



**KONSTRUKSI BOTOL PARFUM
MELALUI PENGGABUNGAN BENDA GEOMETRI DASAR
HASIL DEFORMASI PRISMA, BOLA, DAN TABUNG**

SKRIPSI

Oleh

**Fatkurotin
NIM 101810101007**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**KONSTRUKSI BOTOL PARFUM
MELALUI PENGGABUNGAN BENDA GEOMETRI DASAR
HASIL DEFORMASI PRISMA, BOLA, DAN TABUNG**

SKRIPSI

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

Oleh

Fatkurotin
NIM 101810101007

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

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

1. Ibunda Endang Susilowati dan Ayahanda Kabul tercinta, yang telah mendoakan dan memberi kasih sayang serta pengorbanan untuk putri tercintanya;
2. adik tersayang Choirul Abidin dan Ibnu Mas'ud yang telah banyak memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi ini;
3. guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, SMA Negeri 1 Babadan, SMP Negeri 1 Babadan, MI Maarif Pondok, dan TK RA Muslimat Pondok.

MOTO

Jenius adalah 1 % inspirasi dan 99 % keringat.
Tidak ada yang dapat menggantikan kerja keras.
Keberuntungan adalah sesuatu yang terjadi ketika kesempatan
bertemu dengan kesiapan.
(Thomas A. Edison)¹

Banyak orang mengatakan kepintaran yang menjadikan seseorang ilmuwan besar.
Mereka keliru. Itu adalah karakter.
(Albert Einstein)²

¹ Habibi, M. 2012. Kata Mutiara [serial online]. <http://sobatmatematika.blogspot.com/2012/06/kata-mutiara.html>. [1 April 2013]

² Rinaldi, R. 2012. 40 Kata Mutiara Albert Einstein [serial online]. <http://www.rioshare.org/2012/12/40-kata-mutiara-albert-einstein.html>. [1 April 2013]

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Fatkurotin

NIM : 101810101007

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Konstruksi Botol Parfum melalui Penggabungan Benda Geometri Dasar Hasil Deformasi Prisma, Bola, Dan Tabung” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Juni 2015

Yang menyatakan,

Fatkurotin

NIM 101810101007

SKRIPSI

**KONSTRUKSI BOTOL PARFUM
MELALUI PENGGABUNGAN BENDA GEOMETRI DASAR
HASIL DEFORMASI PRISMA, BOLA, DAN TABUNG**

Oleh

Fatkurotin

NIM. 101810101007

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Ika Hesti Agustin S.Si.,M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Konstruksi Botol Parfum melalui Penggabungan Benda Geometri Dasar Hasil Deformasi Prisma, Bola, Dan Tabung" telah diuji dan disahkan pada:

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji :

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 19610108 198602 1 001

Ika Hesti Agustin S.Si.,M.Si
NIP 19840801 200801 2 006

Penguji I,

Penguji II,

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si
NIP 19690828 199802 1 001

Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.
NIP 19661012 199303 1 001

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP 19610108 198602 1 001

RINGKASAN

Konstruksi Botol Parfum melalui Penggabungan Benda Geometri Dasar Hasil Deformasi Prisma, Bola, Dan Tabung; Fatkurotin; 101810101007; 2015; 77 Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Botol parfum merupakan tempat penyimpanan parfum, dibangun dari wadah dan tutup di atasnya sehingga parfum tidak mudah menguap dan tersimpan dengan cantik. Bahan baku botol parfum berasal dari kaca dan *acrilik*. Pemilihan bahan kaca dan *acrilik* sebagai bahan baku karena bahan tersebut mudah untuk dimodifikasi, dikikir, dan dipotong. Pengaruh suhu lingkungan tidak terlalu berpengaruh pada bahan tersebut dikarenakan botol parfum dalam keadaan tertutup, sehingga parfum yang berada didalamnya tidak mudah menguap. Beberapa model botol parfum dibangun melalui benda dasar dari permukaan sederhana berbentuk bidang sampai berpermukaan kompleks berbentuk lengkungan. Namun model botol parfum tersebut masih memiliki kekurangan tampilan bentuk, misalnya badan botol parfum terbangun hanya dari satu bentuk benda ruang seperti prisma, bola dan tabung sehingga model badan botol parfum pada umumnya terlihat monoton. Pada bagian tutup botol parfum secara umum belum memiliki variasi relief sehingga tampilannya menjadi kurang menarik

Dalam penelitian modelisasi botol parfum ini dibagi menjadi beberapa tahapan. Tahapan pertama adalah membangun beberapa benda dasar sebagai komponen penyusun botol parfum dari deformasi prisma, bola, dan tabung. Dalam hal ini mengoperasikan titik dan kurva kemudian membangun permukaan dengan lengkung atau menginterpolasikan kurva tersebut. Tahapan kedua adalah merangkai beberapa benda-benda dasar komponen botol parfum pada tiga jenis sumbu pemodelan. Dalam hal ini membagi sumbu menjadi tiga bagian sebagai sumbu tiap bagian kemudian mengisi bagian tersebut dengan komponen botol parfum.

Selanjutnya tahapan terakhir dilakukan programasi untuk memodelisasi botol parfum tersebut dengan bantuan *software* Maple 13.

Hasil penelitian ini mendapatkan dua prosedur untuk memodelisasi botol parfum, yang pertama prosedur untuk mendesain beragam bentuk komponen penyusun botol parfum dari benda dasar prisma, bola, dan tabung, dapat dilakukan prosedur sebagai berikut. Pertama, menetapkan dua buah titik masing-masing terletak pada sisi atas dan sisi bawah prisma, bola, dan tabung. Kedua, mengoperasikan titik-titik tersebut, yaitu: (a) menetapkan vektor singgung untuk kurva Hermit atau titik kontrol kelengkungan untuk kurva Bezier, (b) membangun kurva Hermit atau kurva Bezier, dan (c) memutar atau menginterpolasikan kurva tersebut sehingga menghasilkan bentuk komponen botol parfum yang bervariasi dan simetris. Kedua Untuk merangkai komponen penyusun botol parfum hasil perlakuan (a) pada tiga jenis model sumbu yaitu satu sumbu pemodelan, dua sumbu pemodelan, dan tiga sumbu pemodelan, prosedurnya sebagai berikut. Pertama, membagi sumbu menjadi beberapa segmen non homogen yang diperlukan sebagai sumbu bagian badan, leher, dan tutup botol parfum. Kedua, mengisi setiap bagian segmen sumbu non homogen tersebut dengan komponen penyusun botol parfum sehingga menghasilkan model botol parfum yang tergabung kontinu dan bervariasi.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Konstruksi Botol Parfum melalui Penggabungan Benda Geometri Dasar Hasil Deformasi Prisma, Bola, Dan Tabung”. 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.

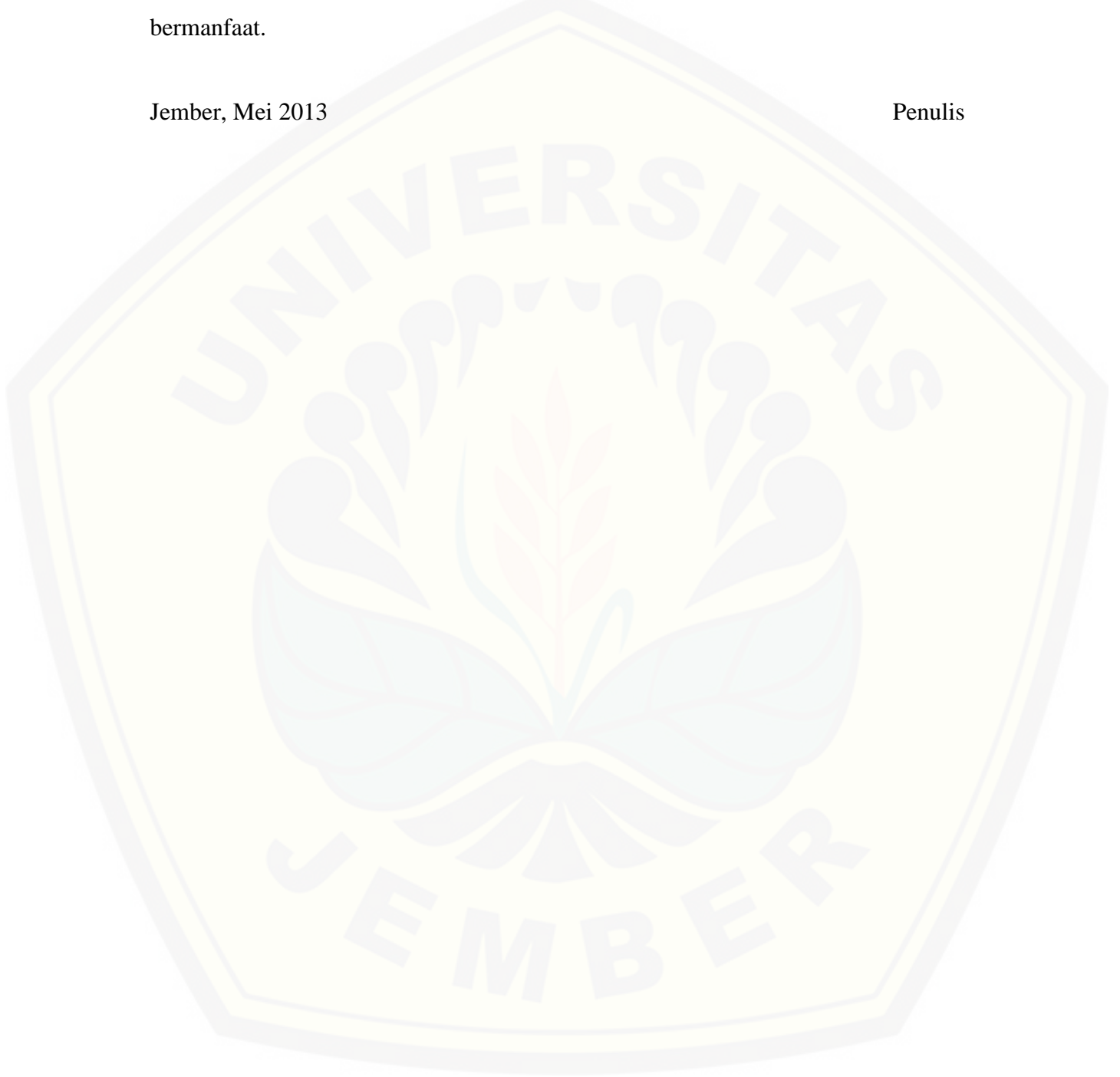
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Ika Hesti Agustin S.Si.,M.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 Drs. Rusli Hidayat, M.Sc. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritikan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Ibunda tercinta Endang Susilowati, serta ayahanda Kabul terima kasih atas semangat, motivasi serta doa yang selalu diberikan;
4. Choirul Abidin dan Ibnu Mas’ud terimakasih telah senantiasa menemani dan selalu memberikan dukungan serta semangat;
5. teman-teman pejuang geometri Onne dan Dara terimakasih atas kebersamaan selama mengerjakan skripsi ini dan telah memberikan semangat serta motivasi.
6. teman-teman angkatan 2010, Onne, Dara, Umyy, Icha, Dwi, Sari, Ina, Titis, Trian, Am, Fira, Amanda, Putri HP, Cepa, serta teman-teman yang lainnya, terima kasih atas kebersamaan selama waktu kuliah dan telah memberikan semangat serta motivasi;
7. teman-teman KPMP-BK, Isnani, Wiji, Manis, Okik, Mei, Vina, Asfi, Bibit, serta teman-teman yang lainnya, terimakasih atas dukungan yang telah diberikan selama ini.

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

Jember, Mei 2013

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penyajian Segmen Garis dan Lingkaran	6
2.1.1 Penyajian Segmen Garis	6
2.1.2 Penyajian Lingkaran dan Bagiannya	7
2.2 Interpolasi diantara Segmen Garis dan Kurva di Ruang	9
2.3 Penyajian Prisma Segiempat, Bola, dan Tabung	10
2.3.1 Penyajian Prisma Segiempat.....	10
2.3.2 Penyajian Bola	11
2.3.3 Penyajian Tabung	13

2.4 Transformasi Bidang di R^3	15
2.4.1 Translasi.....	15
2.4.2 Rotasi (Perputaran)	15
2.4.3 Dilatasi (Penskalaan)	16
2.3.1 Refleksi(Pencerminan).....	17
2.5 Penyajian Kurva Hermit Kuadrat	19
2.6 Penyajian Kurva dan Permukaan Bezier	20
2.7 Konstruksi Objek pada Program Maple 13	21
BAB 3. METODE PENELITIAN	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Modelisasi Prisma, Bola, dan Tabung	30
4.1.1 Deformasi Prisma Segiempat.....	30
4.1.2 Deformasi Bola	39
4.1.3 Modifikasi Tabung.....	44
4.2 Perangkaian Komponen Penyusun Botol Parfum pada Sumbu Pemodelan	49
4.2.1 Model Botol Parfum dengan Satu Sumbu Pemodelan.....	49
4.2.2 Model Botol Parfum dengan Dua Sumbu Pemodelan	56
4.2.3 Model Botol Parfum dengan Tiga Sumbu Pemodelan	63
4.3 Pembahasan	69
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	78

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Beberapa contoh bentuk model botol parfum.....	2
1.2 Komponen-komponen penyusun botol parfum	3
1.3 Contoh model sumbu pemodelan	4
2.1 Penyajian segmen garis di ruang	7
2.2 Penyajian lingkaran	8
2.3 Penyajian keratan lingkaran.....	8
2.4 Variasi yang terbentuk dari keratan lingkaran.....	9
2.5 Contoh kasus khusus interpolasi linier dua segmen garis	10
2.6 Interpolasi linier pada kurva	10
2.7 Prisma dan bagiannya	11
2.8 Bola dengan pusat $Q(a,b,c)$ dan jari-jari r	12
2.9 Keratan bola dengan pusat $Q(a,b,c)$	11
2.10 Penyajian tabung.....	13
2.11 Tabung dengan beragam sumbu pusat.....	14
2.12 Ilustrasi rotasi pada system koordinat tangan kiri	16
2.13 Dilatasi dengan $k > 1$	17
2.14 Refleksi terhadap bidang $x=0$	18
2.15 Kurva hermit kuadratik.....	19
2.16 Kurva bezier (a)kuadratik (b)kubik	20
2.17 Permukaan Bezier dengan $m = 2$ dan $n = 2$	21
2.18 Segmen garis.....	22
2.19 Bidang segiempat.....	22
2.20 Segmen garis.....	22
2.21 Bidang lingkaran.....	23
2.22 Penyajian bola.....	24

2.23	Penyajian selimut tabung.....	25
2.24	Interpolasi antara dua kurva.....	25
2.25	Permukaan Bezier.....	26
3.1	Skema Metode Penelitian.....	29
4.1	Prisma segiempat beraturan.....	31
4.2	Pembagian prisma.....	31
4.3	Deformasi sisi tegak prisma menjadi lengkung cekung dan cembung.....	33
4.4	Variasi bentuk deformasi prisma untuk 2 potongan prisma.....	33
4.5	Variasi bentuk deformasi prisma untuk 3 potongan prisma.....	34
4.6	Deformasi prisma hasil potongan bidang miring.....	35
4.7	Variasi bentuk deformasi prisma dengan memotong bidang miring.....	36
4.8	Deformasi prisma dengan memotong 3 bidang yang berbeda.....	36
4.9	Variasi bentuk pemotongan 3 bidang yang berbeda.....	37
4.10	Deformasi prisma permukaan lengkung pada hasil potongan prisma.....	38
4.11	Variasi untuk permukaan lengkung pada potongan prisma.....	39
4.12	Deformasi bola dengan pemotongan secara vertikal.....	41
4.13	Deformasi bola dengan pemotongan secara horizontal.....	42
4.14	Variasi bentuk pemotongan bola secara vertikal dan horizontal.....	43
4.15	Variasi bentuk pemotongan bola secara vertikal.....	43
4.16	Variasi bentuk pemotongan bola secara horizontal.....	43
4.17	Tabung dan pembagiannya.....	44
4.18	Deformasi tabung dengan membangun permukaan lengkung.....	46
4.19	Variasi bentuk deformasi tabung dengan modifikasi kurva selimut.....	46
4.20	Deformasi tabung dengan pemotongan secara vertikal.....	48
4.21	Variasi bentuk pemotongan tabung.....	49
4.22	Sumbu tegak botol parfum.....	53
4.23	Variasi badan botol parfum.....	54
4.24	Variasi leher botol parfum.....	54
4.25	Variasi tutup botol parfum.....	55

4.26	Contoh rangkaian botol parfum dengan satu sumbu pemodelan.....	55
4.27	Beberapa visualisasi model botol parfum dengan satu sumbu pemodelan....	56
4.28	Dua sumbu botol parfum dan pembagiannya	60
4.29	Variasi badan botol parfum	61
4.30	Variasi leher botol parfum	61
4.31	Variasi tutup botol parfum.....	62
4.32	Variasi tutup samping botol parfum	62
4.33	Contoh rangkaian botol parfum dengan dua sumbu pemodelan	63
4.34	Beberapa visualisai botol parfum dengan 2 sumbu pemodelan.....	63
4.35	Tiga sumbu pemodelan botol parfum	68
4.36	Contoh rangkaian botol parfum dengan tiga sumbu pemodelan	68
4.37	Beberapa visualisasi model botol parfum dengan tiga sumbu pemodelan	68
4.38	Variasi bentuk komponen botol parfum hasil teknik deformasi.....	70
4.39	Variasi r , titik control dan vector singgung untuk komponen botol parfum .	71
4.40	Variasi bentuk komponen hasil deformasi bola.....	71
4.41	Variasi bentuk botol parfum akibat tiga jenis sumbu pemodelan dan perubahan nilai parameter μ_1 dan μ_2	73
4.42	Variasi bentuk botol parfum akibat perubahan nilai parameter $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots$	74

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Modelisasi komponen penyusun botol parfum	78
A.1 Deformasi prisma.....	78
A.2 Deformasi bola.....	81
A.3 Deformasi tabung.....	81
B. Perangkaian botol parfum pada tiga jenis sumbu pemodelan	82
B.1 Model botol parfum dengan satu sumbu pemodelan	82
B.2 Model botol parfum dengan dua sumbu pemodelan.....	87
B.3 Model botol parfum dengan dua sumbu pemodelan.....	91

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Botol parfum merupakan tempat penyimpanan parfum, dibangun dari wadah dan tutup di atasnya sehingga parfum tidak mudah menguap dan tersimpan dengan cantik. Bahan baku botol parfum berasal dari kaca dan *acrilik*. Pemilihan bahan kaca dan *acrilik* sebagai bahan baku karena bahan tersebut mudah untuk dimodifikasi, dikikir, dan dipotong. Pengaruh suhu lingkungan tidak terlalu berpengaruh pada bahan tersebut dikarenakan botol parfum dalam keadaan tertutup, sehingga parfum yang berada didalamnya tidak mudah menguap.

Secara umum botol parfum terdiri dari badan botol dan tutup botol. Badan botol parfum merupakan bagian yang digunakan untuk menampung cairan parfum, sedangkan tutup botol parfum terletak pada bagian atas botol dan berfungsi sebagai penutup botol agar cairan tidak tumpah (Gambar 1.1a). Beberapa model botol parfum dibangun melalui benda dasar dari permukaan sederhana berbentuk bidang sampai berpermukaan kompleks berbentuk lengkungan. Namun model botol parfum tersebut masih memiliki kekurangan tampilan bentuk, misalnya badan botol parfum terbangun hanya dari satu bentuk benda ruang seperti prisma, bola dan tabung sehingga model badan botol parfum pada umumnya terlihat monoton. Pada bagian tutup botol parfum secara umum belum memiliki variasi relief sehingga tampilannya menjadi kurang menarik (Gambar 1.1b).

Makarioi (2013) mengatakan bahwa sebagian besar konsumen membeli parfum tidak hanya memperhatikan wangi dari parfum tetapi juga melihat dari keunikan botol parfum tersebut. Keunikan botol parfum tersebut menjadi daya tarik tersendiri bagi para konsumen. Wahyudi (2001) telah melakukan penelitian tentang perancangan objek-objek industri dengan benda permukaan putar yang dapat diimplementasikan untuk desain vas bunga, gelas, *knop* ataupun botol. Namun

permukaan putar yang diperoleh pada penelitian tersebut umumnya memiliki permukaan lengkung tunggal dan datar sehingga variasi bentuk yang didapat kurang beragam. Selain itu, Roifah (2013) melakukan penelitian tentang modelisasi *knop* pintu melalui penggabungan benda dasar hasil deformasi tabung, prisma segienam beraturan dan benda putar. Hasil deformasi yang diperoleh masih memiliki lengkung tunggal, tetapi hasil penggabungan dari pemodelan ini cukup aplikatif digunakan untuk bagian tutup botol parfum namun harus disesuaikan dengan ukuran dan bentuk botol parfum yang akan dimodelisasi. Sehubungan dengan beberapa persoalan tentang perancangan benda-benda industri dan desain *knop* tersebut, penelitian ini dimaksudkan untuk memodelisasi botol parfum melalui penggabungan benda dasar hasil deformasi prisma segiempat beraturan, bola dan tabung.



(a) Komponen-komponen pembangun botol parfum



(b) Contoh bentuk-bentuk botol parfum

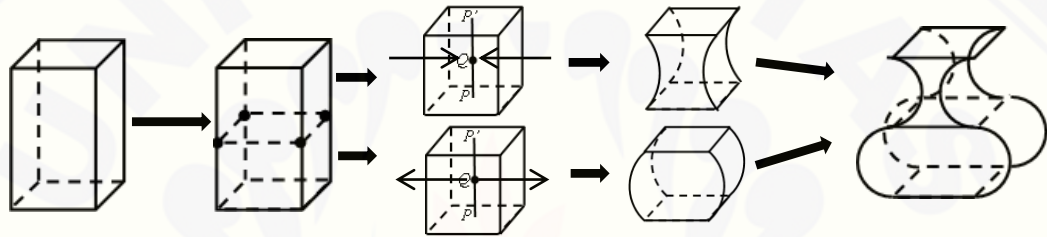
Sumber : tokobagus.com

Gambar 1.1 Beberapa contoh bentuk model botol parfum

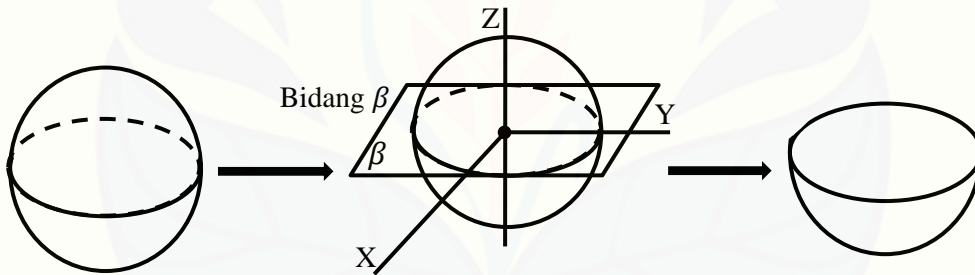
1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

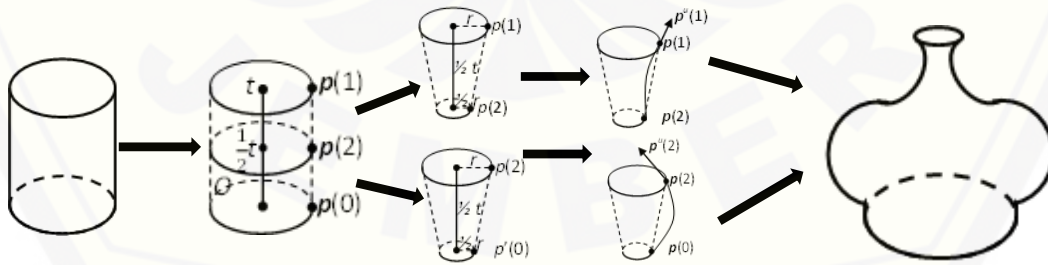
- a. diberikan prisma segiempat beraturan, bola, dan tabung. Dari ketiga benda geometri ruang tersebut, bagaimana prosedur membangun beberapa benda dasar sebagai penyusun botol parfum dari deformasi prisma segiempat beraturan, bola, dan tabung sehingga menghasilkan beberapa komponen penyusun botol parfum yang variatif dan simetris (Gambar 1.2).



(a) Deformasi prisma segiempat beraturan



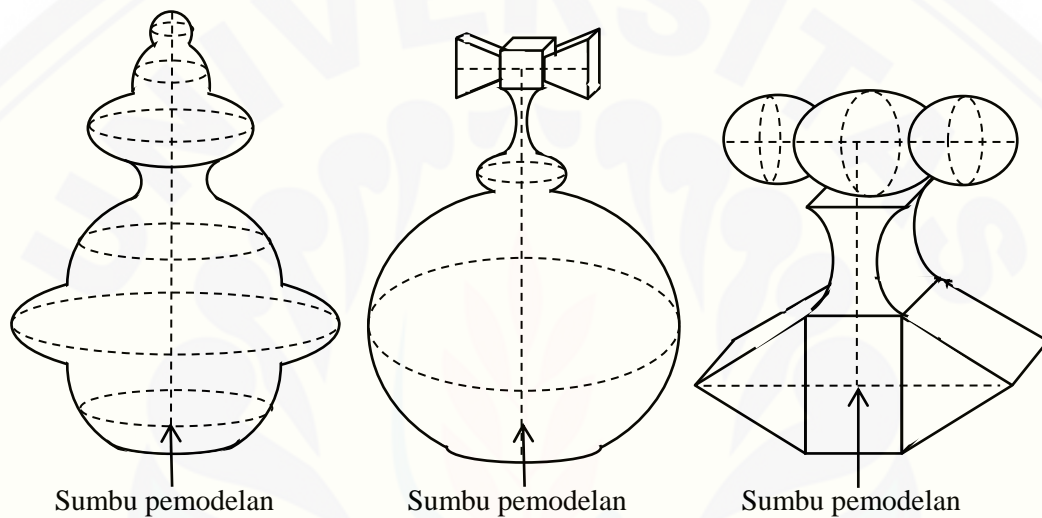
(b) Deformasi Bola



(c) Deformasi tabung

Gambar 1.2 Komponen-komponen penyusun botol parfum

- b. diberikan tiga model kerangka sumbu pemodelan untuk merangkai botol parfum yaitu model dengan satu sumbu pemodelan, dua sumbu pemodelan, dan tiga sumbu pemodelan (Gambar 1.3). Dari ketiga model sumbu pemodelan tersebut, bagaimana prosedur merangkai beberapa benda-benda dasar komponen botol parfum agar menghasilkan model botol parfum yang tergabung kontinu dan bervariasi.



Gambar 1.3 Contoh model sumbu pemodelan

1.3 Tujuan

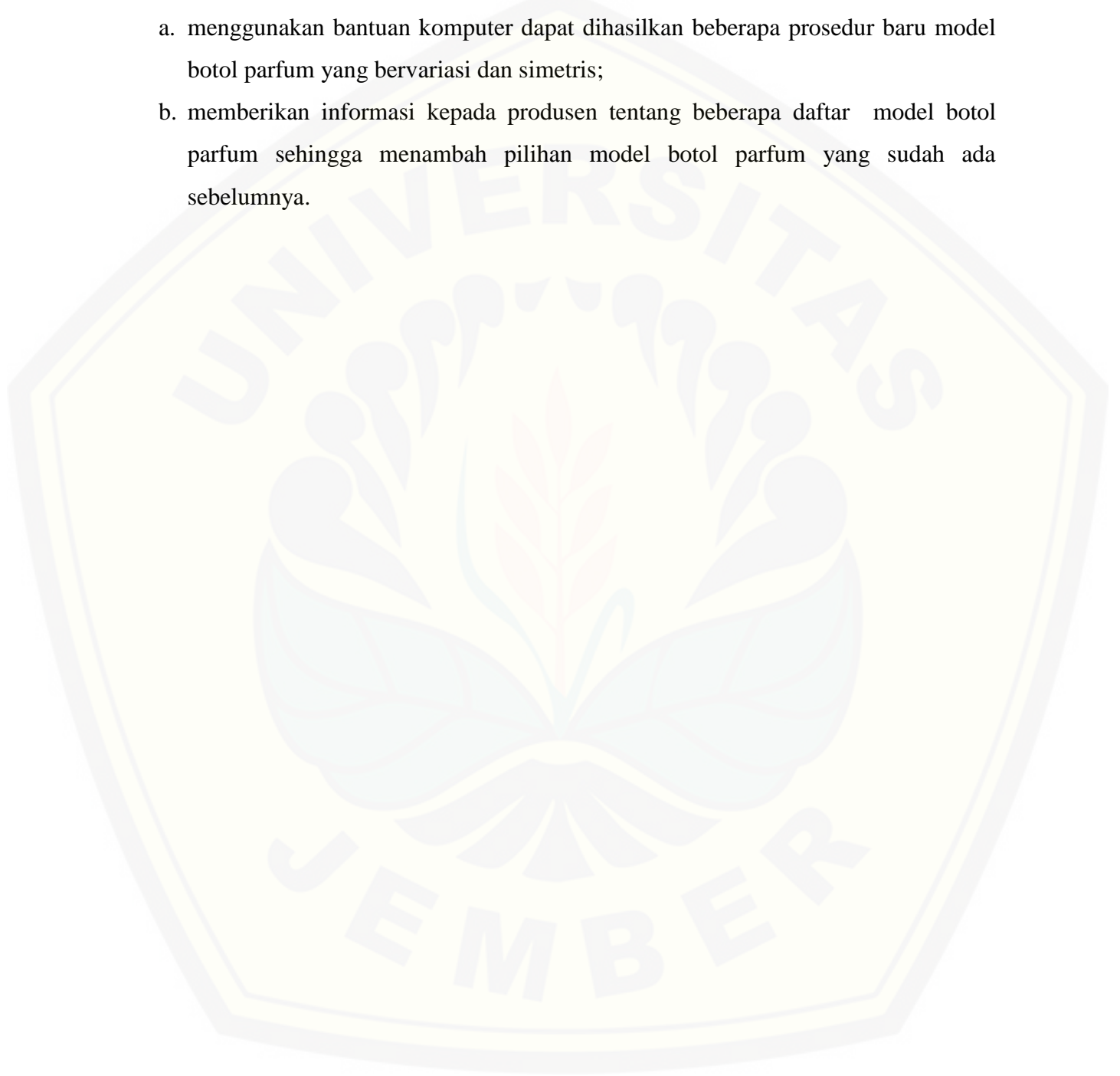
Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

- mendapatkan prosedur untuk membangun beberapa benda dasar sebagai komponen penyusun botol parfum dari deformasi prisma, bola dan tabung;
- mendapatkan prosedur untuk merangkai beberapa benda dasar komponen botol parfum pada tiga model kerangka sumbu.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini antara lain:

- a. menggunakan bantuan komputer dapat dihasilkan beberapa prosedur baru model botol parfum yang bervariasi dan simetris;
- b. memberikan informasi kepada produsen tentang beberapa daftar model botol parfum sehingga menambah pilihan model botol parfum yang sudah ada sebelumnya.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Sehubungan dengan beberapa persoalan yang dimaksud dan untuk keperluan mencari solusi permasalahan desain botol parfum, pada bab ini disajikan beberapa teori dasar yang berkaitan dengan prosedur desain botol parfum. Adapun teori dasar tersebut meliputi kajian tentang penyajian segmen garis, lingkaran, kurva hermit, dan kurva bezier serta benda-benda ruang geometri seperti prisma beraturan, bola, dan tabung. Hal ini mempermudah dalam proses modelisasi beragam komponen botol parfum dan perangkaian pemodelan botol parfum.

