan dalam membuat gambar bentangan benda kerja *ducting system* menggunakan metode garis radial sesuai dengan gambar kerja.

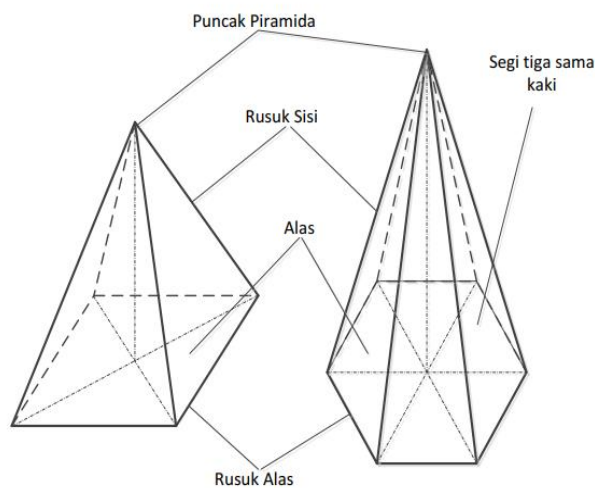
B. Uraian Materi

Bentangan dengan menggunakan metode garis radial adalah proses pembuatan bentangan dengan cara mengembangkan bentuk dalam bidang radial, yaitu memproyeksikan setiap titik bentuk geometri yang tidak sejajar dari satu titik secara melingkar. Dengan kata lain, bentangan dengan metode radial adalah suatu metode dalam membentangkan dalam bentuk radial (melingkar) dengan menggunakan puncak sebagai titik pusatnya. Bentuk-bentuk benda *ducting system* yang dapat dikembangkan dengan metode ini adalah benda-benda dengan bentuk piramida, limas, dan kerucut. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa benda-benda tersebut ujung-ujungnya tidak sejajar bahkan menyatu pada sebuah titik (puncak). Selain itu, dalam pengukuran garisnya tidak dapat dilakukan dengan cara menarik garis sejajar pada setiap titik, melainkan harus melingkar. Akibat kejadian seperti itu, maka pola bentangan ini dinamakan pola bentangan radial.

B 1. Bentangan Piramid

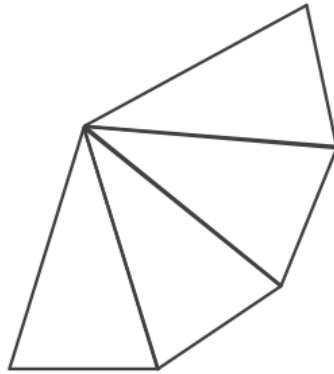
Sebuah benda dikatakan sebagai piramid apabila benda tersebut dibatasi oleh bidang rata bersudut banyak yang dinamakan alas dan bidang sisi berupa segi tiga yang jumlahnya minimal empat yang puncaknya sama dan bertemu pada satu titik. Dengan demikian, bidang bidang yang membatasi bentuk piramida adalah:

- Bidang/sisi bersudut banyak (polygon) sebagai alas,
- Bidang/sisi lateral yang berbentuk segi tiga dengan panjang sisi alasnya sama dengan panjang sisi polygon, serta puncaknya sama dan bertemu pada satu titik yang dinamakan puncak piramida (perhatikan gambar berikut).



Gambar 3.1 Bentuk Konstruksi Sebuah Piramid

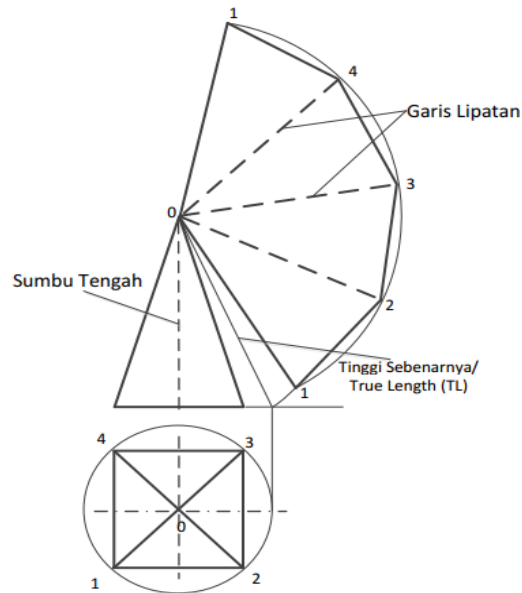
Apabila piramida yang kiri pada gambar di atas tersebut alasnya dilepas dan lipatannya di buka, maka bentuk bentangnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.2 Bentuk Bukaan Sebuah Piramid

