



**MODELISASI KURSI DENGAN PENGGABUNGAN HASIL  
DEFORMASI BENDA-BENDA RUANG MENGGUNAKAN  
KURVA BEZIER**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Annisa Ayu Nadzira  
NIM 1618101018**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**



**MODELISASI KURSI DENGAN PENGGABUNGAN HASIL  
DEFORMASI BENDA-BENDA RUANG MENGGUNAKAN  
KURVA BEZIER**

**SKRIPSI**

disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1)  
Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Oleh:

**Annisa Ayu Nadzira  
NIM 161810101018**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak Andik Wijaya S.Sos., M.A dan Ibu Nunung Lestari tercinta yang selalu mendoakan dan menyayangi saya;
2. Kakak Eric Rahmatullah Barezy yang selalu memberikan semangat dan mendoakan saya;
3. Keluarga Besar Bapak dan mama yang selalu mendoakan yang terbaik dan mendukung setiap langkah yang saya ambil.
4. Almamater Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

**MOTTO**

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, kecuali mereka mengubah keadaan mereka sendiri.”

(QS. Ar Ra'd 11)

“Tidak harus fokus saat memilih bidang, tapi harus fokus saat mengerjakannya”

(Maudy Ayunda)

\* Fadli, Muhammad, 2019, Telaah Ayat “Innallaha Laa Yughayyiru Maa Biqaumin Hatta Yughayyiruu Maa Bi 'Anfusihim” ; Q.S Al-Ra'd (13): 11 Menurut Ahli Tafsir. Surakarta : UMS.

\*\* Ida, Rana. 2020. Inspiratif! 15 Nasihat Maudy Ayunda untuk Tetap Berjuang Gapai Mimpi. Diakses dari <https://www.idntimes.com/life/inspiration/rana-ida-sugatri/nasihat-maudy-ayunda-untuk-tetap-berjuang-gapai-mimpi-c1c2-1>. pada tanggal 12 November 2020.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Annisa Ayu Nadzira

NIM : 161810101018

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Modelisasi Kursi Dengan Penggabungan hasil Deformasi Benda-benda Ruang Menggunakan Kurva Bezier” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas kesalahan 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, Oktober 2020

Yang menyatakan

Annisa Ayu Nadzira  
NIM 161810101018

**SKRIPSI**

**MODELISASI KURSI DENGAN PENGABUNGAN HASIL  
DEFORMASI BENDA-BENDA RUANG MENGGUNAKAN KURVA  
BEZIER**

Oleh:

**Annisa Ayu Nadzira**

**NIM 161810101018**

Pembimbing

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

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

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Modelisasi Kursi Dengan Penggabungan Hasil Deformasi benda-benda Ruang Menggunakan 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.  
NIP. 198007022003121001

Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., Kom.  
NIP. 197211291998021001

Anggota II

Anggota III

Dr. Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom.  
NIP. 197209071998031003

Dr. Kristiana Wijaya, S.Si., M.Si.  
NIP. 197408132000032004

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 195910091986021001

## RINGKASAN

**Modelisasi kursi dengan penggabungan hasil deformasi benda-benda ruang menggunakan kurva Bezier;** Annisa Ayu Nadzira;161810101018; 88 Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Kursi sangat dibutuhkan manusia untuk mengerjakan beberapa pekerjaan, khususnya mahasiswa maupun pekerja kantor. Kursi dibutuhkan untuk membantu belajar ataupun mengerjakan tugas dengan baik. Bagian yang terdapat pada kursi yaitu kaki kursi, dudukan kaki kursi dan sandaran kursi. Tujuan penelitian ini dimaksudkan untuk mendapat variasi bentuk kursi kantor menggunakan kurva Bezier dan penggabungan hasil deformasi benda geometri ruang.

Dalam memodelisasi kursi ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu pertama, membangun komponen kaki kursi. Komponen kaki kursi ini terdiri dari roda kursi, penghubung dua roda dengan deformasi tabung, modelisasi komponen cabang kaki kursi dan modelisasi penyangga kaki kursi. Kedua, yaitu modelisasi dudukan kaki kursi. Dudukan kaki kursi terdiri dari deformasi prisma segi enam beraturan dan deformasi prisma segi empat beraturan. Ketiga yaitu modelisasi sandaran kursi dengan menggunakan modelisasi prisma segi empat beraturan.

Hasil prosedur berupa perangkaian komponen penyusun kursi dengan prosedur menggunakan satu sumbu pemodelan dengan langkah-langkah yaitu membagi sumbu menjadi tiga segmen antara lain bagian pertama kaki kursi, bagian kedua yaitu dudukan kursi, dan bagian ketiga yaitu sandaran kursi. Kemudian mengisi setiap segmen sumbu dengan komponen penyusun kursi yang menghasilkan model kursi kantor dengan model yang bervariasi. Diperoleh desain komponen kaki kursi dengan teknik deformasi dilatasi, pemotongan dan translasi. Setelah itu, membangun komponen dudukan kursi dengan menggunakan deformasi prisma segi enam beraturan dan prisma segi empat beraturan dengan pola cembung dan pola campuran (cekung dan cembung) sehingga menghasilkan 3 variasi dudukan kursi.



Pada bagian dudukan kursi akan dipasang pada bagian atas belakang dudukan kursi yaitu penghubung dudukan kursi dan sandaran kursi dengan mendeformasi tabung. Dilanjutkan mendesain bagian sandaran kursi dengan menggunakan deformasi prisma segi empat beraturan dengan pola cekung dan cembung menggunakan kurva Bezier kuadratik dan interpolasi kuadratik menghasilkan empat variasi model sandaran kursi. Setelah itu menggabungkan ketiga komponen untuk menghasilkan modelisasi kursi dengan penggabungan hasil deformasi benda-benda ruang menggunakan kurva Bezier.



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Modelisasi kursi dengan Penggabungan Hasil Deformasi Benda-benda Ruang Menggunakan 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:

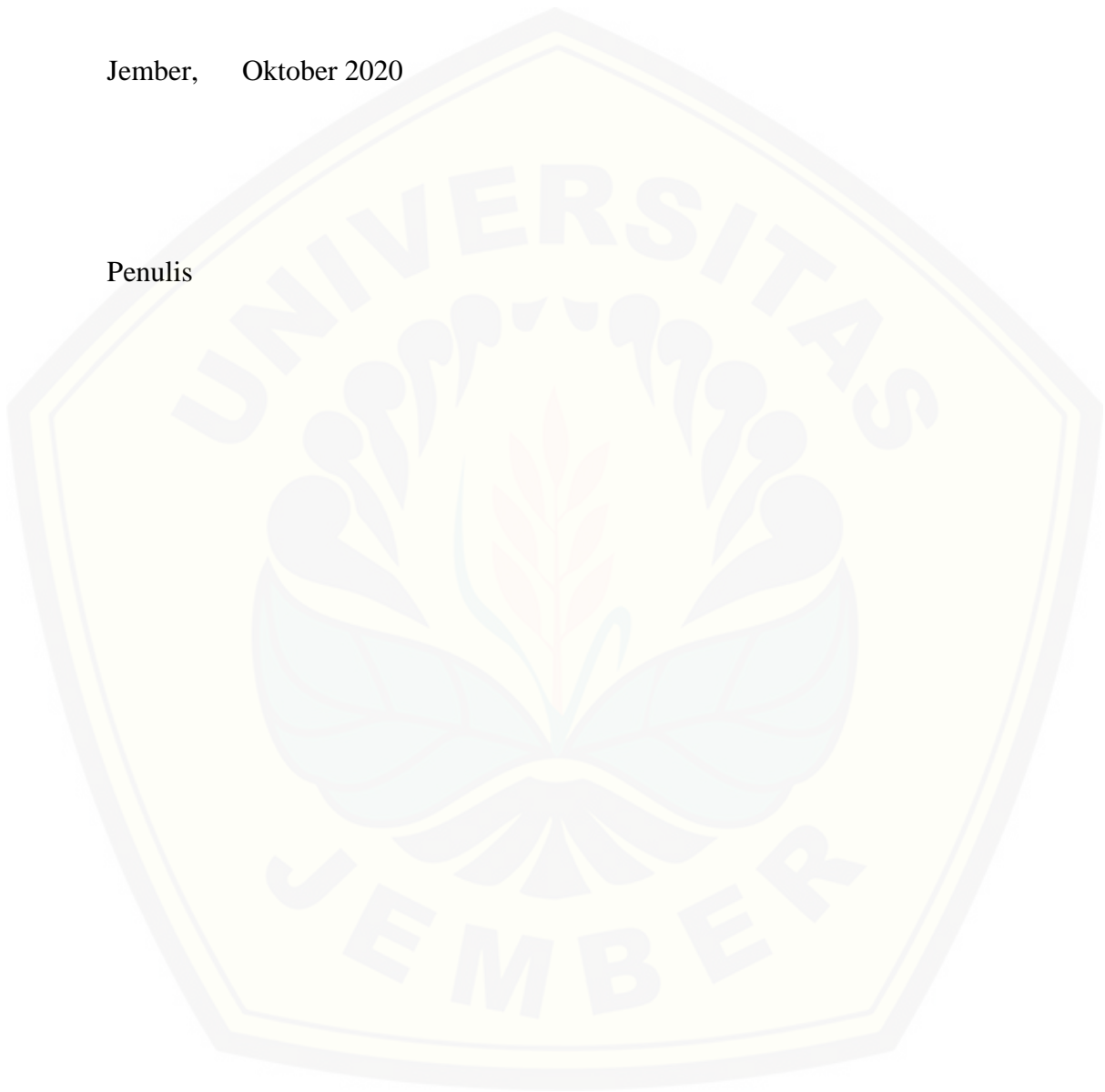
1. Bagus Juliyanto, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
2. Dr. Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom. dan Dr. Kristiana Wijaya, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi skripsi ini.
3. Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing saya dari awal masa perkuliahan.
4. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-temanku Troops (Gumilang, Salsabila, Rana, Annisa), Himatika Geokompstat, Alumni IPA VI SMAGA'24, Teman Seperjuangan GRB (Nadhila, Isti, Christine, Syurur, dan Rofika), terimakasih yang telah membantu dan memberikan semangat untuk penyelesaian skripsi ini.
6. Sahabat-sahabatku (Kinanti, Nuning, Wylda) yang telah memberikan semangat dan motivasi;
7. Teman-temanku angkatan 2016 (MISDIRECTION), terimakasih atas kebersamaan selama masa kuliah yang telah memberikan motivasi dan semangat.

