KONSTRUKSI VAS BUNGA
MELALUI
PENGGABUNGAN BEBERAPA BENDA GEOMETRI RUANG

SKRIPSI

Oleh

Dani Arinda
NIM 071810101112

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER

2012

KONSTRUKSI VAS BUNGA
MELALUI
PENGGABUNGAN BEBERAPA BENDA GEOMETRI RUANG

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Dani Arinda
NIM 071810101112

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2012

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, dengan puji syukur kehadirat Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Suyanti dan Ayahanda Ruslan Efendi terima kasih atas doa, perhatian, pengorbanan, dan kasih sayang yang telah diberikan.
2. Adik-adik tersayang M. Afri Romadhoni dan Bustamil Arifin yang telah banyak membantu dan memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Guru-guru sejak Taman Kanak-Kanak hingga Perguruan Tinggi, yang telah banyak memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.
4. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, SMU Negeri 3 Lumajang, SLTP Negeri 2 Lumajang, SD Negeri Jogoyudan II, dan TK Trisula.

MOTTO

“Manusia yang paling lemah adalah yang tidak mampu mencari teman,
namun yang paling lemah dari itu adalah
orang yang memiliki teman tapi menyia-nyiakannya.”
(Ali bin Abi Thalib)

“Tiadalah balasan kebaikan, melainkan kebaikan pula, maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan.”
(terjemahan Surat *Ar-Rahman* ayat 60-61)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dani Arinda

NIM : 071810101112

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul ”Konstruksi Vas Bunga Melalui Penggabungan Beberapa Benda Geometri Ruang” adalah benar-benar hasil karya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2012

Yang menyatakan,

Dani Arinda

NIM 071810101112

SKRIPSI

KONSTRUKSI VAS BUNGA
MELALUI
PENGGABUNGAN BEBERAPA BENDA GEOMETRI RUANG

Oleh

Dani Arinda
NIM. 071810101112

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama	: Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
Dosen Pembimbing Anggota	: Bagus Juliyanto S.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul ”Konstruksi Vas Bunga Melalui Penggabungan Beberapa Benda Geometri Ruang” telah diuji dan disahkan pada:

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji :

Ketua,	Sekretaris,
Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D. NIP 196101081986021001	Bagus Juliyanto, S.Si. NIP 198007022003121001
Anggota I,	Anggota II,
Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si. NIP 196908281998021001	Kristiana Wijaya, S.Si, M.Si NIP 197408132000032004

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Konstruksi Vas Bunga Melalui Penggabungan Beberapa Benda Geometri Ruang; Dani Arinda; 071810101112; 2011; 65 Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Vas bunga banyak digunakan sebagai tempat bunga bahan kertas ataupun bunga hidup guna memperindah suasana ruangan. Keragaman bentuk vas bunga yang telah dibuat, tampilannya banyak terkait dengan kajian geometri yaitu berkenaan dengan perbedaan ukuran, jumlah komponen pembangun benda ataupun bahan dasar bentuk benda geometri yang digunakan. Kebanyakan vas bunga yang telah ada bentuknya masih relatif sederhana, permukaan utama terbangun dari lengkung tunggal dan datar, sehingga tampilannya terlihat kurang menarik dan membosankan.

Dalam penelitian konstruksi vas bunga ini dibagi menjadi beberapa tahapan. Tahapan pertama yaitu penyajian lingkaran dan elips, penyajian parabola, penyajian hiperbola, penyajian segmen garis, penyajian bola, penyajian tabung, penyajian kerucut, penyajian poligon segi enam beraturan, interpolasi antar segmen garis, lingkaran dan elips di ruang. Tahapan kedua yaitu membahas prosedur untuk penyelesaian masalah desain alas vas bunga, membahas prosedur penyelesaian untuk desain bagian utama vas bunga, serta membahas prosedur penyelesaian untuk desain permukaan vas bunga. Selanjutnya tahapan terakhir dilakukan simulasi untuk memodelisasi vas bunga melalui penggabungan bagian alas, bagian utama dan permukaan vas bunga tersebut dengan bantuan *software* Maple 13.

Hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut untuk membentuk vas bunga yang memiliki permukaan kecekungan atau kecembungan dapat dikonstruksi dari beberapa bangun-bangun ruang melalui prosedur berikut pertama, menetapkan

alas dasar poligon segienam beraturan. Setelah itu membangun bentuk permukaan alas vas bunga dengan bentuk prisma, limas, atau keratan tabung tegak melalui interpolasi pasangan segmen-segmen garis atau kurva saling sehadap. Mengkonstruksi bagian utama vas bunga melalui penggabungan tegak segienam beraturan, lingkaran atau elips, kemudian menginterpolasikan segmen garis atau kurva dengan segmen garis atau kurva geserannya tersebut. Setelah itu konstruksi permukaan vas melalui interpolasi lingkaran atau kurva alas atas bagian utama vas bunga dengan kurva batas bagian luarnya.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ”Konstruksi Vas Bunga Melalui Penggabungan Beberapa Benda Geometri Ruang”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bagus Juliyanto, S.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si. dan Kristiana Wijaya, S.Si, M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritikan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. teman-teman angkatan 2007, Soraya, Fitroh, Rina, Yuro, Rahma, Shinta, Landi, serta teman-teman yang lainnya, terima kasih atas kebersamaan selama waktu kuliah dan telah memberikan semangat serta motivasi;
4. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2012 Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

Halaman

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

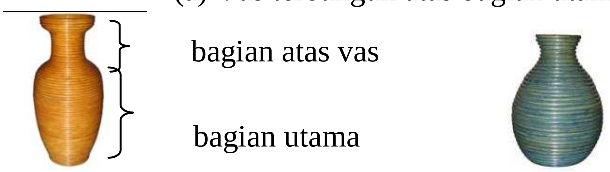
Vas bunga banyak digunakan untuk tempat bunga bahan kertas ataupun bunga hidup guna memperindah suasana ruangan. Bahan baku yang digunakan dapat berasal dari kayu, pecah belah ataupun tanah liat. Vas bunga yang terbuat dari pecah belah umumnya digunakan untuk penempatan bunga bahan baku kertas atau plastik. Vas ini sering diletakkan pada meja, bagian pojok ruangan, dan etalase. Di lain pihak untuk vas bunga yang terbuat dari bahan dasar tanah liat ataupun keramik digunakan untuk penempatan bunga hidup yang diletakkan di kebun, taman, teras ataupun dengan cara digantung pada bagian dinding rumah.

Keragaman bentuk vas bunga yang telah dibuat, tampilannya banyak terkait dengan kajian geometri yaitu berkenaan dengan perbedaan ukuran, jumlah komponen pembangun benda ataupun bahan dasar bentuk benda geometri yang digunakan. Ditinjau dari perbedaan ukuran benda, vas yang dibuat ada yang berukuran kecil, sedang, maupun besar. Terkait dari komponen pembangun vas bunga, bagian vas dapat dikategorikan ke dalam bagian atas vas, tengah (bagian utama), dan bagian alas. Adapun bila ditinjau dari bahan dasar pembangun benda komponen-komponennya dapat dibangun dari bentuk kerucut, tabung, ellipsoida, hiperboloida, dan lingkaran.

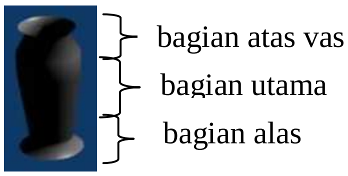
Kebanyakan vas bunga yang telah ada bentuknya masih relatif sederhana, permukaan utama terbangun dari lengkung tunggal dan datar, sehingga tampilannya terlihat kurang menarik. Selain itu struktur susunan komponen vas yang digunakan kebanyakan masih tunggal,yaitu hanya terdiri dari tiga bagian saja bahkan ada yang terbangun hanya dari satu lengkung tunggal dengan satu bagian (Gambar 1.1 a), terdiri dari dua bagian (Gambar 1.1 b) atau terdiri dari tiga bagian (Gambar 1.1 c).

Selain itu ukuran vas antara bagian alas, bagian utama, maupun bagian atas permukaan juga belum berimbang, akibatnya bentuk vas bunga tidak simetris dan proposionalnya suatu bangun. Sehubungan dengan kendala-kendala tersebut maka diperlukan studi pengembangan bentuk dan ukuran vas.

(a) Vas terbangun atas bagian utama



(b) Vas terdiri bagian atas vas dan bagian utama



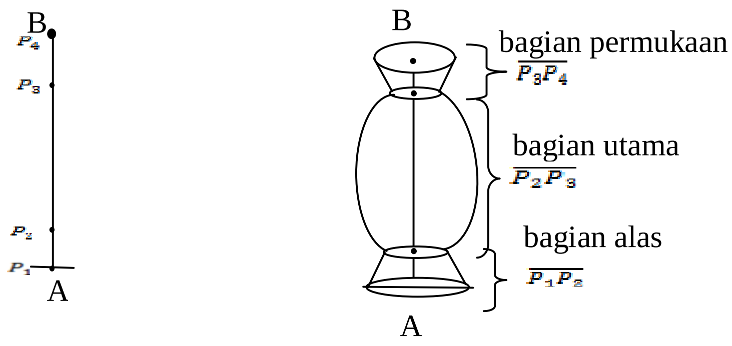
(c) Vas terdiri atas tiga bagian

Gambar 1.1 Komponen–komponen pembangun vas.

1.2 Permasalahan

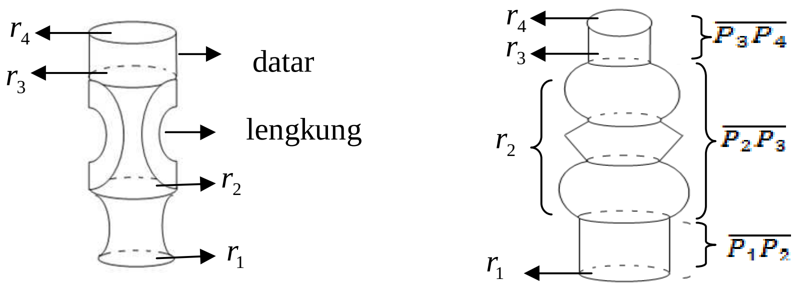
Diberikan data segmen garis vertikal dengan tinggi dalam interval $20 \leq t \leq 30$ (cm) terbagi menjadi tiga bagian sub segmen , , masing – masing sebagai bagian ketinggian alas, bagian utama, dan bagian atas vas bunga (Gambar 1.2). Masalahnya adalah bagaimana melalui pemberian variasi parameter jari-jari pada masing–masing titik dapat dibangun vas bunga multifaset bersumbu simetri sehingga diperoleh:

1. permukaan vas bunga datar dan lengkung;
2. permukaan vas bunga cekung dan cembung.

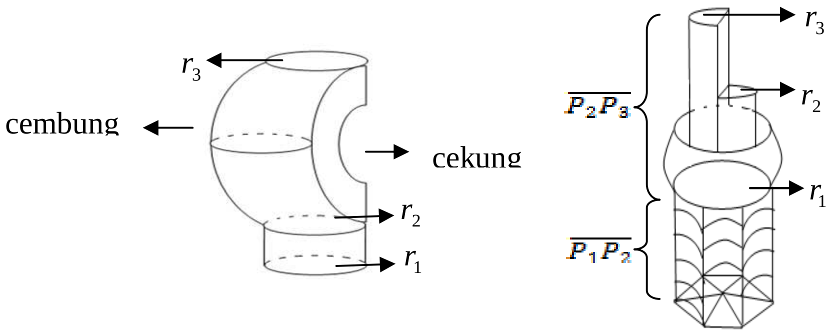


(a) Data awal (b) Komponen pembangun

Gambar 1.2 Komponen awal vas bunga



(a) Vas bunga permukaan lengkung dan datar.



(b) Vas bunga permukaan cekung dan cembung

Gambar 1.3 Beberapa contoh permukaan vas bunga lengkung, datar, cekung dan cembung

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi adalah sebagai berikut :

1. memperoleh prosedur untuk mengkonstruksi bentuk vas melalui konstruksi permukaan yang terdefinisi dari bangun – bangun ruang;
2. mendapatkan bentuk unsur-unsur vas bunga yang memiliki kesimetrian vertikal dan pusat.

1.4 Manfaat

Manfaat yang akan diperoleh dari penulisan skripsi ini adalah:

1. dapat menambah pengetahuan tentang konstruksi vas bunga terhadap produsen;
2. dapat memberikan tampilan yang bervariasi sehingga dapat memberikan pengetahuan bagi konsumen dalam pembelian vas bunga;
3. dapat meningkatkan penjualan pengrajin karena daya beli masyarakat semakin meningkat dengan adanya variasi vas bunga.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini disajikan beberapa teori dasar yang berkaitan dengan prosedur desain *vas bunga*. Pertama dilakukan studi teori tentang penyajian beberapa sistem koordinat dan penyajian segmen garis di ruang. Kedua tentang beberapa bangun geometri ruang seperti tabung, elipsoida, kerucut, lingkaran dan hiperboloida. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam hal penyajian variasi vas bunga.

2.1 Penyajian Benda-benda Geometri Bidang

2.1.1 Penyajian Lingkaran dan Elips

Lingkaran adalah himpunan titik-titik di bidang yang berjarak sama dari suatu titik tetap (Hutahea, 1986). Titik tetap tersebut dinamakan pusat lingkaran dan jarak yang sama dinamakan jari-jari lingkaran. Misal suatu lingkaran berpusat di titik O(0,0) dan titik A(x,y) merupakan sebarang titik pada lingkaran maka bentuk persamaan lingkarannya adalah (Gambar 2.3a)

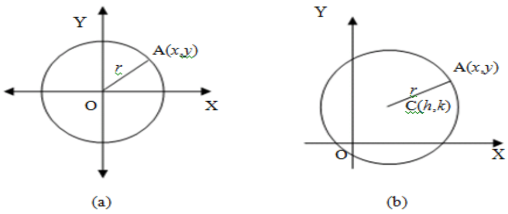
$$\sqrt{x^2+y^2}=r \quad \text{atau } x^2+y^2=r^2, \tag{2.1}$$

dengan r adalah jari-jari lingkaran. Sedangkan lingkaran yang berpusat di C(h,k) dan berjari-jari r memiliki persamaan (Gambar 2.1b)

$$\sqrt{(x-h)^2+(y-k)^2}=r \ \text{ atau } \ (x-h)^2+(y-k)^2=r^2, \tag{2.2}$$

jika persamaan (2.2) diuraikan maka diperoleh bentuk

$$x^2+y^2-2hx-2ky+(h^2+k^2-r^2)=0.$$



Gambar 2.1 Penyajian Lingkaran

Jadi persamaan umum lingkaran dapat ditulis sebagai

$$x^2 + y^2 + Dx + Ey + F = 0, \tag{2.3}$$

dengan

D = -2h,

E = -2k,

$F = h^2 + k^2 - r^2$.

Lingkaran dengan pusat di (0,0) dapat disajikan dalam persamaan parametrik berikut:

$$\boldsymbol{L}(\theta)=\langle r\cos\theta, r\ sin\theta\rangle, \tag{2.4}$$

dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$.

Adapun persamaan parametrik lingkaran dengan pusat (a,b) berbentuk :

$$\boldsymbol{L}(\theta)=\langle r\cos\theta + a, r\ sin\theta + b\rangle, \tag{2.5}$$

dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$.

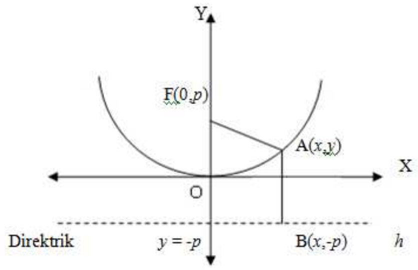
Persamaan parametrik elips dapat disajikan dalam bentuk :

$$\boldsymbol{E}(\theta)=\langle r_1\ cos\theta, r_2\ sin\theta\rangle, \tag{2.6}$$

dengan r_1, r_2 sebagai sumbu–sumbu mayor atau minor elips dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$.

2.1.2 Penyajian Parabola

Parabola adalah himpunan semua titik yang berjarak sama dari garis tetap (disebut diretrik) dan titik tetap sebagai fokus (Schwartz, 1960). Misalkan fokus F dari suatu parabola terletak pada sumbu Y dan tegak lurus terhadap garis direktrik h (Gambar 2.2). Titik pangkal O(0,0) merupakan titik tengah dari F dan garis h.



Gambar 2.2 Parabola

Jika jarak F terhadap h sebesar $2p$, maka koordinat F adalah $F(0,p)$ dan garis h dinyatakan oleh persamaan $y = -p$. Dengan demikian sebarang titik A(x,y) terdapat di parabola jika dan hanya jika panjang $\overline{AF}$ sama dengan panjang $\overline{AB}$, dengan B(x,-p) adalah sebarang titik pada direktrik. Karena $\left|\overline{AF}\right| = \sqrt{x^2 + (y-p)^2}$ dan $\left|\overline{AB}\right| = \sqrt{(y+p)^2}$ maka persamaan parabola yang berpuncak di titik (0,0) dan direktriknya sejajar sumbu X adalah

$$x^2 = 4py.$$

Bentuk umum fungsi parabola ditunjukkan:

F(x)= $ax^2 + bx + c$ dengan a $\neq$0.

Dalam bentuk parametrik persamaan parabola dapat diberikan contoh sebagai:

$$\boldsymbol{C}(u) = \boldsymbol{x}(u)\boldsymbol{i} + \boldsymbol{y}(u)\boldsymbol{j}, \tag{2.7}$$

dengan:

$\boldsymbol{x}(u) = u,$

$\boldsymbol{y}(u) = au^2 + bu + c$ dimana $a\neq 0$,

dengan $p \leq u \leq q$.

2.1.3 Penyajian Hiperbola

Hiperbola adalah himpunan titik-titik yang perbandingan jaraknya terhadap suatu titik tertentu (fokus) dan suatu garis tertentu adalah konstan (tetap) yang harganya lebih besar dari satu (Kusno, 2009).

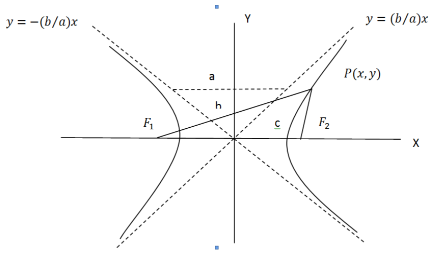
Jika terdapat hiperbola dengan fokus $F_1(c,0)$ dan $F_2(-c,0)$ dan selisih jarak nya untuk sebarang titik $P(x,y)$ di hiperbola adalah $|\overline{PF_1}| - |\overline{PF_2}| = 2a$, maka

$$|\overline{PF_1}| - |\overline{PF_2}| = 2a \tag{2.8}$$

$$\sqrt{(x+c)^2 + y^2} - \sqrt{(x-c)^2 + y^2} = 2a,$$

atau

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2-c^2} = 1.$$



Gambar 2.3 Penyajian Hiperbola

Dalam ΔF_1PF_2 berlaku hubungan $(|\overline{F_1P}| - |\overline{PF_2}|) < |\overline{F_1F_2}|$ sehingga $2a < 2c$ atau $a < c$. Dengan demikian pada persamaan (2.8) disimpulkan bahwa penyebut $(a^2 - c^2) < 0$ mempunyai harga akar sebagai berikut

$$a^2 - c^2 = -b^2, \tag{2.9}$$

Persamaan hiperbola didapat

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1. \tag{2.10}$$

Contoh persamaan parametrik hiperbola diperoleh dari persamaan real berbentuk:

$$\mathbf{H}(u) = \langle x(u), y(u) \rangle \tag{2.11}$$

dengan:

$x(u) = u,$

$y(u) = \sqrt{\frac{u^2}{a^2} - 1}\ ,$

dimana $a \leq u \leq b.$

2.2 Penyajian Segmen Garis dan Benda-benda Geometri Ruang

2.2.1 Penyajian Segmen Garis

Misal diberikan dua buah titik A dan B merupakan dua titik yang berbeda dengan koordinat masing-masing A(x_1, y_1, z_1) dan B(x_2, y_2, z_2), segmen garis $\overline{AB}$ dapat didefinisikan sebagai berikut (Gambar 2.4) :

$$\overrightarrow{OP} = t\,\overrightarrow{OB} + (1 - t)\overrightarrow{OA},$$

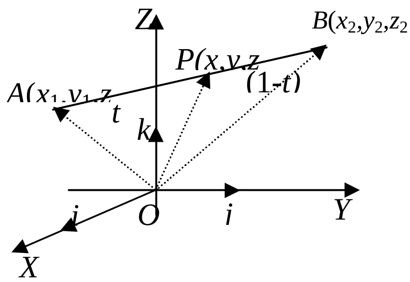
dengan $0 \leq t \leq 1$ adalah variabel parameter dan P ϵ $\overline{AB}$. Oleh sebab itu persamaan parametrik segmen garis dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\langle x, y, z \rangle = t\langle x_2, y_2, z_2 \rangle + (1 - t)\langle x_1, y_1, z_1 \rangle, \tag{2.12}$$

atau

$$x(t) = tx_2 + (1 - t)x_1,$$
$$y(t) = ty_2 + (1 - t)y_1,$$
$$z(t) = tz_2 + (1 - t)z_1,$$

dengan $0 \leq t \leq 1$.



