



**MODELISASI LAMPU DUDUK DENGAN PENGGABUNGAN
HASIL DEFORMASI BENDA GEOMETRI RUANG**

SKRIPSI

Oleh

**Yora Aziza Rodifa
NIM 131810101051**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**MODELISASI LAMPU DUDUK DENGAN PENGGABUNGAN
HASIL DEFORMASI BENDA GEOMETRI RUANG**

SKRIPSI

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

Oleh

Yora Aziza Rodifa
NIM 131810101051

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2017

PERSEMBAHAN

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

1. Kedua orang tuaku tercinta Ayahanda Agus Efendi, Ibunda Nur Kalim dan adikku Amelia Naila Ramadhani, yang telah mendoakan dan memberikan kasih sayang serta pengorbanan untuk putri tercintanya;
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
3. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, SMA Negeri 1 Lumajang, SMP Negeri 1 Tempursari, SD Negeri 2 Bulurejo, dan TK Islam Tempurrejo;
4. Sahabat-sahabatku tercinta (Jihan, Fikriana dan Eka) dan teman-teman seperjuangan (Dony I, Yanti dan Ari) yang telah memberikan semangat dan selalu meluangkan waktu serta tenaganya dalam membantu penyelesaian skripsi ini;
5. Teman-teman angkatan 2013 (ATLAS) yang selalu membantu dan memberi dukungan.

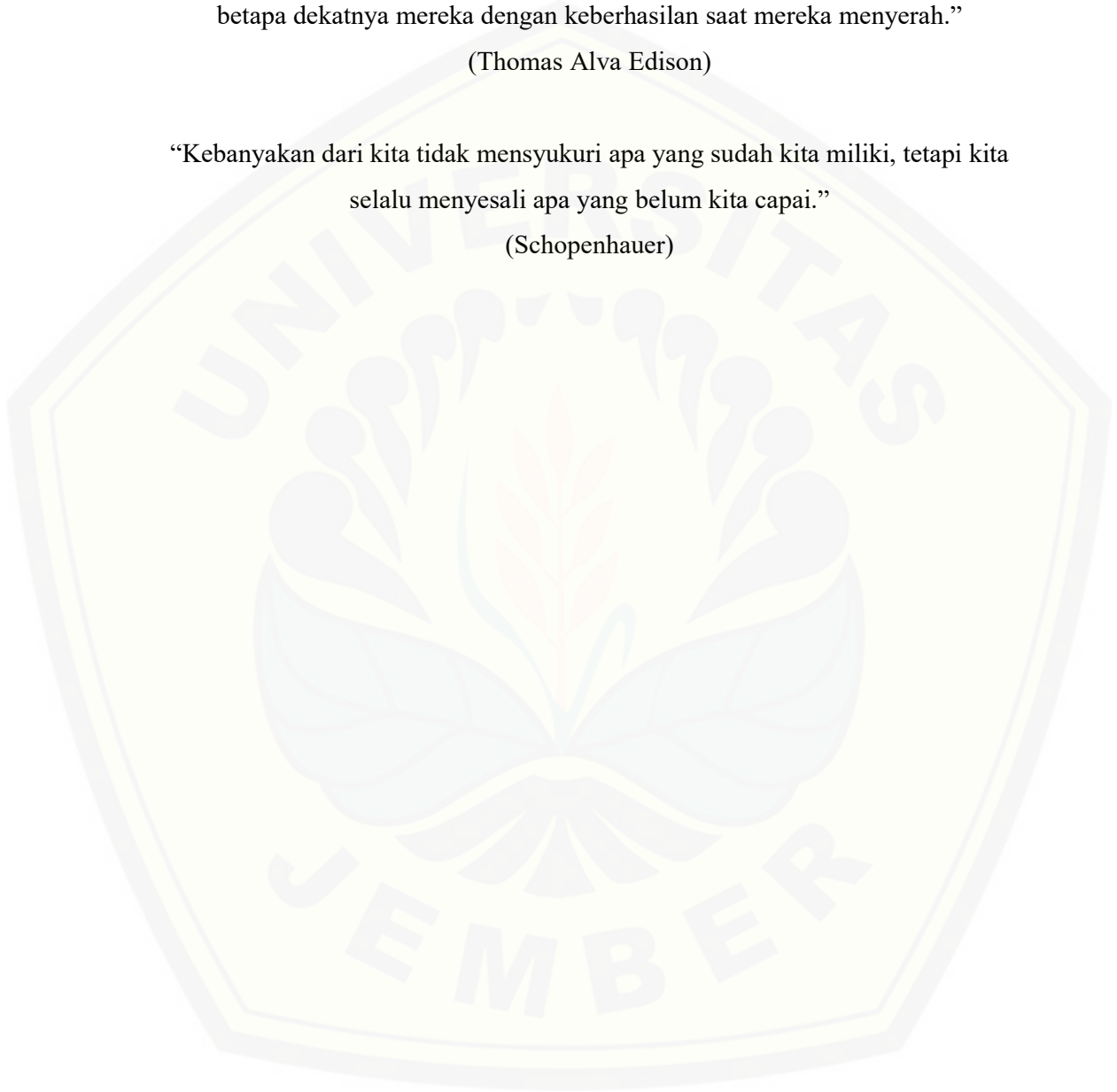
MOTTO

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah.”

(Thomas Alva Edison)

“Kebanyakan dari kita tidak mensyukuri apa yang sudah kita miliki, tetapi kita selalu menyesali apa yang belum kita capai.”

(Schopenhauer)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yora Aziza Rodifa

NIM : 131810101051

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Modelisasi Lampu Duduk dengan Penggabungan Hasil Deformasi Benda Geometri Ruang” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, 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 manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2017

Yang menyatakan,

Yora Aziza Rodifa
NIM 131810101051

SKRIPSI

**MODELISASI LAMPU DUDUK DENGAN PENGGABUNGAN HASIL
DEFORMASI BENDA GEOMETRI RUANG**

Oleh

Yora Aziza Rodifa

NIM. 131810101051

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Modelisasi Lampu Duduk dengan Penggabungan Hasil Deformasi Benda Geometri Ruang” telah diuji dan disahkan pada:

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota I,

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

Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom.
NIP 19721129 199802 1 001

Anggota II,

Anggota III,

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

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

Mengesahkan
Dekan,

Drs.Sujito, Ph.D.
NIP 19610204 198711 1 001

RINGKASAN

Modelisasi Lampu Duduk dengan Penggabungan Hasil Deformasi Benda Geometri Ruang; Yora Aziza Rodifa; 131810101051; 2017; 60 Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Lampu duduk banyak digunakan untuk menghiasi dan menambah keindahan ruangan. Secara umum lampu duduk terdiri dari kap lampu dan badan lampu, dimana pada badan lampu terdapat lengan penyangga dan kaki penyangga. Dari segi geometris, model pembuatan lampu duduk yang telah ada pada umumnya masih monoton dan terbangun dari satu model potongan benda solid. Hal ini dapat dilihat dari produk industri lampu duduk masih sederhana dan teknik desain yang digunakan masih menggunakan cara konvensional. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk mendapatkan beragam bentuk desain lampu duduk yang variatif dari gabungan benda-benda geometri ruang.

Dalam penelitian ini, modelisasi lampu duduk dibagi menjadi beberapa tahapan. Tahapan pertama adalah membangun beberapa benda dasar sebagai komponen penyusun lampu duduk dari deformasi balok, tabung dan bola. Dalam hal ini mengoperasikan titik dan kurva kemudian membangun permukaan dengan lengkung atau menginterpolasikan kurva tersebut. Tahapan kedua adalah membangun beberapa benda dasar sebagai relief untuk permukaan datar kap lampu duduk dari segmen, elips dan lingkaran. Dalam hal ini mentransformasi benda dasar kemudian menginterpolasikan desain pola relief tersebut. Tahapan ketiga adalah merangkai beberapa benda-benda dasar komponen lampu duduk pada tiga jenis sumbu pemodelan. Dalam hal ini membagi sumbu menjadi tiga bagian sebagai sumbu tiap bagian kemudian mengisi bagian tersebut dengan komponen lampu duduk. Selanjutnya tahapan terakhir dilakukan programasi untuk memodelisasi lampu duduk tersebut dengan bantuan *software* Maple 13.

Hasil penelitian ini mendapatkan tiga prosedur untuk memodelisasi lampu duduk, yang pertama prosedur untuk mendesain beragam bentuk komponen

penyusun lampu duduk dari benda dasar balok, tabung, dan bola, dapat dilakukan prosedur sebagai berikut. Pertama, menetapkan titik-titik pada rusuk, kurva batas lingkaran atau diameter sisi atas dan sisi bawah balok, bola, dan tabung. Kedua, mengoperasikan titik-titik tersebut, yaitu: (a) menetapkan titik kontrol untuk memperbesar atau memperkecil jari-jari, (b) membangun segmen garis, kurva Elips atau kurva Lingkaran, dan (c) menginterpolasikan kurva tersebut sehingga menghasilkan bentuk komponen lampu duduk. Kedua untuk membangun pola relief pada permukaan datar kap lampu duduk dari beberapa benda dasar segmen garis, elips dan lingkaran, dapat dilakukan prosedur sebagai berikut. Pertama, mentransformasikan kurva, yaitu: (a) tangkai dari segmen garis atau kurva elips, (b) daun dari kurva elips, dan (c) bunga dari kurva lingkaran. Kedua, mentranslasikan lalu menginterpolasikan dua pola relief tersebut sehingga menghasilkan relief dengan karakter dasar: lengkung, miring, tumpuk. Ketiga untuk merangkai komponen penyusun lampu duduk 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 3 segmen yang diperlukan sebagai sumbu bagian kaki penyangga, lengan penyangga dan kap lampu. Kedua, mengisi setiap bagian segmen sumbu tersebut dengan komponen penyusun lampu duduk. Ketiga, menempatkan pola relief pada permukaan datar kap lampu duduk sehingga menghasilkan model lampu duduk yang bervariasi dan memiliki pola relief.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Modelisasi Lampu Duduk dengan Penggabungan Hasil Deformasi Benda Geometri Ruang”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

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

1. Prof. Kusno, DEA., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Drs. Rusli Hidayat, M.Sc. dan Ika Hesti Agustin, S.Si, M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran membangun demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Kusbudiono, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan motivasi dan pengarahan selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember;
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, Juni 2017

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	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penyajian Segmen Garis	6
2.1.1 Segmen Garis di Bidang	6
2.1.2 Segmen Garis di Ruang	7
2.2 Penyajian Lingkaran, Elips dan Bagiannya	8
2.2.1 Penyajian Lingkaran	8
2.2.2 Penyajian Elips	9
2.3 Interpolasi antar Segmen Garis, Lingkaran dan Elips di Ruang	10
2.4 Penyajian Balok, Bola dan Tabung	11
2.4.1 Penyajian Balok	11
2.4.2 Penyajian Bola	13

2.4.3 Penyajian Tabung.....	14
2.5 Transformasi Bidang di R^3	16
2.5.1 Translasi.....	16
2.5.2 Rotasi (Perputaran).....	17
2.5.3 Dilatasi (Penskalaan).....	18
2.5.4 Refleksi (Pencerminan)	19
2.6 Penyajian Kurva Hermit Kuadratik	20
2.7 Konstruksi Visualisasi Benda Geometri dengan Maple 13 ...	22
BAB 3. METODE PENELITIAN	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Modelisasi Komponen Dasar Lampu Duduk.....	30
4.1.1 Deformasi Balok	30
4.1.2 Deformasi Tabung.....	34
4.1.3 Deformasi Bola	38
4.2 Mendesain Pola Relief Permukaan Kap Lampu.....	40
4.3 Perangkaian Komponen Penyusun Lampu Duduk pada	
Sumbu Pemodelan.....	44
4.3.1 Model Lampu Duduk dengan Satu Sumbu Pemodelan.....	44
4.3.2 Model Lampu Duduk dengan Dua Sumbu Pemodelan	48
4.3.3 Model Lampu Duduk dengan Tiga Sumbu Pemodelan	52
4.4 Pembahasan	56
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Bagian-bagian Lampu Duduk.....	1
1.2 Komponen-komponen Penyusun Lampu Duduk.....	3
1.3 Komponen-komponen Relief.....	4
1.4 Contoh Lampu Duduk.....	5
2.1 Penyajian Segmen Garis di Bidang.....	7
2.2 Penyajian Segmen Garis di Ruang.....	7
2.3 Penyajian Lingkaran.....	8
2.4 Penyajian Keratan Lingkaran	9
2.5 Penyajian Elips	10
2.6 Contoh Kasus Khusus Interpolasi Dua Garis	11
2.7 Interpolasi Linier pada Lingkaran dan Ellips	11
2.8 Penyajian Balok	12
2.9 Penyajian Bola dengan Pusat (a) $O(0,0,0)$ dan (b) $Q(a,b,c)$	13
2.10 Penyajian Beberapa Keratan Bola.....	14
2.11 Penyajian Tabung.....	15
2.12 Tabung dengan Beragam Sumbu Pusat.....	16
2.13 Ilustrasi Rotasi pada Sistem Koordinat Tangan Kiri	17
2.14 Dilatasi dengan $k \neq 1$	19
2.15 Refleksi terhadap Bidang $x = 0$	19
2.16 Kurva Bezier kuadratik dan kubik	21
2.17 Permukaan Bezier dengan $m = 2$ dan $n = 2$	22
2.18 Segmen Garis.....	22
2.19 Bidang Segiempat	23
2.20 Bidang Lingkaran.....	23
2.21 Penyajian Bola	24
2.22 Penyajian Selimut Tabung.....	25
2.23 Interpolasi antar Dua Kurva	26
2.24 Penyajian Permukaan Bezier	26

3.1	Skema Metode Penelitian	29
4.1	Deformasi Rusuk Balok	31
4.2	Operasi Data	32
4.3	Deformasi Balok	33
4.4	Visualisasi Hasil Deformasi Balok Menggunakan <i>software</i> Maple	34
4.5	Deformasi Selimut Tabung.....	35
4.6	Operasi Data	36
4.7	Deformasi Tabung terhadap Jari-jari	36
4.8	Deformasi Tabung dengan Lengkung.....	37
4.9	Visualisasi Hasil Deformasi Tabung Menggunakan <i>software</i> Maple.....	38
4.10	Deformasi Segmen Garis Diameter Bola	38
4.11	Operasi Data	39
4.12	Deformasi Bola	39
4.13	Visualisasi Hasil Deformasi Bola Menggunakan <i>software</i> Maple	40
4.14	Data Awal Desain Pola.....	40
4.15	Pola Tangkai	41
4.16	Pola Daun	42
4.17	Pola Bunga.....	43
4.18	Translasi Sejajar Sumbu X	44
4.19	Visualisasi Interpolasi Pola Relief.....	44
4.20	Sumbu Tegak Lampu Duduk.....	46
4.21	Model Lampu Duduk dengan Satu Sumbu Pemodelan	47
4.22	Visualisasi Model Lampu Duduk dengan Satu Sumbu Pemodelan.....	48
4.23	Dua Sumbu Lampu Duduk dan Pembagiannya.....	50
4.24	Model Lampu Duduk dengan Dua Sumbu Pemodelan.....	51
4.25	Visualisasi Model Lampu Duduk dengan Dua Sumbu Pemodelan	52
4.26	Tiga Sumbu Lampu Duduk dan Pembagiannya	54
4.27	Model Lampu Duduk dengan Tiga Sumbu Pemodelan	55
4.28	Visualisasi Model Lampu Duduk dengan Tiga Sumbu Pemodelan	55
4.29	Variasi Bentuk Komponen Lampu Duduk Hasil Teknik Deformasi.....	57
4.30	Variasi Pola Relief	57

4.31 Variasi Bentuk Lampu Duduk dengan 3 Jenis Model Sumbu..... 59



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Modelisasi Komponen Penyusun Lampu Duduk.....	64
A.1 Deformasi Balok.....	64
A.2 Deformasi Tabung.....	67
A.3 Deformasi Bola.....	70
B. Desain Pola Relief pada Permukaan Datar Kap Lampu Duduk	70
C. Perangkaian Lampu Duduk pada Tiga Jenis Sumbu Pemodelan.....	72
C.1 Model Lampu Duduk dengan Satu Sumbu Pemodelan	72
C.2 Model Lampu Duduk dengan Dua Sumbu Pemodelan.....	74
C.3 Model Lampu Duduk dengan Tiga Sumbu Pemodelan	78

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lampu duduk banyak digunakan untuk menghiasi dan menambah keindahan ruangan. Lampu duduk memiliki banyak variasi dan bentuk pada bagian-bagiannya sehingga terlihat menarik. Secara umum lampu duduk terdiri dari kap lampu dan badan lampu, dimana pada badan lampu terdapat lengan penyangga dan kaki penyangga (Gambar 1.1 (a)). Kap lampu merupakan bagian lampu duduk yang memiliki peranan penting. Kap lampu duduk diletakkan pada bagian atas dari lampu duduk tersebut guna menyelubungi lampu, sehingga sinar lampu tidak menyilaukan mata. Sedangkan badan lampu duduk yang terletak dibawah kap lampu berfungsi sebagai tempat kap lampu agar lampu duduk dapat dipindah tempat atau diletakkan diberbagai sudut ruangan. Pada badan lampu duduk terdapat beberapa bagian dengan kegunaannya masing-masing, yaitu dibagian atas badan lampu digunakan untuk penempatan lampu, bagian lengan badan lampu berfungsi sebagai penyangga dan pada bagian bawah sebagai penompang badan lampu agar lampu duduk dapat berdiri.