2.1 Penyajian Segmen Garis dan Lingkaran

2.1.1 Penyajian Segmen Garis

Misalkan diberikan dua buah titik berbeda di ruang dengan koordinat masing-masing $A(x_1, y_1, z_1)$ dan $B(x_2, y_2, z_2)$, maka segmen garis \overline{AB} dapat didefinisikan secara vektorial sebagai berikut (Gambar 2.1):

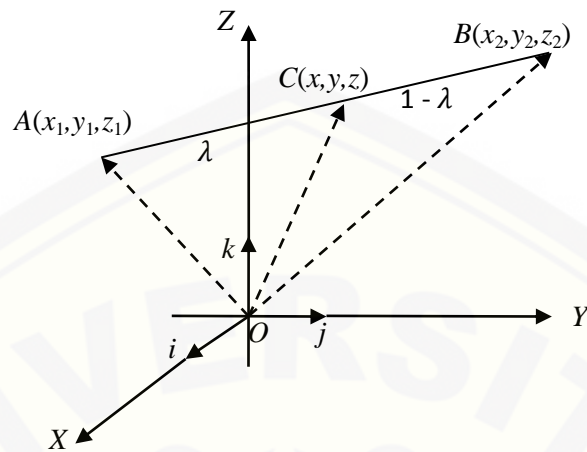
$$\overrightarrow{OC} = \lambda \overrightarrow{OB} + (1 - \lambda) \overrightarrow{OA},$$

dengan $\lambda \in [0, 1]$ sebagai variabel parameter dan $C \in \overline{AB}$. Dengan demikian persamaan parametrik segmen garis dapat dinyatakan sebagai:

$$\langle x, y, z \rangle = \lambda \langle x_2, y_2, z_2 \rangle + (1 - \lambda) \langle x_1, y_1, z_1 \rangle, \quad (2.1)$$

atau

$$\begin{aligned} x &= (1 - \lambda)x_1 + \lambda x_2, \\ y &= (1 - \lambda)y_1 + \lambda y_2, \\ z &= (1 - \lambda)z_1 + \lambda z_2. \end{aligned} \quad (2.2)$$



Gambar 2.1 Penyajian segmen garis di ruang

2.1.2 Penyajian Lingkaran dan Bagiannya

Lingkaran didefinisikan sebagai himpunan titik-titik di bidang pada jarak tertentu, yang disebut jari-jari, dari suatu titik tetap tertentu, yang disebut pusat (Wheater, 1957). Misalkan diketahui sembarang titik $A(x,y)$ pada lingkaran yang berpusat di $B(x_1, y_1)$, maka melalui A tarik garis g sejajar sumbu Y dan melalui B tarik garis h sejajar sumbu X . Titik C merupakan perpotongan dari kedua garis tersebut dan $\angle ACB$ membentuk sudut siku-siku (Gambar 2.2). Maka didapat hubungan:

$$\overrightarrow{BA} = \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CA} \quad (2.3)$$

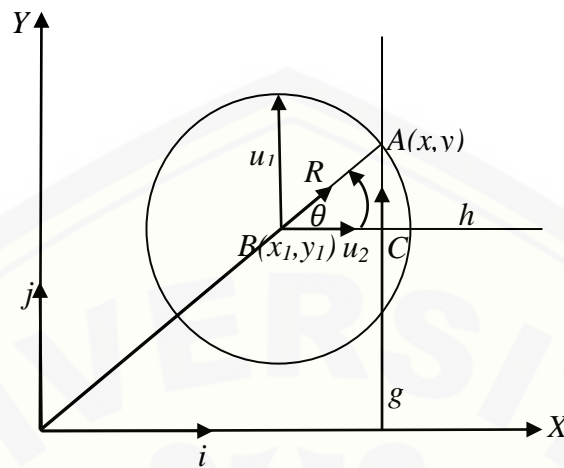
Dari Persamaan (2.3) dapat dibentuk persamaan parametrik lingkaran dengan arah vektor satuan u_1 dan u_2 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \overrightarrow{OA} - \overrightarrow{OB} &= R\cos\theta u_1 + R\sin\theta u_2, \\ \langle x - x_1, y - y_1 \rangle &= \langle R\cos\theta, R\sin\theta \rangle, \\ \langle x, y \rangle &= \langle x_1 + R\cos\theta, y_1 + R\sin\theta \rangle, \end{aligned}$$

Atau dapat juga ditulis:

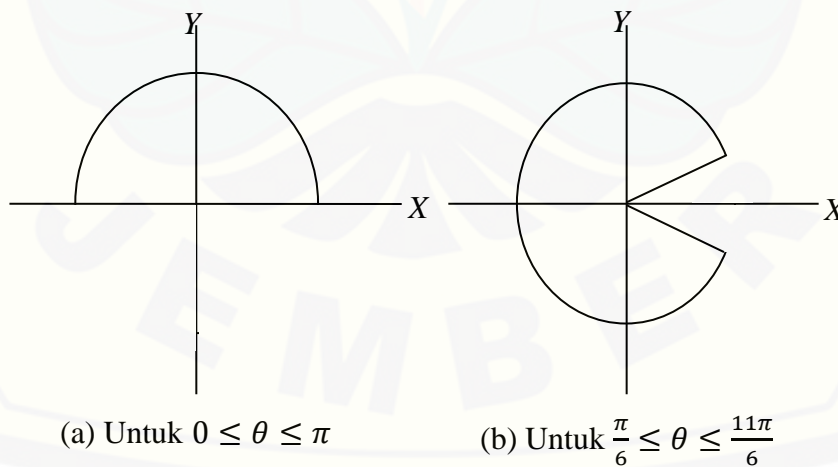
$$\begin{aligned} x(\theta) &= x_1 + R\cos\theta, \\ y(\theta) &= y_1 + R\sin\theta, \end{aligned} \quad (2.4)$$

Dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$, dan R merupakan jari-jari lingkaran berharga real.



Gambar 2.2 Penyajian lingkaran

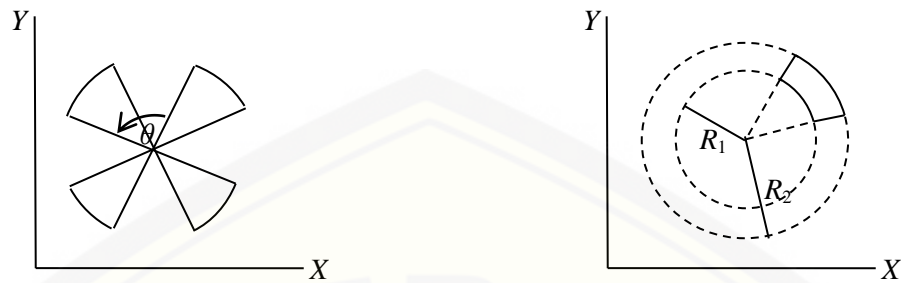
Apabila parameter θ pada Persamaan (2.4) diberikan nilai dalam interval $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$, maka akan diperoleh keratin lingkaran (Gambar 2.3). Dari keratin lingkaran tersebut dapat dibentuk beragam bentuk keratin yang terdefinisi dalam satu lingkaran. Tekniknya antara lain dengan cara merotasikan keratin lingkaran dengan sudut rotasi θ terhadap pusat lingkaran (Gambar 2.4a). selain itu dapat dibangun potongan daerah lingkaran yang dibatasi oleh dua busur lingkaran sepusat dan dan jari-jari berbeda (Gambar 2.4b).



(a) Untuk $0 \leq \theta \leq \pi$

(b) Untuk $\frac{\pi}{6} \leq \theta \leq \frac{11\pi}{6}$

Gambar 2.3 Penyajian keratin lingkaran



(a) Keratan-keratan lingkaran dengan $\theta = \pi/2$ (b) Potongan bagian bidang lingkaran

Gambar 2.4 Variasi yang terbentuk dari keratan lingkaran

2.2 Interpolasi diantara Segmen Garis dan Kurva di Ruang

Misalkan terdapat 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 parametrik $I_1(u)$ dan $I_2(u)$, maka permukaan parametrik hasil interpolasi linier kedua segmen garis tersebut diformulasikan sebagai berikut:

$$S(u, v) = (1 - v)I_1(u) + vI_2(u), \quad (2.5)$$

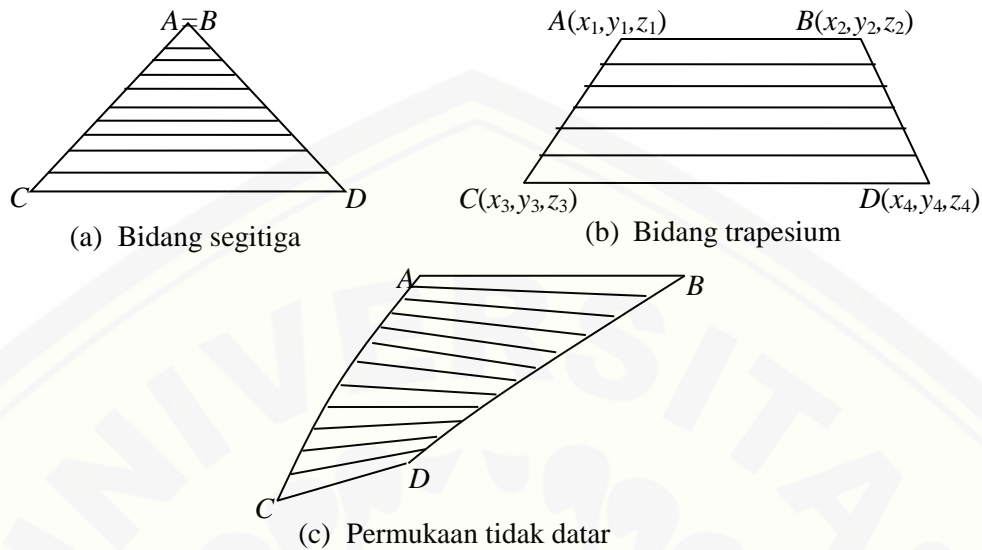
dengan $0 \leq u \leq 1$ dan $0 \leq v \leq 1$.

Terdapat beberapa kasus khusus untuk interpolasi linier kedua garis tersebut. Jika $A=B$ maka hasil interpolasi Persamaan (2.5) akan menghasilkan bidang segitiga (Gambar 2.5a). Sedangkan jika $\overline{AB} // \overline{CD}$ maka secara umum akan membentuk bidang segi empat (Gambar 2.5b). Jika bidang tersebut dibentuk dari interpolasi dua garis yang bersilangan maka menghasilkan permukaan tidak datar (dapat melengkung ataupun terjadi puntiran di sebagian permukaan tersebut) (Gambar 2.5c).

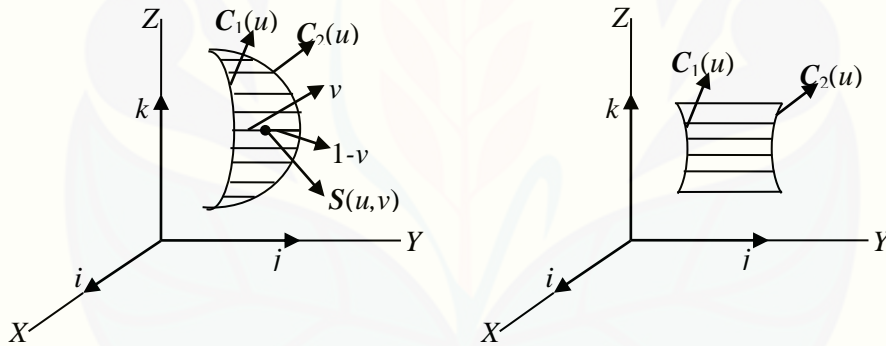
Di lain pihak kita dapat membangun permukaan lengkung hasil interpolasi kurva ruang melalui persamaan berikut:

$$S(u, v) = (1 - v)C_1(u) + vC_2(u), \quad (2.6)$$

dengan $C_1(u)$ dan $C_2(u)$ merupakan kurva batas (Gambar 2.6).



Gambar 2.5 Contoh kasus khusus interpolasi linier dua segmen garis

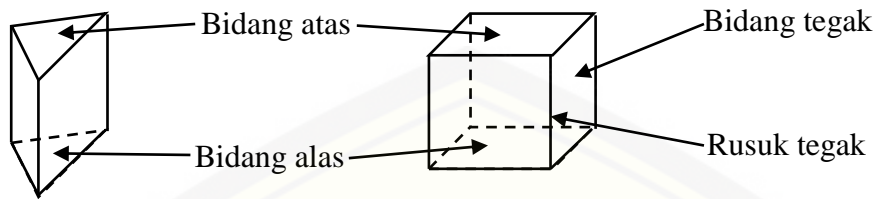


Gambar 2.6 Interpolasi linier pada kurva

2.3 Penyajian Prisma Segiempat, Bola, dan Tabung

2.3.1 Penyajian Prisma Segiempat

Prisma didefinisikan sebagai benda ruang yang dibatasi oleh dua bidang sejajar dan beberapa bidang datar berpotongan dengan garis-garis potong sejajar. Dua bidang yang sejajar tersebut dinamakan bidang alas dan bidang atas, bidang-bidang datar berpotongan disebut dengan bidang tegak, sedangkan jarak antara bidang alas dan bidang atas disebut tinggi prisma (Gambar 2.7)



Gambar 2.7 Prisma dan bagian-bagiannya

Penamaan prisma diambil dari nama poligon yang menjadi bidang alas dan bidang atasnya. Jika bidang alas dan bidang atas berbentuk segiempat, maka prisma tersebut disebut prisma segiempat.

2.3.2 Penyajian Bola

Menurut Kusno (2002), bola didefinisikan sebagai kedudukan titik-titik dalam ruang yang berjarak sama terhadap titik tertentu. Titik tertentu tersebut dinamakan pusat bola, ruas garis dari dari pusat ke titik pada bola disebut jari-jari. Semua ruas garis penghubung dua titik pada bola yang melalui pusat disebut diameter(garis tengah). Pada bagain ini dijelaskan mengenai persamaan bola dalam bentuk parametrik.

Jika diketahui bola dengan pusat $Q(a, b, c)$ dan $PQ=r$, maka bentuk parametrik bola dapat dinyatakan sebagai berikut (Gambar 2.8).

Persamaan bola

$$B(\phi, \theta) = \overline{OQ} + S(\phi, \theta),$$

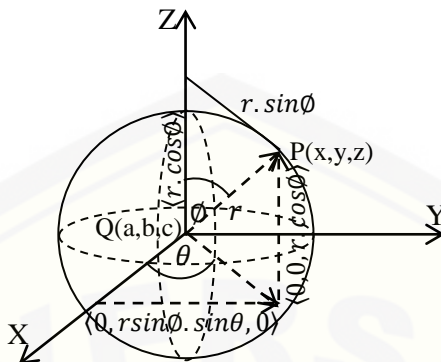
dengan $\overline{OQ} = \langle a, b, c \rangle$ atau

$$B(\phi, \theta) = \langle r \cdot \sin\phi \cdot \cos\theta, r \cdot \sin\phi \cdot \sin\theta, r \cdot \cos\phi \rangle$$

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

$$B(\phi, \theta) = \langle r \cdot \sin\phi \cdot \cos\theta + a, r \cdot \sin\phi \cdot \sin\theta + b, r \cdot \cos\phi + c \rangle \quad (2.7)$$

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

Gambar 2.8 Bola dengan pusat $Q(a,b,c)$ dan jari-jari r

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

$$B(\phi, \theta) = \langle r \cdot \sin\phi \cdot \cos\theta + 0, r \cdot \sin\phi \cdot \sin\theta + 0, r \cdot \cos\phi + 0 \rangle \quad (2.8)$$

dan persamaan parametric bola dengan sumbu pusat X , yaitu

$$B(\phi, \theta) = \langle r \cdot \sin\phi \cdot \cos\theta + x, r \cdot \sin\phi \cdot \sin\theta + 0, r \cdot \cos\phi + 0 \rangle \quad (2.9)$$

Dilain pihak jika diingikan suatu potongan bola dengan pusat $Q(a,b,c)$ yang dipotong tegak lurus terhadap sumbu X , Y , dan Z , maka potongan bola dapat ditentukan melalui Persamaan (2.7), (2.8), dan (2.9) dengan parameter $\langle 0 \leq \theta \leq 2\pi \rangle$ dan $\phi_{min} \leq \phi \leq \phi_{max}$ serta

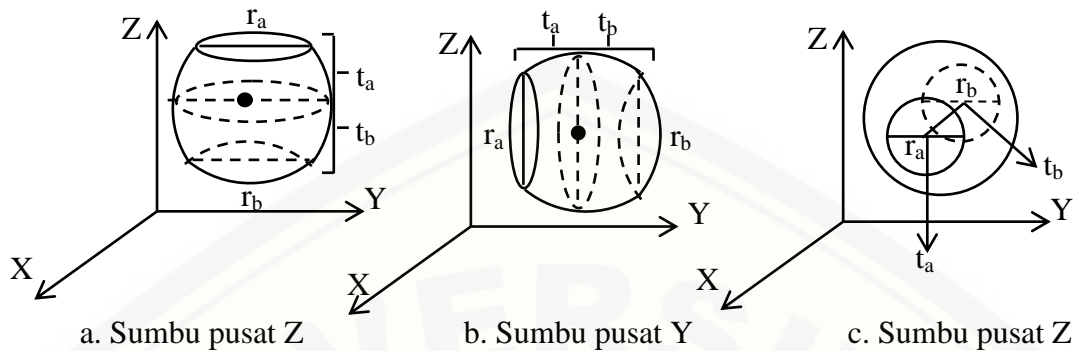
$$\text{Jari-jari alas pertama} = r_a = r \cdot \sin(\phi_{min}),$$

$$\text{Jari-jari alas kedua} = r_b = r \cdot \sin(\phi_{max})$$

$$\text{Jari-jari alas pertama} = t_a = r \cdot \cos(\phi_{min})$$

$$\text{Jari-jari alas kedua} = t_b = r \cdot \cos(\phi_{max})$$

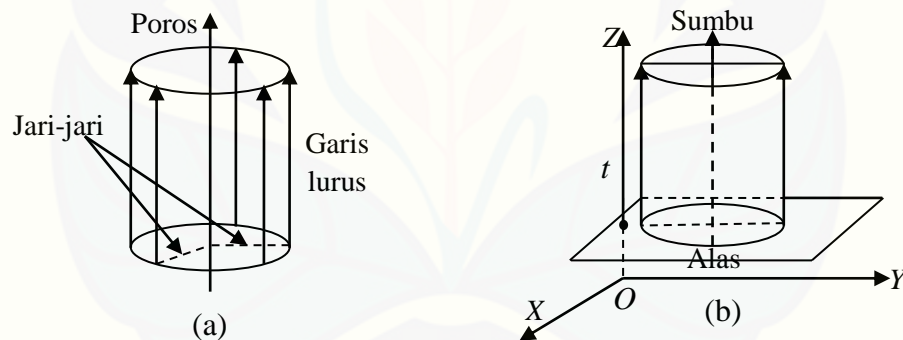
Hasil dari bentuk keratin bola dengan pusat pada sumbu pusat X , Y , dan Z masing-masing ditunjukkan pada Gambar 2.9a,b,c.



Gambar 2.9 Keratan bola dengan pusat $Q(a,b,c)$

2.3.3 Penyajian Tabung

Menurut Suryadi (1986), tabung dapat dibangun oleh garis lurus yang sejajar dengan garis lurus tertentu (poros) yang bergerak sejajar dengan jarak konstan. Tabung juga dapat diartikan sebagai benda ruang yang merupakan kedudukan garis-garis sejajar dan berjarak sama terhadap garis (poros) tertentu (Gambar 2.10).



Gambar 2.10 Penyajian tabung

Menurut Bastian (2011), jika diketahui tabung 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 sebagai berikut (Gambar 2.11a).

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

$$L(\theta) = \langle x_1 + R\cos\theta, y_1 + R\sin\theta, z_1 \rangle, \quad (2.10)$$

dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan $R \in \text{real}$.

2. Translasikan lingkaran (2.4) dari z_1 sampai $z_1 + t$ sehingga terbentuk persamaan parametric tabung

$$T(\theta, z) = \langle x_1 + R\cos\theta, y_1 + R\sin\theta, z_1 \rangle, \quad (2.11)$$

dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan $z_1 \leq z \leq z_1 + t$.

- 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 dan didapatkan persamaan (Gambar 2.11b)

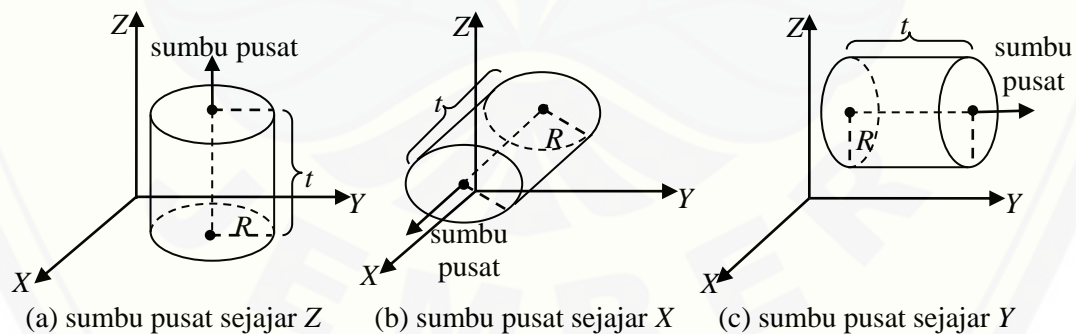
$$T(\theta, z) = \langle x, y_1 + R\sin\theta, z_1 + R\cos\theta \rangle, \quad (2.12)$$

dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan $x_1 \leq x \leq x_1 + t$.

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 dan didapatkan persamaan (Gambar 2.11c)

$$T(\theta, z) = \langle x_1 + R\cos\theta, y, z_1 + R\sin\theta \rangle, \quad (2.13)$$

dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan $y_1 \leq y \leq y_1 + t$



Gambar 2.11 Tabung dengan beragam sumbu pusat

2.4 Transformasi Bidang di R^3

Transformasi bidang di R^3 ini terdiri dari translasi, rotasi (perputaran), dilatasi (penskalaan) dan refleksi (pencerminan).

2.4.1 Translasi

Translasi adalah perpindahan kedudukan sebarang titik dengan penambahan besaran pada arah sumbu X, Y dan Z (Setyo Budhi W, 1995). Secara umum translasi dapat dinyatakan oleh persamaan $Q = P + K$, dimana P adalah posisi titik awal, Q adalah posisi titik setelah ditranslasikan dan K menunjukkan besarnya pergeseran ke arah sumbu X, Y dan Z. Persamaan translasi dalam bentuk koordinat kartesius dapat ditulis sebagai berikut:

$$(X_q, Y_q, Z_q) = (X_p + X_k, Y_p + Y_k, Z_p + Z_k)$$

Dalam bentuk matriks, notasi diatas dapat dituliskan sebagai:

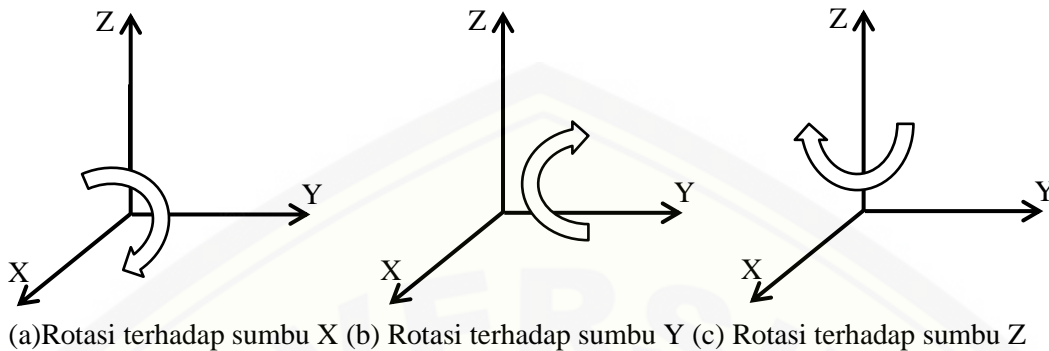
$$[X_q \ Y_q \ Z_q] = \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_k \\ Y_k \\ Z_k \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

Translasi bersifat mempertahankan bentuk dan ukuran obyek.

2.4.2 Rotasi (Perputaran)

Dalam R^3 dikenal dua sistem koordinat, yaitu sistem koordinat tangan kanan dan sistem koordinat tangan kiri. Pada sistem koordinat tangan kiri, rotasi bersudut positif dinyatakan sebagai searahnya dengan putaran jarum jam. Sedangkan, pada sistem koordinat tangan kanan, rotasi bersudut positif dinyatakan sebagai berlawanannya arah rotasi dengan putaran jarum jam. Sistem koordinat tangan kiri diilustrasikan sebagai berikut (Gambar 2.12).

Secara umum rotasi dapat dituliskan dalam persamaan: $QP = RP$, dimana Q adalah posisi titik setelah dirotasi, R adalah matriks rotasi sedangkan P adalah posisi titik sebelum dirotasi.



Gambar 2.12 Ilustrasi Rotasi pada Sistem koordinat tangan kiri

Apabila θ menunjukkan besarnya sudut rotasi dengan titik pangkal rotasi $O(0,0,0)$, maka rotasi terhadap masing-masing sumbu dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut:

Rotasi terhadap sumbu x:

$$\begin{bmatrix} X_q \\ Y_q \\ Z_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

Rotasi terhadap sumbu y:

$$\begin{bmatrix} X_q \\ Y_q \\ Z_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & -\sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

Rotasi terhadap sumbu z:

$$\begin{bmatrix} X_q \\ Y_q \\ Z_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

Dalam hal ini, matriks diatas adalah matriks koefisien yang bersesuaian dengan transformasi rotasi. Rotasi ini memiliki sifat yang sama dengan translasi.

2.4.3 Dilatasi (Penskalaan)

Dilatasi adalah suatu transformasi yang mengubah jarak titik-titik dengan faktor pengali tertentu (k) terhadap suatu titik tertentu yang disebut sebagai pusat dilatasi. Dengan kata lain, dilatasi merupakan transformasi yang mengubah ukuran (memperbesar atau memperkecil) suatu benda.

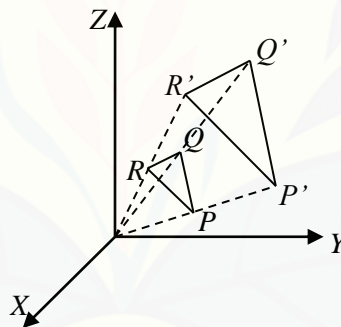
Menurut Kusno (2009), transformasi dilatasi yang memetakan titik $P(x,y,z)$ ke $P'(x',y',z')$ didefinisikan dengan bentuk formula berikut:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 & 0 & 0 \\ 0 & k_2 & 0 \\ 0 & 0 & k_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 x \\ k_2 y \\ k_3 z \end{bmatrix}, \quad (2.18)$$

dengan $k_1, k_2, k_3 \in \text{real}$.

Dalam hal ini pemilihan harga k_1 menyajikan skala ke arah sumbu X , k_2 ke arah sumbu Y dan k_3 menyajikan skala ke arah sumbu Z , jika $k_1 = k_2 = k_3$, maka peta obyek yang didapat sebangun dengan obyek aslinya (mungkin diperbesar, diperkecil atau tetap).

Misalkan segitiga PQR dengan titik-titik sudut $P(x_1,y_1,z_1)$, $Q(x_2,y_2,z_2)$ dan $R(x_3,y_3,z_3)$ didilatasi dengan faktor pengali $k > 1$, sehingga didapatkan segitiga bayangan $P'Q'R'$ dengan titik-titik sudut $P'(kx_1,ky_1,kz_1)$, $Q'(kx_2,ky_2,kz_2)$ dan $R'(kx_3,ky_3,kz_3)$ seperti terlihat pada Gambar 2.13.

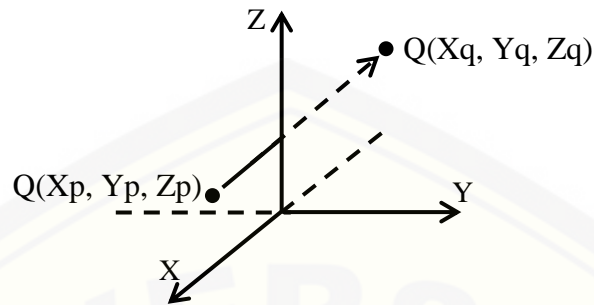


Gambar 2.13 Dilatasi dengan $k > 1$

2.4.4 Refleksi (Pencerminan)

Refleksi terhadap bidang melalui titik awal adalah transformasi yang memetakan setiap titik di \mathbb{R}^3 ke dalam bayangan cerminnya terhadap bidang tersebut (Howard Anton, 1988).

Dalam hal ini, kita akan membahas refleksi terhadap bidang-bidang $X=0$, $Y=0$ dan $Z=0$. Misalkan $T: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$ adalah transformasi yang memetakan masing-masing titik kedalam bayangan simetriknya terhadap bidang $X=0$.

Gambar 2.14 refleksi terhadap bidang $x=0$

Adapun matriks transformasinya dapat ditentukan sebagai berikut:

$$T(e_1) = T\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}\right) = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad T(e_2) = T\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right) = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad T(e_3) = T\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan $T(e_1)$, $T(e_2)$ dan $T(e_3)$ maka kita akan dapat matriks transformasinya sebagai berikut:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Jadi,

Persamaan refleksi yang melalui titik awal $P(P_x, P_y, P_z)$ terhadap bidang $X=0$ dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$D_1$$

$$[X_q \ Y_q \ Z_q] = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} \quad (2.19)$$

Dengan cara serupa, kita akan dapatkan:

Persamaan refleksi dalam bentuk matriks terhadap bidang $Y=0$ sebagai berikut:

$$D_2$$

$$[X_q \ Y_q \ Z_q] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

Persamaan eflaksi dalam bentuk matriks terhadap bidang $Z=0$ sebagai berikut:

$$D_3 \begin{bmatrix} X_q & Y_q & Z_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} \quad (2.21)$$

Dalam hal ini, matriks D_1 , D_2 dan D_3 adalah matriks koefisien yang bersesuaian dengan transformasi refleksi terhadap bidang-bidang $X=0$, $Y=0$ dan $Z=0$. Obyek sebelum dan sesudah direfleksi memiliki jarak yang sama terhadap bidang refleksi. Refleksi ini memiliki sifat-sifat yang sama dengan translasi.

2.5 Penyajian Kurva Hermit Kuadratik

Menurut Kusno (2009), kurva Hermit kuadratik dapat dinyatakan sebagai berikut (Gambar 2.15):

$$p(u) = p(0)K_1(u) + p(1)K_2(u) + p''(1)K_3(u), \quad (2.22)$$

dengan:

$$K_1(u) = (1 - 2u + u^2),$$

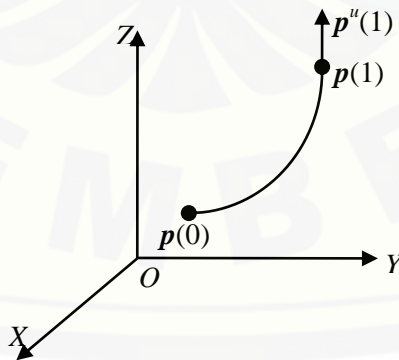
$$K_2(u) = (2u - u^2),$$

$$K_3(u) = (-u + u^2),$$

$p(0)$ = titik awal kurva,

$p(1)$ = titik akhir kurva,

$p''(1)$ = vektor singgung di $p(1)$ dengan $0 \leq u \leq 1$.



Gambar 2.15 Kurva Hermit kuadratik

2.6 Penyajian Kurva dan Permukaan Bezier

Menurut Kusno (2009), kurva bezier derajat- n $C(u)$ dinyatakan dalam bentuk parametrik berikut:

$$C(u) = \sum_{i=0}^n \mathbf{P}_i B_i^n(u), 0 \leq u \leq 1 \quad (2.23)$$

dengan:

$$B_i^n(u) = C_i^n (1-u)^{n-1} u^i,$$

$$C_i^n = \frac{n!}{i!(n-i)!},$$

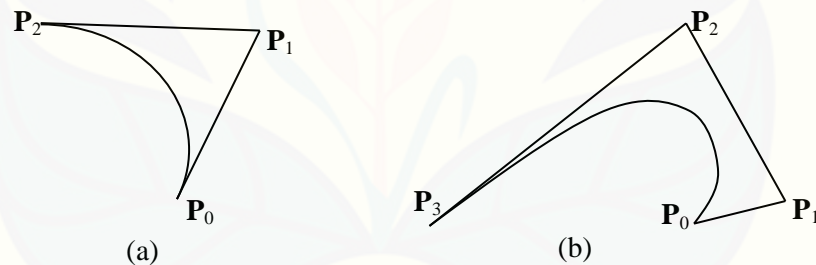
\mathbf{P}_i = koefisien geometri / titik kontrol kurva $C(u)$.

Jika $n = 2$, akan dihasilkan kurva Bezier kuadratik dengan persamaan parametrik (Gambar 2.16a):

$$C(u) = (1-u)^2 \mathbf{P}_0 + 2(1-u)u \mathbf{P}_1 + u^2 \mathbf{P}_2,$$

sedangkan untuk $n = 3$ didapatkan empat titik kontrol yaitu \mathbf{P}_0 , \mathbf{P}_1 , \mathbf{P}_2 , dan \mathbf{P}_3 sehingga persamaan parametrik kurva Bezier kubiknya adalah (Gambar 2.16b):

$$C(u) = (1-u)^3 \mathbf{P}_0 + 3(1-u)^2(u) \mathbf{P}_1 + 3(1-u)u^2 \mathbf{P}_2 + u^3 \mathbf{P}_3.$$



Gambar 2.16 Kurva Bezier (a) kuadratik (b) kubik

Permukaan Bezier pada prinsipnya identik dengan kurva Bezier. Permukaan Bezier $S(u,v)$ derajat m dan n dinyatakan dalam bentuk parametrik berikut (Gambar 2.17):

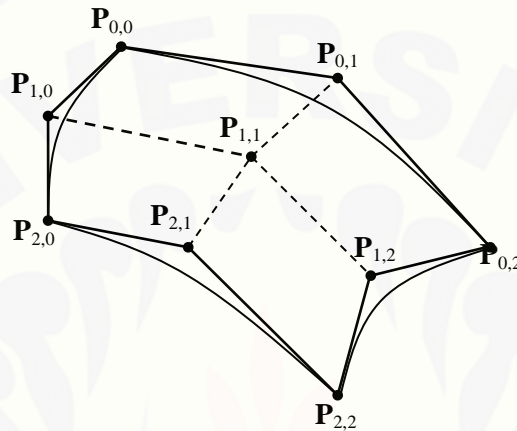
$$S(u,v) = \sum_{i,j=0}^{m,n} \mathbf{P}_{ij} B_i^m(u) B_j^n(v), 0 \leq u,v \leq 1 \quad (2.24)$$

dengan:

$$B_i^m(u) = \frac{m!}{i!(m-i)!} (1-u)^{m-1} u^i,$$

$$B_j^n(v) = \frac{n!}{j!(n-j)!} (1-v)^{n-1} v^j,$$

P_{ij} = koefisien geometri/titik kontrol permukaan $S(u,v)$.



Gambar 2.17 Permukaan Bezier dengan $m = 2$ dan $n = 2$

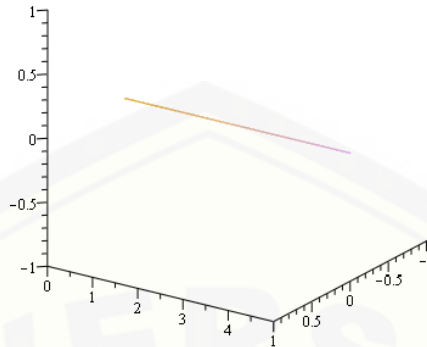
2.7 Konstruksi Objek pada Program Maple 13

Pada subbab ini disajikan beberapa contoh konstruksi obyek-obyek geometri dengan *software* Maple 13 untuk mengkonstruksi objek geometri.

a. Penyajian Segmen Garis

Untuk membuat segmen garis menggunakan maple, dapat menggunakan Persamaan (2.2) dengan memberikan nilai (x_1, y_1, z_1) dan (x_2, y_2, z_2) sebagai posisi titik ujung segmen garis di ruang. Misalkan akan dibuat suatu segmen garis a (Gambar 2.18) dengan titik-titik ujung $A(0,0,0)$ dan $B(0,5,0)$. Berikut ini merupakan *script* program Maple 13.