Gambar 2.4 Penyajian segmen garis di ruang

2.2.2 Penyajian Bola

Bola adalah tempat kedudukan titik–titik dalam ruang yang berjarak sama terhadap titik tertentu (Kusno, 2003). Titik tertentu tersebut dinamakan pusat bola, ruas garis dari pusat ke titik pada pola disebut jari-jari. Semua ruas garis penghubung dua titik pada bola yang melalui pusat disebut diameter (garis tengah). Pada bagian ini dijelaskan mengenai persamaan bola dalam bentuk parametrik

Jika diketahui bola dengan pusat $Q(a,b,c)$ dan $PQ = r$, maka bentuk persamaan parametrik bola dapat dinyatakan sebagai berikut (Gambar2.5).

Persamaan bola

$$\mathbf{B}(\emptyset, \theta) = \overrightarrow{OQ} + \mathbf{S}(\emptyset, \theta),$$

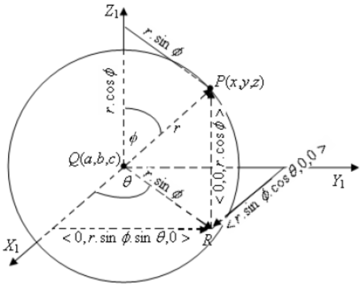
dengan $\overrightarrow{OQ} = < a, b, c >$ atau

$$\mathbf{B}(\emptyset, \theta) = \langle r.sin\emptyset.cos\theta, r.sin\emptyset.sin\theta, r.cos\emptyset \rangle.$$

Dengan demikian persamaan parametrik bola dengan pusat $Q(a,b,c)$ dan jari-jari r, adalah :

$$\mathbf{B}(\emptyset,\theta) = \langle r.sin\emptyset.cos\theta + a, r.sin\emptyset.sin\theta + b, r.cos\emptyset + c\rangle \qquad (2.13)$$

dengan $0 \leq \emptyset, \theta \leq 2\pi$, sedangkan r, a, b dan c adalah konstanta real.



Gambar 2.5 Bola dengan pusat *Q(a,b,c)* dan jari-jari *r*

Dalam kasus bola dengan pusat sepanjang sumbu Y, persamaan bola dinyatakan sebagai

$$\mathbf{B}(\emptyset,\theta) = \langle r.sin\emptyset.cos\theta + 0, r.cos\emptyset + y, r.sin\emptyset.sin\theta + 0\rangle \qquad (2.14)$$

dan persamaan parametrik bola dengan sumbu pusat X , yaitu

$$\mathbf{B}(\emptyset,\theta) = \langle r.cos\emptyset + x, r.sin\emptyset.cos\theta + 0, r.sin\emptyset.sin\theta + 0\rangle. \qquad (2.15)$$

Di lain pihak jika diinginkan suatu potongan bola dengan pusat $Q(a,b,c)$ yang dipotong tegak lurus terhadap sumbu x, y atau z, maka potongan bola dapat ditentukan melalui persamaan (2.13), (2.14) dan (2.15) dengan parameter $0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan $\emptyset_{min} \leq \emptyset \leq \emptyset_{max}$ serta

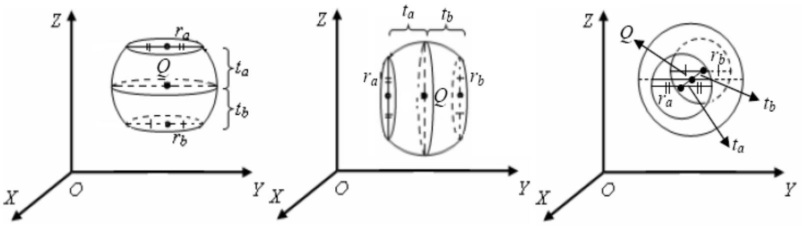
jari-jari alas pertama = ra = r.sin(∅ min),

jari-jari alas kedua = rb = r.sin(∅ max),

tinggi alas pertama = ta = r.cos(∅ min),

tinggi alas kedua = tb = r.cos(∅ max).

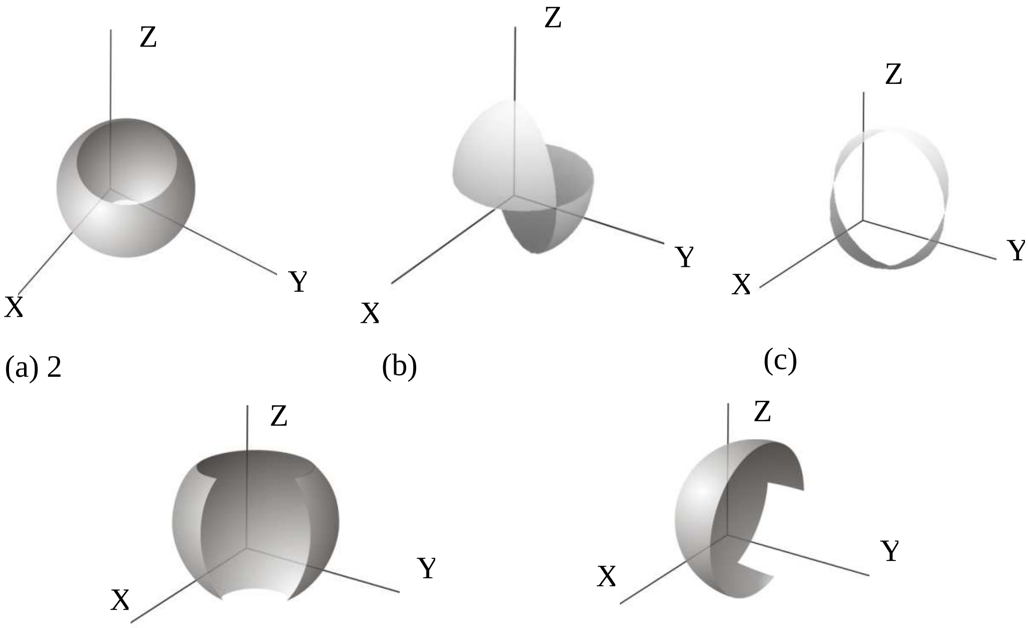
Hasil dari bentuk keratan bola dengan sumbu pusat Z, Y, dan X masing-masing ditunjukkan pada Gambar 2.6 a,b,c.



(a) Sumbu pusat Z (b) Sumbu pusat Y (c) Sumbu pusat X

Gambar 2.6 Keratan bola dengan pusat $Q(a,b,c)$

Dari persamaan (2.15) jika diambil batasan dan yang berbeda maka akan didapat bermacam-macam bentuk potongan bola seperti pada Gambar 2.7



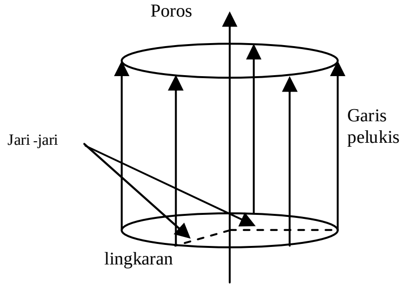
(a) 2 (b) (c)

(d) 2 , (e) 2 ,

Gambar 2.7 Beberapa bentuk potongan bola

2.2.3 Penyajian Tabung

Tabung dapat dibangun oleh garis lurus yang sejajar dengan garis lurus tertentu (poros) yang bergerak sejajar dengan jarak konstan yang disebut jari-jari (Suryadi ,1986:105). Tabung juga dapat diartikan sebagai benda ruang yang berasal dari lingkaran sebagai alas tabung yang bergerak secara pararel terhadap sumbu pusat sepanjang *t*. Suatu tabung dikatakan tabung tegak jika poros ataupun sumbu pusatnya tegak lurus terhadap alas.



Gambar 2.8 Tabung tegak

Jika diketahui sebuah tabung tegak dengan pusat alas $P_1(x_1, y_1, z_1)$ jari-jari r dan tinggi *t*, maka dapat dicari persamaan parametrik tabung sebagai berikut.

a. Jika alas terletak pada bidang z = z_1 dan sumbu pusat tabung sejajar sumbu Z, maka untuk mencari persamaan parametrik tabung dapat dilakukan dengan langkah–langkah berikut :

   1. menentukan persamaan parametrik lingkaran dengan pusat $P_1(x_1, y_1, z_1)$ jari-jari r dan terletak pada bidang z = z_1, yaitu

      $$\mathbf{L}(\theta) = \langle r\cos\theta + x_1, r\, sin\theta + y_{1,} z_1\rangle,$$

      dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$, θ adalah parameter dan *r* suatu konstanta real;

   2. mentranslasikan lingkaran dari z_1 sampai $z_1 + t$ maka terbentuk sebuah tabung dengan persamaan parametrik

      $$\mathbf{T}(\theta, z) = \langle r\cos\theta + x_1, r\, sin\theta + y_{1,} z_1\rangle,$$

      dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan $z_1 \leq z \leq z_1 + t$; θ , z adalah parameter dan x_1, y_1, z_1, r adalah suatu konstanta real;

b. Jika alas terletak pada bidang $x = x_1$ dan sumbu pusat tabung sejajar sumbu *X*, maka untuk mencari persamaan parametrik tabung dapat dilakukan dengan mengulangi langkah (a) sehingga didapatkan

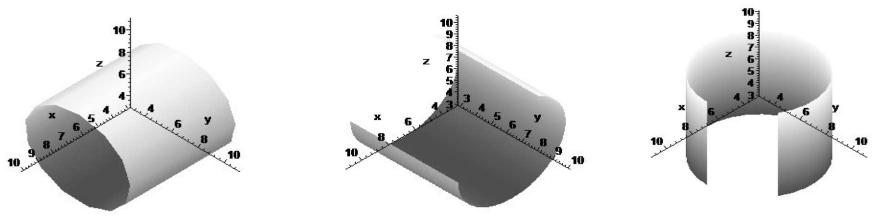
$$\mathbf{T}(\theta, x) = \langle x, r\sin\theta + y_1, r\cos\theta + z_1\rangle,$$

dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan $x_1 \leq x \leq x_1 + t$; θ , x adalah parameter dan x_1,y_1, z_1, r adalah suatu konstanta real,

c. Jika alas terletak pada bidang $y = y_1$ dan sumbu pusat tabung sejajar sumbu Y, maka untuk mencari persamaan parametrik tabung dapat dilakukan dengan juga mengulangi langkah (a), diperoleh :

$$\mathbf{T}(\theta, x) = \langle r\cos\theta + x_1, y, r\sin\theta + z_1\rangle,$$

dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan $y_1 \leq y \leq y_1 + t$; θ , y adalah parameter dan x_1, y_1, z_1, r adalah suatu konstanta real (Bastian, 2011).



Gambar 2.9 Beberapa bentuk potongan tabung

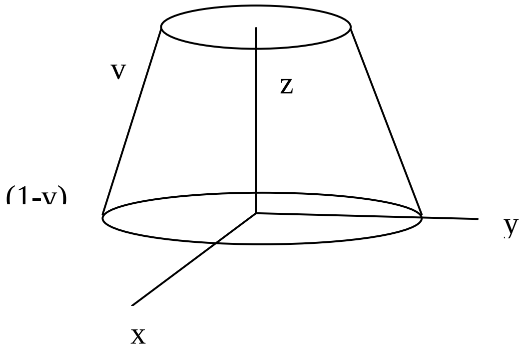
2.2.4 Penyajian Kerucut

Permukaan kerucut (permukaan konik) adalah suatu permukaan yang dibangun oleh suatu garis (disebut generatrik) digerakkan melalui sebuah titik dan menyinggung sepanjang kurva satu arah $\boldsymbol{c}$ dengan kondisi geometrik tertentu (Kusno, 2009). Titik tetap ini selanjutnya disebut puncak kerucut.

Untuk mendapatkan sebuah kerucut terpancung dengan alas lingkaran $\boldsymbol{c_1}(u) = < r\,cos\,u, r\sin u, z >$ dan $\boldsymbol{c_2}(u) =< r\,cos\,u, r\sin u, z >$ dengan batasan $0 \leq u \leq 2\pi$ dapat didefinisikan sebagai berikut :

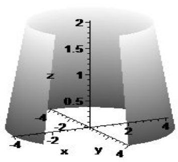
$$\boldsymbol{K}(u, v) = (1 - v)\boldsymbol{c}_1(u) + v\boldsymbol{c}_2(u), \qquad (2.16)$$

dengan $0 \leq v \leq 1$.



Gambar 2.10 Kerucut

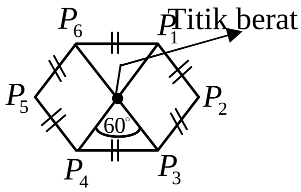
Dari persamaan (2.16) dapat dibuat kerucut dengan titik sebagai puncak dan sebagai alas. Contoh keratan kerucut dengan batasan *u* yang berbeda ditunjukkan oleh Gambar 2.11 di bawah ini.



Gambar 2.11 Keratan Kerucut

2.3 Penyajian Poligon Segi Enam Beraturan

Poligon adalah himpunan titik-titik dengan ruas-ruas garis , sedemikian hingga jika dua sebarang ruas garis berpotongan maka akan mempunyai salah satu titik potong dari titik-titik dan tidak ada titik lain (Kusno, 2002). Sedangkan poligon segi enam beraturan adalah suatu segi enam dengan panjang sisi dan besar sudut dalam sama, yaitu . Besar sudut pusatnya masing-masing sebesar (Gambar 2.12).



Gambar 2.12 Poligon segi enam beraturan

Berdasarkan definisi poligon segi enam beraturan tersebut, jika diketahui titik beratnya $D(0,0,z_1)$ yang terletak pada bidang $z = z_1$ dan jarak titik $D(0,0,z_1)$ ke titik-titik sudut poligon adalah l, maka dapat dibangun poligon segi enam beraturan dengan langkah-langkah berikut (Gambar 2.12).

a. Menetapkan titik sudut poligon awal $P_1(0, l, z_1)$.

b. Merotasikan titik $P_1(0, l, z_1)$ terhadap titik berat dengan sudut rotasi sebesar sudut pusat poligon yaitu 60° menggunakan formula

$$\begin{bmatrix} x_{i+1} \\ y_{i+1} \\ z_{i+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Cos\theta & -Sin\theta & 0 \\ Sin\theta & Cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} \tag{2.17}$$

dan diperoleh titik $P_2(x_2, y_2, z_1)$.

c. Dengan mempertahankan besar sudut 60° dan arah rotasi, mengulangi langkah (b) untuk merotasikan P_2 ke P_3 dan seterusnya hingga dihasilkan titik $P_2(x_2, y_2, z_1), P_3(x_3, y_3, z_1), \ldots, P_6(x_6, y_6, z_1)$.

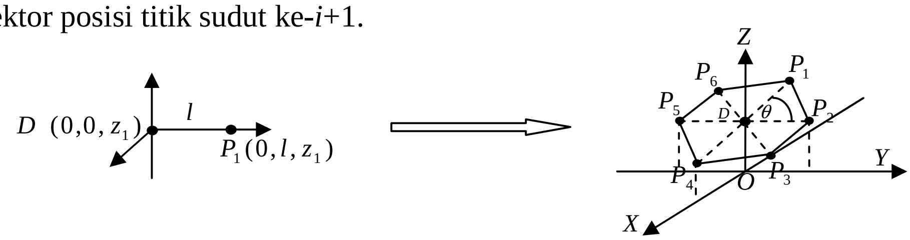
d. Membangun poligon segi enam beraturan dengan cara membuat segmen garis diantara dua buah titik sudut yang saling berdekatan, menggunakan formula (Kusno, 2002)

$$(1-t)\langle x_1, y_1, z_1\rangle + t\langle x_2, y_2, z_2\rangle = \langle x, y, z\rangle, \tag{2.18}$$

dengan $t \in [0,1]$. $P_1(x_1, y_1, z_1)$ adalah vektor posisi titik sudut ke-1 dan $P_2(x_2, y_2, z_1)$ vektor posisi titik sudut ke-2. Sedangkan untuk segmen garis pembangun poligon yang lainnya dibangun menggunakan persamaan

$(1-t)\langle x_i, y_i, z_i\rangle + t\langle x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1}\rangle = \langle x, y, z\rangle$ untuk $3 \le i < 6$ dan untuk ,

dengan adalah vektor posisi titik sudut ke-*i* dan adalah vektor posisi titik sudut ke-*i*+1.



Gambar 2.13 Langkah-langkah membangun poligon segi enam beraturan pada bidang

2.4 Penyajian Kurva Hermit

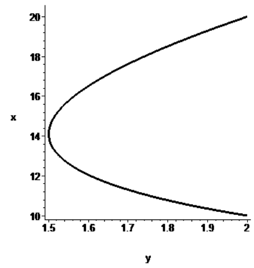
Menurut Kusno (2009), kurva Hermit Kuadratik dapat dinyatakan sebagai berikut (Gambar 2.14):

(2.19)

dengan

,

menyatakan data titik awal kurva dan merupakan titik akhir kurva dimana . Vektor singgung di ditentukan oleh .



Gambar 2.14 Contoh kurva hermit

2.5 Interpolasi antar Segmen Garis, Lingkaran dan Elips di Ruang

Bidang segitiga merupakan bidang yang dibatasi oleh sisi segitiga, sedangkan bidang persegi dibatasi oleh sisi segi empat. Andaikan dua segmen garis $\overline{AB}$ dan $\overline{CD}$ didefinisikan masing-masing oleh $A(x_1, y_1, z_1)$, $B(x_2, y_2, z_2)$, $C(x_3, y_3, z_3)$, dan $D(x_4, y_4, z_4)$ dalam bentuk kurva parametrik $\boldsymbol{C}_1(u)$ dan $\boldsymbol{C}_2(u)$, maka dari persamaan $\langle x, y, z\rangle$ = $t\langle x_2, y_2, z_2\rangle$ + (1 - t)$\langle x_1, y_1, z_1\rangle$ untuk membangun permukaan parametrik yang bersifat datar dari hasil interpolasi linier kedua segmen garis tersebut diformulasikan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{S}(u,v) = (1-v)\boldsymbol{C_1}(\mathrm{u}) + \boldsymbol{v}\boldsymbol{C}_2(\mathrm{u}), \qquad (2.20)$$

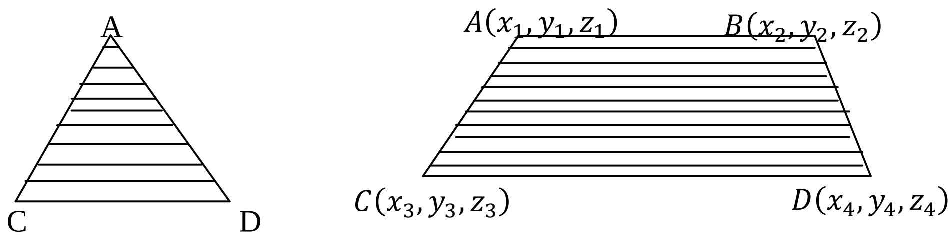
dengan $0 \le u \le 1$ dan $0 \le v \le 1$.

Terdapat beberapa kasus khusus untuk interpolasi linier kedua garis tersebut. Jika A=B maka hasil interpolasi persamaan (2.20) akan menghasilkan bidang segitiga (Gambar 2.15a). Sedangkan jika $\overline{AB}$ // $\overline{CD}$ maka secara umum akan membentuk bidang segi empat (Gambar 2.15b). Jika bidang tersebut dibentuk dari interpolasi dua garis yang bersilangan maka menghasilkan permukaan tidak datar (dapat melengkung ataupun terjadi puntiran di sebagian permukaan tersebut).

Di lain pihak kita dapat membangun permukaan lengkung hasil interpolasi kurva ruang hasil potongan lingkaran dan elips melalui persamaan berikut:

$$\boldsymbol{S}(\theta,v) = (1-v)\boldsymbol{C_1}(\theta) + \boldsymbol{v}\boldsymbol{C}_2(\theta) \qquad (2.21)$$

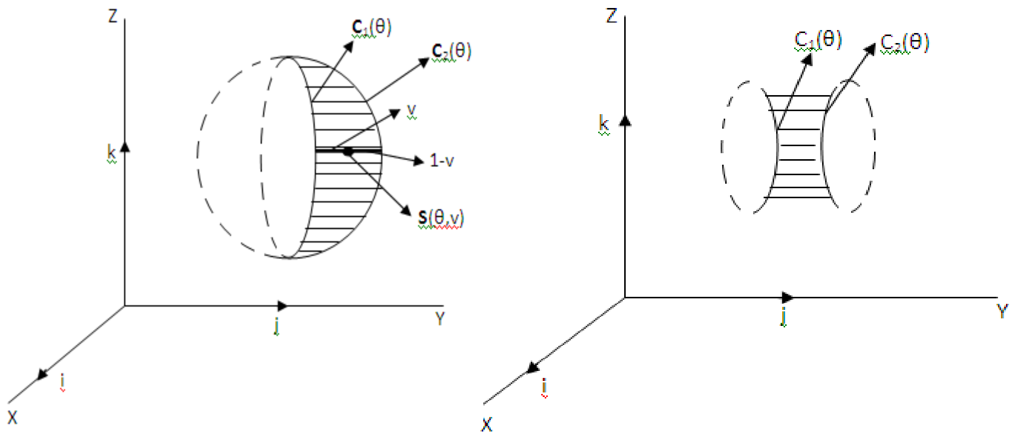
dengan $\mathbf{C}_1(\theta)$ dan $\mathbf{C}_2(\theta)$ merupakan kurva batas ke arah θ permukaan lingkaran atau ellips (Gambar 2.16).