Sumber: <http://www.ideaonline.co.id>

Gambar 1.1 Bagian-bagian Lampu Duduk

Model lampu duduk yang telah ada umumnya dibangun melalui benda-benda geometris yang masih sederhana. Bentuknya dibangun dari bentuk keratan kerucut, balok, tabung, atau bentuk lain dari benda standar geometris dan belum

banyak dilakukan inovasi. Pada bagian badan lampu duduk modelnya juga hanya menggunakan satu benda geometris seperti tabung dan balok sehingga terlihat monoton dan kurang menarik.

Beberapa penelitian tentang pemodelan Lampu Duduk telah diperoleh Fatkurotin (2015) membahas mengenai modelisasi bentuk botol parfum dengan penggabungan benda dasar hasil deformasi prisma segiempat beraturan, bola dan tabung. Namun dari modelisasi bentuk botol parfum permukaan relief pada botol masih belum bervariasi dan mulus. Kemudian, Anto (2011) mengembangkan modelisasi kap lampu duduk dengan memanfaatkan teknik-teknik penggabungan dan transformasi objek-objek geometri dasar. Namun dari modelisasi kap lampu duduk belum memiliki variasi ketebalan dan perlu menambahkan benda-benda solid dari potongan benda-benda ruang seperti kerucut, hiperboloida dan elipsoida.

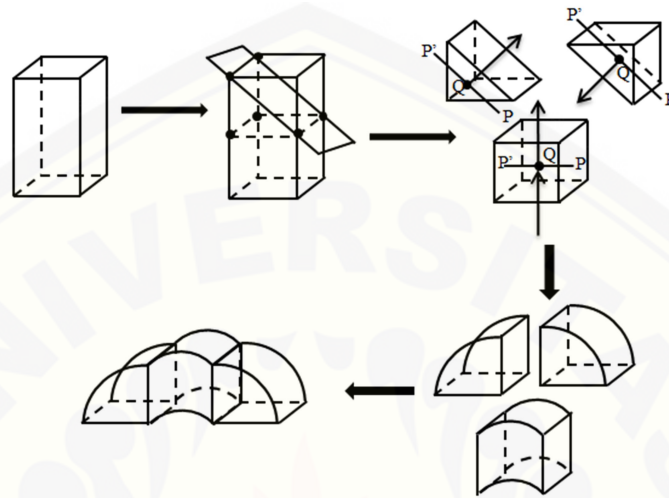
Sehubungan dengan kelemahan yang ada pada penelitian sebelumnya, penelitian ini dimaksudkan untuk memodelisasi bentuk lampu duduk dengan memanfaatkan teknik-teknik penggabungan dan deformasi mengubah jari-jari bola dan tabung dengan memperbesar atau memperkecil, mendilatasi dan mentranslasikan rusuk balok. Selain itu menggunakan bantuan transformasi objek-objek geometri ruang yang terkomposisi dari beberapa bangun geometri ruang dan menghasilkan segmen garis, lingkaran, ellips, balok, bola dan tabung. Pada bagian kap lampu dikembangkan juga dengan memberikan bentuk yang bervariasi yaitu timbul, cekung, lipatan, dan cembung.

1.2 Rumusan Masalah

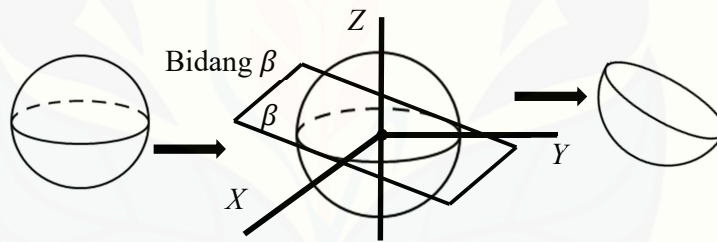
Dari beberapa kendala yang telah dijelaskan pada latar belakang diajukan permasalahan modelisasi lampu duduk sebagai berikut:

- a. Diberikan balok, bola, dan tabung. Dari ketiga benda geometri ruang tersebut, bagaimana prosedur membangun beberapa benda dasar sebagai penyusun lampu duduk dengan deformasi balok, bola, dan tabung sehingga menghasilkan

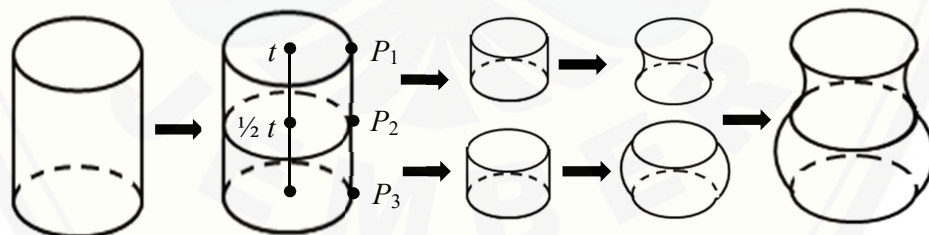
beberapa komponen penyusun lampu (kap (k), lengan (l), penyangga(p)) dalam ukuran ketinggian $20 \text{ cm} \leq k \leq 30 \text{ cm}$, $35 \text{ cm} \leq l \leq 45 \text{ cm}$, $3 \text{ cm} \leq p \leq 5 \text{ cm}$ (Gambar 1.2).



(a) Deformasi Balok



(b) Deformasi Bola

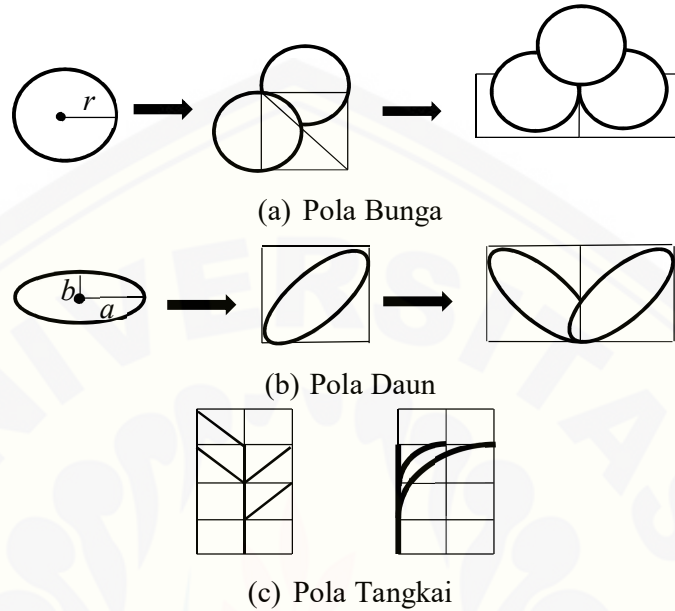


(c) Deformasi Tabung

Gambar 1.2 Komponen-komponen Penyusun Lampu Duduk

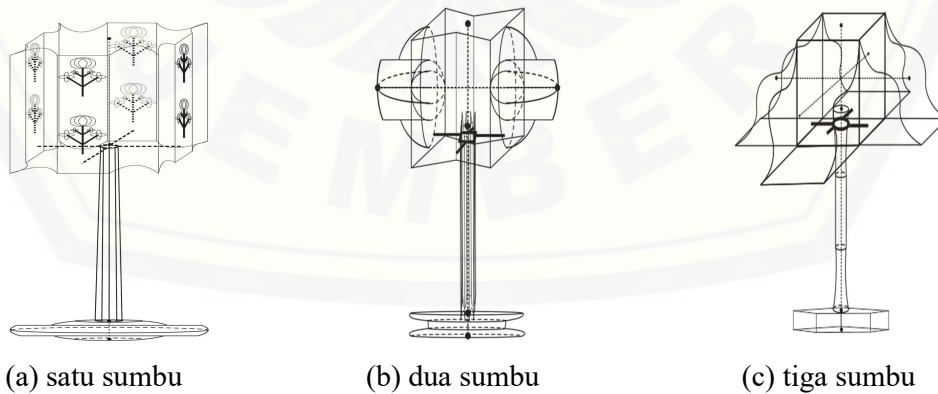
- b. Diberikan segmen garis, ellips dan lingkaran. Dari ketiga benda geometri tersebut, bagaimana prosedur membangun beberapa benda dasar sebagai relief untuk permukaan datar kap lampu duduk dengan transformasi sehingga

menghasilkan beberapa relief dengan karakter dasar: lengkung, miring, tumpuk (Gambar 1.3).



Gambar 1.3 Komponen-komponen Relief

c. Diberikan tiga model sumbu pemodelan (A , B , C) dengan panjang $68 \text{ cm} \leq A \leq 90 \text{ cm}$ dan tegak lurus dengan lebar $5 \text{ cm} \leq B \leq 5 \text{ cm}$ dan $5 \text{ cm} \leq C \leq 10 \text{ cm}$ (Gambar 1.4). Dari ketiga model sumbu pemodelan tersebut, bagaimana prosedur merangkai komponen hasil pemodelan agar menghasilkan model lampu duduk yang bervariasi dan permukaannya memiliki relief.



Gambar 1.4 Contoh Lampu Duduk

1.3 Tujuan

Tujuan dari adanya penelitian ini adalah:

- a. Mendapatkan prosedur untuk membangun model lampu duduk menggunakan deformasi beberapa benda dasar dengan permukaan datar kap lampu memiliki variasi relief.
- b. Mendapatkan prosedur untuk membangun model lampu duduk pada 3 jenis model sumbu yaitu satu sumbu pemodelan yang terletak secara horizontal, dua sumbu pemodelan dimana satu sumbu horizontal dan satu sumbu vertikal terletak diantara bagian sumbu kap lampu, dan tiga sumbu pemodelan dimana satu sumbu horizontal dan 2 sumbu vertikal yang tegak lurus terletak diantara bagian sumbu kap lampu.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat di peroleh dalam penelitian ini antara lain:

- a. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang teknik konstruksi kap lampu duduk dan badan lampu duduk melalui bantuan komputer.
- b. Dapat menambah variasi dan keindahan model lampu duduk.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Sehubungan dengan beberapa persoalan yang dimaksud dan untuk keperluan mencari solusi permasalahan lampu duduk, pada bab ini disajikan beberapa teori dasar yang berkaitan dengan prosedur desain lampu duduk. Adapun teori dasar tersebut meliputi kajian tentang penyajian segmen garis, lingkaran dan ellips, interpolasi pada kurva, kurva hermit, dan kurva bezier serta benda-benda ruang geometri seperti balok, bola, dan tabung. Hal ini mempermudah dalam proses modelisasi beragam komponen lampu duduk dan perangkaian relief pada permukaan kap lampu duduk.

2.1 Penyajian Segmen Garis

Menurut Kusno (2003), penyajian segmen garis AB dapat dinotasikan \overline{AB} yaitu himpunan titik-titik dari garis yang memuat titik A , titik B , dan semua titik diantara titik A dan titik B .

2.1.1 Segmen Garis di Bidang

Diberikan dua buah titik berbeda dengan koordinat masing-masing $A(x_1, y_1)$ dan $B(x_2, y_2)$, maka segmen garis \overline{AB} dapat didefinisikan sebagai tempat kedudukan titik-titik $P(x, y)$ sebagai berikut (Gambar 2.1) dengan persamaan (2.1)

$$\overrightarrow{OP} = t\overrightarrow{OB} + (1 - t)\overrightarrow{OA} \quad (2.1)$$

dengan $t \in [0, 1]$.

Bentuk persamaan (2.1) dapat ditulis menjadi persamaan lain seperti pada persamaan (2.2)

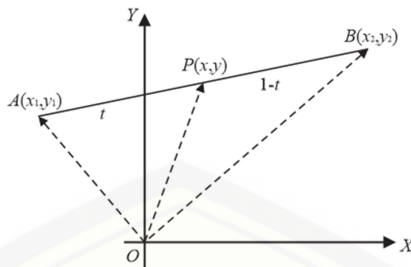
$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = (1 - t) \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} + t \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix}. \quad (2.2)$$

Sehingga bentuk persamaan parametriknya seperti pada persamaan (2.3):

$$\begin{aligned} x(t) &= (1 - t)x_1 + tx_2, \\ y(t) &= (1 - t)y_1 + ty_2. \end{aligned} \quad (2.3)$$

Jadi d dari A terhadap B merupakan panjang \overline{AB} diformulasikan sebagai berikut

$$d = \overline{AB} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}.$$



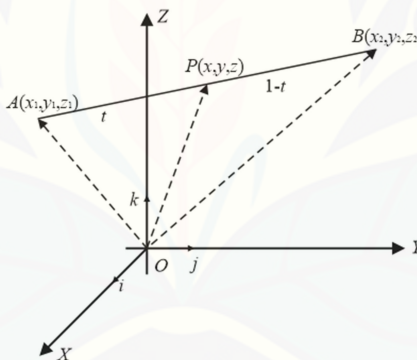
Gambar 2.1 Penyajian Segmen Garis di Bidang

2.1.2 Segmen Garis di Ruang

Diberikan dua buah titik berbeda 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 2.2) dengan persamaan (2.4).

$$\overrightarrow{OP} = t\overrightarrow{OB} + (1-t)\overrightarrow{OA} \quad (2.4)$$

dengan $t \in [0,1]$ sebagai variabel parameter dan $P \in \overline{AB}$.



Gambar 2.2 Penyajian Segmen Garis di Ruang

Bentuk persamaan (2.4) dapat ditulis menjadi persamaan (2.5)

$$\langle x, y, z \rangle = t\langle x_2, y_2, z_2 \rangle + (1-t)\langle x_1, y_1, z_1 \rangle, \quad (2.5)$$

atau persamaan (2.6)

$$\begin{aligned} x &= (1-t)x_1 + tx_2, \\ y &= (1-t)y_1 + ty_2, \\ z &= (1-t)z_1 + tz_2. \end{aligned} \quad (2.6)$$

2.2 Penyajian Lingkaran, Elips dan Bagiannya

2.2.1 Penyajian Lingkaran

Lingkaran didefinisikan sebagai himpunan titik-titik di bidang yang berjarak sama dari suatu titik tetap. Titik tetap ini disebut pusat lingkaran dan jarak yang sama disebut jari-jari.

Misalkan diketahui sebarang titik $A(x,y)$ pada lingkaran yang berpusat di $O(0,0)$ (Gambar 2.3a), maka bentuk persamaan lingkarannya seperti pada persamaan (2.7)

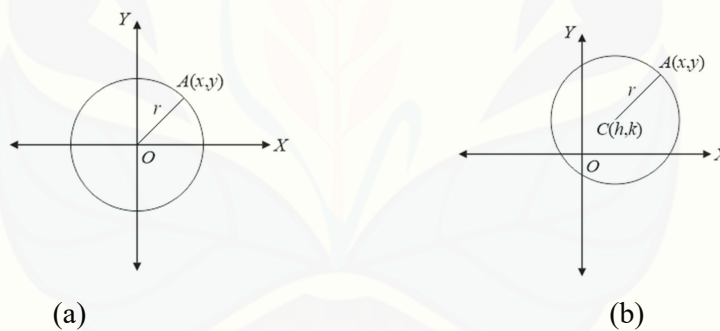
$$\sqrt{x^2 + y^2} = r \text{ atau } x^2 + y^2 = r^2 \quad (2.7)$$

dengan r sebagai jari-jari lingkaran. Sedangkan lingkaran yang berpusat di $C(h,k)$ dan berjari-jari r (Gambar 2.3b) memiliki persamaan seperti pada persamaan (2.8)

$$\sqrt{(x - h)^2 + (y - k)^2} = r \text{ atau } (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2 \quad (2.8)$$

Apabila persamaan (2.8) diuraikan diperoleh bentuk seperti berikut

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



Gambar 2.3 Penyajian Lingkaran

Jadi persamaan umum lingkaran dapat ditulis seperti berikut

$$x^2 + y^2 + Dx + Ey + F = 0$$

dengan $D = -2h$, $E = -2k$, dan $F = h^2 + k^2 - r^2$.

Selain itu persamaan lingkaran berpusat di $C(h,k)$ dapat dinyatakan dalam bentuk penyajian parametrik seperti pada Persamaan (2.9)

$$L(\theta) = \langle x_1 + r\cos\theta, y_1 + r\sin\theta \rangle \quad (2.9)$$

dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$, dan r merupakan jari-jari lingkaran.

Apabila parameter θ pada persamaan (2.9) diberikan nilai dalam interval $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$, maka diperoleh keratan lingkaran (Gambar 2.4).



Gambar 2.4 Penyajian Keratan Lingkaran

2.2.2 Penyajian Elips

Elips didefinisikan sebagai himpunan titik-titik yang jumlah jaraknya terhadap dua titik tertentu besarnya tetap (Kusno, 2009).

Misalkan diberikan dua buah titik sebarang $P(x_p, y_p)$ dan $Q(x_q, y_q)$ yang terletak segaris dan sejajar sumbu OX di bidang XOY . Akan dibangun sebuah elips melalui dua buah titik P dan Q yang berpusat di titik T . Titik T berada di tengah-tengah \overline{PQ} dan sumbu-sumbu elipsnya adalah \overline{PQ} dan \overline{RS} , dimana \overline{RS} tegak lurus \overline{PQ} melalui T .