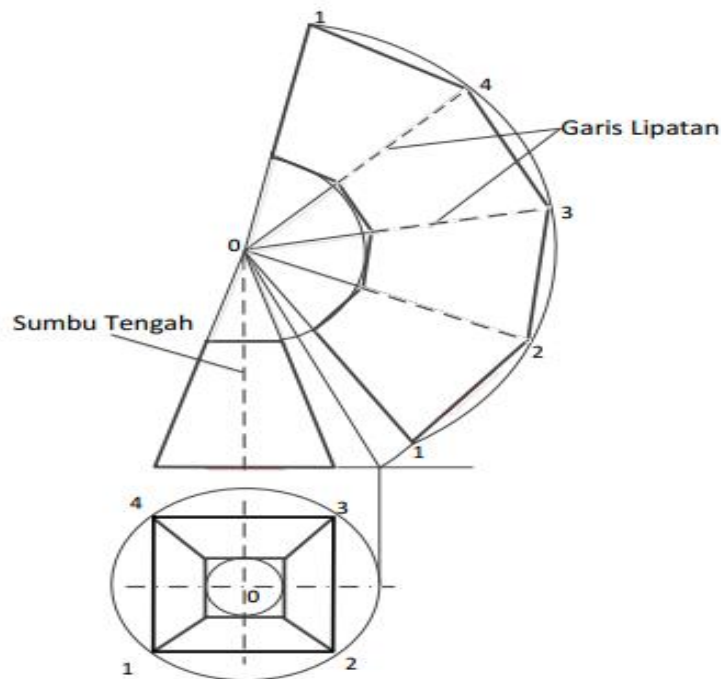
Langkah pembuatan gambar bentangan piramid :

1. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat gambar pyramid dalam gambar tampak depan dan tampak atas dengan benar dan teliti.
2. Langkah kedua adalah menentukan garis mana saja yang sudah merupakan panjang sebenarnya.
3. Dari gambar 3.3 dan 3.4, tampak bahwa garis 0-1, 0-2, 0-3, 0-4, bukan merupakan panjang sebenarnya. Oleh karena itu, harus dicari lebih dulu TLnya. Perhatikan cara mencari panjang garis sebenarnya atas garis-garis tersebut pada gambar. Mengingat pyramid tersebut merupakan pyramid tegak, maka seluruh sisi pojoknya memiliki panjang yang sama, sehingga cukup dicari satu saja.
4. Apabila panjang sebenarnya sudah diketahui, maka buatlah busur lingkaran dari titik 0 (titik 0 boleh di tempat lain) dengan radius 0-1 yang sudah merupakan panjang sebenarnya dengan ukuran secukupnya (Sekitar 4-5 kali panjang rusuk alas).
5. Buatlah garis radial yang merupakan permulaan pembuatan bentangan piramid, misalnya garis 0-1, sampai berpotongan dengan lingkaran yang telah dibuat di titik 1. Dari titik ini, ukurlah garis 1-2 dan pindahkan serta potongkan dengan busur lingkaran sehingga diperoleh titik 2. Hubungkan atau tarik garis dari titik 2 tersebut ke titik 0 sehingga terbentuk garis 0-2.
6. Lakukan kembali langkah pada point (e) tersebut, sehingga diperoleh titik 3, 4, dan 1 lagi. Bila titik-titik ini dihubungkan dengan garis, maka diperoleh bentangan dari sebuah pyramid.



Gambar 3.3 Piramid Dan Bukaannya

Gambar berikut adalah gambar yang mengilustrasikan tentang sebuah pyramid yang ujungnya terpotong berikut bentangnya.

