



**KONSTRUKSI RAK PENATAAN GELAS AIR MINUM  
MENGUNAKAN HASIL DEFORMASI BENDA-BENDA  
GEOMETRI DAN KURVA BEZIER**

**SKRIPSI**

Oleh

**Hikmah Ardiantika Sari  
151810101012**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**KONSTRUKSI RAK PENATAAN GELAS AIR MINUM  
MENGUNAKAN HASIL DEFORMASI BENDA-BENDA  
GEOMETRI DAN KURVA BEZIER**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Hikmah Ardiantika Sari**  
**151810101012**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak Rudi Hartanto dan Ibu Masrurin tercinta yang selalu mendoakan dan menyayangi saya;
2. Adik Firda Khairun Nisa yang selalu memberikan semangat dan mendoakan saya dalam mengerjakan skripsi;
3. Keluarga Besar Rusminah yang selalu mendoakan yang terbaik dan mendukung setiap langkah yang saya ambil;
4. Guru-guruku dari mulai TK sampai perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmunya dan membimbing saya dalam menuntut ilmu;
5. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, SMAN 1 GIRI, SMPN 1 GIRI, SDN 1 MOJOPANGGUNG, TK ISLAM DARUL FALAH;

**MOTTO**

“Hidup adalah tentang menemukan warna”

(Hikmah Ardiantika Sari)

“Jika tidak menyukai sesuatu, ubahlah.

Jika tidak bisa, maka ubahlah cara pandang tentangnya”

(Hikmah Ardiantika Sari)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hikmah Ardiantika Sari

NIM : 151810101012

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Konstruksi Rak Penataan Gelas Air Minum Menggunakan Hasil Deformasi Benda-Benda Geometri dan Kurva Bezier” 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 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, Mei 2019

Yang menyatakan,

Hikmah Ardiantika Sari

NIM 151810101012

**SKRIPSI**

**KONSTRUKSI RAK PENATAAN GELAS AIR MINUM  
MENGUNAKAN HASIL DEFORMASI BENDA-BENDA GEOMETRI  
DAN KURVA BEZIER**

Oleh

**Hikmah Ardiantika Sari  
NIM. 1518101012**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Bagus Juliyanto, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Firdaus Ubaidillah, S.Si., M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Konstruksi Rak Penataan Gelas Air Minum Menggunakan Hasil Deformasi Benda-Benda Geometri dan Kurva Bezier” telah diuji dan disahkan pada:

hari,tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas  
Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota I,

Bagus Juliyanto, S.Si., M.Si.

Dr.Firdaus Ubaidillah, S.Si., M.Si.

NIP 198007022003121001

NIP 19700606 1998031003

Anggota II,

Anggota III,

Ika Hesti Agustin, S.Si., M.Si.

Dr. Mohamat Fatekurohman, S.Si., M.Si.

NIP 198408012008012006

NIP 196906061998031001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember

Drs.Sujito, Ph.D

NIP 196102041987111001

## RINGKASAN

### **KONSTRUKSI RAK PENATAAN GELAS AIR MINUM MENGGUNAKAN HASIL DEFORMASI BENDA-BENDA GEOMETRI DAN KURVA BEZIER;** Hikmah Ardiantika Sari, 151810101012; 2019; 78

Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Rak gelas air minum digunakan sebagai wadah yang dapat menampung air minum dengan model yang terus berkembang. Bentuk dari rak gelas yang sudah dibuat yaitu bentuk lingkaran tanpa susun, lingkaran bertingkat dan bentuk putar. Secara umum rak gelas air minum terdiri dari bagian penyangga dan juga rak utama. Menurut aspek geometris, model rak gelas air minum pada umumnya masih memiliki kekurangan pada penyangga dan juga rak utama, contohnya bagian penyangga yang bentuknya hanya berbentuk persegi sehingga kurang bervariasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan beragam bentuk komponen rak gelas air minum menggunakan teknik hasil deformasi benda-benda geometri dan Kurva Bezier.

Modelisasi rak gelas air minum dibagi menjadi tiga tahapan sebagai berikut. Pertama, membangun beberapa benda dasar sebagai komponen penyangga, rak utama dan relief dari deformasi segidelapan, tabung, balok dan bola. Kedua, merangkai benda dasar komponen rak gelas air minum pada satu dan tiga sumbu pemodelan. Tahapan terakhir dilakukan visualisasi rak gelas air minum dengan software Maple 13.

Hasil penelitian ini mendapatkan empat prosedur untuk modelisasi rak gelas air minum. Pertama, prosedur untuk mendesain bentuk komponen penyangga rak gelas air minum dari benda segidelapan, balok, tabung. Kedua, prosedur untuk perangkaian komponen rak utama penyusun rak gelas air minum dari benda tabung dan balok. Ketiga, prosedur untuk mendesain relief dari benda balok dan bola. Keempat, perangkaian komponen penyusun rak gelas air minum pada satu dan tiga jenis sumbu pemodelan dengan langkah-langkah sebagai berikut. Membagi sumbu menjadi tiga segmen yang diperlukan sebagai sumbu



bagian penyangga, rak utama, dan relief. Mengisi setiap segmen sumbu dengan komponen penyusun rak gelas air minum sehingga menghasilkan model rak gelas yang bervariasi.



## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Konstruksi Rak Penataan Gelas Air Minum Menggunakan Hasil Deformasi Benda-Benda Geometri dan Kurva Bezier”. 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. Bagus Juliyanto, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr.Firdaus Ubaidillah, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Ika Hesti Agustin, S.Si., M.Si. dan Dr.Mohamat Fatekurohman, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritik demi skripsi ini;
3. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah memberikan ilmu kepada penulis;
4. Temanku BEHAMBLO (Nanda, Indy, Yuli, Ayu) yang telah menemani dan menyemangati untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-temanku Puput, Seli, Iza, Nila, Choirunisa, Ellen yang telah membantu dan memberikan semangat untuk penyelesaian skripsi ini.
6. Teman-teman KLONENG (Upla, Pepeng, Agel, Yanuar, Reno, Nita, Opi), Sigma Fifteen, KKN Kijang Dawuhan (Fije, Bunda Uuk, Alfiah, Bayu, Vivi, Uncle Yong, Andre, Laras, Mas Opang), Keluarga Kos Wiwasya (Mbak Rini, Mbak Nisa, Lita, Via), Himatika Geokompstat, UKMS Titik, terimakasih atas kebersamaan selama masa kuliah yang telah memberikan motivasi dan semangat.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, Mei 2019

Penulis



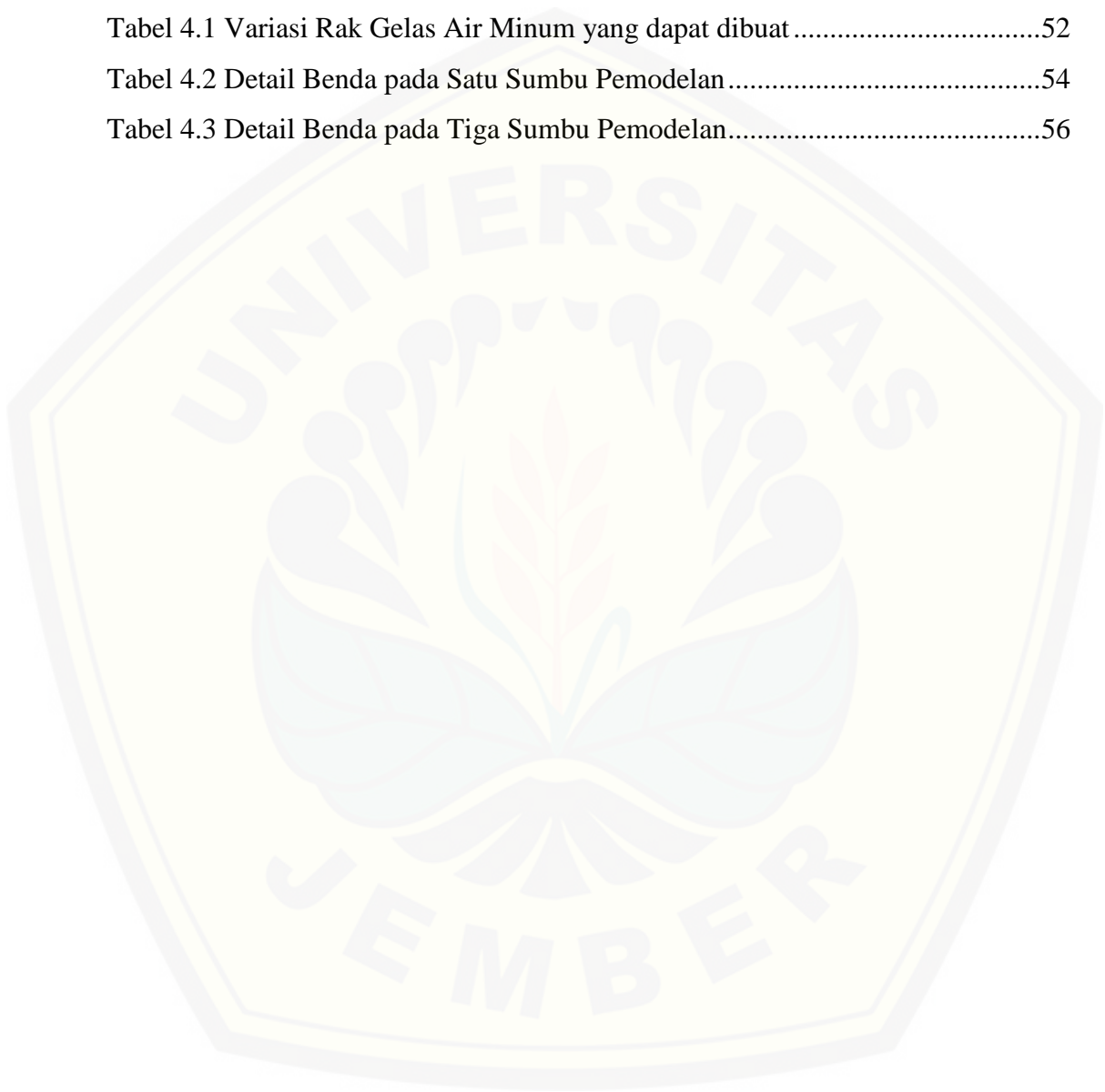
**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	4
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
<b>2.1 Penyajian Segmen Garis, Lingkaran, dan Poligon Segidelapan</b> ...	6
2.1.1 Penyajian Segmen Garis .....	6
2.1.2 Penyajian Lingkaran di $R^3$ .....	7
2.1.3 Penyajian Poligon Segidelapan .....	8
<b>2.2 Penyajian Benda-Benda Ruang</b> .....	8
2.2.1 Penyajian Tabung .....	8
2.2.2 Penyajian Bola.....	10
2.2.3 Penyajian Balok (Prisma Segiempat).....	10
<b>2.3 Kurva Bezier</b> .....	12
<b>2.4 Deformasi</b> .....	13

<b>2.5 Transformasi</b> .....	14
2.5.1 Translasi .....	14
2.5.2 Rotasi.....	14
<b>2.6 Interpolasi Antara Dua Kurva</b> .....	16
<b>2.7 Kontruksi Objek pada Program Maple 13</b> .....	17
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	21
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	24
<b>4.1 Modelisasi Penyangga Rak Gelas Air Minum</b> .....	24
4.1.1 Deformasi Segidelapan .....	24
4.1.2 Deformasi Tabung.....	30
4.1.3 Deformasi Balok Perubahan Rusuk Tegak .....	33
<b>4.2 Modelisasi Rak Utama Rak Gelas Air Minum</b> .....	35
4.2.1 Deformasi Tabung.....	35
4.2.2 Deformasi Balok Perubahan Rusuk .....	37
<b>4.3 Modelisasi Relief Rak Gelas Air Minum</b> .....	39
4.3.1 Deformasi Bola .....	39
4.3.2 Deformasi Balok .....	40
<b>4.4 Perangkaian Komponen Penyusun Rak Gelas Air         Minum pada Sumbu Pemodelan</b> .....	42
4.4.1 Model Komponen Rak Gelas Air Minum dengan Satu Sumbu .....	42
4.4.2 Model Komponen Rak Gelas Air Minum dengan Tiga Sumbu .....	44
<b>4.5 Pembahasan</b> .....	46
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	57
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	57
<b>5.2 Saran</b> .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	59
<b>LAMPIRAN</b> .....	60

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 4.1 Variasi Rak Gelas Air Minum yang dapat dibuat .....	52
Tabel 4.2 Detail Benda pada Satu Sumbu Pemodelan .....	54
Tabel 4.3 Detail Benda pada Tiga Sumbu Pemodelan .....	56



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
1.1 Rak Gelas Lingkaran.....	1
1.2 Komponen Rak Gelas .....	1
1.3 Deformasi Tabung.....	2
1.4 Deformasi Segidelapan .....	2
1.5 Deformasi Balok .....	3
1.6 Deformasi Tabung .....	3
1.7 Deformasi Balok .....	3
1.8 Deformasi Balok .....	3
1.9 Deformasi Bola .....	4
1.10 Contoh Model Sumbu Pemodelan .....	4
2.1 Penyajian Segmen Garis di Ruang $R^3$ .....	6
2.2 Penyajian Lingkaran .....	7
2.3 Poligon Segidelapan.....	8
2.4 Penyajian Tabung.....	8
2.5 Penyajian Tabung dengan Berbagai Sumbu Pusat.....	9
2.6 Balok (Prisma Segiempat).....	12
2.7 Kurva Bezier .....	12
2.8 Deformasi Sebagian .....	13
2.9 Deformasi Total .....	13
2.10 Ilustrasi pada Sistem Koordinat Tangan Kiri.....	15
2.11 Contoh Kasus Khusus Interpolasi Linier Dua Kurva.....	16
2.12 Interpolasi Linier pada Kurva .....	17
2.13 Segmen Garis .....	17
2.14 Bidang Lingkaran.....	18
2.15 Penyajian Selimut Tabung .....	18
2.16 Interpolasi antara Dua Kurva .....	19

2.17 Kurva Bezier .....	19
2.18 Permukaan Bezier .....	20
3.1 Skema Metode Penelitian .....	23
4.1 Deformasi Segidelapan Pola Bintang .....	26
4.2 Deformasi Segidelapan Pola Cekung .....	28
4.3 Deformasi Segidelapan Pola Bunga .....	30
4.4 Deformasi Tabung Sisi Cekung .....	31
4.5 Deformasi Tabung Perubahan Alas .....	33
4.6 Deformasi Balok dengan Perubahan Rusuk Tegak menjadi Kurva Bezier .....	34
4.7 Deformasi Tabung Sisi Cembung .....	36
4.8 Deformasi Tabung .....	37
4.9 Deformasi Balok Perubahan Rusuk .....	39
4.10 Deformasi Bola .....	40
4.11 Deformasi Balok dengan Perubahan Garis pada Alas dan Tutup .....	42
4.12 Deformasi Segidelapan .....	47
4.13 Deformasi Tabung.....	48
4.14 Deformasi Balok dengan Perubahan Rusuk Tegak.....	48
4.15 Deformasi Tabung.....	49
4.16 Deformasi Balok Perubahan Rusuk .....	49
4.17 Deformasi Balok .....	49
4.18 Deformasi Lingkaran .....	50
4.19 Variasi Bentuk Rak Gelas Air Minum dengan Satu dan Tiga Sumbu Pemodelan.....	51
4.20 Modelisasi Satu Sumbu Pemodelan .....	53
4.21 Modelisasi Tiga Sumbu Pemodelan.....	55



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran A. Modelisasi Penyangga Rak Gelas Air Minum.....</b>	<b>60</b>
A.1 Deformasi Segidelapan Pola Bintang .....	60
A.2 Deformasi Segidelapan Pola Cekung .....	61
A.3 Deformasi Segidelapan Pola Bunga .....	63
A.4 Deformasi Tabung Sisi Cekung .....	64
A.5 Deformasi Tabung Perubahan Alas.....	64
A.6 Deformasi Balok dengan Perubahan Rusuk Tegak menjadi Kurva Bezier .....	64
<b>Lampiran B. Modelisasi Rak Utama Rak Gelas Air Minum.....</b>	<b>66</b>
B.1 Deformasi Tabung Sisi Cembung .....	66
B.2 Deformasi Tabung .....	66
B.3 Deformasi Balok Perubahan Rusuk .....	66
<b>Lampiran C. Modelisasi Relief Rak Gelas Air Minum .....</b>	<b>68</b>
C.1 Deformasi Bola .....	68
C.2 Deformasi Balok dengan Perubahan Garis pada Alas dan Tutup .....	69
<b>Lampiran D.1 Modelisasi Komponen Rak Gelas Air dengan Satu Sumbu     Pemodelan.....</b>	<b>70</b>
<b>Lampiran D.2 Modelisasi Komponen Rak Gelas Air dengan Satu Sumbu     Pemodelan.....</b>	<b>74</b>

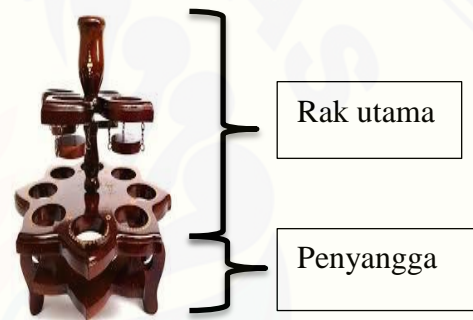
## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air minum biasanya dikemas dalam bentuk gelas, botol, atau galon. Air minum kemasan gelas dapat disajikan dalam rak. Rak gelas air minum digunakan sebagai wadah yang dapat menampung air minum dengan model yang terus berkembang. Bentuk dari rak gelas yang sudah dibuat yaitu bentuk lingkaran tanpa susun, lingkaran bertingkat dan bentuk putar (Gambar 1.1). Rak gelas air minum terdiri dari bagian penyangga dan juga rak utama (Gambar 1.2).