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

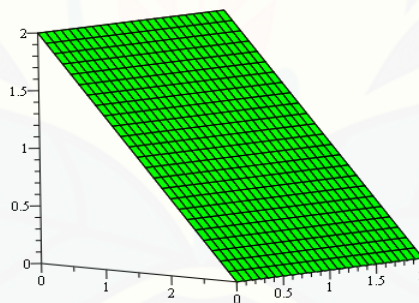



Gambar 2.18 Segmen garis

b. Penyajian Bidang Segieempat

Bidang segi empat dapat disajikan dengan Persamaan (2.5). Misalkan dibangun bidang segi empat g (Gambar 2.19) dengan titik sudut-titik sudut $A(2,2,0)$, $B(0,2,0)$, $C(2,0,3)$ dan $D(0,0,3)$ maka bentuk perintahnya sebagai berikut.

```
g:=plot3d([(1-v)*(2-2*u)+v*(2-2*u), (1-v)*2+v*0, (1-v)*0+v*3], u=0..1, v=0..1) :
```

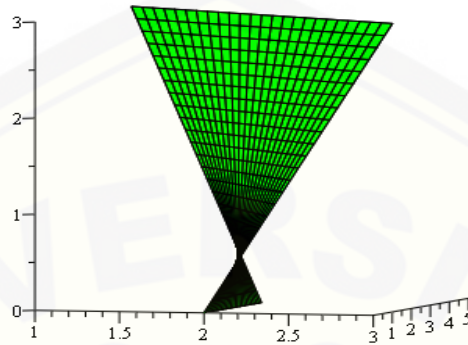


Gambar 2.19 Bidang segiempat

c. Penyajian Permukaan Tidak Datar

Sama halnya dengan penyajian bidang segitiga dan segiempat, untuk membuat permukaan tidak datar juga dapat menggunakan Persamaan (2.5), hanya kurva batasnya dipilih yang menyilang satu sama lain. Dibuat bidang atau permukaan tidak datar i dari titik-titik $A(2,0,0)$, $B(2,3,0)$, $C(3,1,3)$ dan $D(-1,5,3)$. Hasilnya dapat disajikan pada (Gambar 2.20) dengan *script* sebagai berikut.

```
i:=plot3d([(1-v)*2+v*(3-2*u), (1-v)*3*u+v*(1+4*u), (1-v)
*0+v*3],u=0..1,v=0..1):
```

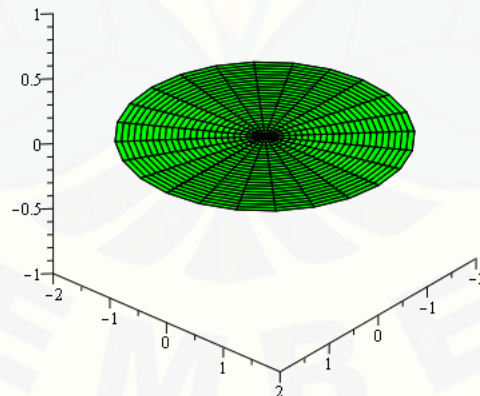


Gambar 2.20 Bidang permukaan tidak datar

d. Penyajian Bidang Lingkaran

Untuk membuat bidang lingkaran dapat menggunakan Persamaan (2.4) dengan memberikan nilai jari-jari dan titik pusatnya. Misalkan akan dibentuk lingkaran l (Gambar 2.21) dengan pusat di $A(0,0,0)$ dan jari-jari sepanjang 2 satuan. Berikut ini contoh *scrip*-nya.

```
l:=plot3d([r*2*cos(t)+0, r*2*sin(t)+0, 0], r=0..1,
t=0..2*Pi):
```

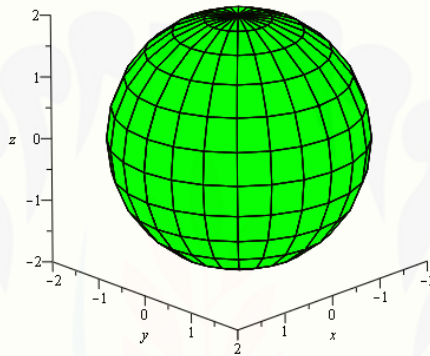


Gambar 2.21 Bidang lingkaran

e. Penyajian Bola

Untuk membuat bola dapat menggunakan Persamaan (2.7) dengan memberikan nilai jari-jari dan titik pusatnya. Misalkan akan dibentuk bola bl (Gambar 2.22) dengan pusat di $A(0,0,0)$ dan jari-jari sepanjang 8 satuan. Berikut ini contoh *scrip*-nya:

```
bl:=plot3d([2*sin(v)*cos(u)+0,2*sin(v)*sin(u)+0,2*cos(v)+0],u=0..2*Pi,v=0..2*Pi,scaling=constrained,labels=[x,y,z]):
```

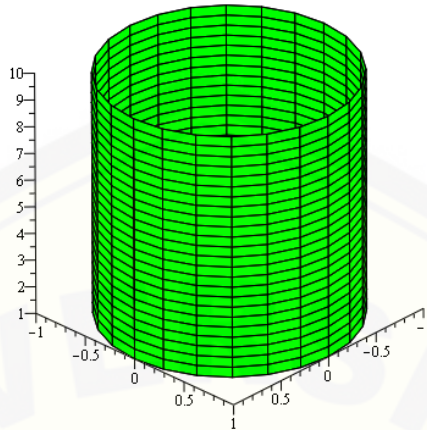


Gambar 2.22 penyajian bola

f. Penyajian selimut tabung

Untuk membuat tabung dapat menggunakan Persamaan (2.8) dengan memberikan nilai jari-jari dan tinggi tabung. Misalkan akan dibentuk tabung ta (Gambar 2.23) dengan jari-jari sepanjang 1 satuan dan tinggi 10 satuan. Berikut ini contoh *scrip*-nya:

```
ta:=plot3d([(1-v)+1*v)*cos(u),((1-v)+1*v)*sin(u),((1-v)+10*v)],u=0..2*Pi,v=0..1):
```



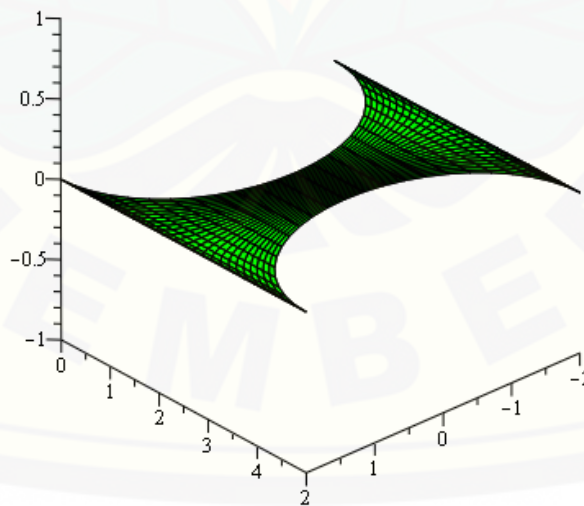
Gambar 2.23 penyajian selimut tabung

g. Penyajian interpolasi antara dua kurva

Misalkan akan menginterpolasi antara dua kurva yang diberi nama ll dengan kurva pertama berupa setengah lingkaran berpusat di $(0,0,0)$ sedangkan kurva kedua berupa lingkaran berpusat di $(0,5,0)$ dengan jari-jari masing-masing 2 satuan. Berikut ini merupakan contoh *script*-nya:

```
ll:=plot3d([(1-v)*2*cos(t)+v*(2*cos(-t)),(1-v)*2*sin(t)+v*(2*sin(-t)+5),0],v=0..1,t=0..Pi):
```

Permukaan hasil interpolasi ditunjukkan pada Gambar 2.24.

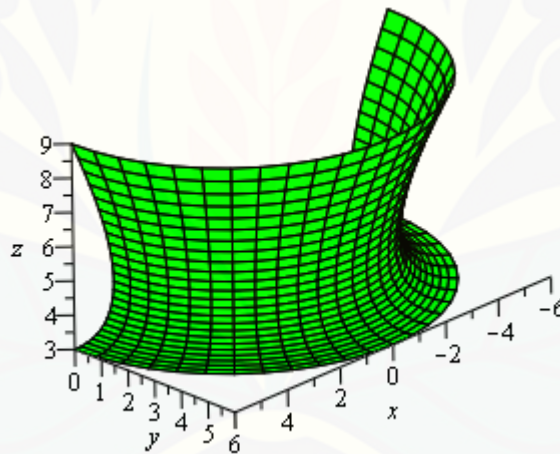


Gambar 2.24 Interpolasi antara dua kurva

h. Penyajian permukaan Bezier

Pada program Maple 13 untuk membangun permukaan Bezier misalnya permukaan Bezier p , seperti ditunjukkan pada Gambar 2.25 dapat dituliskan contoh *script* program sebagai berikut.

```
p:=( [4*(1-t)^2+5*2*(1-t)*t+t^2*0, 0*(1-t)^2+0*2*(1-
t)*t+t^2*0, 8*(1-t)^2+7*2*(1-t)*t+t^2*7], t=0..1,
color=green, thickness=5, labels=[x, y, z]):
z5:=spacecurve(p):display(z5):
g:=plot3d([ (6*(1-t)^2+3*2*(1-t)*t+t^2*6)*cos(v), (6*(1-
t)^2+3*2*(1-t)*t+t^2*6)*sin(v), (9*(1-t)^2+3*2*(1-
t)*t+t^2*3)], t=0..1, v=0..Pi, labels=[x, y, z], axes=normal, sc
aling=constrained):
```



Gambar 2.25 Permukaan Bezier

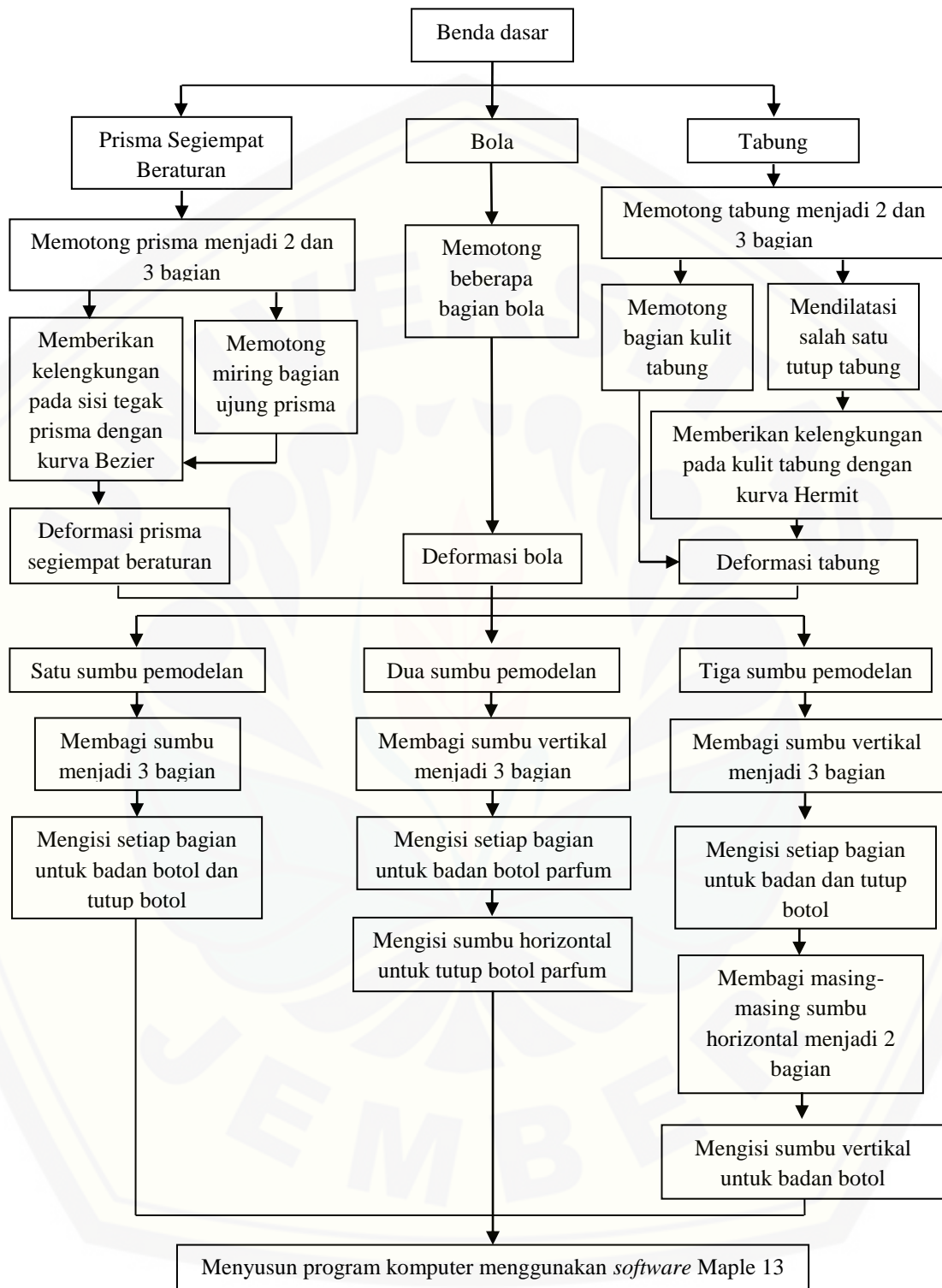
BAB 3. METODE PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah pada subbab 1.2 dan hasil kajian tinjauan pustaka pada Bab 2, berikut diuraikan beberapa metode penelitian untuk penyelesaian permasalahan tersebut. Pertama menentukan data berupa prisma, bola, dan tabung. Kedua memodelisasi prisma, bola, dan tabung untuk komponen botol parfum. Ketiga penggabungan hasil modelisasi prisma, bola, dan tabung untuk mendapatkan beragam bentuk model botol parfum. Terakhir menyusun program dan visualisasi komputer. Untuk lebih jelasnya mengenai metode penelitian desain tersebut diuraikan sebagai berikut.

- a. Menentukan data berupa prisma, bola, dan tabung, masing-masing ditetapkan sebagai berikut.
 1. Prisma segiempat beraturan tegak dengan alas a satuan dan tinggi t .
 2. Bola dengan titik pusat $P(a,b,c)$ dan jari-jari r .
 3. Tabung tegak dengan jari-jari r dan tinggi t .
- b. Modelisasi prisma, bola, dan tabung, dapat diuraikan sebagai berikut.
 1. Kasus modelisasi prisma dapat diperoleh dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a) Membagi prisma menjadi 2 dan 3 bagian sama besar melalui titik tengah rusuk secara horizontal atau vertikal, agar dapat terbentuk beberapa permukaan lengkung yang berbeda.
 - b) Memotong miring dua bidang sejajar atau 3 bidang yang berbeda pada salah satu bagian hasil potongan prisma.
 - c) Membangun permukaan lengkung pada bagian sisi tegak prisma maupun pada hasil potongan miring prisma, agar membentuk relief pada sisi tegak prisma.

2. Kasus modelisasi bola dapat dilakukan dengan membangun potongan-potongan bola melalui bidang pancung yang sejajar dengan bidang XOY, XOZ, dan YOZ ataupun melalui sumbu-sumbu kartesius.
3. Kasus modelisasi tabung dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a) Memotong tabung menjadi 2 dan 3 bagian sama besar secara horizontal agar dapat diperoleh beberapa permukaan lengkung dan ukuran yang berbeda.
 - b) Mendilatasi salah satu tutup tabung dan memotong bagian kulit tabung secara tegak lurus melalui titik tengah tutup tabung, agar terbentuk beberapa macam ukuran.
 - c) Membangun permukaan lengkung pada selimut tabung dan hasil potongan tabung, agar selimut tabung memiliki relief.
- c. Penggabungan hasil modelisasi prisma segiempat beraturan, bola dan tabung untuk mendapat beragam bentuk model botol parfum, dapat diuraikan sebagai berikut:
 1. Membangun sumbu pemodelan untuk merangkai benda hasil modelisasi prisma, bola, dan tabung.
 2. Mengidentifikasi bentuk benda yang mempunyai bentuk dan ukuran sambungan yang sama sehingga dapat dilekatkan antara satu dengan yang lainnya.
 3. Penggabungan secara kontinu.
- d. Menyusun program dan simulasi komputer Hasil Analisis (a), (b), dan (c) menggunakan *software* Maple 13.

Untuk lebih jelasnya mengenai metode penelitian tersebut dapat dilihat pada skema (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Skema Metode Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

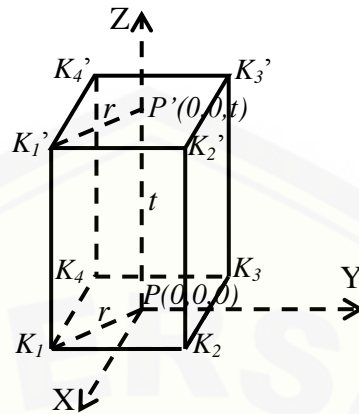
Berdasarkan langkah-langkah penelitian pada Bab 3, pada bagian ini dibahas tentang solusi masalah modelisasi botol parfum. Uraianya dibagi ke dalam dua bagian. Pertama dibahas masalah modelisasi prisma, bola, dan tabung. Kedua didiskusikan masalah perangkaian beberapa benda-benda dasar komponen penyusun botol parfum pada tiga jenis sumbu pemodelan. Kemudian dilakukan pembahasan hasil pada bagian pertama dan kedua. Uraian detail dari permasalahan tersebut dijelaskan sebagai berikut:

4.1 Modelisasi Prisma Beraturan, Bola, dan Tabung

Sehubungan dengan permasalahan pada subbab 1.2a pada bagian ini dibahas penyelesaian deformasi prisma, bola, dan tabung untuk membangun komponen botol parfum yang berupa badan botol dan tutup botol parfum.

4.1.1 Deformasi Prisma Segiempat Beraturan

Misalnya diberikan prisma segiempat beraturan dengan koordinat pasangan titik ujung-titik ujung rusuk $[K_i(x_i, y_i, z_i), K_i'(x_i, y_i, z_i+t)]$ dengan $i=1,2,\dots,4$ dan tinggi t dengan $1 \text{ cm} \leq t \leq 10$. Masing-masing sisi alas bawah dan atas bertitik berat di titik $P(0,0,0)$ dan $P'(0,0,t)$ (Gambar 4.1). Jarak titik P ke K_i dan P' ke K_i' $1 \text{ cm} \leq r \leq 5 \text{ cm}$. Dalam hal ini, $\overline{PP'}$ diambil sebagai sumbu simetri deformasi prisma segiempat beraturan (Gambar 4.1). Selanjutnya dilakukan deformasi prisma dengan alternatif bentuk sebagai berikut.



Gambar 4.1 Prisma segiempat beraturan

a. Deformasi lengkung sisi tegak

Tahapan deformasi lengkung sisi tegak prisma dilakukan sebagai berikut:

1. Membagi prisma menjadi beberapa bagian antara lain:

a) Kasus dua bagian:

Kasus ini tindakannya adalah menentukan titik tengah pada pasangan rusuk

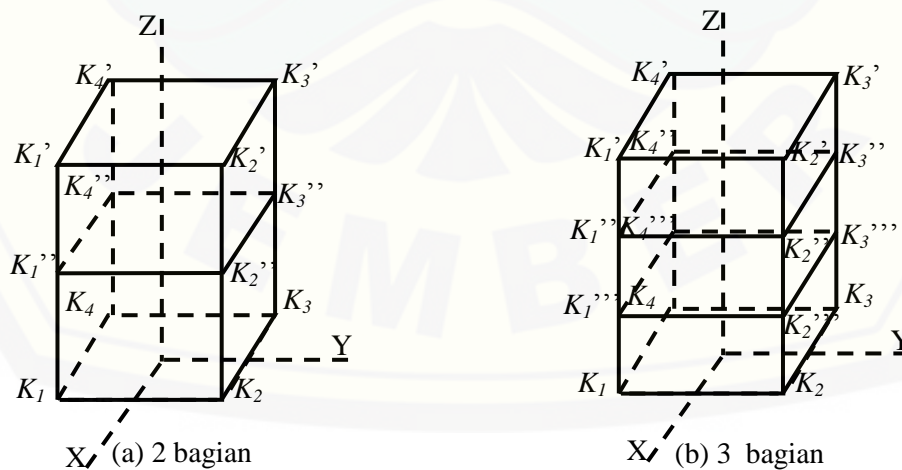
$K_i K_i'$ untuk $i = 1, 2, \dots, 4$

dengan formula

$$K_i'' = \frac{K_i + K_i'}{2} \tag{4.1}$$

dimana $i = 1, 2, \dots, 4$ (Gamabar 4.2a).

b) Kasus tiga bagian kurang lebih sama dengan Cara (i) (Gamabar 4.2b).



Gambar 4.2 Pembagian Prisma

2. Deformasi bagian potongan prisma

Berdasarkan data yang telah diuraikan diatas, pada bagian ini prisma yang telah dibagi menjadi 2 bagian dan 3 bagian akan dideformasi pada masing-masing bagiannya. Deformasi ini memiliki dua alternatif bentuk desain yaitu sisi tegak cekung dan sisi tegak cembung. Langkah-langkah deformasi sisi tegak prisma menjadi lengkung cekung dan lengkung cembung dijelaskan sebagai berikut (Gambar 4.3):

- a) Tetapkan titik K_i dan K_i'' dengan $i= 1, 2, \dots, 4$ sebagai titik kontrol untuk kurva Bezier linier (Gambar 4.3a).
- b) Tetapkan titik kontrol Q pada $\overline{PP'}$ untuk mengontrol kelengkungan kurva Bezier kuadrat (Gambar 4.3b), yaitu

$$Q = \langle 0, 0, \frac{1}{4}z \rangle \quad (4.2)$$

dengan $z \in [z_0, t]$ dan pergeseran Q , $\frac{1}{4}r \leq r \leq \frac{1}{2}r$ untuk sisi tegak cekung dan Q , $1\frac{1}{4}r \leq r \leq 1\frac{1}{2}r$ untuk sisi tegak cembung.

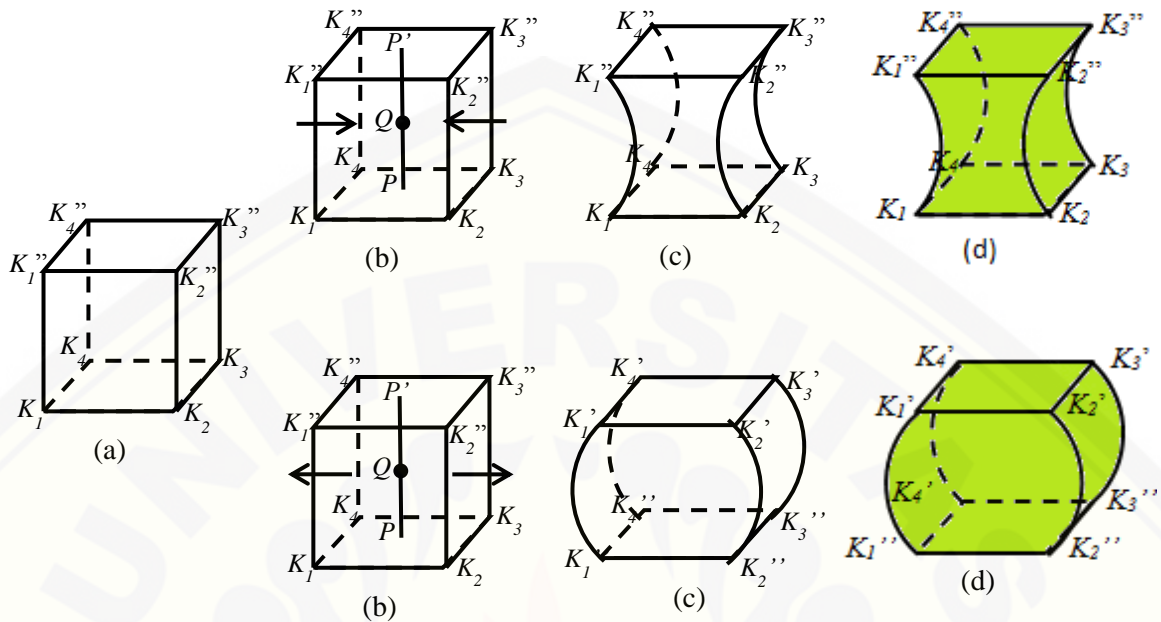
- c) Bangun kurva Bezier kuadrat untuk setiap pasangan titik kontrol ($\mathbf{K}_i, \mathbf{Q}, \mathbf{K}_i''$) seperti pada persamaan berikut (Gambar 4.3c)

$$\mathbf{S}(u, v) = (1 - u) \cdot \overline{\mathbf{C}}_1(u) + v \cdot \overline{\mathbf{C}}_2(u) \quad (4.3)$$

dimana:

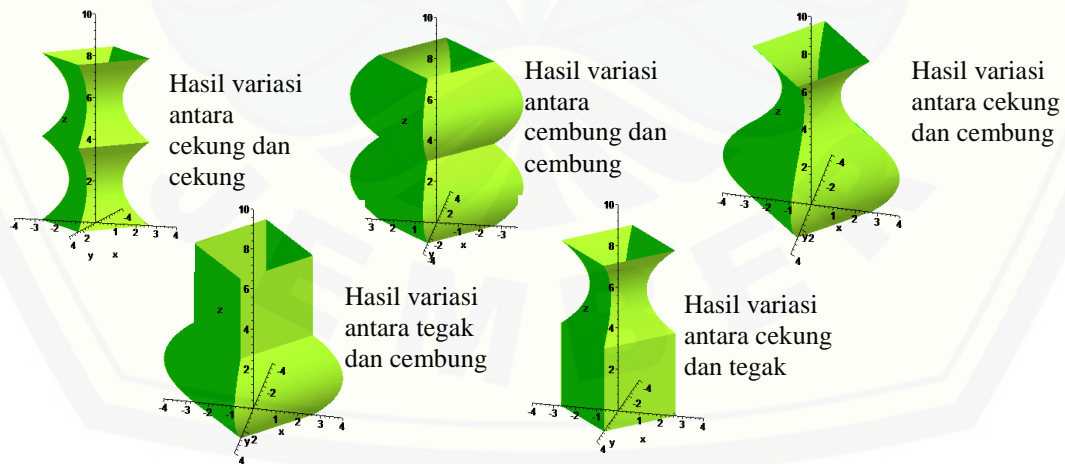
$$\begin{aligned} \overline{\mathbf{C}}_1(u) &= \overline{K}_1(1 - u)^2 + 2\overline{Q}(1 - u)u + \overline{K}_1''u^2 \\ &= \overline{K}_2(1 - u)^2 + 2\overline{Q}(1 - u)u + \overline{K}_2''u^2. \end{aligned}$$

- d) Interpolasikan secara linier masing-masing kurva Bezier melalui Persamaan (2.6) secara berpasangan dan berurutan berlawanan arah jarum jam (Gambar 4.3d).

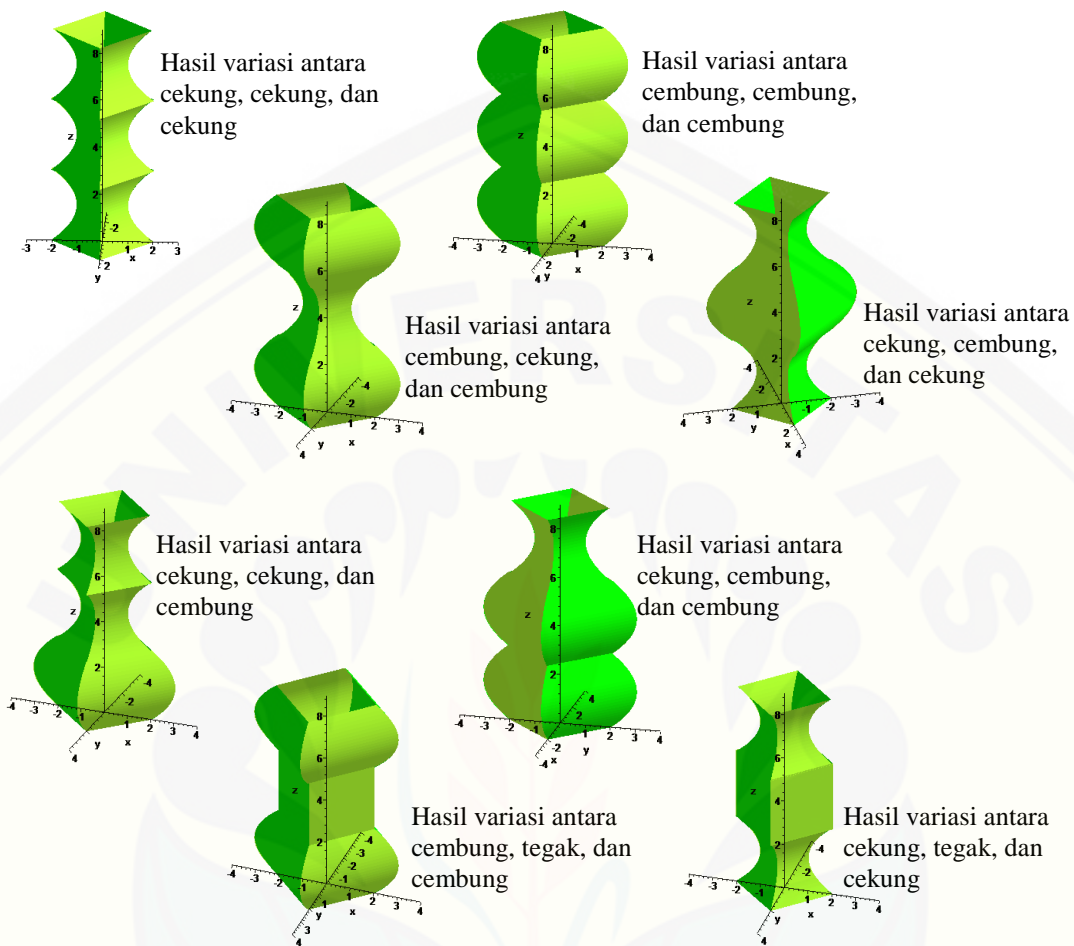


Gambar 4.3 Deformasi sisi tegak prisma menjadi lengkung cekung dan cembung

Dari prosedur modifikasi prisma di atas, selanjutnya dapat dikembangkan beberapa bentuk deformasi prisma dengan $t=8$ dan $r=2$. Hasil variasi untuk 2 potongan prisma ditunjukkan pada (Gambar 4.4) dan hasil variasi 3 potongan prisma ditunjukkan pada (Gambar 4.5), dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A.1).



Gambar 4.4 Variasi bentuk deformasi prisma untuk 2 potongan prisma



Gambar 4.5 Variasi bentuk deformasi prisma untuk 3 potongan prisma

b. Deformasi prisma dengan memotong ujung-ujung prisma

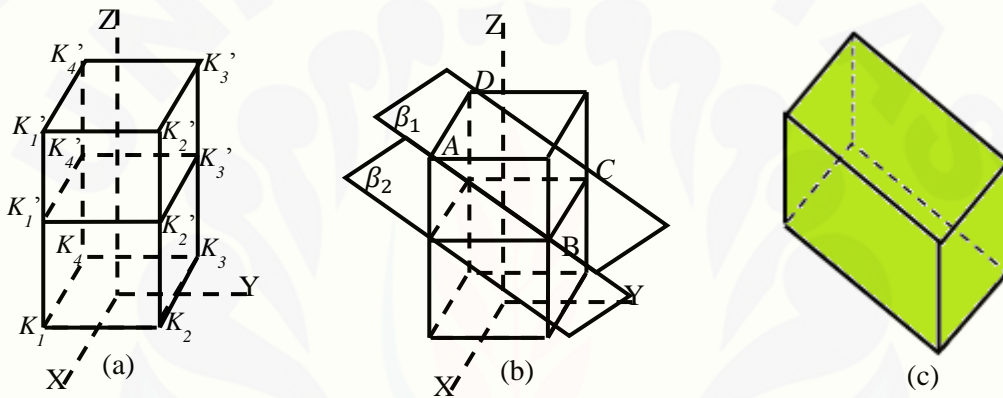
Berdasarkan tahapan yang telah diuraikan diatas, pada bagian ini prisma yang telah dibagi menjadi 2 bagian dan bagian akan dideformasi dengan cara memotong pada masing-masing bagiannya. Deformasi ini memiliki 2 alternatif bentuk desain yaitu potongan dengan bidang miring dan potongan 3 bidang yang berbeda. Uraian detailnya sebagai berikut:

1. Memotong dengan bidang miring

Deformasi dengan cara memotong bidang miring ini dilakukan pada masing-masing bagian hasil potongan prisma. Langkah-langkah yang dilakukan pada

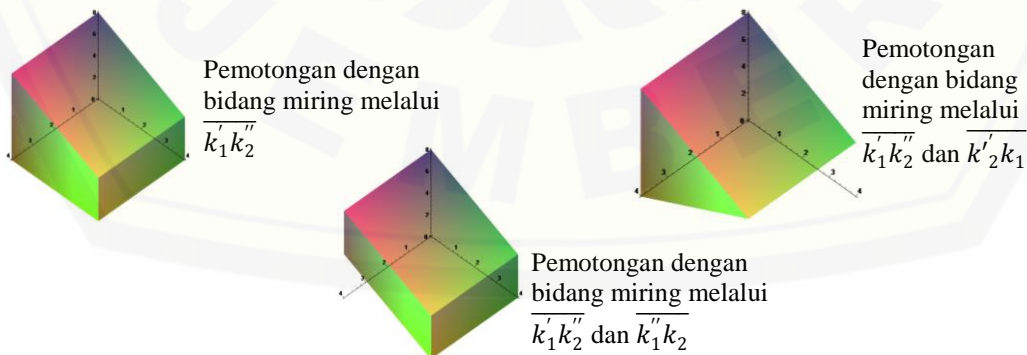
deformasi dengan memotong dengan bidang miring dapat diuraikan sebagai berikut (Gambar 4.6).

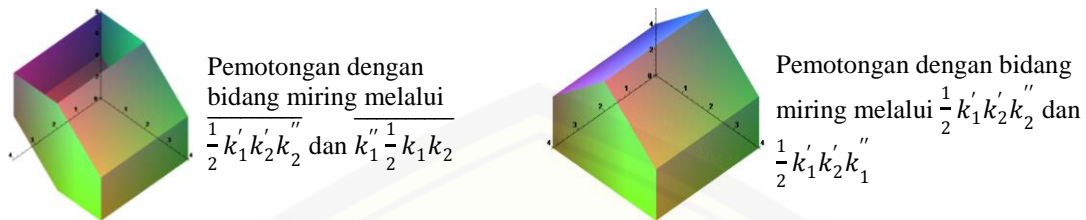
- Lakukan seperti pada perlakuan (a.2.a.1) (Gambar4.5a).
- Menentukan titik A (0,0,a) pada K'_1 , titik B (0,0,b) pada K'_4 , titik C pada K''_3 , dan titik D pada K''_2 (Gambar 4.6b) .
- Menentukan bidang datar β_1 yang melalui titik A, B, C, dan D (Gambar 4.6b).
- Lakukan pemotongan dengan mengambil bagian antara bidang datar β_1 dan β_2 (Gambar 4.6c).