(a) Bidang segitiga

(b) Bidang trapesium

Gambar 2.15 Contoh kasus khusus interpolasi dua



Gambar 2.16 Interpolasi linier pada lingkaran dan elips

2.6 Penyajian Benda Ruang Menggunakan Program Maple 13

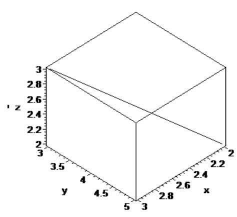
Pada sub bab ini dijelaskan tentang penggunaan software maple 13 untuk membangun benda-benda ruang, seperti segmen garis, bola, hiperboloida, elipsoida, tabung dan kerucut. Contoh-contoh membangun benda ruang dengan menggunakan software Maple 13.

1. Penyajian Segmen Garis

Membuat segmen garis menggunakan software maple 13, dapat menggunakan pesamaan parametrik (2.1) dengan menentukan nilai A(x_1, y_1, z_1) dan B(x_2, y_2, z_2) pada titik – titik ujungnya misal A(3,3,3) pada saat t=0 dan B(2,5,2) pada saat *t*=1, *script* programnya adalah sebagai berikut:

```
k:=spacecurve([(1-t)*3+t*2,(1-t)*3+t*5,(1-t)*3+t*2],t=0..1):.
```

Hasil dari *script* tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.17.



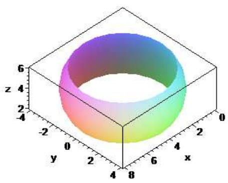
Gambar 2.17 Segmen garis

2. Penyajian Bola

   Membangun Bola dengan menggunakan software maple dengan *script* sebagai berikut,

   ```
   k:=plot3d([4*sin(s)*cos(t)+4,4*sin(s)*sin(t),4*cos(s
   )+4],s=Pi/3..2*Pi/3,t=0..2*Pi):
   ```

   Script di atas didapatkan potongan bola dengan titik pusat A(4,4,4) dengan jari-jari 4 satuan. Hasil dari *script* diatas dapat ditunjukkan pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Potongan bola

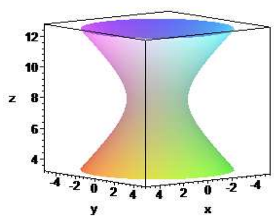
3. Penyajian Hiperboloida

   Untuk membangun Hiperboloida dengan menggunakan software maple 13 dengan *script* sebagai berikut.

   ```
   k:=plot3d([2*cosh(t)*cos(s),2*cosh(t)*sin(s),2*sinh(
   t)+8],s=0..2*Pi,t=-Pi/2..Pi/2):
   ```

   dari *script* diatas diperoleh bangun hiperboloida dengan pusat (0,0,8) dengan jari-jari mayor adalah 2 satuan, untuk hasil dari programnya dapat ditunjukkan pada Gambar 2.19.

.



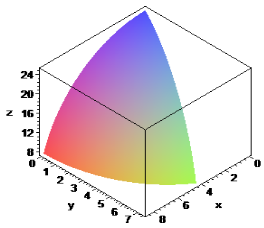
Gambar 2.19 Hiperboloida

4. Penyajian Ellipsoida

Membangun Ellipsoida dengan menggunakan software maple 13 dengan *script* sebagai berikut.

```
elips1:=plot3d([3^2*cos(s)*sin(t),3^2*sin(s)*sin(t),
5^2*cos(t)],s=0..Pi/3,t=0..2*Pi/5):
```

dengan menggunakan persamaan parametrik pada persamaan 2.15 dan ditunjukkan pada Gambar 2.20.



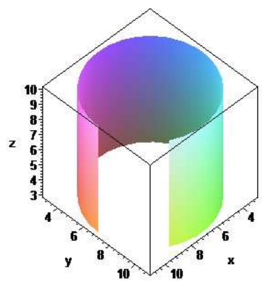
Gambar 2.20 Potongan elipsoida

5. Penyajian Tabung

Script yang digunakan untuk membangun tabung

```
tabung1:=plot3d([4*cos(t)+7,4*sin(t)+7,z],z=3..10,t=
2*Pi..Pi/3):
```

diperoleh bangun tabung dengan pusat di titik (7,7,0) dengan jari–jari 4 satuan, ditunjukkan oleh Gambar 2.21.



Gambar 2.21 Keratan Tabung

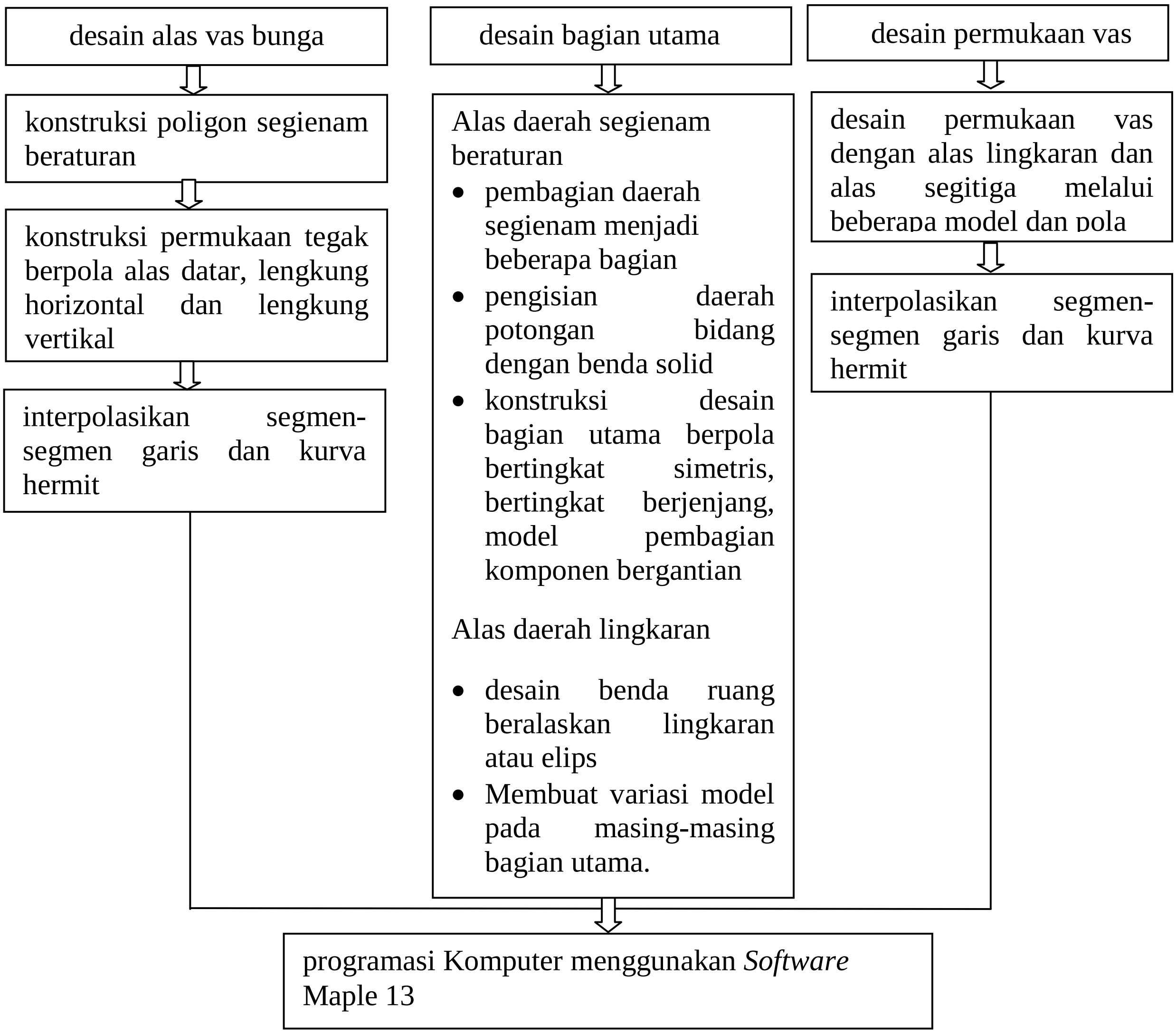
BAB III. METODE PENELITIAN

Ditinjau pada subbab 1.2 dan tinjauan pustaka pada bab 2 akan dibahas mengenai beberapa metode penelitian untuk penyelesaian permasalahan tersebut. Permasalahan konstruksi dibagi menjadi tiga bagian yaitu desain alas vas bunga, desain bagian utama dan desain bagian permukaan vas bunga dengan menggunakan benda-benda geometri bidang dan benda-benda geometri ruang. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan pada uraian dibawah ini.

1. Mendesain alas vas bunga melalui pola datar, pola lengkung horizontal dan pola lengkung vertikal dengan cara menetapkan poligon segienam beraturan pada titik pusat kemudian membentuk permukaan tegak alas vas bunga. Interpolasikan pasangan-pasangan segmen garis saling sehadap dan interpolasikan kurva hermit pada masing-masing pola.
2. Mendesain bagian utama vas bunga melalui pola alas dasar terbangun dari segi enam beraturan dan pola alas dasar terbangun dari lingkaran atau elips, sedangkan pola alas dasar terbangun dari segi enam beraturan terbagi menjadi tiga pola adalah pola bertingkat simetris, pola bertingkat berjenjang dan model pembagian komponen bergantian. Pola alas dasar terbangun dari lingkaran atau elips terbagi menjadi dua pola yaitu pola ventilasi dan model tabung berjenjang bertingkat.
3. Mendesain permukaan vas bunga terbagi dalam dua kelompok yaitu alas dasar lingkaran dan alas dasar segitiga. Pada desain permukaan vas bunga alas dasar lingkaran terdapat dua pola yaitu model kurva dan model potongan bidang, sedangkan desain permukaan vas bunga alas dasar segitiga terdapat dua pola adalah model keratan dan model kurva bertingkat.

4. Menggabungkan beberapa desain dengan tahapan pertama menyusun alas vas bunga, menggabungkan bagian utama, dan menggabungkan permukaan vas bunga.

Skema metode penelitian:



BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas tentang solusi dari masalah konstruksi bentuk vas melalui konstruksi permukaan yang terdefinisi dari bangun benda-benda ruang. Permasalahan konstruksi dibagi menjadi tiga bagian yaitu desain alas vas bunga, desain bagian utama dan desain bagian permukaan vas bunga.

Untuk permasalahan desain alas vas bunga diuraikan menjadi tiga bagian yaitu pola datar, pola lengkung tunggal dan pola lengkung susun. Untuk permasalahan desain bagian utama terdapat dua pola yaitu pola alas dasar terbangun dari segi enam beraturan dan pola alas dasar terbangun dari lingkaran atau elips, sedangkan pola alas dasar terbangun dari segi enam beraturan terbagi menjadi tiga pola adalah pola bertingkat simetris, pola bertingkat berjenjang dan model pembagian komponen bergantian. Pola alas dasar terbangun dari lingkaran atau elips terbagi menjadi dua pola yaitu pola ventilasi dan model tabung berjenjang bertingkat. Untuk permasalahan desain bagian permukaan vas bunga dibagi menjadi dua yaitu alas dasar lingkaran dan alas dasar segitiga. Pada desain permukaan vas bunga alas dasar lingkaran terdapat dua pola yaitu model kurva dan model potongan bidang, sedangkan desain permukaan vas bunga alas dasar segitiga terdapat dua pola adalah model keratan dan model kurva bertingkat. Uraian detail diatas dijelaskan sebagai berikut.

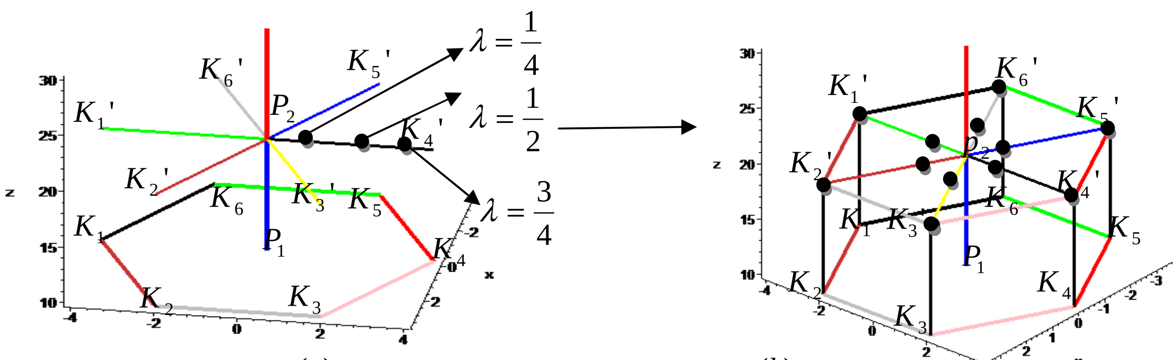
4.1 Desain Vas Bunga

Sehubungan dengan permasalahan di bagian subbab 1.2 ditetapkan semen garis vertikal $\overline{AB}$ dengan tinggi t dimana $(20 \leq t \leq 30)$ cm. $\overline{AB}$ dibagi menjadi tiga bagian sub segmen $\overline{P_1P_2}, \overline{P_2P_3}$ dan $\overline{P_3P_4}$ masing-masing sebagai bagian alas, bagian utama, bagian atas vas bunga. Dalam hal ini $\overline{AB}$ diambil sebagai sumbu simetri dari vas bunga dan tegak lurus bidang *XOY*. Selanjutnya dilakukan langkah-langkah seperti dibawah ini.

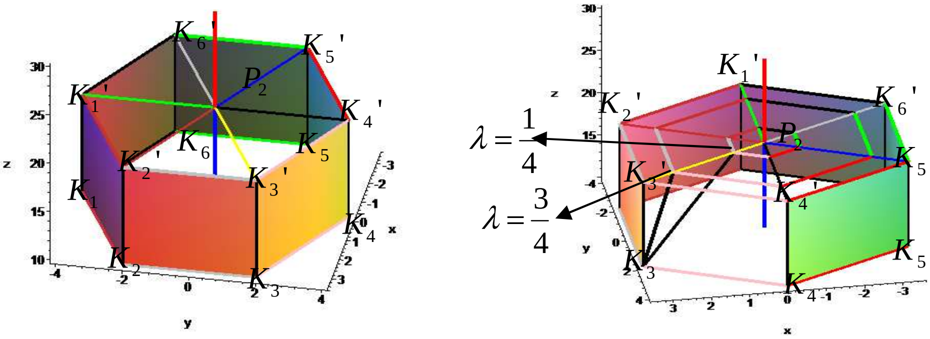
4.1.1 Desain Alas Vas Bunga

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pembuatan alas vas bunga dengan bentuk dasar poligon segi enam beraturan sebagai alas vas bunga adalah sebagai berikut :

1) Menetapkan titik sebagai titik sudut poligon awal, rotasikan titik tersebut pada titik berat dengan sudut rotasi sebesar 60^0 menggunakan persamaan (2.13) dan diperoleh setelah itu membangun poligon segi enam beraturan melalui persamaan (2.14) dengan membuat segmen garis pada dua titik sudut yang saling berdekatan sehingga terbentuk poligon segi enam beraturan melalui tegak lurus dengan sebagai pusatnya dan (Gambar 4.1a).
2) Bangun bentuk permukaan tegak lurus alas vas bunga dalam beberapa dasar menurut beberapa prosedur berikut :
   a) Pola Datar
      i. Buat segmen garis dengan i = 1, 2 ,…, 6.
      ii. Tarik segmen garis dengan i = 1,2,…,6.
      iii. Interpolasi pasangan-pasangan segmen garis saling sehadap melalui persamaan (2.20)



(a) (b)



(c) (d)

Gambar 4.1 (a,b,c) Langkah-langkah mendesain alas vas bunga menggunakan pola datar dengan $\lambda = 1$, (d) desain alas vas bunga menggunakan pola datar dengan $\lambda = \frac{3}{4}$, $\lambda = \frac{1}{4}$

b) Pola Lengkung Horizontal

Prinsip membangun pola lengkung horizontal adalah membangun bentuk alas vas bunga melalui penggabungan beberapa potongan tabung secara horizontal dan melingkar, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

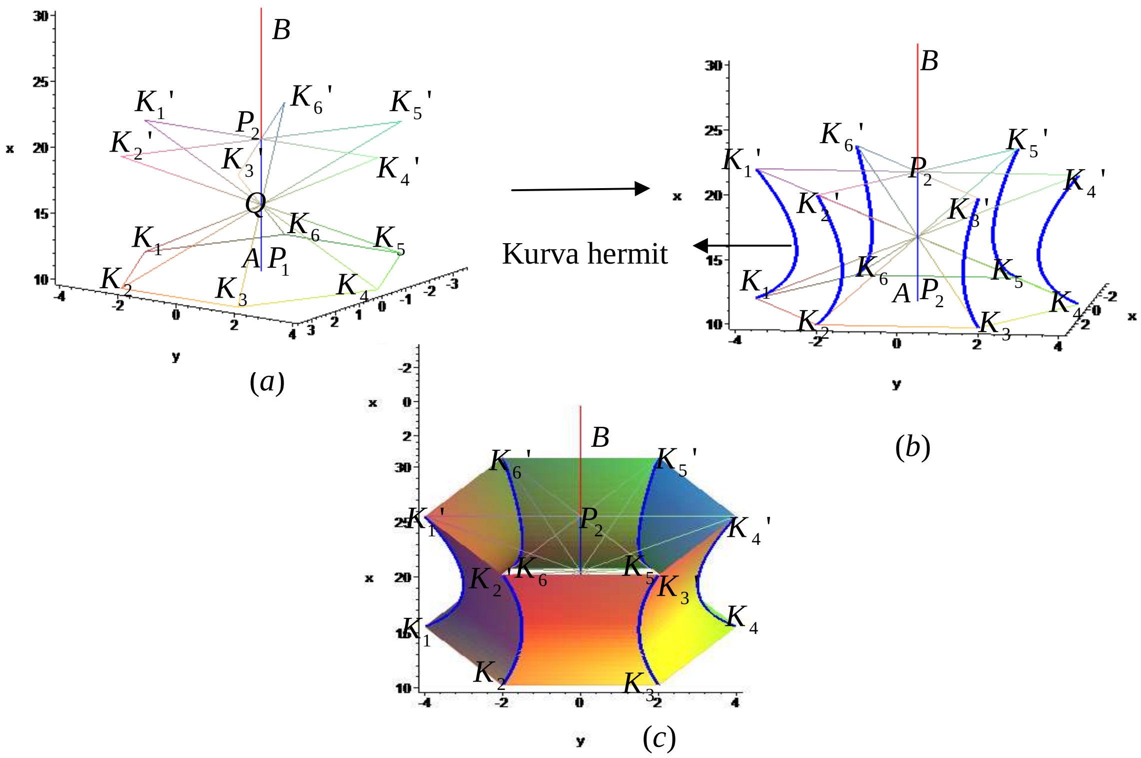
i. Lakukan seperti perlakuan (a.i)

ii. Tetapkan titik Q pada dengan posisi – – (Gambar 4.2a).

iii. Tarik garis dan untuk i = 1,2,…,6.

iv. Bangun kurva Hermit Kuadratik dengan persamaan (2.19) untuk setiap pasangan ( ) (Gambar 4.2b) untuk i = 1,2,…,6.

v. Interpolasikan kurva Hermit pada masing-masing pola hasil pasangan (b.iv) melalui persamaan (2.21) (Gambar 4.2c).



Gambar 4.2 Langkah-langkah mendesain bagian alas vas bunga menggunakan pola lengkung horizontal

c) Pola Lengkung Vertikal

Prinsip membangun pola lengkung vertikal adalah membangun bentuk alas vas bunga melalui penggabungan beberapa potongan tabung secara vertikal dan melingkar, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

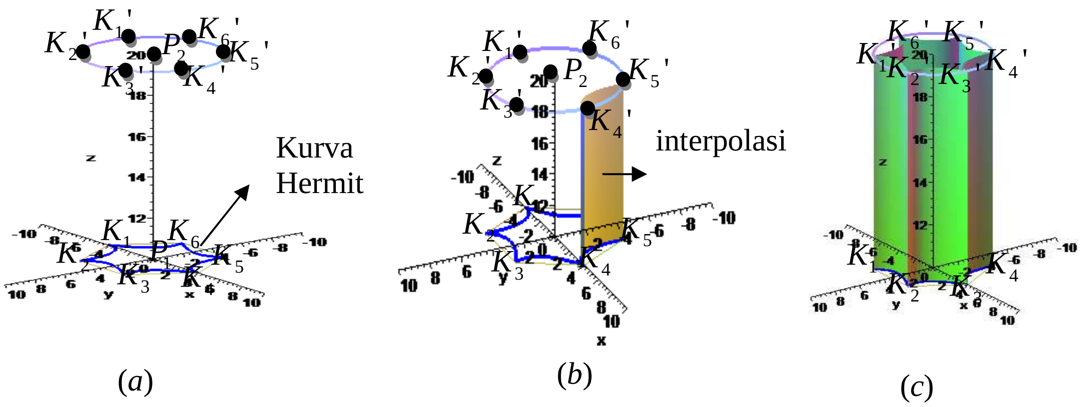
i. Lakukan seperti perlakuan (a.i).

ii. Bangun lingkaran atau elips berpusat di tegak lurus (Gambar 4.3a).

iii. Menetapkan titik pada lingkaran secara berurutan dengan titik awal yang sejajar dengan masing-masing pasangan membentuk sudut (Gambar 4.3a).

iv. Bangun kurva Hermit melalui persamaan (2.19) dari variasi pasangan berikut: , , , , dan (Gambar 4.3a).

v. Interpolasikan pasangan kurva Hermit pada masing-masing hasil pada langkah (c.iii) dengan (c.iv) melalui persamaan (2.21) (Gambar 4.4b).