Gambar 1.1 Rak gelas lingkaran tanpa susun



Gambar 1.2 Komponen rak gelas

Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu Tika (2011) melakukan pemodelan rak *built in* dengan enam rak kompak. Jenis rak *built in* cukup fleksibel dan multi fungsi. Kendalanya bentuk dan ukuran *built in* harus terlebih dahulu disesuaikan dengan posisi ruangan. Wiwit (2012) menjelaskan mengenai desain model rak pot bunga dengan data kerangka kubus satuan yang terbagi atas bagian penyangga dan bagian utama. Penelitian yang dilakukan Wiwit memiliki kelemahan yaitu hasil modelisasi penyangga dan tiang hanya arah tegak (vertikal), tumpukan pada bagian penyangga dan rak utama sejenis serta penempatannya hanya berbentuk persegi sehingga rak pot bunga kurang bervariasi. Silvia (2012) melakukan penelitian tentang konstruksi rak penataan gelas air minum menggunakan garis, bidang lingkaran, dan balok melalui

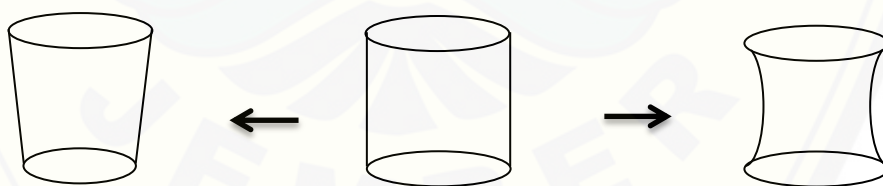
interpolasi dan transformasi bidang di  $R^3$ . Astuti (2014) mengembangkan pemodelan dengan mengkonstruksi bagian utama (tiang) rak yang bentuknya memutar dan seimbang dengan menggunakan kurva dan permukaan tipe natural, hermit, dan bezier kuadratik. Kekurangan dari penelitian tersebut antara lain rak memiliki penyangga yang bentuknya hanya berbentuk persegi sehingga kurang bervariasi. Bentuk rak itu sendiri belum menarik karena belum ada aksesoris atau relief pada rak tersebut. Oleh karena itu, perlu ditambahkan dengan bentuk geometri yang lain sehingga lebih menarik.

Dari kekurangan yang ada dalam pembuatan rak tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan modelisasi dengan pembuatan penyangga dan rak yang lebih bervariasi. Pembuatan rak gelas air minum ini menggunakan teknik hasil deformasi benda-benda geometri Kurva Bezier. Kurva Bezier yang digunakan yaitu Kurva Bezier Kuadratik dan Kurva Bezier Kubik.

### 1.2 Rumusan Masalah

Dari beberapa kendala yang terdapat pada Latar Belakang, maka permasalahan modelisasi dari rak gelas air minum adalah

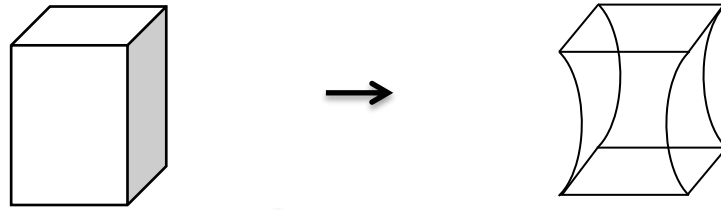
- Diberikan benda-benda geometri yaitu segidelapan, tabung dan balok. Bagaimana prosedur membangun komponen penyangga dengan menggunakan teknik deformasi (Gambar 1.3, 1.4, dan 1.5).



Gambar 1.3 Deformasi Tabung



Gambar 1.4 Deformasi Segidelapan



Gambar 1.5 Deformasi Balok

- b. Diberikan balok dan tabung. Bagaimana prosedur membangun rak utama dengan teknik deformasi (Gambar 1.6 dan 1.7).

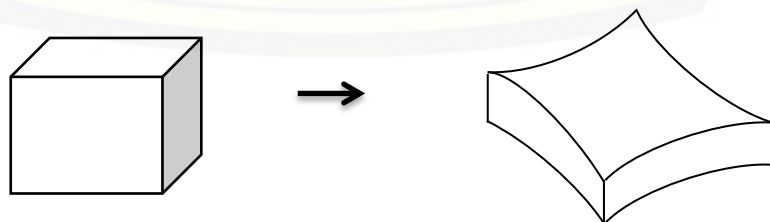


Gambar 1.6 Deformasi Tabung

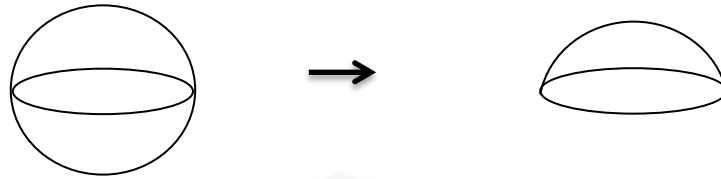


Gambar 1.7 Deformasi Balok

- c. Bagaimana prosedur menambahkan relief pada rak utama tersebut dengan menggunakan hasil deformasi balok dan juga bola (Gambar 1.8 dan 1.9) .

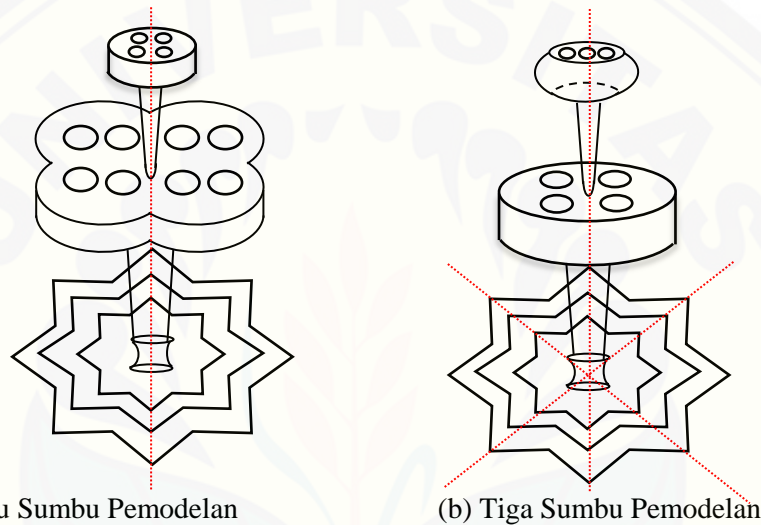


Gambar 1.8 Deformasi Balok



Gambar 1.9 Deformasi Bola

- d. Bagaimana prosedur penggabungan komponen penyangga, rak utama, dan relief dengan satu dan tiga sumbu pemodelan (Gambar 1.10).



(a) Satu Sumbu Pemodelan

(b) Tiga Sumbu Pemodelan

Gambar 1.10 Contoh Model Sumbu Pemodelan

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

- Mendapatkan prosedur membangun komponen penyangga rak gelas sehingga rak gelas tersebut menjadi lebih bervariasi.
- Mendapatkan prosedur membangun rak utama dengan menggunakan benda balok dan bola.
- Mendapatkan prosedur menambah relief pada rak utama.
- Mendapatkan prosedur penggabungan komponen penyangga, rak utama, dan relief.

#### 1.4 Manfaat

Manfaat hasil penelitian permasalahan tersebut adalah

- a. Dengan membuat prosedur membangun komponen penyangga, rak utama dan relief pada rak utama diharapkan rak gelas air minum lebih bervariasi.
- b. Dapat digunakan sebagai informasi produsen tentang beberapa model rak gelas air minum dengan variasi baru.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Sehubungan dengan mencari solusi untuk permasalahan desain rak gelas air minum, pada bab ini akan dibahas mengenai beberapa teori dasar yang berkaitan dengan desain rak gelas air minum. Teori dasar tersebut meliputi penyajian garis dan segmen garis di ruang dan benda-benda geometris di ruang seperti segidelapan, tabung dan benda lainnya. Studi ini bertujuan untuk membangun pola geometris dan relief komponen-komponen rak gelas air minum.

### 2.1 Penyajian Segmen Garis , Lingkaran, dan Poligon Segidelapan

#### 2.1.1 Penyajian Segmen Garis

Kusno (2003) mengatakan bahwa setiap garis sedikitnya memuat dua titik. Setiap bidang memuat sedikitnya tiga titik yang tidak segaris dan setiap ruang sedikitnya empat titik yang tidak sebidang. Misalkan diberikan dua buah titik yang berbeda di ruang dengan koordinat  $A(x_1, y_1, z_1)$  dan  $B(x_2, y_2, z_2)$  maka segmen garis  $\overline{AB}$  dapat didefinisikan secara vektorial sebagai berikut .

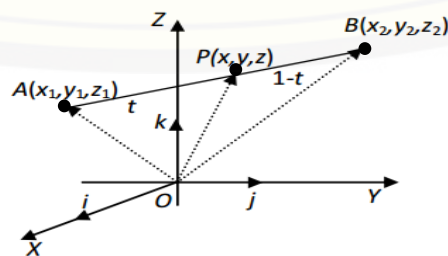
$$\overrightarrow{OP} = t \overrightarrow{OB} + (1 - t) \overrightarrow{OA} \quad (2.1)$$

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

$$\langle x, y, z \rangle = t \langle x_2, y_2, z_2 \rangle + (1 - t) \langle x_1, y_1, z_1 \rangle \quad (2.2)$$

atau

$$\begin{aligned} x &= (1 - t)x_1 + tx_2 \\ y &= (1 - t)y_1 + ty_2 \\ z &= (1 - t)z_1 + tz_2 \end{aligned} \quad (2.3)$$



Gambar 2.1 Penyajian Segmen Garis di Ruang

### 2.1.2 Penyajian Lingkaran di $R^3$

Lingkaran didefinisikan sebagai himpunan titik-titik di bidang yang jaraknya terhadap titik tertentu tetap (Kusno, 2002). Titik tetap tersebut disebut pusat lingkaran dan jarak yang bernilai tertentu disebut jari-jari lingkaran. Misalkan diberikan sebarang titik  $A(x, y, z)$  pada lingkaran yang berpusat di  $O(0,0,0)$  dengan jari-jari  $r$  dan sejajar dengan bidang kartesius (Gambar 2.2 a). Dengan demikian didapatkan persamaan sebagai berikut:

- a. Sejajar bidang XOY

$$x^2 + y^2 = r^2, z = 0 \quad (2.4)$$

- b. Sejajar bidang XOZ

$$x^2 + z^2 = r^2, y = 0 \quad (2.5)$$

- c. Sejajar bidang YOZ

$$y^2 + z^2 = r^2, x = 0 \quad (2.6)$$

Sedangkan, untuk lingkaran yang berpusat di titik  $C(a, b, c)$  mempunyai jari-jari  $r$  dan sejajar bidang kartesiusnya (Gambar 2.2 b) persamaannya adalah

- a. Sejajar bidang XOY

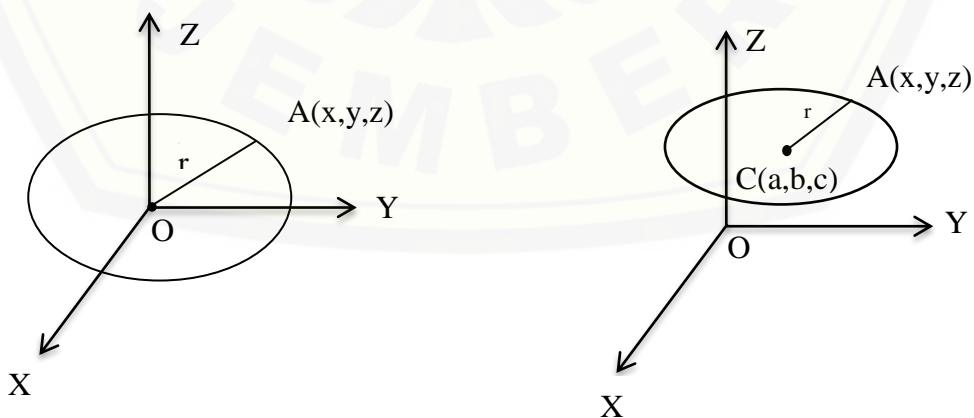
$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2, z = c \quad (2.7)$$

- a. Sejajar bidang XOZ

$$(x - a)^2 + (z - c)^2 = r^2, y = b \quad (2.8)$$

- b. Sejajar bidang YOZ

$$(y - b)^2 + (z - c)^2 = r^2, x = a \quad (2.9)$$



(a) Lingkaran dengan Pusat  $O(0,0,0)$

(b) Lingkaran dengan pusat  $C(a,b,c)$

Gambar 2.2 Penyajian Lingkaran



### 2.1.3 Penyajian Poligon Segidelapan Beraturan

Poligon adalah himpunan titik-titik  $P_1, P_2, \dots, P_{n-1}, P_n$  dengan ruas-ruas garis  $\overline{P_1P_2}, \overline{P_2P_3}, \dots, \overline{P_{n-1}P_n}, \overline{P_nP_1}$ , sedemikian sehingga jika dua ruas garis sembarang berpotongan maka akan mempunyai titik potong di salah satu titik-titik  $P_1, P_2, \dots, P_{n-1}, P_n$  dan tidak ada titik lain. Poligon konveks adalah poligon yang masing-masing sudutnya lebih kecil dari  $180^\circ$  (Kusno,2002). Poligon beraturan adalah poligon yang besar sudut dan sisi sama besar. Poligon segidelapan beraturan adalah suatu poligon konveks bersisi delapan dengan panjang sisi dan besar sudut sama. Besar sudut pada poligon segidelapan beraturan adalah  $135^\circ$  dan besar sudut pusat masing-masing adalah  $45^\circ$ .