Gambar 4.6 Deformasi prisma hasil potongan bidang miring

Dari prosedur deformasi prisma memotong dengan bidang miring, selanjutnya dapat dikembangkan beberapa bentuk deformasi prisma dengan modifikasi potongan prisma dengan bidang miring yang bermacam-macam. Hasilnya ditunjukkan pada (Gambar 4.7) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A.1).



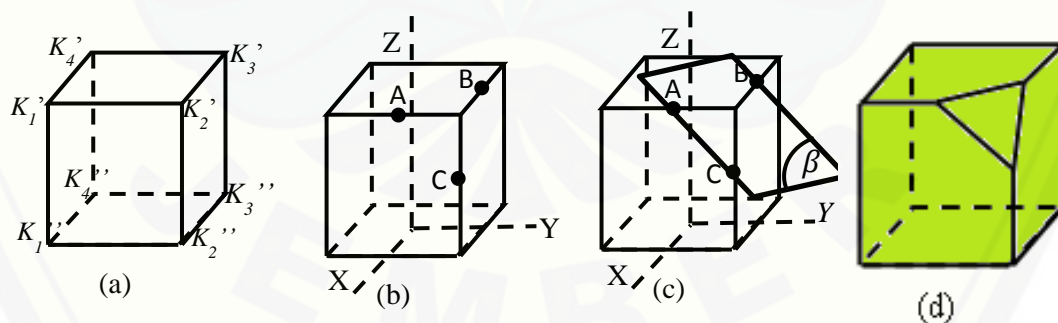


Gambar 4.7 Variasi bentuk deformasi prisma dengan memotong bidang miring

2. Memotong 3 bidang yang berbeda

Deformasi dengan cara memotong 3 bagian berbeda ini dilakukan pada masing-masing bagian hasil potongan prisma. Langkah-langkah yang dilakukan pada deformasi dengan memotong 3 bidang berbeda dapat diuraikan sebagai berikut (Gambar 4.6).

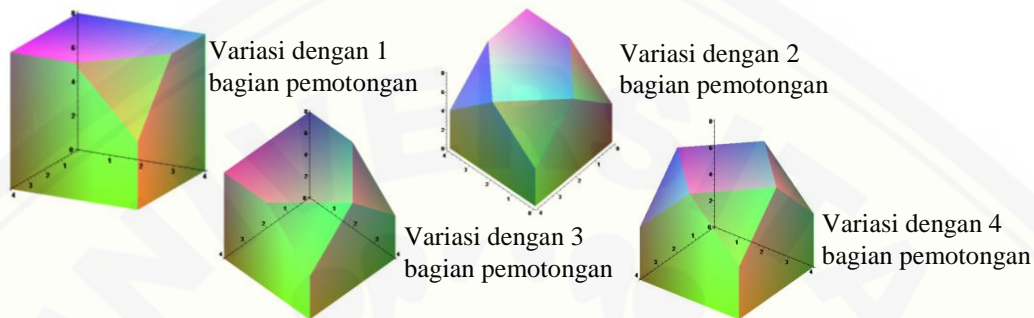
- a) Lakukan seperti pada perlakuan ((a.2.a).1) (Gambar 4.6a)
- b) Menentukan titik A (0,0,a) pada rusuk alas $\frac{1}{2}K'_iK'_{i+1}$, titik B (0,0,b) pada rusuk alas $\frac{1}{2}K'_{i+1}K'_{i+2}$ dan titik C (0,0,c) pada rusuk tegak $\frac{1}{2}K'_{i+1}K''_{i+1}$ (Gambar 4.6b).
- c) Tentukan bidang datar β yang melalui titik A, B, dan C (Gambar 4.6c).
- d) Lakukan pemotongan dengan mengambil bagian bawah dari bidang datar β (Gambar 4.6d).



Gambar 4.8 Deformasi prisma dengan memotong 3 bidang yang berbeda

Dari prosedur deformasi prisma memotong dengan 3 bidang yang berbeda, selanjutnya dapat dikembangkan beberapa bentuk deformasi prisma dengan

modifikasi potongan prisma dengan bidang miring yang bermacam-macam. Hasilnya ditunjukkan pada (Gambar 4.9) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A.1).



Gambar 4.9 Variasi bentuk pemotongan 3 bidang yang berbeda

- c. Deformasi prisma dengan membangun permukaan lengkung pada hasil potongan prisma

Berdasarkan dengan hasil potongan 2 bidang sejajar dan hasil potongan 3 bidang yang berbeda, disini akan dibangun permukaan lengkung pada hasil potongan prisma tersebut. Permukaan lengkung ini memiliki dua alternatif yaitu permukaan lengkung cekung dan permukaan lengkung cembung, langkah-langkah membangun permukaan lengkung cekung dan cembung pada hasil potongan bidang miring dan hasil potongan 3 bidang yang berbeda diuraikan sebagai berikut:

1. Ditetapkan data hasil potongan prisma $(K_1'', K_2, K_3, K_4'', K_1', K_2'', K_3'', K_4')$ yang akan dibangun kelengkungannya (Gambar 4.6c).
2. Tetapkan titik K_i dan K_i' dengan $i=1,2,\dots,4$ sebagai titik kontrol untuk kurva Bezier linier (Gambar 4.10a).
3. Tetapkan titik kontrol A' pada $\overline{A_1A_2}$ dan B' pada $\overline{B_1B_2}$ untuk mengontrol kelengkungan kurva Bezier kuadrat (Gambar 4.10b) dimana $A'B' = \frac{1}{4}r \leq A'B' \leq \frac{1}{2}r$ untuk permukaan lengkung cekung dan $A'B' = 1\frac{1}{4}r \leq A'B' \leq 1\frac{1}{2}r$ untuk permukaan lengkung cembung.

4. Bangun kurva Bezier kuadratik untuk setiap pasangan titik kontrol ($\mathbf{K}_i, \mathbf{Q}, \mathbf{K}_i''$) seperti pada persamaan berikut (Gambar 4.10c).

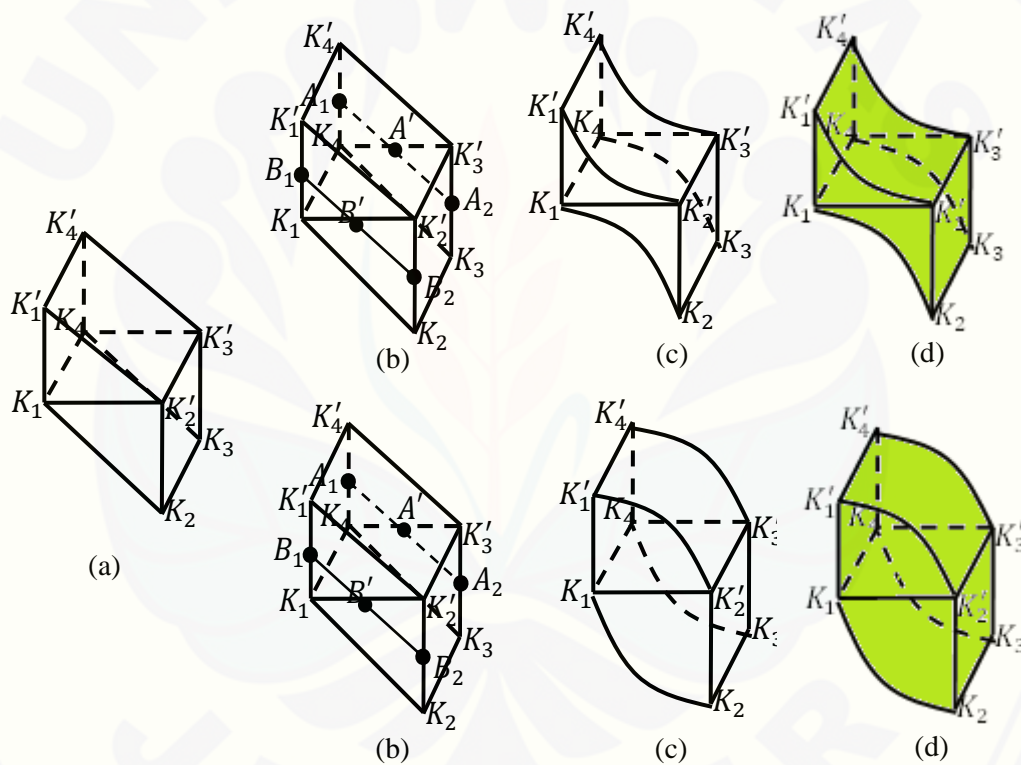
$$\mathbf{S}(u, v) = (1 - u) \cdot \overline{\mathbf{C}}_1(u) + v \cdot \overline{\mathbf{C}}_2(u)$$

dimana:

$$\overline{\mathbf{C}}_1(u) = \overline{\mathbf{K}}_1(1 - u)^2 + 2\overline{\mathbf{Q}}(1 - u)u + \overline{\mathbf{K}}_1''u^2$$

$$\overline{\mathbf{C}}_2(u) = \overline{\mathbf{K}}_2(1 - u)^2 + 2\overline{\mathbf{Q}}(1 - u)u + \overline{\mathbf{K}}_2''u^2$$

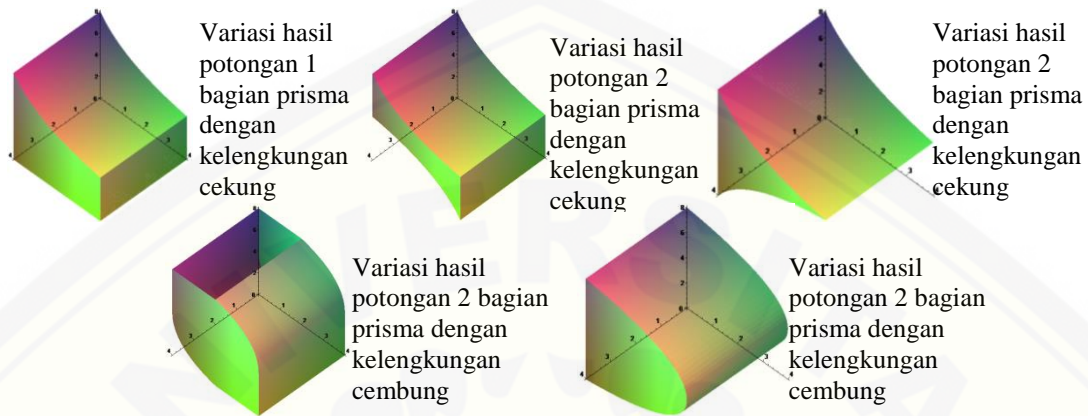
5. Interpolasikan secara linier masing-masing kurva Bezier melalui Persamaan (2.6) secara berpasangan dan berurutan berlawanan arah jarum jam (Gambar 4.10d).



Gambar 4.10 Deformasi prisma permukaan lengkung pada hasil potongan prisma

Dari prosedur deformasi prisma dengan membangun permukaan lengkung pada hasil potongan prisma, selanjutnya dapat dikembangkan beberapa bentuk deformasi prisma dengan modifikasi permukaan lengkung yang bermacam-macam.

Hasilnya ditunjukkan pada (Gambar 4.11) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A.1).



Gambar 4.11 Variasi bentuk permukaan lengkung pada potongan prisma

4.1.2 Deformasi Bola

Misalkan diberikan bola dengan jari-jari r dengan $1 \text{ cm} \leq r \leq 5 \text{ cm}$ dan berpusat di titik $P(0,0,0)$ (Gambar 4.7a). berdasarkan data tersebut dapat didesain beragam bentuk komponen penyusun botol parfum dengan teknik pemotongan sebagai berikut.

a. Pemotongan bola secara vertikal

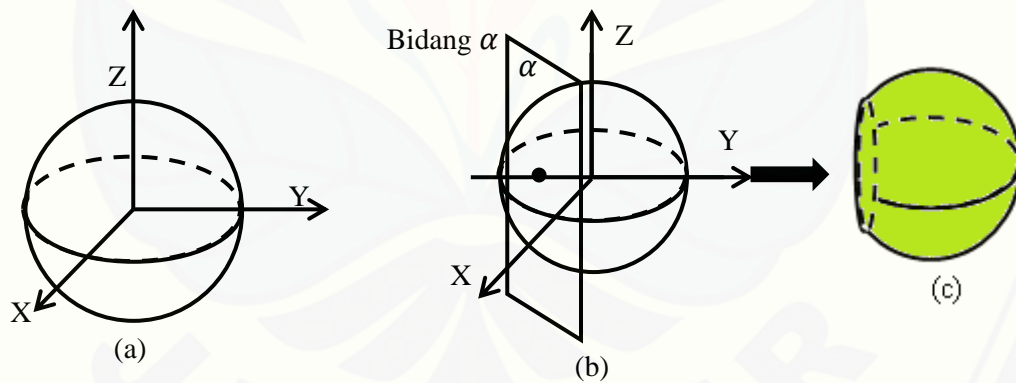
Pemotongan bola dengan bidang datar vertikal dapat dilakukan satu pemotongan atau dua pemotongan berdasarkan ketinggian bola. Langkah-langkah pemotongan bola dengan satu pemotongan bidang datar vertikal adalah sebagai berikut (Gambar 4.12b dan d).

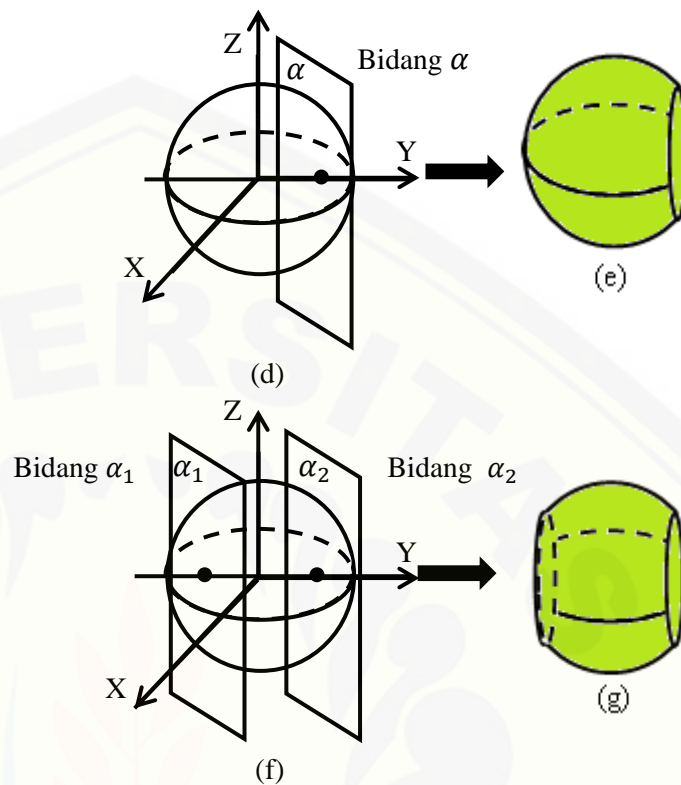
1. Tentukan titik $A(0, y_a, 0)$ pada sumbu y dimana $\frac{1}{4}r \leq y_a \leq \frac{3}{4}r$ atau $\frac{1}{4}r \leq -y_a \leq \frac{3}{4}r$.
2. Tentukan bidang datar α dengan persamaan $Y = \pm a$.
3. Lakukan pemotongan untuk titik A di $\frac{1}{4}r \leq y_a \leq \frac{3}{4}r$ dengan mengambil bagian kiri bidang datar α dan menetapkan bagian kiri permukaan bola dan bidang

lingkaran hasil pemotongan bidang α . Pemotongan bola dititik A di $\frac{1}{4}r \leq -y_a \leq \frac{3}{4}r$, dengan mengambil bagian kanan bidang datar α dan menetapkan bagaian kanan permukaan bola dan bidang lingkaran hasil pemotongan bidang α sehingga didapat bola terpotong yang tertutup oleh bidang lingkaran.

Langkah-langkah pemotongan bola dengan dua pemotongan bidang datar vertikal adalah sebagai berikut (Gambar 4.12f).

1. Tentukan titik $A(0, y_a, 0)$ pada sumbu y dimana $\frac{1}{4}r \leq y_a \leq \frac{3}{4}r$ dan titik $B(0, y_b, 0)$ pada sumbu z di $\frac{1}{4}r \leq -y_b \leq \frac{3}{4}r$.
2. Tentukan bidang datar α_1 dengan persamaan $y = a$ dan α_2 dengan persamaan $y = b$.
3. Lakukan pemotongan dengan mengambil bagian di antara bidang datar α_1 dan α_2 dan menetapkan bagian tengah permukaan bola dan bidang lingkaran hasil pemotongan bidang α_1 dan α_2 sehingga didapat bola terpotong yang tertutup oleh bidang lingkaran dibagian bawah.





Gambar 4.12 Deformasi bola dengan pemotongan secara vertikal

b. Pemotongan bola secara horizontal

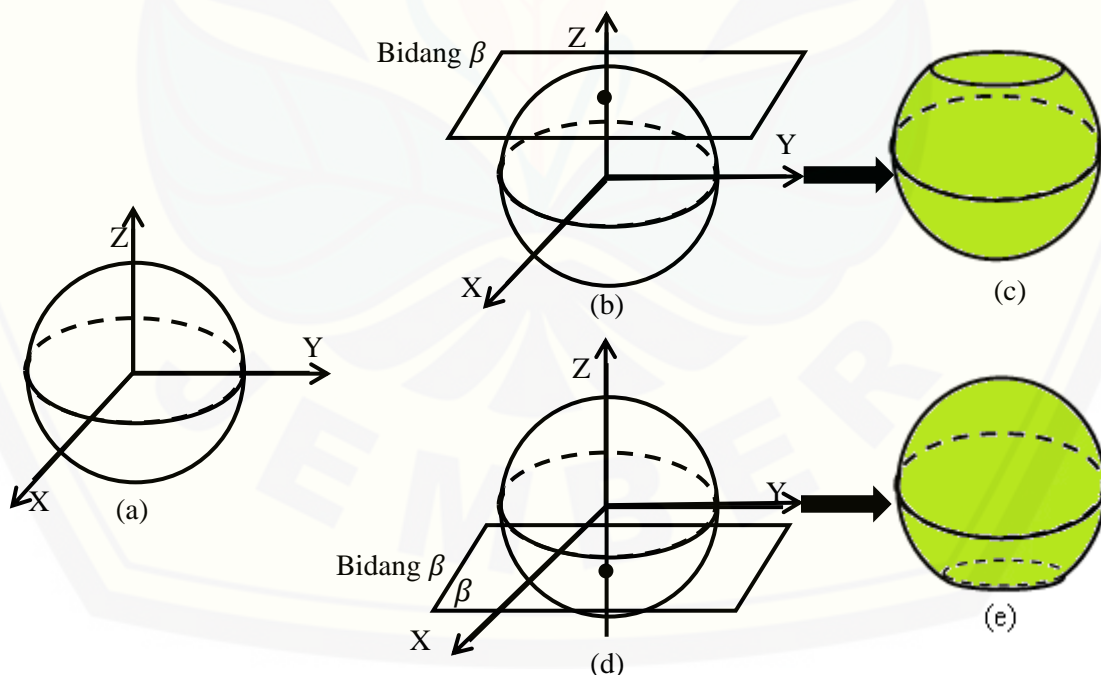
Pemotongan bola dengan bidang datar horizontal dapat dilakukan satu pemotongan atau dua pemotongan berdasarkan ketinggian bola. Langkah-langkah pemotongan bola dengan satu pemotongan bidang datar horizontal adalah sebagai berikut (Gambar 4.13b dan d).

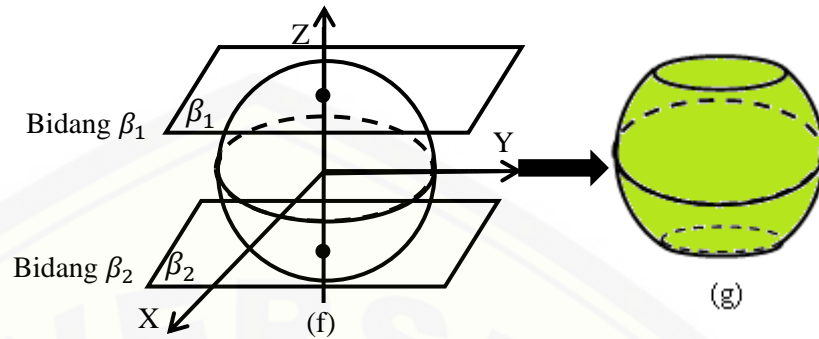
1. Tentukan titik $A(0,0,z_a)$ pada sumbu z dimana $\frac{1}{4}r \leq z_a \leq \frac{3}{4}r$ atau $\frac{1}{4}r \leq -z_a \leq \frac{3}{4}r$
2. Tentukan bidang datar α dengan persamaan $Z = \pm a$
3. Lakukan pemotongan untuk titik A pada $\frac{1}{4}r \leq z_a \leq \frac{3}{4}r$ dengan mengambil bagian atas bidang datar α dan menetapkan bagian bawah permukaan bola. Pemotongan

bola di titik A pada $\frac{1}{4}r \leq z_a \leq \frac{3}{4}r$ dengan mengambil bagian bawah bidang datar α dan menetapkan bagian atas permukaan bola dan bidang lingkaran hasil pemotongan bidang α sehingga didapat bola terpotong yang tertutup oleh bidang lingkaran.

Langkah-langkah pemotongan bola dengan dua pemotongan bidang datar horizontal adalah sebagai berikut (Gambar 4.13f).

1. Tentukan titik A(0,0, z_a) pada sumbu z dimana $\frac{1}{4}r \leq z_a \leq \frac{3}{4}r$ dan titik B(0,0, z_b) pada sumbu z di $\frac{1}{4}r \leq -z_b \leq \frac{3}{4}r$.
2. Tentukan bidang datar β_1 dengan persamaan $z = a$.
3. Tentukan bidang datar β_2 dengan persamaan $z = b$.
4. Lakukan pemotongan dengan mengambil bagian di antara bidang datar β_1 dan β_2 dan menetapkan bagian tengah permukaan bola dan bidang lingkaran hasil pemotongan bidang β_2 sehingga didapat bola terpotong yang tertutup oleh bidang lingkaran dibagian bawah.

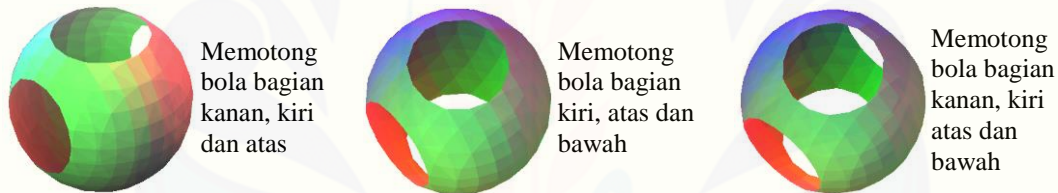




Gambar 4.13 Deformasi bola dengan pemotongan secara horizontal

c. Pemotongan bola dengan bidang datar vertikal dan horizontal

Untuk mendapatkan pemotongan bola dengan bidang datar vertikal dan horizontal dapat dilakukan dengan penggabungan langkah a dan b (Gambar 4.14) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A.2).



Gambar 4.14 Variasi bentuk pemotongan bola secara vertical dan horizontal

Dari prosedur pemotongan bola di atas, selanjutnya dapat dikembangkan beberapa bentuk modelisasi bola dengan pemotongan bola yang bermacam-macam dengan pengambilan nilai r , titik A, dan titik B yang berbeda. Hasilnya ditunjukkan pada (Gambar 4.15) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A.2).

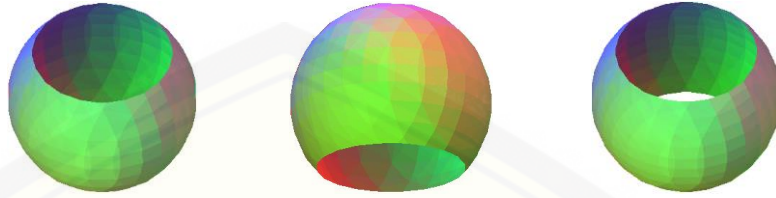


Gambar 4.15 Variasi bentuk pemotongan bola secara vertikal

Secara
horizontal

$$r = 3 \text{ cmA}$$

$$= 1/2r$$



Gambar 4.16 Variasi bentuk pemotongan bola secara horizontal

4.1.3 Deformasi Tabung

Misalkan diberikan tabung dengan jari-jari r $0,5 \text{ cm} \leq r \leq 5 \text{ cm}$, tinggi t dengan $1 \text{ cm} \leq t \leq 10 \text{ cm}$, dan alas bawah dan atas berpusat di titik $P(x_0, y_0, z_0)$ dan $P'(x_0, y_0, t)$ (Gambar 4.17a). Pemilihan nilai r dan t dalam selang tersebut dimaksudkan agar ukuran bentuk botol parfum proporsional. Berdasarkan data tersebut didesain beberapa bentuk komponen penyusun botol parfum dengan teknik deformasi sebagai berikut.

a. Modifikasi kurva selimut tabung

Langkah-langkah deformasi tabung dengan modifikasi kurva selimut adalah sebagai berikut (Gambar 4.17).

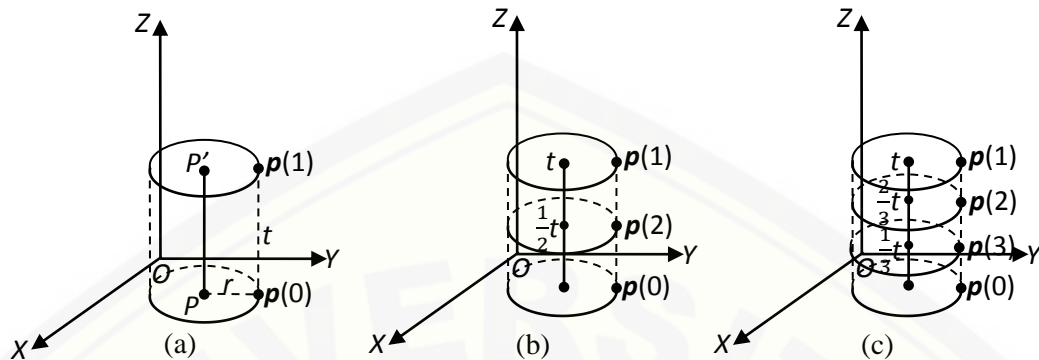
1. Membagi tabung menjadi beberapa bagian antara lain:

a) Kasus 2 bagian

Kasus ini tindakannya adalah menentukan titik pada $\frac{1}{2}t$ dengan Persamaan (4.2) yang akan di gunaka sebagai acuan pembagian tabung (Gambar 4.17b).

b) Kasus 3 bagian

Kasus ini dilakukan seperti perlakuan (a.1.a) (Gambar 4.17c).



Gambar 4.17 Tabung dan pembagiannya

2. Membangun permukaan lengkung

Pada proses membangun permukaan lengkung pada kurva selimut ini ada 2 kasus, yaitu kasus lengkung cekung dan kasus lengkung cembung disini akan dijelaskan langkah-langkah selanjutnya sebagai berikut:

- a) Tentukan $p(0)$ pada lingkaran alas tabung dengan menetapkan nilai $\theta = 0$ pada persamaan lingkaran alas tabung sehingga didapat

$$p(0) = \langle x_1 + r \cos \theta, y_1 + r \sin \theta, z_1 \rangle, \tag{4.4}$$

- b) Tentukan $p(1)$ pada lingkaran atas tabung dengan menetapkan nilai $\theta = 0$ pada persamaan lingkaran alas tabung sehingga didapat

$$p(1) = \langle x_1 + r \cos \theta, y_1 + r \sin \theta, z_1 + \frac{1}{2}t \rangle, \tag{4.5}$$

- c) Dilatasi $p(0)$ dengan factor pengali k dengan $\frac{1}{2} \leq k \leq 2, k \in R$ menggunakan Persamaan (2.18) sehingga didapat

$$p'(0) = \langle x_1 + r' \cos \theta, y_1 + r' \sin \theta, z_1 \rangle \text{ (Gambar 4.17a).}$$

- i. Tentukan vektor singgung $p''(1)$ pada titik $p(1)$ sehingga

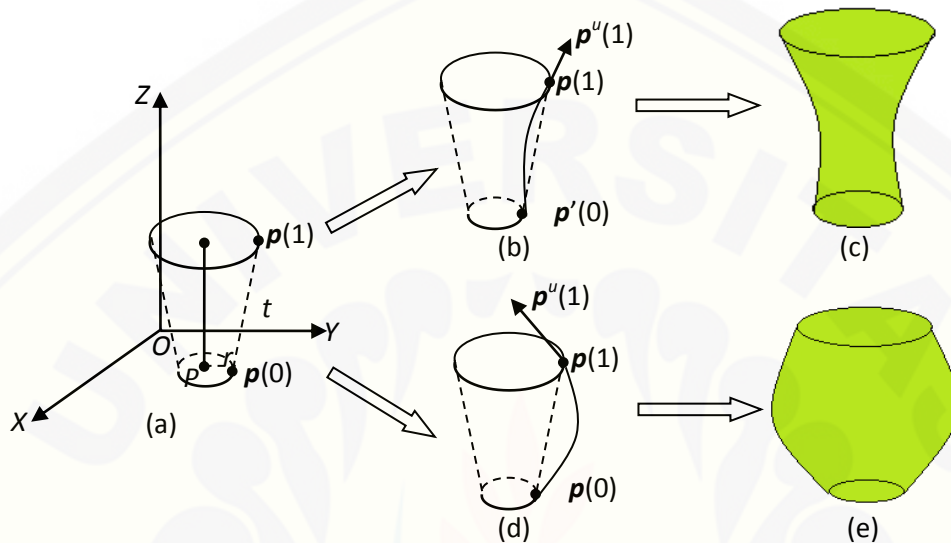
$$p''(1) = \langle 0, y, z \rangle, \tag{4.6}$$

dengan $-5 \leq y, z \leq 5$ dan $y, z \in R$ (Gambar 4.18b dan d).

- ii. Bangun kurva hermit kuadratik menggunakan Persamaan (2.22).

- iii. Putar kurva hermit terhadap sumbu Z menggunakan formula (Gambar 4.18c dan e).

$$S(u,v) = \langle C_x(u) \cos v, C_y(u) \sin v, C_z(u) \rangle \tag{4.7}$$



Gambar 4.18 Deformasi tabung dengan membangun permukaan lengkung

Dari prosedur modifikasi kurva selimut di atas, selanjutnya dapat dikembangkan beberapa bentuk deformasi tabung dengan modifikasi kurva selimut yang bermacam-macam. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 4.19 dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A.3).



Gambar 4.19 Variasi bentuk deformasi tabung dengan modifikasi kurva selimut

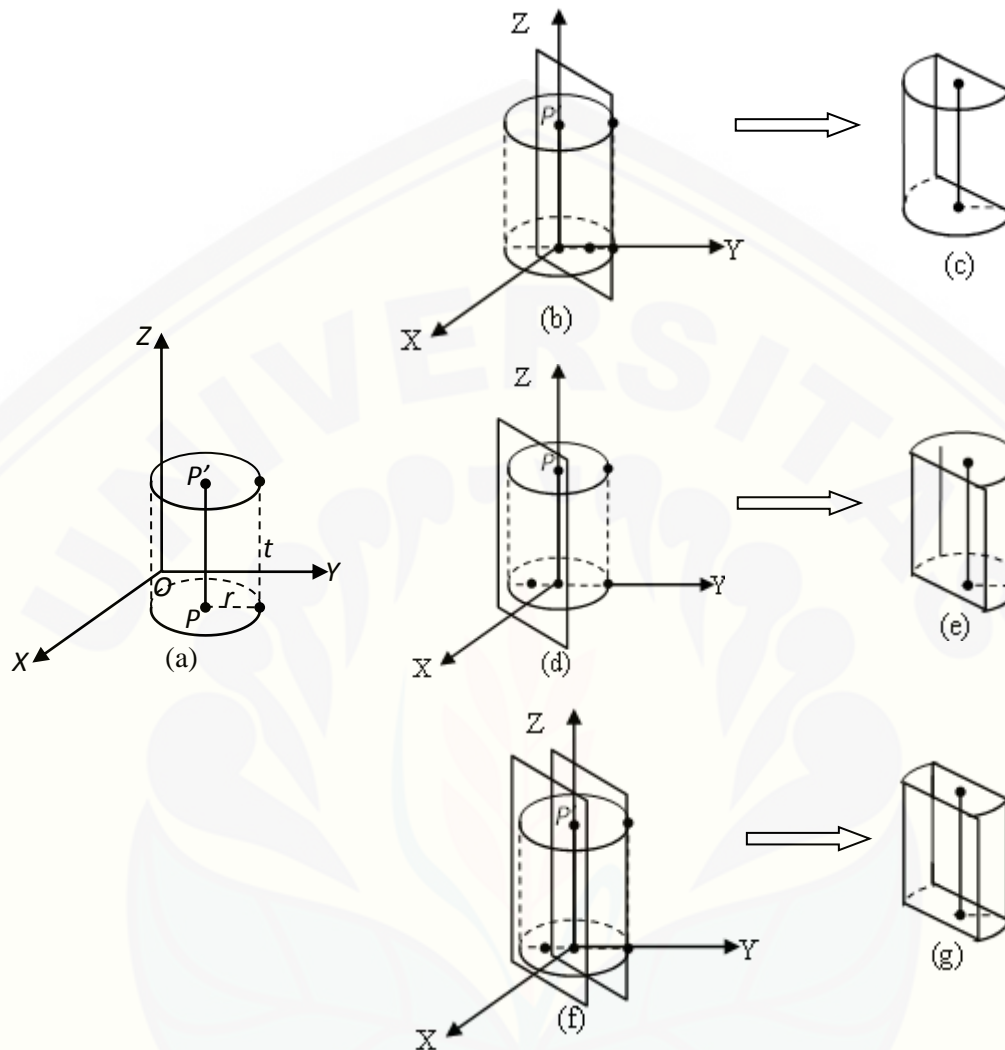
3. Pemotongan tabung secara vertikal

Berdasarkan tahapan yang telah diuraikan diatas, pada bagian ini tabung yang telah dibagi menjadi 2 bagian dan 3 bagian akan dideformasi dengan cara memotong pada masing-masing bagiannya. Pemotongan dengan bidang datar vertikal dapat dilakukan satu pemotongan dan dua pemotongan. Langkah-langkah pemotongan tabung dengan satu pemotongan bidang datar vertikal adalah sebagai berikut (Gambar 4.20b dan d).