Melalui Persamaan (2.1) dibangun segmen garis PQ dengan koordinat titik T yang terletak di tengah-tengah segmen garis PQ akan diperoleh Persamaan (2.10)

$$\overrightarrow{OT} = \frac{1}{2}\overrightarrow{OP} + \frac{1}{2}\overrightarrow{OQ} \quad (2.10)$$

selanjutnya menentukan koordinat titik R yaitu

$$\overrightarrow{OR} = \overrightarrow{OT} + k\mathbf{n}_{\overline{PQ}}$$

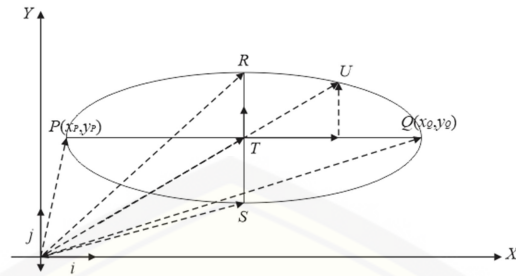
maka dapat dibangun elips melalui

$$\overrightarrow{OU} = \overrightarrow{OT} + \gamma_1\overrightarrow{TQ} + \gamma_2\overrightarrow{TR}$$

sehingga didapatkan persamaan parametrik seperti pada Persamaan (2.11)

$$T(t) = (a \cos t + x_1, b \sin t + y_1) \quad (2.11)$$

dengan $a = |\overrightarrow{TQ}|$, $b = |\overrightarrow{TR}|$, $\gamma_1 = \cos t$, $\gamma_2 = \sin t$ dan $0 \leq t \leq 2\pi$.



Gambar 2.5 Penyajian Elips

2.3 Interpolasi antar Segmen Garis, Lingkaran dan Elips di Ruang

Bidang segitiga merupakan bidang yang dibatasi oleh sisi segitiga, sedangkan bidang persegi dibatasi oleh sisi segi empat. Andaikan dua segmen garis \overline{AB} dan \overline{CD} didefinisikan masing-masing oleh $A(x_1, y_1, z_1)$, $B(x_2, y_2, z_2)$, $C(x_3, y_3, z_3)$ dan $D(x_4, y_4, z_4)$ dalam bentuk kurva parametrik $C_1(u)$ dan $C_2(u)$, maka dari persamaan (2.1) untuk membangun permukaan parametrik yang bersifat datar dari hasil interpolasi linier kedua segmen garis tersebut diformulasikan seperti pada persamaan (2.12)

$$S(u, v) = (1 - v)C_1(u) + vC_2(u), \quad (2.12)$$

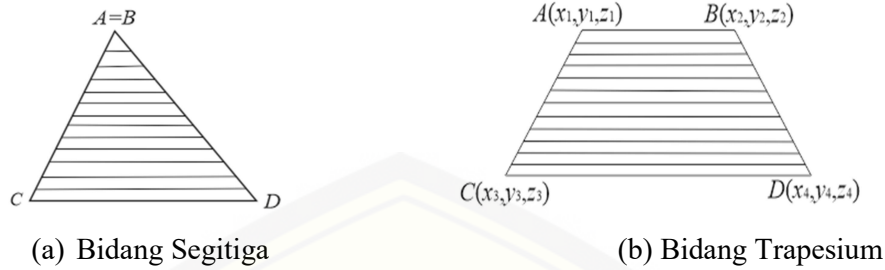
dengan $0 \leq u \leq 1$ dan $0 \leq v \leq 1$.

Terdapat beberapa kasus khusus untuk interpolasi linier kedua garis tersebut. Jika $A = B$ maka hasil interpolasi persamaan (2.12) akan menghasilkan bidang segitiga (Gambar 2.6a). Sedangkan jika $\overline{AB} // \overline{CD}$ maka secara umum akan membentuk bidang segi empat (Gambar 2.6b). Jika bidang tersebut dibentuk dari interpolasi dua garis yang bersilangan maka menghasilkan permukaan tidak datar (dapat melengkung ataupun terjadi puntiran di sebagian permukaan tersebut).

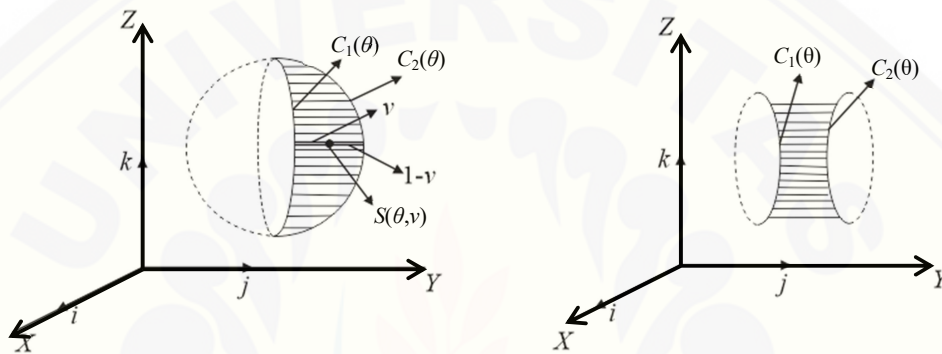
Di lain pihak kita dapat membangun permukaan lengkung hasil interpolasi kurva ruang hasil potongan lingkaran dan elips melalui persamaan (2.13)

$$S(\theta, v) = (1 - v)C_1(\theta) + vC_2(\theta) \quad (2.13)$$

Dengan $C_1(\theta)$ dan $C_2(\theta)$ merupakan kurva batas ke arah θ permukaan lingkaran atau elips (Gambar 2.7).



Gambar 2.6 Contoh Kasus Khusus Interpolasi Dua Garis



Gambar 2.7 Interpolasi Linier pada Lingkaran dan Elips

2.4 Penyajian Benda-benda Geometri di Ruang

2.4.1 Penyajian Balok (Prisma Segiempat)

Balok (prisma segiempat) adalah suatu bangun ruang yang dibatasi oleh enam persegi panjang dimana setiap sisi persegi panjang berimpit dengan tepat satu persegi panjang yang lain dan membentuk sudut siku-siku. Persegi panjang yang sehadap adalah kongruen. Misalkan diketahui 4 buah titik $A(x_A, y_A, z_A)$, $B(x_B, y_B, z_B)$, $C(x_C, y_C, z_C)$ dan $D(x_D, y_D, z_D)$ pada bidang XOY dengan vektor $\mathbf{n}_A \langle 0, 0, 1 \rangle$ (Gambar 2.8). Berdasarkan data tersebut dapat dikonstruksikan balok dari langkah-langkah sebagai berikut (Budiono, 2011).

- a. Menentukan koordinat titik E , F , G dan H dapat dilakukan dengan cara seperti pada persamaan (2.14):

$$\overrightarrow{OE} = \langle x_A, y_A, z_A \rangle + \lambda \langle 0, 0, 1 \rangle,$$

$$\overrightarrow{OF} = \langle x_B, y_B, z_B \rangle + \lambda \langle 0, 0, 1 \rangle,$$

$$\overrightarrow{OG} = \langle x_C, y_C, z_C \rangle + \lambda \langle 0, 0, 1 \rangle,$$

$$\overrightarrow{OH} = \langle x_D, y_D, z_D \rangle + \lambda \langle 0, 0, 1 \rangle, \quad (2.14)$$

dengan $\lambda \in R$.

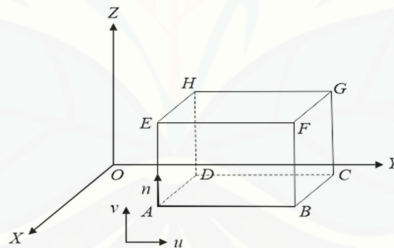
- b. Dengan menggunakan persamaan (2.4) bangun segmen garis \overline{EF} , \overline{FG} , \overline{GH} dan \overline{HE} sebagai berikut:

$$\begin{aligned} (1-t)E(x_E, y_E, z_E) + tF(x_F, y_F, z_F) &= P(x_{EF}, y_{EF}, z_{EF}), \\ (1-t)F(x_F, y_F, z_F) + tG(x_G, y_G, z_G) &= P(x_{FG}, y_{FG}, z_{FG}), \\ (1-t)G(x_G, y_G, z_G) + tH(x_H, y_H, z_H) &= P(x_{GH}, y_{GH}, z_{GH}), \\ (1-t)H(x_H, y_H, z_H) + tE(x_E, y_E, z_E) &= P(x_{HE}, y_{HE}, z_{HE}). \end{aligned}$$

dengan $0 \leq t \leq 1$ sehingga didapatkan persegi panjang $EFGH$.

- c. Interpolasikan pasangan persegi panjang menggunakan persamaan (2.12):

$$\begin{aligned} S_{ABCD}(u, v) &= (1-v)\overline{AB}(u) + v\overline{CD}(u), \\ S_{ABFE}(u, v) &= (1-v)\overline{AB}(u) + v\overline{EF}(u), \\ S_{DCGH}(u, v) &= (1-v)\overline{DC}(u) + v\overline{HG}(u), \\ S_{ADHE}(u, v) &= (1-v)\overline{AD}(u) + v\overline{EH}(u), \\ S_{BCGF}(u, v) &= (1-v)\overline{BC}(u) + v\overline{FG}(u), \\ S_{EFGH}(u, v) &= (1-v)\overline{EF}(u) + v\overline{HG}(u). \end{aligned}$$



Gambar 2.8 Penyajian Balok

2.4.2 Penyajian Bola

Bola didefinisikan sebagai kedudukan titik-titik dalam ruang yang berjarak sama terhadap titik tertentu. Titik tertentu tersebut dinamakan pusat bola, ruas garis 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 bagian ini dijelaskan yang pertama mengenai persamaan bola dalam bentuk

implisit, kedua penyajian bola dalam bentuk persamaan parametrik (Kusno, 2003).

Misalkan diketahui sebarang titik $P(x,y,z)$ pada bola dengan pusat $O(0,0,0)$, maka bentuk persamaan bola seperti pada persamaan (2.15) (Gambar 2.9a).

$$|\overline{OP}| = |r| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

atau

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2, \quad (2.15)$$

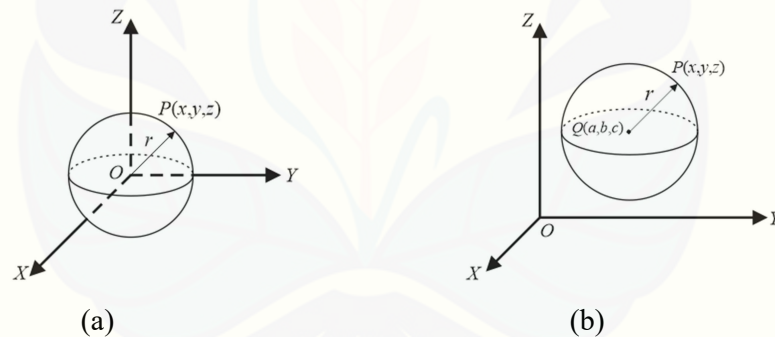
dengan jari-jari bola r bernilai real.

Misalkan diketahui pusat bola di $Q(a,b,c)$, maka persamaan bola yang diperoleh seperti pada persamaan (2.16) (Gambar 2.9b).

$$|\overline{QP}| = |r| = \sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2}$$

atau

$$r^2 = (x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2. \quad (2.16)$$



Gambar 2.9 Penyajian Bola dengan Pusat (a) $O(0,0,0)$ dan (b) $Q(a,b,c)$

Dari persamaan (2.21) dapat dijabarkan menjadi bentuk umum persamaan bola seperti berikut

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2 = r^2$$

$$x^2 + y^2 + z^2 - 2ax - 2by - 2cz - (a^2 + b^2 + c^2 - r^2) = 0$$

$$x^2 + y^2 + z^2 + Ax + By + Cz + D = 0,$$

dengan

$$A = -2a; B = -2b; C = -2c; D = a^2 + b^2 + c^2 - r^2.$$

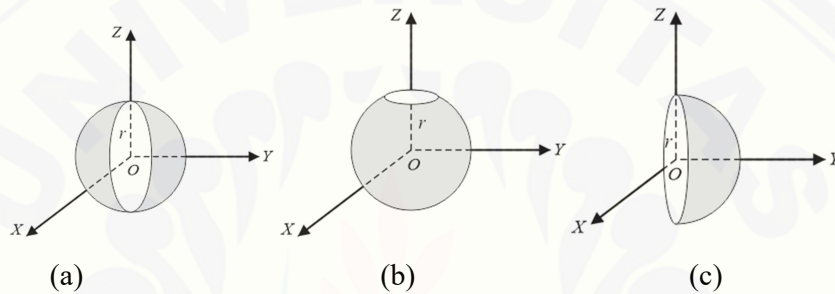
Dengan mengubah parameter yaitu melalui sistem koordinat bola $x = r \sin \varnothing \cos \theta$; $y = r \sin \varnothing \sin \theta$ dan $z = r \cos \varnothing$, maka persamaan bola dapat dinyatakan dalam bentuk parametrik seperti pada persamaan (2.17)

$$B(\varnothing, \theta) = \langle r \sin \varnothing \cos \theta, r \sin \varnothing \sin \theta, r \cos \varnothing \rangle \quad (2.17)$$

dengan $0 \leq \varnothing, \theta \leq 2\pi$, \varnothing dan θ adalah parameter dan $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ adalah suatu konstanta real.

Beberapa bentuk keratan bola dalam persamaan parametrik (Gambar 2.10)

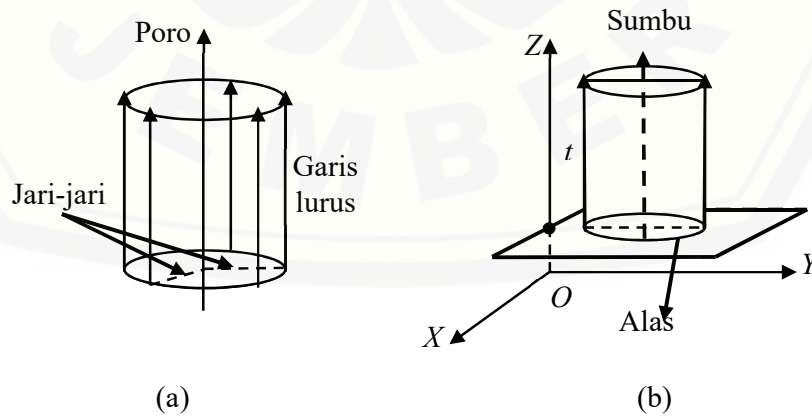
(a) $0 \leq \varnothing \leq \pi; 0 \leq \theta \leq 1,5\pi$ (b) $0,5 \leq \varnothing \leq 1,5\pi; 0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan (c) $0 \leq \varnothing \leq \pi; 0 \leq \theta \leq \pi$.



Gambar 2.10 Penyajian Beberapa Keratan Bola

2.4.3 Penyajian Tabung

Tabung dapat dibangun oleh garis lurus yang sejajar dengan garis lurus tertentu yang bergerak sejajar dengan jarak konstan (Suryadi, 1986). Tabung juga dapat diartikan sebagai benda ruang yang merupakan kedudukan garis-garis sejajar dan berjarak sama terhadap garis (poros) tertentu (Gambar 2.11).



Gambar 2.11 Penyajian Tabung

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 (Bastian, 2011) 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 2.12(a)).

1. Menentukan persamaan parametrik lingkaran dengan pusat $P_1(x_1, y_1, z_1)$, jari-jari R , dan terletak pada bidang $z = z_1$, yaitu seperti pada persamaan (2.18)

$$L(\theta) = \langle x_1 + r\cos\theta, y_1 + r\sin\theta, z_1 \rangle \quad (2.18)$$

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

2. Kemudian lingkaran ditranslasikan dari z_1 sampai $z_1 + t$ sehingga terbentuk persamaan parametrik tabung seperti pada persamaan (2.19)

$$T(\theta, z) = \langle x_1 + r\cos\theta, y_1 + r\sin\theta, z_1 + t \rangle \quad (2.19)$$

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 (2.20) (Gambar 2.12(b))

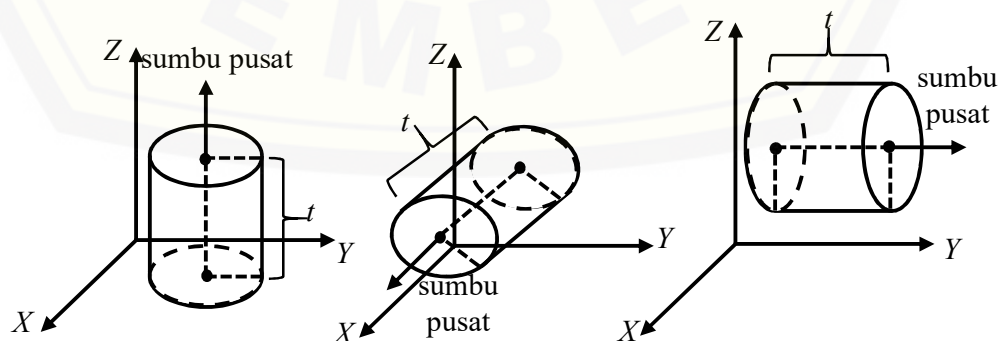
$$T(\theta, z) = \langle x_1 + r\cos\theta, y_1 + r\sin\theta, z_1 + t \rangle \quad (2.20)$$

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 mengulangi langkah (a) dan didapatkan persamaan (2.21) (Gambar 2.12(c))

$$T(\theta, z) = \langle x_1 + r\cos\theta, y_1 + r\sin\theta, z_1 + t \rangle \quad (2.21)$$

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



(a) Sumbu Pusat Sejajar Z (b) Sumbu Pusat Sejajar X (c) Sumbu Pusat Sejajar Y

Gambar 2.12 Tabung dengan Beragam Sumbu Pusat

2.5 Transformasi Titik di R^3

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

2.5.1 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:

$$(Xq, Yq, Zq) = (Xp + Xk, Yp + Yk, Zp + Zk)$$

Dalam bentuk matriks, notasi diatas dapat dituliskan seperti pada persamaan (2.22):

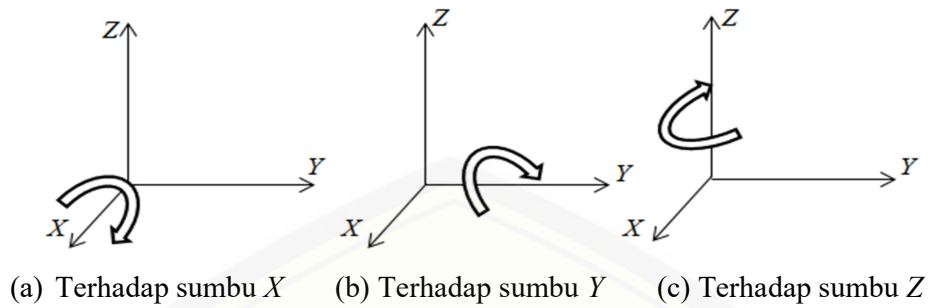
$$\begin{bmatrix} Xq \\ Yq \\ Zq \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xp \\ Yp \\ Zp \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Xk \\ Yk \\ Zk \end{bmatrix} \quad (2.22)$$

Translasi bersifat mempertahankan bentuk dan ukuran objek.