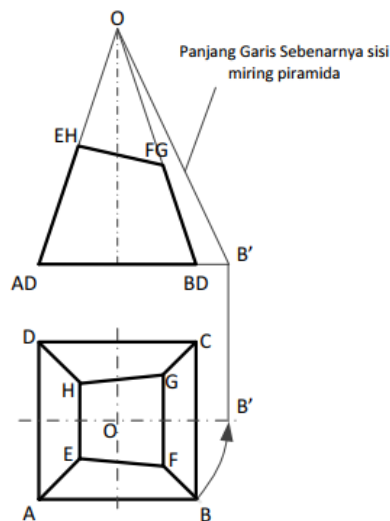


Gambar 3.4 Piramid Terpotong Dan Bentangnya

Untuk membuat bentangan dari pyramid di atas, langkahnya sama seperti pada saat membuat bentangan pyramid yang tidak terpotong (Gambar 3.3). Artinya, langkah (a) sampai (e) sama, hanya untuk melukis bentangan sisi atas pyramid, langkah yang harus dilakukan adalah harus memproyeksikan titik- titik pada sisi atas pyramid ke garis panjang sebenarnya. Apabila

proses proyeksi tersebut benar, maka panjang sebenarnya garis dari sisi pojok piramid yang terpotong akan sebanding dengan panjang sebenarnya sisi pojok keseluruhan dari pyramid. Dengan garis ini sebagai ukuran, selanjutnya buatlah busur lingkaran secukupnya sejajar lingkaran luar. Titik potong antara busur lingkaran ini dengan garis-garis radial dihubungkan dengan garis, dan akan diperoleh sisi atas dari pyramid.

Selain terpotong rata, pyramid tersebut kemungkinan juga terpotong miring. Seperti gambar berikut.



Gambar 3.5 Piramid Terpotong Miring

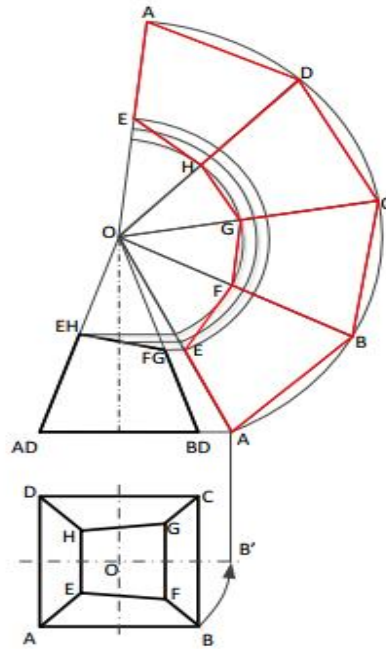
Untuk membuat bentangan dari pyramid di atas, adalah sebagai berikut.

1. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat gambar pyramid dalam gambar tampak depan dan tampak atas dengan benar dan teliti termasuk bentuk potongan miringnya (lihat gambar 2.8 atas).
2. Langkah kedua adalah menentukan garis mana saja yang sudah merupakan panjang sebenarnya.
3. Dari gambar 3.15, tampak bahwa garis O-A, O-B, O-C, dan O-D, bukan merupakan panjang sebenarnya. Oleh karena itu, harus dicari lebih dulu panjang sisi miring sebenarnya, yaitu garis OB'. Perhatikan cara mencari panjang garis sebenarnya atas garis-garis tersebut pada gambar. Mengingat pyramid tersebut merupakan piramid tegak, maka seluruh sisi pojoknya memiliki panjang yang sama, sehingga cukup dicari satu saja.
4. Tarik garis horizontal dari setiap titik perpotongan yang menggambarkan bentuk miring dari pyramid (FG dan EH) sampai memotong garis OB'.