Gambar 4.3 Langkah-langkah mendesain bagian alas vas bunga menggunakan pola lengkung vertikal

4.1.2 Desain Bagian Utama Vas Bunga

Tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam pembuatan bagian utama vas bunga dengan alas dasar adalah segi enam beraturan, lingkaran atau elips adalah sebagai berikut.

➢ Alas Dasar Terbangun dari Segi Enam Beraturan

Membangun bagian utama dengan alas dasar segi enam beraturan *ABCDEF* identik dengan agar terbentuk bagian utama yang variatif dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membagi daerah segi enam beraturan menjadi beberapa bagian dengan alternatif sebagai berikut:

   a. Membagi daerah segi enam beraturan dalam 3 bagian yaitu dua bidang segitiga dan mengapit bidang persegi panjang *BCFE*

b. Membagi daerah segi enam beraturan *ABCDEF* menjadi 6 bagian bidang terhadap titik berat P_2 , atau memodifikasi garis batas P_6 ke dalam bentuk kurva hermit melalui persamaan (2.19) atau potongan elips.

2. Mengisi masing-masing potongan bidang dengan benda solid prisma segitiga, dan persegi panjang dengan alternatif sebagai berikut :

   a. Pola Bertingkat Simetris

      i. Alas dibagi menjadi 3 bagian yaitu ΔABF dan ΔCDE yang mengapit bidang persegi panjang *BCEF*, pada potongan pertama yaitu segitiga ΔABF (Gambar 4.4*a*).

      ii. Menentukan titik $A'B'F'$ dengan menggeser ΔABF tegak lurus bidang alas dengan ketinggian *l* satuan .

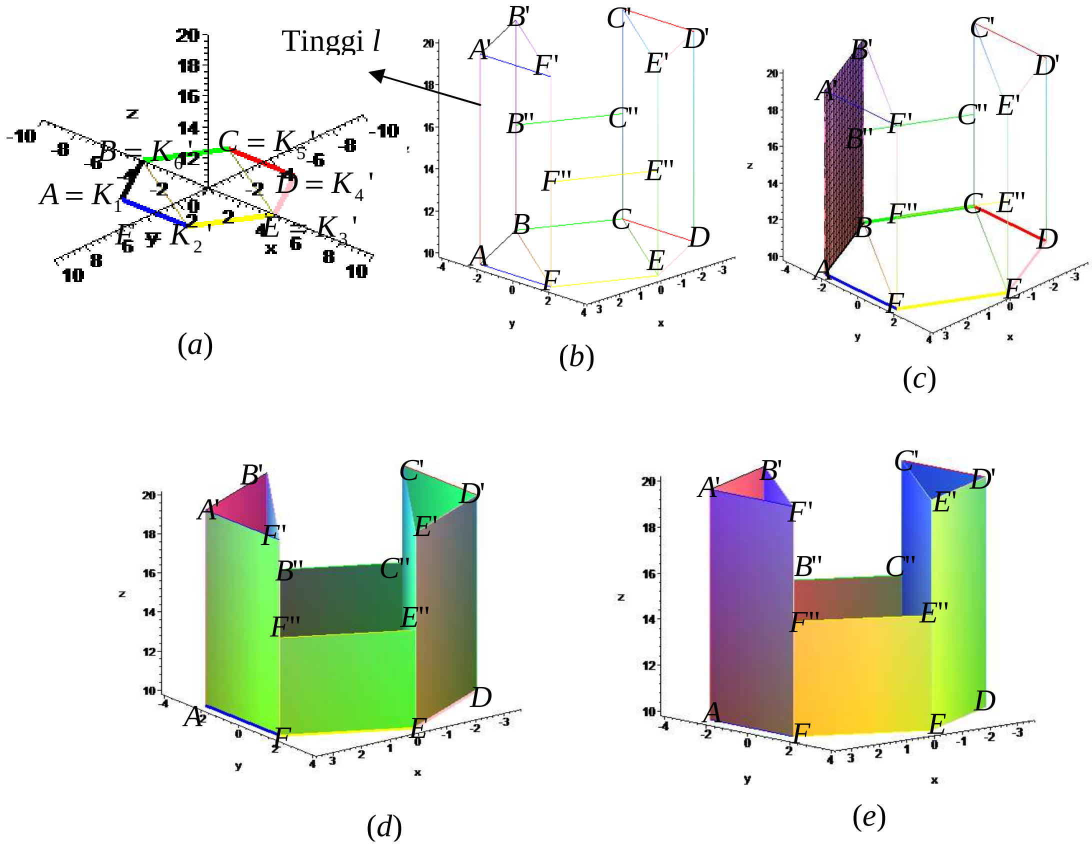
      iii. Tarik garis dari titik ΔABF ke titik $A'B'F'$ yang ditentukan melalui persamaan (2.1). Dan gabungkan titik-titik tersebut sehingga terbentuk prisma segitiga dengan ketinggian *l* satuan.

      iv. Lakukan langkah ke (iii) untuk ΔCDE sehingga terbentuk prisma *CDEC'D'E'*.

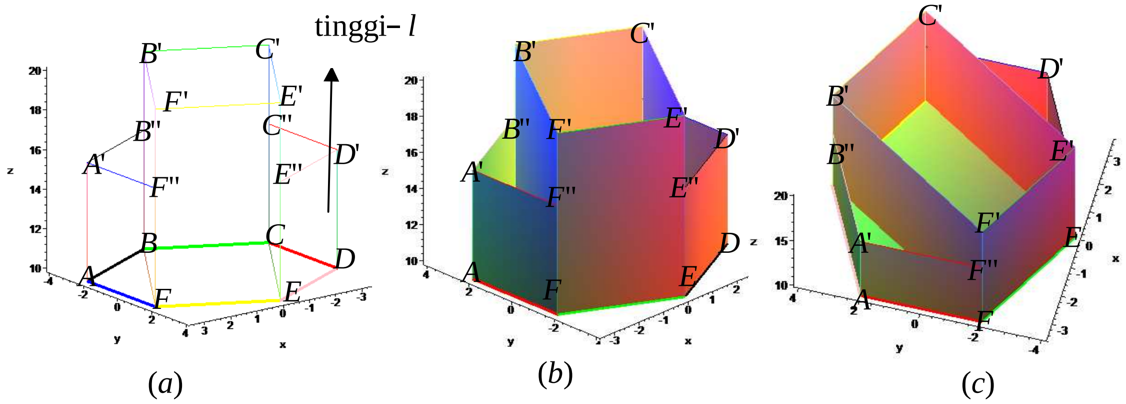
      v. Pada potongan bidang persegi panjang prisma segiempat *BCEF* tentukan empat titik *B"C"E"F"* dengan ketinggian λ dimana $\frac{1}{4}l \leq \lambda \leq l$ diantara ketinggian prisma segitiga (Gambar 4.4*b*) pada masing-masing bidang tegak prisma segitiga yaitu *ABFA'B'F'* dan *CDEC'D'E'*.

      vi. Gabungkan titik *B"C"F"E"* dengan *BCEF* melalui persamaan (2.12).

      vii. Interpolasi pasangan-pasangan segmen garis saling sehadap misal $\overline{AA'}$ dengan $\overline{FF'}$ melalui persamaan (2.20) (Gambar 4.4*c*).



Gambar 4.4 Langkah-langkah mendesain bagian utama vas bunga menggunakan pola bertingkat simetris



Gambar 4.5 Desain bagian utama menggunakan pola bertingkat simetris dengan l yang berbeda

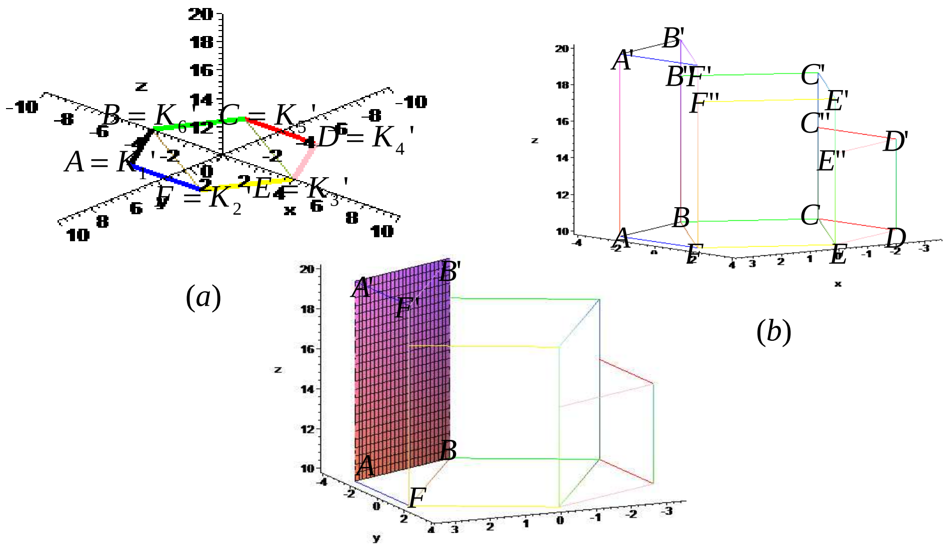
b. Pola Bertingkat Berjenjang

i. Lakukan seperti langkah (a i , ii , iii).

ii. Menentukan empat titik *B"C'F"E'* dengan cara menggeser tegak lurus bidang alas *BCFE* pada potongan persegi panjang dengan ketinggian – . Kemudian gabungkan titik-titik *BCEF* dengan *B"C'E'F"* tersebut melalui persamaan (2.12) sehingga terbentuk benda solid persegi panjang (Gambar 4.6*b*).

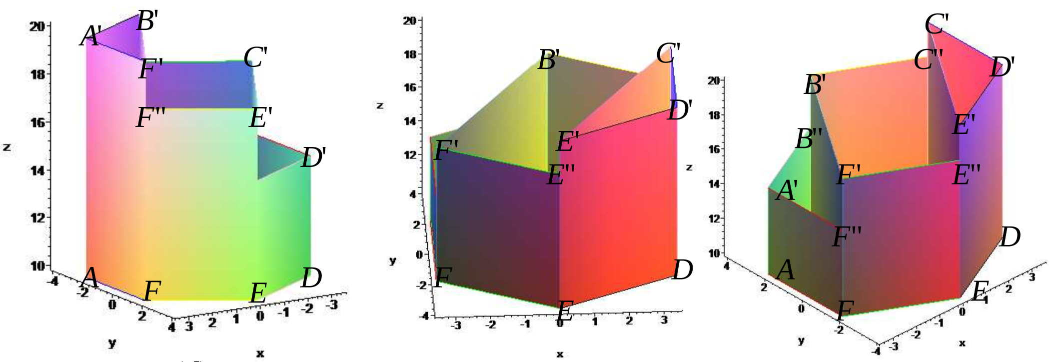
iii. Potongan bidang segitiga kedua diambil titik-titik *C"E"D'* yang sejajar dengan titik-titik pada potongan tersebut dengan ketinggian – gabungkan titik-titik tersebut melalui persamaan (2.12) sehingga terbentuk benda solid prisma segitiga (Gambar 4.6*b*).

iv. Interpolasi pasangan-pasangan segmen garis saling sehadap misal dengan melalui persamaan (2.20) (Gambar 4.6*c*).



(*a*) (*b*) (*c*)

Gambar 4.6 Langkah-langkah mendesain bagian utama vas bunga menggunakan pola bertingkat berjenjang



(*d*) (*e*) (*f*)

Gambar 4.7 Desain bagian utama menggunakan pola bertingkat berjenjang

c. Model Pembagian Komponen Bergantian

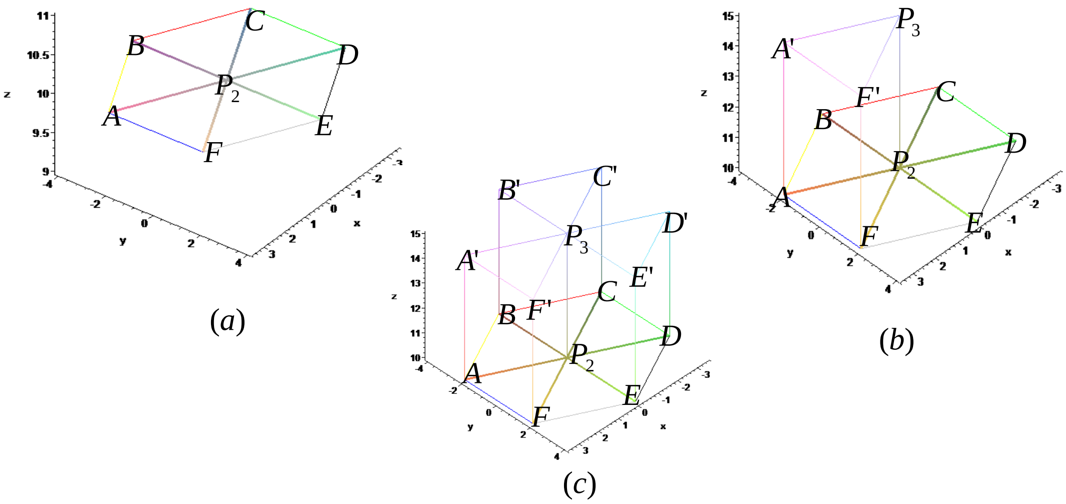
i. Membagi daerah alas segi enam beraturan *ABCDEF* menjadi enam bagian segtitiga sama kaki , , , , , (Gambar 4.8*a*).

ii. Pada satu potongan segi enam beraturan diambil tiga titik dengan cara menggeser tegak lurus bidang alas dengan ketinggian *s* (Gambar 4.8*b*).

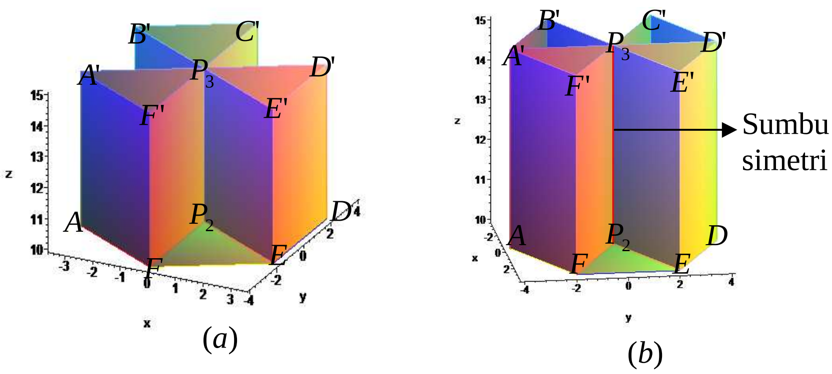
iii. Gabungkan titik-titik dan untuk model pada bentuk kerangka prisma segitiga dengan ketinggian *s* (Gambar 4.8*b*).

iv. Pada dan lakukan seperti langkah (c.ii) dan (c.iii).

v. Interpolasi pasangan-pasangan segmen garis saling sehadap pada bagian kerangka prisma melalui persamaan (2.20) seperti contoh (Gambar 4.9*a*,*b*).



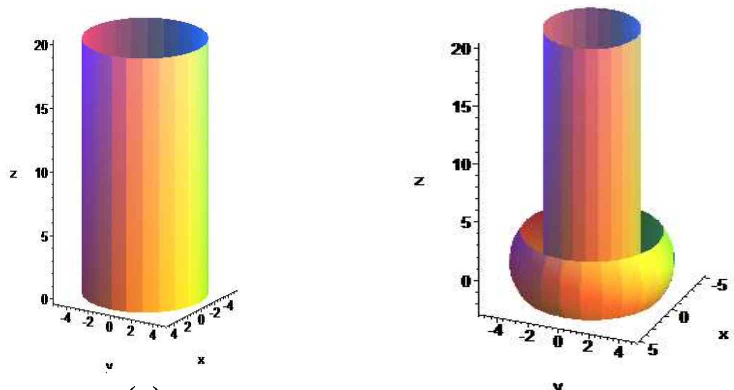
Gambar 4.8 Langkah-langkah mendesain bagian utama vas bunga menggunakan model pembagian komponen bergantian.



Gambar 4.9 Contoh desain menggunakan model pembagian komponen bergantian

➢ Alas Dasar Lingkaran atau Elips

1. Membangun bagian utama vas bunga beralaskan lingkaran atau elips dengan alternatif sebagai berikut:
   a. Konstruksi tabung tanpa keratan (Gambar 4.10*a*);
   b. Konstruksi tabung didalam keratan bola, keratan hiperboloida, dan keratan paraboloida (Gambar 4.10*b*).



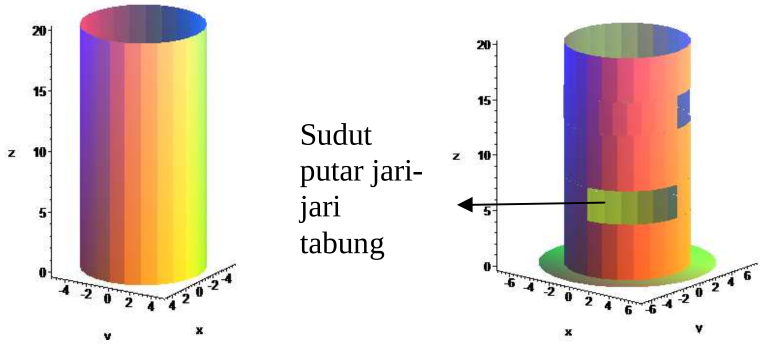
(*a*) (*b*)

Gambar 4.10 (*a*) Tabung tanpa keratan dan (*b*) tabung dalam keratan bola.

2. Membuat variasi model pada masing-masing bagian utama, yaitu sebagai berikut:

   a. Model Ventilasi

      Model ventilasi ini dibentuk pada model tabung tanpa keratan. Variasi ini dibentuk dengan membangun lubang permukaan tabung berbasis ukuran sudut putar untuk jari-jari tabung dalam formula **L**( ) = dengan 0 seperti contoh (Gambar 4.11*b*).

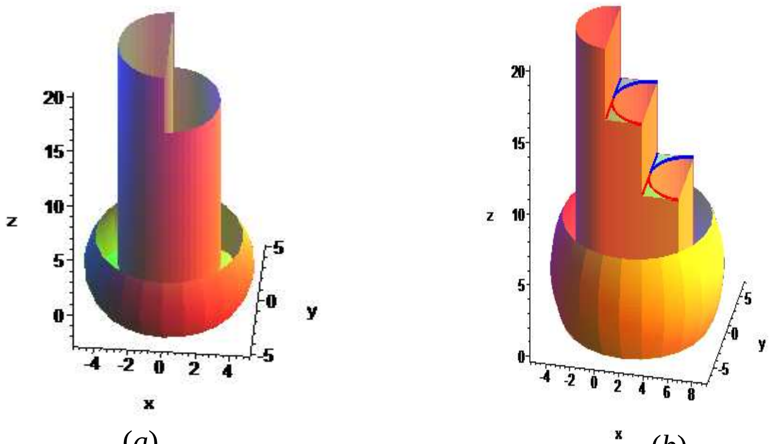


(*a*) (*b*)

Gambar 4.11 Langkah-langkah mendesain bagian utama vas bunga menggunakan model ventilasi

b. Model Tabung Berjenjang Bertingkat

Model tabung berjenjang bertingkat ini dibentuk dari model tabung didalam keratan bola, keratan hiperboloida, dan keratan paraboloida (Gambar 4.12*a*,*b*).



(*a*) (*b*)

Gambar 4.12 Contoh desain bagian utama vas bunga menggunakan model tabung berjenjang

4.1.3 Desain Permukaan Vas Bunga

Langkah-langkah yang harus dibuat untuk membuat permukaan vas bunga dengan alas dasar permukaan berbentuk potongan segitiga, lingkaran atau elips adalah sebagai berikut.

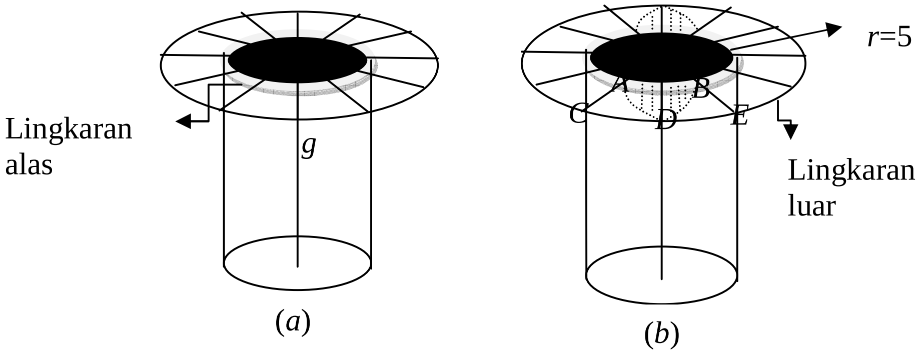
- Alas dasar Lingkaran

Membangun permukaan vas bunga dengan alas dasar lingkaran melalui persamaan (2.5) agar terbentuk bagian permukaan yang variatif dengan langkah-langkah sebagai berikut:

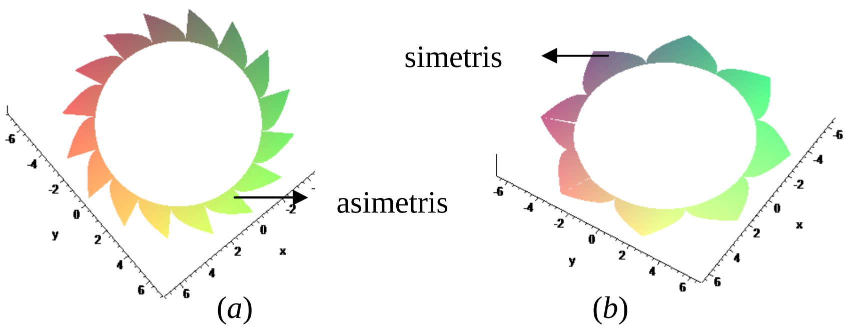
a. Model Kurva Batas

1. Menentukan sumbu pusat tabung g melalui pusat lingkaran alas.
2. Membuat lingkaran luar dengan sumbu pusat yang sama melalui persamaan (2.5) dan memiliki jari-jari r dimana r 5 jari-jari lingkaran alas dasar.