2.5.2 Perputaran (Rotasi)

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 2.13).

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



Gambar 2.13 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 ditunjukkan pada persamaan (2.23):

$$\begin{bmatrix} X_Q \\ Y_Q \\ Z_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \\ Z_P \end{bmatrix} \quad (2.23)$$

Rotasi terhadap sumbu y ditunjukkan pada persamaan (2.24):

$$\begin{bmatrix} X_Q \\ Y_Q \\ Z_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & -\sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \\ Z_P \end{bmatrix} \quad (2.24)$$

Rotasi terhadap sumbu z ditunjukkan pada persamaan (2.25):

$$\begin{bmatrix} X_Q \\ Y_Q \\ Z_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \\ Z_P \end{bmatrix} \quad (2.25)$$

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

2.5.3 Penskalaan (Dilatasi)

Dilatasi adalah suatu transformasi yang mengubah jarak titik-titik dengan factor 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.

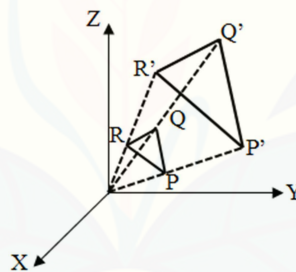
Transformasi dilatasi yang memetakan titik $P(x,y,z)$ ke $P'(x',y',z')$ didefinisikan dengan bentuk formula (Kusno, 2009) seperti pada persamaan (2.26):

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 & 0 & 0 \\ 0 & k_2 & 0 \\ 0 & 0 & k_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 x \\ k_2 y \\ k_3 z \end{bmatrix}, \quad (2.26)$$

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 objek yang didapat sebangun dengan objek 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 $R(x_3, y_3, z_3)$ didilatasikan dengan factor pengali $k \neq 1$, 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 2.14).

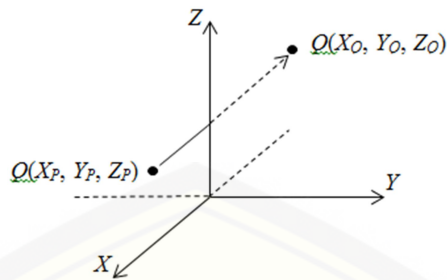


Gambar 2.14 Dilatasi dengan $k \neq 1$

2.5.4 Pencerminan (Refleksi)

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

Dalam hal ini, akan dibahas refleksi terhadap bidang-bidang $X=0$, $Y=0$ dan $Z=0$. Misalkan $T: R^3 \rightarrow R^3$ adalah transformasi yang memetakan masing-masing titik ke dalam bayangan simetriknya terhadap bidang $X=0$.

Gambar 2.15 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 akan didapat 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 $P(X_P, Y_P, Z_P)$ terhadap bidang $X=0$ dapat dituliskan dalam bentuk matriks seperti pada persamaan (2.27):

$$D_1 \quad \begin{bmatrix} X_Q \\ Y_Q \\ Z_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \\ Z_P \end{bmatrix} \quad (2.27)$$

Dengan cara serupa, akan didapatkan:

Persamaan refleksi dalam bentuk matriks terhadap bidang $Y=0$ seperti pada persamaan (2.28):

$$D_2 \quad \begin{bmatrix} X_Q \\ Y_Q \\ Z_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \\ Z_P \end{bmatrix} \quad (2.28)$$

Persamaan refleksi dalam bentuk matriks terhadap bidang $Z=0$ seperti pada persamaan (2.29):

$$D_3$$

$$\begin{bmatrix} X_Q \\ Y_Q \\ Z_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \\ Z_P \end{bmatrix} \quad (2.29)$$

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 $Z=0$. Objek sebelum dan sesudah direfleksi memiliki jarak yang sama terhadap bidang refleksi. Refleksi ini memiliki sifat-sifat yang sama dengan translasi.

2.6 Penyajian Kurva Hermit Kuadratik

Kurva bezier derajat- n $C(u)$ dinyatakan dalam bentuk parametrik pada persamaan (2.30) (Kusno, 2009)

$$C(u) = \sum_{i=0}^n P_i B_i^n(u), 0 \leq u \leq 1 \quad (2.30)$$

dengan

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

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

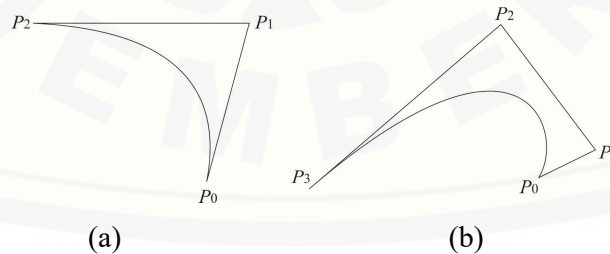
P_i = koefisien geometri / titik control kurva $C(u)$.

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

$$C(u) = (1-u)^2 P_0 + 2(1-u)(u)P_1 + u^2 P_2$$

Sedangkan untuk $n=3$ didapatkan empat titik control yaitu P_0 , P_1 , P_2 , dan P_3 sehingga persamaan parametrik kurva Bezier adalah (Gambar 2.16b)

$$C(u) = (1-u)^3 P_0 + 3(1-u)^2(u)P_1 + 3(1-u)u^2 P_2 + u^3 P_3$$



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

Permukaan Bezier pada prinsipnya identik dengan kurva Bezier. Permukaan Bezier $S(u,v)$ sederajat m dan n dinyatakan dalam bentuk parametrik pada persamaan (2.31) (Gambar 2.17)

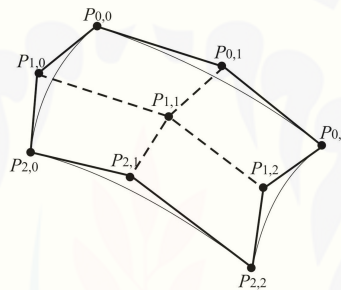
$$S(u, v) = \sum_{i,j=0}^{m,n} P_{ij} B_i^m(u) B_j^n(v), 0 \leq u, v \leq 1 \quad (2.31)$$

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 control permukaan $S(u,v)$.



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

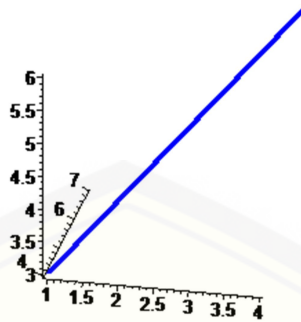
2.7 Konstruksi Visualisasi Benda Geometri dengan Maple 13

Pada subbab ini disajikan beberapa contoh konstruksi objek-objek 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 $A(1,4,3)$ dan $B(2,5,4)$. Berikut ini merupakan *script* program Maple 13:

```
a:=spacecurve([(1-x)*1+x*2, (1-x)*4+x*5, (1-x)*3+x*4], x=0..3,
color=blue, axes=normal, thickness=5):
```

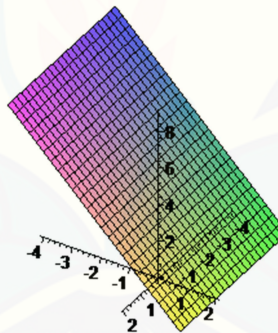


Gambar 2.18 Segmen Garis

b. Penyajian Bidang Segiempat

Bidang segiempat dapat disajikan dengan Persamaan (2.6). Misalkan dibangun segiempat b (Gambar 2.19) dengan titik sudut $A(2,2,0)$, $B(0,2,0)$, $C(2,0,3)$ dan $D(0,0,3)$ maka bentuk perintahnya sebagai berikut.

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

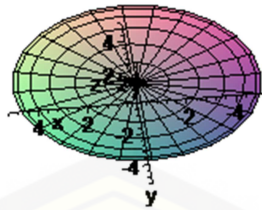


Gambar 2.19 Bidang Segiempat

c. Penyajian Bidang Lingkaran

Untuk membuat bidang lingkaran dapat menggunakan Persamaan (2.8) dengan memberikan nilai jari-jari dan titik pusatnya. Misalkan akan dibentuk lingkaran c (Gambar 2.20) dengan pusat di $A(0,0,0)$ dan jari-jari sepanjang 5 satuan. Berikut ini contoh *scrip*-nya.

```
c:=plot3d([5*sin(v)*cos(u)+0, 5*sin(v)*sin(u)+0, 2], u=0..2*Pi, v=0..2
*Pi, axes=normal, scaling=constrained, labels=[x,y,z]):
```

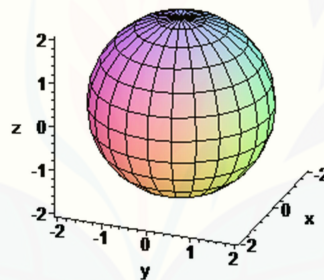


Gambar 2.20 Bidang Lingkaran

d. Penyajian Bola

Untuk membuat bola dapat menggunakan Persamaan (2.22) dengan memberikan nilai jari-jari dan titik pusatnya. Misalkan akan dibentuk bola d (Gambar 2.21) dengan pusat di $A(0,0,0)$ dan jari-jari sepanjang 2 satuan. Berikut ini contoh *scrip*-nya:

```
d:=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],axes=framed):
```

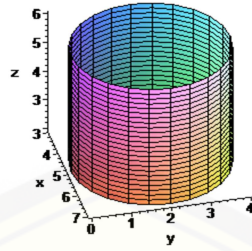


Gambar 2.21 Penyajian Bola

e. Penyajian Selimut Tabung

Untuk membuat tabung dapat menggunakan Persamaan (2.25) dengan memberikan nilai jari-jari dan tinggi tabung. Misalkan akan dibentuk tabung e (Gambar 2.22) dengan jari-jari sepanjang 2 satuan dan tinggi 6 satuan. Berikut ini contoh *scrip*-nya:

```
e:=plot3d([2*cos(u)+5,2*sin(u)+2,2*v],u=0..2*Pi,v=1..3,scaling=constrained,labels=[x,y,z],axes=framed):
```



Gambar 2.22 Penyajian Selimut Tabung

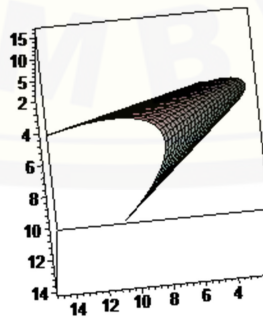
f. Penyajian Interpolasi antara Dua Kurva

Misalkan akan menginterpolasi antara dua kurva yang diberi nama f (Gambar 2.23) dengan kurva pertama berupa kurva hermit di titik $P(0)=(5, 2, 3)$ sedangkan kurva kedua berupa kurva hermit di titik $P(1)=(4, 5, 6)$. Berikut ini merupakan contoh *scrip*-nya:

```

h1 := (2*u^3 - 3*u^2 + 1) :      h2 := (-2*u^3 + 3*u^2) :      h3 := (u^3 - 3*u^2 + u) :
h4 := (u^3 - u^2) :
P := ([ (u+5)*h1 + (4*u)*h2 + (1*h3) + (4*h4) , (u+2)*h1 + (5*u*h2) + (1*h3) + (5*h
4) , (u+3)*h1 + (6*u*h2) + (1*h3) + (6*h4) ] , u=0..1) :
A := spacecurve (P) : display (A) :
Q := ([ (u+15)*h1 + (12*u)*h2 + (1*h3) + (12*h4) , (u+6)*h1 + (15*u*h2) + (1*h3) +
(15*h4) , (u+9)*h1 + (18*u*h2) + (1*h3) + (18*h4) ] , u=0..1) :
B := spacecurve (Q) : display (B) :
F := plot3d ([ (1-v)*((u+5)*h1 + (4*u)*h2 + (1*h3) + (4*h4)) + v*
((u+15)*h1 + (12*u)*h2 + (1*h3) + (12*h4)) , (1-v)*((u+2)*h1
+ (5*u*h2) + (1*h3) + (5*h4)) + v*((u+6)*h1 + (15*u*h2) + (1*h3) + (15*h4)) , (1-
v)*((u+3)*h1 + (6*u*h2) + (1*h3) + (6*h4)) + v*
((u+9)*h1 + (18*u*h2) + (1*h3) + (18*h4)) ] , u=0..1 , v=0..1 , axes=boxed) :

```

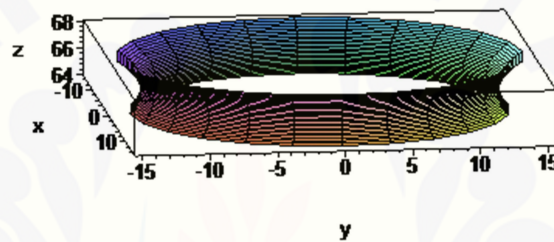


Gambar 2.23 Interpolasi Antara Dua Kurva

g. Penyajian Permukaan Bezier

Pada program Maple 13 untuk membangun permukaan Bezier, misal permukaan Bezier p , seperti ditunjukkan pada (Gambar 2.24) dengan *scrip* program sebagai berikut:

```
p:=spacecurve([(14*(1-t)^2+12*2*(1-t)*t+15*t^2), (14*(1-t)^2+12*2*(1-t)*t+15*t^2), 64*(1-t)^2+66*2*(1-t)*t+68*t^2], t=0..1, thickness=4, labels=[x,y,z]):display(p):  
q:=plot3d([(14*(1-t)^2+12*2*(1-t)*t+15*t^2)*cos(v), (14*(1-t)^2+12*2*(1-t)*t+15*t^2)*sin(v), 64*(1-t)^2+66*2*(1-t)*t+68*t^2], t=0..1, v=0..2*Pi, labels=[x,y,z]):
```



Gambar 2.24 Penyajian 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. Untuk lebih jelasnya mengenai metode penelitian desain tersebut diuraikan sebagai berikut.

a. Menentukan data berupa prisma, bola, dan tabung, masing-masing ditetapkan sebagai berikut:

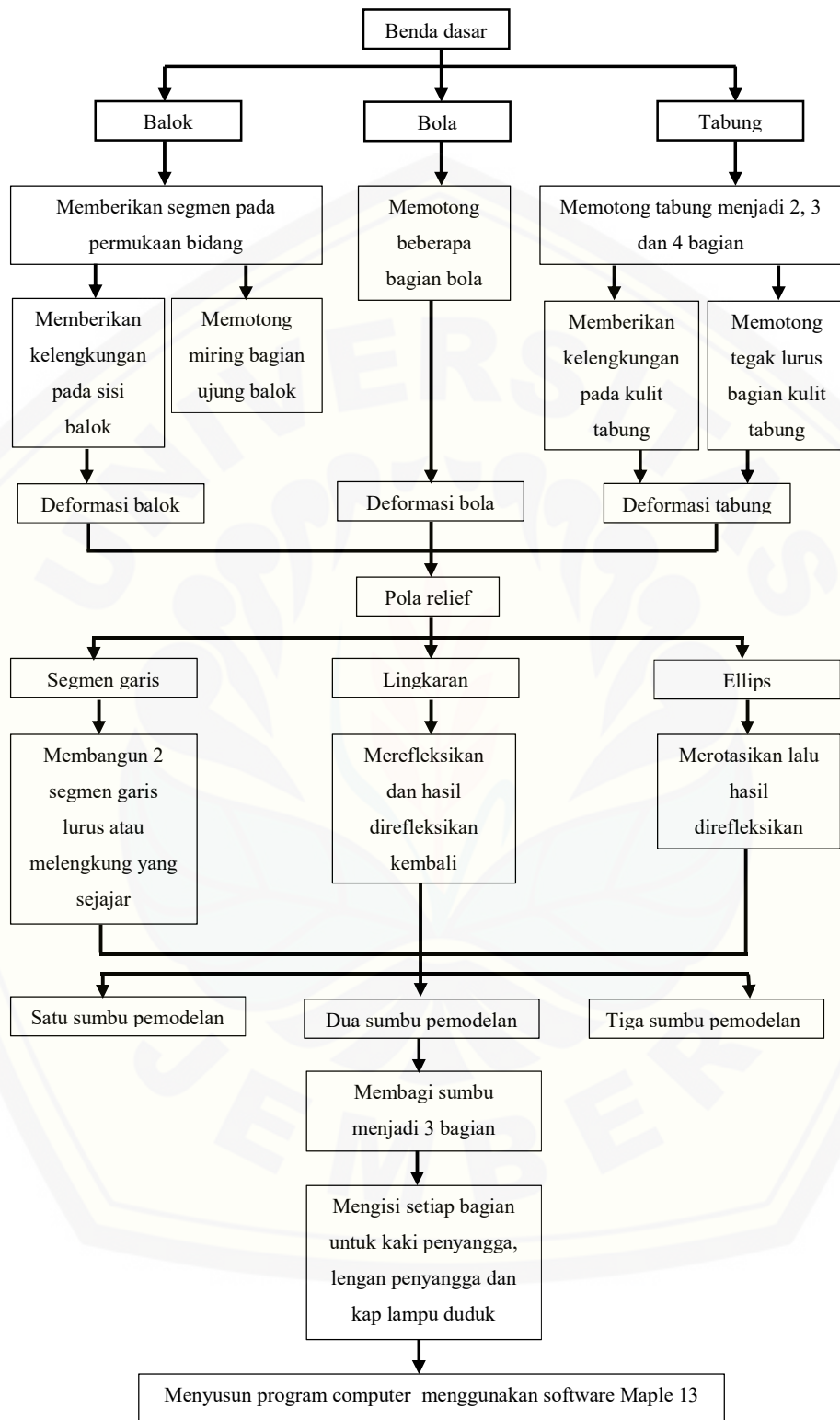
- Balok dengan panjang a satuan dan lebar l satuan.
- Bola dengan titik pusat $P(a,b,c)$ dan jari-jari r .
- Tabung dengan jari-jari r dan tinggi t .