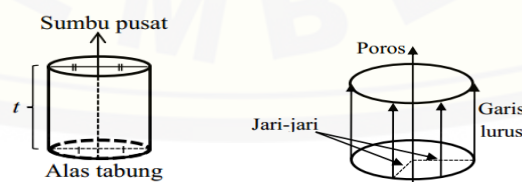


Gambar 2.3 Penyajian Poligon Segidelapan

## 2.2 Penyajian Benda-Benda Ruang

### 2.2.1 Penyajian Tabung

Suryadi (1986) mengatakan bahwa, tabung dapat dibangun oleh garis lurus tertentu (poros) yang bergerak sejajar dengan jarak konstan yang disebut jari-jari. Tabung juga dapat berasal dari lingkaran sebagai alas tabung yang bergerak secara paralel terhadap sumbu pusat sepanjang  $t$ . Tabung dikatakan tabung tegak jika poros atau sumbu pusatnya tegak lurus terhadap alas. Tabung juga dapat diartikan sebagai benda ruang yang kedudukan garis-garisnya sejajar dan berjarak sama terhadap garis (poros) tertentu.



Gambar 2.4 Penyajian Tabung

Bastian (2011), mengatakan bahwa 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:

1. 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 2.5 a).

- a. 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

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

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

- b. Translasikan lingkaran dari  $z_1$  sampai  $z_1 + t$  sehingga terbentuk persamaan parametrik tabung seperti pada persamaan berikut.

$$ST(\theta, z) = (x_1 + R \cos\theta, y_1 + R \sin\theta, z) \quad (2.11)$$

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

2. 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 2.5 b).

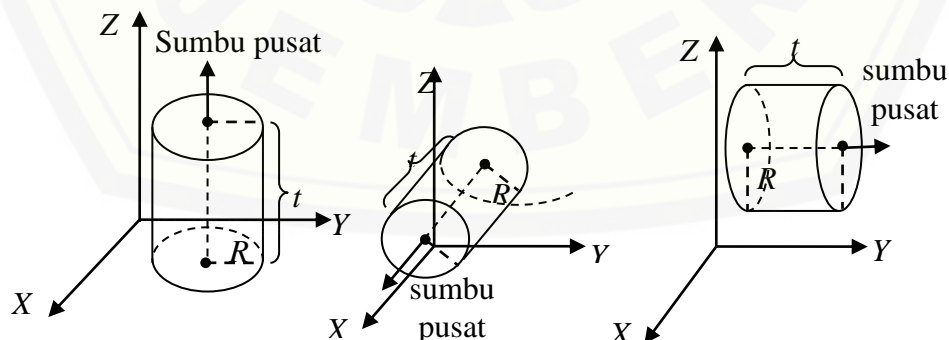
$$T(\theta, x) = (x, y_1 + R \sin\theta, z_1 + R \cos\theta) \quad (2.12)$$

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

3. 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 (Gambar 2.5 c).

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

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



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

Gambar 2.5 Penyajian Tabung dengan Beragam Sumbu Pusat

### 2.2.2 Penyajian Bola

Kusno (2003), mengatakan bahwa permukaan bola merupakan himpunan titik-titik di ruang yang jaraknya terhadap pusat bola adalah konstan. Diketahui  $A(x, y, z)$  adalah sebarang titik pada bola yang berpusat pada  $O(0,0,0)$  maka bentuk persamaan bola adalah

$$|\overline{OA}| = r \text{ atau } x^2 + y^2 + z^2 = r^2$$

dengan jari-jari bola bernilai real (konstan).

Diketahui pusat bola  $(a, b, c)$ , maka persamaan yang diperoleh terbentuk

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

Berdasarkan sistem koordinat bola, maka diperoleh persamaan parametrik bola yaitu

$$B(\alpha, \theta) = (\rho \sin \alpha \cos \theta, \rho \sin \alpha \sin \theta, \rho \cos \theta) \quad (2.14)$$

dengan  $0 \leq \alpha \leq 2\pi, 0 \leq \theta \leq \pi$ ,  $\alpha$  dan  $\theta$  adalah parameter,  $\rho$  adalah konstanta real.

### 2.2.3 Penyajian Balok (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. Balok (prisma segiempat) merupakan suatu bangun ruang yang dibatasi oleh enam persegi panjang dimana setiap sisi persegi panjang berimpit dengan 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  $n_A \langle 0, 0, 1 \rangle$ .

Berdasarkan data tersebut dapat dikonstruksikan balok dari langkah-langkah sebagai berikut.

- a. Menentukan koordinat titik E, F, G, dan H dapat dilakukan dengan cara seperti pada Persamaan (2.15):

$$\begin{aligned}\overrightarrow{OE} &= \langle x_A, y_A, z_A \rangle + \lambda \langle 0, 0, 1 \rangle, \\ \overrightarrow{OF} &= \langle x_B, y_B, z_B \rangle + \lambda \langle 0, 0, 1 \rangle, \\ \overrightarrow{OG} &= \langle x_C, y_C, z_C \rangle + \lambda \langle 0, 0, 1 \rangle, \\ \overrightarrow{OH} &= \langle x_D, y_D, z_D \rangle + \lambda \langle 0, 0, 1 \rangle,\end{aligned}\tag{2.15}$$

- b. Dengan menggunakan Persamaan (2.1) bangun segmen garis  $\overline{EF}$ ,  $\overline{FG}$ ,  $\overline{GH}$ ,  $\overline{HE}$  sebagai berikut:

$$(1-t)\overrightarrow{OE} + t\overrightarrow{OF} = \overrightarrow{OP}$$

$$(1-t)\langle x_E, y_E, z_E \rangle + t\langle x_F, y_F, z_F \rangle = \langle x_{EF}, y_{EF}, z_{EF} \rangle,$$

maka berlaku juga untuk segmen garis  $\overline{FG}$ ,  $\overline{GH}$ ,  $\overline{HE}$ ,

$$(1-t)\langle x_F, y_F, z_F \rangle + t\langle x_G, y_G, z_G \rangle = \langle x_{FG}, y_{FG}, z_{FG} \rangle,$$

$$(1-t)\langle x_G, y_G, z_G \rangle + t\langle x_H, y_H, z_H \rangle = \langle x_{GH}, y_{GH}, z_{GH} \rangle,$$

$$(1-t)\langle x_H, y_H, z_H \rangle + t\langle x_E, y_E, z_E \rangle = \langle x_{HE}, y_{HE}, z_{HE} \rangle,$$

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

- c. Interpolasikan pasangan persegi panjang menggunakan persamaan

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

sehingga didapatkan

$$\mathbf{S}_{ABCD}(u, v) = (1-v)\overrightarrow{AB}(u) + v\overrightarrow{CD}(u),$$

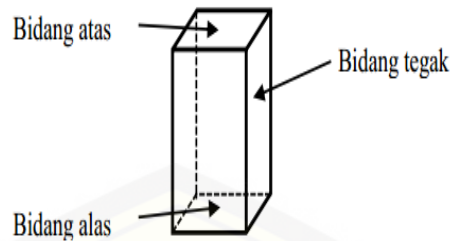
$$\mathbf{S}_{ABFE}(u, v) = (1-v)\overrightarrow{AB}(u) + v\overrightarrow{EF}(u)$$

$$\mathbf{S}_{DCGH}(u, v) = (1-v)\overrightarrow{DC}(u) + v\overrightarrow{HG}(u)$$

$$\mathbf{S}_{ADHE}(u, v) = (1-v)\overrightarrow{AD}(u) + v\overrightarrow{EH}(u)$$

$$\mathbf{S}_{BCGF}(u, v) = (1-v)\overrightarrow{BC}(u) + v\overrightarrow{FG}(u)$$

$$\mathbf{S}_{EFGH}(u, v) = (1-v)\overrightarrow{EF}(u) + v\overrightarrow{HG}(u)$$



Gambar 2.6 Balok ( Prisma Segiempat )

### 2.3 Kurva Bezier

Penyajian Kurva Bezier derajat- $n$   $C(u)$  dinyatakan dalam bentuk parametrik sebagai berikut:

$$C(u) = \sum_{i=0}^n P_i B_i^n(u), 0 \leq u \leq 1 \quad (2.16)$$

dengan:

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

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

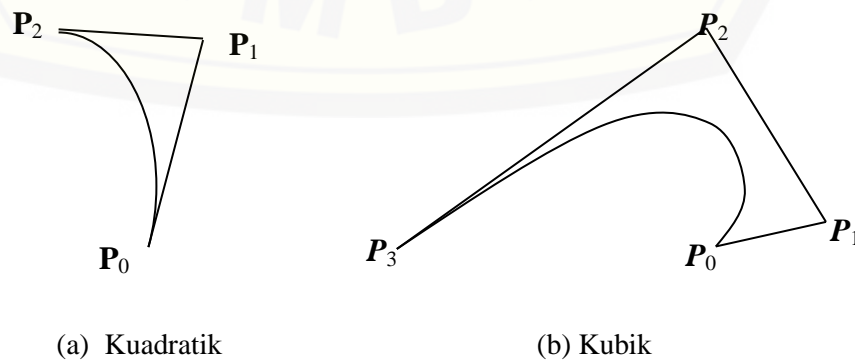
$P_i$  = koefisien geometri / titik kontrol kurva  $C(u)$ .

Jika  $n = 2$ , akan dihasilkan kurva Bezier kuadratik dengan persamaan parametrik (Kusno, 2010) :

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

sedangkan untuk  $n = 3$  didapatkan empat titik kontrol yaitu  $P_0$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ , dan  $P_3$  sehingga persamaan parametrik kurva Bezier kubiknya adalah :

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



(a) Kuadratik

(b) Kubik

Gambar 2.7 Kurva Bezier

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

$$S(u,v) = \sum_{i,j=0}^{m,n} P_{ij} B_i^m(u) B_j^n(v), 0 \leq u,v \leq 1 \quad (2.17)$$

dengan:

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

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

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

#### 2.4 Deformasi

Deformasi adalah merubah bentuk (tampak luar) atau ukuran (panjang, lebar, tinggi, jari-jari, luas, volume) suatu benda (Kuang, 1996). Deformasi dibagi menjadi deformasi sebagian dan juga deformasi total. Deformasi sebagian adalah merubah bentuk (sebagian) atau ukuran (sebagian) sehingga bentuk yang dihasilkan tetap sebangun, sedangkan deformasi total adalah merubah semua bentuk dan ukuran suatu benda sehingga bentuk yang dihasilkan akan berbeda dari bentuk sebelumnya.



Gambar 2.8 Deformasi Sebagian



Gambar 2.9 Deformasi Total

Beberapa teknik deformasi yaitu

1. Memotong ( Interseksi ) : memotong benda menggunakan bidang.
2. Dilatasi : teknik transformasi dengan matriks koefisien A yang bersesuaian dengan transformasi dilatasi.

3. Interpolasi : teknik yang digunakan untuk membentuk suatu objek ke arah vertikal, horizontal atau miring sehingga didapat kurva yang dapat mendefinisikan suatu objek.
4. Kurva Bezier dan Kurva Hermit : kurva Bezier adalah kurva berparameter yang sering digunakan dalam grafika komputer dan bidang yang berkaitan, sedangkan kurva hermit adalah kurva yang diperoleh dari koefisien aljabar dan fungsi faktorial.
5. Memuntir : teknik interpolasi garis yang ditarik bertentangan arah jarum jam, ke kanan dan ke kiri sehingga terlihat seperti puntiran.
6. Memutar Kurva : memutar kurva dengan menentukan titik dan arah sesuai dengan bentuk yang ingin dibuat.

## 2.5 Transformasi Bidang di $R^3$

Transformasi bidang di  $R^3$  ini terdiri dari translasi dan rotasi (perputaran).

### 2.5.1 Translasi

Translasi adalah perpindahan kedudukan sebarang titik dengan penambahan besaran pada arah sumbu  $X$ ,  $Y$  dan  $Z$ . Translasi dapat dinyatakan oleh persamaan  $Q = P + K$ , dimana  $P$  adalah posisi titik awal,  $Q$  adalah posisi 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 berikut :

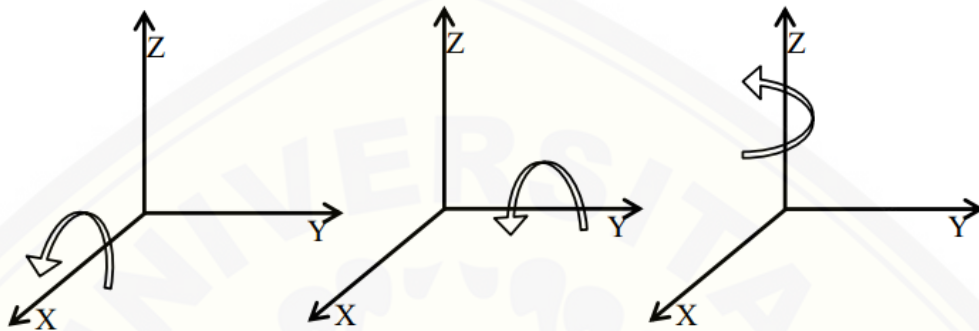
$$\begin{bmatrix} X_q \\ Y_q \\ Z_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_k \\ Y_k \\ Z_k \end{bmatrix} \quad (2.18)$$

Translasi bersifat mempertahankan bentuk dan ukuran obyek.

### 2.5.2 Rotasi (Perputaran)

Terdapat dua sistem koordinat dalam  $R^3$  yaitu sistem koordinat tangan kanan dan tangan kiri. Perbedaan antara dua sistem tersebut adalah pada sistem koordinat tangan kiri, rotasi bersudut positif dinyatakan sebagai searahnya dengan putaran jarum jam. Sedangkan, pada sistem koordinat tangan kanan, rotasi

dengan putaran jarum jam. Sistem koordinat tangan kiri diilustrasikan sebagai berikut (Gambar 2.10). Secara umum rotasi dapat dituliskan dalam persamaan :  $Q = RP$ , dimana  $Q$  adalah posisi titik setelah dirotasi,  $R$  adalah matriks rotasi, sedangkan  $P$  adalah posisi titik sebelum dirotasi.



(a) Rotasi terhadap sumbu X (b) Rotasi terhadap sumbu Y (c) Rotasi terhadap sumbu Z

Gambar 2.10 Ilustari Rotasi pada Sistem Koordinat Tangan Kiri

Apabila  $\theta$  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:

$$\begin{bmatrix} X_q \\ Y_q \\ Z_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_k \\ Y_k \\ Z_k \end{bmatrix}$$

Rotasi terhadap sumbu y:

$$\begin{bmatrix} X_q \\ Y_q \\ Z_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & -\sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_k \\ Y_k \\ Z_k \end{bmatrix}$$

Rotasi terhadap sumbu z:

$$\begin{bmatrix} X_q \\ Y_q \\ Z_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_k \\ Y_k \\ Z_k \end{bmatrix}$$

Matriks tersebut merupakan matriks koefisien yang bersesuaian dengan transformasi rotasi. Rotasi ini memiliki sifat yang sama dengan translasi.