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, Oktober 2020

Penulis



**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>HALAMAN RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Penyajian Benda Geometri</b> .....	5
2.1.1 Penyajian Tabung .....	5
2.1.2 Penyajian Prisma Segiempat beraturan .....	7
2.1.3 Penyajian Prisma Segienam Beraturan .....	9
2.1.4 Penyajian bola .....	11

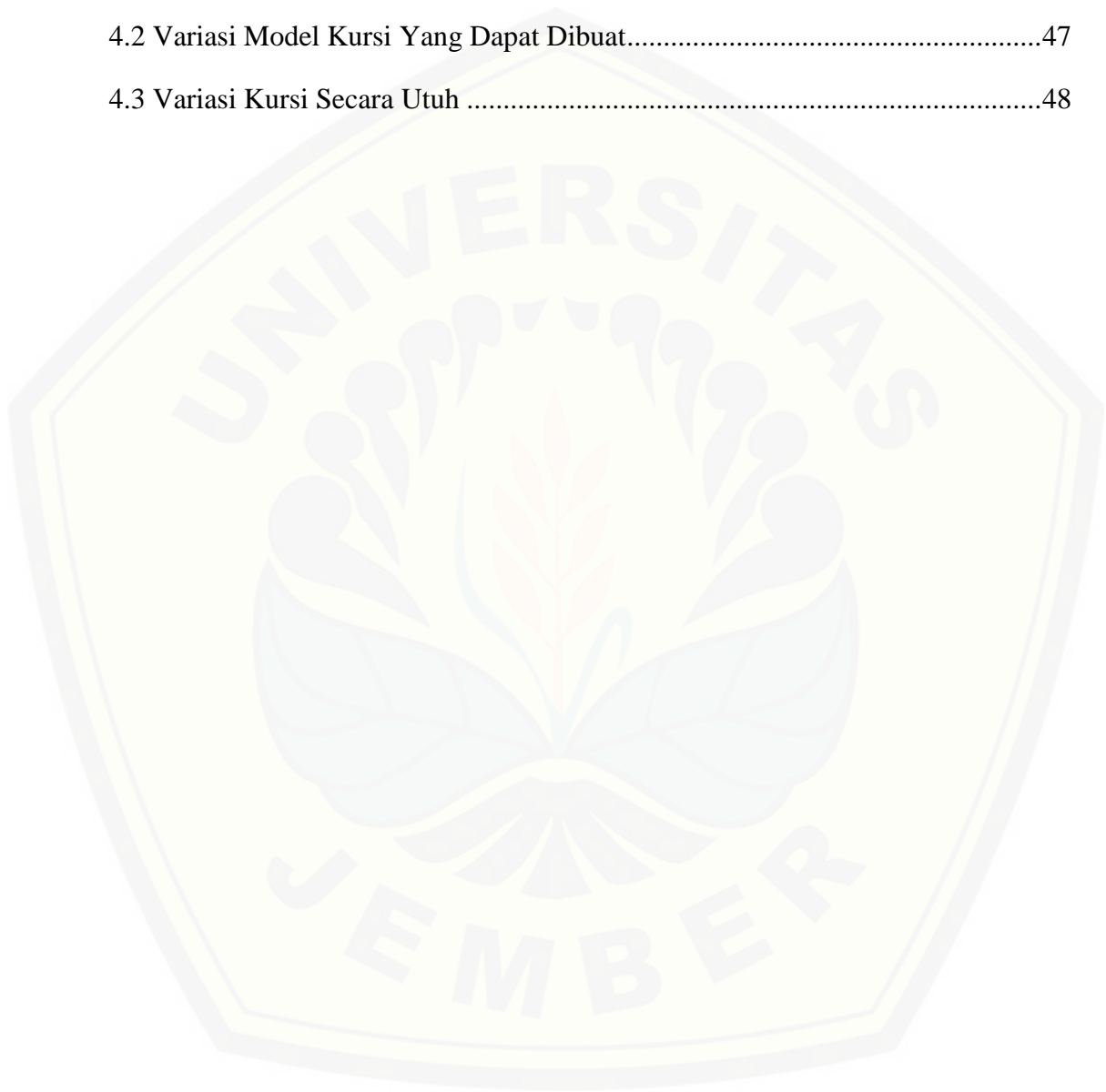
2.1.5 Penyajian Torus.....	13
<b>2.2 Teknik Deformasi.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Penyajian Kurva dan Permukaan Bezier.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Transformasi Affine.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5 Interpolasi di antara Segmen di Ruang.....</b>	<b>17</b>
<b>2.6 Kontruksi Visualisasi Benda Geometri pada Program Maple 18</b>	<b>18</b>
.....	18
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>21</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Komponen Kaki Kursi.....</b>	<b>26</b>
4.1.1 Modelisasi Komponen Roda Kursi.....	26
4.1.2 Membangun Penghubung Roda dengan Deformasi Tabung	
.....	30
4.1.3 Modelisasi Komponen Cabang Kaki Kursi .....	31
4.1.4 Modelisasi Komponen Penyangga Kaki Kursi.....	32
<b>4.2 Modelisasi Dudukan Kursi.....</b>	<b>34</b>
4.2.1 Deformasi Prisma Segi Enam Beraturan untuk Dudukan	
kursi.....	35
4.2.2 Deformasi Bagian Potongan Prisma Segi Empat Beraturan..	36
4.2.3 Modelisasi Penghubung Dudukan Dan Sandaran Kursi.....	39
<b>4.3 Modelisasi Sandaran Kursi.....</b>	<b>41</b>
<b>4.4 Perangkaian Benda Dasar Komponen Kursi Pada Sumbu</b>	
<b>Penggabungan .....</b>	<b>45</b>
<b>4.5 Pembahasan.....</b>	<b>51</b>
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>53</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>53</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>53</b>

**DAFTAR PUSTAKA** .....55  
**LAMPIRAN**.....57



**DAFTAR TABEL**

	halaman
4.1 Variasi Bentuk Potongan Deformasi .....	39
4.2 Variasi Model Kursi Yang Dapat Dibuat.....	47
4.3 Variasi Kursi Secara Utuh .....	48



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
1.1 Macam-macam kursi.....	2
1.2 Komponen kursi.....	2
2.1 Penyajian tabung.....	5
2.2 Tabung dengan beragam sumbu pusat.....	7
2.3 Prisma dan bagian-bagiannya.....	7
2.5 Penyajian balok.....	8
2.6 Penyajian prisma.....	10
2.7 Penyajian prisma segienam beraturan.....	11
2.9 Penyajian torus dengan $R$ jarak antar pusat.....	13
2.10 Deformasi sebagian metode transformasi dilatasi.....	14
2.11 Deformasi keseluruhan.....	15
2.12 Kurva bezier.....	16
2.13 Permukaan bezier dengan $m=2$ dan $n=2$ (Kusno, 2009).....	16
2.14 Interpolasi bidang.....	18
2.15 Penyajian tabung.....	18
2.16 Interpolasi kurva.....	19
2.17 Permukaan bezier.....	20
3.1 Deformasi tabung.....	22
3.2 Deformasi prisma segi empat.....	22
3.3 Deformasi prisma segi enam.....	23
3.4 Deformasi prisma segi empat.....	23
3.5 Gabungan deformasi kursi.....	24
3.6 Bagan penelitian.....	25



4.1 Pemotongan bola dengan satu dan dua bidang vertikal .....	28
4.3 Variasi pemotongan bola .....	29
4.4 Deformasi tabung pada penghubung bola.....	31
4.5 Validasi maple deformasi tabung penghubung bola .....	31
4. 6 Deformasi balok cabang kaki kursi.....	32
4.7 Validasi kaki kursi .....	32
4.8 Deformasi tabung .....	33
4.9 Validasi penggabungan kaki tabung .....	34
4. 10 Validasi kaki kursi .....	34
4.11 Modelisasi prisma segi enam beraturan .....	35
4.12 Visualisasi maple 18 prisma segi enam beraturan .....	36
4.13 Modelisasi prisma segi empat.....	37
4.14 Modelisasi prisma segi empat.....	38
4.15 Macam-macam penghubung dudukan dengan sandaran kursi .....	39
4.16 Modelisasi tabung dua bagian.....	40
4.17 Modelisasi tabung tiga bagian .....	40
4.18 Validasi translasi modelisasi tabung satu, dua dan tiga bagian .....	41
4.19 Deformasi prisma segi empat.....	42
4.20 Modelisasi prisma segi empat.....	43
4.21 Deformasi prisma segi empat untuk sandaran kursi .....	44
4.22 Validasi programasi prisma segi empat untuk sandaran kursi.....	44
4.23 Sumbu tegak penggabungan .....	47

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Nilai-nilai untuk kurva bezier .....	57
A.1 Kurva Bezier $n = 2$ .....	57
A.2 Kurva Bezier $n = 3$ .....	57
B. Modelisasi Komponen Penyusun Kursi .....	57
B.1 Pendefinisian Bezier.....	58
B.2 Variasi Satu Cabang Kaki Kursi dan Roda Kursi.....	59
B.3 Variasi Dua Cabang Kaki Kursi dan Roda Kursi.....	60
B.4 Variasi Tiga Cabang Kaki Kursi dan Roda Kursi.....	61
B.5 Variasi 4 Cabang Kaki Kursi dan Roda Kursi.....	62
B.6 Variasi Bagian 5 Cabang Kaki Kursi Dan Roda Kursi.....	63
B.7 Variasi Bagian 6 Penggabungan Kaki Kursi.....	64
B.8 Dudukan 1 Prisma Segi Empat Beraturan Dengan Lengkung Cembung.....	63
B.9 Dudukan 2 Prisma Segi Empat Beraturan Dengan Pola Lengkung Campuran .....	64
B.10 Dudukan 3 Deformasi Prisma Segi Enam Beraturan dengan Perubahan Rusuk Pola Cembung.....	66
B.11 Desain Penghubung 1 Tabung Utuh.....	66
B.12 Desain 2 pembagian tabung 2 bagian.....	66
B.13 Desain 3 Pembagian Tabung Tiga Bagian.....	67
B.14 Desain Sandaran 1 Prisma segi empat beraturan.....	67
B.15 Desain 2 Prisma segi empat beraturan variasi 2.....	68
B.16 Desain 3 prisma segi empat beraturan variasi 3.....	68
B.17 Desain 4 prisma segi empat beraturan variasi 4.....	69
C. Display Kombinasi Gabungan .....	70

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kursi merupakan alat kebutuhan dari setiap manusia, khususnya mahasiswa maupun pekerja kantoran. Kursi digunakan untuk menunjang tingkat kenyamanan maksimal dan mendukung aktivitas belajar karena sebagian besar aktivitas mahasiswa dilakukan dengan posisi duduk. Di kalangan mahasiswa, kursi sangat dibutuhkan untuk membantu belajar ataupun mengerjakan tugas dengan baik. Lamanya jumlah jam kuliah yang harus diikuti mahasiswa mengakibatkan aktivitas mahasiswa lebih banyak dihabiskan dengan duduk dibangku kuliah saat mengikuti proses perkuliahan (Wulandarai, 2010). Kursi yang sesuai dengan bentuk lekuk tubuh sangatlah dibutuhkan untuk membuat nyaman dan menghindari cedera punggung. Posisi duduk harus menjadi pusat perhatian karena jika posisi duduk tidak nyaman sangatlah berpengaruh terhadap proses belajar atau aktivitas lainnya. Pentingnya kursi yang sesuai dengan kebutuhan tubuh sangat berpengaruh terhadap kenyamanan dan dapat mengurangi cedera otot. Namun demikian, produk yang dihasilkan memiliki nilai seni yang tinggi, unik dan bervariasi (Yeats, 1997) mengemukakan bahwa desain produk kursi didalam kelas merupakan bagian yang sangat penting dalam membentuk postur duduk anak dalam waktu jangka panjang. Fakta bahwa sebagian furnitur sekolah tidak sesuai dengan dimensi tubuh anak-anak dan kesalahan konstruksi tersebut sangat berbahaya bagi postur tubuh anak.

Deformasi adalah perubahan bentuk, posisi dan dimensi dari suatu benda (Kuang, 1996). Sehingga berdasarkan definisi tersebut, deformasi dapat diartikan sebagai perubahan kedudukan atau pergerakan suatu titik pada suatu benda secara *absolute* maupun relatif (Ma'ruf, 2001). Sehingga analisis deformasi adalah metodologi (hal-hal yang berkaitan metode) untuk menentukan parameter-parameter deformasi. Komponen dan rancangan dari kursi tersebut harus sesuai dengan kebutuhan konsumen dengan bahan baku kursi menggunakan bahan besi untuk rangka, sandaran dan dudukan kursi dengan bahan baku busa padat dan kenyal dengan pelapis bahan *suede* dan *microfiber* berwarna hitam, (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Macam-macam kursi



Gambar 1.2 Komponen kursi

Beberapa bentuk kursi yang ditunjukkan pada Gambar 1.1 kursi ini terdiri dari bagian sandaran kursi, bagian dudukan kursi dan bagian kaki kursi seperti ditunjukkan pada Gambar 1.2. Penelitian ini didesain untuk menghasilkan desain luarnya saja dan hanya melihat dari sisi geometri sedangkan untuk bahan dan kekuatan tergantung pada pabriknya. Penelitian yang berhubungan dengan bidang geometri yang mendukung dalam mengkontruksi suatu bangun telah dilakukan oleh Fatkhurotin (2015) melakukan penelitian modelisasi botol parfum dengan penggabungan benda dasar hasil deformasi benda geometri ruang. Pada penelitian tersebut bangun deformasi yang dilakukan hanya satu kali pemotongan sehingga variasi yang didapat kurang beragam. Mumtazah (2018) membahas mengenai modelisasi Lampu Meja menggunakan Kurva Bezier, dan Teknik Deformasi benda Geometri Ruang dengan Metode interpolasi, pemotongan, dilatasi, translasi, dan memutar kurva. Hasil yang diperoleh yaitu membangun kap lampu meja menggunakan Kurva Bezier kuadrat pada sisi persegi panjang dan membangun penyangga menggunakan deformasi tabung serta membangun alas lampu dengan

deformasi balok dan prisma segi-enam beraturan. Penelitian (Rochmatillah, 2019) sebelumnya telah meneliti tentang modelisasi kursi gantung dengan penggabungan hasil deformasi benda geometri ruang dan kurva bezier. Pengembangan produk pada penelitian ini dengan seiring berkembangnya jenis produk dan teknologi yang menghasilkan berbagai jenis produk dan barang baru di pasaran yang memenuhi kebutuhan konsumen secara fisik (*functional*) maka untuk membangun kursi, penelitian ini memodelisasi tempat duduk kursi penggabungan benda geometri ruang (balok, tabung, prisma segi-enam) serta menggunakan teknik deformasi dan Kurva Bezier. Untuk mendukung penelitian ini, dapat dibuat desain kursi dengan menggunakan Program Maple 18.