Modelisasi balok, bola, dan tabung, dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Kasus modelisasi balok dapat diperoleh dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a) Memberikan 2 segmen pada titik tengah 4 rusuk yang sejajar pada arah vertikal atau horizontal, dan ditarik ke arah dalam sehingga membentuk lengkungan.
 - b) Memotong secara diagonal pada 2 bidang yang berhadapan sehingga didapatkan 2 bangun ruang yang kongruen.
 - c) Membagi 3 bidang sama besar pada masing-masing 4 bidang pada balok yang saling berhadapan dan memberikan variasi lengkung cekung.
2. Kasus modelisasi bola dapat diperoleh dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a) Membagi 6 bagian sama besar pada permukaan bola dan diberikan permukaan datar.
 - b) Memotong bola melalui bidang pancung yang sejajar dan membagi bola menjadi 2 bagian sama besar.
3. Kasus modelisasi tabung dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- a) Membagi selimut tabung menjadi 5 bagian sama besar dan memberikan garis tembereng sehingga menghasilkan bidang datar.
 - b) Membagi tabung menjadi 3 sama besar secara vertikal dan diberikan variasi lengkung cekung dan lengkung cembung.
 - c) Membagi tutup tabung menjadi 4 bagian sama besar dan ditarik secara horizontal terhadap selimut tabung.
- b. Mendesain pola relief dengan segmen garis, lingkaran dan ellips dapat diuraikan sebagai berikut:
1. Kasus mendesain pola relief menggunakan segmen garis dengan menggunakan 2 segmen garis lurus atau melengkung yang sejajar.
 2. Kasus mendesain pola relief menggunakan lingkaran dengan merefleksikan pada garis diagonal suatu bidang, dan hasil refleksi akan direfleksikan kembali.
 3. Kasus mendesain pola relief menggunakan ellips dengan merotasikan sebesar 45° terhadap sumbu X dan merefleksikan hasil rotasi secara horizontal.
- c. Penggabungan hasil modelisasi balok, bola dan tabung untuk mendapat beragam bentuk model lampu duduk, dapat diuraikan sebagai berikut:
1. Membangun sumbu pemodelan dengan menggunakan satu sumbu pemodelan, dua sumbu pemodelan, atau tiga sumbu pemodelan untuk merangkai benda hasil deformasi balok, bola, dan tabung.
 2. Mengidentifikasi bentuk benda yang mempunyai bentuk dan ukuran sambungan yang sama sehingga dapat dilekatkan antara satu dengan yang lainnya.
 3. Penempatan relief
- 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 5. KESIMPULAN DAN SARAN

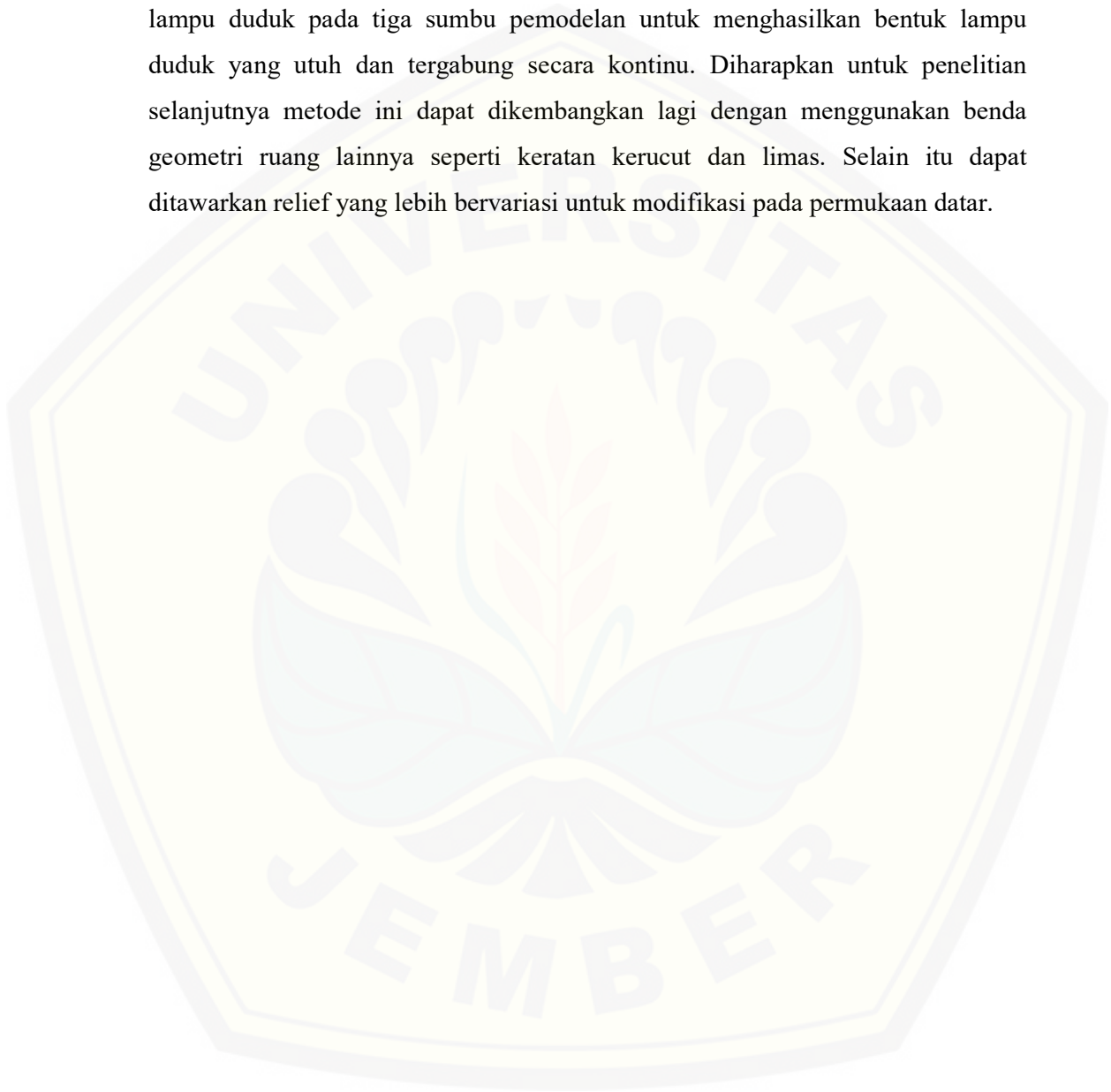
5.1 Kesimpulan

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

- a. Untuk membangun beragam bentuk komponen penyusun lampu duduk dari benda dasar balok, bola, dan tabung, dapat dilakukan prosedur sebagai berikut. Pertama, menetapkan dua buah titik masing-masing terletak pada sisi atas dan sisi bawah balok, bola, dan tabung. Kedua, mengoperasikan titik-titik tersebut, yaitu: (a) menetapkan titik kontrol untuk memperbesar atau memperkecil jari-jari, (b) membangun segmen garis, kurva Elips atau kurva Lingkaran, dan (c) menginterpolasikan kurva tersebut sehingga menghasilkan bentuk komponen lampu duduk.
- b. Untuk membangun pola relief pada permukaan datar kap lampu duduk dari beberapa benda dasar segmen garis, elips dan lingkaran, dapat dilakukan prosedur sebagai berikut. Pertama, mentransformasikan kurva, yaitu: (a) tangkai dari segmen garis atau kurva elips, (b) daun dari kurva elips, dan (c) bunga dari kurva lingkaran. Kedua, mentranslasikan lalu menginterpolasikan dua pola relief tersebut sehingga menghasilkan relief dengan karakter dasar: lengkung, miring, tumpuk.
- c. Untuk merangkai komponen penyusun lampu duduk 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 3 segmen yang diperlukan sebagai sumbu bagian kaki penyangga, lengan penyangga dan kap lampu. Kedua, mengisi setiap bagian segmen sumbu tersebut dengan komponen penyusun lampu duduk. Ketiga, menempatkan pola relief pada permukaan datar kap lampu duduk sehingga menghasilkan model lampu duduk yang bervariasi dan memiliki pola relief.

5.2 Saran

Pada skripsi ini telah diperkenalkan prosedur modelisasi komponen penyusun lampu duduk, desain pola relief dan perangkaian komponen penyusun lampu duduk pada tiga sumbu pemodelan untuk menghasilkan bentuk lampu duduk 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 datar.



DAFTAR PUSTAKA

- Anton, H. 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. 1995. *Aljabar Linier*. Jakarta: Gramedia.
- Budiono, M. 2011. *Pemodelan Sistematis Handle Pintu Melalui Hitung Penggabungan Beberapa Benda Geometri Ruang*. Skripsi. Jember: Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.
- Fatkurotin. 2015. *Kontruksi Botol Parfum Melalui Penggabungan Benda Geometri Dasar Hasil Deformasi Prisma, Bola, dan Tabung*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- 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.
- Suryadi, D. 1986. *Teori dan Soal Ilmu Analitik Ruang*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

LAMPIRAN

Lampiran A. Modelisasi Komponen Penyusun Lampu Duduk

A.1 Deformasi Balok

Bentuk 1

```

x1:=(0*(1-t)^2+0*2*(1-t)*t+0*t^2): y1:=(0*(1-t)^2+2*2*(1-
t)*t+0*t^2): z1:=(0*(1-t)^2+3*2*(1-t)*t+6*t^2):
x2:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y2:=(0*(1-t)^2+2*2*(1-
t)*t+0*t^2): z2:=(0*(1-t)^2+3*2*(1-t)*t+6*t^2):
x3:=(0*(1-t)^2+0*2*(1-t)*t+0*t^2): y3:=(7*(1-t)^2+5*2*(1-
t)*t+7*t^2): z3:=(0*(1-t)^2+3*2*(1-t)*t+6*t^2):
x4:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y4:=(7*(1-t)^2+5*2*(1-
t)*t+7*t^2): z4:=(0*(1-t)^2+3*2*(1-t)*t+6*t^2):
x5:=(2*(1-t)^2+2*2*(1-t)*t+2*t^2): y5:=(3.5*(1-t)^2+3.5*2*(1-
t)*t+3.5*t^2): z5:=(0*(1-t)^2+3*2*(1-t)*t+6*t^2):
x6:=(4*(1-t)^2+4*2*(1-t)*t+4*t^2): y6:=(3.5*(1-t)^2+3.5*2*(1-
t)*t+3.5*t^2): z6:=(0*(1-t)^2+3*2*(1-t)*t+6*t^2):
x5:=(2*(1-t)^2+2*2*(1-t)*t+2*t^2): y5:=(3.5*(1-t)^2+3.5*2*(1-
t)*t+3.5*t^2): z5:=(0*(1-t)^2+3*2*(1-t)*t+6*t^2):
x6:=(4*(1-t)^2+4*2*(1-t)*t+4*t^2): y6:=(3.5*(1-t)^2+3.5*2*(1-
t)*t+3.5*t^2): z6:=(0*(1-t)^2+3*2*(1-t)*t+6*t^2):
x7:=u*6+(1-u)*0: y7:=u*7+(1-u)*7: z7:=u*0+(1-u)*0:
x8:=u*4+(1-u)*2: y8:=u*3.5+(1-u)*3.5: z8:=u*0+(1-u)*0:
x9:=u*6+(1-u)*0: y9:=u*0+(1-u)*0: z9:=u*0+(1-u)*0:
x10:=u*6+(1-u)*0: y10:=u*7+(1-u)*7: z10:=u*6+(1-u)*6:
x11:=u*4+(1-u)*2: y11:=u*3.5+(1-u)*3.5: z11:=u*6+(1-u)*6:
x12:=u*6+(1-u)*0: y12:=u*0+(1-u)*0: z12:=u*6+(1-u)*6:
a1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],t=0..1,v=0..1):
b1:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],t=0..1,v=0..1):
c1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x5,v*y1+(1-v)*y5,v*z1+(1-
v)*z5],t=0..1,v=0..1):
d1:=plot3d([v*x2+(1-v)*x6,v*y2+(1-v)*y6,v*z2+(1-
v)*z6],t=0..1,v=0..1):
e1:=plot3d([v*x3+(1-v)*x5,v*y3+(1-v)*y5,v*z3+(1-
v)*z5],t=0..1,v=0..1):
f1:=plot3d([v*x4+(1-v)*x6,v*y4+(1-v)*y6,v*z4+(1-
v)*z6],t=0..1,v=0..1):
g1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
h1:=plot3d([v*x8+(1-v)*x9,v*y8+(1-v)*y9,v*z8+(1-
v)*z9],u=0..1,v=0..1):
i1:=plot3d([v*x10+(1-v)*x11,v*y10+(1-v)*y11,v*z10+(1-
v)*z11],u=0..1,v=0..1):
j1:=plot3d([v*x11+(1-v)*x12,v*y11+(1-v)*y12,v*z11+(1-
v)*z12],u=0..1,v=0..1):
display([a1,b1,c1,d1,e1,f1],style=patchnograd,scaling=constrained,
labels=[x,y,z],axes=normal);

```

A.2 Deformasi Tabung

Bentuk 1

```

x1:=u*1+(1-u)*3: y1:=u*0+(1-u)*0: z1:=u*0+(1-u)*0:

```



```

x2:=u*1+(1-u)*3: y2:=u*0+(1-u)*0: z2:=u*6+(1-u)*6:
x3:=u*1+(1-u)*3: y3:=u*3.5+(1-u)*3.5: z3:=u*0+(1-u)*0:
x4:=u*1+(1-u)*3: y4:=u*3.5+(1-u)*3.5: z4:=u*6+(1-u)*6:
x5:=u*1+(1-u)*0: y5:=u*0+(1-u)*1.75: z5:=u*0+(1-u)*0:
x6:=u*1+(1-u)*0: y6:=u*0+(1-u)*1.75: z6:=u*6+(1-u)*6:
x7:=u*0+(1-u)*1: y7:=u*1.75+(1-u)*3.5: z7:=u*0+(1-u)*0:
x8:=u*0+(1-u)*1: y8:=u*1.75+(1-u)*3.5: z8:=u*6+(1-u)*6:
x9:=u*3+(1-u)*4: y9:=u*3.5+(1-u)*1.75: z9:=u*0+(1-u)*0:
x10:=u*3+(1-u)*4: y10:=u*3.5+(1-u)*1.75: z10:=u*6+(1-u)*6:
x11:=u*4+(1-u)*3: y11:=u*1.75+(1-u)*0: z11:=u*0+(1-u)*0:
x12:=u*4+(1-u)*3: y12:=u*1.75+(1-u)*0: z12:=u*6+(1-u)*6:
a1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b1:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
d1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
e1:=plot3d([v*x9+(1-v)*x10,v*y9+(1-v)*y10,v*z9+(1-
v)*z10],u=0..1,v=0..1):
f1:=plot3d([v*x11+(1-v)*x12,v*y11+(1-v)*y12,v*z11+(1-
v)*z12],u=0..1,v=0..1):
display([a1,b1,c1,d1,e1,f1],style=patchnogrid,labels=[x,y,z],axes=
normal,scaling=constrained);

```

A.3 Deformasi Bola

Bentuk 1

```

a1:=plot3d([2*sin(v)*cos(u),2*sin(v)*sin(u),(-
2*cos(v))],u=0..2*Pi,v=(3/8)*Pi..(1.5/8)*Pi):
b1:=plot3d([3*sin(v)*cos(u),3*sin(v)*sin(u),(-
2*cos(v))],u=0..2*Pi,v=(4/8)*Pi..(3/8)*Pi):
c1:=plot3d([3*sin(v)*cos(u),3*sin(v)*sin(u),(-
2*cos(v))],u=0..2*Pi,v=(5/8)*Pi..(4/8)*Pi):
d1:=plot3d([2*sin(v)*cos(u),2*sin(v)*sin(u),(-
2*cos(v))],u=0..2*Pi,v=(6.5/8)*Pi..(5/8)*Pi):
e1:=plot3d([(1.8*(1-t)^2+2.5*2*(1-t)*t+2.8*t^2)*cos(v),(1.8*(1-
t)^2+2.5*2*(1-t)*t+2.8*t^2)*sin(v),(0.75*(1-t)^2+0.75*2*(1-
t)*t+0.75*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
f1:=plot3d([(1.8*(1-t)^2+2.5*2*(1-t)*t+2.8*t^2)*cos(v),(1.8*(1-
t)^2+2.5*2*(1-t)*t+2.8*t^2)*sin(v),((-0.75)*(1-t)^2+(-0.75)*2*(1-
t)*t+(-0.75)*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
display([a1,b1,c1,d1,e1,f1],style=patchnogrid,labels=[x,y,z],axes=
normal,scaling=constrained);