## 2.6 Interpolasi antara Dua Kurva

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:

$$S(u, v) = (1 - v)I_1(u) + vI_2(u), \quad (2.19)$$

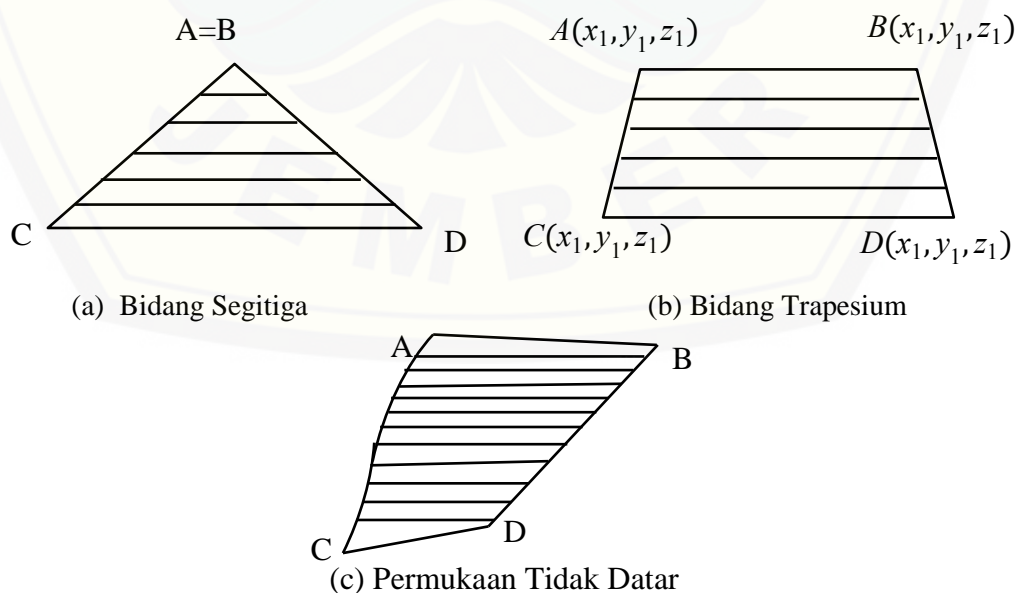
dengan  $0 \leq u \leq 1$  dan  $0 \leq v \leq 1$ .

Beberapa kasus khusus untuk interpolasi linier kedua garis tersebut. Jika  $A=B$  maka hasil interpolasi Persamaan (2.16) akan menghasilkan bidang segitiga (Gambar 2.11 a). Sedangkan jika  $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$  maka secara umum akan membentuk bidang segi empat (Gambar 2.11 b). 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 2.11 c).

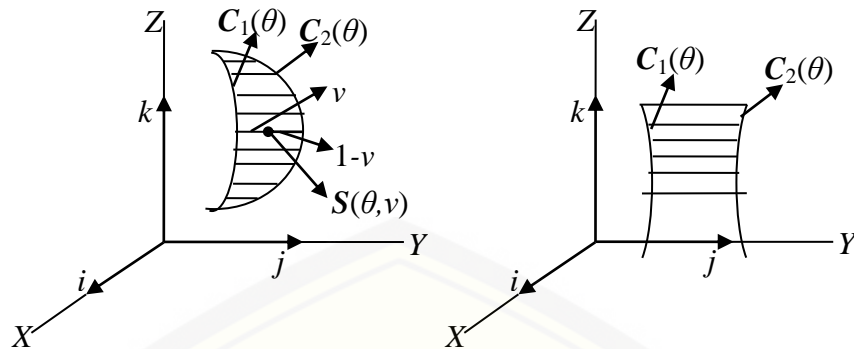
Di lain pihak kita dapat membangun permukaan lengkung hasil interpolasi kurva ruang melalui persamaan berikut:

$$S(\theta, v) = (1 - v)C_1(\theta) + vC_2(\theta), \quad (2.20)$$

dengan  $C_1(\theta)$  dan  $C_2(\theta)$  merupakan kurva batas ke arah  $\theta$  permukaan lingkaran atau elips (Gambar 2.12).



Gambar 2.11 Contoh Kasus Khusus Interpolasi Linier Dua Segmen Garis



Gambar 2.12 Interpolasi Linier pada Kurva

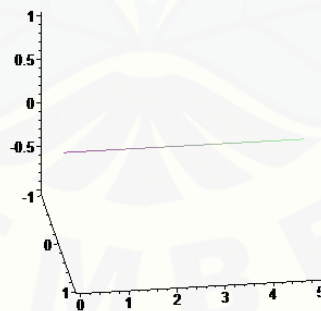
## 2.7 Konstruksi Objek pada Program Maple 13

Pada subbab ini disajikan beberapa contoh konstruksi obyek-obyek geometri dengan *software* Maple13 untuk mengkonstruksi objek geometri.

### a. Penyajian Segmen Garis

Untuk membuat segmen garis, 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 ditentukan nilai  $P(0,0,0)$  dan  $Q(0,5,0)$ , maka penulisan *script* pada program sebagai berikut .

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

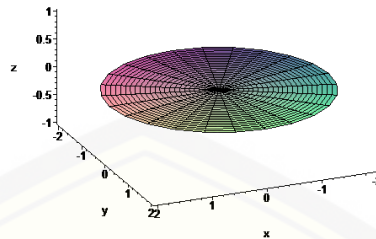


Gambar 2.13 Segmen Garis

### b. Penyajian Bidang Lingkaran

Untuk membuat bidang lingkaran dengan memberikan nilai jari-jari dan titik pusat. Misal akan dibentuk lingkaran  $b$  dengan pusat di  $P(0,0,0)$  dan jari-jari sepanjang 2 satuan. Berikut ini adalah contoh *script*-nya.

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

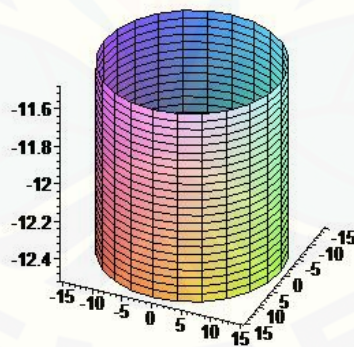


Gambar 2.14 Bidang Lingkaran

#### c. Penyajian Selimut Tabung

Untuk membangun selimut tabung dengan memberikan nilai jari-jari dan tinggi tabung. Misalkan akan dibentuk tabung dengan jari-jari sepanjang 15 satuan dan tinggi 11,6 satuan. Berikut ini merupakan contoh *script* programnya:

`b3:=plot3d([15*(1-v)+15*v]*cos(u),(15*(1-v)+15*v)*sin(u),(5*(1-v)+6*v)-17.5],u=0..-2*Pi,v=0..1):`



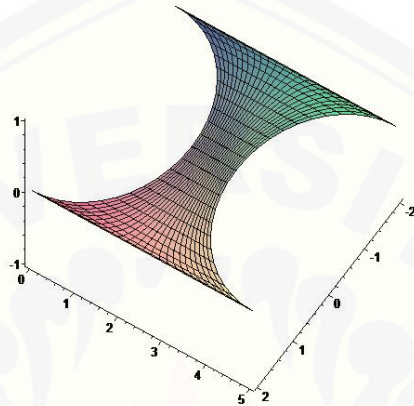
Gambar 2.15 Penyajian Selimut Tabung

#### d. Penyajian Interpolasi antara Dua Kurva

Misalkan akan menginterpolasikan antara dua kurva yang diberi nama aaa dengan kurva yang 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* programnya:

```
aaa:=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):
```

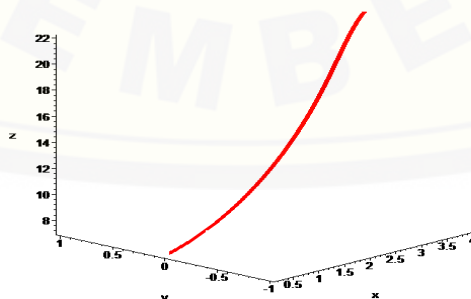


Gambar 2.16 Interpolasi antara Dua Kurva

#### e. Penyajian Kurva Bezier

Untuk mengkonstruksi sebuah Kurva Bezier maka menggunakan Persamaan (2.16). Misalkan ditentukan tiga titik yaitu  $P_0(4,0,8)$ ,  $P_1(5,0,7)$ ,  $P_2(5,0,7)$  maka penulisan *script* programnya :

```
p:=[4*(1-t)^3+5*2*(1-t)*t+t^2*0,0*(1-t)^2+0*2*(1-t)*t+t^2*0,8*(1-t)+7*2*(1-t)^t+t^2*7],t=0..1,color=red):
```

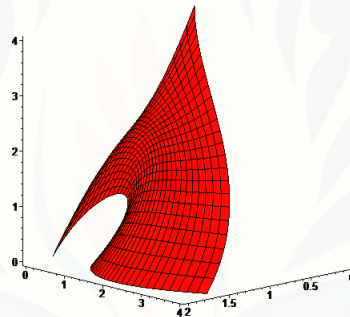


Gambar 2.17 Kurva Bezier

## f. Permukaan Bezier

Pada program Maple 13 untuk membangun permukaan Bezier misalnya permukaan Bezier d, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.18 dapat dituliskan *script* program sebagai berikut.

```
d:=plot3d([(1-v)^3*sqrt(3)+(2*(1-t)*t/sqrt(3)+t^2*0)+(2*(1-v))*v*((1/2)*(1-t)^3*sqrt(3)+(1/6)*(2*(1-t))*t*sqrt(3)+t^2*0)+v^2*((1-t)^3*sqrt(3)+(2*(1-t))*t/sqrt(3)+t^2*0),(1-v)^2*((1-t)^2+(2*((1-t))*t+2*t^2)+(2*(1-v))*v*((1/2)*(1-t)^2+(1/2)*(2*(1-t))*t+t^2)+v^2*(1-t)^2+(2*(1-t))*t+2*t^2),(1-v)*((1-t)*0+(2*(1-t))*t*0+t*0)+(2*(1-v))*v*(2*(1-t)+2*(2*(1-t))*t+2*t^2)+v^2*(4*(2*(1-t)*(1-t))*t+4*t^2)],t=0..1,v=0..1,color=red):
```



Gambar 2.18 Permukaan Bezier

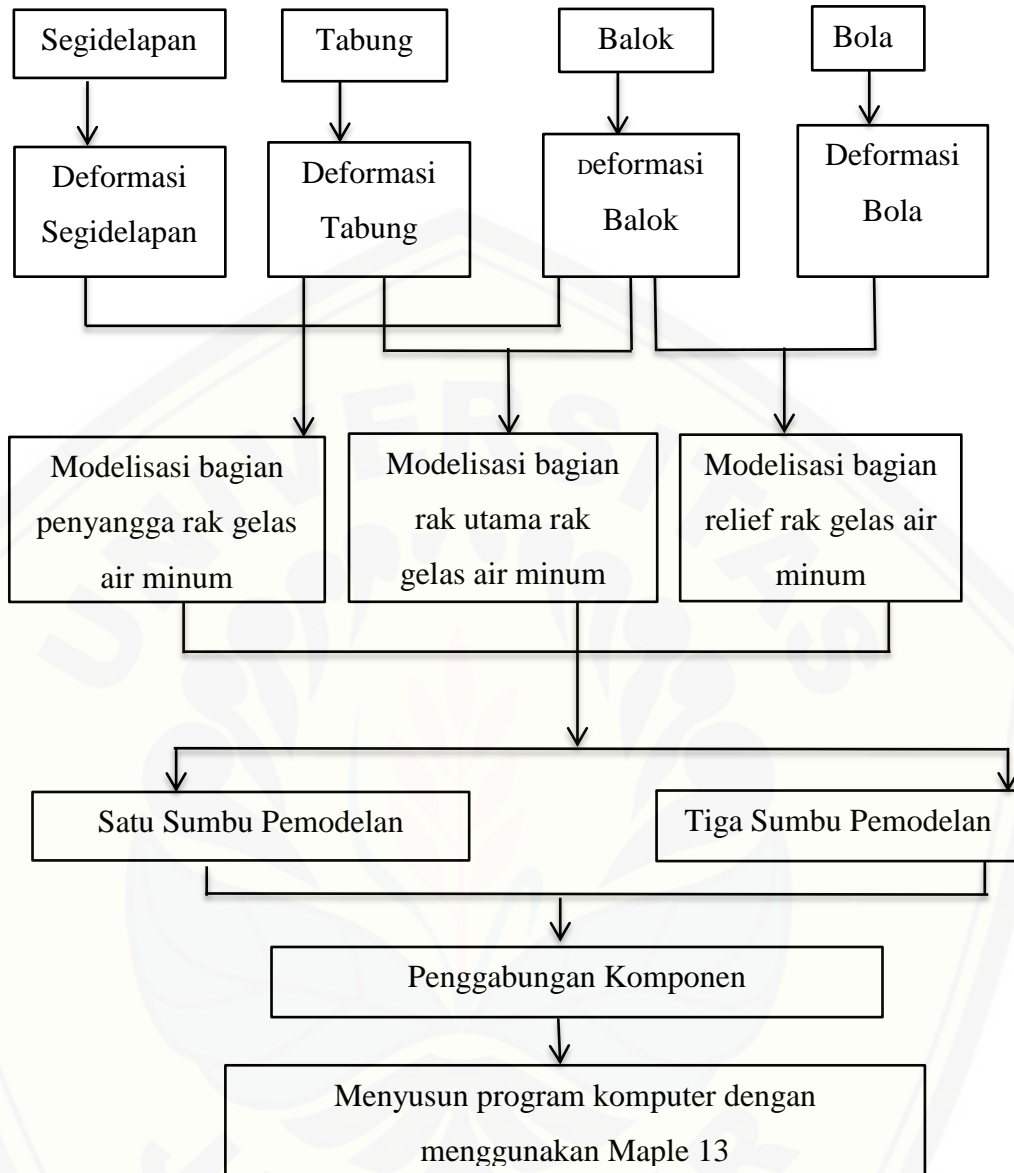
### BAB 3. METODE PENELITIAN

Berdasarkan dari rumusan masalah pada Bab 1 dan tinjauan pustaka pada Bab 2, maka untuk menyelesaikan permasalahan tersebut diuraikan beberapa langkah penelitian sebagai berikut.

- a. Menentukan data awal untuk model penyangga berupa tabung dan juga segi delapan dengan ketentuan sebagai berikut:
  1. Segi delapan dengan kerangka alas berupa segi delapan dengan panjang  $24 \text{ cm} \leq s \leq 32 \text{ cm}$ .
  2. Tabung dengan pusat alas 5 cm, jari-jari 2 cm, dan tinggi 10 cm.
- b. Menggunakan teknik deformasi untuk mendeformasi benda geometri tersebut adalah sebagai berikut.
  1. Memotong (Interseksi)
  2. Interpolasi
  3. Kurva Bezier
  4. Memutar Kurva
- c. Memodelkan data sehingga menjadi bagian-bagian bentuk komponen rak gelas air minum dengan langkah sebagai berikut :
  - a). Modelisasi bagian penyangga rak gelas air minum.
    1. Membuat desain penyangga rak gelas air minum dengan menggunakan benda dasar segi delapan kemudian dideformasikan.
    2. Menggunakan desain penyangga rak gelas air minum dengan menggunakan benda dasar tabung kemudian dideformasikan.
    3. Menggunakan desain penyangga rak gelas air minum dengan menggunakan benda dasar balok kemudian dideformasikan.
  - b). Modelisasi bentuk bagian utama rak gelas air minum.
    1. Membuat desain bagian utama rak gelas air minum dengan menggunakan benda tabung yang kemudian dideformasi.
    2. Membuat desain bagian utama rak gelas air minum dengan menggunakan benda balok kemudian dideformasi.

- c). Modelisasi bentuk bagian relief pada rak gelas air minum.
  1. Membuat desain bagian relief rak gelas air minum dengan menggunakan benda balok yang kemudian dideformasi.
  2. Membuat desain bagian relief rak gelas air minum dengan menggunakan benda bola yang kemudian dideformasi.
- c. Penggabungan seluruh komponen rak gelas air minum
  1. Membangun suatu sumbu pemodelan untuk merangkai benda hasil modelisasi bagian penyangga, bagian utama, dan relief rak gelas air minum.
  2. Mengidentifikasi bentuk benda yang mempunyai bentuk dan ukuran sambungan yang sama untuk dilekatkan antara bentuk yang satu dan bentuk yang lain.
  3. Penggabungan secara kontinu.
- d. Penyusunan program dengan menggunakan software Maple 13.