3. Membagi lingkaran melalui pembagian sudut pusat lingkaran menjadi beberapa bagian (Gambar 4.13*a*).
4. Tentukan pasangan lima titik (contoh A, B, C, D, E) terdefinisi dari hasil operasi (a.3) pada alas dasar lingkaran (Gambar 4.13*b*).
5. Buat dua bentuk kurva Hermit pasangan lima titik dengan persamaan (2.19), kemudian interpolasikan kedua kurva melalui persamaan (2.21).
6. Lakukan langkah 4 dan 5 untuk pola yang sama, sampai satu lingkaran penuh seperti contoh (Gambar 4.14).



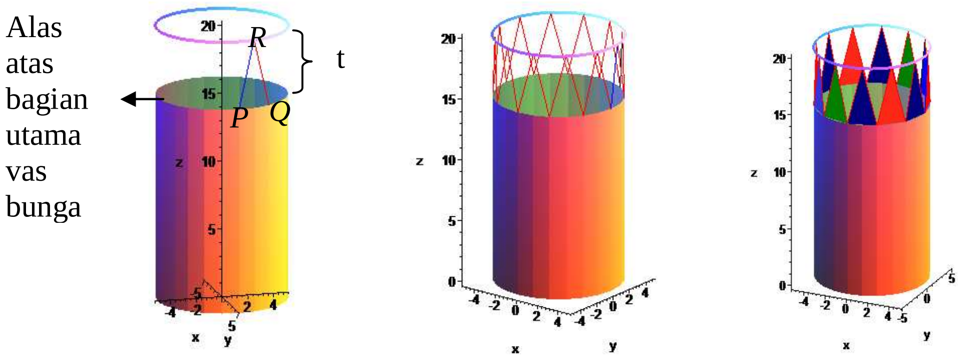
Gambar 4.13 Langkah-langkah mendesain permukaan vas bunga melalui model kurva batas



Gambar 4.14 Contoh Desain pemukaan menggunakan model kurva batas

b. Model Potongan Bidang

1. Membuat lingkaran luar dengan ketinggian *t* dimana 5 t 10 (cm), jari-jari dan sepusat dengan lingkaran alas atas bagian utama vas bunga melalui persamaan (2.5) (Gambar 4.15*a*).
2. Tentukan dua titik *P* dan *Q* pada alas lingkaran dan satu titik antara *R* yang berada di lingkaran luar, sehingga terbentuk segitiga dengan ketinggian *t* (Gambar 4.15*a*).
3. Lakukan secara memutar sampai satu lingkaran penuh seperti langkah (2) (Gambar 4.15*b*).
4. Interpolasikan segmen-segmen garis yang sehadap melalui persamaan (2.20) (Gambar 4.15*c*).



(*a*) (*b*) (*c*)

Gambar 4.15 Langkah-langkah mendesain permukaan vas bunga melalui model potongan bidang

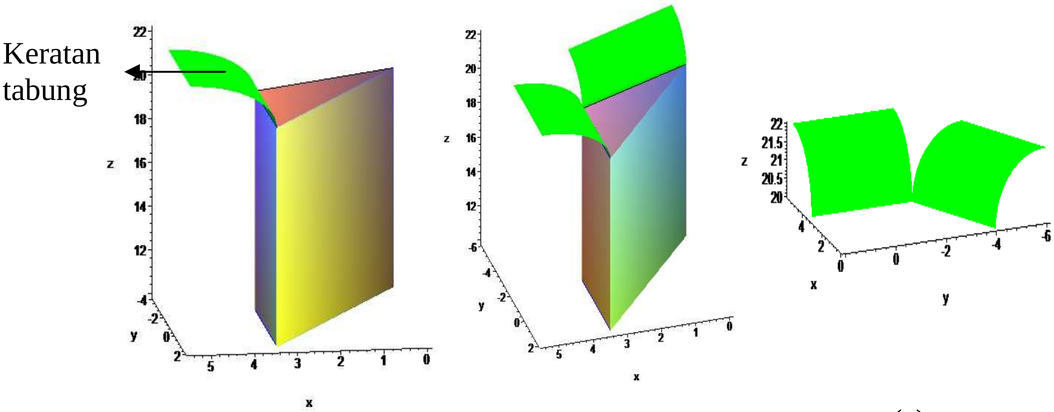
➢ Alas Dasar Segitiga

Membangun permukaan vas bunga dengan alas dasar segitiga agar terbentuk permukaan vas yang variatif dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Model Keratan

Model keratan ini dibentuk pada alas dasar segitiga, variasi ini dibentuk dengan memberikan keratan tabung melalui persamaan **L**( ) =

dengan 0 , adalah parameter dan *r* suatu konstanta real pada masing-masing batas alas dasar segitiga.

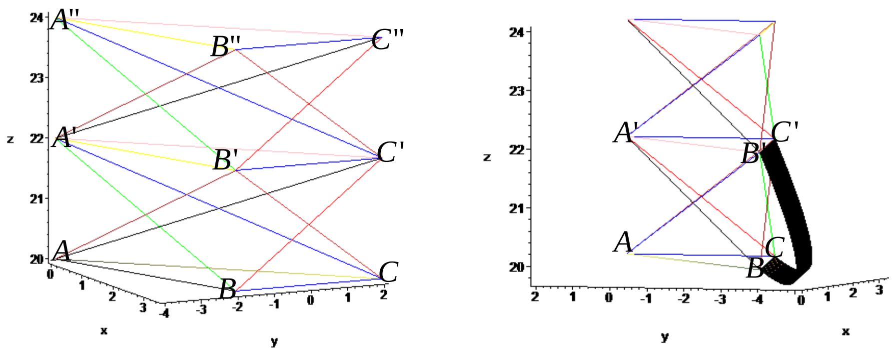


(*a*) (*b*) (*c*)

Gambar 4.16 Langkah-langkah mendesain permukaan vas bunga menggunakan model keratan dengan − .

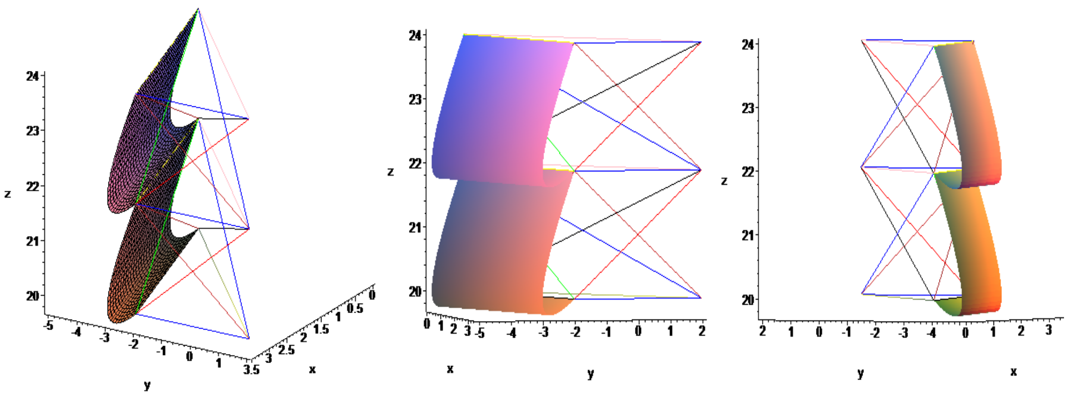
b. Model Kurva Bertingkat

1. Dari sebagai alas dasar bagian utama vas, buat dan kongruen dan sejajar dengan masing-masing dengan ketinggian (Gambar 4.17a).
2. Buat segmen garis dari titik sudut alas dasar segitiga menuju garis batas segitiga bertingkat pertama,membuat segmen garis dari titik sudut garis batas segitiga bertingkat pertama menuju garis batas segitiga bertingkat kedua.
3. Pada masing-masing sudut bentuk pasangan kurva hermit (Gambar 4.17b).



(*a*) (*b*)

Gambar 4.17 Langkah-langkah mendesain permukaan vas bunga menggunakan model kurva bertingkat



Gambar 4.18 Desain permukaan vas bunga menggunakan model kurva bertingkat

4.2 Pembahasan

Pada bagian ini dibahas mengenai evaluasi prosedur desain vas bunga yang terbagi menjadi tiga bagian yaitu bagian alas, bagian utama dan bagian permukaan vas bunga seperti prosedur pada subbab 4.1 uraian detailnya dijelaskan sebagai berikut.

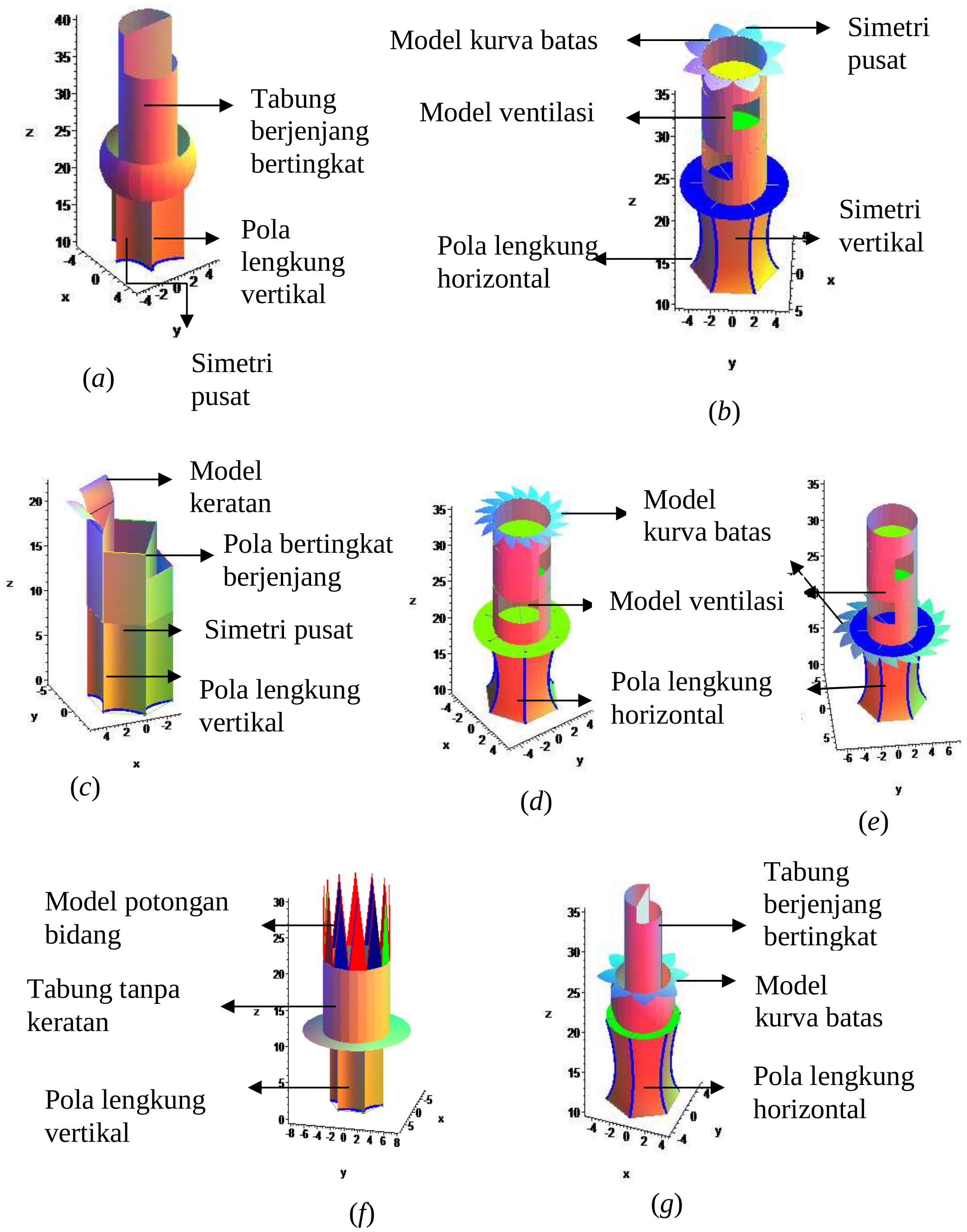
Pertama, desain alas vas bunga pola datar dapat dihasilkan pola alas yang bervariasi. Pemilihan parameter yang berbeda menghasilkan model permukaan prisma yang beragam. Pada sub bab 4.1.1, nilai $\lambda < \frac{1}{4}$ mengahasilkan kemiringan rusuk tegak limas mendekati sumbu simetri benda. Desain pola lengkung horizontal dengan alas bawah dan atas benda berupa poligon $P_n = [K_1, K_2, K_3, \dots, K_6]$ dan pasangan $P_n' = [K_1', K_2', K_3', \dots, K_6']$ serta vektor arah dipilih $\overline{K_1Q}$ atau $\overline{QK_1'}$ didapatkan pola alas vas bunga berpermukaan cekung dan cembung (Gambar 4.2).

Kedua, desain bagian utama vas bunga dapat dihasilkan pola yang bervariasi. Penggunaan parameter *l* yang berbeda dapat menghasilkan ketinggian bagian utama beragam (Gambar 4.4, 4.5 dan 4.6). Konstruksi model komponen bergantian dapat dihasilkan pola yang bermacam-macam. Pengaturan dalam pengisian benda solid pada masing-masing potongan alas segi enam beraturan (Gambar 4.8) dapat menghasilkan komponen vas yang berlainan bentuk. Pada alas dasar lingkaran dapat dikembangkan model ventilasi dan model tabung berjenjang bertingkat. Pada model ventilasi dapat dihasilkan bagian utama yang volumenya beragam, melalui pengaturan sudut putar jari-jari tabung (θ) dan ketinggian *l* (Gambar 4.10).

Ketiga, desain permukaan vas bunga model kurva batas dapat menghasilkan model batas permukaan yang lengkung, Hal ini dikarenakan pemilihan titik awal dan titik akhir, serta vektor singgung pada kurva hermit dan pengaturan pembagian lingkaran menjadi beberapa bagian yang bervariasi (Gambar 4.12). Pada model potongan bidang, pemanfaatan parameter *t* dan θ dapat dihasilkan permukaan yang bervariasi (Gambar 4.15).

Penggabungan bagian alas vas bunga, bagian utama dan bagian permukaan vas bunga dapat menghasilkan beberapa desain bentuk vas bunga yang variatif (Gambar 4.19). Penggabungan pola alas vas bunga yaitu pola datar, pola lengkung horizontal, pola lengkung vertikal dengan bagian utama vas bunga yang memiliki alas dasar segienam beraturan yaitu pola beringkat simetris, pola bertingkat berjenjang, dan model pembagian komponen bergantian, dan penggabungan permukaan vas bunga dangan alas dasar segitiga yaitu model keratan dan model kurva bertingkat. Penggabungan pola alas vas bunga dengan bagian utama vas bunga yang memiliki alas dasar lingkaran yaitu model ventilasi dan model tabung berjenjang bertingkat dan penggabungan permukaan vas bunga dengan alas dasar lingkaran yaitu model kurva batas dan model potongan bidang.

Beberapa contoh vas bunga hasil gabungan bagian alas, bagian utama vas bunga dan permukaan vas bunga dapat dilihat pada Gambar (4.19) dibawah ini. Pada Gambar (4.19*a*), merupakan hasil gabungan dari pola lengkung vertikal (Gambar 4.3c) dan model tabung berjenjang bertingkat (Gambar 4.12*a*) dengan *t*=30 cm. Pada Gambar (4.19b), hasil gabungan dari pola lengkung horizontal (Gambar 4.2c), model ventilasi (Gambar 4.11b) dan model kurva batas (Gambar 4.14*b*) dengan *t*=25cm. Pada Gambar (4.19c) gabungan dari pola lengkung vertikal (Gambar 4.3c), pola bertingkat berjenjang (Gambar 4.12*a*) dan model keratan (Gambar 4.16c) dengan *t*=20cm. Pada Gambar (4.19d) gabungan dari pola lengkung horizontal (Gambar 4.2c), model ventilasi (Gambar 4.11b) dan model kurva batas (Gambar 4.14*b*) dengan *t*=25cm. Pada Gambar (4.19e)) gabungan dari pola lengkung horizontal (Gambar 4.2c), model ventilasi (Gambar 4.11b) dan model kurva batas (Gambar 4.14*b*) dengan *t*=25cm. Pada Gambar (4.19f) gabungan dari pola lengkung vertikal (Gambar 4.3c), tabung tanpa keratan (Gambar 4.10a), dan model potongan bidang (Gambar 4.15c) dengan *t*=30 cm. Sedangkan pada Gambar (4.19g) gabungan dari pola lengkung horizontal (Gambar 4.2c) model tabung berjenjang bertingkat (Gambar 4.12*a*), model kurva batas (Gambar 4.14*b*) dengan *t*=25cm.



Gambar 4.19 Contoh gabungan dari beberapa pola desain vas bunga.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada bagian bab 4, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Bentuk vas bunga memiliki permukaan kecekungan atau kecembungan dapat dikonstruksi dari beberapa bangun-bangun ruang melalui prosedur berikut:
   a. Menetapkan alas dasar poligon segienam beraturan.
   b. Membangun bentuk permukaan alas vas bunga dengan bentuk prisma, limas, atau keratan tabung melalui interpolasi pasangan segmen-segmen garis atau kurva saling sehadap.
   c. Mengkonstruksi bagian utama vas bunga melalui penggeseran tegak segienam beraturan, lingkaran atau elips, kemudian menginterpolasikan segmen garis atau kurva dengan segmen atau kurva geserannya tersebut.
   d. Konstruksi permukaan vas bunga melalui interpolasi lingkaran atau kurva alas atas lingkaran bagian utama vas bunga dengan kurva batas bagian luar nya.
2. Unsur-unsur kesimetrian vas bunga dapat dipenuhi melalui penetapan pusat simetri atau sumbu simetri pada masing-masing komponen vas bunga, misal pada bagian alas dapat diperoleh pusat lingkaran sebagai pusat lingkaran, pada bagian utama sumbu tegak pusat dijadikan sebagai sumbu simetri pembagian komponen benda (Gambar 4.9)

5.2 Saran

Pada skripsi ini telah diperkenalkan prosedur konstruksi vas bunga melalui penggabungan beberapa benda geometri ruang menggunakan kurva serta metode interpolasi. Untuk penelitian ke depan diharapkan memanfaatkan bangun-bangun geometri ruang lainnya, seperti elipsoida dan hiperboloida. Selain itu juga tidak hanya mendesain bagian alas, bagian utama dan bagian permukaan vas tetapi juga dapat mendesain ukiran pada permukaan vas bunga agar tampilannya lebih sempurna dan menarik.

DAFTAR PUSTAKA

Bastian, A. 2011. *Desain Kap Lampu Duduk Melalui Penggabungan Benda-benda Geometri Ruang*. Skripsi. Jember : Jurusan Matematika FMIPA UNEJ.

Hutahaean, E. 1986. *Kalkulus dan Ilmu Ukur Analitik*. Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga.

Kusno. 2002. *Geometri Rancang Bangun Studi Aljabar Vektor Garis, Lingkaran dan Ellips*. Jember : Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Kusno. 2009. *Geometri Rancang Bangun Studi Tentang Desain dan Permodelan Benda dengan Kurva dan Permukaan Berbantu Komputer*. Jember : Jember University Press.

Schwartz, A. 1960. *Analytic Geometry and Calculus*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.

Sukirman. 1994. *Geometri Analitik Bidang dan Ruang Modul* 1-9. Jakarta : Depdikbud Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah Bagian Proyek Penataran Guru SLTP setara D-III Universitas Terbuka.

Suryadi, D. 1986. *Teori dan Soal Ilmu Ukur Analitik Ruang*. Jakarta : Ghalia Indonesia.