- Tentukan titik $A(0, y_a, 0)$ pada sumbu y dimana $\frac{1}{4}r \leq y_a \leq \frac{3}{4}r$ atau $\frac{1}{4}r \leq -y_a \leq \frac{3}{4}r$.
- Tentukan bidang datar α dengan persamaan $Y = \pm a$.
- Lakukan pemotongan untuk titik A pada $\frac{1}{4}r \leq y_a \leq \frac{3}{4}r$ dengan mengambil bagian kiri bidang datar α dan menetapkan bagian kiri permukaan tabung dan bidang persegi hasil pemotongan bidang α . Pemotongan tabung dititik A pada $\frac{1}{4}r \leq y_a \leq \frac{3}{4}r$, dengan mengambil bagian kanan bidang datar α dan menetapkan bagian kanan permukaan tabung dan bidang persegi hasil pemotongan bidang α sehingga didapat bola terpotong yang tertutup oleh bidang persegi.

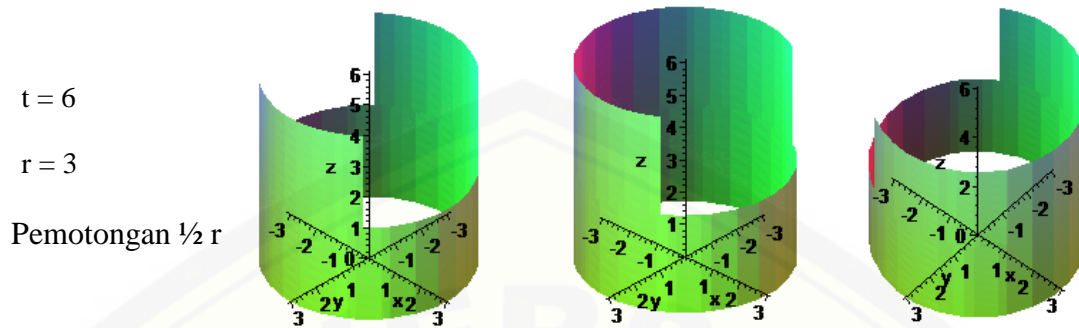
Langkah-langkah pemotongan tabung dengan dua pemotongan bidang datar vertikal adalah sebagai berikut (Gambar 4.20f).

- Tentukan titik $A(0, y_a, 0)$ pada sumbu y dimana $\frac{1}{4}r \leq y_a \leq \frac{3}{4}r$ dan titik $B(0, y_b, 0)$ pada sumbu z di $\frac{1}{4}r \leq -y_b \leq \frac{3}{4}r$.
- Tentukan bidang datar α_1 dengan persamaan $y = a$ dan α_2 dengan persamaan $y = b$.
- Lakukan pemotongan dengan mengambil bagian di antara bidang datar α_1 dan α_2 dan menetapkan bagian tengah permukaan tabung dan bidang persegi hasil pemotongan bidang α_1 dan α_2 sehingga didapat tabung terpotong yang tertutup oleh bidang persegi dibagian bawah.



Gambar 4.20 Deformasi tabung dengan pemotongan secara vertikal

Dari prosedur pemotongan tabung di atas, selanjutnya dapat dikembangkan beberapa bentuk modelisasi tabung dengan pemotongan tabung yang bermacam-macam dengan pengambilan nilai r , titik A, dan titik B yang berbeda. Hasilnya ditunjukkan pada (Gambar 4.21) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A.3).



Gambar 4.21 Variasi bentuk pemotongan tabung

4.2 Perangkaian Komponen Penyusun Botol Parfum pada Sumbu Pemodelan

Dari hasil perlakuan 4.1 selanjutnya untuk mendapatkan bentuk utuh botol parfyang tergabung secara kontinu maka pada bagian ini dilakukan perangkaian beberapa benda-benda dasar komponen botol parfum pada sumbu pemodelan botol parfum. Dalam hal ini terdapat tiga pilihan model sumbu pemodelan botol parfum yaitu model satu sumbu, model dua sumbu, dan model tiga sumbu. Pada model satu sumbu terdapat satu sumbu tegak vertikal, model dua sumbu terdapat sumbu vertikal dan horizontal yang saling tegak lurus, dan model tiga sumbu terdapat dua sumbu horizontal sejajar dan satu sumbu vertikal yang tegak lurus terhadap dua sumbu horizontal. Uraian detail dari permasalahan tersebut dijelaskan sebagai berikut.

4.2.1 Model Botol Parfum dengan Satu Sumbu Pemodelan

Misalkan diberikan sumbu vertikal \overline{OP} dengan koordinat titik-titik ujung $O(0,0,0)$ dan $P(0,0,t)$ sehingga t merupakan tinggi botol parfum. Untuk mendapatkan ukuran yang ideal, maka nilai t diambil dalam rentang $5 \text{ cm} \leq t \leq 15 \text{ cm}$ disesuaikan dengan volume botol parfum tersebut (Gambar 4.22a). Berdasarkan data tersebut dilakukan perangkaian model botol parfum dengan satu sumbu dijelaskan secara detail sebagai berikut.

- a. Bagi sumbu \overline{OP} menjadi 3 bagian segmen non homogen sebagai sumbu bagian badan, leher, dan tutup botol parfum dengan perbandingan tinggi masing-masing bagian $t_1 : t_2 : t_3$ dengan $t_1 = \mu_1 t$; $t_2 = \mu_2 t$; dan $t_3 = t - t_1 - t_2$, sehingga terdapat titik-titik $O(0,0,0)$, $Q_1(0,0,t_1)$, $Q_2(0,0,t_1+t_2)$, dan $P(0,0,t)$ pada sumbu \overline{OP} secara terurut dengan $0,5 \leq \mu_1 \leq 0,75$ dan $0,15 \leq \mu_2 \leq 0,3$. Perbandingan tinggi tersebut bertujuan untuk mendapatkan botol parfum yang secara keseluruhan proporsional (Gambar 4.22b).
- b. Isi bagian $\overline{OQ_1}$, $\overline{Q_1Q_2}$, dan $\overline{Q_2P}$ dengan benda-benda dasar komponen botol parfum hasil perlakuan subbab 4.1 dengan langkah pengisian sebagai berikut.
1. Untuk bagian $\overline{OQ_1}$, bangun prisma segiempat, bola atau tabung dengan tinggi $t_1 = \mu_1 t$ dan jari-jari $r_1 = \lambda_1 t_1$, $0,5 \leq \lambda_1 \leq 1,5$ dijelaskan sebagai berikut.
 - a) Prisma segiempat
 - a) bangun poligon segiempat dengan titik pusat O dan jari-jari r_1 ;
 - b) translasikan segiempat beraturan tersebut searah sumbu Z sejauh t_1 .
 - b) Bola

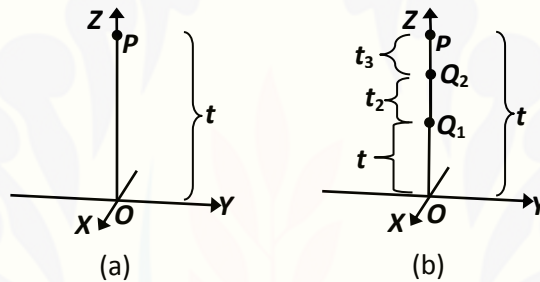
Bangun bola dengan titik pusat O dan jari-jari r_1 .
 - c) Tabung
 - a) bangun lingkaran dengan titik pusat O dan jari-jari r_1 menggunakan Persamaan (2.10);
 - b) translasikan lingkaran tersebut searah sumbu Z sejauh t_1 menggunakan Persamaan (2.11).
 2. Lakukan deformasi pada benda dasar hasil langkah (b.1) dengan ketentuan sebagai berikut.
 - a) untuk benda dasar prisma segiempat, lakukan deformasi menggunakan alternatif lengkung sisi tegak, memotong dengan bidang miring, memotong 3 bidang yang berbeda, dan membangun permukaan lengkung pada hasil potongan prisma (Gambar 4.23a) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.1);

- b) untuk benda dasar bola, lakukan deformasi dengan teknik pemotongan dengan cara vertikal, horizontal, dan vertikal horizontal (Gambar 4.23b) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.1);
- c) untuk benda dasar tabung, lakukan deformasi menggunakan teknik membangun permukaan lengkung dan memotong tabung dengan bidang vertikal (Gambar 4.23c) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.1).
3. Untuk bagian $\overline{Q_1Q_2}$, bangun prisma atau tabung dengan tinggi $t_2 = \mu_2 t$ dan jari-jari $r_2 = \lambda_2 t_2$, $1 \leq \lambda_2 \leq 2$, dijelaskan sebagai berikut.
- Prisma segiempat
 - Bangun poligon segiempat dengan titik pusat O dan jari-jari r_2 ;
 - translasikan segiempat beraturan tersebut searah sumbu Z sejauh t_2 .
 - tabung
 - bangun lingkaran dengan titik pusat Q_1 dan jari-jari r_2 menggunakan Persamaan (2.10);
 - translasikan lingkaran tersebut searah sumbu Z sejauh t_2 menggunakan Persamaan (2.11).
4. Lakukan deformasi pada benda dasar hasil langkah (b.3) dengan ketentuan sebagai berikut.
- Untuk prisma lakukan deformasi dengan membangun lengkung sisi tegak (Gambar 4.24a) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.1);
 - untuk tabung lakukan alternatif membangun permukaan lengkung (Gambar 4.24b) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.1).
5. Untuk bagian $\overline{Q_2P}$, bangun bola atau tabung dengan tinggi $t_3 = t - t_1 - t_2$ dan jari-jari $r_3 = \lambda_3 t_3$, $1 \leq \lambda_3 \leq 2$, dijelaskan sebagai berikut.

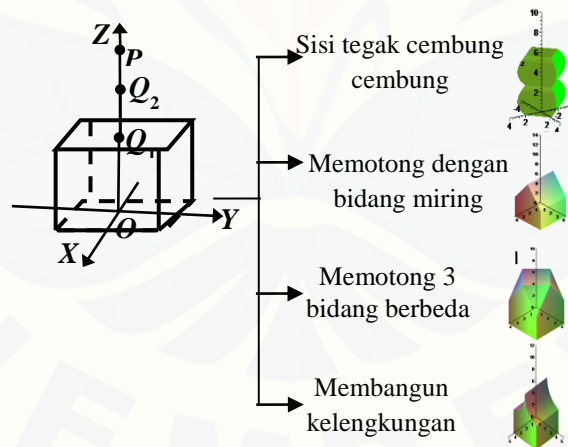
- a) Bola
Bangun bola dengan titik pusat Q_2 dan jari-jari r_3 .
- b) tabung
 - 1) bangun lingkaran dengan titik pusat Q_2 dan jari-jari r_3 menggunakan Persamaan (2.10);
 - 2) translasikan lingkaran tersebut searah sumbu Z sejauh t_3 menggunakan Persamaan (2.11).
6. Lakukan deformasi bola atau tabung hasil langkah (b.5) dengan ketentuan sebagai berikut.
 - a) untuk benda dasar bola, lakukan deformasi menggunakan alternatif memotong dengan vertikal dan bidang horizontal (Gambar 4.25a) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.1);
 - b) untuk benda dasar tabung, lakukan modifikasi dengan membangun permukaan lengkung (Gambar 4.25b) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.1).
- c. Gabungkan ketiga bagian botol parfum dengan membangun bidang batas antara dua komponen berdekatan dengan prosedur sebagai berikut (Gambar 4.26a) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.1).
 1. Tetapkan lingkaran atau poligon segiempat beraturan tutup atas bagian badan dengan jari-jari r_1 sebagai kurva batas $C_1(u)$.
 2. Tetapkan lingkaran atau poligon segiempat beraturan tutup bawah bagian leher dengan jari-jari r_2 sebagai kurva batas $C_2(u)$.
 3. Bangun bidang batas antara $C_1(u)$ dan $C_2(u)$ dengan interpolasi linier menggunakan persamaan (2.6).
 4. Lakukan langkah (1) sampai (3) untuk membangun bidang batas antara bagian leher dan tutup botol parfum dengan jari-jari r_2 dan r_3 .

d. Bangun bidang tutup atas dan tutup bawah botol parfum dengan prosedur sebagai berikut (Gambar 4.26b) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.1).

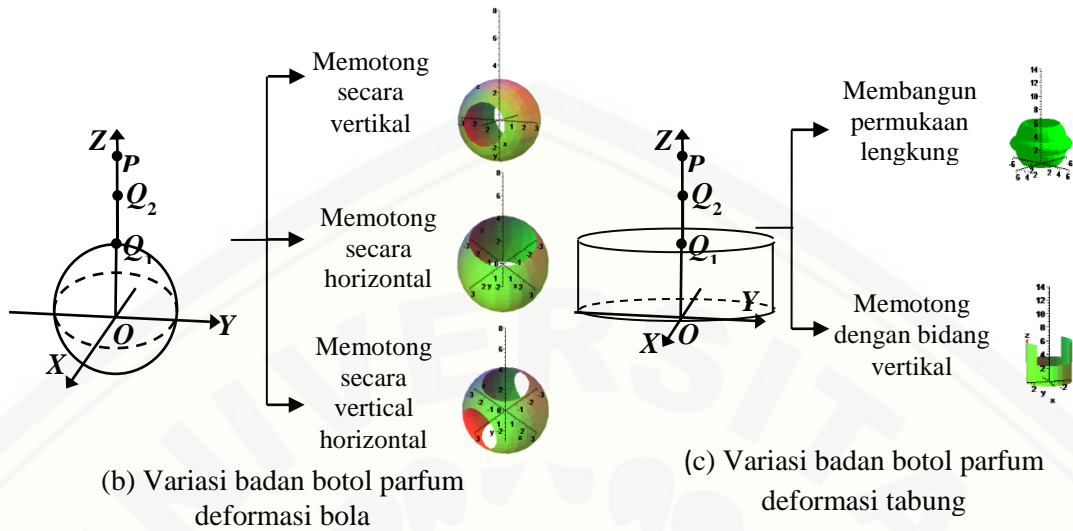
1. Tetapkan lingkaran atau poligon segiempat tutup bawah bagian badan dengan jari-jari r_1 sebagai kurva batas $C_1(u)$.
2. Bangun bidang tutup bawah menggunakan persamaan (2.6) dengan titik Q_1 sebagai $C_2(u)$.
3. Lakukan langkah (1) dan (2) untuk membangun bidang tutup atas botol parfum.



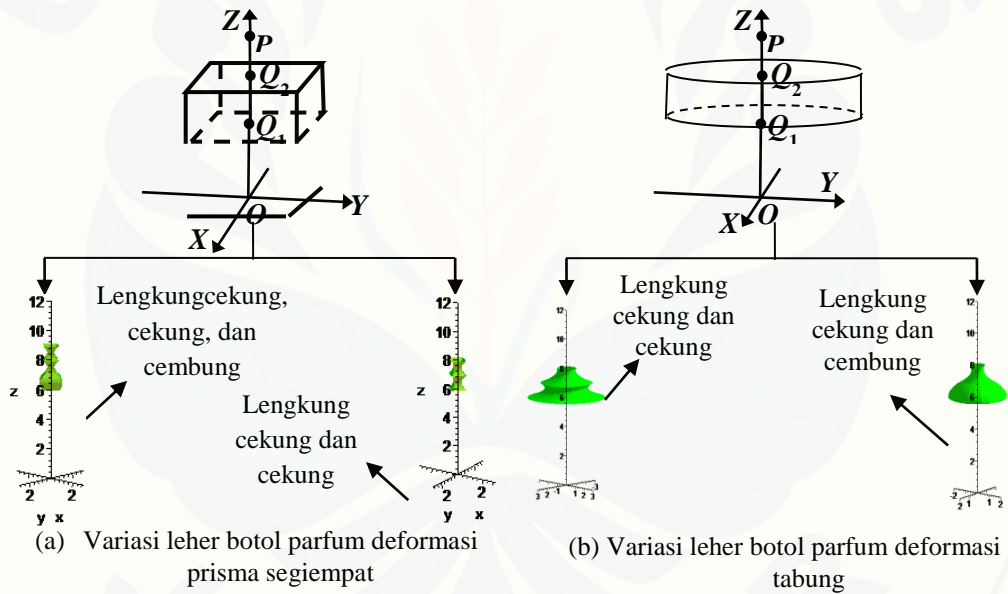
Gambar 4.22 Sumbu tegak botol parfum



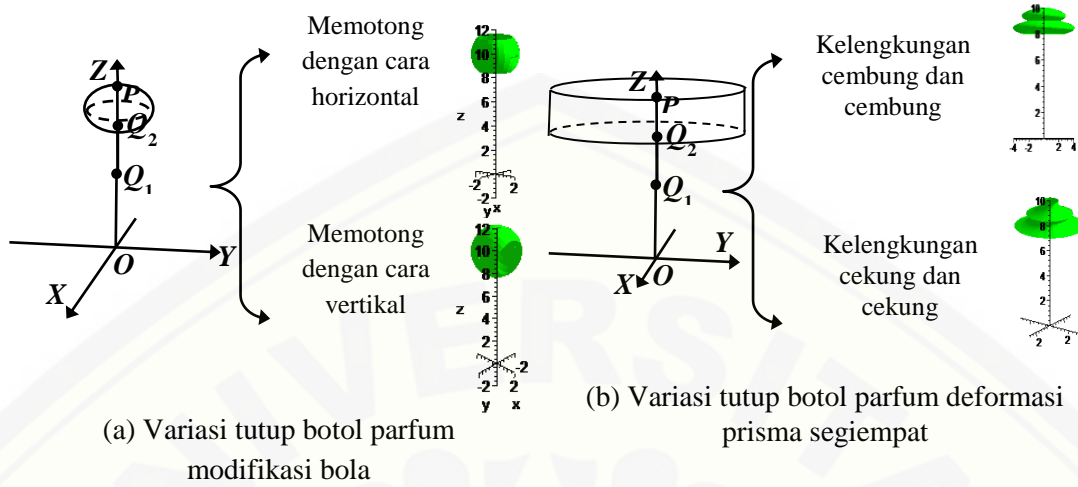
(a) Variasi badan botol parfum deformasi prisma segienam beraturan



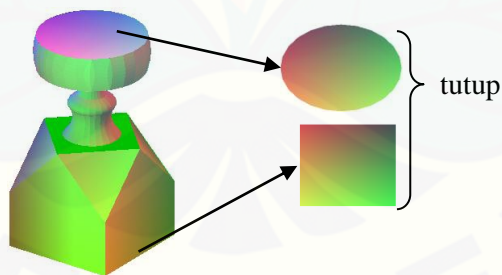
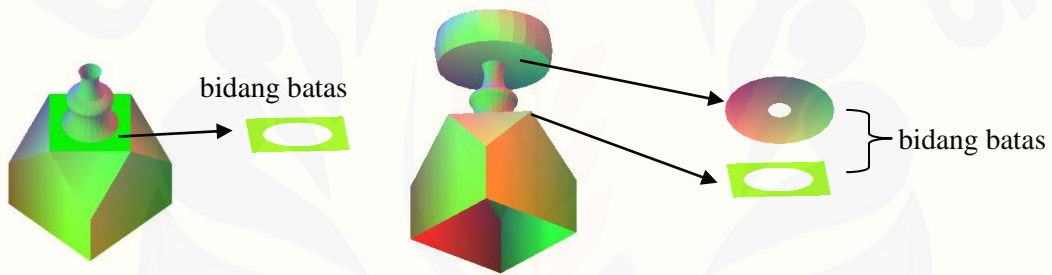
Gambar 4.23 Variasi badan botol parfum



Gambar 4.24 Variasi leher botol parfum



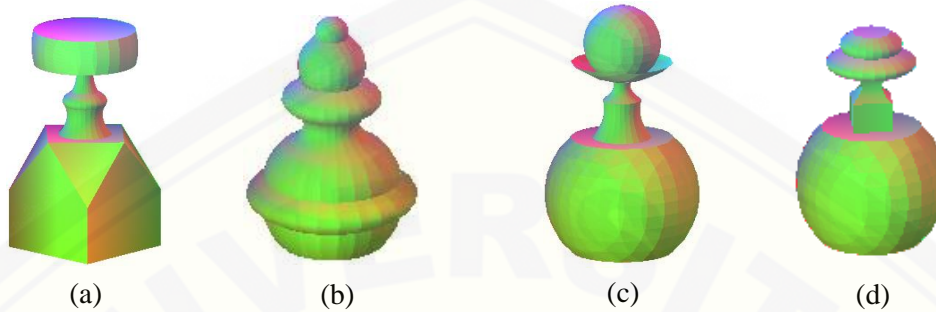
Gambar 4.25 Variasi tutup botol parfum



Gambar 4.26 Contoh rangkaian botol parfum dengan satu sumbu pemodelan

Berikut disajikan beberapa contoh hasil visualisasi desain botol parfum satu sumbu dengan beberapa variasi kombinasi benda-benda dasar komponen botol

parfum menggunakan *software* Maple 13 seperti pada Gambar 4.26 di bawah ini (Lampiran B.1).



Gambar 4.27 Beberapa visualisasi model botol parfum dengan satu sumbu pemodelan

4.2.1 Model botol parfum dengan Dua Sumbu Pemodelan

Misalkan diberikan sumbu vertikal \overline{OP} dan sumbu horizontal \overline{QR} . Pada umumnya tinggi sumbu vertikal (t) dan panjang sumbu horizontal (l) adalah $5 \text{ cm} \leq t \leq 10 \text{ cm}$ dan $l = 2t$ sehingga diperoleh koordinat titik-titik ujung $O(0,0,0)$, $P(0,0,t)$, $Q(0,-t,t)$, dan $R(0,t,t)$ (Gambar 4.28a). Berdasarkan data tersebut dilakukan perangkaian model botol parfum dengan dua sumbu yang dijelaskan secara detail sebagai berikut.

- a. Bagi sumbu \overline{OP} menjadi 2 bagian segmen non homogen sebagai sumbu bagian alas dan penyangga botol parfum dengan perbandingan tinggi masing-masing bagian $t_1 : t_2 : t_3$ dengan $t_1 = \mu_1 t$, $t_2 = \mu_2 t$, $t_3 = t - t_1 - t_2$ dan $0,5 \leq \mu_1 \leq 0,75$ dan $0,25 \leq \mu_2 \leq 0,5$ sehingga terdapat titik-titik $O(0,0,0)$, $Q_1(0,0,t_1)$, $Q_2(0,0,t_2)$, dan $P(0,0,t)$ pada sumbu \overline{OP} secara terurut (Gambar 4.28b).
- b. Isi bagian $\overline{OQ_1}$, $\overline{Q_1Q_2}$ dan $\overline{Q_2P}$ dengan benda-benda dasar komponen botol parfum hasil perlakuan subbab 4.1 dengan langkah pengisian sebagai berikut.
 1. Untuk bagian $\overline{OQ_1}$, bangun prisma atau bola dengan tinggi $t_1 = \mu_1 t$ dan jari-jari $r_1 = \lambda_1 t_1$, $1 \leq \lambda_1 \leq 2$, dijelaskan sebagai berikut.
 - a) Prisma
 - 1) bangun poligon segiempat dengan titik pusat O dan jari-jari r_1 ;

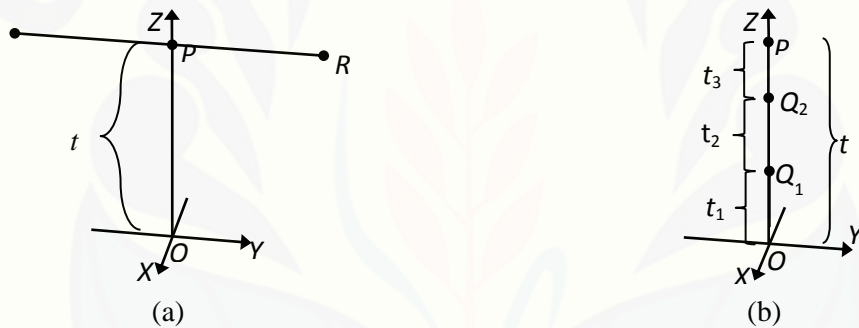
- 2) translasikan segiempat tersebut searah sumbu Z sejauh t_1 .
 - b) bola
bangun bola dengan titik pusat O dan jari-jari r_1 .
2. Lakukan deformasi pada benda dasar hasil langkah (b.1) dengan ketentuan sebagai berikut.
 - a) Untuk benda dasar prisma, lakukan deformasi dengan alternatif lengkung sisi tegak, memotong bidang miring, dan memotong 3 bidang berbeda (Gambar 4.29a) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2).;
 - b) Untuk benda dasar bola, lakukan deformasi dengan cara memotong secara vertikal, horizontal, dan vertikal horizontal (Gambar 4.29b) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2);
 3. Untuk bagian $\overline{Q_1 Q_2}$ bangun prisma atau tabung dengan tinggi $t_2 = t - t_1$ dan jari-jari $r_2 = \lambda_2 t_2$, $0.25 \leq \lambda_2 \leq 0.75$, dijelaskan sebagai berikut.
 - a) Prisma
 - 1) bangun poligon segiempat dengan titik pusat Q_1 dan jari-jari r_2 ;
 - 2) translasikan segiempat tersebut searah sumbu Z sejauh t_2 .
 - b) Tabung
 - 1) bangun lingkaran dengan titik pusat Q_1 dan jari-jari r_2 menggunakan Persamaan (2.10);
 - 2) translasikan lingkaran tersebut searah sumbu Z sejauh t_2 menggunakan Persamaan (2.11).
 4. Lakukan deformasi pada benda dasar hasil langkah (b.3) menggunakan alternatif sebagai berikut (Gambar 4.30) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2).
 - a) Untuk benda dasar prisma, lakukan deformasi dengan alternatif lengkung sisi tegak (Gambar 4.30a) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2);

- b) Untuk benda dasar tabung lakukan deformasi dengan membangun kelengkungan (Gambar 4.30b) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2).
5. Untuk bagian $\overline{Q_2P}$, bangun prisma atau bola dengan tinggi $t_3 = t - t_1 - t_2$ dan jari-jari $r_3 = \lambda_2 t_2$, $0.5 \leq \lambda_2 \leq 1$, dijelaskan sebagai berikut.
- a) Prisma
- 1) bangun poligon segiempat dengan titik pusat Q_2 dan jari-jari r_3 ;
 - 2) translasikan poligonsegiempat tersebut searah sumbu Z sejauh t_3 .
- b) Bola
- Bangun bola dengan titik pusat Q_2 dan jari-jari $r_3 = t_3$.
6. Lakukan deformasi pada benda dasar hasil langkah (b.5) menggunakan alternatif sebagai berikut (Gambar 4.31).
- a) Untuk benda dasar prisma lakukan deformasi dengan cara memotong dengan bidang miring dan memotong 3 bidang berbeda (Gambar 4.31a) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2);
- b) Untuk benda dasar bola lakukan deformasi dengan pemotongan secara vertikal, horizontal, dan vertikal horizontal (Gambar 4.31b) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2).
- c. Untuk sumbu \overline{QR} , bangun prisma, bola atau tabung dengan jari-jari $r_3 = \lambda_3 l$ dan $0.15 \leq \lambda_3 \leq 0.5$, dijelaskan sebagai berikut (Gambar 4.32) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2).
1. Prisma
 - a) bangun poligon segiempat beraturan dengan titik pusat Q , jari-jari r_3
 - b) translasikan segiempat tersebut searah sumbu Y sejauh l .
 2. bola
bangun bola dengan titik pusat Q dan jari-jari r_3 .
 3. tabung

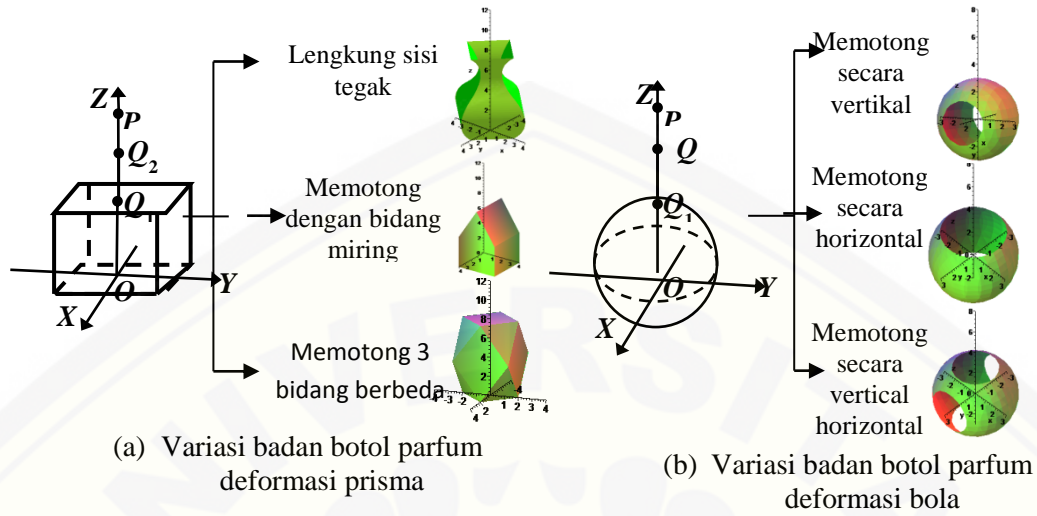
- a) bangun lingkaran dengan titik pusat Q , jari-jari r_3 menggunakan Persamaa (2.10);
 - b) translasikan lingkaran tersebut searah sumbu Y sejauh l menggunakan Persamaa (2.11).
3. Lakukan deformasi prisma, bola atau tabung hasil langkah (c.1), (c.2) atau (c.3) dengan ketentuan sebagai berikut.
- a) untuk benda dasar prisma, lakukan deformasi menggunakan alternatif lengkung sisi tegak, memotong dengan bidang miring (Gambar 4.32a) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2);
 - b) untuk benda dasar bola, lakukan modifikasi dengan memotong secara vertikal, horizontal, dan vertikal horizontal (Gambar 4.32b) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2);
 - c) untuk benda dasar tabung, lakukan deformasi dengan cara membangun permukaan lengkung (Gambar 4.32c) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2).
- d. Gabungkan ketiga bagian botol parfum dengan membangun bidang batas antara dua komponen berdekatan dengan prosedur sebagai berikut (Gambar 4.33a) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2).
1. Tetapkan lingkaran atau poligon segiempat beraturan tutup atas bagian badan dengan jari-jari r_1 sebagai kurva batas $C_1(u)$.
 2. Tetapkan lingkaran atau poligon segiempat beraturan tutup bawah bagian leher dengan jari-jari r_2 sebagai kurva batas $C_2(u)$.
 3. Bangun bidang batas antara $C_1(u)$ dan $C_2(u)$ dengan interpolasi linier menggunakan persamaan (2.6).
 4. Lakukan langkah (1) sampai (3) untuk membangun bidang batas antara bagian leher dan tutup botol parfum dengan jari-jari r_2 dan r_3 .

e. Bangun bidang tutup atas dan tutup bawah botol parfum dengan prosedur sebagai berikut (Gambar 4.33b) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.2).

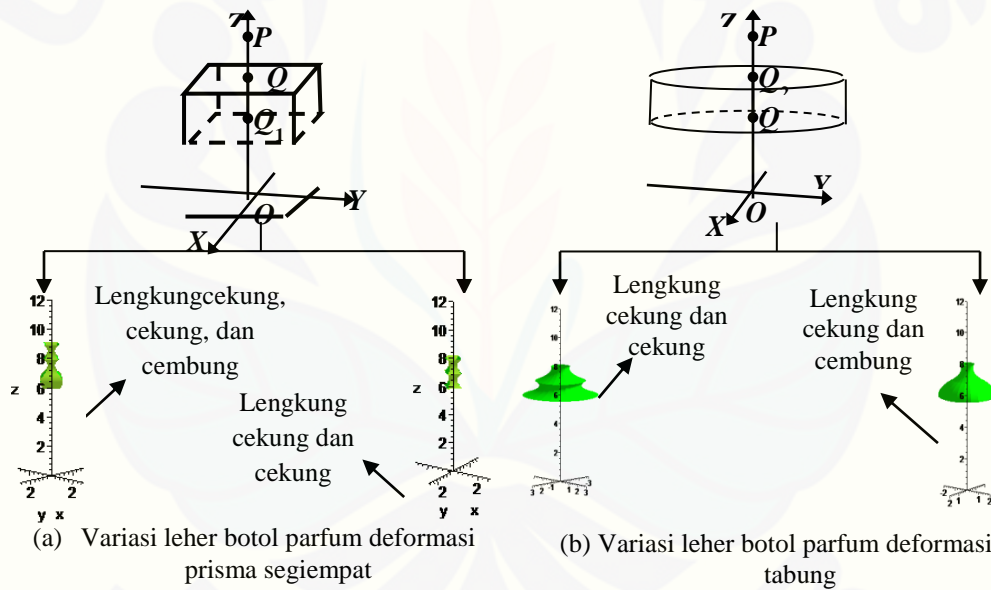
1. Tetapkan lingkaran atau poligon segiempat tutup bawah bagian badan dengan jari-jari r_1 sebagai kurva batas $C_1(u)$.
2. Bangun bidang tutup bawah menggunakan persamaan (2.6) dengan titik Q_1 sebagai $C_2(u)$.
3. Tetapkan lingkaran atau setengah poligon segiempat pada tutup bagian tutup botol dengan jari-jari r_3 sebagai kurva batas $C_1(u)$.
4. Bangun bidang tutup pada kedua sisi tutup botol parfum menggunakan persamaan (2.6) dengan titik Q dan R berturut-turut sebagai $C_2(u)$.