Dalam pembuatan sketsa atau desain kursi diperoleh dari penggabungan interpolasi linier bezier, interpolasi kurva permukaan maupun parametrik (Kusno, 2006 dan 2008). Sehingga dihasilkan bentuk kursi yang sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Inspirasi desain bersumber dari “Kursi Kantor” yang ada pada mebel online.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah untuk penelitian kali ini adalah:

- a. Bagaimana prosedur memodelisasi kaki kursi?
- b. Bagaimana prosedur memodelisasi dudukan kursi?
- c. Bagaimana prosedur memodelisasi sandaran kursi?
- d. Bagaimana prosedur penggabungan kaki, dudukan, sandaran kursi?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian kali ini adalah:

- a. Kursi tanpa penyangga lengan.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu antara lain:

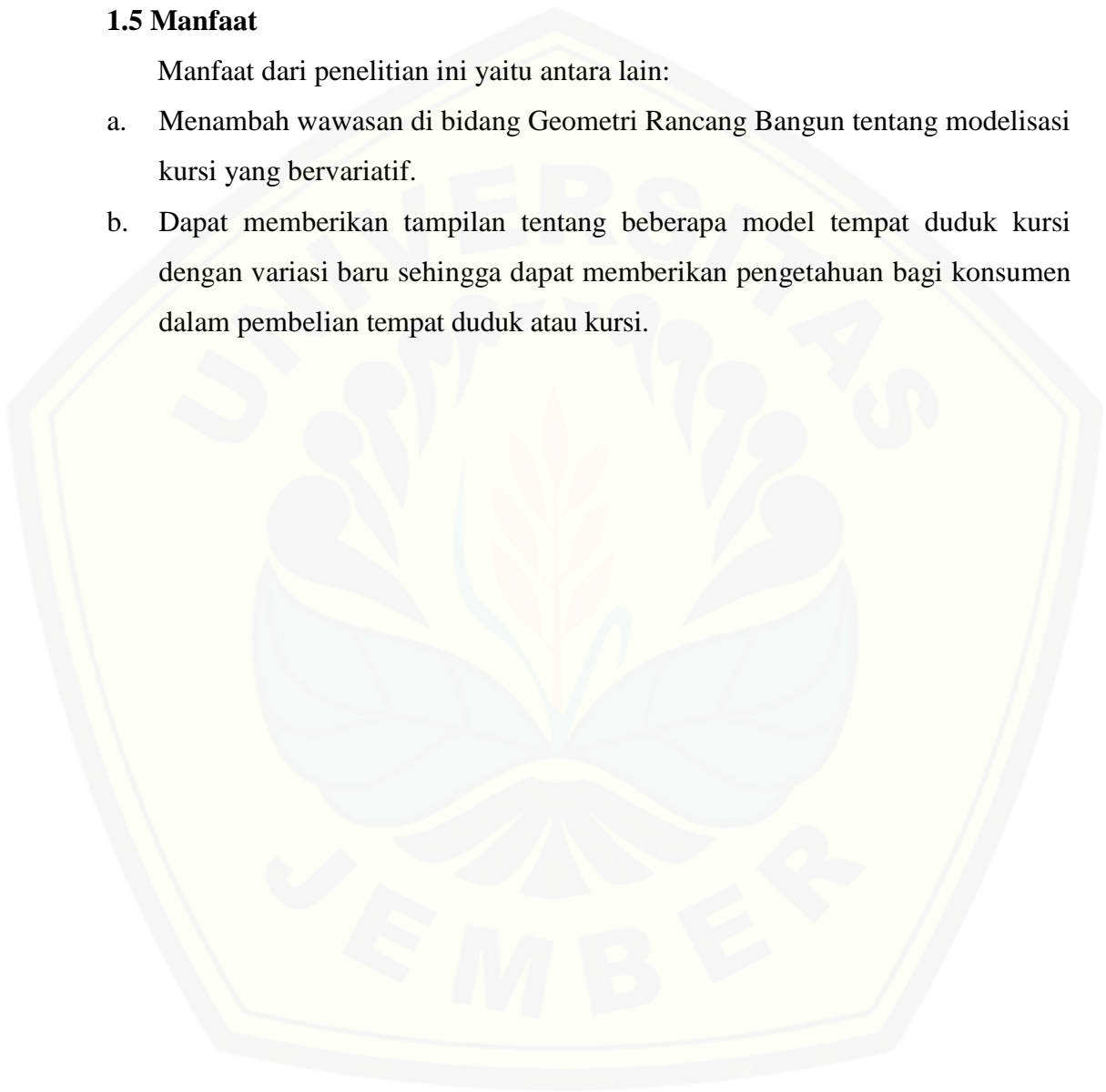
- a. Mendapatkan prosedur membangun kaki kursi yang bervariasi.
- b. Mendapatkan prosedur modelisasi bagian dudukan.

- c. Mendapatkan prosedur modelisasi bagian sandaran kursi.
- d. Mendapatkan prosedur modelisasi penggabungan benda-benda bangun dasar ruang hasil deformasi menjadi beberapa kursi yang bervariasi.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini yaitu antara lain:

- a. Menambah wawasan di bidang Geometri Rancang Bangun tentang modelisasi kursi yang bervariasi.
- b. Dapat memberikan tampilan tentang beberapa model tempat duduk kursi dengan variasi baru sehingga dapat memberikan pengetahuan bagi konsumen dalam pembelian tempat duduk atau kursi.



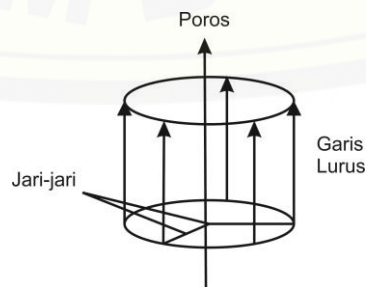
## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penyajian Benda Geometri

Konsep Geometri Euclid menjelaskan, beberapa definisi dari benda geometri diantaranya adalah silinder, bola, balok (prisma), kerucut, persegi panjang dan lingkaran. Silinder merupakan solid yang berada dalam ruang yang dibentuk oleh tiga sisi paralelogram siku-siku dengan keempat sisinya tidak bergerak dan paralelogram diputar sampai ke tempat semula untuk saling bertemu. Bola merupakan solid dalam ruang yang dibangun dari setengah lingkaran kemudian diputar dititik tengah, sehingga bertemu di tempat semula. Kerucut (konik) merupakan solid dalam ruang yang dibentuk oleh perputaran dua sisi segitiga siku-siku dengan salah satu sisi siku-siku tetap bertahan pada posisi awal agar dapat bertemu. Persegi panjang adalah segiempat yang semua sudutnya adalah sudut siku-siku tetapi tidak sama sisi. Lingkaran adalah gambar bidang, yang dibangun oleh sebuah garis yang disebut keliling, jika semua garis ditarik dari sebuah titik dalam gambar ke keliling memiliki ukuran yang sama. Balok merupakan prisma yang memiliki bidang alas dan sisi tegak tertutup oleh persegi panjang (Kusno, 2003:41-42).

#### 2.1.1 Penyajian Tabung

Menurut Suryadi (1986), tabung dapat dibangun oleh garis lurus yang sejajar dengan garis lurus tertentu (poros) yang bergerak sejajar dengan jarak konstan (Gambar 2.1). Tabung dapat diartikan sebagai benda ruang yang mempunyai kedudukan garis-garis sejajar dan berjarak sama terhadap garis (poros) tertentu.



Gambar 2.1 Penyajian tabung

Menurut Bastian (2011), jika diketahui tabung dengan pusat alas  $P_1(x_1, y_1, z_1)$ , jari-jari  $R$ , dan tinggi  $t$ , maka dapat dicari persamaan parametrik pada tabung sebagai berikut:

- a. Jika alas terletak di bidang  $XOY$  dengan ketinggian alas  $z = z_1$  dan sumbu pusat sejajar sumbu  $Z$  (Gambar 2.1a), maka untuk mencari persamaan parametrik tabung dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

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

$$\mathbf{L}(\theta) = \langle x_1 + R \cos \theta, y_1 + R \sin \theta, z_1 \rangle \quad (2.1)$$

dengan  $0 \leq \theta \leq 2\pi$  dan  $R$  adalah jari-jari

2. Mentranslasikan lingkaran dari  $z_1$  sampai  $z_1 + t$  sehingga terbentuk persamaan parametrik tabung sebagai berikut:

$$\mathbf{ST}(\theta, z) = \langle x_1 + R \cos \theta, y_1 + R \sin \theta, z \rangle, \quad (2.2)$$

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

- b. Menentukan alas terletak di bidang  $ZOY$  dengan ketinggian alas  $x = x_1$  dan sumbu pusat sejajar sumbu  $X$  (Gambar 2.2b), maka untuk mencari persamaan parametrik tabung dapat dilakukan dengan mengulangi langkah a dan didapatkan persamaan:

$$\mathbf{T}(\theta, z) = \langle x_1, y_1 + R \sin \theta, y_1 + R \cos \theta \rangle, \quad (2.3)$$

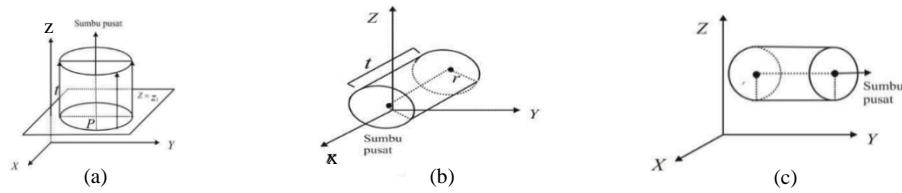
dengan,  $0 \leq \theta \leq 2\pi$  dan  $x_1 \leq x \leq x_1 + t$ .

- c. Menentukan alas di bidang  $XOZ$  dengan ketinggian alas  $y = y_1$  dan sumbu pusat sejajar sumbu  $Y$  (Gambar 2.2 c) maka untuk mencari persamaan parametrik tabung dapat dilakukan dengan juga mengulangi langkah a dan didapatkan persamaan

$$\mathbf{T}(\theta, z) = \langle x_1 + R \cos \theta, y, z_1 + R \sin \theta \rangle, \quad (2.4)$$

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



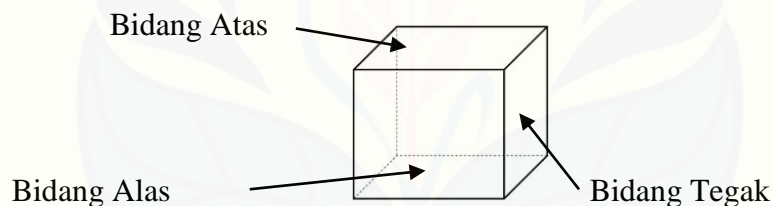


(a) Sumbu pusat sejajar z (b) Sumbu pusat sejajar x (c) Sumbu pusat sejajar y

Gambar 2.2 Tabung dengan beragam sumbu pusat

### 2.1.2 Penyajian Prisma Segiempat beraturan

Polihedron dengan batas dua bidang sejajar dan beberapa bidang berpotongan dengan garis-garis potong sejajar merupakan sebuah prisma (Kusno, 2003:193). Bidang alas dan bidang atas adalah dua bidang sejajar, bidang tegak adalah bidang-bidang berpotongan, sedangkan tinggi prisma adalah jarak antara bidang alas dasar datar (Gambar 2.3 dan Gambar 2.4). Polygon yang menjadi bidang alas dan bidang atas sebuah prisma akan menentukan nama prisma tersebut. Sebuah prisma dinamakan prisma segiempat atau balok apabila memiliki bidang alas dan bidang atas berbentuk segiempat (Suryadi, 1986).