LAMPIRAN

Lampiran Desain *Vas Bunga*

A.1 Desain Alas Vas Bunga

A.1 a) Pola Datar

```
> o1:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*0+t*4,(1-t)*20+t*20],t=0..1,
                    color=black, thickness=3):
> o2:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*0+t*(-4),(1-t)*20+t*20],t=0..1,
                    color=green, thickness=3):
> o3:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*0+t*(-2),(1-t)*20+t*20],t=0..1,
                    color=orange, thickness=3):
> o4:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*0+t*(-2),(1-
                    t)*20+t*20],t=0..1, color=gray, thickness=3):
> o5:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*0+t*(2),(1-
                    t)*20+t*20],t=0..1, color=blue, thickness=3):
> o6:=spacecurve([(1-t)*0+t*((2)*sqrt(3)),(1-t)*0+t*(2),(1-t)*20+t*20],t=0..1,
                    color=yellow, thickness=3):
> w1:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*4+t*4,(1-t)*20+t*0],t=0..0.5, color=black,
                    thickness=3):
> w2:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*(-4)+t*(-4),(1-t)*20+t*0],t=0..0.5,
                    color=black, thickness=3):
> w3:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-2)+t*(-2),
                    (1-t)*10+t*20],t=0..1, color=black, thickness=3):
> w4:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(2)+t*(2),
                    (1-t)*10+t*20],t=0..1, color=black, thickness=3):
> w5:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*(2)+t*(2),
                    (1-t)*10+t*20],t=0..1, color=black, thickness=3):
> w6:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*(-2)+t*(-2),
                    (1-t)*10+t*20],t=0..1, color=black, thickness=3):
> e1:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*2,
                    ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1,color=red):
> e2:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*2+t*(-2),
                    ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1,color=green):
> e3:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*(-4),
                    ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1,color=black):
> e4:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*(-2),
                    ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1,color=orange):
> e5:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-2)+t*2,
                    ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1,color=gray):
> e6:=spacecurve([(1-t)*2*sqrt(3)+t*0,(1-t)*2+t*4,
                    ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1,color=pink):
> d1:=plot3d([(1-b)*((1-t)*2*sqrt(3)+t*0)+b*((1-t)*2*sqrt(3)+t*0),
               (1-b)*((1-t)*2+t*4)+b*((1-t)*2+t*4),
               (1-b)*((1-t)*10+t*10)+b*(((1-t)*10+t*10)+10)],b=0..1,t=0..1):
> d2:=plot3d([(1-b)*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3))+
               b*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3)),(1-b)*((1-t)*(-2)+t*2)+
               b*((1-t)*(-2)+t*2),(1-b)*((1-t)*10+t*10)+
               b*(((1-t)*10+t*10)+10)],b=0..1,t=0..1):
> d3:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*(2*sqrt(3)))+b*((1-t)*0+t*(2*sqrt(3))),
               (1-b)*((1-t)*(-4)+t*(-2))+b*((1-t)*(-4)+t*(-2)),
```

```
              (1-b)*((1-t)*10+t*10)+b*(((1-t)*10+t*10)+10)],b=0..1,t=0..1):
> d4:=plot3d([(1-b)*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0)+
              b*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0),(1-b)*((1-t)*(-2)+t*(-4))+
              b*((1-t)*(-2)+t*(-4)),(1-b)*((1-t)*10+t*10)+
              b*(((1-t)*10+t*10)+10)],b=0..1,t=0..1):
> d5:=plot3d([(1-b)*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)))+b*((1-t)*((-
              2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3))),
              (1-b)*((1-t)*2+t*(-2))+b*((1-t)*2+t*(-2)),
              (1-b)*((1-t)*10+t*10)+b*(((1-t)*10+t*10)+10)],b=0..1,t=0..1):
> d6:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)))+
              b*((1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*4+t*2)+
              b*((1-t)*4+t*2),(1-b)*((1-t)*10+t*10)+
              b*(((1-t)*10+t*10)+10)],b=0..1,t=0..1):
```

A.1 b) Pola Lengkung Horizontal

pembentukan poligon segienam

```
> r:=2:
> s:=4:
> u:=2:
> p1p2:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*2,
                 (1-t)*10+t*10],t=0..1):
> p2p3:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*2+t*(-2),
                 (1-t)*10+t*10],t=0..1):
> p3p4:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*(-4),
                 (1-t)*10+t*10],t=0..1):
> p4p5:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*(-2),
                 (1-t)*10+t*10],t=0..1):
> p5p6:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-2)+t*2,
                 (1-t)*10+t*10],t=0..1):
> p6p1:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*4,(1-t)*10+t*10],t=0..1):
> p7:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*0+t*0,
                 (1-t)*10+t*20],t=0..1,color=blue,labels=[x,y,x]):
> p8:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*0+t*0,(1-t)*20+t*30],t=0..1,color=red):
> p6p3:=spacecurve([(1-t)*(2)*sqrt(3)+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*r+t*(-r),
                 ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1):
> p1p4:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*s+t*(-s),((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1):
> p2p5:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*u+t*(-u),
                 ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1):
> p9:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*4+t*0,(1-t)*10+t*15],t=0..1):
> p10:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*4+t*0,(1-t)*20+t*15],t=0..1):
> p11:=spacecurve([(1-t)*(-2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*0,(1-t)*10+t*15],t=0..1):
> p12:=spacecurve([(1-t)*(-2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*0,(1-t)*20+t*15],t=0..1):
> p13:=spacecurve([(1-t)*(-2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*0,
                 (1-t)*10+t*15],t=0..1):
> p14:=spacecurve([(1-t)*(-2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*0,
                 (1-t)*20+t*15],t=0..1):
> p15:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*(-4)+t*0,(1-t)*10+t*15],t=0..1):
> p16:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*(-4)+t*0,(1-t)*20+t*15],t=0..1):
> p17:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*0,(1-
                   t)*10+t*15],t=0..1):
> p18:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*0,
                 (1-t)*20+t*15],t=0..1):
> p19:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*0,(1-t)*10+t*15],t=0..1):
> p20:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*0,(1-t)*20+t*15],t=0..1):
```

untuk membangun kurva hermit

```
> p21:=spacecurve([0 *(-v*v+1)+ 0 *(v*v)+   1*(0-0)  *(-v*v+v),
                4 *(-v*v+1)+  4 *(v*v)+  1*(0-4)  *(-v*v+v),
                10*(-v*v+1) +  20*(v*v)+ 1*(15-10)*(- v*v+v)],v=0..1,
                   thickness=3, color=blue):


> p22:=spacecurve([(-2)*sqrt(3)*(-v*v+1)+ (-2)*sqrt(3)*(v*v)+1*(0-((-
                   2)*sqrt(3)))*(-v*v+v),
                2*(-v*v+1)+ 2 *(v*v)+1*(0-2)*(-v*v+v),
```

```
                10*(-v*v+1)+ 20*(v*v)+1*(15-10)*(-v*v+v)],v=0..1,
                   thickness=3, color=blue):

> p23:=spacecurve([(-2)*sqrt(3) *(-v*v+1)+ (-2)*sqrt(3)*(v*v)+
                 1*(0-(-2)*sqrt(3))*(-v*v+v),
                 (-2)*(-v*v+1)+ (-2) *(v*v)+1*(0+2)*(-v*v+v),
                 10*(-v*v+1)+ 20*(v*v)+1*(15-10)*(-v*v+v)],v=0..1,
                 thickness=3, color=blue):

> p24:=spacecurve([0*(-v*v+1)+ 0*(v*v)+1*(0-0)*(-v*v+v),
                 (-4)*(-v*v+1)+(-4)*(v*v)+1*(0+4)*(-v*v+v),
                 10*(-v*v+1)+ 20*(v*v)+1*(15-10)*(-v*v+v)],v=0..1,
                 thickness=3, color=blue):

> p25:=spacecurve([(2*sqrt(3))*(-v*v+1)+(2*sqrt(3))*(v*v)+1*(0-(2*sqrt(3)))*
                 (-v*v+v),
                 (-2)*(-v*v+1)+ (-2)*(v*v)+1*(0+2)*(-v*v+v),
                 10*(-v*v+1)+ 20*(v*v)+1*(15-10)*(-v*v+v)],v=0..1,
                 thickness=3, color=blue):

> p26:=spacecurve([(2*sqrt(3)) *(-v*v+1)+ (2*sqrt(3))*(v*v) +
                 1*(0-(2*sqrt(3)))*(-v*v+v),
                 2*(-v*v+1)+ 2*(v*v)+1*(0-2)*(-v*v+v),
                 10*(-v*v+1)+ 20*(v*v)+1*(15-10)*(-v*v+v)],v=0..1,
                 thickness=3, color=blue):
```

Interpolasi kurva

```
> w1:=plot3d([(1-b)*(0*(-v*v+1)+0*(v*v)+1*(0-0)*(-v*v+v))+b*((-2)*sqrt(3)*
              (-v*v+1)+ (-2)*sqrt(3)*(v*v)+1*(0-((-2)*sqrt(3)))*(-v*v+v)),
              (1-b)*(4*(-v*v+1)+  4 *(v*v)+  1*(0-4)  *(-v*v+v))+
              b*(2*(-v*v+1)+ 2 *(v*v)+1*(0-2)*(-v*v+v)),(1-b)*(10*(-v*v+1) +
              20*(v*v)+ 1*(15-10)*(-v*v+v))+b*(10*(-v*v+1)+ 20*(v*v)+
              1*(15-10)*(-v*v+v))],b=0..1,v=0..1):
> w2:=plot3d([(1-b)*((-2)*sqrt(3)*(-v*v+1)+ (-2)*sqrt(3)*(v*v)+1*(0-((-
              2)*sqrt(3)))*(-v*v+v))+b*((-2)*sqrt(3) *(-v*v+1)+ (-
              2)*sqrt(3)*(v*v)+1*(0-(-2)*sqrt(3))*(-v*v+v)),(1-b)*(2
              *(-v*v+1)+ 2 *(v*v) +1*(0-2)*(-v*v+v))+b*((-2)
              *(-v*v+1)+ (-2)*(v*v)+1*(0+2)*(-v*v+v)),(1-b)*(10
              *(-v*v+1)+ 20*(v*v)+1*(15-10)*(-v*v+v))+b*(10*(-v*v+1)+
              20*(v*v)+1*(15-10)*(-v*v+v))],b=0..1,v=0..1):
> w3:=plot3d([(1-b)*((-2)*sqrt(3) *(-v*v+1)+ (-2)*sqrt(3)*(v*v)+
              1*(0-(-2)*sqrt(3))*(-v*v+v))+b*(0*(-v*v+1)+ 0*(v*v)+1*(0-0)*
              (-v*v+v)),(1-b)*((-2)*(-v*v+1)+ (-2) *(v*v)+1*(0+2)*
              (-v*v+v))+b*((-4)*(-v*v+1)+ (-4)*(v*v)+1*(0+4)*(-v*v+v)),
              (1-b)*(10*(-v*v+1)+ 20*(v*v)+1*(15-10)*(-v*v+v))+b*(10
              *(-v*v+1)+ 20*(v*v)+1*(15-10)*(-v*v+v))],b=0..1,v=0..1):
> w4:=plot3d([(1-b)*(0*(-v*v+1)+ 0*(v*v)+1*(0-0)*(-v*v+v))+b*((2*sqrt(3))
              *(-v*v+1)+ (2*sqrt(3))*(v*v) +1*(0-(2*sqrt(3)))*(-v*v+v)),
              (1-b)*((-4)*(-v*v+1)+ (-4)*(v*v)+1*(0+4)*(-v*v+v))+b*((-2)
              *(-v*v+1)+ (-2)*(v*v)+1*(0+2)  *(-v*v+v)),(1-b)*(10
              *(-v*v+1)+ 20*(v*v)+1*(15-10)*(-v*v+v))+b*(10*(-v*v+1)+
              20*(v*v)+1*(15-10)*(-v*v+v))],b=0..1,v=0..1):
> w5:=plot3d([(1-b)*((2*sqrt(3))*(-v*v+1)+(2*sqrt(3))*(v*v)+1*(0-
              (2*sqrt(3)))*(-v*v+v))+b*((2*sqrt(3)) *(-v*v+1)+
              (2*sqrt(3))*(v*v)+1*(0-(2*sqrt(3)))*(-v*v+v)),(1-b)*((-2)
```

```
               *(-v*v+1)+(-2)*(v*v)+1*(0+2)*(-v*v+v))+b*(2*(-v*v+1)+2*(v*v)
               +1*(0-2)  *(-v*v+v)),(1-b)*(10*(-v*v+1)+20*(v*v)
               +1*(15-10)*(-v*v+v))+b*(10*(-v*v+1)+20*(v*v)+1*(15-10)
               *(-v*v+v))],b=0..1,v=0..1):
> w6:=plot3d([(1-b)*((2*sqrt(3))*(-v*v+1)+(2*sqrt(3))*(v*v)+
               1*(0-(2*sqrt(3)))*(-v*v+v))+b*(0 *(-v*v+1)+ 0 *(v*v)+1*(0-0)
               *(-v*v+v)),(1-b)*(2*(-v*v+1)+ 2*(v*v)+1*(0-2)*(-v*v+v))+b*(4
               *(-v*v+1)+4*(v*v)+1*(0-4)*(-v*v+v)),(1-b)*(10*(-v*v+1)+
               20*(v*v)+1*(15-10)*(-v*v+v))+b*(10*(-v*v+1)+20*(v*v)+1*(15-
               10)*(-v*v+v))],b=0..1,v=0..1):
```

A.1 c) Pola Lengkung Vertikal

pembentukan segienam beraturan

```
> p1p2:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*2,
                    (1-t)*10+t*10],t=0..1):
> p2p3:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*2+t*(-2),
                    (1-t)*10+t*10],t=0..1):
> p3p4:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+
                    t*(-4),(1-t)*10+t*10],t=0..1):
> p4p5:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+
                    t*(-2),(1-t)*10+t*10],t=0..1):
> p5p6:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-2)+t*2,
                    (1-t)*10+t*10],t=0..1):
> p6p1:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*4,(1-t)*10+t*10],t=0..1):
> p7:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*0+t*0,
                    (1-t)*10+t*20],t=0..1,color=blue,labels=[x,y,x]):
> p8:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*0+t*0,(1-t)*20+t*30],t=0..1,color=red):
>ling:=spacecurve([4*cos(u),4*sin(u),20],u=0..2*Pi,labels=[x,y,z],thickness=3:
```

permukaan lengkung

```
> p23:=spacecurve([(0)*(-v*v+1)+(-2)*sqrt(3)*(v*v)+1*(0-0)*(-v*v+v),
                  (4)*(-v*v+1)+(2)*(v*v)+1*(0-4)*(-v*v+v),
                  10*(-v*v+1)+ (10)*(v*v)+1*(0-0)*
                  (-v*v+v)],v=0..1,thickness=3, color=blue):
> w1:=plot3d([
      (1-b)*((0)*(-v*v+1)+(-2)*sqrt(3)*(v*v)+1*(0-0)*(-v*v+v))+
          b*((0)*(-v*v+1)+(-2)*sqrt(3)*(v*v)+1*(0-0)*(-v*v+v)),
      (1-b)*((4)*(-v*v+1)+(2)        *(v*v)+1*(0-4)*(-v*v+v))+
          b*((4)*(-v*v+1)+(2)        *(v*v)+1*(0-4)*(-v*v+v)),
      (1-b)*(10*(-v*v+1)+(10)        *(v*v)+1*(10-10)*(-v*v+v))+
          b*(20*(-v*v+1)+(20)        *(v*v)+1*(10-10)*
      (-v*v+v))],b=0..1,v=0..1):

> p24:=spacecurve([((-2)*sqrt(3))*(-v*v+1)+(-2)*sqrt(3)*(v*v)+
                  1*(0-((-2)*sqrt(3)))*(-v*v+v),(2)*(-v*v+1)+
                  (-2)*(v*v)+1*(0-2)*(-v*v+v),10*(-v*v+1)+(10)*(v*v)+
                  1*(10-10)*(-v*v+v)],v=0..1, thickness=3, color=blue):

> p25:=spacecurve([((-2)*sqrt(3))*(-v*v+1)+(0)*(v*v)+1*(0-((-2)*sqrt(3)))
                  *(-v*v+v),(-2)*(-v*v+1)+(-4)*(v*v)+1*(0+2)*(-v*v+v),
                 10*(-v*v+1)+(10)*(v*v)+1*(10-10)*(-v*v+v)],v=0..1,
                    thickness=3, color=blue):

> p26:=spacecurve([((0)*(-v*v+1)+((2)*sqrt(3))*(v*v)+1*(0-(0))*(-v*v+v),
                  (-4)*(-v*v+1)+(-2)         *(v*v)+1*(0+4)*(-v*v+v),
                   10 *(-v*v+1)+(10)         *(v*v)+1*(10-10)*
                  (-v*v+v))],v=0..1, thickness=3, color=blue):

> p27:=spacecurve([(((2)*sqrt(3))*(-v*v+1)+((2)*sqrt(3))*(v*v)+
                  1*(0-((2)*sqrt(3)))*(-v*v+v),
                  (-2)*(-v*v+1)+(2)*(v*v)+1*(0+2)*(-v*v+v),
                  10*(-v*v+1)+ (10)*(v*v)+1*(10-10)*(-v*v+v))],v=0..1,
                  thickness=3, color=blue):
```

```
> p28:=spacecurve([(((2)*sqrt(3))*(-v*v+1)+(0)*(v*v)+
                  1*(0-((2)*sqrt(3)))*(-v*v+v),
                  (2)*(-v*v+1)+(4)*(v*v)+1*(0-2)*(-v*v+v),
                  10*(-v*v+1)+(10)*(v*v)+
                  1*(10-10)*(-v*v+v))],v=0..1, thickness=3, color=blue):
> w2:=plot3d([(1-b)*(((-2)*sqrt(3))*(-v*v+1)+(-2)*sqrt(3)
             *(v*v)+1*(0+(2)*sqrt(3))*(-v*v+v))+b*(((-2)*sqrt(3))*(-v*v+1)+
             (-2)*sqrt(3)*(v*v)+1*(0+(2)*sqrt(3))*(-v*v+v)),
             (1-b)*((2)*(-v*v+1)+(-2)*(v*v)+1*(0-2)*(-v*v+v))+
              b*((2)*(-v*v+1)+(-2)*(v*v)+1*(0-2)*(-v*v+v)),
              (1-b)*(10*(-v*v+1)+ (10)*(v*v)+1*(10-10)*(-v*v+v))+b*(20*
              (-v*v+1)+(20)*(v*v)+1*(10-10)*(-v*v+v))],b=0..1,v=0..1):

> w3:=plot3d([(1-b)*(((-2)*sqrt(3))*(-v*v+1)+0
             *(v*v)+1*(0+(2)*sqrt(3))*(-v*v+v))+b*(((-2)*sqrt(3))*(-v*v+1)+0
             *(v*v)+1*(0+(2)*sqrt(3))*(-v*v+v)),(1-b)*((-2)*(-v*v+1)+
             (-4)*(v*v)+1*(0+2)*(-v*v+v))+b*((-2)*(-v*v+1)+
             (-4)*(v*v)+1*(0+2)*(-v*v+v)),(1-b)*(10*(-v*v+1)+(10)*(v*v)+
             1*(10-10)*(-v*v+v))+b*(20*(-v*v+1)+(20)*(v*v)+
             1*(10-10)*(-v*v+v))],b=0..1,v=0..1):


> w4:=plot3d([(1-b)*((0)*(-v*v+1)+(2)*sqrt(3)*(v*v)+1*(0-0)*(-v*v+v))+
          b*((0)*(-v*v+1)+(2)*sqrt(3)*(v*v)+1*(0-0)*(-v*v+v)),
         (1-b)*((-4)*(-v*v+1)+(-2)*(v*v)+1*(0+4)*(-v*v+v))+
          b*((-4)*(-v*v+1)+(-2)*(v*v)+1*(0+4)*(-v*v+v)),
         (1-b)*(10*(-v*v+1)+(10)*(v*v)+1*(10-10)*(-v*v+v))+
          b*(20*(-v*v+1)+(20)*(v*v)+1*(10-10)*(-v*v+v))],b=0..1,v=0..1):

> w5:=plot3d([(1-b)*(((2)*sqrt(3))*(-v*v+1)+ (2)*sqrt(3)*(v*v)+
            1*(0-(2)*sqrt(3))*(-v*v+v))+b*(((2)*sqrt(3))*(-v*v+1)+
            (2)*sqrt(3)*(v*v)+1*(0-(2)*sqrt(3))*(-v*v+v)),
            (1-b)*((-2)*(-v*v+1)+(2)*(v*v)+1*(0+2)*(-v*v+v))+
             b*((-2)*(-v*v+1)+(2)*(v*v)+1*(0+2)*(-v*v+v)),
            (1-b)*(10*(-v*v+1)+(10)*(v*v)+1*(10-10)*(-v*v+v))+
          b*(20*(-v*v+1)+(20)*(v*v)+1*(10-10)*(-v*v+v))],b=0..1,v=0..1):
> w6:=plot3d([(1-b)*(((2)*sqrt(3))*(-v*v+1)+(0)*(v*v)+1*(0-(2)*sqrt(3))
            *(-v*v+v))+b*(((2)*sqrt(3))*(-v*v+1)+(0)*(v*v)+1
            *(0-(2)*sqrt(3))*(-v*v+v)),(1-b)*((2)*(-v*v+1)+(4)*(v*v)+1
            *(0-2)*(-v*v+v))+b*((2)*(-v*v+1)+(4)*(v*v)+1*(0-2)*(-v*v+v)),
            (1-b)*(10*(-v*v+1)+(10)*(v*v)+1*(10-10)*(-v*v+v))+
             b*(20*(-v*v+1)+(20)*(v*v)+1*(10-10)*(-v*v+v))],b=0..1,v=0..1):
```