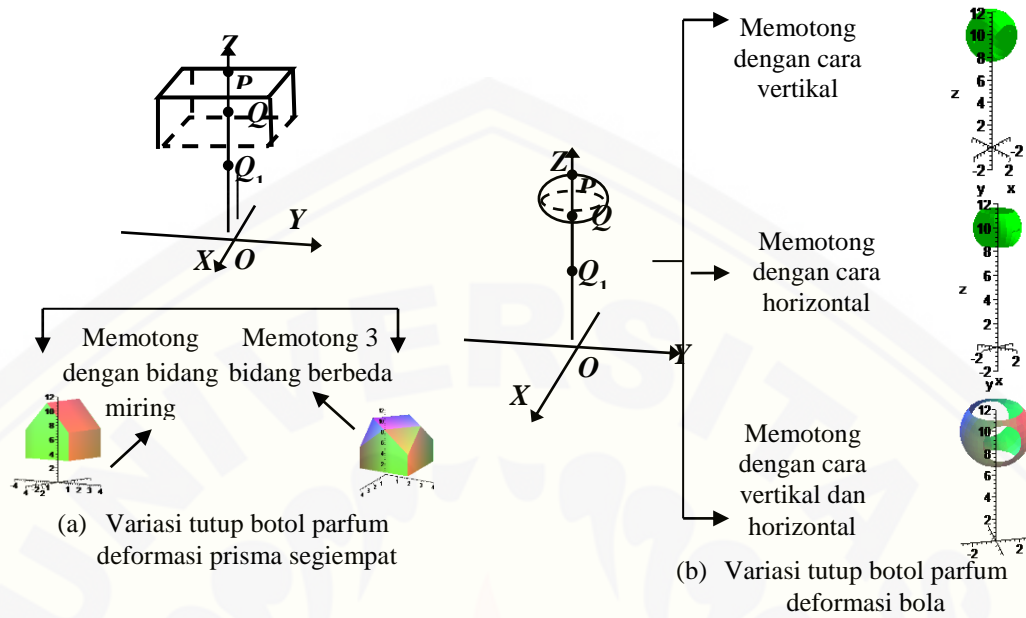
Gambar 4.28 Dua sumbu botol parfum dan pembagiannya



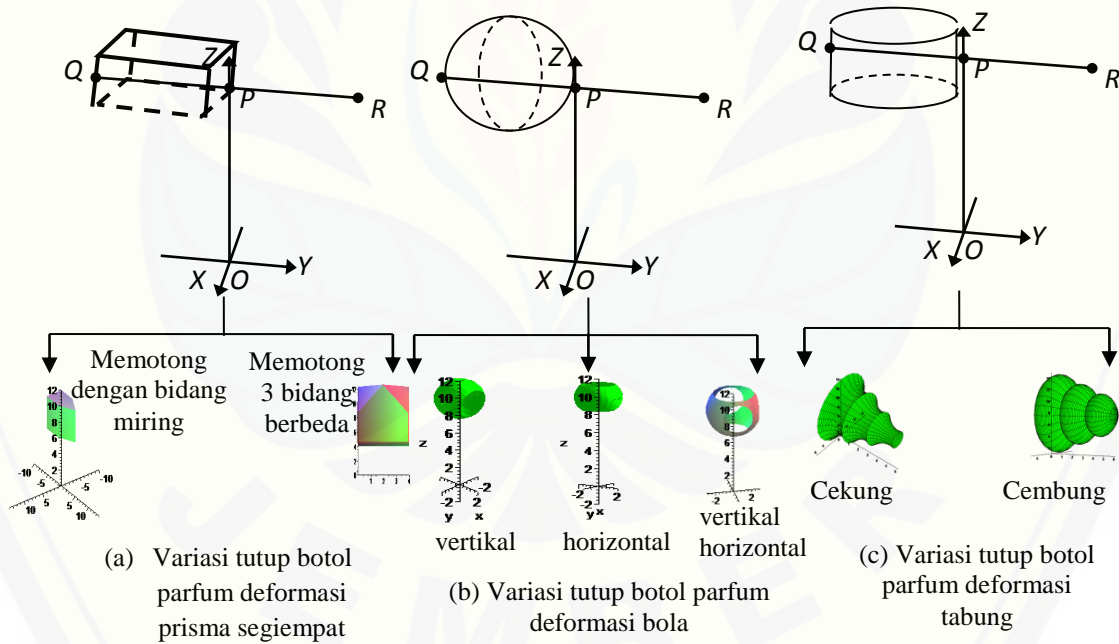
Gambar 2.29 Variasi badan botol parfum



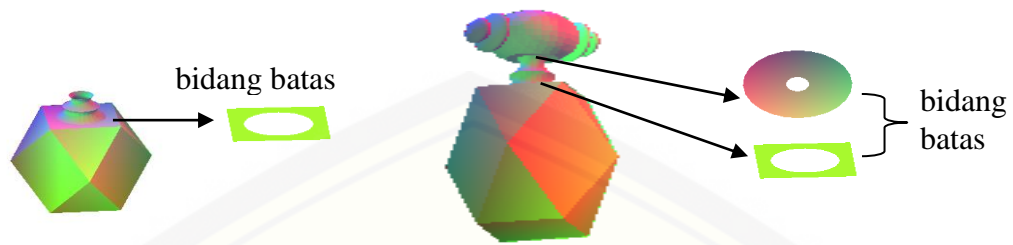
Gambar 4.30 Variasi leher botol parfum



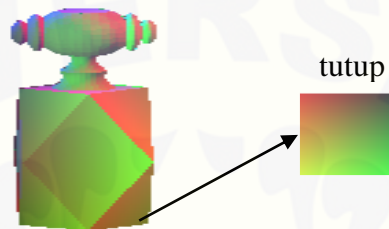
Gambar 4.31 Variasi tutup botol parfum



Gambar 4.32 Variasi tutup samping botol parfum

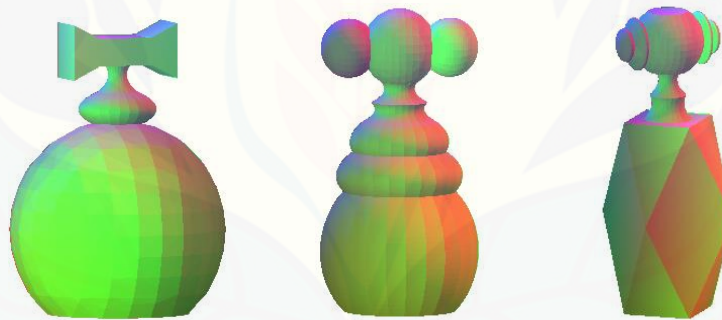


(a) Bidang batas antara komponen botol parfum



(b) Bidang tutup atas dan tutup bawah botol parfum

Gambar 4.33 Contoh rangkaian botol parfum dengan dua sumbu pemodelan



Gambar 4.34 Beberapa visualisasi botol parfum dengan 2 sumbu pemodelan

4.2.2 Model botol parfum dengan Tiga Sumbu Pemodelan

Misalkan diberikan dua sumbu horizontal \overline{PQ} dan \overline{RS} serta sumbu vertikal \overline{OT} . Pada umumnya tinggi sumbu vertikal (t) dan panjang sumbu horizontal (l) dan (p) adalah $5\text{cm} \leq t \leq 15\text{cm}$ dan $l=p = 0.5t$ sehingga diperoleh koordinat titik-titik ujung $P(0, -\frac{1}{2}l, 0)$, $Q(0, \frac{1}{2}l, 0)$, $R(0, \frac{1}{2}p, 0)$, $S(0, -\frac{1}{2}p, 0)$, $T(0, 0, t)$, dan $O(0, 0, 0)$ dengan

(Gambar 4.35a). Berdasarkan data tersebut dilakukan perangkaian model botol parfum dengan tiga sumbu yang dijelaskan secara detail sebagai berikut.

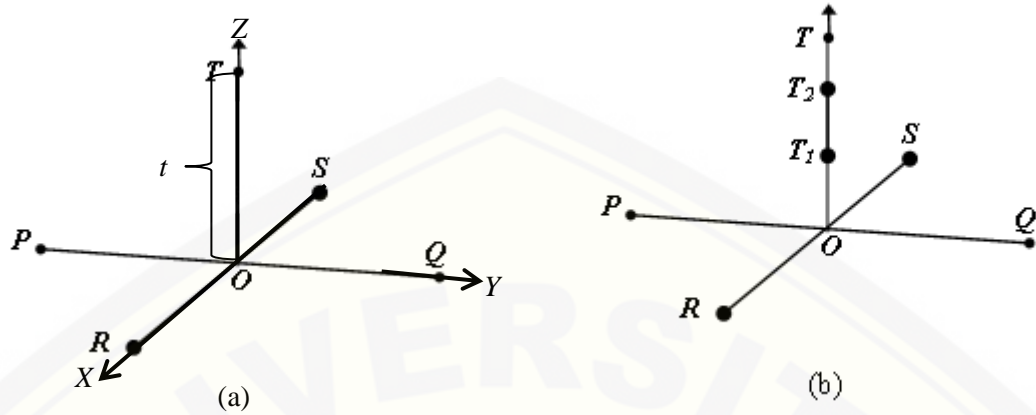
- a. Bagi sumbu \overline{OT} menjadi 3 bagian segmen non homogen sebagai sumbu bagian badan, leher dan tutup botol parfum dengan perbandingan tinggi masing-masing bagian $t_1 : t_2 : t_3$ dengan $t_1 = \mu_1 t$, $t_2 = \mu_2 t$, $t_3 = t - t_1 - t_2$ dan $0,3 \leq \mu_1 \leq 0,6$ dan $0,15 \leq \mu_2 \leq 0,4$ sehingga terdapat titik-titik $O(0,0,0)$, $T_1(0,0,t_1)$, $T_2(0,0,t_2)$ dan $T(0,0,t)$ pada sumbu \overline{OT} secara terurut (Gambar 4.35b).
- b. Isi bagian $\overline{OT_1}$, T_1T_2 dan $\overline{T_2T}$ dengan benda-benda dasar komponen botol parfum hasil perlakuan subbab 4.1 dengan langkah pengisian sebagai berikut.
 1. Untuk bagian $\overline{OT_1}$, bangun prisma atau bola dengan tinggi $t_1 = \mu_1 t$ dan jari-jari $r_1 = \lambda_1 t_1$, $0,5 \leq \lambda_1 \leq 1$, dijelaskan sebagai berikut.
 - a) Prisma
 - 1) bangun poligon segiempat dengan titik pusat O dan jari-jari r_1 ;
 - 2) translasikan segiempat tersebut searah sumbu Z sejauh t_1 .
 - b) bola

bangun bola dengan titik pusat O dan jari-jari r_1 .
 2. Lakukan deformasi pada benda dasar hasil langkah (b.1) dengan ketentuan sebagai berikut.
 - a) untuk benda dasar prisma, lakukan deformasi menggunakan teknik lengkung sisi tegak, memotong dengan bidang miring atau memotong 3 bidang berbeda;
 - b) untuk benda dasar bola, lakukan deformasi dengan memotong secara vertikal atau horizontal;
 3. Untuk bagian T_1T_2 bangun prisma atau tabung dengan tinggi $t_2 = \mu_2 t$ dan jari-jari $r_2 = \lambda_2 t_2$, $0,25 \leq \lambda_2 \leq 0,75$, dijelaskan sebagai.
 - a) Prisma
 - 1) bangun poligon segiempat dengan pusat di T_1 dengan jari-jari r_2 ;
 - 2) translasikan segiempat tersebut searah sumbu Z sejauh t_2 .

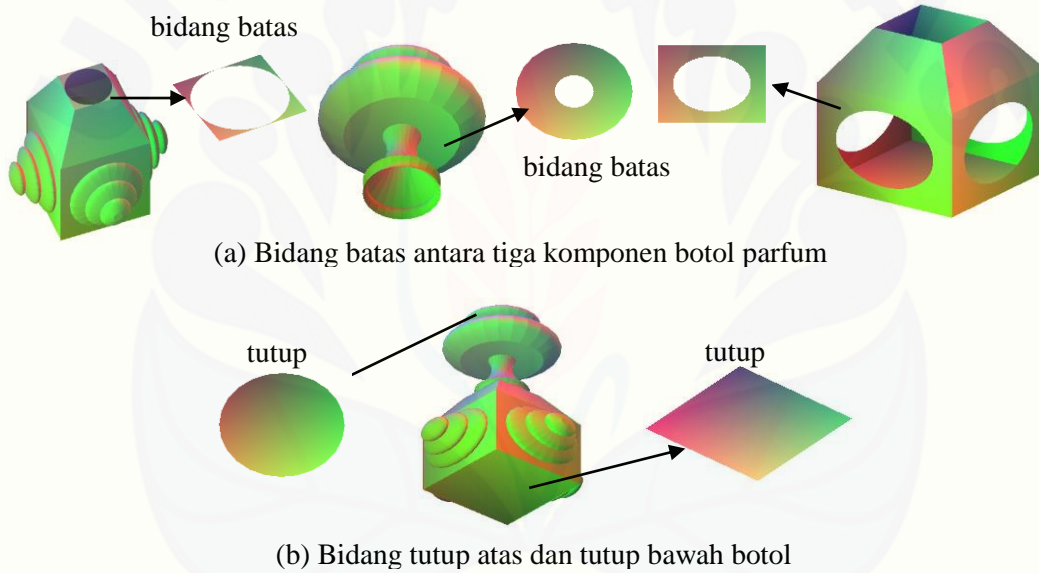
- b) Tabung
- 1) bangun lingkaran dengan pusat di T_1 dengan jari-jari r_2 menggunakan Persamaan (2.10);
 - 2) translasikan lingkaran tersebut searah sumbu Z sejauh t_2 menggunakan Persamaan (2.11).
4. Lakukan deformasi pada benda dasar hasil langkah (b.3) dengan ketentuan sebagai berikut.
- a) Untuk benda dasar prisma, lakukan deformasi dengan alternatif lengkung sisi tegak;
 - b) Untuk benda dasar tabung, lakukan deformasi dengan membangun permukaan lengkung.
5. $\overline{T_2T}$, bangun prisma, bola atau tabung dengan tinggi $t_3 = t - t_1 - t_2$ dan jari-jari $r_3 = \lambda_3 t_3$, $0.25 \leq \lambda_3 \leq 1$, dijelaskan sebagai berikut.
- a) Prisma
 - 1) Bangun poligon segiempat dengan titik pusat T_2 dan jari-jari r_3 ;
 - 2) translasikan segienam beraturan tersebut searah sumbu Z sejauh t_3 .
 - b) bola
bangun bola dengan pusat T_2 dan jari-jari r_3 .
 - c) Tabung
 - 1) bangun lingkaran dengan titik pusat T_2 dan jari-jari r_3 dengan menggunakan Persamaan (2.10);
 - 2) translasikan lingkaran tersebut searah sumbu Z sejauh t_3 dengan menggunakan Persamaan (2.11).
6. Lakukan deformasi pada prisma atau tabung hasil langkah (b.5) menggunakan alternative sebagai berikut.
- a) untuk benda dasar prisma, lakukan deformasi menggunakan teknik lengkung sisi tegak, memotong dengan bidang miring atau memotong 3 bidang berbeda;

- b) untuk benda dasar bola, lakukan deformasi dengan alternative memotong bola secara vertikal, horizontal, dan vertikal horizontal;
- c) untuk benda dasar tabung, lakukan deformasi dengan membangun permukaan lengkung.
- c. Bagi sumbu \overline{PQ} menjadi 2 bagian segmen sebagai sumbu bagian badan botol kanan dan kiri dengan perbandingan panjang masing-masing bagian $l_1 : l_2$ dengan $l_1 = l_2$ sehingga terdapat titik-titik $P(0, -\frac{1}{2}l, t)$, $O(0,0,0)$, dan $Q(0, \frac{1}{2}l_2, 0)$ pada sumbu \overline{PQ} secara terurut.
1. Isi bagian \overline{PO} dan \overline{OQ} dengan benda-benda dasar komponen botol parfum hasil perlakuan subbab 4.1 dengan langkah pengisian sebagai berikut.
 - a) Untuk bagian \overline{PO} , bangun prisma, bola atau tabung dengan jari-jari $r_4 = \lambda_4 l_1$ dan $0,25 \leq \lambda_4 \leq 0,5$, dijelaskan sebagai berikut.
 - 1) Prisma
 - i. bangun poligon segiempat dengan titik pusat P dan jari-jari r_4 ;
 - ii. translasikan segiempat tersebut searah sumbu Y sejauh l_1 .
 - 2) Bangun bola dengan titik pusat P dengan jari-jari r_3 ;
 - 3) Tabung
 - i. bangun lingkaran dengan titik pusat P dan jari-jari r_3 menggunakan persamaan (2.10);
 - ii. translasikan lingkaran tersebut searah sumbu Y sejauh l_1 menggunakan persamaan (2.11).
 - b) Lakukan deformasi bola atau tabung menggunakan teknik sebagai berikut.
 - 1) Untuk benda dasar prisma, lakukan deformasi dengan alternatif memotong prisma dengan bidang miring, potongan 3 bidang berbeda dan membangun permukaan lengkung hasil potongan prisma.
 - 2) Untuk benda dasar bola, lakukan deformasi dengan teknik pemotongan secara vertikal, horizontal atau vertikal horizontal;

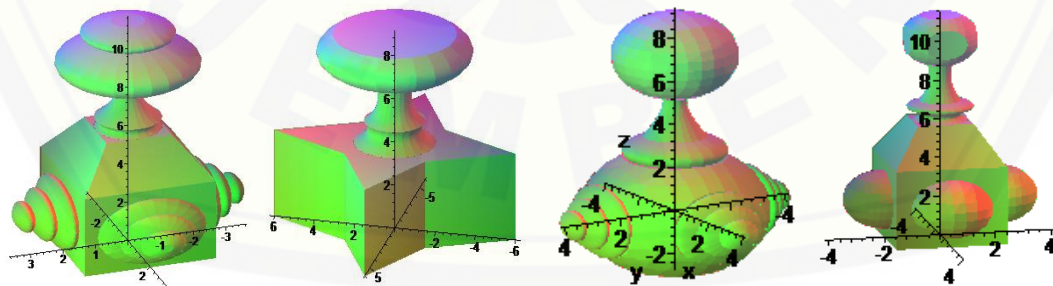
- 3) Untuk benda dasar tabung, lakukan deformasi dengan alternatif membangun permukaan lengkung.
2. Untuk bagian \overline{OQ} , lakukan perlakuan (c.1.(a)) dan (c.1.(b)) selanjutnya rotasikan perlakuan tersebut sebesar 180^0 ke arah sumbu Y.
3. Untuk sumbu RS lakukan seperti langkah (c.1) dan (c.2).
- d. Gabungkan ketiga bagian botol parfum dengan membangun bidang batas antara dua komponen berdekatan dengan prosedur sebagai berikut (Gambar 4.36a) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.3).
 1. Tetapkan lingkaran atau poligon segiempat beraturan tutup atas bagian badan dengan jari-jari r_1 sebagai kurva batas $C_1(u)$.
 2. Tetapkan lingkaran atau poligon segiempat beraturan tutup bawah bagian leher dengan jari-jari r_2 sebagai kurva batas $C_2(u)$.
 3. Bangun bidang batas antara $C_1(u)$ dan $C_2(u)$ dengan interpolasi linier menggunakan persamaan (2.6).
 4. Lakukan langkah (a) sampai (c) untuk membangun bidang batas antara bagian penyangga dan kepala botol parfum dengan jari-jari r_2 dan r_3 dan membangun bidang batas antara badan bagian tengah dan pinggir.
- e. Bangun bidang tutup atas dan tutup bawah botol parfum dengan prosedur sebagai berikut (Gambar 4.36b) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran B.3).
 1. Tetapkan lingkaran atau poligon segiempat beraturan tutup bawah bagian alas dengan jari-jari r_1 sebagai kurva batas $C_1(u)$.
 2. Bangun bidang tutup bawah menggunakan persamaan (2.6b) dengan titik Q_1 sebagai $C_2(u)$.
 3. Tetapkan setengah lingkaran atau setengah poligon segiempat beraturan pada tutup bagian kepala botol parfum dengan jari-jari r_3 sebagai kurva batas $C_1(u)$.
 4. Bangun bidang tutup pada kedua sisi tutup botol parfum menggunakan persamaan (2.6) dengan titik Q dan R berturut-turut sebagai $C_2(u)$.



Gambar 4.35 Tiga sumbu pemodelan botol parfum



Gambar 4.36 Contoh rangkaian botol parfum dengan tiga sumbu pemodelan



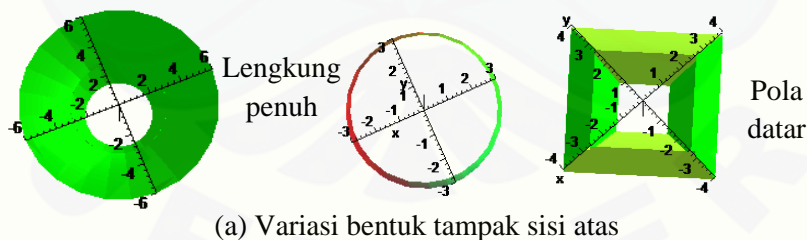
Gambar 4.37 Beberapa visualisasi model botol parfum dengan tiga sumbu pemodelan

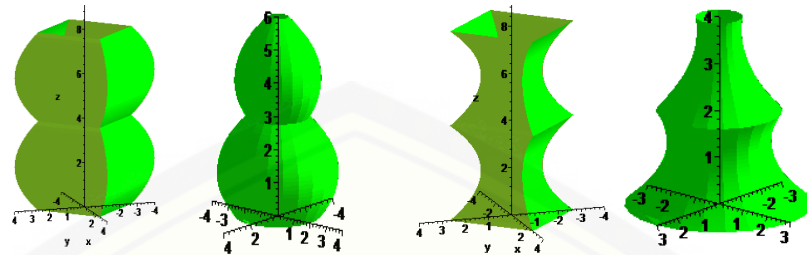
4.3 Pembahasan

Pada bagian ini dibahas mengenai evaluasi prosedur modelisasi komponen penyusun botol parfum dan perangkaian komponen penyusun botol parfum tersebut pada tiga jenis sumbu pemodelan. Masing-masing prosedur modelisasi tersebut telah dibahas pada subbab 4.1 dan 4.2. Uraian detailnya dijelaskan sebagai berikut.

a. Prosedur deformasi dapat menghasilkan bentuk komponen botol parfum menjadi lebih bervariasi. Pada sisi atas komponen hasil deformasi menghasilkan tiga alternatif yaitu lengkung penuh dan pola datar (Gambar 4.38a) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A). Pada sisi sampingnya menghasilkan dua alternatif yaitu permukaan cekung dan permukaan cembung (Gambar 4.38b) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A1). Pada deformasi prisma menghasilkan bentuk permukaan komponen yang berelief (Gambar 4.38c) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A1). Selain itu, beberapa kemudahan lainnya diberikan sebagai berikut.

1. Pemberian nilai-nilai parameter r dan t , dapat menghasilkan ukuran jari-jari dan tinggi komponen penyusun botol parfum. Contohnya pada Gambar 4.39a dihasilkan volume komponen botol parfum yang berbeda.

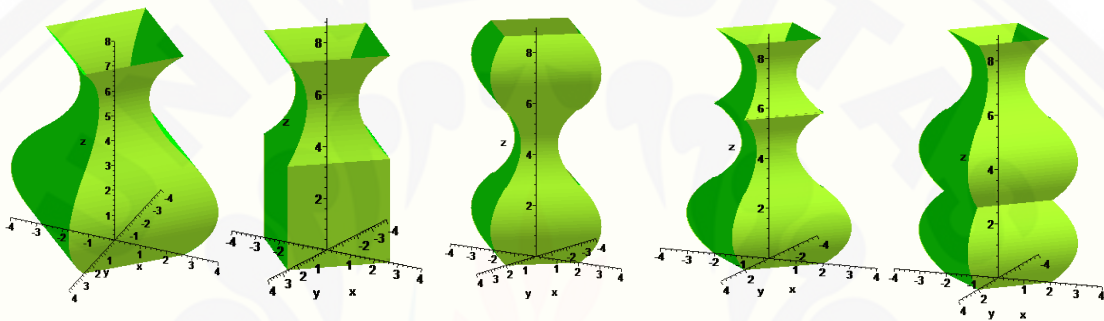




Lengkung cembung

Lengkung cekung

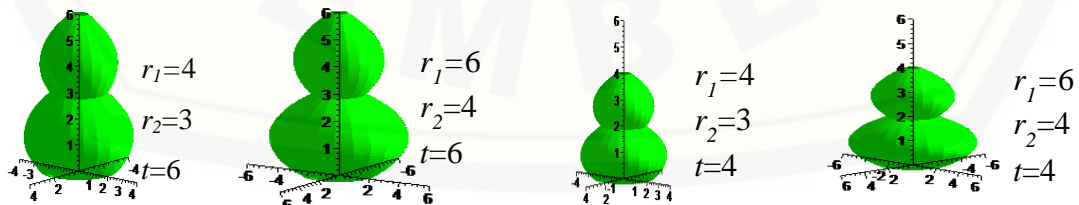
(b) Variasi bentuk tampak samping



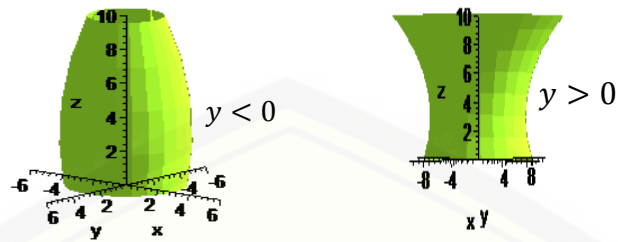
(c) Variasi model prisma lengkung sisi tegak

Gambar 4.38 Variasi bentuk komponen botol parfum hasil teknik deformasi

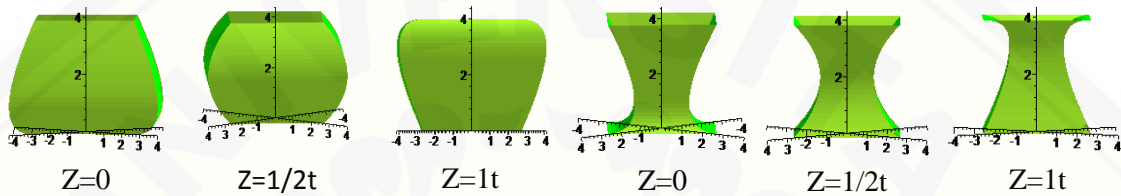
2. Pemberian nilai vektor singgung kurva Hermit pada $p''(1)$ dalam persamaan (4.6) dapat menghasilkan permukaan cembung ($y < 0$) dan permukaan cekung ($y > 0$) (Gambar 4.39b) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A.3).
3. Pemberian nilai titik kontrol kelengkungan pada Q dalam Persamaan (4.2) dapat menghasilkan variasi bentuk lengkungan pada lengkung sisi (Gambar 4.39c) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A1).



(a) Variasi r dan t untuk komponen botol parfum



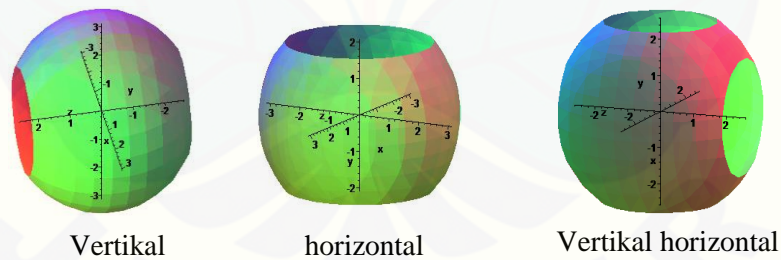
(b) Variasi r dan t untuk komponen botol parfum



(c) Variasi r dan t untuk komponen botol parfum

Gambar 4.39 Variasi r , titik kontrol dan vektor singgung untuk komponen botol parfum

b. Prosedur modifikasi bola dengan pemotongan bidang memberikan tiga alternatif cara pemotongan yaitu pemotongan secara vertikal, pemotongan secara horizontal, dan potongan secara vertikal horizontal sehingga mendapatkan beragam bentuk potongan bola (Gambar 4.39) dan untuk validasi programasi teknik tersebut ditunjukkan pada (Lampiran A3).

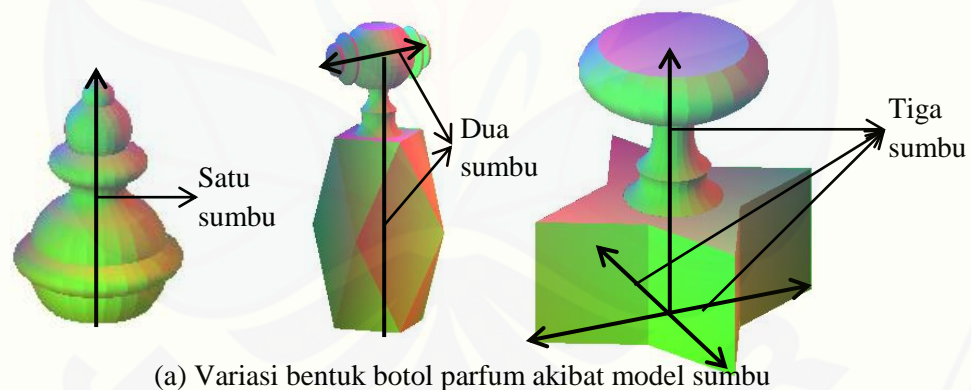


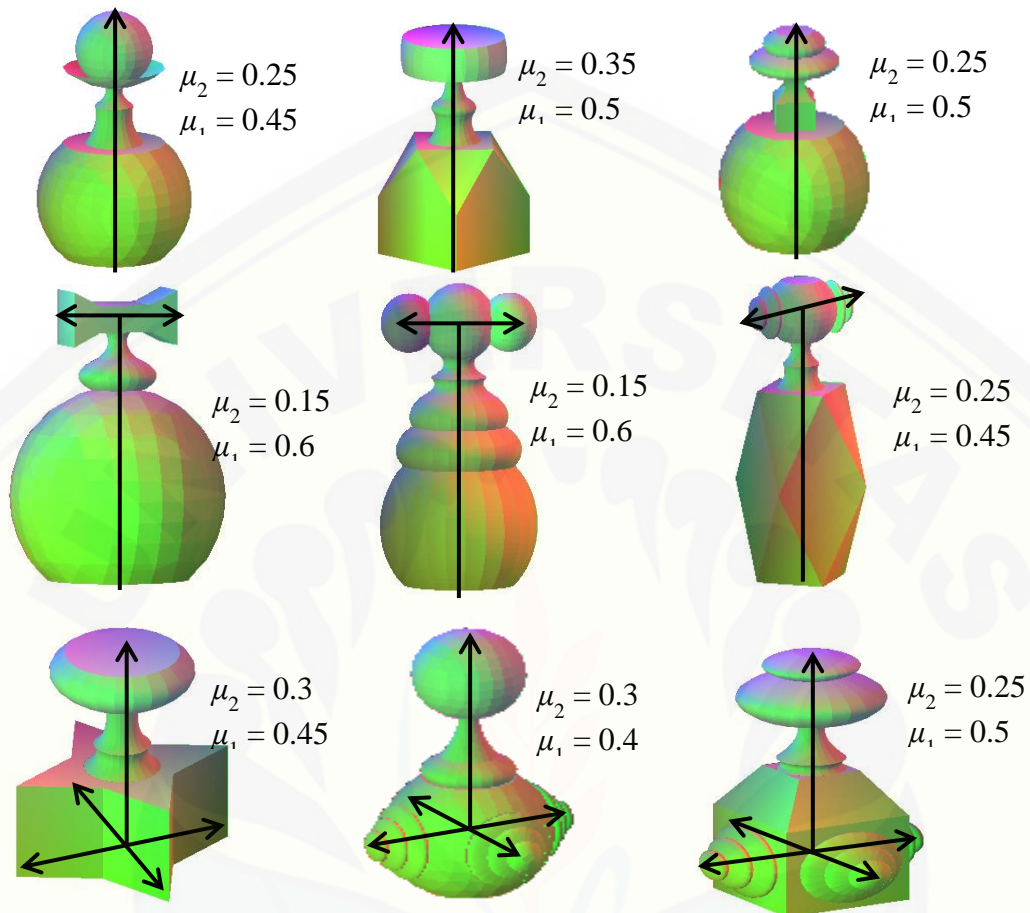
Gambar 4.40 Variasi bentuk komponen hasil deformasi bola

c. Prosedur perangkaian komponen botol parfum dapat menghasilkan botol parfum yang beraneka ragam jumlah badan botol pendukung botol parfum yang simetris. Hal ini dibantu dengan adanya perbedaan jumlah sumbu pemodelan botol parfum yaitu satu sumbu, dua sumbu, dan tiga sumbu. Perangkaian komponen penyusun

botol parfum pada satu sumbu menghasilkan model botol parfum yang setiap bagiannya bersimetri pusat pada satu sumbu vertikal. Pada model dua sumbu menghasilkan model botol parfum dengan bagian badan dan leher botol bersimetri pusat pada sumbu vertikal dan bagian tutup memanjang menurut sumbu horizontal, sedangkan pada model tiga sumbu menghasilkan botol parfum dengan badan botol bersimetri pusat pada dua sumbu horizontal dan bagian leher dan tutup tegak menurut sumbu vertikal (Gambar 4.40a). Selain itu, beberapa kemudahan lainnya yang diberikan sebagai berikut.

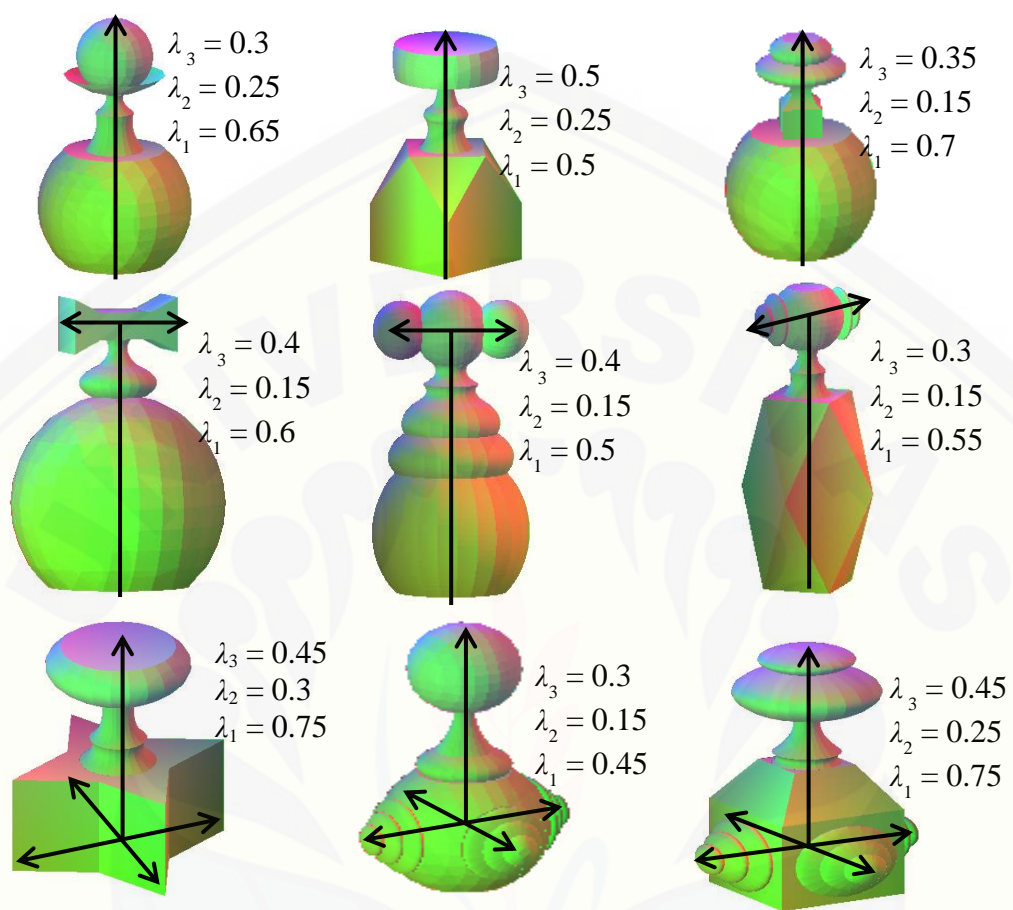
1. Pemberian nilai-nilai parameter μ_1 dan μ_2 dapat menghasilkan variasi perbandingan tinggi setiap bagian segmen pada sumbu pemodelan yang kemudian digunakan sebagai tinggi setiap komponen yang bersesuaian dengan segmen tersebut sehingga didapatkan bentuk utuh botol parfum yang proporsional dan sesuai dengan volume botol parfum pada umumnya (Gambar 4.40b) dan validasi programasi teknik.