Gambar 2.3 Prisma dan bagian-bagiannya

Balok (prisma segiempat) adalah suatu bangun ruang yang dibatasi oleh empat persegi panjang dengan setiap sisi persegi panjang berhimpit dengan tepat satu persegi panjang yang lain dan membentuk sudut siku-siku. Persegi panjang 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 vector  $n_A < 0,0,1 >$ . Berdasarkan data tersebut dapat dikonstruksikan balok dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- Menentukan koordinat titik  $E, F, G, H$  dapat ditentukan dengan cara seperti pada Persamaan (2.5) berikut.

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

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

$$\begin{aligned}\overrightarrow{OG} &= \langle x_C, y_C, z_C \rangle + \lambda \langle 0, 0, 1 \rangle \\ \overrightarrow{OH} &= \langle x_D, y_D, z_D \rangle + \lambda \langle 0, 0, 1 \rangle\end{aligned}\quad (2.5)$$

dengan  $\lambda \in R$

- b. Membangun garis  $\overline{EF}, \overline{FG}, \overline{GH}$  dan  $\overline{HE}$  dengan menggunakan Persamaan (2.6) sebagai berikut.

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

Sehingga,

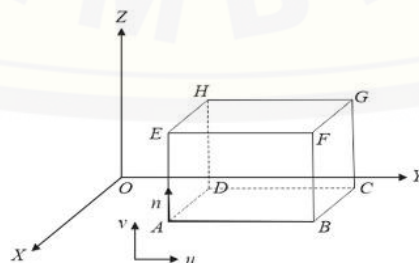
$$\begin{aligned}(1 - t)E(x_E, y_E, z_E) + tF(x_F, y_F, z_F) &= (x_{EF}, y_{EF}, z_{EF}) \\ (1 - t)F(x_F, y_F, z_F) + tG(x_G, y_G, z_G) &= (x_{FG}, y_{FG}, z_{FG}) \\ (1 - t)G(x_G, y_G, z_G) + tH(x_H, y_H, z_H) &= (x_{GH}, y_{GH}, z_{GH}) \\ (1 - t)H(x_H, y_H, z_H) + tE(x_E, y_E, z_E) &= (x_{HE}, y_{HE}, z_{HE})\end{aligned}\quad (2.6)$$

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

Titik P berada pada tengah  $\overline{EF}, \overline{FG}, \overline{GH}, \overline{HE}$  dan  $t = \frac{1}{2} = P$ . Jika diketahui  $t = 0$  dan  $F = 0$  maka  $P = E$ , jika diketahui  $t = 1$  maka P berhimpit dengan titik F.

- c. Menginterpolasikan pasangan persegi panjang.

$$\begin{aligned}\mathbf{S}_{ABCD(u,v)} &= (1 - v)\overline{AB}(u) + v\overline{CD}(u), \\ \mathbf{S}_{ABFE(u,v)} &= (1 - v)\overline{AB}(u) + v\overline{EF}(u) \\ \mathbf{S}_{DCGH(u,v)} &= (1 - v)\overline{DC}(u) + v\overline{HG}(u), \\ \mathbf{S}_{ADHE(u,v)} &= (1 - v)\overline{AD}(u) + v\overline{EH}(u), \\ \mathbf{S}_{BCGH(u,v)} &= (1 - v)\overline{BC}(u) + v\overline{HG}(u), \\ \mathbf{S}_{EFGH(u,v)} &= (1 - v)\overline{EF}(u) + v\overline{HG}(u),\end{aligned}$$



Gambar 2.4 Penyajian balok

Deformasi ini memiliki dua alternatif bentuk desain yaitu sisi tegah cekung dan sisi tegah cembung. Langkah-langkah deformasi sisi tegah prisma menjadi cekung dan cembung dijelaskan sebagai berikut:

- Menetapkan titik  $K_i$  dan  $K_i''$  dengan  $i = 1, 2, \dots, 4$  sebagai titik kontrol untuk kurva Bezier linier.
- Menetapkan titik kontrol  $Q$  pada  $\overline{PP'}$  untuk mengontrol kelengkungan kurva Bezier kuadratik, yaitu  $Q = \langle 0, 0, \frac{1}{4}z \rangle$ , dengan  $z \in [Z_0, t]$  dan pergeseran  $Q, \frac{1}{4}r \leq r \leq \frac{1}{2}r$  untuk sisi tegah cekung dan  $Q, 1\frac{1}{4}r \leq r \leq \frac{1}{2}r$  untuk sisi tegah cembung.
- Membangun kurva Bezier kuadratik untuk setiap pasangan titik kontrol  $(K_i, Q, K_i'')$  seperti pada persamaan berikut:

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

dengan,

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

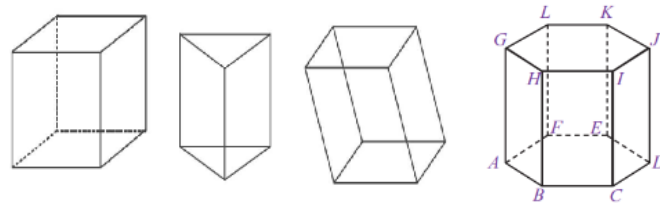
- Menginterpolasikan secara linier masing-masing kurva Bezier melalui persamaan

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

secara berpasangan dan berurutan berlawanan arah jarum jam.

### 2.1.3 Penyajian Prisma Segienam Beraturan

Persamaan prisma diambil dari nama polygon yang menjadi bidang alas dan bidang atasnya. Jika bidang alas dan bidang atas berbentuk segienam, maka prisma tersebut disebut prisma segi enam. Segi enam adalah sebuah bangun datar yang memiliki 6 sisi dan 6 sudut. Bangun datar segi enam terbagi menjadi dua jenis, yaitu segi enam beraturan dan segi enam tidak beraturan. Segi enam beraturan merupakan segi enam yang keenam sisinya sama panjang dan memiliki enam sudut yang sama besar.



Gambar 2.6 Penyajian prisma

Persamaan parametrik prisma segi enam beraturan dapat dilakukan dengan memisalkan jika diketahui segienam beraturan  $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$  dengan koordinat titik-titik sudut  $K_1(x_1, y_1, z_1)$ ,  $K_2(x_2, y_2, z_2)$ ,  $K_3(x_3, y_3, z_3)$ ,  $K_4(x_4, y_4, z_4)$ ,  $K_5(x_5, y_5, z_5)$  dan  $K_6(x_6, y_6, z_6)$  sebagai alas prisma (Gambar 2.6). Dari data titik-titik tersebut dapat dikonstruksi prisma segienam beraturan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- a. Menetapkan tiga titik  $K_1, K_2, K_3$  dan vektor  $\overrightarrow{K_1K_2}$ ,  $\overrightarrow{K_3K_2}$  dengan

$$\begin{aligned}\overrightarrow{K_1K_2} &= \langle x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1 \rangle, \\ \overrightarrow{K_3K_2} &= \langle x_2 - x_3, y_2 - y_3, z_2 - z_3 \rangle,\end{aligned}\quad (2.7)$$

- b. Menghitung vektor normal bidang ( $\mathbf{n}_{a_u}$ ) alas menggunakan Persamaan berikut.

$$\mathbf{n}_{a_u} = \left\langle \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}, \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}, \frac{c}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}} \right\rangle = \langle a_1, a_2, a_3 \rangle, \quad (2.8)$$

dengan,

$$a = y_1(z_3 - z_2) + y_2(z_1 - z_3) + y_3(z_2 - z_1),$$

$$b = x_1(z_2 - z_3) + x_2(z_3 - z_1) + x_3(z_1 - z_2),$$

$$c = x_1(y_3 - y_2) + x_2(y_1 - y_3) + x_3(y_2 - y_1).$$

- c. Mentranslasikan alas prisma dengan tinggi  $t$  sejajar  $\mathbf{n}_{a_u} = \langle a_1, a_2, a_3 \rangle$ , sehingga didapatkan bidang atas prisma dengan titik sudut  $K'_1, K'_2, K'_3, K'_4, K'_5$ , dan  $K'_6$  sehingga diperoleh:

$$\overrightarrow{OK'_1} = \overrightarrow{OK_1} + t\mathbf{n}_{a_u} \Rightarrow \overrightarrow{OK'_1} = \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix},$$

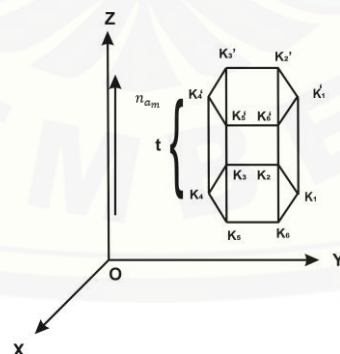
$$\overrightarrow{OK'_2} = \overrightarrow{OK_2} + t\mathbf{n}_{a_u} \Rightarrow \overrightarrow{OK'_2} = \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix},$$

$$\begin{aligned} \overrightarrow{OK_3'} &= \overrightarrow{OK_3} + t\mathbf{n}_{a_u} \Rightarrow \overrightarrow{OK_3'} = \begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \\ z_3 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix}, \\ \overrightarrow{OK_4'} &= \overrightarrow{OK_4} + t\mathbf{n}_{a_u} \Rightarrow \overrightarrow{OK_4'} = \begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \\ z_4 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix}, \\ \overrightarrow{OK_5'} &= \overrightarrow{OK_5} + t\mathbf{n}_{a_u} \Rightarrow \overrightarrow{OK_5'} = \begin{pmatrix} x_5 \\ y_5 \\ z_5 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix}, \\ \overrightarrow{OK_6'} &= \overrightarrow{OK_6} + t\mathbf{n}_{a_u} \Rightarrow \overrightarrow{OK_6'} = \begin{pmatrix} x_6 \\ y_6 \\ z_6 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix}. \end{aligned} \quad (2.9)$$

- d. Menginterpolasikan segmen-segmen garis pada bidang alas dan bidang atas prisma menggunakan Persamaan (2.6) sehingga diperoleh enam bidang segienam dengan Persamaan

$$\begin{aligned} S_{K_1K_2K_1'K_2'}(u, v) &= (1 - v)\overline{K_1K_2}(u) + v\overline{K_1'K_2'}(u), \\ S_{K_2K_3K_2'K_3'}(u, v) &= (1 - v)\overline{K_2K_3}(u) + v\overline{K_2'K_3'}(u), \\ S_{K_3K_4K_3'K_4'}(u, v) &= (1 - v)\overline{K_3K_4}(u) + v\overline{K_3'K_4'}(u), \\ S_{K_4K_5K_4'K_5'}(u, v) &= (1 - v)\overline{K_4K_5}(u) + v\overline{K_4'K_5'}(u), \\ S_{K_5K_6K_5'K_6'}(u, v) &= (1 - v)\overline{K_5K_6}(u) + v\overline{K_5'K_6'}(u), \\ S_{K_1K_6K_1'K_6'}(u, v) &= (1 - v)\overline{K_1K_6}(u) + v\overline{K_1'K_6'}(u). \end{aligned} \quad (2.10)$$

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



Gambar 2.7 Penyajian prisma segienam beraturan

#### 2.1.4 Penyajian bola

Bola adalah kedudukan titik-titik dalam ruang yang berjarak sama terhadap titik tertentu (Kusno, 2002). Titik tertentu tersebut dinamakan pusat bola, ruas garis

dari pusat ke titik) pada bola tersebut disebut dengan jari-jari. Semua ruas garis penghubung dua titik pada bola yang melalui pusat disebut dengan diameter (garis tengah). Pada Bagian ini dijelaskan mengenai persamaan bola dalam bentuk parametrik jika diketahui bola dengan pusat  $Q(a, b, c)$  dan  $PQ = r$ , maka bentuk parametrik bola dapat dinyatakan dalam persamaan bola sebagai berikut.