```

Lampiran B. Desain Pola Relief pada Permukaan Datar Kap Lampu Duduk

Pola Relief 1

```

x1:=u*1+(1-u)*1: y1:=u*5+(1-u)*7: z1:=u*0+(1-u)*0:
x2:=u*1+(1-u)*1: y2:=u*5.5+(1-u)*6.5: z2:=u*10+(1-u)*10:
x3:=u*0+(1-u)*1: y3:=u*7+(1-u)*7: z3:=u*0+(1-u)*0:
x4:=u*0+(1-u)*1: y4:=u*6.5+(1-u)*6.5: z4:=u*10+(1-u)*10:
x5:=u*0+(1-u)*1: y5:=u*5+(1-u)*5: z5:=u*0+(1-u)*0:
x6:=u*0+(1-u)*1: y6:=u*5.5+(1-u)*5.5: z6:=u*10+(1-u)*10:
x7:=u*1+(1-u)*1: y7:=u*5.2+(1-u)*5.4: z7:=u*2+(1-u)*3:

```

```

x8:=u*1+(1-u)*1: y8:=u*2+(1-u)*2: z8:=u*5+(1-u)*5.5:
x9:=u*0+(1-u)*1: y9:=u*5.2+(1-u)*5.2: z9:=u*2+(1-u)*2:
x10:=u*0+(1-u)*1: y10:=u*2+(1-u)*2: z10:=u*5+(1-u)*5:
x11:=u*0+(1-u)*1: y11:=u*5.4+(1-u)*5.4: z11:=u*3+(1-u)*3:
x12:=u*0+(1-u)*1: y12:=u*2+(1-u)*2: z12:=u*5.5+(1-u)*5.5:
x13:=u*1+(1-u)*1: y13:=u*6.8+(1-u)*6.6: z13:=u*2+(1-u)*3:
x14:=u*1+(1-u)*1: y14:=u*10+(1-u)*10: z14:=u*5+(1-u)*5.5:
x15:=u*0+(1-u)*1: y15:=u*6.8+(1-u)*6.8: z15:=u*2+(1-u)*2:
x16:=u*0+(1-u)*1: y16:=u*10+(1-u)*10: z16:=u*5+(1-u)*5:
x17:=u*0+(1-u)*1: y17:=u*6.6+(1-u)*6.6: z17:=u*3+(1-u)*3:
x18:=u*0+(1-u)*1: y18:=u*10+(1-u)*10: z18:=u*5.5+(1-u)*5.5:
x19:=u*1+(1-u)*1: y19:=u*5.4+(1-u)*5.6: z19:=u*6+(1-u)*6.5:
x20:=u*1+(1-u)*1: y20:=u*3+(1-u)*3: z20:=u*8+(1-u)*8.5:
x21:=u*0+(1-u)*1: y21:=u*5.4+(1-u)*5.4: z21:=u*6+(1-u)*6:
x22:=u*0+(1-u)*1: y22:=u*3+(1-u)*3: z22:=u*8+(1-u)*8:
x23:=u*0+(1-u)*1: y23:=u*5.6+(1-u)*5.6: z23:=u*6.5+(1-u)*6.5:
x24:=u*0+(1-u)*1: y24:=u*3+(1-u)*3: z24:=u*8.5+(1-u)*8.5:
x25:=u*1+(1-u)*1: y25:=u*6.6+(1-u)*6.4: z25:=u*6+(1-u)*6.5:
x26:=u*1+(1-u)*1: y26:=u*9+(1-u)*9: z26:=u*8+(1-u)*8.5:
x27:=u*0+(1-u)*1: y27:=u*6.6+(1-u)*6.6: z27:=u*6+(1-u)*6:
x28:=u*0+(1-u)*1: y28:=u*9+(1-u)*9: z28:=u*8+(1-u)*8:
x29:=u*0+(1-u)*1: y29:=u*6.4+(1-u)*6.4: z29:=u*6.5+(1-u)*6.5:
x30:=u*0+(1-u)*1: y30:=u*9+(1-u)*9: z30:=u*8.5+(1-u)*8.5:
a1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1,color=brown):
b1:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1,color=brown):
c1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1,color=brown):
d1:=plot3d([v*0+(1-v)*1.5,v*(1.5*cos(u))+
(1-v)*(1.5*cos(u))+6,v*(1.5*sin(u))+
(1-v)*(1.5*sin(u))+11],u=0..2*Pi,v=0..1,color=red):
e1:=plot3d([v*0+(1-v)*1.5,v*(1.5*cos(u))+
(1-v)*(1.5*cos(u))+7,v*(1.5*sin(u))+
(1-v)*(1.5*sin(u))+10.5],u=0..2*Pi,v=0..1,color=red):
f1:=plot3d([v*0+(1-v)*1.5,v*(1.5*cos(u))+
(1-v)*(1.5*cos(u))+5,v*(1.5*sin(u))+
(1-v)*(1.5*sin(u))+10.5],u=0..2*Pi,v=0..1,color=red):
g1:=plot3d([1.5,1.5*sin(v)*sin(u)+6,1.5*sin(v)*cos(u)+11],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi,color=red):
h1:=plot3d([1.5,1.5*sin(v)*sin(u)+5,1.5*sin(v)*cos(u)+10.5],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi,color=red):
i1:=plot3d([1.5,1.5*sin(v)*sin(u)+7,1.5*sin(v)*cos(u)+10.5],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi,color=red):
j1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1,color=brown):
k1:=plot3d([v*x9+(1-v)*x10,v*y9+(1-v)*y10,v*z9+(1-
v)*z10],u=0..1,v=0..1,color=brown):
l1:=plot3d([v*x11+(1-v)*x12,v*y11+(1-v)*y12,v*z11+(1-
v)*z12],u=0..1,v=0..1,color=brown):
m1:=plot3d([v*x13+(1-v)*x14,v*y13+(1-v)*y14,v*z13+(1-
v)*z14],u=0..1,v=0..1,color=brown):
n1:=plot3d([v*x15+(1-v)*x16,v*y15+(1-v)*y16,v*z15+(1-
v)*z16],u=0..1,v=0..1,color=brown):
o1:=plot3d([v*x17+(1-v)*x18,v*y17+(1-v)*y18,v*z17+(1-
v)*z18],u=0..1,v=0..1,color=brown):

```

```

p1:=plot3d([v*0+(1-v)*1.5,v*(2*cos(u))+(1-
v)*(2*cos(u))+10,v*(0.5*sin(u))+(1-
v)*(0.5*sin(u))+5.5],u=0..2*Pi,v=0..1,color=green):
q1:=plot3d([v*0+(1-v)*1.5,v*(0.5*cos(u))+(1-
v)*(0.5*cos(u))+10,v*(2*sin(u))+(1-
v)*(2*sin(u))+5.5],u=0..2*Pi,v=0..1,color=green):
r1:=plot3d([v*0+(1-v)*1.5,v*(2*cos(u))+(1-
v)*(2*cos(u))+2,v*(0.5*sin(u))+(1-
v)*(0.5*sin(u))+5.5],u=0..2*Pi,v=0..1,color=green):
s1:=plot3d([v*0+(1-v)*1.5,v*(0.5*cos(u))+(1-
v)*(0.5*cos(u))+2,v*(2*sin(u))+(1-
v)*(2*sin(u))+5.5],u=0..2*Pi,v=0..1,color=green):
t1:=plot3d([1.5,2*sin(v)*sin(u)+10,0.5*sin(v)*cos(u)+5.5],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi,color=green):
u1:=plot3d([1.5,0.5*sin(v)*sin(u)+10,2*sin(v)*cos(u)+5.5],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi,color=green):
v1:=plot3d([1.5,2*sin(v)*sin(u)+2,0.5*sin(v)*cos(u)+5.5],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi,color=green):
w1:=plot3d([1.5,0.5*sin(v)*sin(u)+2,2*sin(v)*cos(u)+5.5],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi,color=green):
x1:=plot3d([v*x19+(1-v)*x20,v*y19+(1-v)*y20,v*z19+(1-
v)*z20],u=0..1,v=0..1,color=brown):
y1:=plot3d([v*x21+(1-v)*x22,v*y21+(1-v)*y22,v*z21+(1-
v)*z22],u=0..1,v=0..1,color=brown):
z1:=plot3d([v*x23+(1-v)*x24,v*y23+(1-v)*y24,v*z23+(1-
v)*z24],u=0..1,v=0..1,color=brown):
a2:=plot3d([v*x25+(1-v)*x26,v*y25+(1-v)*y26,v*z25+(1-
v)*z26],u=0..1,v=0..1,color=brown):
b2:=plot3d([v*x27+(1-v)*x28,v*y27+(1-v)*y28,v*z27+(1-
v)*z28],u=0..1,v=0..1,color=brown):
c2:=plot3d([v*x29+(1-v)*x30,v*y29+(1-v)*y30,v*z29+(1-
v)*z30],u=0..1,v=0..1,color=brown):
d2:=plot3d([v*0+(1-v)*1.5,v*(1*cos(u))+(1-
v)*(1*cos(u))+9,v*(0.25*sin(u))+(1-
v)*(0.25*sin(u))+8.5],u=0..2*Pi,v=0..1,color=green):
e2:=plot3d([v*0+(1-v)*1.5,v*(0.25*cos(u))+(1-
v)*(0.25*cos(u))+9,v*(1*sin(u))+(1-
v)*(1*sin(u))+8.5],u=0..2*Pi,v=0..1,color=green):
f2:=plot3d([v*0+(1-v)*1.5,v*(1*cos(u))+(1-
v)*(1*cos(u))+3,v*(0.25*sin(u))+(1-
v)*(0.25*sin(u))+8.5],u=0..2*Pi,v=0..1,color=green):
g2:=plot3d([v*0+(1-v)*1.5,v*(0.25*cos(u))+(1-
v)*(0.25*cos(u))+3,v*(1*sin(u))+(1-
v)*(1*sin(u))+8.5],u=0..2*Pi,v=0..1,color=green):
h2:=plot3d([1.5,1*sin(v)*sin(u)+9,0.25*sin(v)*cos(u)+8.5],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi,color=green):
i2:=plot3d([1.5,0.25*sin(v)*sin(u)+9,1*sin(v)*cos(u)+8.5],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi,color=green):
j2:=plot3d([1.5,1*sin(v)*sin(u)+3,0.25*sin(v)*cos(u)+8.5],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi,color=green):
k2:=plot3d([1.5,0.25*sin(v)*sin(u)+3,1*sin(v)*cos(u)+8.5],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi,color=green):
display([a1,b1,c1,d1,e1,f1,g1,h1,i1,j1,k1,l1,m1,n1,o1,p1,q1,r1,s1,
t1,u1,v1,w1,x1,y1,z1,a2,b2,c2,d2,e2,f2,g2,h2,i2,j2,k2],style=patch
nogrid,labels=[x,y,z],scaling=constrained);

```

Lampiran C. Perangkaian Lampu Duduk pada Tiga Jenis Sumbu Pemodelan
C.1 Model Lampu Duduk dengan Satu Sumbu Pemodelan

Kaki Penyangga

```

a1:=plot3d([7*sin(v)*cos(u),7*sin(v)*sin(u),(-
3*cos(v))],u=0..2*Pi,v=(3/9)*Pi..(2/9)*Pi):
b1:=plot3d([9*sin(v)*cos(u),9*sin(v)*sin(u),(-
3*cos(v))],u=0..2*Pi,v=(4/9)*Pi..(3/9)*Pi):
c1:=plot3d([7*sin(v)*cos(u),7*sin(v)*sin(u),(-
3.2*cos(v))],u=0..2*Pi,v=(5/9)*Pi..(4/9)*Pi):
d1:=plot3d([9*sin(v)*cos(u),9*sin(v)*sin(u),(-
3*cos(v))],u=0..2*Pi,v=(6/9)*Pi..(5/9)*Pi):
e1:=plot3d([7*sin(v)*cos(u),7*sin(v)*sin(u),(-
3*cos(v))],u=0..2*Pi,v=(7/9)*Pi..(6/9)*Pi):
f1:=plot3d([(6*(1-t)^2+7*2*(1-t)*t+7.8*t^2)*cos(v),(6*(1-
t)^2+7*2*(1-t)*t+7.8*t^2)*sin(v),(1.5*(1-t)^2+1.5*2*(1-
t)*t+1.5*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
g1:=plot3d([(6*(1-t)^2+7*2*(1-t)*t+7.8*t^2)*cos(v),(6*(1-
t)^2+7*2*(1-t)*t+7.8*t^2)*sin(v),((-1.5)*(1-t)^2+(-1.5)*2*(1-
t)*t+(-1.5)*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
h1:=plot3d([(6.8*(1-t)^2+8*2*(1-t)*t+8.9*t^2)*cos(v),(6.8*(1-
t)^2+8*2*(1-t)*t+8.9*t^2)*sin(v),((-0.55)*(1-t)^2+(-0.55)*2*(1-
t)*t+(-0.55)*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
i1:=plot3d([(6.8*(1-t)^2+8*2*(1-t)*t+8.9*t^2)*cos(v),(6.8*(1-
t)^2+8*2*(1-t)*t+8.9*t^2)*sin(v),(0.55*(1-t)^2+0.55*2*(1-
t)*t+0.55*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
kaki:=display([a1,b1,c1,d1,e1,f1,g1,h1,i1]):

```

Penutup

```

a2:=plot3d([4.8*sin(v)*cos(u),4.8*sin(v)*sin(u),2],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi):
b2:=plot3d([4.8*sin(v)*cos(u),4.8*sin(v)*sin(u),-2],u=-
2..2*Pi,v=0..2*Pi):
penutup:=display([a2,b2]):

```

Lengan Penyangga

```

a3:=plot3d([(1*(1-t)^2+1.5*2*(1-t)*t+2*t^2)*cos(v),(1*(1-
t)^2+1.5*2*(1-t)*t+2*t^2)*sin(v),(32*(1-t)^2+44*2*(1-
t)*t+47*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
b3:=plot3d([v*(1*cos(u))+(1-v)*(1*cos(u)),v*(1*sin(u))+(1-
v)*(1*sin(u)),v*17+(1-v)*32],u=0..2*Pi,v=0..1):
c3:=plot3d([(2*(1-t)^2+1.5*2*(1-t)*t+1*t^2)*cos(v),(2*(1-
t)^2+1.5*2*(1-t)*t+1*t^2)*sin(v),(2*(1-t)^2+5*2*(1-
t)*t+17*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi):
lengan:=display([a3,b3,c3]):

```

Kerangka Penyangga

```

a4:=plot3d([v*(0.5*cos(u))+(1-v)*(0.5*cos(u)),v*(-15.8)+(1-
v)*15.8,v*(0.5*sin(u)+46)+(1-
v)*(0.5*sin(u)+46)],u=0..2*Pi,v=0..1):
b4:=plot3d([v*(-15.8)+(1-v)*15.8,v*(0.5*sin(u))+(1-
v)*(0.5*sin(u)),v*(0.5*cos(u)+46)+(1-
v)*(0.5*cos(u)+46)],u=0..2*Pi,v=0..1):
kerangka:=display([a4,b4]):

```

Kap Lampu

```

x1:=u*(-12)+(1-u)*(-12): y1:=u*(-12)+(1-u)*(-4): z1:=u*44+(1-
u)*44:
x2:=u*(-12)+(1-u)*(-12): y2:=u*(-12)+(1-u)*(-4): z2:=u*72+(1-
u)*72:
x3:=u*(-12)+(1-u)*(-12): y3:=u*4+(1-u)*12: z3:=u*44+(1-u)*44:
x4:=u*(-12)+(1-u)*(-12): y4:=u*4+(1-u)*12: z4:=u*72+(1-u)*72:
x5:=u*(-12)+(1-u)*(-4): y5:=u*12+(1-u)*12: z5:=u*44+(1-u)*44:
x6:=u*(-12)+(1-u)*(-4): y6:=u*12+(1-u)*12: z6:=u*72+(1-u)*72:
x7:=u*4+(1-u)*12: y7:=u*12+(1-u)*12: z7:=u*44+(1-u)*44:
x8:=u*4+(1-u)*12: y8:=u*12+(1-u)*12: z8:=u*72+(1-u)*72:
x9:=u*12+(1-u)*12: y9:=u*12+(1-u)*4: z9:=u*44+(1-u)*44:
x10:=u*12+(1-u)*12: y10:=u*12+(1-u)*4: z10:=u*72+(1-u)*72:
x11:=u*12+(1-u)*12: y11:=u*(-4)+(1-u)*(-12): z11:=u*44+(1-u)*44:
x12:=u*12+(1-u)*12: y12:=u*(-4)+(1-u)*(-12): z12:=u*72+(1-u)*72:
x13:=u*12+(1-u)*4: y13:=u*(-12)+(1-u)*(-12): z13:=u*44+(1-u)*44:
x14:=u*12+(1-u)*4: y14:=u*(-12)+(1-u)*(-12): z14:=u*72+(1-u)*72:
x15:=u*(-4)+(1-u)*(-12): y15:=u*(-12)+(1-u)*(-12): z15:=u*44+(1-
u)*44:
x16:=u*(-4)+(1-u)*(-12): y16:=u*(-12)+(1-u)*(-12): z16:=u*72+(1-
u)*72:
a5:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b5:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c5:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
d5:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
e5:=plot3d([v*x9+(1-v)*x10,v*y9+(1-v)*y10,v*z9+(1-
v)*z10],u=0..1,v=0..1):
f5:=plot3d([v*x11+(1-v)*x12,v*y11+(1-v)*y12,v*z11+(1-
v)*z12],u=0..1,v=0..1):
g5:=plot3d([v*x13+(1-v)*x14,v*y13+(1-v)*y14,v*z13+(1-
v)*z14],u=0..1,v=0..1):
h5:=plot3d([v*x15+(1-v)*x16,v*y15+(1-v)*y16,v*z15+(1-
v)*z16],u=0..1,v=0..1):
i5:=plot3d([v*(4*cos(u)+0)+(1-v)*(4*cos(u)+0),v*(4*sin(u)+12)+(1-
v)*(4*sin(u)+12),v*45+(1-v)*72],u=0..Pi,v=0..1):
j5:=plot3d([v*(4*cos(u)+(-12))+(1-v)*(4*cos(u)+(-
12)),v*(4*sin(u)+0)+(1-v)*(4*sin(u)+0),v*45+(1-
v)*72],u=(1/2)*Pi..(3/2)*Pi,v=0..1):
k5:=plot3d([v*(4*sin(u)+0)+(1-v)*(4*sin(u)+0),v*(4*cos(u)+(-
12))+(1-v)*(4*cos(u)+(-12)),v*45+(1-
v)*72],u=(1/2)*Pi..(3/2)*Pi,v=0..1):
l5:=plot3d([v*(4*sin(u)+12)+(1-
v)*(4*sin(u)+12),v*(4*cos(u)+0)+(1-v)*(4*cos(u)+0),v*45+(1-
v)*72],u=0..Pi,v=0..1):
kap:=display([a5,b5,c5,d5,e5,f5,g5,h5,i5,j5,k5,l5]):
display([kaki,penutup,lengan,kerangka,kap],style=patchnograd,label
s=[x,y,z],axes=normal,scaling=constrained);