A.2 Bagian Utama Vas Bunga

A.2 a) Pola Bertingkat Simetris

poligon segienam beraturan

```
> r:=2:
> s:=4:
> u:=2:
> p1p2:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*2,(1-
                        t)*10+t*10],t=0..1,color=pink,labels=[x,y,z]):
> p2p3:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*2+t*(-2),
                        (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> p3p4:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*(-4),
                        (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=green,labels=[x,y,z]):
> p4p5:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*(-2),
                        (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=black,labels=[x,y,z]):
> p5p6:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-2)+t*2,
                        (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=blue,labels=[x,y,z]):
> p6p1:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*4,
                        (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=yellow,labels=[x,y,z]):
> g1:=spacecurve([(1-t)*0+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-4)+t*2,(1-t)*10+t*10],t=0..1):
> g2:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*(-2),
                        (1-t)*10+t*10],t=0..1):
> h1:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-2)+t*(-2),
                        (1-t)*10+t*20],t=0..1):
> h2:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*(-4)+t*(-4),(1-t)*10+t*20],t=0..1):
> h3:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*2+t*2,
                        (1-t)*10+t*20],t=0..1):
> h4:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*(-2)+t*(-2),
                        (1-t)*10+t*20],t=0..1):
> h5:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*4+t*4,(1-t)*10+t*20],t=0..1):
> h6:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*2+t*2,
                        (1-t)*10+t*20],t=0..1):
> q1q2:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*2,
                        ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1,color=pink,labels=[x,y,z]):
> q2q3:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*2+t*(-2),
                        ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> q3q4:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*(-4),
                        ((1-t)*10+t*10)+5],t=0..1,color=green,labels=[x,y,z]):
> q4q5:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*(-2),
                        ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1,color=black,labels=[x,y,z]):
> q5q6:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-2)+t*2,
                         ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1,color=blue,labels=[x,y,z]):
> q6q1:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*4,
                        ((1-t)*10+t*10)+5],t=0..1,color=yellow,labels=[x,y,z]):
> k1:=spacecurve([(1-t)*0+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-4)+t*2,
                        ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1):
> k2:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*(-2),
                        ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1):
```

interpolasi garis

```
o1:=plot3d([(1-b)*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)))+b*((1-t)*0+t*0),
                        (1-b)*((1-t)*(-2)+t*(-2))+b*((1-t)*(-4)+t*(-4)),
                        (1-b)*((1-t)*10+t*20)+b*((1-t)*10+t*20)],b=0..1,t=0..1):
```

```
> o2:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3))),
             (1-b)*((1-t)*(-4)+t*(-4))+b*((1-t)*2+t*2),
             (1-b)*((1-t)*10+t*20)+b*((1-t)*10+t*20)],b=0..1,t=0..1):
> o3:=plot3d([(1-b)*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)))+
             b*((1-t)*0+t*0),(1-b)*((1-t)*(-2)+t*(-2))+b*((1-t)*4+t*4),
             (1-b)*((1-t)*10+t*20)+b*((1-t)*10+t*20)],b=0..1,t=0..1):
> o4:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-
             2)*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*4+t*4)+b*((1-t)*2+t*2),
             (1-b)*((1-t)*10+t*20)+b*((1-t)*10+t*20)],b=0..1,t=0..1):
> o5:=plot3d([(1-b)*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)))+
             b*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*(-2)+
             t*(-2))+b*((1-t)*2+t*2),(1-b)*((1-t)*10+t*20)+
             b*((1-t)*10+t*20)],b=0..1,t=0..1):
> o6:=plot3d([(1-b)*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)))+
             b*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3))),(1-b)*((1-
             t)*2+t*2)+b*((1-t)*(-2)+t*(-2)),(1-b)*((1-t)*10+t*20)+
             b*((1-t)*10+t*20)],b=0..1,t=0..1):
> o7:=plot3d([(1-b)*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*0)+b*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*0),
             (1-b)*((1-t)*2+t*4)+b*((1-t)*2+t*4),
             (1-b)*((1-t)*10+t*10)+b*(((1-t)*10+t*10)+5)],b=0..1,t=0..1):
> o8:=plot3d([(1-b)*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0)+
             b*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0),(1-b)*((1-t)*(-2)+t*(-4))+
             b*((1-t)*(-2)+t*(-4)),(1-b)*((1-t)*10+t*10)+
             b*(((1-t)*10+t*10)+5)],b=0..1,t=0..1):
> o9:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*(2*sqrt(3)))+b*((1-t)*0+t*2*sqrt(3)),
             (1-b)*((1-t)*(-4)+t*(-2))+b*((1-t)*(-4)+t*2),
             (1-b)*((1-t)*10+t*10)+b*((1-t)*10+t*10)],b=0..1,t=0..1):
> o10:=plot3d([(1-b)*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)))+
             b*((1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*2+t*(-2))+
             b*((1-t)*4+t*(-2)),(1-b)*((1-t)*10+t*10)+
             b*((1-t)*10+t*10)],b=0..1,t=0..1):
> o11:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*2*sqrt(3))+b*((1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3))),
             (1-b)*((1-t)*(-4)+t*2)+b*((1-t)*4+t*(-2)),
             (1-b)*((1-t)*10+t*10)+b*((1-t)*10+t*10)],b=0..1,t=0..1):
> o12:=plot3d([(1-b)*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0)+b*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*0),
             (1-b)*((1-t)*(-2)+t*(-4))+b*((1-t)*2+t*4),
             (1-b)*((1-t)*10+t*10)+b*((1-t)*10+t*10)],b=0..1,t=0..1):
```

A.1.2 b) Pola bertingkat Berjenjang

poligon segienam beraturan

```
> r:=2:
> s:=4:
> u:=2:
> p1p2:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*2,
                     (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=pink,labels=[x,y,z]):
> p2p3:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*2+t*(-2),
                     (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> p3p4:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*(-4),
                     (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=green,labels=[x,y,z]):
> p4p5:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*(-2),
                     (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=black,labels=[x,y,z]):
> p5p6:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-2)+t*2,
                     (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=blue,labels=[x,y,z]):
> p6p1:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*4,
                     (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=yellow,labels=[x,y,z]):
> g1:=spacecurve([(1-t)*0+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-4)+t*2,(1-t)*10+t*10],t=0..1):
> g2:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*(-2),
                     (1-t)*10+t*10],t=0..1):
> h1:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-2)+t*(-2),
                     (1-t)*10+t*20],t=0..1):
> h2:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*(-4)+t*(-4),(1-t)*10+t*20],t=0..1):
> h3:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*2+t*2,
                     (1-t)*10+t*20],t=0..1):
> h4:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*(-2)+t*(-2),
                     (1-t)*10+t*18],t=0..1):
> h5:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*4+t*4,(1-t)*10+t*18],t=0..1):
> h6:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*2+t*2,
                     (1-t)*10+t*15],t=0..1):
> q1q2:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*2,
                     ((1-t)*10+t*10)+5],t=0..1,color=pink,labels=[x,y,z]):
> q2q3:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*2+t*(-2),
                     ((1-t)*10+t*10)+5],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> q3q4:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*(-4),
                     ((1-t)*10+t*10)+8],t=0..1,color=green,labels=[x,y,z]):
> q4q5:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*(-2),
                     ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1,color=black,labels=[x,y,z]):
> q5q6:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-2)+t*2,
                     ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1,color=blue,labels=[x,y,z]):
> q6q1:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*4,
                     ((1-t)*10+t*10)+8],t=0..1,color=yellow,labels=[x,y,z]):
>k1:=spacecurve([(1-t)*0+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-4)+t*2,
                     ((1-t)*10+t*10)+10],t=0..1):
>k2:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*(-2),
                     ((1-t)*10+t*10)+8],t=0..1):
```

interpolasi garis

```
o1:=plot3d([(1-b)*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)))+b*((1-t)*0+t*0),
                 (1-b)*((1-t)*(-2)+t*(-2))+b*((1-t)*(-4)+t*(-4)),
                 (1-b)*((1-t)*10+t*20)+b*((1-t)*10+t*20)],b=0..1,t=0..1):
> o2:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3))),
                 (1-b)*((1-t)*(-4)+t*(-4))+b*((1-t)*2+t*2),
```

```
                 (1-b)*((1-t)*10+t*20)+b*((1-t)*10+t*20)],b=0..1,t=0..1):
> o3:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)))+
                 b*((1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*4+t*(-2))+
                 b*((1-t)*4+t*(-2)),(1-b)*((1-t)*10+t*10)+
                 b*(((1-t)*10+t*10)+8)],b=0..1,t=0..1):
> o4:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)))+
                 b*((1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*4+t*2)+
                 b*((1-t)*4+t*2),(1-b)*((1-t)*10+t*10)+
                 b*(((1-t)*10+t*10)+5)],b=0..1,t=0..1):
> o5:=plot3d([(1-b)*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)))+
                 b*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*(-2)+
                 t*(-2))+b*((1-t)*2+t*2),(1-b)*((1-t)*10+t*20)+
                 b*((1-t)*10+t*20)],b=0..1,t=0..1):
> o6:=plot3d([(1-b)*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)))+
                 b*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3))),
                 (1-b)*((1-t)*2+t*(-2))+b*((1-t)*2+t*(-2)),
                 (1-b)*((1-t)*10+t*10)+
                 b*(((1-t)*10+t*10)+5)],b=0..1,t=0..1):
> o7:=plot3d([(1-b)*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*0)+b*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*0),
                 (1-b)*((1-t)*2+t*4)+b*((1-t)*2+t*4),
                 (1-b)*((1-t)*10+t*10)+
                 b*(((1-t)*10+t*10)+8)],b=0..1,t=0..1):
> o8:=plot3d([(1-b)*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0)+
                 b*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0),
                 (1-b)*((1-t)*(-2)+t*(-4))+b*((1-t)*(-2)+t*(-4)),
                 (1-b)*((1-t)*10+t*10)+
                 b*(((1-t)*10+t*10)+8)],b=0..1,t=0..1):
> o9:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*(2*sqrt(3)))+b*((1-t)*0+t*2*sqrt(3)),
                 (1-b)*((1-t)*(-4)+t*(-2))+b*((1-t)*(-4)+t*2),
                 (1-b)*((1-t)*10+t*10)+b*((1-t)*10+t*10)],b=0..1,t=0..1):
> o10:=plot3d([(1-b)*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)))+
                 b*((1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*2+t*(-2))+
                 b*((1-t)*4+t*(-2)),(1-b)*((1-t)*10+t*10)+
                 b*((1-t)*10+t*10)],b=0..1,t=0..1):
> o11:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*2*sqrt(3))+b*((1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3))),
                 (1-b)*((1-t)*(-4)+t*2)+b*((1-t)*4+t*(-2)),
                 (1-b)*((1-t)*10+t*10)+b*((1-t)*10+t*10)],b=0..1,t=0..1):
> o12:=plot3d([(1-b)*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0)+b*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*0),
                 (1-b)*((1-t)*(-2)+t*(-4))+b*((1-t)*2+t*4),
                 (1-b)*((1-t)*10+t*10)+b*((1-t)*10+t*10)],b=0..1,t=0..1):
```

A.2 c) Model Pembagian Komponen bergantian

poligon segienam beraturan

```
> r:=2:
> s:=4:
> u:=2:
> p1p2:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*2,
                    (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=black):
> p2p3:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*2+t*(-2),
                    (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=green):
> p3p4:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*(-4),
                    (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=red):
> p4p5:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*(-2),
                    (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=yellow):
> p5p6:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-2)+t*2,
                    (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=blue):
> p6p1:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*4,
                    (1-t)*10+t*10],t=0..1,color=gray):
> p6p3:=spacecurve([(1-t)*(2)*sqrt(3)+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*r+t*(-r),
                    ((1-t)*10+t*10)],t=0..1,thickness=3):
> p1p4:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*s+t*(-s),
                    ((1-t)*10+t*10)],t=0..1,thickness=3):
> p2p5:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*u+t*(-u),
                    ((1-t)*10+t*10)],t=0..1,thickness=3):
> a1:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*4+t*4,(1-t)*10+t*15],t=0..1):
> a2:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*2+t*2,
                    (1-t)*10+t*15],t=0..1):
> a3:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*(-2)+t*(-2),
                    (1-t)*10+t*15],t=0..1):
> a4:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*(-4)+t*(-4),(1-t)*10+t*15],t=0..1):
> a5:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-2)+t*(-2),
                 (1-t)*10+t*15],t=0..1):
> a6:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*2+t*2,
                 (1-t)*10+t*15],t=0..1,labels=[x,y,z]):
> a7:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*0+t*0,(1-t)*10+t*15],t=0..1):
> b1:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*4+t*2,(1-t)*15+t*15],t=0..1):
> b2:=spacecurve([(1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*(-2),
                 (1-t)*15+t*15],t=0..1):
> b3:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*2+t*(-2),
                 (1-t)*15+t*15],t=0..1):
> b4:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*4+t*0,(1-t)*15+t*15],t=0..1):
> b5:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*0,(1-t)*15+t*15],t=0..1):
> b6:=spacecurve([(1-t)*((-2)*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*0,
                 (1-t)*15+t*15],t=0..1):
> b7:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*(-4)+t*0,(1-t)*15+t*15],t=0..1):
> b8:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*0,(1-t)*15+t*15],t=0..1):
> b9:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*0,(1-t)*15+t*15],t=0..1):
```

interpolasi garis

```
c1:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*0+t*0),(1-b)*((1-t)*4+t*4)+
                b*((1-t)*0+t*0),(1-b)*((1-t)*10+t*15)+
                b*((1-t)*10+t*15)],b=0..1,t=0..1):
> c2:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+
                t*((-2)*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*4+t*4)+b*((1-t)*2+t*2),
```

```
                 (1-b)*((1-t)*10+t*15)+b*((1-t)*10+t*15)],b=0..1,t=0..1):
> c3:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+
                 t*((-2)*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*2+t*2),
                 (1-b)*((1-t)*10+t*15)+b*((1-t)*10+t*15)],b=0..1,t=0..1):
> c4:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+
                 t*((-2)*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*(-2)+
                 t*(-2)),(1-b)*((1-t)*10+t*15)+
                 b*((1-t)*10+t*15)],b=0..1,t=0..1):
> c5:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*((-2)*sqrt(3))+
                 t*((-2)*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*(-4)+t*(-4))+
                 b*((1-t)*(-2)+t*(-2)),(1-b)*((1-t)*10+t*15)+
                 b*((1-t)*10+t*15)],b=0..1,t=0..1):
> c6:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*0+t*0),(1-b)*((1-t)*(-4)+
                 t*(-4))+b*((1-t)*0+t*0),(1-b)*((1-t)*10+t*15)+
                 b*((1-t)*10+t*15)],b=0..1,t=0..1):
> c7:=plot3d([(1-b)*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)))+b*((1-t)*0+t*0),
                 (1-b)*((1-t)*(-2)+t*(-2))+b*((1-t)*0+t*0),
                 (1-b)*((1-t)*10+t*15)+b*((1-t)*10+t*15)],b=0..1,t=0..1):
> c8:=plot3d([(1-b)*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3)))+
                 b*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*(-2)+
                 t*(-2))+b*((1-t)*2+t*2),(1-b)*((1-t)*10+t*15)+
                 b*((1-t)*10+t*15)],b=0..1,t=0..1):
> c9:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*(2*sqrt(3))),
                 (1-b)*((1-t)*0+t*0)+b*((1-t)*2+t*2),
                 (1-b)*((1-t)*10+t*15)+b*((1-t)*10+t*15)],b=0..1,t=0..1):
```

penutup alas

```
>d1:=plot3d([(1-b)*((1-t)*0+t*((-2)*sqrt(3)))+b*((1-t)*(2)*sqrt(3)+
                 t*((-2)*sqrt(3))),(1-b)*((1-t)*4+t*2)+b*((1-t)*r+
                 t*(-r)),(1-b)*((1-t)*10+t*10)+
                 b*(((1-t)*10+t*10))],b=0..1,t=0..1):
> d2:=plot3d([(1-b)*((1-t) *(2)*sqrt(3)+t*((-2)*sqrt(3)))   +
                 b*((1-t)*(2*sqrt(3))+t*0),
                 (1-b)*((1-t) *r+t*(-r))+b*((1-t)*(-2)+t*(-4)),
                 (1-b)*(((1-t)*10+t*10))+b*((1-t)*10+t*10)],b=0..1,t=0..1):
```

A.2 d) Model Ventilasi

Desain tabung

```
>tabung1:=plot3d([5*cos(t)+0,5*sin(t)+0,s],s=0..5,t=0..2*Pi,axes=frame,labels=
                    [x,y,z]):
>tabung2:=plot3d([5*cos(t)+0,5*sin(t)+0,s],s=5..8,t=0..3/2*Pi,axes=frame,label
                    s=[x,y,z]):
>tabung3:=plot3d([5*cos(t)+0,5*sin(t)+0,s],s=8..13,t=0..2*Pi,axes=frame,labels
                    =[x,y,z]):
>tabung4:=plot3d([5*cos(t)+0,5*sin(t)+0,s],s=13..16,t=2/7*Pi..2*Pi,axes=frame,
                    labels=[x,y,z]):
>tabung5:=plot3d([5*cos(t)+0,5*sin(t)+0,s],s=16..20,t=0..2*Pi,axes=frame,label
                    s=[x,y,z]):
```

A.2 e) Model Tabung Berjenjang Bertingkat

Bagian utama tabung berjenjang

```
>tabung1:=plot3d([3*cos(t)+0,3*sin(t)+0,s],s=0..20,t=1/2*Pi..3/2*Pi,axes=frame
                    ,labels=[x,y,z]):
>tabung2:=plot3d([3*cos(t)+3,3*sin(t)+0,s],s=0..15,t=1/2*Pi..3/2*Pi,axes=frame
                    ,labels=[x,y,z]):
> bidang1:=plot3d([0,v,u],u=0..20,v=-3..3):
>bola:=plot3d([7*sin(s)*cos(t)+2,7*sin(s)*sin(t),7*cos(s)+3.5],s=Pi/3..2*Pi/3,
                    t=0..2*Pi):
>penutupalas:=plot3d([s*cos(t)+2,s*sin(t)+0,0],s=0..6.1,t=0..2*Pi):
>tabung3:=spacecurve([3*cos(t)+3,3*sin(t)+0,15],t=1/2*Pi..Pi,axes=frame,labels
                        =[x,y,z],color=blue,thickness=3):
> garis1:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*3+t*0,(1-
                        t)*15+t*15],t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z],color=bl
                        ue,thickness=3):
> bidang2:=plot3d([(1-v)*(3*cos((t*1/2*Pi)+(1/2*Pi))+3)+v*((1-t)*0+t*0),(1-
                    v)*(3*sin((t*1/2*Pi)+(1/2*Pi))+0)+v*((1-t)*3+t*0),(1-
                    v)*(15)+v*((1-t)*15+t*15)],v=0..1,t=0..1):
>tabung4:=spacecurve([3*cos(t)+3,3*sin(t)+0,15],s=0..15,t=Pi..3/2*Pi,axes=fram
                        e,labels=[x,y,z],color=red,thickness=3):
> garis2:=spacecurve([(1-t)*0+t*0,(1-t)*0+t*(-3),(1-
                        t)*15+t*15],t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z],color=re
                        d,thickness=3):
> bidang3:=plot3d([(1-v)*(3*cos((t*1/2*Pi)+(Pi))+3)+v*((1-t)*0+t*0),(1-
                    v)*(3*sin((t*1/2*Pi)+(Pi))+0)+v*((1-t)*0+t*(-3)),(1-
                    v)*(15)+v*((1-t)*15+t*15)],v=0..1,t=0..1):
> bidang4:=plot3d([(1-v)*(3*cos((t*1/2*Pi)+(Pi))+3)+v*((1-t)*0+t*0),(1-
                    v)*(3*sin((t*1/2*Pi)+(Pi))+0)+v*((1-t)*0+t*(-3)),((1-
                    v)*(15)+v*((1-t)*15+t*15))-15],v=0..1,t=0..1):
> bidang5:=plot3d([(1-v)*(3*cos((t*1/2*Pi)+(1/2*Pi))+3)+v*((1-t)*0+t*0),(1-
                    v)*(3*sin((t*1/2*Pi)+(1/2*Pi))+0)+v*((1-t)*3+t*0),((1-
                    v)*(15)+v*((1-t)*15+t*15))-15],v=0..1,t=0..1):
> penutup1:=plot3d([u,3,v],u=0..3,v=0..15):
> penutup2:=plot3d([u,3-6,v],u=0..3,v=0..15):
> penutup3:=plot3d([3,u,v],u=3..-3,v=0..15):
>tabung5:=plot3d([3*cos(t)+6,3*sin(t)+0,s],s=0..10,t=1/2*Pi..3/2*Pi,axes=frame
                    ,labels=[x,y,z]):
```

```
>tabung6:=spacecurve([3*cos(t)+6,3*sin(t)+0,10],t=1/2*Pi..Pi,axes=frame,labels
                    =[x,y,z],color=blue,thickness=3):
> garis3:=spacecurve([(1-t)*3+t*3,(1-t)*3+t*0,(1-
                        t)*10+t*10],t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z],color=bl
                        ue,thickness=3):
> bidang6:=plot3d([(1-v)*(3*cos((t*1/2*Pi)+(1/2*Pi))+6)+v*((1-t)*3+t*3),(1-
                    v)*(3*sin((t*1/2*Pi)+(1/2*Pi))+0)+v*((1-t)*3+t*0),(1-
                    v)*(10)+v*((1-t)*10+t*10)],v=0..1,t=0..1):
>tabung7:=spacecurve([3*cos(t)+6,3*sin(t)+0,10],s=0..15,t=Pi..3/2*Pi,axes=fram
                        e,labels=[x,y,z],color=red,thickness=3):
> garis4:=spacecurve([(1-t)*3+t*3,(1-t)*0+t*(-3),(1-
                        t)*10+t*10],t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z],color=re
                        d,thickness=3):
> bidang7:=plot3d([(1-v)*(3*cos((t*1/2*Pi)+(Pi))+6)+v*((1-t)*3+t*3),
                        (1-v)*(3*sin((t*1/2*Pi)+(Pi))+0)+v*((1-t)*0+
                        t*(-3)),(1-v)*(10)+v*((1-t)*10+t*10)],v=0..1,t=0..1):
> bidang8:=plot3d([(1-v)*(3*cos((t*1/2*Pi)+(Pi))+6)+v*((1-t)*3+t*3),
                        (1-v)*(3*sin((t*1/2*Pi)+(Pi))+0)+v*((1-t)*0+
                        t*(-3)),((1-v)*(10)+v*((1-t)*10+t*10))-
                        10],v=0..1,t=0..1):
> bidang9:=plot3d([(1-v)*(3*cos((t*1/2*Pi)+(1/2*Pi))+6)+v*((1-t)*3+t*3),
                        (1-v)*(3*sin((t*1/2*Pi)+(1/2*Pi))+0)+
                        v*((1-t)*3+t*0),((1-v)*(10)+v*((1-t)*10+t*10))-
                        10],v=0..1,t=0..1):
> penutup4:=plot3d([u,3,v],u=3..6,v=0..10):
> penutup5:=plot3d([u,3-6,v],u=3..6,v=0..10):
> penutup6:=plot3d([6,u,v],u=-3..3,v=0..10):
```