(b) Perubahan bentuk botol parfum akibat perubahan nilai parameter μ_1 dan μ_2
 Gambar 4.41 Variasi bentuk botol parfum akibat tiga jenis sumbu pemodelan dan perubahan nilai parameter μ_1 dan μ_2

2. Pemberian nilai-nilai parameter λ_1 , λ_2 , dan λ_3 dapat menghasilkan variasi jari-jari berbeda pada bagian badan, leher, dan tutup botol parfum yang bergantung pada tinggi masing-masing komponen yang berpengaruh pada luas penampang botol parfum (Gambar 4.42).



Gambar 4.42 Variasi bentuk botol parfum akibat perubahan nilai parameter λ_1 , λ_2 , dan λ_3

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di bab 4, didapatkan bahwa untuk mendesain botol parfum secara utuh perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.

- a. Untuk mendesain beragam bentuk komponen penyusun botol parfum dari benda dasar prisma, bola, dan tabung, dapat dilakukan prosedur sebagai berikut. Pertama, menetapkan dua buah titik masing-masing terletak pada sisi atas dan sisi bawah prisma, bola, dan tabung. Kedua, mengoperasikan titik-titik tersebut, yaitu: (a) menetapkan vektor singgung untuk kurva Hermit atau titik kontrol kelengkungan untuk kurva Bezier, (b) membangun kurva Hermit atau kurva Bezier, dan (c) memutar atau menginterpolasikan kurva tersebut sehingga menghasilkan bentuk komponen botol parfum yang bervariasi dan simetris.
- b. Untuk merangkai komponen penyusun botol parfum hasil perlakuan (a) pada tiga jenis model sumbu yaitu satu sumbu pemodelan, dua sumbu pemodelan, dan tiga sumbu pemodelan, prosedurnya sebagai berikut. Pertama, membagi sumbu menjadi beberapa segmen non homogen yang diperlukan sebagai sumbu bagian badan, leher, dan tutup botol parfum. Kedua, mengisi setiap bagian segmen sumbu non homogen tersebut dengan komponen penyusun botol parfum sehingga menghasilkan model botol parfum yang tergabung kontinu dan bervariasi.

5.2 Saran

Pada skripsi ini telah diperkenalkan prosedur modelisasi komponen penyusun botol parfum dan perangkaian komponen penyusun botol parfum pada tiga sumbu pemodelan yaitu satu sumbu, dua sumbu, dan tiga sumbu untuk menghasilkan bentuk botol parfum yang utuh dan tergabung secara kontinu. Diharapkan untuk

penelitian selanjutnya metode ini dapat dikembangkan lagi dengan menggunakan benda geometri ruang lainnya seperti keratan kerucut dan limas. Selain itu dapat ditawarkan relief yang lebih bervariasi untuk modifikasi pada permukaan putar kurva.



DAFTAR PUSTAKA

- Anton, Howard. 1988. *Elementery Linier Algebra With Applications*. Terjemahan oleh P.Silahan dan I Nyoman Susila. Jakarta: Erlangga.
- Bastian, A. 2011. *Desain Kap Lampu Duduk melalui Penggabungan Benda-benda Geometri Ruang*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Budhi, W setya. 1995. *Aljabar Linier*. Jakarta: Gramedia.
- 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 Pemodelan Benda dengan Kurva dan Permukaan Berbantu Komputer*. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Makarioi. 2013. *Macam-macam Botol Parfum Unik* [serial on line]. <http://makarioi-art.blogspot.com/2013/07/macam-macam-botol-parfum-unik.html>. [27 September 2014].
- Roifah, Miftahur. 2013. *Modelisasi Knop Melalui Penggabungan Benda Dasar Hasil Deformasi Tabung, Prisma Segienam Beraturan dan Permukaan Putar*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Suryadi, D. 1986. *Teori dan Soal Ilmu Analitik Ruang*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Wheater, C. 1957. *Homework helpers: Geometry*. New York: The Career Press, Inc.
- Wahyudi, J. 2001. *Perancang Objek-objek Industri dengan Benda Permukaan Putar*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

LAMPIRAN

Lampiran A. Modelisasi komponen penyusun botol parfum

A.1 Deformasi prisma

Modifikasi lengkung sisi tegak

- Cekung

```
t:=8:
tcek1:=0: tcek3:=0.5*t: tcek2:=1/2*tcek3: #ketinggian titik kontrol#
rcek:=2/3*tcek3: #titik kontrol pd sb x&y#

for j from 0 to 3 do
ccek[2*j+1]:="GreenYellow": ccek[2*j+2]:="green":
b1[j+1]:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*rcek+2*(1-
u)*u^0+u^2*rcek)*cos(Pi/2*j)+v*((1-u)^2*rcek+2*(1-
u)*u^0+u^2*rcek)*cos(Pi/2*(j+1)),(1-v)*((1-u)^2*rcek+2*(1-
u)*u^0+u^2*rcek)*sin(Pi/2*j)+v*((1-u)^2*rcek+2*(1-
u)*u^0+u^2*rcek)*sin(Pi/2*(j+1)),(1-u)^2*tcek1+2*(1-
u)*u*tcek2+u^2*tcek3+0],u=0..1,v=0..1,color=ccek[j+1]):
end do:
cek:=display({b1[1],b1[2],b1[3],b1[4]}):
```

- Cembung

```
tcek1:=0: tcek3:=0.5*t: tcek2:=1/2*tcek3: #ketinggian titik
kontrol#
rcek:=2/3*tcek3: #titik kontrol pd sb x&y#

for j from 0 to 3 do
ccek[2*j+1]:="GreenYellow": ccek[2*j+2]:="green":
b1[j+1]:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*rcek+2*(1-
u)*u^0+u^2*rcek)*cos(Pi/2*j)+v*((1-u)^2*rcek+2*(1-
u)*u^0+u^2*rcek)*cos(Pi/2*(j+1)),(1-v)*((1-u)^2*rcek+2*(1-
u)*u^0+u^2*rcek)*sin(Pi/2*j)+v*((1-u)^2*rcek+2*(1-
u)*u^0+u^2*rcek)*sin(Pi/2*(j+1)),(1-u)^2*tcek1+2*(1-
u)*u*tcek2+u^2*tcek3+4],u=0..1,v=0..1,color=ccek[j+1]):
end do:
cek:=display({b1[1],b1[2],b1[3],b1[4]}):
```

- Memotong dengan bidang miring

```
x1:=u^4+(1-u)^4: y1:=u^0+(1-u)^0: z1:=u^0+(1-u)^4:
x2:=u^0+(1-u)^0: y2:=u^0+(1-u)^0: z2:=u^0+(1-u)^4:
x3:=u^4+(1-u)^4: y3:=u^4+(1-u)^4: z3:=u^0+(1-u)^4:
x4:=u^0+(1-u)^0: y4:=u^4+(1-u)^4: z4:=u^0+(1-u)^4:
x5:=u^4+(1-u)^4: y5:=u^0+(1-u)^0: z5:=u^4+(1-u)^8:
x6:=u^0+(1-u)^0: y6:=u^0+(1-u)^0: z6:=u^4+(1-u)^8:
x7:=u^4+(1-u)^4: y7:=u^4+(1-u)^2: z7:=u^4+(1-u)^8:
x8:=u^0+(1-u)^0: y8:=u^4+(1-u)^2: z8:=u^4+(1-u)^8:
```



```

a:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c:=plot3d([v*x1+(1-v)*x3,v*y1+(1-v)*y3,v*z1+(1-
v)*z3],u=0..1,v=0..1):
d:=plot3d([v*x2+(1-v)*x4,v*y2+(1-v)*y4,v*z2+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
e:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
f:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
g:=plot3d([v*x5+(1-v)*x7,v*y5+(1-v)*y7,v*z5+(1-
v)*z7],u=0..1,v=0..1):
h:=plot3d([v*x6+(1-v)*x8,v*y6+(1-v)*y8,v*z6+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
ba1:=display(a,b,c,d,e,f,g,h,style=patchnograd,axis=normal,scaling=c
onstrained,lightmodel=light4):

```

- **Memotong 3 bidang yang berbeda**

```

x1:=u*4+(1-u)*4: y1:=u*0+(1-u)*0: z1:=u*0+(1-u)*4:
x2:=u*0+(1-u)*0: y2:=u*0+(1-u)*0: z2:=u*0+(1-u)*4:
x3:=u*4+(1-u)*4: y3:=u*4+(1-u)*4: z3:=u*0+(1-u)*4:
x4:=u*0+(1-u)*0: y4:=u*4+(1-u)*4: z4:=u*0+(1-u)*4:
x5:=u*4+(1-u)*4: y5:=u*0+(1-u)*4: z5:=u*0+(1-u)*0:
x6:=u*0+(1-u)*0: y6:=u*0+(1-u)*4: z6:=u*0+(1-u)*0:
x7:=u*4+(1-u)*4: y7:=u*0+(1-u)*2: z7:=u*4+(1-u)*8:
x8:=u*4+(1-u)*4: y8:=u*4+(1-u)*2: z8:=u*4+(1-u)*8:
x9:=u*4+(1-u)*2: y9:=u*4+(1-u)*4: z9:=u*4+(1-u)*8:
x10:=u*0+(1-u)*2: y10:=u*4+(1-u)*4: z10:=u*4+(1-u)*8:
x11:=u*0+(1-u)*0: y11:=u*4+(1-u)*2: z11:=u*4+(1-u)*8:
x12:=u*0+(1-u)*0: y12:=u*0+(1-u)*2: z12:=u*4+(1-u)*8:
x13:=u*0+(1-u)*2: y13:=u*0+(1-u)*0: z13:=u*4+(1-u)*8:
x14:=u*4+(1-u)*2: y14:=u*0+(1-u)*0: z14:=u*4+(1-u)*8:
x15:=u*2+(1-u)*0: y15:=u*0+(1-u)*2: z15:=u*8+(1-u)*8:
x16:=u*4+(1-u)*2: y16:=u*2+(1-u)*4: z16:=u*8+(1-u)*8:

```

```

a:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c:=plot3d([v*x1+(1-v)*x3,v*y1+(1-v)*y3,v*z1+(1-
v)*z3],u=0..1,v=0..1):
d:=plot3d([v*x2+(1-v)*x4,v*y2+(1-v)*y4,v*z2+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
e:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
f:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
g:=plot3d([v*x8+(1-v)*x9,v*y8+(1-v)*y9,v*z8+(1-
v)*z9],u=0..1,v=0..1):

```

```

h:=plot3d([v*x9+(1-v)*x10,v*y9+(1-v)*y10,v*z9+(1-
v)*z10],u=0..1,v=0..1):
i:=plot3d([v*x10+(1-v)*x11,v*y10+(1-v)*y11,v*z10+(1-
v)*z11],u=0..1,v=0..1):
j:=plot3d([v*x11+(1-v)*x12,v*y11+(1-v)*y12,v*z11+(1-
v)*z12],u=0..1,v=0..1):
k:=plot3d([v*x12+(1-v)*x13,v*y12+(1-v)*y13,v*z12+(1-
v)*z13],u=0..1,v=0..1):
l:=plot3d([v*x13+(1-v)*x14,v*y13+(1-v)*y14,v*z13+(1-
v)*z14],u=0..1,v=0..1):
m:=plot3d([v*x14+(1-v)*x7,v*y14+(1-v)*y7,v*z14+(1-
v)*z7],u=0..1,v=0..1):
n:=plot3d([v*x15+(1-v)*x16,v*y15+(1-v)*y16,v*z15+(1-
v)*z16],u=0..1,v=0..1):
ba2:=display(a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,style=patchnograd,lig
htmodel=light4):

```

- **Membangun bidang lengkung pada hasil potongan prisma**

```

x1:=u*4+(1-u)*4: y1:=u*0+(1-u)*0: z1:=u*0+(1-u)*4:
x2:=u*0+(1-u)*0: y2:=u*0+(1-u)*0: z2:=u*0+(1-u)*4:
x3:=u*4+(1-u)*4: y3:=u*4+(1-u)*4: z3:=u*0+(1-u)*4:
x4:=u*0+(1-u)*0: y4:=u*4+(1-u)*4: z4:=u*0+(1-u)*4:
x5:=u*4+(1-u)*4: y5:=u*0+(1-u)*0: z5:=u*8+(1-u)*4:
x6:=u*0+(1-u)*0: y6:=u*0+(1-u)*0: z6:=u*8+(1-u)*4:
x7:=u*4+(1-u)*4: y7:=u*4+(1-u)*0: z7:=u*0+(1-u)*0:
x8:=u*0+(1-u)*0: y8:=u*4+(1-u)*0: z8:=u*0+(1-u)*0:
x9:=4*(1-u)^2+4*2*(1-u)*u+u^2*4: y9:=4*(1-u)^2+2*2*(1-u)*u+u^2*2:
z9:=4*(1-u)^2+5*2*(1-u)*u+u^2*8:
x10:=0*(1-u)^2+0*2*(1-u)*u+u^2*0: y10:=4*(1-u)^2+2*2*(1-u)*u+u^2*2:
z10:=4*(1-u)^2+5*2*(1-u)*u+u^2*8:

```

```

a1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
a2:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
a3:=plot3d([v*x1+(1-v)*x3,v*y1+(1-v)*y3,v*z1+(1-
v)*z3],u=0..1,v=0..1):
a4:=plot3d([v*x2+(1-v)*x4,v*y2+(1-v)*y4,v*z2+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
a5:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
a6:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
a7:=plot3d([v*x5+(1-v)*x9,v*y5+(1-v)*y9,v*z5+(1-
v)*z9],u=0..1,v=0..1):
a8:=plot3d([v*x6+(1-v)*x10,v*y6+(1-v)*y10,v*z6+(1-
v)*z10],u=0..1,v=0..1):
a9:=plot3d([v*x9+(1-v)*x10,v*y9+(1-v)*y10,v*z9+(1-
v)*z10],u=0..1,v=0..1):

```

```
ba3:=display(a1,a2,a3,a4,a5,a6,a7,a8,a9,style=patchnograd,lightmodel=light4):
```

A.2 Deformasi Bola

Memotong bola

- **Memotong bola secara vertikal**

```
plot3d([2*sin(v)*cos(u)+0, (-
2*cos(v)+0), 2*sin(v)*sin(u)+0], u=0..2*Pi, v=0..3*Pi/4, scaling=constrained, labels=[x, y, z], color="green", style=patchnograd, lightmodel=light4): #memotong 1/4 bola bagian kiri#
plot3d([2*sin(v)*cos(u)+0, 2*cos(v)+0, 2*sin(v)*sin(u)+0], u=0..2*Pi, v=0..3*Pi/4, scaling=constrained, labels=[x, y, z], color="green", style=patchnograd, lightmodel=light4): #memotong 1/4 bola bagian kanan#
plot3d([2*sin(v)*cos(u)+0, 2*cos(v)+0, 2*sin(v)*sin(u)+0], u=0..2*Pi, v=Pi/4..3*Pi/4, scaling=constrained, labels=[x, y, z], color="green", style=patchnograd, lightmodel=light4): #memotong 1/4 bola bagian kanan dan kiri#
```

- **Memotong bola secara horizontal**

```
plot3d([2*sin(v)*cos(u)+0, 2*sin(v)*sin(u)+0, 2*cos(v)+0], u=0..2*Pi, v=0..3*Pi/4, scaling=constrained, labels=[x, y, z], color="green", style=patchnograd, lightmodel=light4): #memotong 1/4 bola bagian bawah#
plot3d([2*sin(v)*cos(u)+0, 2*sin(v)*sin(u)+0, (-
2*cos(v)+0)], u=0..2*Pi, v=0..3*Pi/4, scaling=constrained, labels=[x, y, z], color="green", style=patchnograd, lightmodel=light4): #memotong 1/4 bola bagian atas#
plot3d([2*sin(v)*cos(u)+0, 2*sin(v)*sin(u)+0, 2*cos(v)+0], u=0..2*Pi, v=Pi/4..3*Pi/4, scaling=constrained, labels=[x, y, z], color="green", style=patchnograd, lightmodel=light4): #memotong 1/4 bola bagian bawah dan atas#
plot3d([2*cos(v)+0, 2*sin(v)*cos(u)+0, 2*sin(v)*sin(u)+0], u=0..Pi, v=0..Pi, scaling=constrained, labels=[x, y, z], color="green", style=patchnograd, lightmodel=light4): #memotong 1/2 bola#
```

- **Memotong bola secara vertikal horizontal**

```
b1:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=9, x=-2.5..2.5, y=-3..2.5, z=-2.5..2.5)):
b2:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=9, x=-2.5..2.5, y=-3..3, z=-2.5..2.5)):
b3:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=9, x=-3..2.5, y=-3..2.5, z=-3..2.5)):
b4:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=9, x=-3..2.5, y=-3..3, z=-2.5..2.5)):
b5:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=9, x=-2.5..2.5, y=-3..2.5, z=-3..3)):
```

A.3 Deformasi Tabung

Membangun permukaan lengkung pada tabung

- **Cekung**

```
ttab2:=1*t: #tinggi#
ratab2:=0.5*ttab2: rbtab2:=0.75*ttab2: #jari-jari#
xy2:=5: z2:=3: #vektor singgung#
```

```

pxy2:=rctab2*k1+ratab2*k2+xy2*k3:
pz2:=0*k1+tctab2*k2+z2*k3:
tab2:=plot3d([pxy2*cos(v),pxy2*sin(v),pz2],u=0..1,v=0..2*Pi,color="GreenYellow"):
display([tab2],view=[-10..10,-10..10,0..10],labels=[x,y,z],style=patchngrid,lightmodel=light4);

```

- **Cembung**

```

k1:=1-2*u+u^2: k2:=2*u-u^2: k3:=-u+u^2:
t:=6:
ctab2:=1*t: #tinggi#
ratab2:=0.75*ctab2: rctab2:=0.5*ctab2: #jari-jari#
xy2:=-5: z2:=3: #vektor singgung#

pxy2:=rctab2*k1+ratab2*k2+xy2*k3:
pz2:=0*k1+tctab2*k2+z2*k3:
tab1:=plot3d([pxy2*cos(v),pxy2*sin(v),pz2+6],u=0..1,v=0..2*Pi,color="GreenYellow"):
display([tab1],view=[-6..6,-6..6,0..20],axes=normal,labels=[x,y,z],style=patchngrid,scaling=constrained,lightmodel=light4);

```

- **Memotong tabung dengan cara vertikal**

```

tab11:=(implicitplot3d(x^2+y^2=9,x=-3..3,y=-3..3,z=-0..3)):
tab12:=(implicitplot3d(x^2+y^2=9,x=-3..3,y=-2..2,z=2.9..6)):
a:=display(tab11,tab12,view=[-3..3,-3..3,0..14],labels=[x,y,z],style=patchngrid,lightmodel=light4):

tab13:=(implicitplot3d(x^2+y^2=9,x=-3..3,y=-3..3,z=-0..3)):
tab14:=(implicitplot3d(x^2+y^2=9,x=-3..3,y=-3..1.5,z=2.9..6)):
b:=display(tab13,tab14,labels=[x,y,z],style=patchngrid,lightmodel=light4):

tab15:=(implicitplot3d(x^2+y^2=9,x=-3..3,y=-3..3,z=-0..3)):
tab16:=(implicitplot3d(x^2+y^2=9,x=-3..3,y=-1.5..3,z=2.9..6)):
c:=display(tab15,tab16,labels=[x,y,z],style=patchngrid,lightmodel=light4):

```

Lampiran B. Perangkaian botol parfum pada tiga jenis sumbu pemodelan

B.1 Model botol parfum dengan satu sumbu pemodelan

```

#badan botol parfum#
x1:=u*4+(1-u)*4: y1:=u*0+(1-u)*0: z1:=u*0+(1-u)*2:
x2:=u*0+(1-u)*0: y2:=u*0+(1-u)*0: z2:=u*0+(1-u)*2:
x3:=u*4+(1-u)*4: y3:=u*4+(1-u)*4: z3:=u*0+(1-u)*2:
x4:=u*0+(1-u)*0: y4:=u*4+(1-u)*4: z4:=u*0+(1-u)*2:
x5:=u*4+(1-u)*4: y5:=u*0+(1-u)*4: z5:=u*0+(1-u)*0:
x6:=u*0+(1-u)*0: y6:=u*0+(1-u)*4: z6:=u*0+(1-u)*0:
x7:=u*4+(1-u)*4: y7:=u*0+(1-u)*2: z7:=u*2+(1-u)*4:
x8:=u*4+(1-u)*4: y8:=u*4+(1-u)*2: z8:=u*2+(1-u)*4:

```

```

x9:=u*4+(1-u)*2: y9:=u*4+(1-u)*4: z9:=u*2+(1-u)*4:
x10:=u*0+(1-u)*2: y10:=u*4+(1-u)*4: z10:=u*2+(1-u)*4:
x11:=u*0+(1-u)*0: y11:=u*4+(1-u)*2: z11:=u*2+(1-u)*4:
x12:=u*0+(1-u)*0: y12:=u*0+(1-u)*2: z12:=u*2+(1-u)*4:
x13:=u*0+(1-u)*2: y13:=u*0+(1-u)*0: z13:=u*2+(1-u)*4:
x14:=u*4+(1-u)*2: y14:=u*0+(1-u)*0: z14:=u*2+(1-u)*4:
x15:=u*2+(1-u)*0: y15:=u*0+(1-u)*2: z15:=u*4+(1-u)*4:
x16:=u*4+(1-u)*2: y16:=u*2+(1-u)*4: z16:=u*4+(1-u)*4:

```

```

a:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c:=plot3d([v*x1+(1-v)*x3,v*y1+(1-v)*y3,v*z1+(1-
v)*z3],u=0..1,v=0..1):
d:=plot3d([v*x2+(1-v)*x4,v*y2+(1-v)*y4,v*z2+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
e:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
f:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
g:=plot3d([v*x8+(1-v)*x9,v*y8+(1-v)*y9,v*z8+(1-
v)*z9],u=0..1,v=0..1):
h:=plot3d([v*x9+(1-v)*x10,v*y9+(1-v)*y10,v*z9+(1-
v)*z10],u=0..1,v=0..1):
i:=plot3d([v*x10+(1-v)*x11,v*y10+(1-v)*y11,v*z10+(1-
v)*z11],u=0..1,v=0..1):
j:=plot3d([v*x11+(1-v)*x12,v*y11+(1-v)*y12,v*z11+(1-
v)*z12],u=0..1,v=0..1):
k:=plot3d([v*x12+(1-v)*x13,v*y12+(1-v)*y13,v*z12+(1-
v)*z13],u=0..1,v=0..1):
l:=plot3d([v*x13+(1-v)*x14,v*y13+(1-v)*y14,v*z13+(1-
v)*z14],u=0..1,v=0..1):
m:=plot3d([v*x14+(1-v)*x7,v*y14+(1-v)*y7,v*z14+(1-
v)*z7],u=0..1,v=0..1):
n:=plot3d([v*x15+(1-v)*x16,v*y15+(1-v)*y16,v*z15+(1-
v)*z16],u=0..1,v=0..1):
BADAN:=display(a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m):

```

#leher botol parfum#

```

ta1:=plot3d([(1*(1-t)^2+2*0.5*(1-t)*t+0.75*t^2)*cos(v),(1*(1-
t)^2+2*0.5*(1-t)*t+0.75*t^2)*sin(v),(4*(1-t)^2+2*4.5*(1-
t)*t+5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta2:=plot3d([(0.75*(1-t)^2+2*1*(1-t)*t+0.5*t^2)*cos(v),(0.75*(1-
t)^2+2*1*(1-t)*t+0.5*t^2)*sin(v),(5*(1-t)^2+2*5.25*(1-
t)*t+5.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta3:=plot3d([(0.5*(1-t)^2+2*0.2*(1-t)*t+0.4*t^2)*cos(v),(0.5*(1-
t)^2+2*0.2*(1-t)*t+0.4*t^2)*sin(v),(5.5*(1-t)^2+2*6*(1-
t)*t+6.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
LEHER:=display(ta1,ta2,ta3):

```



```

#tutup botol parfum#
bip3:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=4,x=-2..2,y=-2..2,z=-0.6..0.6)):
TUTUP:=display(bip3,style=patchnograd,scaling=constrained,lightmodel
=light4):

#sambungan#
r1:=1: r2:=2:
for i from 0 to 3 do
a1[i+1]:=plot3d([v*r1*cos(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*cos(Pi/2*(i+1))-
r2*cos(Pi/2*i))*u+r2*cos(Pi/2*i)),v*r1*sin(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*sin(Pi/2*(i+1))-
r2*sin(Pi/2*i))*u+r2*sin(Pi/2*i)),0],u=0..1,v=0..1):
end do:
sambungan1:=display({a1[1],a1[2],a1[3],a1[4]}):

a4:=plot3d([v*1.91*cos(u)+(1-v)*0.4*cos(u),v*1.91*sin(u)+(1-
v)*0.4*sin(u),v*(-0.6)+(1-v)*(-0.6)],u=0..2*Pi,v=0..1):
sambungan2:=display(a4):

#tutup alas bawah dan atas#
x15:=u^2+(1-u)*0: y15:=u^2+(1-u)*2: z15:=u^4+(1-u)^4:
x16:=u^4+(1-u)^2: y16:=u^2+(1-u)^4: z16:=u^4+(1-u)^4:
n:=plot3d([v*x15+(1-v)*x16,v*y15+(1-v)*y16,v*z15+(1-
v)*z16],u=0..1,v=0..1):
tutup1:=display(n):

a3:=plot3d([v*1.91*cos(u)+(1-v)*0,v*1.91*sin(u)+(1-v)*0,v*(0.6)+(1-
v)*0.6],u=0..2*Pi,v=0..1):
tutup1:=display(a3):

2.Pemodelan 2
#badan botol parfum#
bip1:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=16,x=-4..4,y=-4..4,z=-3..3)):
BADAN:=display(bip1):

#leher botol parfum#
ta1:=plot3d([(1.5*(1-t)^2+2*0.75*(1-t)*t+1*t^2)*cos(v),(1.5*(1-
t)^2+2*0.75*(1-t)*t+1*t^2)*sin(v),(3*(1-t)^2+2*4*(1-
t)*t+5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta2:=plot3d([(1*(1-t)^2+2*0.25*(1-t)*t+0.5*t^2)*cos(v),(1*(1-
t)^2+2*0.25*(1-t)*t+0.5*t^2)*sin(v),(5*(1-t)^2+2*5.5*(1-
t)*t+6*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
LEHER:=display(ta1,ta2):

#tutup botol parfum#
bip2:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=16,x=-4..4,y=-4..4,z=-3.95..-3)):
bip3:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=4,x=-2..2,y=-2..2,z=-1.95..-2)):
bi2trans:=translate(bip2,0,0,2):

```

```

#sambungan#
a1:=plot3d([v*2.64*cos(u)+(1-v)*1.5*cos(u),v*2.64*sin(u)+(1-
v)*1.5*sin(u),v*(3)+(1-v)*(3)],u=0..2*Pi,v=0..1):
Sam:=display(a1):

#tutup alas bawah#
a2:=plot3d([v*2.64*cos(u)+(1-v)*0,v*2.64*sin(u)+(1-v)*0,v*(-3)+(1-
v)*(-3)],u=0..2*Pi,v=0..1):
tu:=display(a2):

3. pemodelan 3
#badan botol parfum#
bipl:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=16,x=-4..4,y=-4..4,z=-3..3)):
a3:=plot3d([v*2.64*cos(u)+(1-v)*0,v*2.64*sin(u)+(1-v)*0,v*(-3)+(1-
v)*(-3)],u=0..2*Pi,v=0..1):
BADAN:=display(bipl):

#leher botol parfum#
t:=3:
tcek1:=0: tcek3:=0.5*t: tcek2:=1/2*tcek3: #ketinggian titik kontrol#
rcek:=1*tcek3: #titik kontrol pd sb x&y#

for j from 0 to 3 do
b1[j+1]:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*rcek+2*(1-
u)*u^0+u^2*rcek)*cos(Pi/2*j)+v*((1-u)^2*rcek+2*(1-
u)*u^0+u^2*rcek)*cos(Pi/2*(j+1)),(1-v)*((1-u)^2*rcek+2*(1-
u)*u^0+u^2*rcek)*sin(Pi/2*j)+v*((1-u)^2*rcek+2*(1-
u)*u^0+u^2*rcek)*sin(Pi/2*(j+1)),(1-u)^2*tcek1+2*(1-
u)*u*tcek2+u^2*tcek3+4.5],u=0..1,v=0..1):
end do:
cek:=display({b1[1],b1[2],b1[3],b1[4]}):
b:=display(cek,labels=[x,y,z],view=[-4..4,-4..4,-
4..10],style=patchnograd,lightmodel=light4):

tcemb1:=0: tcemb3:=0.5*t: tcemb2:=1/2*tcemb3: #ketinggian titik
kontrol#
kcb:=1: #faktor pengali dilatasi segi-4#
rcemb1:=1*tcemb3: rcemb2:=kcb*rcemb1: #titik kontrol pd sb x&y#

for k from 0 to 3 do
c1[k+1]:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*rcemb1+2*(1-
u)*u*rcemb2+u^2*rcemb1)*cos(Pi/2*k)+v*((1-u)^2*rcemb1+2*(1-
u)*u*rcemb2+u^2*rcemb1)*cos(Pi/2*(k+1)),(1-v)*((1-u)^2*rcemb1+2*(1-
u)*u*rcemb2+u^2*rcemb1)*sin(Pi/2*k)+v*((1-u)^2*rcemb1+2*(1-
u)*u*rcemb2+u^2*rcemb1)*sin(Pi/2*(k+1)),(1-u)^2*tcemb1+2*(1-
u)*u*tcemb2+u^2*tcemb3+3],u=0..1,v=0..1):
end do:
cemb:=display({c1[1],c1[2],c1[3],c1[4]}):
e:=display(cemb,labels=[x,y,z],view=[-4..4,-4..4,-
4..10],style=patchnograd,lightmodel=light4):
LEHER:=display(b,e):

```

```

#tutup botol parfum#
ta1:=plot3d([(2*(1-t)^2+2*3*(1-t)*t+1.5*t^2)*cos(v), (2*(1-
t)^2+2*3*(1-t)*t+1.5*t^2)*sin(v), (6*(1-t)^2+2*6.5*(1-
t)*t+7*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta2:=plot3d([(1.5*(1-t)^2+2*2*(1-t)*t+1*t^2)*cos(v), (1.5*(1-
t)^2+2*2*(1-t)*t+1*t^2)*sin(v), (7*(1-t)^2+2*7.5*(1-
t)*t+8*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi)
tu:=display(ta1,ta2):

#sambungan#
r1:=2: r2:=1.5:
for i from 0 to 3 do
a1[i+1]:=plot3d([v*r1*cos(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*cos(Pi/2*(i+1))-
r2*cos(Pi/2*i))*u+r2*cos(Pi/2*i)),v*r1*sin(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*sin(Pi/2*(i+1))-
r2*sin(Pi/2*i))*u+r2*sin(Pi/2*i)),0],u=0..1,v=0..1):
end do:
sam:=display({a1[1],a1[2],a1[3],a1[4]}):

r1:=2.64: r2:=1.5:
for i from 0 to 3 do
a1[i+1]:=plot3d([v*r1*cos(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*cos(Pi/2*(i+1))-
r2*cos(Pi/2*i))*u+r2*cos(Pi/2*i)),v*r1*sin(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*sin(Pi/2*(i+1))-
r2*sin(Pi/2*i))*u+r2*sin(Pi/2*i)),0],u=0..1,v=0..1):
end do:
sam2:=display({a1[1],a1[2],a1[3],a1[4]}):

#tutup alas bawah dan atas#
a3:=plot3d([v*2.64*cos(u)+(1-v)*0,v*2.64*sin(u)+(1-v)*0,v*(-3)+(1-
v)*(-3)],u=0..2*Pi,v=0..1)
Ala:=display(a3):

```

4. Pemodelan 4

```

#badan botol parfum#
ta1:=plot3d([(3*(1-t)^2+2*4*(1-t)*t+4*t^2)*cos(v), (3*(1-t)^2+2*4*(1-
t)*t+4*t^2)*sin(v), (0*(1-t)^2+2*1*(1-t)*t+2*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta2:=plot3d([(4*(1-t)^2+2*6*(1-t)*t+4*t^2)*cos(v), (4*(1-t)^2+2*6*(1-
t)*t+4*t^2)*sin(v), (2*(1-t)^2+2*3*(1-t)*t+4*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta3:=plot3d([(4*(1-t)^2+2*4*(1-t)*t+3*t^2)*cos(v), (4*(1-t)^2+2*4*(1-
t)*t+3*t^2)*sin(v), (4*(1-t)^2+2*5*(1-t)*t+6*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
badan:=display(ta1,ta2,ta3):

#leher botol parfum#
ta4:=plot3d([(3*(1-t)^2+2*1*(1-t)*t+2*t^2)*cos(v), (3*(1-t)^2+2*1*(1-
t)*t+2*t^2)*sin(v), (6*(1-t)^2+2*7*(1-t)*t+8*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta5:=plot3d([(2*(1-t)^2+2*4*(1-t)*t+1.75*t^2)*cos(v), (2*(1-
t)^2+2*4*(1-t)*t+1.75*t^2)*sin(v), (8*(1-t)^2+2*9*(1-
t)*t+10*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):