```

C.2 Model Lampu Duduk dengan Dua Sumbu Pemodelan

Kaki Penyangga

```

x1:=u*(-9)+(1-u)*(-9): y1:=u*(-9)+(1-u)*(-3): z1:=u*0+(1-u)*0:
x2:=u*(-9)+(1-u)*(-9): y2:=u*(-9)+(1-u)*(-3): z2:=u*4+(1-u)*4:

```

```

x3:=u*(-9)+(1-u)*(-9): y3:=u*3+(1-u)*9: z3:=u*0+(1-u)*0:
x4:=u*(-9)+(1-u)*(-9): y4:=u*3+(1-u)*9: z4:=u*4+(1-u)*4:
x5:=u*(-9)+(1-u)*(-3): y5:=u*9+(1-u)*9: z5:=u*0+(1-u)*0:
x6:=u*(-9)+(1-u)*(-3): y6:=u*9+(1-u)*9: z6:=u*4+(1-u)*4:
x7:=u*3+(1-u)*9: y7:=u*9+(1-u)*9: z7:=u*0+(1-u)*0:
x8:=u*3+(1-u)*9: y8:=u*9+(1-u)*9: z8:=u*4+(1-u)*4:
x9:=u*9+(1-u)*9: y9:=u*9+(1-u)*3: z9:=u*0+(1-u)*0:
x10:=u*9+(1-u)*9: y10:=u*9+(1-u)*3: z10:=u*4+(1-u)*4:
x11:=u*9+(1-u)*9: y11:=u*(-3)+(1-u)*(-9): z11:=u*0+(1-u)*0:
x12:=u*9+(1-u)*9: y12:=u*(-3)+(1-u)*(-9): z12:=u*4+(1-u)*4:
x13:=u*9+(1-u)*3: y13:=u*(-9)+(1-u)*(-9): z13:=u*0+(1-u)*0:
x14:=u*9+(1-u)*3: y14:=u*(-9)+(1-u)*(-9): z14:=u*4+(1-u)*4:
x15:=u*(-3)+(1-u)*(-9): y15:=u*(-9)+(1-u)*(-9): z15:=u*0+(1-u)*0:
x16:=u*(-3)+(1-u)*(-9): y16:=u*(-9)+(1-u)*(-9): z16:=u*4+(1-u)*4:
a1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b1:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
d1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
e1:=plot3d([v*x9+(1-v)*x10,v*y9+(1-v)*y10,v*z9+(1-
v)*z10],u=0..1,v=0..1):
f1:=plot3d([v*x11+(1-v)*x12,v*y11+(1-v)*y12,v*z11+(1-
v)*z12],u=0..1,v=0..1):
g1:=plot3d([v*x13+(1-v)*x14,v*y13+(1-v)*y14,v*z13+(1-
v)*z14],u=0..1,v=0..1):
h1:=plot3d([v*x15+(1-v)*x16,v*y15+(1-v)*y16,v*z15+(1-
v)*z16],u=0..1,v=0..1):
i1:=plot3d([v*(3*cos(u)+0)+(1-v)*(3*cos(u)+0),v*(3*sin(u)+9)+(1-
v)*(3*sin(u)+9),v*0+(1-v)*4],u=0..Pi,v=0..1):
j1:=plot3d([v*(3*cos(u)+(-9))+(1-v)*(3*cos(u)+(-
9)),v*(3*sin(u)+0)+(1-v)*(3*sin(u)+0),v*0+(1-
v)*4],u=(1/2)*Pi..(3/2)*Pi,v=0..1):
k1:=plot3d([v*(3*sin(u)+0)+(1-v)*(3*sin(u)+0),v*(3*cos(u)+(-
9))+(1-v)*(3*cos(u)+(-9)),v*0+(1-
v)*4],u=(1/2)*Pi..(3/2)*Pi,v=0..1):
l1:=plot3d([v*(3*sin(u)+9)+(1-v)*(3*sin(u)+9),v*(3*cos(u)+0)+(1-
v)*(3*cos(u)+0),v*0+(1-v)*4],u=0..Pi,v=0..1):
kaki:=display([a1,b1,c1,d1,e1,f1,g1,h1,i1,j1,k1,l1]):

```

Penutup

```

x1:=u*9+(1-u)*9: y1:=u*(-9)+(1-u)*9: z1:=u*4+(1-u)*4:
x2:=u*(-9)+(1-u)*(-9): y2:=u*(-9)+(1-u)*9: z2:=u*4+(1-u)*4:
x3:=u*9+(1-u)*9: y3:=u*(-9)+(1-u)*9: z3:=u*0+(1-u)*0:
x4:=u*(-9)+(1-u)*(-9): y4:=u*(-9)+(1-u)*9: z4:=u*0+(1-u)*0:
a2:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b2:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
penutup:=display([a2,b2]):

```

Lengan

```

x1:=u*(-1)+(1-u)*1: y1:=u*(-1.75)+(1-u)*(-1.75): z1:=u*4+(1-u)*4:

```

```

x2:=u*(-1)+(1-u)*1: y2:=u*(-1.75)+(1-u)*(-1.75): z2:=u*48+(1-
u)*48:
x3:=u*(-1)+(1-u)*1: y3:=u*1.75+(1-u)*1.75: z3:=u*4+(1-u)*4:
x4:=u*(-1)+(1-u)*1: y4:=u*1.75+(1-u)*1.75: z4:=u*48+(1-u)*48:
x5:=u*(-1)+(1-u)*(-2): y5:=u*(-1.75)+(1-u)*0: z5:=u*4+(1-u)*4:
x6:=u*(-1)+(1-u)*(-2): y6:=u*(-1.75)+(1-u)*0: z6:=u*48+(1-u)*48:
x7:=u*(-2)+(1-u)*(-1): y7:=u*0+(1-u)*1.75: z7:=u*4+(1-u)*4:
x8:=u*(-2)+(1-u)*(-1): y8:=u*0+(1-u)*1.75: z8:=u*48+(1-u)*48:
x9:=u*1+(1-u)*2: y9:=u*1.75+(1-u)*0: z9:=u*4+(1-u)*4:
x10:=u*1+(1-u)*2: y10:=u*1.75+(1-u)*0: z10:=u*48+(1-u)*48:
x11:=u*2+(1-u)*1: y11:=u*0+(1-u)*(-1.75): z11:=u*4+(1-u)*4:
x12:=u*2+(1-u)*1: y12:=u*0+(1-u)*(-1.75): z12:=u*48+(1-u)*48:
a3:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b3:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c3:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
d3:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
e3:=plot3d([v*x9+(1-v)*x10,v*y9+(1-v)*y10,v*z9+(1-
v)*z10],u=0..1,v=0..1):
f3:=plot3d([v*x11+(1-v)*x12,v*y11+(1-v)*y12,v*z11+(1-
v)*z12],u=0..1,v=0..1):
lengan:=display([a3,b3,c3,d3,e3,f3]):

```

Kerangka Penyangga

```

a4:=plot3d([v*(0.5*cos(u))+(1-v)*(0.5*cos(u)),v*(-5.5)+(1-
v)*5.5,v*(0.5*sin(u)+46)+(1-v)*(0.5*sin(u)+47)],u=0..2*Pi,v=0..1):
b4:=plot3d([v*(-12)+(1-v)*12,v*(0.5*sin(u))+(1-
v)*(0.5*sin(u)),v*(0.5*cos(u)+46)+(1-
v)*(0.5*cos(u)+47)],u=0..2*Pi,v=0..1):
kerangka:=display([a4,b4]):

```

Kap Lampu

```

x1:=u*(-12)+(1-u)*(-12): y1:=u*(-12)+(1-u)*(-12): z1:=u*45+(1-
u)*73:
x2:=u*(-12)+(1-u)*(-12): y2:=u*12+(1-u)*12: z2:=u*45+(1-u)*73:
x3:=u*0+(1-u)*0: y3:=u*5+(1-u)*5: z3:=u*45+(1-u)*73:
x4:=u*12+(1-u)*12: y4:=u*12+(1-u)*12: z4:=u*45+(1-u)*73:
x5:=u*12+(1-u)*12: y5:=u*(-12)+(1-u)*(-12): z5:=u*45+(1-u)*73:
x6:=u*0+(1-u)*0: y6:=u*(-5)+(1-u)*(-5): z6:=u*45+(1-u)*73:
x7:=u*(-12)+(1-u)*(-12): y7:=u*(-12)+(1-u)*(-12): z7:=u*45+(1-
u)*73:
a5:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b5:=plot3d([v*x2+(1-v)*x3,v*y2+(1-v)*y3,v*z2+(1-
v)*z3],u=0..1,v=0..1):
c5:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
d5:=plot3d([v*x4+(1-v)*x5,v*y4+(1-v)*y5,v*z4+(1-
v)*z5],u=0..1,v=0..1):
e5:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
f5:=plot3d([v*x6+(1-v)*x7,v*y6+(1-v)*y7,v*z6+(1-
v)*z7],u=0..1,v=0..1):

```

```
kap:=display([a5,b5,c5,d5,e5,f5]):
```

Variasi

```
z1:=u*60+(1-u)*60: y1:=u*12+(1-u)*12: x1:=u*12+(1-u)*20:
z2:=u*60+(1-u)*60: y2:=u*9+(1-u)*9: x2:=u*12+(1-u)*20:
z3:=u*51+(1-u)*51: y3:=u*0+(1-u)*0: x3:=u*12+(1-u)*20:
z4:=u*48+(1-u)*48: y4:=u*0+(1-u)*0: x4:=u*12+(1-u)*20:
z5:=u*60+(1-u)*60: y5:=u*(-12)+(1-u)*(-12): x5:=u*12+(1-u)*20:
z6:=u*60+(1-u)*60: y6:=u*(-9)+(1-u)*(-9): x6:=u*12+(1-u)*20:
z7:=u*69+(1-u)*69: y7:=u*0+(1-u)*0: x7:=u*12+(1-u)*20:
z8:=u*72+(1-u)*72: y8:=u*0+(1-u)*0: x8:=u*12+(1-u)*20:
a6:=plot3d([v*12+(1-v)*20,v*(12*cos(u))+(1-
v)*(12*cos(u)),v*(12*sin(u)+60)+(1-
v)*(12*sin(u)+60)],u=0..(2/4)*Pi,v=0..1):
b6:=plot3d([v*12+(1-v)*20,v*(9*cos(u))+(1-
v)*(9*cos(u)),v*(9*sin(u)+60)+(1-
v)*(9*sin(u)+60)],u=(2/4)*Pi..Pi,v=0..1):
c6:=plot3d([v*12+(1-v)*20,v*(12*cos(u))+(1-
v)*(12*cos(u)),v*(12*sin(u)+60)+(1-
v)*(12*sin(u)+60)],u=Pi..(6/4)*Pi,v=0..1):
d6:=plot3d([v*12+(1-v)*20,v*(9*cos(u))+(1-
v)*(9*cos(u)),v*(9*sin(u)+60)+(1-
v)*(9*sin(u)+60)],u=(6/4)*Pi..2*Pi,v=0..1):
e6:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
f6:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
g6:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
h6:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
variasil:=display([a6,b6,c6,d6,e6,f6,g6,h6]):
z1:=u*60+(1-u)*60: y1:=u*12+(1-u)*12: x1:=u*(-12)+(1-u)*(-20):
z2:=u*60+(1-u)*60: y2:=u*9+(1-u)*9: x2:=u*(-12)+(1-u)*(-20):
z3:=u*51+(1-u)*51: y3:=u*0+(1-u)*0: x3:=u*(-12)+(1-u)*(-20):
z4:=u*48+(1-u)*48: y4:=u*0+(1-u)*0: x4:=u*(-12)+(1-u)*(-20):
z5:=u*60+(1-u)*60: y5:=u*(-12)+(1-u)*(-12): x5:=u*(-12)+(1-u)*(-
20):
z6:=u*60+(1-u)*60: y6:=u*(-9)+(1-u)*(-9): x6:=u*(-12)+(1-u)*(-
20):
z7:=u*69+(1-u)*69: y7:=u*0+(1-u)*0: x7:=u*(-12)+(1-u)*(-20):
z8:=u*72+(1-u)*72: y8:=u*0+(1-u)*0: x8:=u*(-12)+(1-u)*(-20):
a7:=plot3d([v*(-12)+(1-v)*(-20),v*(12*cos(u))+(1-
v)*(12*cos(u)),v*(12*sin(u)+60)+(1-
v)*(12*sin(u)+60)],u=0..(2/4)*Pi,v=0..1):
b7:=plot3d([v*(-12)+(1-v)*(-20),v*(9*cos(u))+(1-
v)*(9*cos(u)),v*(9*sin(u)+60)+(1-
v)*(9*sin(u)+60)],u=(2/4)*Pi..Pi,v=0..1):
c7:=plot3d([v*(-12)+(1-v)*(-20),v*(12*cos(u))+(1-
v)*(12*cos(u)),v*(12*sin(u)+60)+(1-
v)*(12*sin(u)+60)],u=Pi..(6/4)*Pi,v=0..1):
d7:=plot3d([v*(-12)+(1-v)*(-20),v*(9*cos(u))+(1-
v)*(9*cos(u)),v*(9*sin(u)+60)+(1-
v)*(9*sin(u)+60)],u=(6/4)*Pi..2*Pi,v=0..1):
e7:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
```



```

f7:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
g7:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
h7:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
variasi2:=display([a7,b7,c7,d7,e7,f7,g7,h7]):
display([kaki,penutup,lengan,kerangka,kap,variasi1,variasi2],style
=patchngrid,labels=[x,y,z],axes=normal,scaling=constrained);

```

C.3 Model Lampu Duduk dengan Tiga Sumbu Pemodelan

Kaki

```

x1:=u*(-4)+(1-u)*4: y1:=u*(-5)+(1-u)*(-5): z1:=u*0+(1-u)*0:
x2:=u*(-4)+(1-u)*4: y2:=u*(-5)+(1-u)*(-5): z2:=u*3+(1-u)*3:
x3:=u*(-4)+(1-u)*4: y3:=u*5+(1-u)*5: z3:=u*0+(1-u)*0:
x4:=u*(-4)+(1-u)*4: y4:=u*5+(1-u)*5: z4:=u*3+(1-u)*3:
x5:=u*(-6)+(1-u)*(-4): y5:=u*0+(1-u)*5: z5:=u*0+(1-u)*0:
x6:=u*(-6)+(1-u)*(-4): y6:=u*0+(1-u)*5: z6:=u*3+(1-u)*3:
x7:=u*6+(1-u)*4: y7:=u*0+(1-u)*(-5): z7:=u*0+(1-u)*0:
x8:=u*6+(1-u)*4: y8:=u*0+(1-u)*(-5): z8:=u*3+(1-u)*3:
x9:=u*4+(1-u)*6: y9:=u*5+(1-u)*0: z9:=u*0+(1-u)*0:
x10:=u*4+(1-u)*6: y10:=u*5+(1-u)*0: z10:=u*3+(1-u)*3:
x11:=u*(-6)+(1-u)*(-4): y11:=u*0+(1-u)*(-5): z11:=u*0+(1-u)*0:
x12:=u*(-6)+(1-u)*(-4): y12:=u*0+(1-u)*(-5): z12:=u*3+(1-u)*3:
a1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b1:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
d1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):
e1:=plot3d([v*x9+(1-v)*x10,v*y9+(1-v)*y10,v*z9+(1-
v)*z10],u=0..1,v=0..1):
f1:=plot3d([v*x11+(1-v)*x12,v*y11+(1-v)*y12,v*z11+(1-
v)*z12],u=0..1,v=0..1):
kaki:=display([a1,b1,c1,d1,e1,f1]):