A.3 Permukaan Vas Bunga

A.3 a) Model Kurva Batas

```
> BdLingKb1:=plot3d([t*(5*cos(0)*(-s*s+1)+7*cos(2/16*Pi)*(s*s)+(7*cos(0)
                  -5*cos(0))*(-s*s+s))+(1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi)),
                   t*(5*sin(0)*(-s*s+1)+7*sin(2/16*Pi)*(s*s)+(7*sin(0)-
                  5*sin(0))*(-s*s+s))+(1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi)),
                   20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):
> BdLingKb2:=plot3d([t*(7*cos(2/16*Pi)*(1-2*s+s*s)+5*cos(4/16*Pi)*
                  (2*s-s*s)+(5*cos(4/16*Pi)-7*cos(4/16*Pi))*(-s+s*s))+
                  (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi)),t*(7*sin(2/16*Pi) *(1-
                  2*s+s*s)+ 5*sin(4/16*Pi) *(2*s-s*s)+(5*sin(4/16*Pi)-
                  7*sin(4/16*Pi))*(-s+s*s))+
                  (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi)),
                  20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):

> BdLingKb3:=plot3d([t*(5*cos(4/16*Pi)*(-s*s+1)+7*cos(6/16*Pi)*(s*s)+
                  (7*cos(4/16*Pi)-5*cos(4/16*Pi))*(-s*s+s))+
                  (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                  t*(5*sin(4/16*Pi) *(-s*s+1)+7*sin(6/16*Pi) *(s*s)+
                  (7*sin(4/16*Pi)-5*sin(4/16*Pi))*(-s*s+s))+
                   (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                  20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):
> BdLingKb4:=plot3d([t*(7*cos(6/16*Pi)*(1-2*s+s*s)+5*cos(8/16*Pi)*
                  (2*s-s*s)+(5*cos(8/16*Pi)-7*cos(8/16*Pi))*(-s+s*s))+
                   (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                  t*(7*sin(6/16*Pi) *(1-2*s+s*s)+ 5*sin(8/16*Pi) *(2*s-s*s)+
                  (5*sin(8/16*Pi)-7*sin(8/16*Pi))*(-s+s*s))+
                   (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                   20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):

> BdLingKb5:=plot3d([t*(5*cos(8/16*Pi)*(-s*s+1)+7*cos(10/16*Pi)*(s*s)+
                  (7*cos(8/16*Pi)-5*cos(8/16*Pi))*(-s*s+s))+
                   (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                  t*(5*sin(8/16*Pi)*(-s*s+1)+7*sin(10/16*Pi)*(s*s)+
                  (7*sin(8/16*Pi)-5*sin(8/16*Pi))*(-s*s+s))+
                   (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                  20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):
> BdLingKb6:=plot3d([t*(7*cos(10/16*Pi)*(1-2*s+s*s)+5*cos(12/16*Pi)*
                  (2*s-s*s)+(5*cos(12/16*Pi)-7*cos(12/16*Pi))*(-s+s*s))+
                  (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                  2/16*Pi+2/16*Pi)),
                  t*(7*sin(10/16*Pi) *(1-2*s+s*s)+ 5*sin(12/16*Pi) *
                  (2*s-s*s)+(5*sin(12/16*Pi)-7*sin(12/16*Pi))  *
                  (-s+s*s))+(1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                  2/16*Pi+2/16*Pi)),20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,
                  labels=[x,y,z]):
> BdLingKb7:=plot3d([t*(5*cos(12/16*Pi)*(-s*s+1)+7*cos(14/16*Pi)*(s*s)+
                  (7*cos(12/16*Pi)-5*cos(12/16*Pi))*(-s*s+s))+
                  (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                  2/16*Pi+2/16*Pi)),
                  t*(5*sin(12/16*Pi)*(-s*s+1)+7*sin(14/16*Pi)*(s*s)+
                  (7*sin(12/16*Pi)-5*sin(12/16*Pi))*(-s*s+s))+
                  (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                  2/16*Pi+2/16*Pi)),
```

```
                    20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):
> BdLingKb8:=plot3d([t*(7*cos(14/16*Pi)*(1-2*s+s*s)+5*cos(16/16*Pi)*
                    (2*s-s*s)+(5*cos(16/16*Pi)-7*cos(16/16*Pi))*(-s+s*s))+
                    (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                    t*(7*sin(14/16*Pi) *(1-2*s+s*s)+ 5*sin(16/16*Pi)*
                    (2*s-s*s)+(5*sin(16/16*Pi)-7*sin(16/16*Pi))*(-s+s*s))+
                    (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                     2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                    20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):
> BdLingKb9:=plot3d([t*(5*cos(16/16*Pi)*(-s*s+1)+7*cos(18/16*Pi)*(s*s)+
                    (7*cos(16/16*Pi)-5*cos(16/16*Pi))*(-s*s+s))+
                    (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/15*Pi+
                     2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                    t*(5*sin(16/16*Pi)*(-s*s+1)+7*sin(18/16*Pi)*(s*s)+
                    (7*sin(16/16*Pi)-5*sin(16/16*Pi))*(-s*s+s))+
                    (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                     2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                    20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):
> BdLingKb10:=plot3d([t*(7*cos(18/16*Pi)*(1-2*s+s*s)+5*cos(20/16*Pi)*
                    (2*s-s*s)+(5*cos(20/16*Pi)-7*cos(20/16*Pi))*(-s+s*s))+
                    (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                    t*(7*sin(18/16*Pi) *(1-2*s+s*s)+ 5*sin(20/16*Pi) *
                    (2*s-s*s)+(5*sin(20/16*Pi)-7*sin(20/16*Pi))*(-s+s*s))+
                    (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                    20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):
> BdLingKb11:=plot3d([t*(5*cos(20/16*Pi)*(-s*s+1)+7*cos(22/16*Pi)*(s*s)+
                    (7*cos(20/16*Pi)-5*cos(20/16*Pi))*(-s*s+s))+
                    (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                    t*(5*sin(20/16*Pi)*(-s*s+1)+7*sin(22/16*Pi)*(s*s)+
                    (7*sin(20/16*Pi)-5*sin(20/16*Pi))*(-s*s+s))+
                    (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                    20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):
> BdLingKb12:=plot3d([t*(7*cos(22/16*Pi)*(1-2*s+s*s)+5*cos(24/16*Pi)*
                    (2*s-s*s)+(5*cos(24/16*Pi)-7*cos(24/16*Pi))*(-s+s*s))+
                    (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                    t*(7*sin(22/16*Pi) *(1-2*s+s*s)+ 5*sin(24/16*Pi)*
                   (2*s-s*s)+(5*sin(24/16*Pi)-7*sin(24/16*Pi))*(-s+s*s))+
                    (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                    20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):
> BdLingKb13:=plot3d([t*(5*cos(24/16*Pi)*(-s*s+1)+7*cos(26/16*Pi)*(s*s)+
                    (7*cos(24/16*Pi)-5*cos(24/16*Pi))*(-s*s+s))+
                    (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                     2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                     2/16*Pi)),t*(5*sin(24/16*Pi)*(-s*s+1)+ 7*sin(26/16*Pi)
                    *(s*s)+(7*sin(24/16*Pi)-5*sin(24/16*Pi))*(-s*s+s))+
                    (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/
                    16*Pi)),20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):
> BdLingKb14:=plot3d([t*(7*cos(26/16*Pi)*(1-2*s+s*s)+5*cos(28/16*Pi)*
```

```
                    (2*s-s*s)+(5*cos(28/16*Pi)-7*cos(28/16*Pi))*(-s+s*s))+
                    (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                     2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi)),t*(7*sin(26/16*Pi)*(1-2*s+s*s)+
                    5*sin(28/16*Pi)*
                    (2*s-s*s)+(5*sin(28/16*Pi)-7*sin(28/16*Pi))*(-s+s*s))+
                    (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/
                    16*Pi+2/16*Pi)),20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,
                    labels=[x,y,z]):
> BdLingKb15:=plot3d([t*(5*cos(28/16*Pi)*(-s*s+1)+7*cos(30/16*Pi)*(s*s)+
                    (7*cos(28/16*Pi)-5*cos(30/16*Pi))*(-s*s+s))+
                     (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/
                    16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),t*(5*sin(28/16*Pi) *(-s*s+1)+
                    7*sin(30/16*Pi) *(s*s)+(7*sin(28/16*Pi)-5*sin(30/16*Pi))
                    *(-s*s+s))+(1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/
                    16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),20],s=0..1,t=0..1,
                    axes=frame,labels=[x,y,z]):
> BdLingKb16:=plot3d([t*(7*cos(30/16*Pi)*(1-2*s+s*s)+5*cos(32/16*Pi)*
                   (2*s-s*s)+(5*cos(32/16*Pi)-7*cos(32/16*Pi))*(-s+s*s))+
                    (1-t)*(5*cos(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/15*Pi+2/
                    16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),t*(7*sin(30/16*Pi)
                    *(1-2*s+s*s)+ 5*sin(32/16*Pi)*
                    (2*s-s*s)+(5*sin(32/16*Pi)-7*sin(32/16*Pi))*(-s+s*s))+
                    (1-t)*(5*sin(s*2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+
                    2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/
                    16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi+2/16*Pi)),
                    20],s=0..1,t=0..1,axes=frame,labels=[x,y,z]):
>BdLingKa1:=plot3d([7*s*cos(t)+0,7*s*sin(t)+0,0],s=0..1,t=0..2*Pi):
>BdLingK2:=plot3d([5*s*cos(t)+0,5*s*sin(t)+0,8],s=0..1,t=0..2*Pi,axes=frame,la
                    bels=[x,y,z]):
>BdLingK3:=plot3d([5*s*cos(t)+0,5*s*sin(t)+0,16],s=0..1,t=0..2*Pi,axes=frame,l
                    abels=[x,y,z]):
```

A.3 b) Model Potongan bidang

```
> o13:=spacecurve([(1-t)*(5)+t*4.66,(1-t)*(0)+t*1.25,
                   ((1-t)*15+t*20)],t=0..1,color=blue,labels=[x,y,z]):
> o14:=spacecurve([(1-t)*(4.66)+t*4.33,(1-t)*(1.25)+t*2.5,
                   ((1-t)*20+t*15)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o15:=spacecurve([(1-t)*4.33+t*3.41,(1-t)*2.5+t*3.41,
                   ((1-t)*15+t*20)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o16:=spacecurve([(1-t)*3.41+t*2.5,(1-t)*3.41+t*4.33,
                   ((1-t)*20+t*15)],t=0..1,color=black,labels=[x,y,z]):
> o17:=spacecurve([(1-t)*2.5+t*1.25,(1-t)*4.33+t*4.66,
                   ((1-t)*15+t*20)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o18:=spacecurve([(1-t)*1.25+t*0,(1-t)*4.66+t*5,
                   ((1-t)*20+t*15)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o19:=spacecurve([(1-t)*0+t*(-1.25),(1-t)*5+t*4.66,
                   ((1-t)*15+t*20)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o20:=spacecurve([(1-t)*(-1.25)+t*(-2.5),(1-t)*4.66+t*4.33,
                   ((1-t)*20+t*15)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o21:=spacecurve([(1-t)*(-2.5)+t*(-3.41),(1-t)*4.33+t*3.41,
                   ((1-t)*15+t*20)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o22:=spacecurve([(1-t)*(-3.41)+t*(-4.33),(1-t)*3.41+t*2.5,
                   ((1-t)*20+t*15)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o23:=spacecurve([(1-t)*(-4.33)+t*(-4.66),(1-t)*2.5+t*1.25,
                   ((1-t)*15+t*20)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o24:=spacecurve([(1-t)*(-4.66)+t*(-5),(1-t)*1.25+t*0,
                   ((1-t)*20+t*15)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o25:=spacecurve([(1-t)*(-5)+t*(-4.66),(1-t)*0+t*(-1.25),
                   ((1-t)*15+t*20)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o26:=spacecurve([(1-t)*(-4.66)+t*(-4.33),(1-t)*(-1.25)+t*(-2.5),
                   ((1-t)*20+t*15)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o27:=spacecurve([(1-t)*(-4.33)+t*(-3.41),(1-t)*(-2.5)+t*(-3.41),
                   ((1-t)*15+t*20)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o28:=spacecurve([(1-t)*(-3.41)+t*(-2.5),(1-t)*(-3.41)+t*(-4.33),
                   ((1-t)*20+t*15)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o29:=spacecurve([(1-t)*(-2.5)+t*(-1.25),(1-t)*(-4.33)+t*(-4.66),
                   ((1-t)*15+t*20)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o30:=spacecurve([(1-t)*(-1.25)+t*0,(1-t)*(-4.66)+t*(-5),
                   ((1-t)*20+t*15)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o31:=spacecurve([(1-t)*0+t*1.25,(1-t)*(-5)+t*(-4.66),
                   ((1-t)*15+t*20)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o32:=spacecurve([(1-t)*1.25+t*2.5,(1-t)*(-4.66)+t*(-4.33),
                   ((1-t)*20+t*15)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o33:=spacecurve([(1-t)*2.5+t*3.41,(1-t)*(-4.33)+t*(-3.41),
                   ((1-t)*15+t*20)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o34:=spacecurve([(1-t)*3.41+t*4.33,(1-t)*(-3.41)+t*(-2.5),
                   ((1-t)*20+t*15)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o35:=spacecurve([(1-t)*4.33+t*4.66,(1-t)*(-2.5)+t*(-1.25),
                   ((1-t)*15+t*20)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o36:=spacecurve([(1-t)*4.66+t*5,(1-t)*(-1.25)+t*0,
                   ((1-t)*20+t*15)],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> a1:=plot3d([(1-b)*((1-t)*(5)+t*4.66)+b*((1-t)*(4.33)+t*4.66),
                   (1-b)*((1-t)*(0)+t*1.25)+b*((1-t)*2.5+t*(1.25)),
                 (1-b)*(((1-t)*15+t*20)) +b*(((1-
                 t)*15+t*20))],b=0..1,t=0..1):
```

A.3 c) Model Keratan

```
> a2:=spacecurve([2*cos(t)+(2*sqrt(3)+2),-
                    2,2*sin(t)+20],t=1/2*Pi..Pi,color=green,labels=[x,y,z]):
> a3:=spacecurve([0,2*cos(t)-
                    6,2*sin(t)+20],t=0..1/2*Pi,color=green,labels=[x,y,z]):
> a5:=plot3d([2*cos(t)+(2*sqrt(3)+2),v,2*sin(t)+20],v=2..-
              2,t=1/2*Pi..Pi,color=green,labels=[x,y,z]):
> a6:=plot3d([2*cos(t)-
              6,v,2*sin(t)+20],v=0..4,t=0..1/2*Pi,color=green,labels=[x,y,z])
              :
> a7:=plot3d([0+v*(3.46-0),2*cos(t)-6+v*(-
              2+4),2*sin(t)+20+v*0],v=0..1,t=0..1/2*Pi,color=black,labels=[x,
              y,z]):
```

A.3 d) Model Kurva bertingkat

```
> o13:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-2)+t*2,
                    ((1-t)*10+t*10)+12],t=0..1,color=blue,labels=[x,y,z]):
> o14:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*(-2),
                    ((1-t)*10+t*10)+12],t=0..1,color=yellow,labels=[x,y,z]):
> o15:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*2,
                    ((1-t)*12+t*12)+10],t=0..1,color=pink):
> o16:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-2)+t*2,
                    ((1-t)*10+t*10)+14],t=0..1,color=blue,labels=[x,y,z]):
> o17:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*(-2),
                    ((1-t)*10+t*10)+14],t=0..1,color=yellow,labels=[x,y,z]):
> o18:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*2,
                    ((1-t)*14+t*14)+10],t=0..1,color=pink):
> o19:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-2)+t*2,
                    ((1-t)*8+t*10)+12],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o20:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*(-2)+t*2,
                    (((1-t)*8+t*10)+12)+2],t=0..1,color=red,labels=[x,y,z]):
> o21:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*2+t*(-2),
                  (((1-t)*8+t*10)+12)+2],t=0..1,color=orange,labels=[x,y,z]):
> o22:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*2*sqrt(3),(1-t)*2+t*(-2),
                    ((1-t)*8+t*10)+12],t=0..1,color=orange,labels=[x,y,z]):
> o23:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*(-4),
                    ((1-t)*8+t*10)+12],t=0..1,color=green,labels=[x,y,z]):
> o24:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*(-2)+t*(-4),
                  (((1-t)*8+t*10)+12)+2],t=0..1,color=green,labels=[x,y,z]):
> o25:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*(-2),
                  ((1-t)*8+t*10)+12],t=0..1,color=brown,labels=[x,y,z]):
> o26:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*(-2),
                  (((1-t)*8+t*10)+12)+2],t=0..1,color=brown,labels=[x,y,z]):
> o27:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*2,
                  ((1-t)*8+t*10)+12],t=0..1,color=black,labels=[x,y,z]):
> o28:=spacecurve([(1-t)*0+t*(2*sqrt(3)),(1-t)*(-4)+t*2,
                  (((1-t)*8+t*10)+12)+2],t=0..1,color=black,labels=[x,y,z]):
> o29:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*(-4),
                    ((1-t)*8+t*10)+12],t=0..1,color=blue,labels=[x,y,z]):
> o30:=spacecurve([(1-t)*(2*sqrt(3))+t*0,(1-t)*2+t*(-4),
                    (((1-t)*8+t*10)+12)+2],t=0..1,color=blue,labels=[x,y,z]):
```

```
> o31:=spacecurve([(2*sqrt(3))*(-v*v+1)+(2*sqrt(3))*(v*v)+1*((2*sqrt(3))-
                  (2*sqrt(3)))*(-v*v+v),(-2)*(-v*v+1)+(-2)*(v*v)+1*((-2)-
                  2)*(-v*v+v),20*(-v*v+1)+ 22*(v*v)+1*(20-22)*
                  (-v*v+v)],v=0..1, thickness=3):
> o32:=spacecurve([(2*sqrt(3))*(-v*v+1)+(2*sqrt(3))*(v*v)+1*((2*sqrt(3))-
                  (2*sqrt(3)))*(-v*v+v),(-2)*(-v*v+1)+(-2)*(v*v)+1*((-2)-
                  2)*(-v*v+v),22*(-v*v+1)+ 24*(v*v)+1*(22-24)*
                  (-v*v+v)],v=0..1, thickness=3):

> o33:=spacecurve([0*(-v*v+1)+0*(v*v)+1*(0-2*sqrt(3))*(-v*v+v),
                  (-4)*(-v*v+1)+(-4)*(v*v)+1*((-4)-2)*(-v*v+v),
                  20*(-v*v+1)+22*(v*v)+1*(20-22)*
                  (-v*v+v)],v=0..1, thickness=3, color=blue):

> o311:=plot3d([(2*sqrt(3))*(-v*v+1)+(2*sqrt(3))*(v*v)+1*((2*sqrt(3))-
              (2*sqrt(3)))*(-v*v+v)-3.46 *c,(-2)*(-v*v+1)+(-2)*(v*v)+1*((-
              2)-2)*(-v*v+v)-2*c,20*(-v*v+1)+ 22*(v*v)+1*(20-22)*(-
              v*v+v)+0*c],v=0..1,c=0..1):

> o312:=plot3d([(2*sqrt(3))*(-v*v+1)+(2*sqrt(3))*(v*v)+1*((2*sqrt(3))-
              (2*sqrt(3)))*(-v*v+v)-3.46 *c,(-2)*(-v*v+1)+ (-2)*(v*v)+
              1*((-2)-2)*(-v*v+v)-2*c,22*(-v*v+1)+ 24*(v*v)+1*(22-24)*(-
              v*v+v)+0*c],v=0..1,c=0..1):
```