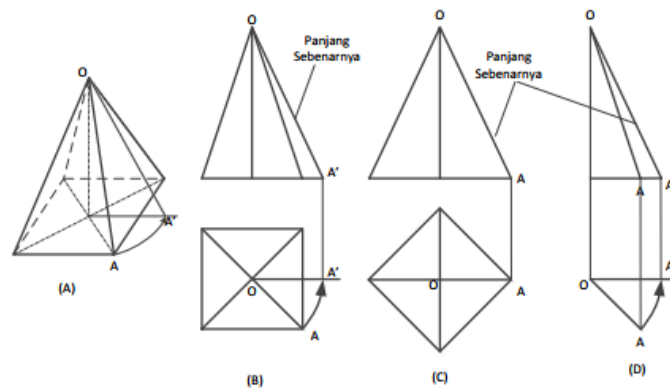
5. Buatlah busur lingkaran di titik O yang merupakan titik pusat (titik O boleh di tempat lain) dengan radius O-B' yang sudah merupakan panjang sebenarnya dengan ukuran secukupnya (Sekitar 4-5 kali panjang rusuk alas).
6. Buat juga busur lingkaran dari perpotongan titik yang lain pada garis O-B' yang panjangnya sama dengan seperti busur yang pertama.
7. Buat garis radial yang merupakan permulaan pembuatan pyramid dari titik O ke titik A, sehingga membentuk garis OA.
8. Dari titik A ini, ukurlah garis AB dan pindahkan serta potongkan dengan busur lingkaran sehingga diperoleh titik B. Hubungan titik B tersebut dengan titik O sehingga membentuk garis OB.
9. Lakukan kembali hal yang sama pada poin (h) sampai diperoleh titik C, D, dan A serta garis OC, OD, dan OA.
10. Hubungkan setiap titik perpotongan yang terjadi antara garis OA, OB, OC, OD, dan OA dengan busur lingkaran ke dua dan ketiga dan tandai dengan huruf E, F, G, H, F dan hubungkan titik-titik tersebut sehingga membentuk garis EF, FG, GH, dan HE.
11. Apabila semua langkah dilakukan dengan benar, maka akan diperoleh bentuk bentangan dari sebuah pyramid yang terpotong miring seperti pada gambar 3.6.

Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa untuk membuat bentangan sebuah piramid, pertama-tama harus ditentukan dulu panjang sebenarnya dari sisi miring piramid tersebut. Gambar 3.7 berikut memperlihatkan sebuah pyramid dengan pandangan depan dan pandangan atas. Berdasarkan gambar 3.7 (A) di atas, sisi miring OA bukan merupakan panjang sebenarnya dari sisi miring pyramid tersebut, melainkan OA'. Berbeda dengan gambar 3.7 (B), dimana pyramid diputar 90°, sehingga garis OA sejajar dengan garis horisontal. Pada posisi ini, garis OA pada sisi miring merupakan panjang sisi miring sebenarnya dari pyramid tersebut. Cara untuk mendapatkan sisi miring seperti pada gambar 47 (B) tersebut, adalah sebagai berikut:

1. Gambar pandangan atas OA;
2. Lingkarkan atau putar garis tersebut sampai membuat garis horizontal OA';
3. Proyeksikan titik A' ke atas, hingga berpotongan dengan garis alas yang diproyeksi dari pandangan depan;
4. Tarik garis dari titik A' ke titik O, maka garis A'O pada pandangan depan merupakan panjang sebenarnya dari sisi miring pyramid.