Untuk lebih jelas 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 komponen rak gelas air minum perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.

- a. Prosedur mendesain penyangga rak dari tabung, segidelapan, dan balok adalah sebagai berikut. Pertama, menetapkan benda-benda yang akan menjadi bagian penyangga rak gelas air minum. Kedua, mendeformasi benda-benda tersebut dengan : (a) membangun segmen garis atau membangun kurva Bezier. (b) menginterpolasikan masing-masing kurva batas.
- b. Prosedur mendesain rak utama rak dari tabung dan balok adalah sebagai berikut. Pertama, menetapkan benda-benda yang akan menjadi bagian rak utama rak gelas air minum. Kedua, mendeformasi benda-benda tersebut dengan : (a) memutar kurva Bezier. (b) menginterpolasikan masing-masing kurva batas dan mentranslasi lingkaran.
- c. Prosedur mendesain relief rak gelas air minum dari bola dan balok adalah sebagai berikut. Pertama, menetapkan benda-benda yang akan menjadi bagian relief rak gelas air minum. Kedua, mendeformasi benda-benda tersebut dengan : (a) membangun kurva Bezier. (b) menginterpolasikan masing-masing kurva batas.
- d. Perangkaian komponen penyusun rak gelas air minum hasil perlakuan (a) pada dua jenis sumbu pemodelan yaitu satu sumbu pemodelan dan tiga sumbu pemodelan, prosedurnya sebagai berikut. Pertama membagi sumbu menjadi tiga segmen yang diperlukan sebagai sumbu sumbu bagian penyangga, bagian rak utama, dan bagian relief. Kedua, mengisi setiap bagian segmen sumbu tersebut dengan komponen penyusun rak gelas air

minum sehingga menghasilkan model rak gelas air minum yang bervariasi, dengan ketentuan khusus sebagai berikut.

- 1) Bagian penyangga model satu sumbu dan tiga sumbu diisi dengan variasi segidelapan, tabung, balok.
- 2) Bagian rak utama model satu sumbu dan tiga sumbu diisi dengan variasi tabung dan balok.
- 3) Bagian relief model satu sumbu dan tiga sumbu diisi dengan variasi balok dan bola.

## 5.2 Saran

Pada skripsi ini telah diperkenalkan modelisasi komponen rak gelas air minum dengan penggabungan hasil deformasi segidelapan, tabung, balok, dan bola, serta perangkaian komponen penyusun rak gelas air minum pada dua jenis sumbu pemodelan yaitu satu sumbu pemodelan dan tiga sumbu pemodelan untuk menghasilkan bentuk rak gelas air minum yang lebih bervariasi. Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

- a. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya metode yang digunakan dapat dikembangkan lagi menggunakan benda geometri lainnya seperti limas, prisma dan kerucut.
- b. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya bisa memvariasi lagi bagian rak utama rak gelas air minum menggunakan benda-benda geometri ruang yang dideformasi.
- c. Dapat ditawarkan relief yang lebih bervariasi untuk modifikasi rak gelas air minum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, P. 2014. Desain Penataan Barang Dengan Kurva dan Permukaan Type Natural, Hermit, dan Bezier Kuadratik. *Tesis*. Jember : Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.
- Bastian. 2011. Desain Knop Lampu Duduk Melalui Penggabungan Benda-Benda Geometri Ruang. Tidak Diterbitkan. *Skripsi*. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Kuang, S. 1996. *Geodic Network Analysis and Optimal Design*. New York: Concept and Applications.
- Kusno. 2002. *Geometri Rancang Bangun Studi Aljabar Vektor Garis, Lingkaran, dan Ellips*. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Kusno. 2003. *Geometri Rancang Bangun Studi Hiperbola, Parabola, dan Ellips*. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Silvia. 2012. Konstruksi Rak Penataan Gelas Air Minum Menggunakan Garis, Bidang Lingkaran, Dan Balok Melalui Interpolasi Dan Transformasi Bidang Di  $R^3$ . Tidak Diterbitkan. *Skripsi*. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Suryadi, D. 1986. *Teori dan Soal Ilmu Ukur Analitik Ruang*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Tika, N.P. 2011. Enam Ide Rak.Kompak.  
<http://m.tabloitnova.com/Nova/Griya/Interior/6-Ide-Rak-Kompak>. [Diakses pada 16 November 2018].
- Wiwit. 2012. Desain Rak Pot Bunga. *Tesis*. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

## LAMPIRAN

## Lampiran A. Modelisasi Komponen Bagian Penyangga Rak Gelas Air Minum

## A.1 Deformasi Segi Delapan Pola Bintang

```

> sm1:=plot3d([u*(-21)+(1-u)*(-31.5),u*(-21)+(1-u)*(-37.96),v],u=0..1,v=0..4):
> sm2:=plot3d([u*(-31.5)+(1-u)*0,u*(-37.96)+(1-u)*(-21*sqrt(2)),v],u=0..1,v=0..4):
> sm3:=plot3d([u*(0)+(1-u)*(31.5),u*(-21*sqrt(2))+(1-u)*(-37.96),v],u=0..1,v=0..4):
> sm4:=plot3d([u*(31.5)+(1-u)*(21),u*(-37.96)+(1-u)*(-21),v],u=0..1,v=0..4):
> sm5:=plot3d([u*(21)+(1-u)*(37.96),u*(-21)+(1-u)*(-31.5),v],u=0..1,v=0..4):
> sm6:=plot3d([u*(37.96)+(1-u)*(21*sqrt(2)),u*(-31.5)+(1-u)*0,v],u=0..1,v=0..4):
> sm7:=plot3d([u*(21*sqrt(2))+(1-u)*(37.96),u*(0)+(1-u)*(31.5),v],u=0..1,v=0..4):
> sm8:=plot3d([u*(37.96)+(1-u)*(21),u*(31.5)+(1-u)*(21),v],u=0..1,v=0..4):
> sm9:=plot3d([u*(21)+(1-u)*(31.5),u*(21)+(1-u)*(37.96),v],u=0..1,v=0..4):
> sm10:=plot3d([u*(31.5)+(1-u)*0,u*(37.96)+(1-u)*(21*sqrt(2)),v],u=0..1,v=0..4):
> sm11:=plot3d([u*(0)+(1-u)*(-33),u*(21*sqrt(2))+(1-u)*(37.96),v],u=0..1,v=0..4):
> sm12:=plot3d([u*(-31.5)+(1-u)*(-21),u*(37.96)+(1-u)*(21),v],u=0..1,v=0..4):
> sm13:=plot3d([u*(-21)+(1-u)*(-37.96),u*(21)+(1-u)*(31.5),v],u=0..1,v=0..4):
> sm14:=plot3d([u*(-37.96)+(1-u)*(-21*sqrt(2)),u*(31.5)+(1-u)*0,v],u=0..1,v=0..4):
> sm15:=plot3d([u*(-21*sqrt(2))+(1-u)*(-37.96),u*(0)+(1-u)*(-31.5),v],u=0..1,v=0..4):
> sm16:=plot3d([u*(-37.96)+(1-u)*(-21),u*(-31.5)+(1-u)*(-21),v],u=0..1,v=0..4):
> sampling:=sm1,sm2,sm3,sm4,sm5,sm6,sm7,sm8,sm9,sm10,sm11,sm12,sm13,sm14,sm15,sm16:
> display(sampling,labels=[x,y,z]):
>
> at1:=plot3d([u*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5))+(1-u)*(v*(21)+(1-v)*(37.96)),u*(v*(-21)+(1-v)*(-37.96))+(1-u)*(v*(21)+(1-v)*(31.5)),4],u=0..1,v=0..1):
> at2:=plot3d([u*(v*(-31.5)+(1-v)*0)+(1-u)*(v*(-31.5)+(1-v)*0),u*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21*sqrt(2)))+(1-u)*(v*(37.96)+(1-v)*(21*sqrt(2))),4],u=0..1,v=0..1):
> at3:=plot3d([u*(v*(0)+(1-v)*(31.5))+(1-u)*(v*(0)+(1-v)*(31.5)),u*(v*(-21*sqrt(2))+(1-v)*(-37.96))+(1-u)*(v*(21*sqrt(2))+(1-v)*(37.96)),4],u=0..1,v=0..1):
> at4:=plot3d([u*(v*(31.5)+(1-v)*0)+(1-u)*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21)),u*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21))+(1-u)*(v*(31.5)+(1-v)*(21)),4],u=0..1,v=0..1):

```

```

> at5:=plot3d([u*(v*(21)+(1-v)*(37.96))+(1-u)*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5)),u*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5))+(1-u)*(v*(21)+(1-v)*(37.96)),4],u=0..1,v=0..1):
> at6:=plot3d([u*(v*(37.96)+(1-v)*(21*sqrt(2)))+(1-u)*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21*sqrt(2))),u*(v*(-31.5)+(1-v)*(0))+(1-u)*(v*(-31.5)+(1-v)*(0)),4],u=0..1,v=0..1):
> at7:=plot3d([u*(v*(21*sqrt(2))+(1-v)*(37.96))+(1-u)*(v*(-21*sqrt(2))+(1-v)*(-37.96)),u*(v*(0)+(1-v)*(31.5))+(1-u)*(v*(0)+(1-v)*(31.5)),4],u=0..1,v=0..1):
> at8:=plot3d([u*(v*(21)+(1-v)*(31.5))+(1-u)*(v*(-21)+(1-v)*(-37.96)),u*(v*(21)+(1-v)*(37.96))+(1-u)*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5)),4],u=0..1,v=0..1):
> atas:=at1,at2,at3,at4,at5,at6,at7,at8:
> display(atas,labels=[x,y,z],color=red):
> ba1:=plot3d([u*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5))+(1-u)*(v*(21)+(1-v)*(37.96)),u*(v*(-21)+(1-v)*(-37.96))+(1-u)*(v*(21)+(1-v)*(31.5)),0],u=0..1,v=0..1):
> ba2:=plot3d([u*(v*(-31.5)+(1-v)*(0))+(1-u)*(v*(-31.5)+(1-v)*(0)),u*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21*sqrt(2)))+(1-u)*(v*(37.96)+(1-v)*(21*sqrt(2))),0],u=0..1,v=0..1):
> ba3:=plot3d([u*(v*(0)+(1-v)*(31.5))+(1-u)*(v*(0)+(1-v)*(31.5)),u*(v*(-21*sqrt(2))+(1-v)*(-37.96))+(1-u)*(v*(21*sqrt(2))+(1-v)*(37.96)),0],u=0..1,v=0..1):
> ba4:=plot3d([u*(v*(31.5)+(1-v)*(21))+(1-u)*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21)),u*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21))+(1-u)*(v*(31.5)+(1-v)*(21)),0],u=0..1,v=0..1):
> ba5:=plot3d([u*(v*(21)+(1-v)*(37.96))+(1-u)*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5)),u*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5))+(1-u)*(v*(21)+(1-v)*(37.96)),0],u=0..1,v=0..1):
> ba6:=plot3d([u*(v*(37.96)+(1-v)*(21*sqrt(2)))+(1-u)*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21*sqrt(2))),u*(v*(-31.5)+(1-v)*(0))+(1-u)*(v*(-31.5)+(1-v)*(0)),0],u=0..1,v=0..1):
> ba7:=plot3d([u*(v*(21*sqrt(2))+(1-v)*(37.96))+(1-u)*(v*(-21*sqrt(2))+(1-v)*(-37.96)),u*(v*(0)+(1-v)*(31.5))+(1-u)*(v*(0)+(1-v)*(31.5)),0],u=0..1,v=0..1):
> ba8:=plot3d([u*(v*(21)+(1-v)*(31.5))+(1-u)*(v*(-21)+(1-v)*(-37.96)),u*(v*(21)+(1-v)*(37.96))+(1-u)*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5)),0],u=0..1,v=0..1):
> bawah:=ba1,ba2,ba3,ba4,ba5,ba6,ba7,ba8:
> display(bawah,labels=[x,y,z],color=red):
> bintang2:=display(samping,atas,bawah):
> display(bintang2):

```

## A.2 Deformasi Segi Delapan Pola Cekung

```

> saa1:=plot3d([(1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0),(1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2)),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> saa2:=plot3d([(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20),(1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20),v],u=0..1,v=4.6..8.6):

```

```

> saa3:=plot3d([(1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2)),(1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> saa4:=plot3d([(1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20),(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> saa5:=plot3d([(1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(0),(1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2)),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> saa6:=plot3d([(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(-20),(1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> saa7:=plot3d([(1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2)),(1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(0),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> saa8:=plot3d([(1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20),(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(-20),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> sampingsatu:=saa1,saa2,saa3,saa4,saa5,saa6,saa7,saa8:
> display(sampingsatu,labels=[x,y,z]):
> bbw1:=plot3d([v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20)),v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20)),4.6],u=0..1,v=0..1):
> bbw2:=plot3d([v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0)),v*((1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20))+(1-v)*((1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2))),4.6],u=0..1,v=0..1):
> bbw3:=plot3d([v*((1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20)),v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20)),4.6],u=0..1,v=0..1):
> bbw4:=plot3d([v*((1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2))),v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0)),4.6],u=0..1,v=0..1):
> bawahsatu:=bbw1,bbw2,bbw3,bbw4:
> display(bawahsatu,labels=[x,y,z]):
> at1:=plot3d([v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20)),v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20)),8.6],u=0..1,v=0..1):
> at2:=plot3d([v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0)),v*((1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20))+(1-v)*((1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2))),8.6],u=0..1,v=0..1):
> at3:=plot3d([v*((1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20)),v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20)),8.6],u=0..1,v=0..1):
> at4:=plot3d([v*((1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2))),v*((1-u)^2*(0)+2*(1-

```

```

u)*u*(7.5)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0)),8.6],u=0..1,v=0..1):
> atassatu:=at1,at2,at3,at4:
> cekungsatu:=(display(atassatu,bawahsatu,sampingsatu)):
> display(cekungsatu,labels=[x,y,z]);

```

### A.3 Deformasi Segi Delapan Pola Bunga

```

> sa1:=plot3d([(1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0),(1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-
37.96)+u^2*(-21*sqrt(2)),v],u=0..1,v=0..4):
> sa2:=plot3d([(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21),(1-u)^2*(-21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-
37.96)+u^2*(-21),v],u=0..1,v=0..4):
> sa3:=plot3d([(1-u)^2*(21)+2*(1-u)*u*(37.96)+u^2*(21*sqrt(2)),(1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-
31.5)+u^2*(0),v],u=0..1,v=0..4):
> sa4:=plot3d([(1-u)^2*(21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(37.96)+u^2*(21),(1-u)^2*(0)+2*(1-
u)*u*(31.5)+u^2*(21),v],u=0..1,v=0..4):
> sa5:=plot3d([(1-u)^2*(21)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(0),(1-u)^2*(21)+2*(1-
u)*u*(37.96)+u^2*(21*sqrt(2)),v],u=0..1,v=0..4):
> sa6:=plot3d([(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(-21),(1-u)^2*(21*sqrt(2))+2*(1-
u)*u*(37.96)+u^2*(21),v],u=0..1,v=0..4):
> sa7:=plot3d([(1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-37.96)+u^2*(-21*sqrt(2)),(1-u)^2*(21)+2*(1-
u)*u*(31.5)+u^2*(0),v],u=0..1,v=0..4):
> sa8:=plot3d([(1-u)^2*(-21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-37.96)+u^2*(-21),(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(-
31.5)+u^2*(-21),v],u=0..1,v=0..4):
> sampingbunga:=sa1,sa2,sa3,sa4,sa5,sa6,sa7,sa8:
> display(sampingbunga,labels=[x,y,z]):
> bw1:=plot3d([v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-
u)*u*(31.5)+u^2*(21)),v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21*sqrt(2)))+(1-v)*((1-
u)^2*(21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(25)),0],u=0..1,v=0..1):
> bw2:=plot3d([v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21))+(1-v)*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-
31.5)+u^2*(0)),v*((1-u)^2*(-21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21))+(1-v)*((1-
u)^2*(21)+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(21*sqrt(2))),0],u=0..1,v=0..1):
> bw3:=plot3d([v*((1-u)^2*(21)+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(21*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(-
21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21)),v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0))+(1-
v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21)),0],u=0..1,v=0..1):
> bw4:=plot3d([v*((1-u)^2*(21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(21))+(1-v)*((1-u)^2*(-
21)+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21*sqrt(2))),v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21))+(1-
v)*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0)),0],u=0..1,v=0..1):
> bawahbunga:=bw1,bw2,bw3,bw4:
> display(bawahbunga,labels=[x,y,z]):