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

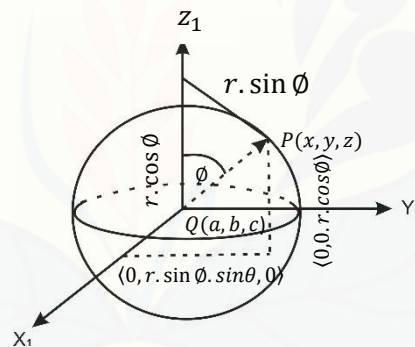
dengan,  $\overline{OQ} = \langle a, b, c \rangle$  atau

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

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

$$\mathbf{B}(\phi, \theta) = \langle r \cdot \sin \phi \cos \theta + a, r \cdot \sin \phi, r \cdot \cos \phi + b, r \cos \phi + c \rangle \quad (2.11)$$

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



Gambar 2.7 Bola dengan pusat  $Q(a, b, c)$  dan jari-jari  $r$

Dalam kasus bola dengan titik pusat sepanjang sumbu  $y$ , persamaan bola dinyatakan sebagai berikut:

$$\mathbf{B}(\phi, \theta) = \langle r \cdot \sin \phi \cos \theta + 0, r \cdot \sin \phi, r \cdot \cos \phi + 0, r \cos \phi + 0 \rangle \quad (2.12)$$

dan persamaan parametrik bola dengan sumbu pusat  $x$ , yaitu:

$$\mathbf{B}(\phi, \theta) = \langle r \cdot \sin \phi \cos \theta + x, r \cdot \sin \phi, r \cdot \cos \phi + b, r \cos \phi + c \rangle \quad (2.13)$$

Dilain pihak jika diinginkan suatu potongan bola dengan pusat  $Q(a, b, c)$  yang dipotong tegak lurus terhadap sumbu  $x, y$ , atau  $z$ , maka potongan bola dapat ditentukan melalui Persamaan (2.11), (2.12), dan (2.13) dengan parameter  $0 \leq \theta \leq 2\pi$  dan  $\phi_{min} \leq \phi \leq \phi_{max}$  serta,

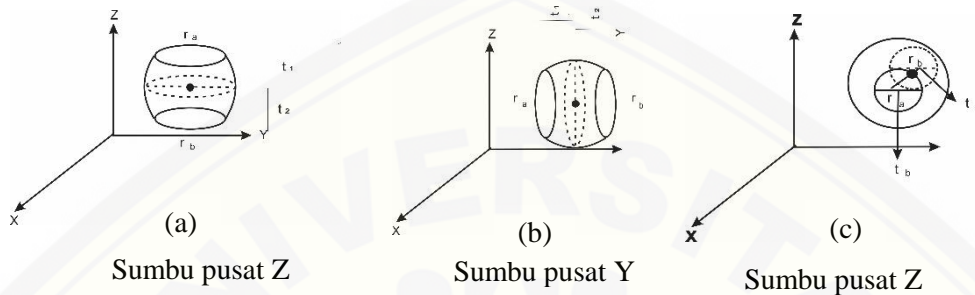
Jari-jari alas pertama  $= r_a = r \cdot \sin(\phi_{min})$ ,

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

Tinggi alas pertama =  $t_a = r \cdot \cos(\phi_{min})$ ,

Tinggi alas kedua =  $r_b = r \cdot \cos(\phi_{max})$ .

Hasil dari bentuk keratin bola dengan pusat sumbu Z, Y, dan X masing-masing ditunjukkan pada (Gambar 2.8) berikut:



Gambar 2.8 Keratan bola dengan pusat  $Q(a, b, c)$

### 2.1.5 Penyajian Torus

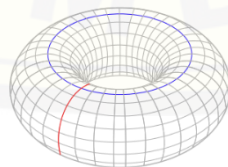
Torus adalah suatu permukaan yang tercipta akibat gerakan rotasi dari suatu lingkaran yang berputar dalam ruang dimensi tiga (dengan sumbu putar yang berada secara coplanar atau sebidang dengan lingkaran itu sendiri). Pada umumnya, sumbu putarnya tidak menyentuh lingkaran tersebut, sehingga akan membentuk cincin atau torus (Kusno, 2009). Dari definisi tersebut kita dapatkan persamaan parametrik dari torus sebagai berikut:

$$x(u, v) = (R + r \cos v) \cos u,$$

$$y(u, v) = (R + r \cos v) \sin u,$$

$$z(u, v) = r \sin v$$

dengan,  $0 \leq u, v \leq 2\pi$ ,  $R$  adalah jarak antara pusat torus dengan pusat lingkaran dan  $r$  adalah radius dari lingkaran yang diputar.



Gambar 2.9 Penyajian torus dengan  $R$  jarak antar pusat torus

## 2.2 Teknik Deformasi

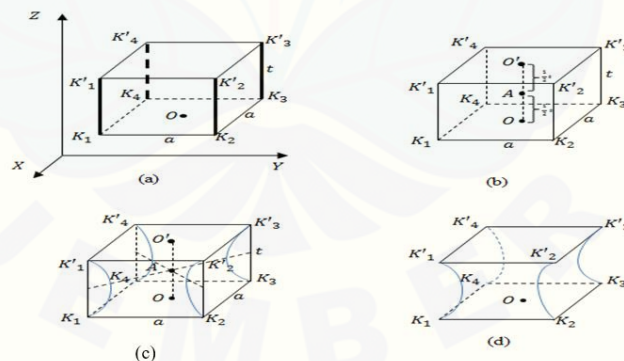
Deformasi dalam konteks geometri adalah sebuah teknik mengkonstruksi benda dengan mengubah bentuk atau ukuran benda dengan metode yang berkaitan

dengan parameter-parameter geometri yang ditentukan. Benda mengalami deformasi berupa perubahan bentuk, posisi benda dan dimensi dari suatu benda

(Kuang, 1996). Deformasi dibagi menjadi dua jenis yaitu deformasi sebagian dan deformasi keseluruhan. Deformasi sebagian merupakan teknik deformasi yang digunakan untuk mengubah sebagian benda sehingga bentuk yang dihasilkan tetap sebangun dan masih seperti sebelumnya, sedangkan deformasi keseluruhan adalah teknik deformasi yang digunakan untuk mengubah semua komponen benda dari segi bentuk maupun ukuran sehingga benda yang dihasilkan berbeda dari sebelumnya. Pada deformasi, metode yang digunakan ada berbagai macam, diantaranya yaitu metode translasi dilatasi, interseksi (pemotongan), interpolasi dan pemutaran kurva serta berbagai macam metode lainnya. Berikut adalah gambaran dari deformasi;

a. Deformasi sebagian

Pada contoh deformasi sebagian berikut, diberikan benda geometri perisma segi empat dengan panjang sisi adalah 8 cm kemudian menggunakan metode transformasi dilatasi (penskalaan) diperkecil 6 cm pada setiap sisi (Gambar 2.10).

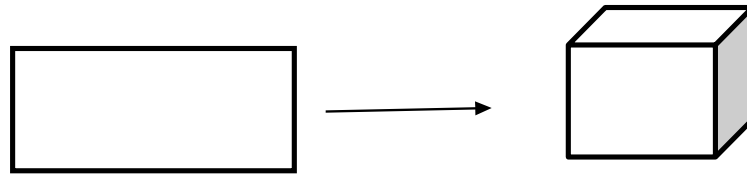


Gambar 2.10 Deformasi sebagian metode transformasi dilatasi

b. Deformasi keseluruhan

Dengan contoh deformasi keseluruhan berikut diberikan benda dasar balok. Dengan langkah pertama menetapkan titik kontrol kemudian menginterpolasikan masing-masing kurva batas sehingga membentuk bidang interpolasi (Gambar 2.11).





Gambar 2.11 Deformasi keseluruhan

Beberapa teknik deformasi yaitu:

- a. Memotong (Interseksi) : memotong benda menggunakan sebuah bidang.
- b. Interpolasi : teknik yang digunakan untuk membentuk suatu objek ke arah vertikal, horizontal atau miring sehingga didapat kurva yang dapat mendefinisikan suatu objek.
- c. Memuntir : teknik Interpolasi garis yang ditarik bertentangan arah jarum jam ke kanan dan ke kiri sehingga seperti pemuntiran.
- d. Memutar kurva : memutar kurva dengan menentukan titik dan arah sesuai dengan bentuk yang ingin dibuat.
- e. Kurva Bezier : kurva Bezier adalah kurva berparameter yang sering digunakan dalam grafika komputer dan bidang yang berkaitan.

### 2.3 Penyajian Kurva dan Permukaan Bezier

Kurva Bezier derajat- $n$   $C(u)$  dinyatakan dalam bentuk parameter

$$C(u) = \sum_{i=0}^n P_i B_i^n(u), 0 \leq u \leq 1 \quad (2.14)$$

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 atau titik kontrol kurva  $C(u)$ .

Jika  $n = 2$ , maka dihasilkan kurva Bezier kuadratik dengan parametrik (Gambar 2.11a) :

$$C(u) = (1 - u)^3 P_0 + 2(1 - u)(u)P_1 + u^2 + P_2 \tag{2.15}$$

Sedangkan untuk  $n = 3$  didapatkan empat titik kontrol yaitu  $P_0, P_1, P_2$  dan  $P_3$  sedangkan Persamaan Parametrik Kurva Bezier kubiknya yaitu:

$$C(u) = (1 - u)^3 P_0 + 3(1 - u)^2(u)P_1 + 3(1 - u)u^2 P_2 + u^3 P_3 \tag{2.16}$$



(a) Kuadratik

(b) Kubik

Gambar 2.12 Kurva bezier

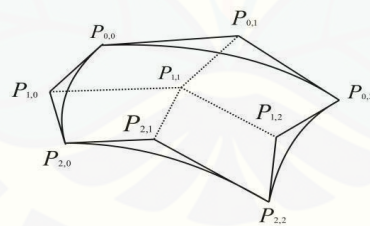
Permukaan Bezier pada prinsipnya identik dengan Kurva Bezier. Permukaan Bezier  $S(u, v)$  derajat  $m$  dan  $n$  dinyatakan dalam bentuk Parametrik berikut:

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

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 atau titik kontrol permukaan  $S(u,v)$



Gambar 2.13 Permukaan bezier dengan  $m=2$  dan  $n=2$  (Kusno, 2009)

### 2.4 Transformasi Affine

Transformasi Affine adalah suatu transformasi yang menggunakan matriks dalam menghitung posisi obyek benda yang baru sedangkan keuntungan menggunakan matriks adalah transformasi yang berbeda-beda dapat digabungkan dengan mengkalikan matriks-matriks tersebut sehingga diperoleh satu matriks transformasi. Pemetaan titik koordinat  $P = (P_x, P_y)$  ke  $Q = (Q_x, Q_y)$  dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$Q_x = aP_x + cP_y + tx$$

$$Q_y = bPy + dPy + try \quad (2.18)$$

(Sulastri, 2007)

Dilatasi adalah suatu transformasi yang mengubah jarak titik-titik dengan faktor pengali tertentu ( $k$ ) terhadap suatu titik tertentu yang disebut sebagai pusat dilatasi. Dengan kata lain, dilatasi merupakan transformasi yang mengubah ukuran (memperbesar atau memperkecil) suatu bentuk (Octafianingsih, 2015). Transformasi dilatasi yang memetakan titik  $P(x, y, z)$  ke  $P'(x', y', z')$  didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 & 0 & 0 \\ 0 & k_2 & 0 \\ 0 & 0 & k_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1x \\ k_2y \\ k_3z \end{bmatrix} \quad (2.19)$$

dalam hal ini pemilihan harga  $k_1$  menyatakan skala ke arah sumbu  $X$ ,  $k_2$  ke arah sumbu  $Y$  dan  $k_3$  menyajikan skala ke arah sumbu  $Z$ , jika  $k_1 = k_2 = k_3$ , maka peta objek yang diperoleh sebangun dengan objek aslinya (mungkin di perbesar atau diperkecil atau tetap) (Kusno, 2010).