Gambar 3.6 Bentangan Piramid Yang Dipotong Miring

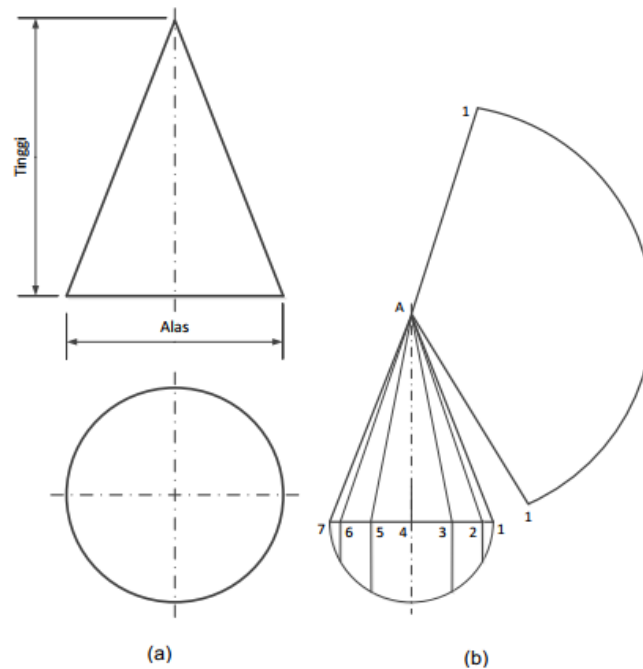


Gambar 3.7 Cara Penentuan Panjang Sebenarnya Dari Sisi Miring Piramid

B 2. Bentangan Kerucut

Kerucut merupakan sebuah limas istimewa dengan alas yang berbentuk lingkaran. Dalam pandangan dua dimensi, kerucut memiliki 2 sisi dan 1 rusuk. Sisi tegak dari sebuah kerucut tidak berupa segitiga melainkan berupa bidang miring yang disebut selimut kerucut. Benda dengan bentuk seperti corong misalnya, merupakan salah satu bentuk benda *ducting system*. Oleh karena itu, untuk dapat membuat benda tersebut dengan benar harus diawali dengan membuat gambar bentangnya. Dalam membuat gambar bentangan benda kerucut, digunakan metode bentangan garis radial. Secara prinsip, pembuatan gambar bentangan benda kerucut ini identic dengan proses pembuatan gambar bentangan benda pyramid, yaitu

harus menentukan dulu panjang yang sebenarnya. Hal ini dalam kaitan dengan berapa banyak bahan yang diperlukan untuk membuat benda tersebut.

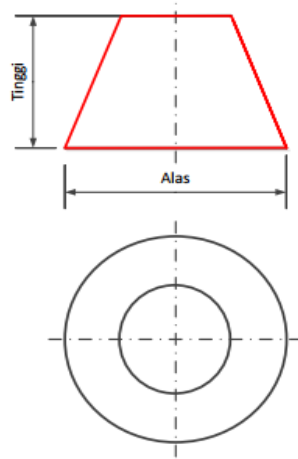


Gambar 3.8 Kerucut dan Bentangannya

Untuk membuat bentangan sebuah kerucut seperti gambar di atas, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

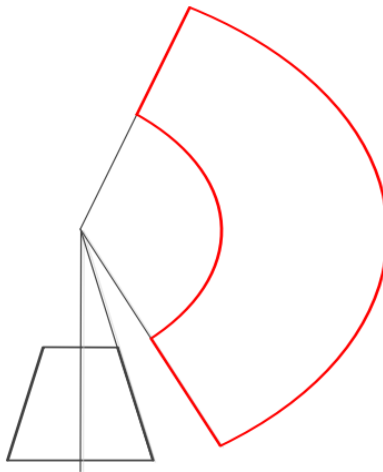
1. Buat gambar pandangan depan dan pandangan atas dari kerucut dengan ukuran tinggi dan diameter alas yang sesuai untuk mendapatkan panjang garis sebenarnya dari sisi kerucut (Gambar 3.8.a).
2. Buat garis busur dengan radius panjang garis sebenarnya, yaitu garis A1 (Gambar 3.8. b).
3. Bagi lingkaran yang merupakan alas dari kerucut menjadi 12 bagian yang sama besar.
4. Pindahkan 12 bagian busur lingkaran dari hasil pembagian lingkaran pada busur bentangan sampai menjadi 12 bagian yang sama besar sehingga didapatlah gambar bentangan kerucut (Gambar 3.8.b).

Tidak selamanya bentuk kerucut tersebut utuh, tetapi kadang-kadang dalam keadaan terpotong baik rata maupun miring (terpancung). Pada prinsipnya untuk membuat bentangan sebuah kerucut yang terpancung sama dengan cara membuat bentangan kerucut yang tidak terpotong. Gambar kerucut yang terpotong rata diilustrasikan dalam gambar berikut.



Gambar 3.9 Kerucut Terpotong Rata

Adapun ilustrasi dari bentangan kerucut tersebut dapat dilihat pada gambar 3.10 berikut.