```

Tutup & Alas Kaki

```

x1:=u*(-6)+(1-u)*(-4): y1:=u*0+(1-u)*(-5): z1:=u*3+(1-u)*3:
x2:=u*6+(1-u)*4: y2:=u*0+(1-u)*(-5): z2:=u*3+(1-u)*3:
x3:=u*(-6)+(1-u)*(-4): y3:=u*0+(1-u)*5: z3:=u*3+(1-u)*3:
x4:=u*6+(1-u)*4: y4:=u*0+(1-u)*5: z4:=u*3+(1-u)*3:
x5:=u*(-6)+(1-u)*(-4): y5:=u*0+(1-u)*(-5): z5:=u*0+(1-u)*0:
x6:=u*6+(1-u)*4: y6:=u*0+(1-u)*(-5): z6:=u*0+(1-u)*0:
x7:=u*(-6)+(1-u)*(-4): y7:=u*0+(1-u)*5: z7:=u*0+(1-u)*0:
x8:=u*6+(1-u)*4: y8:=u*0+(1-u)*4.5: z8:=u*0+(1-u)*0:
a2:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b2:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
c2:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6,v*y5+(1-v)*y6,v*z5+(1-
v)*z6],u=0..1,v=0..1):
d2:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8,v*y7+(1-v)*y8,v*z7+(1-
v)*z8],u=0..1,v=0..1):

```

```
tutup:=display([a2,b2,c2,d2]):
```

Lengan Penyangga

```
a1:=plot3d([v*(2*cos(u))+(1-v)*(1*cos(u)),v*(2*sin(u))+(1-v)*(1*sin(u)),v*3+(1-v)*18],u=0..2*Pi,v=0..1):
b1:=plot3d([v*(1*cos(u))+(1-v)*(1*cos(u)),v*(1*sin(u))+(1-v)*(1*sin(u)),v*18+(1-v)*28],u=0..2*Pi,v=0..1):
c1:=plot3d([v*(1*cos(u))+(1-v)*(2*cos(u)),v*(1*sin(u))+(1-v)*(2*sin(u)),v*28+(1-v)*43],u=0..2*Pi,v=0..1):
lengan:=display([a1,b1,c1]):
```

Kerangka Penyangga

```
a3:=plot3d([v*(0.5*cos(u))+(1-v)*(0.5*cos(u)),v*(-6)+(1-v)*6,v*(0.5*sin(u)+41)+(1-v)*(0.5*sin(u)+41)],u=0..2*Pi,v=0..1):
b3:=plot3d([v*(-6)+(1-v)*6,v*(0.5*sin(u))+(1-v)*(0.5*sin(u)),v*(0.5*cos(u)+41)+(1-v)*(0.5*cos(u)+41)],u=0..2*Pi,v=0..1):
kerangka:=display([a3,b3]):
```

Kap Lampu

```
x1:=u*5.9+(1-u)*5.9: y1:=u*5.9+(1-u)*5.9: z1:=u*40+(1-u)*64:
x2:=u*5.9+(1-u)*5.9: y2:=u*(-5.9)+(1-u)*(-5.9): z2:=u*40+(1-u)*64:
x3:=u*(-5.9)+(1-u)*(-5.9): y3:=u*(-5.9)+(1-u)*(-5.9):
z3:=u*40+(1-u)*64:
x4:=u*(-5.9)+(1-u)*(-5.9): y4:=u*5.9+(1-u)*5.9: z4:=u*40+(1-u)*64:
a1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-v)*z2],u=0..1,v=0..1):
b1:=plot3d([v*x2+(1-v)*x3,v*y2+(1-v)*y3,v*z2+(1-v)*z3],u=0..1,v=0..1):
c1:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-v)*z4],u=0..1,v=0..1):
d1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x4,v*y1+(1-v)*y4,v*z1+(1-v)*z4],u=0..1,v=0..1):
kap:=display([a1,b1,c1,d1]):
```

Variasi

```
x3:=u*6+(1-u)*6: y3:=u*6+(1-u)*15: z3:=u*40+(1-u)*40:
x4:=u*(-6)+(1-u)*(-6): y4:=u*6+(1-u)*15: z4:=u*40+(1-u)*40:
x5:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y5:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+9*t^2): z5:=(64*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+56*t^2):
x6:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y6:=(9*(1-t)^2+12*2*(1-t)*t+12*t^2): z6:=(56*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+48*t^2):
x7:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y7:=(12*(1-t)^2+12*2*(1-t)*t+15*t^2): z7:=(48*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
x8:=( (-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2 ): y8:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+9*t^2): z8:=(64*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+56*t^2):
x9:=( (-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2 ): y9:=(9*(1-t)^2+12*2*(1-t)*t+12*t^2): z9:=(56*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+48*t^2):
x10:=( (-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2 ): y10:=(12*(1-t)^2+12*2*(1-t)*t+15*t^2): z10:=(48*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
x11:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y11:=(6*(1-t)^2+7.5*2*(1-t)*t+9*t^2): z11:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
x12:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y12:=(9*(1-t)^2+10.5*2*(1-t)*t+12*t^2): z12:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
```

```

x13:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y13:=(12*(1-t)^2+13.5*2*(1-
t)*t+15*t^2): z13:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
x14:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): y14:=(6*(1-
t)^2+7.5*2*(1-t)*t+9*t^2): z14:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
x15:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): y15:=(9*(1-
t)^2+10.5*2*(1-t)*t+12*t^2): z15:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-
t)*t+40*t^2):
x16:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): y16:=(12*(1-
t)^2+13.5*2*(1-t)*t+15*t^2): z16:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-
t)*t+40*t^2):
a1:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
b1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x8,v*y5+(1-v)*y8,v*z5+(1-
v)*z8],t=0..1,v=0..1):
c1:=plot3d([v*x6+(1-v)*x9,v*y6+(1-v)*y9,v*z6+(1-
v)*z9],t=0..1,v=0..1):
d1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x10,v*y7+(1-v)*y10,v*z7+(1-
v)*z10],t=0..1,v=0..1):
e1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x11,v*y5+(1-v)*y11,v*z5+(1-
v)*z11],t=0..1,v=0..1):
f1:=plot3d([v*x6+(1-v)*x12,v*y6+(1-v)*y12,v*z6+(1-
v)*z12],t=0..1,v=0..1):
g1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x13,v*y7+(1-v)*y13,v*z7+(1-
v)*z13],t=0..1,v=0..1):
h1:=plot3d([v*x8+(1-v)*x14,v*y8+(1-v)*y14,v*z8+(1-
v)*z14],t=0..1,v=0..1):
i1:=plot3d([v*x9+(1-v)*x15,v*y9+(1-v)*y15,v*z9+(1-
v)*z15],t=0..1,v=0..1):
j1:=plot3d([v*x10+(1-v)*x16,v*y10+(1-v)*y16,v*z10+(1-
v)*z16],t=0..1,v=0..1):
variasil:=display([a1,b1,c1,d1,e1,f1,g1,h1,i1,j1]):

```

```

x3:=u*6+(1-u)*6: y3:=u*(-6)+(1-u)*(-15): z3:=u*40+(1-u)*40:
x4:=u*(-6)+(1-u)*(-6): y4:=u*(-6)+(1-u)*(-15): z4:=u*40+(1-u)*40:
x5:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y5:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-
t)*t+(-9)*t^2): z5:=(64*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+56*t^2):
x6:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y6:=((-9)*(1-t)^2+(-12)*2*(1-
t)*t+(-12)*t^2): z6:=(56*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+48*t^2):
x7:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y7:=((-12)*(1-t)^2+(-12)*2*(1-
t)*t+(-15)*t^2): z7:=(48*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
x8:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): y8:=((-6)*(1-t)^2+(-
6)*2*(1-t)*t+(-9)*t^2): z8:=(64*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+56*t^2):
x9:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): y9:=((-9)*(1-t)^2+(-
12)*2*(1-t)*t+(-12)*t^2): z9:=(56*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+48*t^2):
x10:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): y10:=((-12)*(1-
t)^2+(-12)*2*(1-t)*t+(-15)*t^2): z10:=(48*(1-t)^2+40*2*(1-
t)*t+40*t^2):
x11:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y11:=((-6)*(1-t)^2+(-
7.5)*2*(1-t)*t+(-9)*t^2): z11:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
x12:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y12:=((-9)*(1-t)^2+(-
10.5)*2*(1-t)*t+(-12)*t^2): z12:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
x13:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): y13:=((-12)*(1-t)^2+(-
13.5)*2*(1-t)*t+(-15)*t^2): z13:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
x14:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): y14:=((-6)*(1-
t)^2+(-7.5)*2*(1-t)*t+(-9)*t^2): z14:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-
t)*t+40*t^2):

```

```

x15:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): y15:=((-9)*(1-
t)^2+(-10.5)*2*(1-t)*t+(-12)*t^2): z15:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-
t)*t+40*t^2):
x16:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): y16:=((-12)*(1-
t)^2+(-13.5)*2*(1-t)*t+(-15)*t^2): z16:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-
t)*t+40*t^2):
a1:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
b1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x8,v*y5+(1-v)*y8,v*z5+(1-
v)*z8],t=0..1,v=0..1):
c1:=plot3d([v*x6+(1-v)*x9,v*y6+(1-v)*y9,v*z6+(1-
v)*z9],t=0..1,v=0..1):
d1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x10,v*y7+(1-v)*y10,v*z7+(1-
v)*z10],t=0..1,v=0..1):
e1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x11,v*y5+(1-v)*y11,v*z5+(1-
v)*z11],t=0..1,v=0..1):
f1:=plot3d([v*x6+(1-v)*x12,v*y6+(1-v)*y12,v*z6+(1-
v)*z12],t=0..1,v=0..1):
g1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x13,v*y7+(1-v)*y13,v*z7+(1-
v)*z13],t=0..1,v=0..1):
h1:=plot3d([v*x8+(1-v)*x14,v*y8+(1-v)*y14,v*z8+(1-
v)*z14],t=0..1,v=0..1):
i1:=plot3d([v*x9+(1-v)*x15,v*y9+(1-v)*y15,v*z9+(1-
v)*z15],t=0..1,v=0..1):
j1:=plot3d([v*x10+(1-v)*x16,v*y10+(1-v)*y16,v*z10+(1-
v)*z16],t=0..1,v=0..1):
variasi2:=display([a1,b1,c1,d1,e1,f1,g1,h1,i1,j1]):

y3:=u*6+(1-u)*6: x3:=u*(-6)+(1-u)*(-15): z3:=u*40+(1-u)*40:
y4:=u*(-6)+(1-u)*(-6): x4:=u*(-6)+(1-u)*(-15): z4:=u*40+(1-u)*40:
y5:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): x5:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-
t)*t+(-9)*t^2): z5:=(64*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+56*t^2):
y6:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): x6:=((-9)*(1-t)^2+(-12)*2*(1-
t)*t+(-12)*t^2): z6:=(56*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+48*t^2):
y7:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): x7:=((-12)*(1-t)^2+(-12)*2*(1-
t)*t+(-15)*t^2): z7:=(48*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
y8:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): x8:=((-6)*(1-t)^2+(-
6)*2*(1-t)*t+(-9)*t^2): z8:=(64*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+56*t^2):
y9:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): x9:=((-9)*(1-t)^2+(-
12)*2*(1-t)*t+(-12)*t^2): z9:=(56*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+48*t^2):
y10:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): x10:=((-12)*(1-
t)^2+(-12)*2*(1-t)*t+(-15)*t^2): z10:=(48*(1-t)^2+40*2*(1-
t)*t+40*t^2):
y11:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): x11:=((-6)*(1-t)^2+(-
7.5)*2*(1-t)*t+(-9)*t^2): z11:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
y12:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): x12:=((-9)*(1-t)^2+(-
10.5)*2*(1-t)*t+(-12)*t^2): z12:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
y13:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): x13:=((-12)*(1-t)^2+(-
13.5)*2*(1-t)*t+(-15)*t^2): z13:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
y14:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): x14:=((-6)*(1-
t)^2+(-7.5)*2*(1-t)*t+(-9)*t^2): z14:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-
t)*t+40*t^2):
y15:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): x15:=((-9)*(1-
t)^2+(-10.5)*2*(1-t)*t+(-12)*t^2): z15:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-
t)*t+40*t^2):

```

```

y16:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): x16:=((-12)*(1-
t)^2+(-13.5)*2*(1-t)*t+(-15)*t^2): z16:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-
t)*t+40*t^2):
a1:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):
b1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x8,v*y5+(1-v)*y8,v*z5+(1-
v)*z8],t=0..1,v=0..1):
c1:=plot3d([v*x6+(1-v)*x9,v*y6+(1-v)*y9,v*z6+(1-
v)*z9],t=0..1,v=0..1):
d1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x10,v*y7+(1-v)*y10,v*z7+(1-
v)*z10],t=0..1,v=0..1):
e1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x11,v*y5+(1-v)*y11,v*z5+(1-
v)*z11],t=0..1,v=0..1):
f1:=plot3d([v*x6+(1-v)*x12,v*y6+(1-v)*y12,v*z6+(1-
v)*z12],t=0..1,v=0..1):
g1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x13,v*y7+(1-v)*y13,v*z7+(1-
v)*z13],t=0..1,v=0..1):
h1:=plot3d([v*x8+(1-v)*x14,v*y8+(1-v)*y14,v*z8+(1-
v)*z14],t=0..1,v=0..1):
i1:=plot3d([v*x9+(1-v)*x15,v*y9+(1-v)*y15,v*z9+(1-
v)*z15],t=0..1,v=0..1):
j1:=plot3d([v*x10+(1-v)*x16,v*y10+(1-v)*y16,v*z10+(1-
v)*z16],t=0..1,v=0..1):
variasi3:=display([a1,b1,c1,d1,e1,f1,g1,h1,i1,j1]):

y3:=u*6+(1-u)*6: x3:=u*6+(1-u)*15: z3:=u*40+(1-u)*40:
y4:=u*(-6)+(1-u)*(-6): x4:=u*6+(1-u)*15: z4:=u*40+(1-u)*40:
y5:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): x5:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-
t)*t+9*t^2): z5:=(64*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+56*t^2):
y6:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): x6:=(9*(1-t)^2+12*2*(1-
t)*t+12*t^2): z6:=(56*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+48*t^2):
y7:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): x7:=(12*(1-t)^2+12*2*(1-
t)*t+15*t^2): z7:=(48*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
y8:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): x8:=(6*(1-
t)^2+6*2*(1-t)*t+9*t^2): z8:=(64*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+56*t^2):
y9:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): x9:=(9*(1-
t)^2+12*2*(1-t)*t+12*t^2): z9:=(56*(1-t)^2+56*2*(1-t)*t+48*t^2):
y10:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): x10:=(12*(1-
t)^2+12*2*(1-t)*t+15*t^2): z10:=(48*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
y11:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): x11:=(6*(1-t)^2+7.5*2*(1-
t)*t+9*t^2): z11:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
y12:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): x12:=(9*(1-t)^2+10.5*2*(1-
t)*t+12*t^2): z12:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
y13:=(6*(1-t)^2+6*2*(1-t)*t+6*t^2): x13:=(12*(1-t)^2+13.5*2*(1-
t)*t+15*t^2): z13:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
y14:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): x14:=(6*(1-
t)^2+7.5*2*(1-t)*t+9*t^2): z14:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-t)*t+40*t^2):
y15:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): x15:=(9*(1-
t)^2+10.5*2*(1-t)*t+12*t^2): z15:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-
t)*t+40*t^2):
y16:=((-6)*(1-t)^2+(-6)*2*(1-t)*t+(-6)*t^2): x16:=(12*(1-
t)^2+13.5*2*(1-t)*t+15*t^2): z16:=(40*(1-t)^2+40*2*(1-
t)*t+40*t^2):
a1:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4,v*y3+(1-v)*y4,v*z3+(1-
v)*z4],u=0..1,v=0..1):

```

```
b1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x8,v*y5+(1-v)*y8,v*z5+(1-
v)*z8],t=0..1,v=0..1):
c1:=plot3d([v*x6+(1-v)*x9,v*y6+(1-v)*y9,v*z6+(1-
v)*z9],t=0..1,v=0..1):
d1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x10,v*y7+(1-v)*y10,v*z7+(1-
v)*z10],t=0..1,v=0..1):
e1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x11,v*y5+(1-v)*y11,v*z5+(1-
v)*z11],t=0..1,v=0..1):
f1:=plot3d([v*x6+(1-v)*x12,v*y6+(1-v)*y12,v*z6+(1-
v)*z12],t=0..1,v=0..1):
g1:=plot3d([v*x7+(1-v)*x13,v*y7+(1-v)*y13,v*z7+(1-
v)*z13],t=0..1,v=0..1):
h1:=plot3d([v*x8+(1-v)*x14,v*y8+(1-v)*y14,v*z8+(1-
v)*z14],t=0..1,v=0..1):
i1:=plot3d([v*x9+(1-v)*x15,v*y9+(1-v)*y15,v*z9+(1-
v)*z15],t=0..1,v=0..1):
j1:=plot3d([v*x10+(1-v)*x16,v*y10+(1-v)*y16,v*z10+(1-
v)*z16],t=0..1,v=0..1):
variasi4:=display([a1,b1,c1,d1,e1,f1,g1,h1,i1,j1]):
display([kaki,tutup,lengan,kerangka,kap,variasi1,variasi2,variasi3
,variasi4],style=patchngrid,labels=[x,y,z],axes=normal,scaling=co
nstrained);
```