```

```

> as1:=plot3d([v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21)),v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(25)),4],u=0..1,v=0..1):
> as2:=plot3d([v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21))+1-v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0)),v*((1-u)^2*(-21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21))+1-v*((1-u)^2*(21)+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(21*sqrt(2))),4],u=0..1,v=0..1):
> as3:=plot3d([v*((1-u)^2*(21)+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(21*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(-21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21)),v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0))+1-v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21)),4],u=0..1,v=0..1):
> as4:=plot3d([v*((1-u)^2*(21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(21))+1-v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21*sqrt(2))),v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21))+1-v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0)),4],u=0..1,v=0..1):
> atasbunga:=as1,as2,as3,as4:
>
> bunga:=sampingbunga,atasbunga,bawahbunga:
> display(bunga,labels=[x,y,z]):

```

#### A.4 Deformasi Tabung Sisi Cekung

```

> a2:=plot3d([4*sin(w)*cos(u),4*cos(w)*cos(u),2*sin(u-1)+10.5],w=0..2*Pi,u=0..2*Pi):
> b2:=plot3d([4*sin(w)*cos(u)+9,4*cos(w)*cos(u),2*sin(u-1)+10.5],w=0..2*Pi,u=0..2*Pi):
> c2:=plot3d([4*sin(w)*cos(u)-9,4*cos(w)*cos(u),2*sin(u-1)+10.5],w=0..2*Pi,u=0..2*Pi):
> tabung2:=(display(a2,b2,c2)):
> display(tabung2);

```

#### A.5 Deformasi Tabung Perubahan Alas

```

> a1:=plot3d([(2*sin(1-v)+2*v)*cos(u),(2*cos(1-v)+2*v)*sin(u),(12)+(-0.2*(1-v)+4*v)],u=0..-2*Pi,v=0..1):
> b1:=plot3d([(2*sin(1-v)+2*v)*cos(u)+9,(2*cos(1-v)+2*v)*sin(u),(12)+(-0.2*(1-v)+4*v)],u=0..-2*Pi,v=0..1):
> c1:=plot3d([(2*sin(1-v)+2*v)*cos(u)-9,(2*cos(1-v)+2*v)*sin(u),(12)+(-0.2*(1-v)+4*v)],u=0..-2*Pi,v=0..1):
> tabung1:=(display(c1,b1,a1)):

```

#### A.6 Deformasi Balok dengan Perubahan Rusuk Tegak menjadi Kurva Bezier



```

> xaa1:=6/2: yaa1:=6/2: zaa1:=0:
> xaa2:=-6/2: yaa2:=-6/2: zaa2:=9:
>
> ax:=0:
> ay:=0:
> az:=26:
>
> bax:=ax:
> bay:=ay:
> baz:=(zaa2-zaa1)/2:
> x1:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y1:=yaa1*(1-u)+yaa1*(u): z1:=zaa1*(1-u)+zaa1*(u):
> x2:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y2:=yaa1*(1-u)+yaa1*(u): z2:=zaa2*(1-u)+zaa2*(u):
> x3:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y3:=yaa2*(1-u)+yaa2*(u): z3:=zaa1*(1-u)+zaa1*(u):
> x4:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y4:=yaa2*(1-u)+yaa2*(u): z4:=zaa2*(1-u)+zaa2*(u):
> x5:=xaa2*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y5:=yaa2*(1-u)^2+bay*2*(1-
u)*u+yaa2*(u^2): z5:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x6:=xaa1*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa1*(u^2): y6:=yaa2*(1-u)^2+bay*2*(1-
u)*u+yaa2*(u^2): z6:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x7:=xaa1*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa1*(u^2): y7:=yaa1*(1-u)^2+bay*2*(1-
u)*u+yaa1*(u^2): z7:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x8:=xaa2*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y8:=yaa1*(1-u)^2+bay*2*(1-
u)*u+yaa1*(u^2): z8:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
>
> a1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6+ax,v*y5+(1-v)*y6+ay,v*z5+(1-v)*z6+az],u=0..1,v=0..1):
> a2:=plot3d([v*x6+(1-v)*x7+ax,v*y6+(1-v)*y7+ay,v*z6+(1-v)*z7+az],u=0..1,v=0..1):
> a3:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8+ax,v*y7+(1-v)*y8+ay,v*z7+(1-v)*z8+az],u=0..1,v=0..1):
> a4:=plot3d([v*x8+(1-v)*x5+ax,v*y8+(1-v)*y5+ay,v*z8+(1-v)*z5+az],u=0..1,v=0..1):
> tegak:=display(a1,a2,a3,a4):
> display(tegak):
> b1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x3+ax,v*y1+(1-v)*y3+ay,v*z1+(1-v)*z3+az],u=0..1,v=0..1):
> bawah:=display(b1):
> c1:=plot3d([v*x2+(1-v)*x4+ax,v*y2+(1-v)*y4+ay,v*z2+(1-v)*z4+az],u=0..1,v=0..1):
> atas:=display(c1):
> balokku:=display(tegak,bawah,atas):
> display(balokku):

```

## Lampiran B. Modelisasi Komponen Bagian Rak Utama Rak Gelas Air Minum

## B.1 Deformasi Tabung Sisi Cembung

```

> B1:=plot3d([(8*(1-t)^2+9.5*2*(1-t)*t+8*t^2)*cos(v),(8*(1-t)^2+9.5*2*(1-
t)*t+8*t^2)*sin(v),(35*(1-t)^2+37*2*(1-
t)*t+40*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi,color=red,labels=[x,y,z]):
> display(B1):
> B4:=plot3d([8*u*cos(v)+0,-8*u*sin(v)+0,35],u=0..1,v=0..2*Pi,axes=box):
> B5:=plot3d([8*u*cos(v)+0,-8*u*sin(v)+0,40],u=0..1,v=0..2*Pi,axes=box):
> rk3:=B1,B4,B5:
> rk4a:=plot3d([3*v*cos(u)-4.5,3*v*sin(u),40.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4b:=plot3d([3*v*cos(u)+4.5,3*v*sin(u),40.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4c:=plot3d([3*v*cos(u),3*v*sin(u)-4.5,40.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4d:=plot3d([3*v*cos(u),3*v*sin(u)+4.5,40.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4:=rk4a,rk4b,rk4c,rk4d:
> rka:=rk4,rk3:
> display(rka);

```

## B.2 Deformasi Tabung

```

>rk5a:=plot3d([15*v*cos(u),15*v*sin(u),16],u=0..2*Pi,v=0..1):
>rk5b:=plot3d([15*v*cos(u),15*v*sin(u),26],u=0..2*Pi,v=0..1):
>rk5c:=plot3d([15*cos(u),15*sin(u),v+16],u=0..2*Pi,v=0..10):
> rk5:=rk5a,rk5b,rk5c:
> rk6a:=plot3d([3.5*v*cos(u)-8.5,3.5*v*sin(u),26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
>rk6b:=plot3d([3.5*v*cos(u)+8.5,3.5*v*sin(u),26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk6c:=plot3d([3.5*v*cos(u),3.5*v*sin(u)-8.5,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
>rk6d:=plot3d([3.5*v*cos(u),3.5*v*sin(u)+8.5,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk6:=rk6a,rk6b,rk6c,rk6d:
> rkaaa:=rk5,rk6:
> display(rkaaa);

```

## B.3 Deformasi Balok Perubahan Rusuk

```

> rk1a:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-
17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-
12.5))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5)),26],u=0..1,v=0..1):
> rk1b:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0))+v*((1-
u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(

```

```

16)+u^2*(-12.5))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5)),26],u=0..1,v=0..1):
> rk1c:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0)),26],u=0..1,v=0..1):
> rk1d:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0)),26],u=0..1,v=0..1):
> rk1:=rk1a,rk1b,rk1c,rk1d:
> display(rk1):
> rk2a:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5)),16],u=0..1,v=0..1):
> rk2b:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5)),16],u=0..1,v=0..1):
> rk2c:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0)),16],u=0..1,v=0..1):
> rk2d:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0)),16],u=0..1,v=0..1):
> rk2:=rk2a,rk2b,rk2c,rk2d:
> rk3a:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5))+v*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3b:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5))+v*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3c:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3d:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5)),v],u=0..1,v=16..26):

```

```

> rk3e:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5))+v*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3f:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3g:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5))+v*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3h:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3:=rk3a,rk3b,rk3c,rk3d,rk3e,rk3f,rk3g,rk3h:
Lingkaran
> rk4a:=plot3d([3.5*v*cos(u)-4.5,3.5*v*sin(u)-7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4b:=plot3d([3.5*v*cos(u)-12.5,3.5*v*sin(u)-7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4c:=plot3d([3.5*v*cos(u)+4.5,3.5*v*sin(u)-7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4d:=plot3d([3.5*v*cos(u)+12.5,3.5*v*sin(u)-7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4e:=plot3d([3.5*v*cos(u)-4.5,3.5*v*sin(u)+7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4f:=plot3d([3.5*v*cos(u)-12.5,3.5*v*sin(u)+7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4g:=plot3d([3.5*v*cos(u)+4.5,3.5*v*sin(u)+7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4h:=plot3d([3.5*v*cos(u)+12.5,3.5*v*sin(u)+7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4:=rk4a,rk4b,rk4c,rk4d,rk4e,rk4f,rk4g,rk4h:
> rkb:=rk1,rk2,rk3,rk4:

```

## Lampiran C. Modelisasi Komponen Bagian Relief Rak Gelas Air Minum

### C.1 Deformasi Bola

```

> aax:=0:
> aay:=0:
> aaz:=40:

```

```

> r:=1.5:
> bolaku:=implicitplot3d(((x-aax)^2)/(r^2)+((y-aay)^2)/(r^2)+((z-aaz)^2)/(r^2)=1,x=(aax-
r)..(aax+r),y=(aay-r)..(aay+r),z=(aaz-0)..(aaz+r)):
> display(bolaku);

```

## C.2 Deformasi Balok dengan Perubahan Garis pada Alas dan Tutup

```

> xaa1:=6/2: yaa1:=6/2: zaa1:=0:
> xaa2:=-6/2: yaa2:=-6/2: zaa2:=9:
> ax:=0:
> ay:=0:
> az:=26:
> bax:=ax:
> bay:=ay:
> baz:=(zaa2-zaa1)/2:
> x1:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y1:=yaa1*(1-u)+yaa1*(u): z1:=zaa1*(1-u)+zaa1*(u):
> x2:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y2:=yaa1*(1-u)+yaa1*(u): z2:=zaa2*(1-u)+zaa2*(u):
> x3:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y3:=yaa2*(1-u)+yaa2*(u): z3:=zaa1*(1-u)+zaa1*(u):
> x4:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y4:=yaa2*(1-u)+yaa2*(u): z4:=zaa2*(1-u)+zaa2*(u):
> x5:=xaa2*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y5:=yaa2*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa2*(u^2):
z5:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x6:=xaa1*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa1*(u^2): y6:=yaa2*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa2*(u^2):
z6:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x7:=xaa1*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa1*(u^2): y7:=yaa1*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa1*(u^2):
z7:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x8:=xaa2*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y8:=yaa1*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa1*(u^2):
z8:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
>
> a1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6+ax,v*y5+(1-v)*y6+ay,v*z5+(1-v)*z6+az],u=0..1,v=0..1):
> a2:=plot3d([v*x6+(1-v)*x7+ax,v*y6+(1-v)*y7+ay,v*z6+(1-v)*z7+az],u=0..1,v=0..1):
> a3:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8+ax,v*y7+(1-v)*y8+ay,v*z7+(1-v)*z8+az],u=0..1,v=0..1):
> a4:=plot3d([v*x8+(1-v)*x5+ax,v*y8+(1-v)*y5+ay,v*z8+(1-v)*z5+az],u=0..1,v=0..1):
> tegak:=display(a1,a2,a3,a4):
> display(tegak):
> b1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x3+ax,v*y1+(1-v)*y3+ay,v*z1+(1-v)*z3+az],u=0..1,v=0..1):
> bawah:=display(b1):
> c1:=plot3d([v*x2+(1-v)*x4+ax,v*y2+(1-v)*y4+ay,v*z2+(1-v)*z4+az],u=0..1,v=0..1):

```

```

> atas:=display(c1):
> balokku:=display(tegak,bawah,atas):
> display(balokku):

```

#### Lampiran D.1 Modelisasi Komponen Rak Gelas Air Minum dengan Satu Sumbu Pemodelan

##### Rak atas

```

>rk51:=plot3d([8*v*cos(u),8*v*sin(u),35],u=0..2*Pi,v=0..1):
>rk52:=plot3d([8*v*cos(u),8*v*sin(u),40],u=0..2*Pi,v=0..1):
>rk53:=plot3d([8*cos(u),8*sin(u),v+35],u=0..2*Pi,v=0..5):
> rk55:=rk51,rk52,rk53:
> rk61:=plot3d([3*v*cos(u)-4.5,3*v*sin(u),40.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
>rk62:=plot3d([3*v*cos(u)+4.5,3*v*sin(u),40.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk63:=plot3d([3*v*cos(u),3*v*sin(u)-4.5,40.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
>rk64:=plot3d([3*v*cos(u),3*v*sin(u)+4.5,40.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk66:=rk61,rk62,rk63,rk64:
> rkaaa:=rk55,rk66:
> display(rkaaa):

```

##### Relief

```

> aax:=0:
> aay:=0:
> aaz:=40:
> r:=1.5:
> bolaku:=implicitplot3d(((x-aax)^2)/(r^2)+((y-aay)^2)/(r^2)+((z-aaz)^2)/(r^2)=1,x=(aax-
r)..(aax+r),y=(aay-r)..(aay+r),z=(aaz-0)..(aaz+(r))):
> display(bolaku):
> display(rkaaa,bolaku):

```

##### Balok penyangga

```

> xaa1:=6/2: yaa1:=6/2: zaa1:=0:
> xaa2:=-6/2: yaa2:=-6/2: zaa2:=9:
> ax:=0:
> ay:=0:
> az:=26:

```

```

> bax:=ax:
> bay:=ay:
> baz:=(zaa2-zaa1)/2:
> x1:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y1:=yaa1*(1-u)+yaa1*(u): z1:=zaa1*(1-u)+zaa1*(u):
> x2:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y2:=yaa1*(1-u)+yaa1*(u): z2:=zaa2*(1-u)+zaa2*(u):
> x3:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y3:=yaa2*(1-u)+yaa2*(u): z3:=zaa1*(1-u)+zaa1*(u):
> x4:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y4:=yaa2*(1-u)+yaa2*(u): z4:=zaa2*(1-u)+zaa2*(u):
> x5:=xaa2*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y5:=yaa2*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa2*(u^2):
z5:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x6:=xaa1*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa1*(u^2): y6:=yaa2*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa2*(u^2):
z6:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x7:=xaa1*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa1*(u^2): y7:=yaa1*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa1*(u^2):
z7:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x8:=xaa2*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y8:=yaa1*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa1*(u^2):
z8:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
>
> a1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6+ax,v*y5+(1-v)*y6+ay,v*z5+(1-v)*z6+az],u=0..1,v=0..1):
> a2:=plot3d([v*x6+(1-v)*x7+ax,v*y6+(1-v)*y7+ay,v*z6+(1-v)*z7+az],u=0..1,v=0..1):
> a3:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8+ax,v*y7+(1-v)*y8+ay,v*z7+(1-v)*z8+az],u=0..1,v=0..1):
> a4:=plot3d([v*x8+(1-v)*x5+ax,v*y8+(1-v)*y5+ay,v*z8+(1-v)*z5+az],u=0..1,v=0..1):
> tegak1:=display(a1,a2,a3,a4):
> display(tegak1):

> b11:=plot3d([v*x1+(1-v)*x3+ax,v*y1+(1-v)*y3+ay,v*z1+(1-v)*z3+az],u=0..1,v=0..1):
> bawah1:=display(b11):
> c11:=plot3d([v*x2+(1-v)*x4+ax,v*y2+(1-v)*y4+ay,v*z2+(1-v)*z4+az],u=0..1,v=0..1):
> atas1:=display(c11):
> balok1:=display(tegak1,bawah1,atas1):
> display(balok1):
> display(rkaaa,bolaku,balok1):
Rak Bawah
> rk1a:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-
u)*u*(-12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5))+v*((1-
u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5)),26],u=0..1,v=0..1):
> rk1b:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-
u)*u*(12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5))+v*((1-
u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5)),26],u=0..1,v=0..1):
> rk1c:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-
u)*u*(21)+u^2*(17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-
12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0)),26],u=0..1,v=0..1):
> rk1d:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-
u)*u*(21)+u^2*(17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-
u)*u*(10)+u^2*(0)),26],u=0..1,v=0..1):
> rk1:=rk1a,rk1b,rk1c,rk1d:
> display(rk1):
> rk2a:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-
u)*u*(-12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5))+v*((1-
u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5)),16],u=0..1,v=0..1):
> rk2b:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-
u)*u*(12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5))+v*((1-
u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5)),16],u=0..1,v=0..1):
> rk2c:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-
u)*u*(21)+u^2*(17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-
12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0)),16],u=0..1,v=0..1):

```

```

> rk2d:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0)),16],u=0..1,v=0..1):
> rk2:=rk2a,rk2b,rk2c,rk2d:
> rk3a:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5))+v*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3b:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5))+v*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-16)+u^2*(-12.5)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3c:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3d:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(12.5)+u^2*(0)),(1-v)*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(16)+u^2*(12.5)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3e:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5))+v*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3f:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(-12.5)+2*(1-u)*u*(-10)+u^2*(0)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3g:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5))+v*((1-u)^2*(-17.5)+2*(1-u)*u*(-21)+u^2*(-17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3h:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5))+v*((1-u)^2*(17.5)+2*(1-u)*u*(21)+u^2*(17.5)),(1-v)*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0))+v*((1-u)^2*(12.5)+2*(1-u)*u*(10)+u^2*(0)),v],u=0..1,v=16..26):
> rk3:=rk3a,rk3b,rk3c,rk3d,rk3e,rk3f,rk3g,rk3h:
Lingkaran
> rk4a:=plot3d([3.5*v*cos(u)-4.5,3.5*v*sin(u)-7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4b:=plot3d([3.5*v*cos(u)-12.5,3.5*v*sin(u)-7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4c:=plot3d([3.5*v*cos(u)+4.5,3.5*v*sin(u)-7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4d:=plot3d([3.5*v*cos(u)+12.5,3.5*v*sin(u)-7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4e:=plot3d([3.5*v*cos(u)-4.5,3.5*v*sin(u)+7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4f:=plot3d([3.5*v*cos(u)-12.5,3.5*v*sin(u)+7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4g:=plot3d([3.5*v*cos(u)+4.5,3.5*v*sin(u)+7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4h:=plot3d([3.5*v*cos(u)+12.5,3.5*v*sin(u)+7,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4:=rk4a,rk4b,rk4c,rk4d,rk4e,rk4f,rk4g,rk4h:
> rkb:=rk1,rk2,rk3,rk4:
> display(rkaaa,bolaku,balok1,rkb):
Tabung beda alas
> a1:=plot3d([(4*sin(1-v)+4*v)*cos(u),(4*cos(1-v)+4*v)*sin(u),(12)+(-0.2*(1-v)+4*v)],u=0..2*Pi,v=0..1):
> tabung3:=(display(a1)):
Tabung cekung
> a2:=plot3d([8*sin(w)*cos(u),8*cos(w)*cos(u),4*sin(u-1)+10.5],w=0..2*Pi,u=0..2*Pi):
> tabung4:=(display(a2)):
> display(tabung4):
> display(balok1,rkaaa,tabung3,tabung4):
> saal:=plot3d([(1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0),(1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2)),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> saa2:=plot3d([(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20),(1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20),v],u=0..1,v=4.6..8.6):

```



```

> saa3:=plot3d([(1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2)),(1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> saa4:=plot3d([(1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20),(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> saa5:=plot3d([(1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(0),(1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2)),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> saa6:=plot3d([(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(-20),(1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> saa7:=plot3d([(1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2)),(1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(0),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> saa8:=plot3d([(1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20),(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(-20),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> sampingsatu:=saa1,saa2,saa3,saa4,saa5,saa6,saa7,saa8:
> display(sampingsatu,labels=[x,y,z]):
> bbw1:=plot3d([v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20)),v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20)),4.6],u=0..1,v=0..1):
> bbw2:=plot3d([v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0)),v*((1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20))+(1-v)*((1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2))),4.6],u=0..1,v=0..1):
> bbw3:=plot3d([v*((1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20)),v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20)),4.6],u=0..1,v=0..1):
> bbw4:=plot3d([v*((1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2))),v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0)),4.6],u=0..1,v=0..1):
> bawahsatu:=bbw1,bbw2,bbw3,bbw4:
> display(bawahsatu,labels=[x,y,z]):
> at1:=plot3d([v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20)),v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20)),8.6],u=0..1,v=0..1):
> at2:=plot3d([v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0)),v*((1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20))+(1-v)*((1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2))),8.6],u=0..1,v=0..1):
> at3:=plot3d([v*((1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20)),v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20)),8.6],u=0..1,v=0..1):
> at4:=plot3d([v*((1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2))),v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0)),8.6],u=0..1,v=0..1):
> atassatu:=at1,at2,at3,at4:
> cekungsatu:=(display(atassatu,bawahsatu,sampingsatu)):
> display(cekungsatu,labels=[x,y,z]):
> display(bolaku,rkaaa,tabung3,tabung4,cekungsatu,labels=[x,y,z]):
> sm1:=plot3d([u*(-21)+(1-u)*(-31.5),u*(-21)+(1-u)*(-37.96),v],u=0..1,v=0..4):
> sm2:=plot3d([u*(-31.5)+(1-u)*(-37.96),u*(-21*sqrt(2)),v],u=0..1,v=0..4):
> sm3:=plot3d([u*(0)+(1-u)*(31.5),u*(-21*sqrt(2))+(1-u)*(-37.96),v],u=0..1,v=0..4):
> sm4:=plot3d([u*(31.5)+(1-u)*(21),u*(-37.96)+(1-u)*(-21),v],u=0..1,v=0..4):
> sm5:=plot3d([u*(21)+(1-u)*(37.96),u*(-21)+(1-u)*(-31.5),v],u=0..1,v=0..4):
> sm6:=plot3d([u*(37.96)+(1-u)*(21*sqrt(2)),u*(-31.5)+(1-u)*(0),v],u=0..1,v=0..4):
> sm7:=plot3d([u*(21*sqrt(2))+(1-u)*(37.96),u*(0)+(1-u)*(31.5),v],u=0..1,v=0..4):
> sm8:=plot3d([u*(37.96)+(1-u)*(21),u*(31.5)+(1-u)*(21),v],u=0..1,v=0..4):
> sm9:=plot3d([u*(21)+(1-u)*(31.5),u*(21)+(1-u)*(37.96),v],u=0..1,v=0..4):
> sm10:=plot3d([u*(31.5)+(1-u)*(0),u*(37.96)+(1-u)*(21*sqrt(2)),v],u=0..1,v=0..4):
> sm11:=plot3d([u*(0)+(1-u)*(-33),u*(21*sqrt(2))+(1-u)*(37.96),v],u=0..1,v=0..4):

```

```

> sm12:=plot3d([u*(-31.5)+(1-u)*(-21),u*(37.96)+(1-u)*(21),v],u=0..1,v=0..4):
> sm13:=plot3d([u*(-21)+(1-u)*(-37.96),u*(21)+(1-u)*(31.5),v],u=0..1,v=0..4):
> sm14:=plot3d([u*(-37.96)+(1-u)*(-21*sqrt(2)),u*(31.5)+(1-u)*(0),v],u=0..1,v=0..4):
> sm15:=plot3d([u*(-21*sqrt(2))+(1-u)*(-37.96),u*(0)+(1-u)*(-31.5),v],u=0..1,v=0..4):
> sm16:=plot3d([u*(-37.96)+(1-u)*(-21),u*(-31.5)+(1-u)*(-21),v],u=0..1,v=0..4):
> samping:=sm1,sm2,sm3,sm4,sm5,sm6,sm7,sm8,sm9,sm10,sm11,sm12,sm13,sm14,sm15,sm16:
> display(samping,labels=[x,y,z]):
> at1:=plot3d([u*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5))+(1-u)*(v*(21)+(1-v)*(37.96)),u*(v*(-21)+(1-v)*(-37.96))+(1-u)*(v*(21)+(1-v)*(31.5)),4],u=0..1,v=0..1):
> at2:=plot3d([u*(v*(-31.5)+(1-v)*(0))+(1-u)*(v*(-31.5)+(1-v)*(0)),u*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21*sqrt(2)))+(1-u)*(v*(37.96)+(1-v)*(21*sqrt(2))),4],u=0..1,v=0..1):
> at3:=plot3d([u*(v*(0)+(1-v)*(31.5))+(1-u)*(v*(0)+(1-v)*(31.5)),u*(v*(-21*sqrt(2))+(1-v)*(-37.96))+(1-u)*(v*(21*sqrt(2))+(1-v)*(37.96)),4],u=0..1,v=0..1):
> at4:=plot3d([u*(v*(31.5)+(1-v)*(0))+(1-u)*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21)),u*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21))+(1-u)*(v*(31.5)+(1-v)*(21)),4],u=0..1,v=0..1):
> at5:=plot3d([u*(v*(21)+(1-v)*(37.96))+(1-u)*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5)),u*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5))+(1-u)*(v*(21)+(1-v)*(37.96)),4],u=0..1,v=0..1):
> at6:=plot3d([u*(v*(37.96)+(1-v)*(21*sqrt(2)))+(1-u)*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21*sqrt(2))),u*(v*(-31.5)+(1-v)*(0))+(1-u)*(v*(-31.5)+(1-v)*(0)),4],u=0..1,v=0..1):
> at7:=plot3d([u*(v*(21*sqrt(2))+(1-v)*(37.96))+(1-u)*(v*(-21*sqrt(2))+(1-v)*(-37.96)),u*(v*(0)+(1-v)*(31.5))+(1-u)*(v*(0)+(1-v)*(31.5)),4],u=0..1,v=0..1):
> at8:=plot3d([u*(v*(21)+(1-v)*(31.5))+(1-u)*(v*(-21)+(1-v)*(-37.96)),u*(v*(21)+(1-v)*(37.96))+(1-u)*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5)),4],u=0..1,v=0..1):
> atas:=at1,at2,at3,at4,at5,at6,at7,at8:
> display(atas,labels=[x,y,z],color=red):
> ba1:=plot3d([u*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5))+(1-u)*(v*(21)+(1-v)*(37.96)),u*(v*(-21)+(1-v)*(-37.96))+(1-u)*(v*(21)+(1-v)*(31.5)),0],u=0..1,v=0..1):
> ba2:=plot3d([u*(v*(-31.5)+(1-v)*(0))+(1-u)*(v*(-31.5)+(1-v)*(0)),u*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21*sqrt(2)))+(1-u)*(v*(37.96)+(1-v)*(21*sqrt(2))),0],u=0..1,v=0..1):
> ba3:=plot3d([u*(v*(0)+(1-v)*(31.5))+(1-u)*(v*(0)+(1-v)*(31.5)),u*(v*(-21*sqrt(2))+(1-v)*(-37.96))+(1-u)*(v*(21*sqrt(2))+(1-v)*(37.96)),0],u=0..1,v=0..1):
> ba4:=plot3d([u*(v*(31.5)+(1-v)*(21))+(1-u)*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21)),u*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21))+(1-u)*(v*(31.5)+(1-v)*(21)),0],u=0..1,v=0..1):
> ba5:=plot3d([u*(v*(21)+(1-v)*(37.96))+(1-u)*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5)),u*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5))+(1-u)*(v*(21)+(1-v)*(37.96)),0],u=0..1,v=0..1):
> ba6:=plot3d([u*(v*(37.96)+(1-v)*(21*sqrt(2)))+(1-u)*(v*(-37.96)+(1-v)*(-21*sqrt(2))),u*(v*(-31.5)+(1-v)*(0))+(1-u)*(v*(-31.5)+(1-v)*(0)),0],u=0..1,v=0..1):
> ba7:=plot3d([u*(v*(21*sqrt(2))+(1-v)*(37.96))+(1-u)*(v*(-21*sqrt(2))+(1-v)*(-37.96)),u*(v*(0)+(1-v)*(31.5))+(1-u)*(v*(0)+(1-v)*(31.5)),0],u=0..1,v=0..1):
> ba8:=plot3d([u*(v*(21)+(1-v)*(31.5))+(1-u)*(v*(-21)+(1-v)*(-37.96)),u*(v*(21)+(1-v)*(37.96))+(1-u)*(v*(-21)+(1-v)*(-31.5)),0],u=0..1,v=0..1):
> bawah:=ba1,ba2,ba3,ba4,ba5,ba6,ba7,ba8:
> display(bawah,labels=[x,y,z],color=red):
> bintang2:=display(samping,atas,bawah):
> display(bintang2):
> display(balok1,rkaaa,rkb,tabung3,tabung4,cekungsatu,bolaku,bintang2,labels=[x,y,z]);