```

```
#tutup botol parfum#
b1:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=4,x=-2..2,y=-2..2,z=-1..1.75)):
b2:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=1,x=-1..1,y=-1..1,z=-0.75..1)):
Tu:=display(b1,b2):
```

B.2 Model botol parfum dengan dua sumbu pemodelan

1. Pemodelan 1

```
#badan botol parfum#
```

```
x1:=u*4+(1-u)*4: y1:=u*0+(1-u)*0: z1:=u*0+(1-u)*4:
x2:=u*0+(1-u)*0: y2:=u*0+(1-u)*0: z2:=u*0+(1-u)*4:
x3:=u*4+(1-u)*4: y3:=u*4+(1-u)*4: z3:=u*0+(1-u)*4:
x4:=u*0+(1-u)*0: y4:=u*4+(1-u)*4: z4:=u*0+(1-u)*4:
x5:=u*4+(1-u)*4: y5:=u*0+(1-u)*4: z5:=u*0+(1-u)*0:
x6:=u*0+(1-u)*0: y6:=u*0+(1-u)*4: z6:=u*0+(1-u)*0:
x7:=u*4+(1-u)*4: y7:=u*0+(1-u)*2: z7:=u*4+(1-u)*8:
x8:=u*4+(1-u)*4: y8:=u*4+(1-u)*2: z8:=u*4+(1-u)*8:
x9:=u*4+(1-u)*2: y9:=u*4+(1-u)*4: z9:=u*4+(1-u)*8:
x10:=u*0+(1-u)*2: y10:=u*4+(1-u)*4: z10:=u*4+(1-u)*8:
x11:=u*0+(1-u)*0: y11:=u*4+(1-u)*2: z11:=u*4+(1-u)*8:
x12:=u*0+(1-u)*0: y12:=u*0+(1-u)*2: z12:=u*4+(1-u)*8:
x13:=u*0+(1-u)*2: y13:=u*0+(1-u)*0: z13:=u*4+(1-u)*8:
x14:=u*4+(1-u)*2: y14:=u*0+(1-u)*0: z14:=u*4+(1-u)*8:
x15:=u*2+(1-u)*0: y15:=u*0+(1-u)*2: z15:=u*8+(1-u)*8:
x16:=u*4+(1-u)*2: y16:=u*2+(1-u)*4: z16:=u*8+(1-u)*8:
```

```
a:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c:=plot3d([v*x1+(1-v)*x3,v*y1+(1-v)*y3,v*z1+(1-v)*z3],u=0..1,v=0..1):
d:=plot3d([v*x2+(1-v)*x4,v*y2+(1-v)*y4,v*z2+(1-v)*z4],u=0..1,v=0..1):
e:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-v)*z6],u=0..1,v=0..1):
f:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-v)*z8],u=0..1,v=0..1):
g:=plot3d([v*x8+(1-v)*x9,v*y8+(1-v)*y9,v*z8+(1-v)*z9],u=0..1,v=0..1):
h:=plot3d([v*x9+(1-v)*x10,v*y9+(1-v)*y10,v*z9+(1-v)*z10],u=0..1,v=0..1):
i:=plot3d([v*x10+(1-v)*x11,v*y10+(1-v)*y11,v*z10+(1-v)*z11],u=0..1,v=0..1):
j:=plot3d([v*x11+(1-v)*x12,v*y11+(1-v)*y12,v*z11+(1-v)*z12],u=0..1,v=0..1):
k:=plot3d([v*x12+(1-v)*x13,v*y12+(1-v)*y13,v*z12+(1-v)*z13],u=0..1,v=0..1):
l:=plot3d([v*x13+(1-v)*x14,v*y13+(1-v)*y14,v*z13+(1-v)*z14],u=0..1,v=0..1):
```

```

m:=plot3d([v*x14+(1-v)*x7,v*y14+(1-v)*y7,v*z14+(1-
v)*z7],u=0..1,v=0..1):
n:=plot3d([v*x15+(1-v)*x16,v*y15+(1-v)*y16,v*z15+(1-
v)*z16],u=0..1,v=0..1):
BADAN:=display(f,g,h,i,j,k,l,m,n):

#leher botol parfum#
ta1:=plot3d([(1*(1-t)^2+2*0.5*(1-t)*t+0.75*t^2)*cos(v),(1*(1-
t)^2+2*0.5*(1-t)*t+0.75*t^2)*sin(v),(8*(1-t)^2+2*8.5*(1-
t)*t+9*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta2:=plot3d([(0.75*(1-t)^2+2*0.2*(1-t)*t+0.5*t^2)*cos(v),(0.75*(1-
t)^2+2*0.2*(1-t)*t+0.5*t^2)*sin(v),(9*(1-t)^2+2*9.5*(1-
t)*t+10*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
LEHER:=display(ta1,ta2):

#tutup botol parfum#
b1:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=2.25,x=-1.5..1.5,y=-1.25..1.25,z=-
1.25..1.25)):
ta3:=plot3d([(0.82*(1-t)^2+2*1.5*(1-t)*t+0.5*t^2)*cos(v),(0.82*(1-
t)^2+2*1.5*(1-t)*t+0.5*t^2)*sin(v),(0*(1-t)^2+2*0.25*(1-
t)*t+0.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta4:=plot3d([(0.5*(1-t)^2+2*1*(1-t)*t+0.25*t^2)*cos(v),(0.5*(1-
t)^2+2*1*(1-t)*t+0.25*t^2)*sin(v),(0.5*(1-t)^2+2*0.75*(1-
t)*t+1*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
TUTUP:=display(b1,ta3,ta4):

#sambungan#
r1:=1: r2:=2:
for i from 0 to 3 do
a1[i+1]:=plot3d([v*r1*cos(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*cos(Pi/2*(i+1))-
r2*cos(Pi/2*i))*u+r2*cos(Pi/2*i)),v*r1*sin(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*sin(Pi/2*(i+1))-
r2*sin(Pi/2*i))*u+r2*sin(Pi/2*i)),0],u=0..1,v=0..1):
end do:
sambungan:=display({a1[1],a1[2],a1[3],a1[4]}):

a2:=plot3d([v*0.82*cos(u)+(1-v)*0.5*cos(u),v*0.82*sin(u)+(1-
v)*0.5*sin(u),v*(-1.25)+(1-v)*(-1.25)],u=0..2*Pi,v=0..1):
sambungan1:=display(a2):

#tutup alas bawah, atas dan samping#
x15:=u*2+(1-u)*0: y15:=u*0+(1-u)*2: z15:=u*8+(1-u)*8:
x16:=u*4+(1-u)*2: y16:=u*2+(1-u)*4: z16:=u*8+(1-u)*8:
n:=plot3d([v*x15+(1-v)*x16,v*y15+(1-v)*y16,v*z15+(1-
v)*z16],u=0..1,v=0..1):
tu1:=display(n):

a1:=plot3d([v*0.82*cos(u)+(1-v)*0,v*0.82*sin(u)+(1-v)*0,v*1.25+(1-
v)*1.25],u=0..2*Pi,v=0..1):
tu2:=display(a1):

```



```
a3:=plot3d([v*0.25*cos(u)+(1-v)*0,v*0.25*sin(u)+(1-v)*0,v*1+(1-v)*1],u=0..2*Pi,v=0..1):
tu3:=display(a3):
```

2. Pemodelan 2

```
#badan botol parfum#
```

```
bip1:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=16,x=-4..4,y=-4..4,z=-3..3.88)):
Ba:=display(bip1):
```

```
#leher botol parfum#
```

```
ta1:=plot3d([(1*(1-t)^2+2*2*(1-t)*t+0.75*t^2)*cos(v),(1*(1-t)^2+2*2*(1-t)*t+0.75*t^2)*sin(v),(3.88*(1-t)^2+2*4.44*(1-t)*t+5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta2:=plot3d([(0.75*(1-t)^2+2*0.1*(1-t)*t+0.5*t^2)*cos(v),(0.75*(1-t)^2+2*0.1*(1-t)*t+0.5*t^2)*sin(v),(5*(1-t)^2+2*5.5*(1-t)*t+6*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
leher:=display(ta1,ta2):
```

```
#tutup botol parfum#
```

```
x1:=u*(-1)+(1-u)*(-1): y1:=u*(-1)+(1-u)*(-1): z1:=u*6+(1-u)*8:
x2:=u*1+(1-u)*1: y2:=u*(-1)+(1-u)*(-1): z2:=u*6+(1-u)*8:
x3:=u*1+(1-u)*1: y3:=u*1+(1-u)*1: z3:=u*6+(1-u)*8:
x4:=u*(-1)+(1-u)*(-1): y4:=u*1+(1-u)*1: z4:=u*6+(1-u)*8:
x5:=u*(-1)+(1-u)*1: y5:=u*(-1)+(1-u)*(-1): z5:=u*8+(1-u)*8:
x6:=u*(-1)+(1-u)*1: y6:=u*(-1)+(1-u)*(-1): z6:=u*6+(1-u)*6:
x7:=u*(-1)+(1-u)*1: y7:=u*1+(1-u)*1: z7:=u*6+(1-u)*6:
x8:=u*(-1)+(1-u)*1: y8:=u*1+(1-u)*1: z8:=u*8+(1-u)*8:
x9:=u*1+(1-u)*1: y9:=u*(-1)+(1-u)*1: z9:=u*8+(1-u)*8:
x10:=u*1+(1-u)*1: y10:=u*(-1)+(1-u)*1: z10:=u*6+(1-u)*6:
x11:=u*3+(1-u)*3: y11:=u*(-3)+(1-u)*3: z11:=u*5+(1-u)*5:
x12:=u*3+(1-u)*3: y12:=u*(-3)+(1-u)*3: z12:=u*9+(1-u)*9:
x13:=u*3+(1-u)*3: y13:=u*(-3)+(1-u)*(-3): z13:=u*5+(1-u)*9:
x14:=u*3+(1-u)*3: y14:=u*3+(1-u)*3: z14:=u*5+(1-u)*9:
x15:=u*(-1)+(1-u)*(-1): y15:=u*(-1)+(1-u)*1: z15:=u*8+(1-u)*8:
x16:=u*(-1)+(1-u)*(-1): y16:=u*(-1)+(1-u)*1: z16:=u*6+(1-u)*6:
x17:=u*(-3)+(1-u)*(-3): y17:=u*(-3)+(1-u)*3: z17:=u*5+(1-u)*5:
x18:=u*(-3)+(1-u)*(-3): y18:=u*(-3)+(1-u)*3: z18:=u*9+(1-u)*9:
x19:=u*(-3)+(1-u)*(-3): y19:=u*3+(1-u)*3: z19:=u*5+(1-u)*9:
x20:=u*(-3)+(1-u)*(-3): y20:=u*(-3)+(1-u)*(-3): z20:=u*5+(1-u)*9:
```

```
tu1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-v)*z2],u=0..1,v=0..1):
tu2:=plot3d([v*x2+(1-v)*x3,v*y2+(1-v)*y3,v*z2+(1-v)*z3],u=0..1,v=0..1):
tu3:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-v)*z4],u=0..1,v=0..1):
tu4:=plot3d([v*x1+(1-v)*x4,v*y1+(1-v)*y4,v*z1+(1-v)*z4],u=0..1,v=0..1):
tu5:=plot3d([v*x6+(1-v)*x7,v*y6+(1-v)*y7,v*z6+(1-v)*z7],u=0..1,v=0..1):
tu6:=plot3d([v*x5+(1-v)*x8,v*y5+(1-v)*y8,v*z5+(1-v)*z8],u=0..1,v=0..1):
```

```

tu7:=plot3d([v*x9+(1-v)*x12,v*y9+(1-v)*y12,v*z9+(1-
v)*z12],u=0..1,v=0..1):
tu8:=plot3d([v*x10+(1-v)*x11,v*y10+(1-v)*y11,v*z10+(1-
v)*z11],u=0..1,v=0..1):
tu9:=plot3d([v*x2+(1-v)*x13,v*y2+(1-v)*y13,v*z2+(1-
v)*z13],u=0..1,v=0..1):
tu10:=plot3d([v*x3+(1-v)*x14,v*y3+(1-v)*y14,v*z3+(1-
v)*z14],u=0..1,v=0..1):
tu11:=plot3d([v*x13+(1-v)*x14,v*y13+(1-v)*y14,v*z13+(1-
v)*z14],u=0..1,v=0..1):
tu12:=plot3d([v*x16+(1-v)*x17,v*y16+(1-v)*y17,v*z16+(1-
v)*z17],u=0..1,v=0..1):
tu13:=plot3d([v*x15+(1-v)*x18,v*y15+(1-v)*y18,v*z15+(1-
v)*z18],u=0..1,v=0..1):
tu14:=plot3d([v*x1+(1-v)*x20,v*y1+(1-v)*y20,v*z1+(1-
v)*z20],u=0..1,v=0..1):
tu15:=plot3d([v*x4+(1-v)*x19,v*y4+(1-v)*y19,v*z4+(1-
v)*z19],u=0..1,v=0..1):
tu16:=plot3d([v*x19+(1-v)*x20,v*y19+(1-v)*y20,v*z19+(1-
v)*z20],u=0..1,v=0..1):
TUTUP:=display(saa,tu1,tu2,tu3,tu4,tu6,tu7,tu8,tu9,tu10,tu11,tu12,tu
13,tu14,tu15,tu16):

#sambungan#
r1:=0.5: r2:=1.4:
for i from 0 to 3 do
a1[i+1]:=plot3d([v*r1*cos(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*cos(Pi/2*(i+1))-
r2*cos(Pi/2*i))*u+r2*cos(Pi/2*i)),v*r1*sin(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*sin(Pi/2*(i+1))-
r2*sin(Pi/2*i))*u+r2*sin(Pi/2*i)),0],u=0..1,v=0..1):
end do:
sam:=display({a1[1],a1[2],a1[3],a1[4]}):

#tutup alas bawah#
a1:=plot3d([v*2.65*cos(u)+(1-v)*0,v*2.65*sin(u)+(1-v)*0,v*(-3)+(1-
v)*(-3)],u=0..2*Pi,v=0..1):
Ala:=display(a1):

3. Pemodelan 3
#badan botol parfum#
b3:=plot3d([4*sin(v)*cos(u)+0,4*sin(v)*sin(u)+0,4*cos(v)],u=0..2*Pi,
v=Pi/4..3*Pi/4,scaling=constrained,labels=[x,y,z],style=patchnograd,
lightmodel=light4): #badan botol bagian bawah
Ba:=(b3):

#leher botol parfum#
ta1:=plot3d([(2.85*(1-t)^2+2*3.85*(1-t)*t+2.5*t^2)*cos(v),(2.85*(1-
t)^2+2*3.85*(1-t)*t+2.5*t^2)*sin(v),(5.5*(1-t)^2+2*6*(1-
t)*t+6.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):

```

```

ta2:=plot3d([(2.5*(1-t)^2+2*3.5*(1-t)*t+2*t^2)*cos(v), (2.5*(1-
t)^2+2*3.5*(1-t)*t+2*t^2)*sin(v), (6.5*(1-t)^2+2*7*(1-
t)*t+7.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi): ta3:=plot3d([(2*(1-t)^2+2*0.5*(1-
t)*t+1.5*t^2)*cos(v), (2*(1-t)^2+2*0.5*(1-
t)*t+1.5*t^2)*sin(v), (7.5*(1-t)^2+2*8.5*(1-
t)*t+9.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
LEHER:=display(ta1,ta2,ta3):

# tutup botol parfum#
bim1:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=6.25,x=-2.5..2.5,y=-2..2,z=-
2..2.5)): #tutup bagian tengah
b1:=plot3d([2*sin(v)*cos(u)+0,2*cos(v)+3.35,2*sin(v)*sin(u)+0],u=0..
2*Pi,v=0..3*Pi/4,scaling=constrained,labels=[x,y,z],style=patchnogri
d, lightmodel=light4):
b2:=plot3d([2*sin(v)*cos(u)+0,2*cos(v)+(-
3.35),2*sin(v)*sin(u)+0],u=0..2*Pi,v=Pi/4..Pi,scaling=constrained,la
bels=[x,y,z],style=patchnograd, lightmodel=light4)
SEMUA:=display(bim1,b2,b1):

#tutup alas bawah#
b4:=plot3d([2.85*u*cos(v),2.85*u*sin(v),0],u=0..1,v=0..2*Pi,scaling=
constrained, labels=[x,y,z], style=patchnograd, lightmodel=light4)
Ala:=display(b4):

```

B.3 Model botol parfum dengan tiga sumbu pemodelan

1. Pemodelan 1

```
#badan botol parfum#
```

```

x1:=u*(-2)+(1-u)*2: y1:=u*(-2)+(1-u)*(-2): z1:=u*0+(1-u)*0:
x2:=u*(-2)+(1-u)*2: y2:=u*2+(1-u)*2: z2:=u*0+(1-u)*0:
x3:=u*(-2)+(1-u)*(-1): y3:=u*(-2)+(1-u)*(-1): z3:=u*4+(1-u)*6:
x4:=u*2+(1-u)*1: y4:=u*(-2)+(1-u)*(-1): z4:=u*4+(1-u)*6:
x5:=u*2+(1-u)*1: y5:=u*2+(1-u)*1: z5:=u*4+(1-u)*6:
x6:=u*(-2)+(1-u)*(-1): y6:=u*2+(1-u)*1: z6:=u*4+(1-u)*6:

```

```

a:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c:=plot3d([v*x4+(1-v)*x5,v*y4+(1-v)*y5,v*z4+(1-
v)*z5],u=0..1,v=0..1):
d:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
e:=plot3d([v*x3+(1-v)*x6,v*y3+(1-v)*y6,v*z3+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):

```

```

ta1:=plot3d([(1.5*(1-t)^2+2*2*(1-t)*t+1*t^2)*cos(v), (1.5*(1-
t)^2+2*2*(1-t)*t+1*t^2)*sin(v), (0*(1-t)^2+2*0.25*(1-
t)*t+0.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):

```

```

ta2:=plot3d([(1*(1-t)^2+2*1.5*(1-t)*t+0.5*t^2)*cos(v), (1*(1-
t)^2+2*1.5*(1-t)*t+0.5*t^2)*sin(v), (0.5*(1-t)^2+2*0.75*(1-
t)*t+1*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta3:=plot3d([(0.5*(1-t)^2+2*1*(1-t)*t+0.2*t^2)*cos(v), (0.5*(1-
t)^2+2*1*(1-t)*t+0.2*t^2)*sin(v), (1*(1-t)^2+2*1.25*(1-
t)*t+1.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
BADAN:=display(a,b,c,d,e,ta1,ta2,ta3):

#leher botol parfum#
ta4:=plot3d([(1*(1-t)^2+2*0.75*(1-t)*t+1*t^2)*cos(v), (1*(1-
t)^2+2*0.75*(1-t)*t+1*t^2)*sin(v), (6*(1-t)^2+2*6.25*(1-
t)*t+6.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta5:=plot3d([(1*(1-t)^2+2*0.1*(1-t)*t+0.5*t^2)*cos(v), (1*(1-
t)^2+2*0.1*(1-t)*t+0.5*t^2)*sin(v), (6.5*(1-t)^2+2*7.5*(1-
t)*t+8.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
LEHER:=display(ta4,ta5):

#tutup botol parfum#
ta6:=plot3d([(1.5*(1-t)^2+2*3*(1-t)*t+1*t^2)*cos(v), (1.5*(1-
t)^2+2*3*(1-t)*t+1*t^2)*sin(v), (8.5*(1-t)^2+2*9.5*(1-
t)*t+10.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta7:=plot3d([(1*(1-t)^2+2*2*(1-t)*t+0.5*t^2)*cos(v), (1*(1-
t)^2+2*2*(1-t)*t+0.5*t^2)*sin(v), (10.5*(1-t)^2+2*11*(1-
t)*t+11.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
TUTUP:=display(ta6,ta7,a1,a2):

#sambungan#
r1:=1.45: r2:=2.85:
for i from 0 to 3 do
a1[i+1]:=plot3d([v*r1*cos(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*cos(Pi/2*(i+1))-
r2*cos(Pi/2*i))*u+r2*cos(Pi/2*i)),v*r1*sin(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*sin(Pi/2*(i+1))-
r2*sin(Pi/2*i))*u+r2*sin(Pi/2*i)),0],u=0..1,v=0..1):
end do:
s1:=display({a1[1],a1[2],a1[3],a1[4]}):

r1:=1: r2:=1.42:
for i from 0 to 3 do
a1[i+1]:=plot3d([v*r1*cos(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*cos(Pi/2*(i+1))-
r2*cos(Pi/2*i))*u+r2*cos(Pi/2*i)),v*r1*sin(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*sin(Pi/2*(i+1))-
r2*sin(Pi/2*i))*u+r2*sin(Pi/2*i)),0],u=0..1,v=0..1):
end do:
s11:=display({a1[1],a1[2],a1[3],a1[4]}):
a2:=plot3d([v*1.5*cos(u)+(1-v)*0.5*cos(u),v*1.5*sin(u)+(1-
v)*0.5*sin(u),v*(8.5)+(1-v)*(8.5)],u=0..2*Pi,v=0..1):
S12:=display(a2):

```

```

#tutup alas bawah, atas dan samping#
x1:=u*(-2)+(1-u)*2: y1:=u*(-2)+(1-u)*(-2): z1:=u*0+(1-u)*0:
x2:=u*(-2)+(1-u)*2: y2:=u*2+(1-u)*2: z2:=u*0+(1-u)*0:
a22:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
tu1:=display(a22):

a1:=plot3d([v*0.5*cos(u)+(1-v)*0,v*0.5*sin(u)+(1-v)*0,v*11.5+(1-
v)*11.5],u=0..2*Pi,v=0..1):
tu2:=display(a1):

a7:=plot3d([v*0.2*cos(u)+(1-v)*0,v*0.2*sin(u)+(1-v)*0,v*1.5+(1-
v)*1.5],u=0..2*Pi,v=0..1):
tu3:=display(a7):

2. Pemodelan 2
#badan botol parfum#
x3:=u*(-2)+(1-u)*(-1): y3:=u*(-2)+(1-u)*(-1): z3:=u*4+(1-u)*6:
x4:=u*2+(1-u)*1: y4:=u*(-2)+(1-u)*(-1): z4:=u*4+(1-u)*6:
x5:=u*2+(1-u)*1: y5:=u*2+(1-u)*1: z5:=u*4+(1-u)*6:
x6:=u*(-2)+(1-u)*(-1): y6:=u*2+(1-u)*1: z6:=u*4+(1-u)*6:
b:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c:=plot3d([v*x4+(1-v)*x5,v*y4+(1-v)*y5,v*z4+(1-
v)*z5],u=0..1,v=0..1):
d:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
e:=plot3d([v*x3+(1-v)*x6,v*y3+(1-v)*y6,v*z3+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
BA:=display(a,b,c,d,e):

#leher botol parfum#
ta1:=plot3d([(1*(1-t)^2+2*0.5*(1-t)*t+1*t^2)*cos(v),(1*(1-
t)^2+2*0.5*(1-t)*t+1*t^2)*sin(v),(6*(1-t)^2+2*6.25*(1-
t)*t+6.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta2:=plot3d([(1*(1-t)^2+2*1.5*(1-t)*t+0.75*t^2)*cos(v),(1*(1-
t)^2+2*1.5*(1-t)*t+0.75*t^2)*sin(v),(6.5*(1-t)^2+2*6.75*(1-
t)*t+7*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta3:=plot3d([(0.75*(1-t)^2+2*0.2*(1-t)*t+0.5*t^2)*cos(v),(0.75*(1-
t)^2+2*0.2*(1-t)*t+0.5*t^2)*sin(v),(7*(1-t)^2+2*8*(1-
t)*t+9*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
LEHER:=display(ta1,ta2,ta3):

#tutup botol parfum#
b11:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=2,x=-1.2..1.2,y=-1.2..1.2,z=-
1.2..1.2)):
Tu:=display(b11):

```



```

#sambungan#
r1:=1: r2:=1.42:
for i from 0 to 3 do
a1[i+1]:=plot3d([v*r1*cos(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*cos(Pi/2*(i+1))-
r2*cos(Pi/2*i))*u+r2*cos(Pi/2*i)),v*r1*sin(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*sin(Pi/2*(i+1))-
r2*sin(Pi/2*i))*u+r2*sin(Pi/2*i)),0],u=0..1,v=0..1):
end do:
s11:=display({a1[1],a1[2],a1[3],a1[4]}):

tutup alas bawah dan samping#
x1:=u*(-2)+(1-u)*2: y1:=u*(-2)+(1-u)*(-2): z1:=u*0+(1-u)*0:
x2:=u*(-2)+(1-u)*2: y2:=u*2+(1-u)*2: z2:=u*0+(1-u)*0:
a:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
Ala:=display(a):

a1:=plot3d([v*0.75*cos(u)+(1-v)*0,v*0.75*sin(u)+(1-v)*0,v*1.2+(1-
v)*1.2],u=0..2*Pi,v=0..1):
a2:=plot3d([v*0.75*cos(u)+(1-v)*0.5*cos(u),v*0.75*sin(u)+(1-
v)*0.5*sin(u),v*(-1.2)+(1-v)*(-1.2)],u=0..2*Pi,v=0..1):
a3:=plot3d([v*0.75*cos(u)+(1-v)*0,v*1.2+(1-v)*1.2,v*0.75*sin(u)+(1-
v)*0],u=0..2*Pi,v=0..1):
a4:=plot3d([v*0.75*cos(u)+(1-v)*0,v*(-1.2)+(1-v)*(-
1.2),v*0.75*sin(u)+(1-v)*0],u=0..2*Pi,v=0..1):
a5:=plot3d([v*1.2+(1-v)*1.2,v*0.75*cos(u)+(1-v)*0,v*0.75*sin(u)+(1-
v)*0],u=0..2*Pi,v=0..1):
a6:=plot3d([v*(-1.2)+(1-v)*(-1.2),v*0.75*cos(u)+(1-
v)*0,v*0.75*sin(u)+(1-v)*0],u=0..2*Pi,v=0..1):
sam1:=display(a1,a2,a3,a4,a5,a6):

3. Pemodelan 3
#badan botol parfum#
b11:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=9,x=-2.5..2.5,y=-2.5..2.5,z=-
2.5..2.5)):
Ba:=display(b11):

ta1:=plot3d([(1.5*(1-t)^2+2*2*(1-t)*t+1*t^2)*cos(v),(1.5*(1-
t)^2+2*2*(1-t)*t+1*t^2)*sin(v),(0*(1-t)^2+2*0.25*(1-
t)*t+0.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta2:=plot3d([(1*(1-t)^2+2*1.5*(1-t)*t+0.5*t^2)*cos(v),(1*(1-
t)^2+2*1.5*(1-t)*t+0.5*t^2)*sin(v),(0.5*(1-t)^2+2*0.75*(1-
t)*t+1*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta3:=plot3d([(0.5*(1-t)^2+2*1*(1-t)*t+0.2*t^2)*cos(v),(0.5*(1-
t)^2+2*1*(1-t)*t+0.2*t^2)*sin(v),(1*(1-t)^2+2*1.25*(1-
t)*t+1.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
a7:=plot3d([v*0.2*cos(u)+(1-v)*0,v*0.2*sin(u)+(1-v)*0,v*1.5+(1-
v)*1.5],u=0..2*Pi,v=0..1):
bada2:=display(ta1,ta2,ta3,a7,style=patchnograd,lightmodel=light4):

```

```

#leher botol parfum#
ta4:=plot3d([(1.5*(1-t)^2+2*2*(1-t)*t+1*t^2)*cos(v), (1.5*(1-
t)^2+2*2*(1-t)*t+1*t^2)*sin(v), (2.5*(1-t)^2+2*3*(1-
t)*t+3.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta5:=plot3d([(1*(1-t)^2+2*0.1*(1-t)*t+0.5*t^2)*cos(v), (1*(1-
t)^2+2*0.1*(1-t)*t+0.5*t^2)*sin(v), (3.5*(1-t)^2+2*5*(1-
t)*t+5.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
LEHER:=display(ta4,ta5):

#tutup botol parfum#
b12:=(implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=4,x=-2..2,y=-2..2,z=-1.75..2)):
Tu:=display(b12):

#sambungan#
a1:=plot3d([v*1.65*cos(u)+(1-v)*1.5*cos(u),v*1.65*sin(u)+(1-
v)*1.5*sin(u),v*2.5+(1-v)*2.5],u=0..2*Pi,v=0..1):
a2:=plot3d([v*1.65*cos(u)+(1-v)*0,v*1.65*sin(u)+(1-v)*0,v*(-2.5)+(1-
v)*(-2.5)],u=0..2*Pi,v=0..1):
a3:=plot3d([v*1.65*cos(u)+(1-v)*1.5*cos(u),v*2.5+(1-
v)*2.5,v*1.65*sin(u)+(1-v)*1.5*sin(u)],u=0..2*Pi,v=0..1):
a4:=plot3d([v*1.65*cos(u)+(1-v)*1.5*cos(u),v*(-2.5)+(1-v)*(-
2.5),v*1.65*sin(u)+(1-v)*1.5*sin(u)],u=0..2*Pi,v=0..1):
a5:=plot3d([v*2.5+(1-v)*2.5,v*1.65*cos(u)+(1-
v)*1.5*cos(u),v*1.65*sin(u)+(1-v)*1.5*sin(u)],u=0..2*Pi,v=0..1):
a6:=plot3d([v*(-2.5)+(1-v)*(-2.5),v*1.65*cos(u)+(1-
v)*1.5*cos(u),v*1.65*sin(u)+(1-v)*1.5*sin(u)],u=0..2*Pi,v=0..1):
sam:=display(a1,a3,a4,a5,a6):

#tutup alas bawah#
a2:=plot3d([v*1.65*cos(u)+(1-v)*0,v*1.65*sin(u)+(1-v)*0,v*(-2.5)+(1-
v)*(-2.5)],u=0..2*Pi,v=0..1):
tutu:=display(a2):

4. Pemodelan 4
#badan botol#
x1:=u*(-2)+(1-u)*2: y1:=u*(-2)+(1-u)*2: z1:=u*0+(1-u)*0:
x2:=u*(-2)+(1-u)*2: y2:=u*2+(1-u)*2: z2:=u*0+(1-u)*0:
x3:=u*4+(1-u)*4: y3:=u*4+(1-u)*4: z3:=u*0+(1-u)*4:
x4:=u*0+(1-u)*0: y4:=u*4+(1-u)*4: z4:=u*0+(1-u)*4:
x7:=u*4+(1-u)*4: y7:=u*4+(1-u)*2: z7:=u*4+(1-u)*8:
x8:=u*0+(1-u)*0: y8:=u*4+(1-u)*2: z8:=u*4+(1-u)*8:
x9:=u*4+(1-u)*4: y9:=u*0+(1-u)*2: z9:=u*4+(1-u)*8:
x10:=u*0+(1-u)*0: y10:=u*0+(1-u)*2: z10:=u*4+(1-u)*8:
b:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c:=plot3d([v*x1+(1-v)*x3,v*y1+(1-v)*y3,v*z1+(1-
v)*z3],u=0..1,v=0..1):
d:=plot3d([v*x2+(1-v)*x4,v*y2+(1-v)*y4,v*z2+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
f:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):

```

```

i:=plot3d([v*x9+(1-v)*x10,v*y9+(1-v)*y10,v*z9+(1-
v)*z10],u=0..1,v=0..1):
k:=plot3d([v*x7+(1-v)*x9,v*y7+(1-v)*y9,v*z7+(1-
v)*z9],u=0..1,v=0..1):
l:=plot3d([v*x8+(1-v)*x10,v*y8+(1-v)*y10,v*z8+(1-
v)*z10],u=0..1,v=0..1):
ker1:=display(f,i,k,l):

#leher botol parfum#
ta1:=plot3d([(2*(1-t)^2+2*1*(1-t)*t+1.5*t^2)*cos(v),(2*(1-
t)^2+2*1*(1-t)*t+1.5*t^2)*sin(v),(4*(1-t)^2+2*4.5*(1-
t)*t+5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
ta2:=plot3d([(1.5*(1-t)^2+2*0.5*(1-t)*t+1*t^2)*cos(v),(1.5*(1-
t)^2+2*0.5*(1-t)*t+1*t^2)*sin(v),(5*(1-t)^2+2*5.5*(1-
t)*t+7*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
LEHER:=display(ta1,ta2):

#tutup botol parfum#
ta3:=plot3d([(2*(1-t)^2+2*5*(1-t)*t+3*t^2)*cos(v),(2*(1-t)^2+2*5*(1-
t)*t+3*t^2)*sin(v),(7*(1-t)^2+2*8*(1-t)*t+9*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
Tu:=display(ta3):

#sambungan#
r1:=2: r2:=2.83:
for i from 0 to 3 do
a1[i+1]:=plot3d([v*r1*cos(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*cos(Pi/2*(i+1))-
r2*cos(Pi/2*i))*u+r2*cos(Pi/2*i)),v*r1*sin(Pi/2*u+i*(Pi/2))+(1-
v)*((r2*sin(Pi/2*(i+1))-
r2*sin(Pi/2*i))*u+r2*sin(Pi/2*i)),0],u=0..1,v=0..1):
end do:
sam:=display({a1[1],a1[2],a1[3],a1[4]}):

a2:=plot3d([v*2*cos(u)+(1-v)*1*cos(u),v*2*sin(u)+(1-
v)*1*sin(u),v*(7)+(1-v)*(7)],u=0..2*Pi,v=0..1):
Sa:=display(a2):

#tutup alas#
x1:=u*(-2)+(1-u)*2: y1:=u*(-2)+(1-u)*(-2): z1:=u*0+(1-u)*0:
x2:=u*(-2)+(1-u)*2: y2:=u*2+(1-u)*2: z2:=u*0+(1-u)*0:
a:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
TU:=display(a):

a1:=plot3d([v*3*cos(u)+(1-v)*0,v*3*sin(u)+(1-v)*0,v*9+(1-
v)*9],u=0..2*Pi,v=0..1):
Tu1:=display(a1):

```