## 2.5 Interpolasi di antara Segmen di Ruang

Misalkan terdapat dua segmen garis  $\overline{AB}$  dan  $\overline{CD}$  didefinisikan masing-masing oleh  $A(x_1, y_1, z_1)$ ,  $B(x_2, y_2, z_2)$ ,  $C(x_3, y_3, z_3)$  dan  $D(x_4, y_4, z_4)$  dalam bentuk parametrik  $I_1(u)$  dan  $I_2(u)$ , maka permukaan parametrik hasil interpolasi linier kedua segmen garis tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$S(u, v) = (1 - v)I_1(u) + vI_2(u) \quad (2.20)$$

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

Terdapat beberapa kasus khusus bentuk interpolasi linier kedua garis tersebut. Jika  $A = B$  maka hasil interpolasi Persamaan (2.20) menghasilkan bidang segitiga (Gambar 2.14a) sedangkan jika  $\overline{AB} // \overline{CD}$  maka secara umum akan membentuk bidang segiempat (Gambar 2.14b). Jika bidang tersebut dibentuk dari interpolasi dua garis yang bersilang maka menghasilkan permukaan yang tidak datar (dapat berbentuk lengkung maupun puntiran) di sebagian permukaan tersebut (Arinda, 2007). Di lain pihak dapat dibangun permukaan lengkung hasil interpolasi kurva ruang melalui persamaan sebagai berikut:

$$S(u, v) = (1 - v)C_1(u) + vC_2(u) \quad (2.21)$$

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



Gambar 2.14 Interpolasi bidang

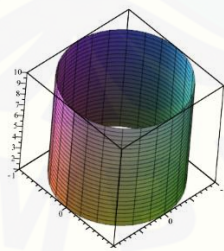
## 2.6 Kontruksi Visualisasi Benda Geometri pada Program Maple 18

Subbab ini akan disajikan beberapa contoh kontruksi objek-objek dasar geometri dengan menggunakan Maple 18. Berikut adalah contoh pemrogramannya.

### 2.6.1 Visualisasi Tabung

Untuk membangun selimut tabung dengan menentukan jari-jari dan tinggi tabung. Misalnya akan dibentuk dengan jari-jari sepanjang 2 satuan dan tinggi 6 satuan (Gambar 2.15). Berikut ini contoh *script* program Maple 18.

```
>ta:=plot3d([(1-v)+1*v)*cos(u), ((1-v)+1*v)*sin(u), ((1-v)+10*v)],
u=0..2*Pi,v=0..1):
>Axes = framaed, scaling=constrained, labels=[x,y,z]:
>display(ta);
```



Gambar 2.15 Penyajian tabung

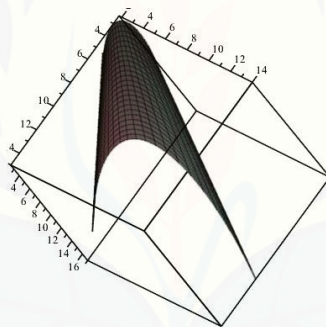
### 2.6.2 Interpolasi Dua Kurva

```
>with (plots):
>with(plottools):
>h1:= (2*u^3-3*u^2+1):
h2:=(2*u^3-3*u^2):
```

```

h3:=(u^3-3*u^2+u):
h4:=(u^3-u^2):
P:=( [u+5]*h1+(4*u)*h2+(1*h3)+(4*h4), (u+2)*h1+(5*u*h2)+(1*h3)+(5*h4), (u+3)
*h1+(6*u*h2)+(1*h3)+(6*h4) ],u=0..1):
A:=spacecurve(P)
Display(A):
Q:=( [ (u+15)*h1+(12*u)*h2+(1*h3)+(12*h4), (u+6)*h1+(15*u*h2)+(1*h3)+(15*h4)
, (u+9)*h1+(18*u*h2)+(1*h3)+(18*h4) ],u=0..1):
B:=spacecurve(Q):
Display(B):
F:=plot3d([ (1-v)*((u+5)*h1+(4*u)*h2+(1*h3)+(4*h4))+v*
((u+15)*h1+(12*u)*h2+(1*h3)+(12*h4), (1-v)*((u+2)*h1+
(5*u*h2)+(1*h3)+(5*h4))+v*((u+6)*h1+(15*u*h2)+(1*h3)+(15*h4)), (1-
v)*((u+3)*h1+(6*u*h2)+(1*h3)+(6*h4))+v*
((u+9)*h1+(18*u*h2)+(1*h3)+(18*h4) ]),u=0..1,v=0..1):
>Axes = framed,scaling=constrained, labels=[x,y,z]:
>display(F);

```



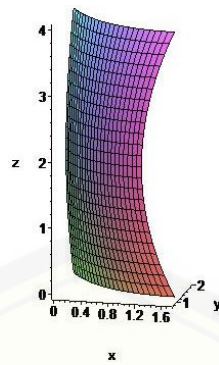
Gambar 2.16 Interpolasi kurva

### 2.6.3 Permukaan Bezier

```

pq:=plot3d([ (1-v)^2*((1-t)^2*sqrt(3)+(2*(1-t))*t/sqrt(3)+t^2*0)+
(2*(1-v))*v*((1/2)*(1-t)^2*sqrt(3)+(1/6)*(2*(1-t))*t*sqrt(3)+(u^2*0)
+v^2*((1-t)^2*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)^2*0+(2*(1-t))*t*0+
t^2*0)+(2*(1-v))*v*(2*(1-t)^2+2*(2*(1-t))*t+2*t^2)+v^2*(4*(1-t)^2+4*
(2*(1-t))*t+4*t^2) ],t=0..1,v=0..1):

```



Gambar 2.17 Permukaan bezier

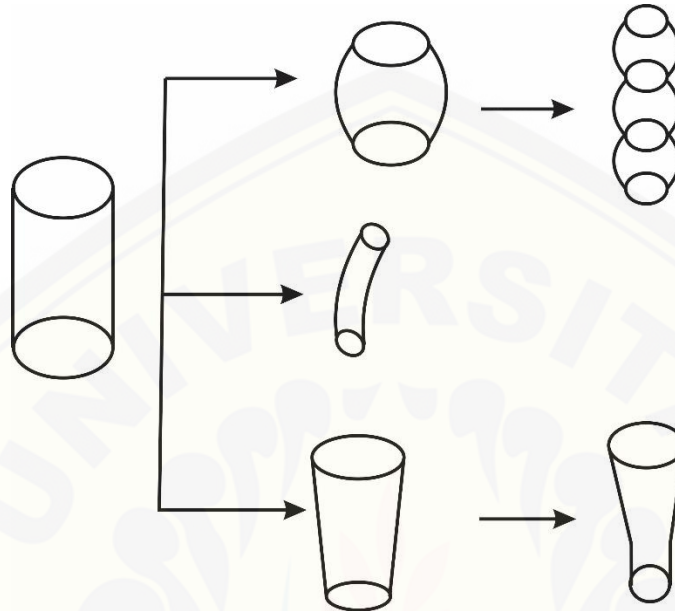


### BAB 3. METODE PENELITIAN

Permasalahan modelisasi dibagi menjadi tiga bagian yaitu modelisasi bagian kaki kursi, bagian sandaran kursi dan modelisasi bagian tempat duduk kursi dengan benda-benda geometri bidang dan benda-benda geometri ruang, untuk lebih jelasnya akan dijelaskan pada uraian berikut.

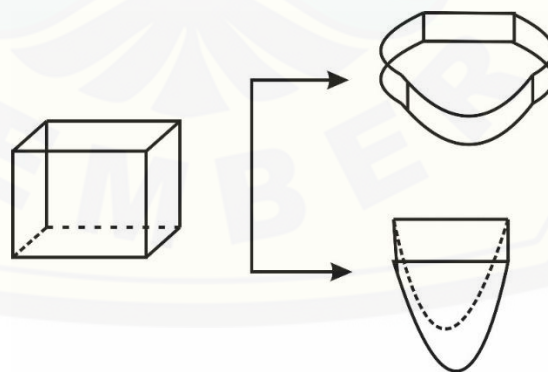
- a. Menentukan data berupa ukuran komponen yaitu kaki kursi, dudukan kursi dan sandaran kursi, masing-masing ditetapkan sebagai berikut :
  1. Kaki kursi yang komponennya terbangun dari bola, balok dan tabung terbagi atas tiga bagian yaitu roda kursi, lima cabang kaki kursi dan satu penyangga utama. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan penyangga utama terdiri dari bangun ruang tabung tegak dengan tinggi interval penyangga utama  $40 \leq t \leq 45$  satuan dan interval diameter  $4 \leq d \leq 5$  satuan. Sedangkan empat cabang kaki dengan tinggi interval  $10 \leq t \leq 20$  satuan.
  2. Dudukan kursi yang terbangun dari prisma segienam dan prisma segi empat dengan lebar interval  $40 \leq l \leq 50$  satuan dan tinggi interval tempat dudukan kursi yaitu  $4 \leq v \leq 5$  satuan.
  3. Sandaran kursi yang terbangun dari prisma segiempat dengan tinggi interval  $30 \leq t \leq 40$  satuan dari atas dudukan kursi dengan sudut kemiringan  $10^\circ - 15^\circ$  dan interval ketebalan kursi  $4 \leq v \leq 5$  satuan serta selisih tinggi sandaran depan dan sandaran belakang yaitu 2 satuan .
- b. Memodelkan bangun-bangun ruang yang dipilih yaitu menjadi :
  1. Mendesain kaki kursi pada bagian penyangga utama kursi dengan memotong secara horizontal sisi tegak tabung dan menggunakan metode deformasi transformasi dilatasi beberapa tabung sesuai ukuran yang ditentukan atau mengecilkan ukuran tabung dari ukuran sebelumnya serta menggunakan pola lengkung horizontal dengan memberi kelengkungan oleh kurva Bezier kuadratik atau berderajat dua ( $n=2$ ) pada bagian cabang empat kaki kursi serta diberikan beberapa model variasi kaki kursi.

Menggabungkan hasil deformasi tabung hingga membentuk bagian bertingkat. Prosedur memodelisasi kaki kursi dengan teknik deformasi dilatasi dan memutar kurva:



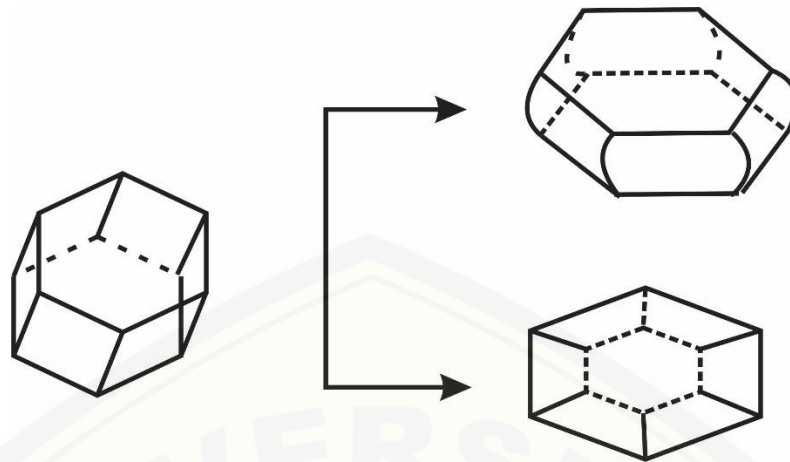
Gambar 3.1 Deformasi tabung

2. Mendesain bagian tempat duduk kursi dengan beberapa model variasi bangun ruang seperti prisma segi-enam, prisma segiempat beraturan. prosedur memodelisasi dudukan kursi dengan teknik deformasi Kurva Bezier dan interpolasi.