```

#### Lampiran D.2 Modelisasi Komponen Rak Gelas Air Minum dengan Tiga Sumbu Pemodelan

##### Relief

```

> xaa1:=1: yaa1:=1: zaa1:=0:
> xaa2:=-1: yaa2:=-1: zaa2:=2:
> ax:=0:
> ay:=0:

```

```

> az:=40:
> bax:=(xaa1+xaa2)/2:
> bay:=(yaa1+yaa2)/2:
> bax2:=(xaa2+1):
> bay2:=(yaa2+1):
> bax3:=(xaa1-1):
> bay3:=(yaa1-1):
> baz:=(zaa1):
> bbz:=(zaa2):
> x1:=xaa1*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y1:=yaa1*(1-u)^2+bay3*2*(1-u)*u+yaa1*(u^2): z1:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa1*(u^2):
> x2:=xaa1*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y2:=yaa1*(1-u)^2+bay3*2*(1-u)*u+yaa1*(u^2): z2:=zaa2*(1-u)^2+bbz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x3:=xaa1*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y3:=yaa2*(1-u)^2+bay2*2*(1-u)*u+yaa2*(u^2): z3:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa1*(u^2):
> x4:=xaa1*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y4:=yaa2*(1-u)^2+bay2*2*(1-u)*u+yaa2*(u^2): z4:=zaa2*(1-u)^2+bbz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x5:=xaa1*(1-u)^2+bax3*2*(1-u)*u+xaa1*(u^2): y5:=yaa1*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa2*(u^2): z5:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa1*(u^2):
> x6:=xaa1*(1-u)^2+bax3*2*(1-u)*u+xaa1*(u^2): y6:=yaa1*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa2*(u^2): z6:=zaa2*(1-u)^2+bbz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x7:=xaa2*(1-u)^2+bax2*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y7:=yaa1*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa2*(u^2): z7:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa1*(u^2):
> x8:=xaa2*(1-u)^2+bax2*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y8:=yaa1*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa2*(u^2): z8:=zaa2*(1-u)^2+bbz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> a1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2+ax,v*y1+(1-v)*y2+ay,v*z1+(1-v)*z2+az],u=0..1,v=0..1):
> a2:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4+ax,v*y3+(1-v)*y4+ay,v*z3+(1-v)*z4+az],u=0..1,v=0..1):
> a3:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6+ax,v*y5+(1-v)*y6+ay,v*z5+(1-v)*z6+az],u=0..1,v=0..1):
> a4:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8+ax,v*y7+(1-v)*y8+ay,v*z7+(1-v)*z8+az],u=0..1,v=0..1):
> tegak:=display(a1,a2,a3,a4):
> display(tegak,axes=box):
> b1:=plot3d([v*x1+(1-v)*(-x3)+ax,v*y1+(1-v)*y3+ay,v*z1+(1-v)*z3+az],u=0..1,v=0..1):
> bawah:=display(b1):
> b2:=plot3d([v*x5+(1-v)*x7+ax,v*y5+(1-v)*(-y7)+ay,v*z5+(1-v)*z7+az],u=0..1,v=0..1):
> bawah2:=display(b2):
> balokku:=display(tegak,bawah,bawah2):
> display(balokku):

> c1:=plot3d([v*x2+(1-v)*(-x4)+ax,v*y2+(1-v)*y4+ay,v*z2+(1-v)*z4+az],u=0..1,v=0..1):
> atas:=display(c1):
> c2:=plot3d([v*x6+(1-v)*x8+ax,v*y6+(1-v)*(-y8)+ay,v*z6+(1-v)*z8+az],u=0..1,v=0..1):
> atas2:=display(c2):
> reliefbalokku:=display(tegak,atas,atas2,bawah,bawah2):
> display(reliefbalokku):
Rak atas
> B1:=plot3d([(8*(1-t)^2+9.5*2*(1-t)*t+8*t^2)*cos(v),(8*(1-t)^2+9.5*2*(1-t)*t+8*t^2)*sin(v),(35*(1-t)^2+37*2*(1-t)*t+40*t^2)],t=0..1,v=0..2*Pi,color=red,labels=[x,y,z]):
> display(B1):
> B4:=plot3d([8*u*cos(v)+0,-8*u*sin(v)+0,35],u=0..1,v=0..2*Pi,axes=box):
> B5:=plot3d([8*u*cos(v)+0,-8*u*sin(v)+0,40],u=0..1,v=0..2*Pi,axes=box):
> rk3:=B1,B4,B5:
> rk4a:=plot3d([3*v*cos(u)-4.5,3*v*sin(u),40.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
>rk4b:=plot3d([3*v*cos(u)+4.5,3*v*sin(u),40.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk4c:=plot3d([3*v*cos(u),3*v*sin(u)-4.5,40.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
>rk4d:=plot3d([3*v*cos(u),3*v*sin(u)+4.5,40.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):

```

```

> rk4:=rk4a,rk4b,rk4c,rk4d:
> rka:=rk4,rk3:
> display(rka):
Rak Bawah
> rk5a:=plot3d([15*v*cos(u),15*v*sin(u),16],u=0..2*Pi,v=0..1):
> rk5b:=plot3d([15*v*cos(u),15*v*sin(u),26],u=0..2*Pi,v=0..1):
> rk5c:=plot3d([15*cos(u),15*sin(u),v+16],u=0..2*Pi,v=0..10):
> rk5:=rk5a,rk5b,rk5c:
> rk6a:=plot3d([3.5*v*cos(u)-8.5,3.5*v*sin(u),26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk6b:=plot3d([3.5*v*cos(u)+8.5,3.5*v*sin(u),26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk6c:=plot3d([3.5*v*cos(u),3.5*v*sin(u)-8.5,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk6d:=plot3d([3.5*v*cos(u),3.5*v*sin(u)+8.5,26.1],u=0..2*Pi,v=0..1,color=black):
> rk6:=rk6a,rk6b,rk6c,rk6d:
> rkaaa:=rk5,rk6:
> display(rkaaa):
Balok penyangga
> xaa1:=6/2: yaa1:=6/2: zaa1:=0:
> xaa2:=-6/2: yaa2:=-6/2: zaa2:=9:
> ax:=0:
> ay:=0:
> az:=26:
> bax:=ax:
> bay:=ay:
> baz:=(zaa2-zaa1)/2:
> x1:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y1:=yaa1*(1-u)+yaa1*(u): z1:=zaa1*(1-u)+zaa1*(u):
> x2:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y2:=yaa1*(1-u)+yaa1*(u): z2:=zaa2*(1-u)+zaa2*(u):
> x3:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y3:=yaa2*(1-u)+yaa2*(u): z3:=zaa1*(1-u)+zaa1*(u):
> x4:=xaa1*(1-u)+xaa2*(u): y4:=yaa2*(1-u)+yaa2*(u): z4:=zaa2*(1-u)+zaa2*(u):
> x5:=xaa2*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y5:=yaa2*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa2*(u^2):
z5:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x6:=xaa1*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa1*(u^2): y6:=yaa2*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa2*(u^2):
z6:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x7:=xaa1*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa1*(u^2): y7:=yaa1*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa1*(u^2):
z7:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> x8:=xaa2*(1-u)^2+bax*2*(1-u)*u+xaa2*(u^2): y8:=yaa1*(1-u)^2+bay*2*(1-u)*u+yaa1*(u^2):
z8:=zaa1*(1-u)^2+baz*2*(1-u)*u+zaa2*(u^2):
> a1:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6+ax,v*y5+(1-v)*y6+ay,v*z5+(1-v)*z6+az],u=0..1,v=0..1):
> a2:=plot3d([v*x6+(1-v)*x7+ax,v*y6+(1-v)*y7+ay,v*z6+(1-v)*z7+az],u=0..1,v=0..1):
> a3:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8+ax,v*y7+(1-v)*y8+ay,v*z7+(1-v)*z8+az],u=0..1,v=0..1):
> a4:=plot3d([v*x8+(1-v)*x5+ax,v*y8+(1-v)*y5+ay,v*z8+(1-v)*z5+az],u=0..1,v=0..1):
> tegak:=display(a1,a2,a3,a4):
> display(tegak):
> b1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x3+ax,v*y1+(1-v)*y3+ay,v*z1+(1-v)*z3+az],u=0..1,v=0..1):
> bawah:=display(b1):
> c1:=plot3d([v*x2+(1-v)*x4+ax,v*y2+(1-v)*y4+ay,v*z2+(1-v)*z4+az],u=0..1,v=0..1):
> atas:=display(c1):
> balokku:=display(tegak,bawah,atas):
> display(balokku):
> display(balokku,rka,rkaa):
Tabung beda alas
> a1:=plot3d([(2*sin(1-v)+2*v)*cos(u),(2*cos(1-v)+2*v)*sin(u),(12)+(-0.2*(1-v)+4*v)],u=0..-
2*Pi,v=0..1):
> b1:=plot3d([(2*sin(1-v)+2*v)*cos(u)+9,(2*cos(1-v)+2*v)*sin(u),(12)+(-0.2*(1-v)+4*v)],u=0..-
2*Pi,v=0..1):

```

```

> c1:=plot3d([(2*sin(1-v)+2*v)*cos(u)-9,(2*cos(1-v)+2*v)*sin(u),(12)+(-0.2*(1-v)+4*v)],u=0..-
2*Pi,v=0..1):
> tabung1:=(display(c1,b1,a1)):
Tabung cekung
> a2:=plot3d([4*sin(w)*cos(u),4*cos(w)*cos(u),2*sin(u-1)+10.5],w=0..2*Pi,u=0..2*Pi):
> b2:=plot3d([4*sin(w)*cos(u)+9,4*cos(w)*cos(u),2*sin(u-1)+10.5],w=0..2*Pi,u=0..2*Pi):
> c2:=plot3d([4*sin(w)*cos(u)-9,4*cos(w)*cos(u),2*sin(u-1)+10.5],w=0..2*Pi,u=0..2*Pi):
> tabung2:=(display(a2,b2,c2)):
> display(tabung2):
> display(balokku,rka,rkaa,tabung1,tabung2):
> sa1:=plot3d([(1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0),(1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-
18.075)+u^2*(-20*sqrt(2)),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> sa2:=plot3d([(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20),(1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-
18.075)+u^2*(-20),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> sa3:=plot3d([(1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2)),(1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-
7.5)+u^2*(0),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> sa4:=plot3d([(1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20),(1-u)^2*(0)+2*(1-
u)*u*(7.5)+u^2*(20),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> sa5:=plot3d([(1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(0),(1-u)^2*(20)+2*(1-
u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2)),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> sa6:=plot3d([(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(-20),(1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-
u)*u*(18.075)+u^2*(20),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> sa7:=plot3d([(1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2)),(1-u)^2*(20)+2*(1-
u)*u*(7.5)+u^2*(0),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> sa8:=plot3d([(1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20),(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(-
7.5)+u^2*(-20),v],u=0..1,v=4.6..8.6):
> sampling:=sa1,sa2,sa3,sa4,sa5,sa6,sa7,sa8:
> display(sampling,labels=[x,y,z]):
> bw1:=plot3d([v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-
u)*u*(7.5)+u^2*(20)),v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2)))+(1-v)*((1-
u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20)),4.6],u=0..1,v=0..1):
> bw2:=plot3d([v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-
7.5)+u^2*(0)),v*((1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20))+(1-v)*((1-
u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2))),4.6],u=0..1,v=0..1):
> bw3:=plot3d([v*((1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(-
20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20)),v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0))+(1-
v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20)),4.6],u=0..1,v=0..1):
> bw4:=plot3d([v*((1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-
20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2))),v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20))+(1-
v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0)),4.6],u=0..1,v=0..1):
> bawah:=bw1,bw2,bw3,bw4:
> display(bawah,labels=[x,y,z]):
> as1:=plot3d([v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-
u)*u*(7.5)+u^2*(20)),v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2)))+(1-v)*((1-
u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20)),8.6],u=0..1,v=0..1):
> as2:=plot3d([v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-
7.5)+u^2*(0)),v*((1-u)^2*(-20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20))+(1-v)*((1-
u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2))),8.6],u=0..1,v=0..1):
> as3:=plot3d([v*((1-u)^2*(20)+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(-
20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20)),v*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0))+(1-
v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20)),8.6],u=0..1,v=0..1):
> as4:=plot3d([v*((1-u)^2*(20*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(18.075)+u^2*(20))+(1-v)*((1-u)^2*(-
20)+2*(1-u)*u*(-18.075)+u^2*(-20*sqrt(2))),v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(7.5)+u^2*(20))+(1-
v)*((1-u)^2*(-20)+2*(1-u)*u*(-7.5)+u^2*(0)),8.6],u=0..1,v=0..1):
> atas:=as1,as2,as3,as4:

```

```

> cekung:=(display(atas,bawah,samping)):
> display(cekung,labels=[x,y,z]):
> display(balokku,rka,rkaa,tabung1,tabung2,cekung,labels=[x,y,z]):
> sa1:=plot3d([(1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0),(1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-
37.96)+u^2*(-21*sqrt(2)),v],u=0..1,v=0..4):
> sa2:=plot3d([(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21),(1-u)^2*(-21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-
37.96)+u^2*(-21),v],u=0..1,v=0..4):
> sa3:=plot3d([(1-u)^2*(21)+2*(1-u)*u*(37.96)+u^2*(21*sqrt(2)),(1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-
31.5)+u^2*(0),v],u=0..1,v=0..4):
> sa4:=plot3d([(1-u)^2*(21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(37.96)+u^2*(21),(1-u)^2*(0)+2*(1-
u)*u*(31.5)+u^2*(21),v],u=0..1,v=0..4):
> sa5:=plot3d([(1-u)^2*(21)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(0),(1-u)^2*(21)+2*(1-
u)*u*(37.96)+u^2*(21*sqrt(2)),v],u=0..1,v=0..4):
> sa6:=plot3d([(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(-21),(1-u)^2*(21*sqrt(2))+2*(1-
u)*u*(37.96)+u^2*(21),v],u=0..1,v=0..4):
> sa7:=plot3d([(1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-37.96)+u^2*(-21*sqrt(2)),(1-u)^2*(21)+2*(1-
u)*u*(31.5)+u^2*(0),v],u=0..1,v=0..4):
> sa8:=plot3d([(1-u)^2*(-21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-37.96)+u^2*(-21),(1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(-
31.5)+u^2*(-21),v],u=0..1,v=0..4):
> samingbunga:=sa1,sa2,sa3,sa4,sa5,sa6,sa7,sa8:
> display(samingbunga,labels=[x,y,z]):
> bw1:=plot3d([v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-
u)*u*(31.5)+u^2*(21)),v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21*sqrt(2)))+(1-v)*((1-
u)^2*(21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(25)),0],u=0..1,v=0..1):
> bw2:=plot3d([v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21))+(1-v)*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-
31.5)+u^2*(0)),v*((1-u)^2*(-21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21))+(1-v)*((1-
u)^2*(21)+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(21*sqrt(2))),0],u=0..1,v=0..1):
> bw3:=plot3d([v*((1-u)^2*(21)+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(21*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(-
21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21)),v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0))+(1-
v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21)),0],u=0..1,v=0..1):
> bw4:=plot3d([v*((1-u)^2*(21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(21))+(1-v)*((1-u)^2*(-
21)+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21*sqrt(2))),v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21))+(1-
v)*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0)),0],u=0..1,v=0..1):
> bawahbunga:=bw1,bw2,bw3,bw4:
> display(bawahbunga,labels=[x,y,z]):
> as1:=plot3d([v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0))+(1-v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-
u)*u*(31.5)+u^2*(21)),v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21*sqrt(2)))+(1-v)*((1-
u)^2*(21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(25)),4],u=0..1,v=0..1):
> as2:=plot3d([v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21))+(1-v)*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-
31.5)+u^2*(0)),v*((1-u)^2*(-21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21))+(1-v)*((1-
u)^2*(21)+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(21*sqrt(2))),4],u=0..1,v=0..1):
> as3:=plot3d([v*((1-u)^2*(21)+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(21*sqrt(2)))+(1-v)*((1-u)^2*(-
21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(-37.9)+u^2*(-21)),v*((1-u)^2*(-21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0))+(1-
v)*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21)),4],u=0..1,v=0..1):
> as4:=plot3d([v*((1-u)^2*(21*sqrt(2))+2*(1-u)*u*(37.9)+u^2*(21))+(1-v)*((1-u)^2*(-21)+2*(1-
u)*u*(-37.9)+u^2*(-21*sqrt(2))),v*((1-u)^2*(0)+2*(1-u)*u*(31.5)+u^2*(21))+(1-v)*((1-u)^2*(-
21)+2*(1-u)*u*(-31.5)+u^2*(0)),4],u=0..1,v=0..1):
> atasbunga:=as1,as2,as3,as4:
> bunga:=samingbunga,atasbunga,bawahbunga:
> display(bunga,labels=[x,y,z]):

> display(balokku,rka,reliefbalokku,rkaa,tabung1,tabung2,cekung,bunga,labels=[x,y,z]):

```