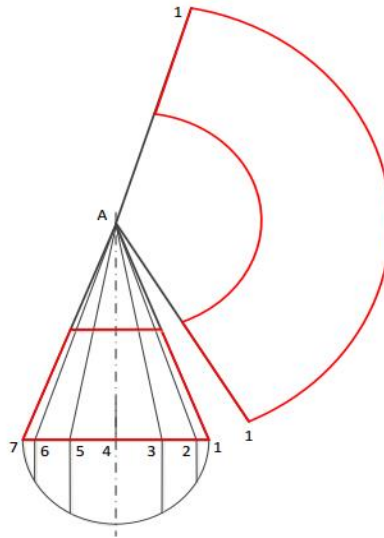


Gambar 3.10 Ilustrasi Bentangan Kerucut Terpotong Rata

Untuk membuat bentangannya, secara prinsip sama dengan cara membuat bentangan kerucut yang tidak terpotong, yaitu:

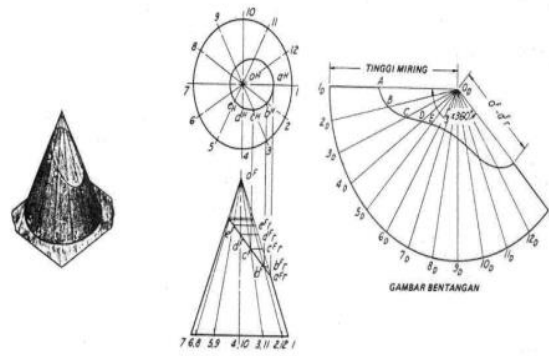
1. Buat gambar pandangan depan dan pandangan atas dari kerucut yang terpotong dengan ukuran tinggi dan diameter alas yang sesuai permintaan.
2. Tandai titik puncak dari kerucut dengan cara menarik kedua garis sisi miring sampai saling berpotongan pada satu titik di garis sumbu kerucut yang berfungsi sebagai titik pusat busur keliling alas kerucut dan untuk mendapatkan panjang garis sebenarnya.
3. Buat busur lingkaran pada alas pandangan depan dengan jari-jari $\frac{1}{2}$ diameter alas kerucut.
4. Bagi busur lingkaran menjadi 6 bagian yang sama
5. Buat busur lingkaran dengan titik pusat titik A jari-jari A1.
6. Berikutnya, buat busur lingkaran dengan titik pusat T dengan jari-jari A1' .

7. Pindahkan tali busur yang terdapat pada busur lingkaran dari nomor 1 sampai nomor 7 dan dari nomor 7 sampai dengan nomor 1.
8. Hubungkan semua titik-titik yang terdapat pada garis busur A pada titik puncak kerucut di titik A



Gambar 3.11 Bentangan Kerucut Terpotong Rata

Untuk membuat gambar bentangan kerucut lurus terpotong miring (terpancung) harus dibuat dengan menggunakan metode triangulasi yang diubah, agar dapat membentangkan garis bentuk permukaan eliptik yang landai. Metode yang biasa digunakan didasarkan atas pemisalan menurut teori bahwa kerucut itu merupakan piramida yang mempunyai sisi dalam jumlah tidak terhingga. Pembentangan kerucut tidak lengkap yang terlihat dalam gambar 3.12. Elemen digambar pada permukaan kerucut untuk berfungsi sebagai rusuk piramida berisi banyak. Dipakai 12 atau 24 elemen, tergantung dari ukuran kerucut. Tempatnya ditetapkan pada sektor yang dibentangkan dengan membagi busur yang menggambarkan dasar yang dibuka gulungannya, dalam pembagian yang sama banyaknya dengan banyaknya pembagian tampak atas. Pada titik ini dalam prosedur, perlulah untuk menentukan panjang sejati elemen benda terpancung dengan cara yang sama dengan cara memperoleh panjang sejati piramida terpancung. Dengan informasi ini, gambar bentangan yang dikehendaki dapat dibuat lengkap dengan mengukur panjang sejati pada garis yang sesuai dalam gambar dan menyambung titik-titik yang diperoleh dengan demikian itu dengan garis lengkung yang mulus.



Gambar 3.12 Pembentangan Kerucut Terpancung