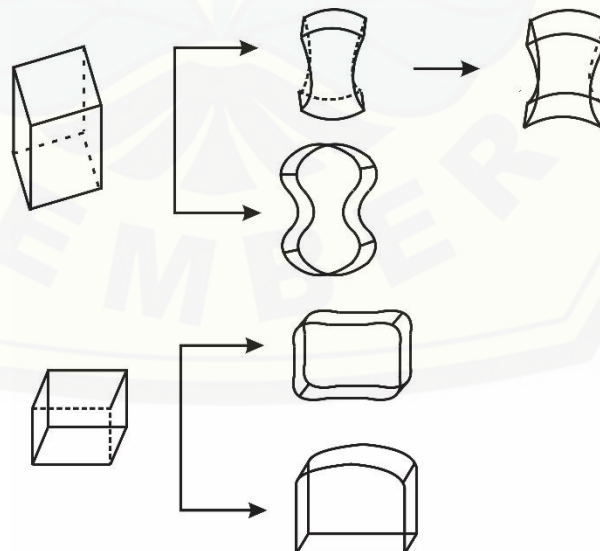
Gambar 3.2 Deformasi prisma segi empat





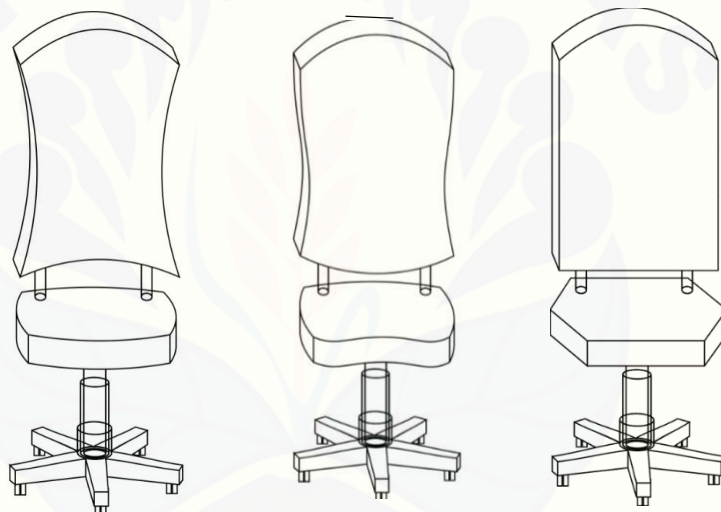
Gambar 3.3 Deformasi prisma segi enam

3. Deformasi prisma segiempat menggunakan perubahan garis pada sisi tegak memberikan kelengkungan pada sisi prisma dengan Kurva Bezier kuadratik dan memberikan titik kontrol pada sisi luar dan sisi dalam dengan ukuran tinggi yang sama. Kemudian membentuk segmen garis dengan menggunakan titik kontrol.
4. Mendesain sandaran atau penyangga badan. Pola alas dasar terbangun dari prisma segiempat menggunakan pola lengkungan vertical dari prisma. prosedur memodelisasi sandaran kursi dengan teknik deformasi.



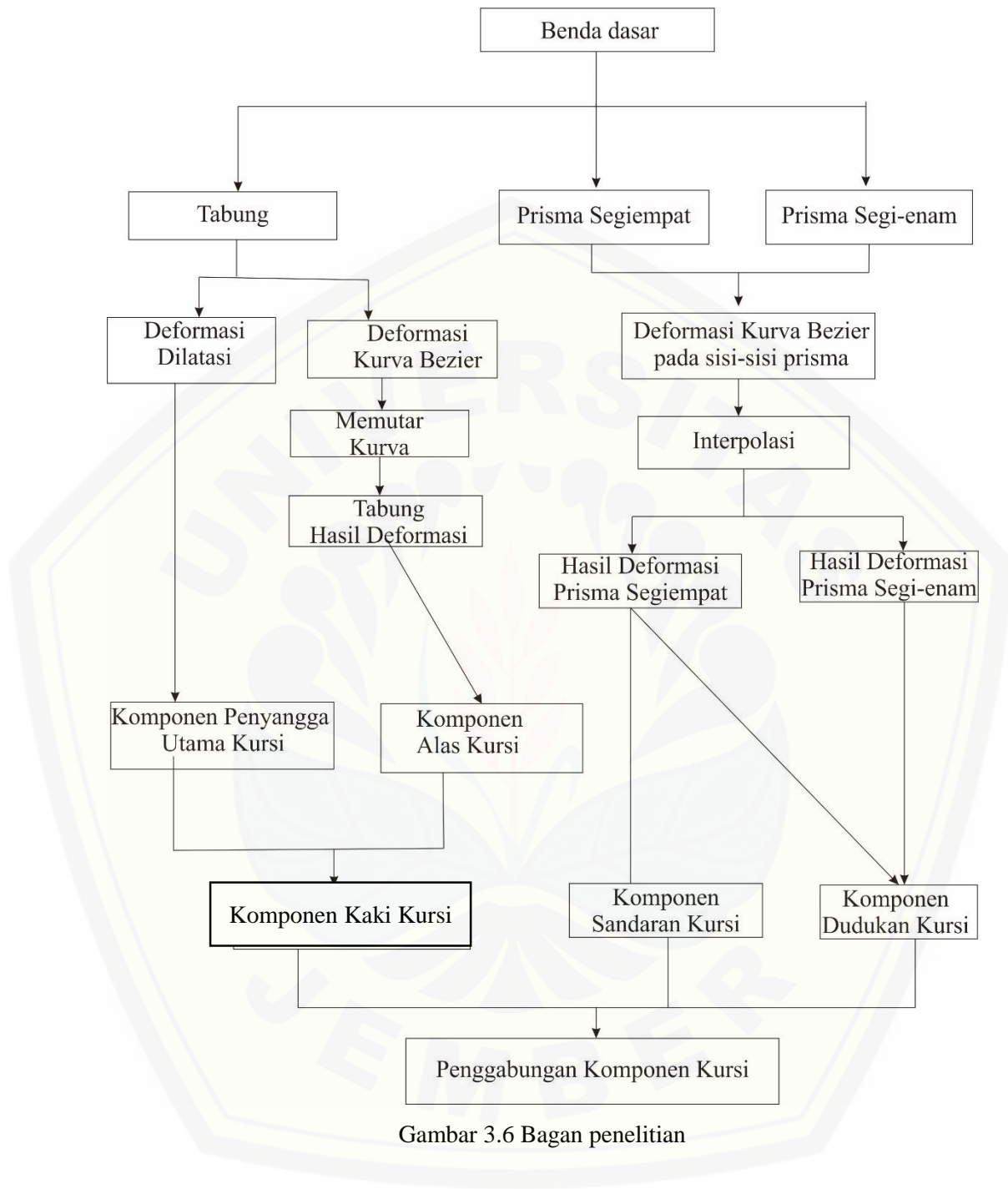
Gambar 3.4 Deformasi prisma segi empat

- c. Penggabungan seluruh komponen tempat duduk kursi :
1. Membangun sumbu pemodelan untuk merangkai benda hasil modelisasi kaki kursi dan tempat duduk kursi.
  2. Mengidentifikasi bentuk benda yang mempunyai bentuk dan ukuran sambungan yang sama sehingga dapat direkatkan antara satu dengan yang lainnya.
  3. Memodelisasi kursi utuh yang tergabung secara kontinu. Dalam hal ini merangkai benda dasar komponen kursi pada tiga model sumbu pemodelan dengan cara meletakkan komponen kursi pada masing-masing bagian sumbu pemodelan. Prosedur penggabungan kaki, dudukan, sandaran kursi:



Gambar 3.5 Gabungan deformasi kursi

- d. Menyusun program komputer hasil analisis (1), (2) dan (3) menggunakan software Maple 18.



Gambar 3.6 Bagan penelitian

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada Bab 4, maka didapatkan kesimpulan beberapa pola atau model kursi sebagai berikut:

- a) Didapatkan hasil modelisasi kursi untuk bagian kaki kursi yaitu teknik pemotongan bola dengan dua pemotongan bidang datar vertikal sebagai roda kursi, teknik dilatasi dengan skala  $\frac{3}{2}$  bagian titik A dan titik D pada balok dan ditranslasikan sebanyak lima bagian lalu diputar  $72^\circ$  setiap titiknya, pemotongan dan translasi tabung untuk membangun penyangga kaki tabung. Didapatkan modelisasi dudukan kursi menggunakan teknik deformasi prisma segi enam beraturan pola lengkung cembung dan teknik deformasi prisma segi empat beraturan dengan pola lengkung cekung maupun campuran (pola lengkung cembung dan cembung) dengan menggunakan fungsi interpolasi linier dari kurva bezier kuadratik. Didapatkan modelisasi prisma segi empat beraturan dengan pola lengkung cekung maupun pola lengkung campuran (pola lengkung cembung dan cekung) dengan menggunakan kurva Bezier kuadratik dan interpolasi kuadratik maupun kurva Bezier kubik.
- b) Hasil penggabungan dari beberapa komponen penyusun kursi tersebut dengan menggunakan satu sumbu pemodelan menghasilkan 36 model kursi, dengan ketentuan khusus yaitu bagian penyangga kursi hanya dapat digabung dengan menggunakan tabung.

### 5.2 Saran

Skripsi ini telah diperkenalkan prosedur komponen kursi dan perangkaian komponen kursi pada satu sumbu pemodelan. Berikut beberapa saran yang dapat diberikan yaitu :

- a. Diharapkan dengan penelitian sebelumnya metode ini dapat dikembangkan menggunakan kurva hermit dan menggunakan benda geometri ruang lainnya seperti bola dan prisma segi-n.

- b. Diharapkan penelitian selanjutnya bisa menggunakan dua sumbu pemodelan yaitu vertikal dan horizontal pada komponen sandaran kursi untuk menghasilkan bentuk kursi yang utuh dan tergabung secara kontinu.
- c. Dapat ditawarkan modifikasi relief untuk sandaran kursi.



**DAFTAR PUSTAKA**

Arinda, D., B. Juliyanto, dan Kusno,. 2012. Konstruksi Vas Bunga Melalui Penggabungan Beberapa Benda Geometri Ruang. *Jurnal MIMS*. 1-14.

Bastian, A. 2011. *Desain Kap Lampu Duduk Melalui Penggabungan Benda-benda Geometri Ruang. Skripsi*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Fatkurotin. 2015. *Konstruksi Botol Parfum melalui Penggabungan Benda Geometri Dasar Hasil Deformasi Prisma, Bola dan Tabung*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Kuang, S. 1986. *Geodetic Network Analysis and Optimal Design*. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan.

Kusno. 2009. *Geometri Rancang Bangun Studi Tentang Desain dan Pemodelan Benda dengan Kurva dan Permukaan Berbantu Komputer*. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Kusno. 2003. *Geometri Rancang Bangun Studi Hiperbola Parabola, dan Ellips*. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Kusno. 2014. *Geoemtry*. Jember: Jember University Press.

Octafianingsih. 2015. *Penerapan Kurva Bezier karakter Simetrik dan Putar pada Model Kap Lampu Duduk Menggunakan Maple*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Sulastri. 2007. Transformasi Bangun Ruang 3 Dimensi menggunakan Visual Basic 6.0. *Jurnal Teknologi Informasi Dinamik*. 12 (1:88-100)

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

Triadi, M. B. F., B. ,Juliyanto dan F. Ubaidillah. 2020. Aplikasi Kurva Bezier pada Desain Botol Minuman. *Jurnal MIMS* . 20(1):1-8



## LAMPIRAN

**Lampiran A. Nilai-nilai untuk  $B_i^n$** **A.1 Kurva Bezier  $n = 2$** 

$$B_0^2(u) = C_0^2(1-u)^{2-0} \cdot u^0$$

$$= \frac{2!}{0!(2-0)!}(1-u)^2$$

$$= (1-u)^2$$

$$B_1^2(u) = C_1^2(1-u)^{2-1} \cdot u^1$$

$$= \frac{2!}{1!(2-1)!}(1-u) \cdot u$$

$$= 2u(1-u)$$

$$B_2^2(u) = C_2^2(1-u)^{2-2} \cdot u^2$$

$$= \frac{2!}{2!(2-2)!}u^2$$

$$= u^2$$

**A.2 Kurva Bezier  $n = 3$** 

$$B_0^3(u) = C_0^3(1-u)^{3-0} \cdot u^0$$

$$= \frac{3!}{0!(3-0)!}(1-u)^3$$

$$= (1-u)^3$$

$$B_1^3(u) = C_1^3(1-u)^{3-1} \cdot u^1$$

$$= \frac{3!}{1!(3-1)!}(1-u)^2 \cdot u$$

$$= 3u(1-u)^2$$

$$B_2^3(u) = C_2^3(1-u)^{3-2} \cdot u^2$$

$$= \frac{3!}{2!(3-2)!}(1-u)u^2$$

$$= 3u^2(1-u)$$

$$B_3^3(u) = C_3^3(1-u)^{3-3} \cdot u^3$$

$$= \frac{3!}{3!(3-3)!}u^3$$

$$= u^3$$

**Lampiran B. Modelisasi Komponen Penyusun Kursi**

```
> restart;
```

```
with(plots):
```



## B.1 Pendefinisian Bezier

```
> Bz1 := (p0,p1,t) -> t*p0 + (1-t)*p1;
Bz2 := (p0,p1,p2,t) -> t^2*p0 + 2*t*(1-t)*p1 + (1-t)^2*p2;
Bz3 := (p0,p1,p2,p3,t) -> t^3*p0 + 3*t^2*(1-t)*p1 + 3*t*(1-t)^2*p2 + (1-t)^3*p3;
```

$$Bz1 := (p0, p1, t) \rightarrow t p0 + (1 - t) p1$$

$$Bz2 := (p0, p1, p2, t) \rightarrow t^2 p0 + 2 t (1 - t) p1 + (1 - t)^2 p2$$

#Ukuran

```
> px := 25;
py := 22.5;
px := 25
py := 22.5
> A1x := -3: A1y := 0:
B1x := -2: B1y := -25:
C1x := 2: C1y := -25:
D1x := 3: D1y := 0:
E1x := 0: E1y := -23:
> A2x := A1x*cos(72/180*Pi)-A1y*sin(72/180*Pi):
A2y := A1x*sin(72/180*Pi)+A1y*cos(72/180*Pi):
B2x := B1x*cos(72/180*Pi)-B1y*sin(72/180*Pi):
B2y := B1x*sin(72/180*Pi)+B1y*cos(72/180*Pi):
C2x := C1x*cos(72/180*Pi)-C1y*sin(72/180*Pi):
C2y := C1x*sin(72/180*Pi)+C1y*cos(72/180*Pi):
D2x := D1x*cos(72/180*Pi)-D1y*sin(72/180*Pi):
D2y := D1x*sin(72/180*Pi)+D1y*cos(72/180*Pi):
E2x := E1x*cos(72/180*Pi)-E1y*sin(72/180*Pi):
E2y := E1x*sin(72/180*Pi)+E1y*cos(72/180*Pi):
> A3x := A1x*cos(2*72/180*Pi)-A1y*sin(2*72/180*Pi):
A3y := A1x*sin(2*72/180*Pi)+A1y*cos(2*72/180*Pi):
B3x := B1x*cos(2*72/180*Pi)-B1y*sin(2*72/180*Pi):
B3y := B1x*sin(2*72/180*Pi)+B1y*cos(2*72/180*Pi):
C3x := C1x*cos(2*72/180*Pi)-C1y*sin(2*72/180*Pi):
C3y := C1x*sin(2*72/180*Pi)+C1y*cos(2*72/180*Pi):
D3x := D1x*cos(2*72/180*Pi)-D1y*sin(2*72/180*Pi):
D3y := D1x*sin(2*72/180*Pi)+D1y*cos(2*72/180*Pi):
E3x := E1x*cos(2*72/180*Pi)-E1y*sin(2*72/180*Pi):
E3y := E1x*sin(2*72/180*Pi)+E1y*cos(2*72/180*Pi):
> A4x := A1x*cos(3*72/180*Pi)-A1y*sin(3*72/180*Pi):
```

```

A4y := A1x*sin(3*72/180*Pi)+A1y*cos(3*72/180*Pi) :
B4x := B1x*cos(3*72/180*Pi)-B1y*sin(3*72/180*Pi) :
B4y := B1x*sin(3*72/180*Pi)+B1y*cos(3*72/180*Pi) :
C4x := C1x*cos(3*72/180*Pi)-C1y*sin(3*72/180*Pi) :
C4y := C1x*sin(3*72/180*Pi)+C1y*cos(3*72/180*Pi) :
D4x := D1x*cos(3*72/180*Pi)-D1y*sin(3*72/180*Pi) :
D4y := D1x*sin(3*72/180*Pi)+D1y*cos(3*72/180*Pi) :
E4x := E1x*cos(3*72/180*Pi)-E1y*sin(3*72/180*Pi) :
E4y := E1x*sin(3*72/180*Pi)+E1y*cos(3*72/180*Pi) :
> A5x := A1x*cos(4*72/180*Pi)-A1y*sin(4*72/180*Pi) :
A5y := A1x*sin(4*72/180*Pi)+A1y*cos(4*72/180*Pi) :
B5x := B1x*cos(4*72/180*Pi)-B1y*sin(4*72/180*Pi) :
B5y := B1x*sin(4*72/180*Pi)+B1y*cos(4*72/180*Pi) :
C5x := C1x*cos(4*72/180*Pi)-C1y*sin(4*72/180*Pi) :
C5y := C1x*sin(4*72/180*Pi)+C1y*cos(4*72/180*Pi) :
D5x := D1x*cos(4*72/180*Pi)-D1y*sin(4*72/180*Pi) :
D5y := D1x*sin(4*72/180*Pi)+D1y*cos(4*72/180*Pi) :
E5x := E1x*cos(4*72/180*Pi)-E1y*sin(4*72/180*Pi) :
E5y := E1x*sin(4*72/180*Pi)+E1y*cos(4*72/180*Pi) :

```

## B.2 Variasi Satu Cabang Kaki Kursi dan Roda Kursi

```

>kala:=plot3d([Bz1(Bz3(A1x,(A1x+B1x)/2,(A1x+B1x)/2,B1x,v),Bz3(A1x,(A1x+B1x)/2,(A1x+B1x)/2,B1x,v),u),Bz1(Bz3(A1y,(A1y+B1y)/2,(A1y+B1y)/2,B1y,v),Bz3(A1y,(A1y+B1y)/2,(A1y+B1y)/2,B1y,v),u),Bz1(Bz3(5,5,5,5,v),Bz3(12,12,9,9,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>kalb:=plot3d([Bz1(Bz3(D1x,(D1x+C1x)/2,(D1x+C1x)/2,C1x,v),Bz3(D1x,(D1x+C1x)/2,(D1x+C1x)/2,C1x,v),u),Bz1(Bz3(D1y,(D1y+C1y)/2,(D1y+C1y)/2,C1y,v),Bz3(D1y,(D1y+C1y)/2,(D1y+C1y)/2,C1y,v),u),Bz1(Bz3(5,5,5,5,v),Bz3(12,12,9,9,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>kalc:=plot3d([Bz1(Bz1(B1x,B1x,v),Bz1(C1x,C1x,v),u),Bz1(Bz1(B1y,B1y,v),Bz1(C1y,C1y,v),u),Bz1(Bz1(5,9,v),Bz1(5,9,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>kald:=plot3d([Bz1(Bz3(A1x,(A1x+B1x)/2,(A1x+B1x)/2,B1x,v),Bz3(D1x,(D1x+C1x)/2,(D1x+C1x)/2,C1x,v),u),Bz1(Bz3(A1y,(A1y+B1y)/2,(A1y+B1y)/2,B1y,v),Bz3(D1y,(D1y+C1y)/2,(D1y+C1y)/2,C1y,v),u),Bz1(Bz3(12,12,9,9,v),Bz3(12,12,9,9,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>kale := plot3d([2*cos(u)+E1x, 2*sin(u)+E1y, 4*v+5], u=0..2*Pi, v=0..1):
>kalf := plot3d([2*v*cos(u)+E1x, 2*v*sin(u)+E1y, 5], u=0..2*Pi, v=0..1):
>kalg :=plot3d([0.5*cos(u)+E1x, 0.5*sin(u)+E1y, 2.5*v+2.5], u=0..2*Pi, v=0..1):
>kalh := plot3d([5*v+E1x-2.5, 0.5*cos(u)+E1y,0.5*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi, v=0..1):

```

```

>kali:= plot3d([-2*v+E1x-0.5, 2.5*cos(u)+E1y,2.5*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>kalj:= plot3d([2*v+E1x+0.5,2.5*cos(u)+E1y, 2.5*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>kalk := plot3d([E1x-2.5,2.5*v*cos(u)+E1y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>kall :=plot3d([E1x-0.5,2.5*v*cos(u)+E1y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>kalm := plot3d([E1x+0.5,2.5*v*cos(u)+E1y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>kaln := plot3d([E1x+2.5,2.5*v*cos(u)+E1y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>kal:=kala,kalb,kalc,kald,kale,kalf,kalg,kalh,kali,kalj,kalk,kall,kalm,ka
ln:

```

### B.3 Variasi Dua Cabang Kaki Kursi dan Roda Kursi

```

>ka2a:=plot3d([Bz1(Bz3(A2x,(A2x+B2x)/2,(A2x+B2x)/2,B2x,v),Bz3(A2x,(A2x+B2
x)/2,(A2x+B2x)/2,B2x,v),u),Bz1(Bz3(A2y,(A2y+B2y)/2,(A2y+B2y)/2,B2y,v),Bz3
(A2y,(A2y+B2y)/2,(A2y+B2y)/2,B2y,v),u),Bz1(Bz3(5,5,5,5,v),Bz3(12,12,9,9,v
),u)], u=0..1, v=0..1):
>ka2b:=plot3d([Bz1(Bz3(D2x,(D2x+C2x)/2,(D2x+C2x)/2,C2x,v),Bz3(D2x,(D2x+C2
x)/2,(D2x+C2x)/2,C2x,v),u),Bz1(Bz3(D2y,(D2y+C2y)/2,(D2y+C2y)/2,C2y,v),Bz3
(D2y,(D2y+C2y)/2,(D2y+C2y)/2,C2y,v),u),Bz1(Bz3(5,5,5,5,v),Bz3(12,12,9,9,v
),u)], u=0..1, v=0..1):
>ka2c:=plot3d([Bz1(Bz1(B2x,B2x,v),Bz1(C2x,C2x,v),u),Bz1(Bz1(B2y,B2y,v),
Bz1(C2y,C2y,v),u),Bz1(Bz1(5,9,v),Bz1(5,9,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>ka2d:=plot3d([Bz1(Bz3(A2x,(A2x+B2x)/2,(A2x+B2x)/2,B2x,v),Bz3(D2x,(D2x+C2
x)/2,(D2x+C2x)/2,C2x,v),u),Bz1(Bz3(A2y,(A2y+B2y)/2,(A2y+B2y)/2,B2y,v),Bz3
(D2y,(D2y+C2y)/2,(D2y+C2y)/2,C2y,v),u),Bz1(Bz3(12,12,9,9,v),Bz3(12,12,9,
9,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>ka2e := plot3d([2*cos(u)+E2x, 2*sin(u)+E2y, 4*v+5], u=0..2*Pi, v=0..1):
>ka2f := plot3d([2*v*cos(u)+E2x, 2*v*sin(u)+E2y, 5], u=0..2*Pi, v=0..1):
>ka2g := plot3d([0.5*cos(u)+E2x, 0.5*sin(u)+E2y, 2.5*v+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka2h := plot3d([5*v+E2x-2.5,0.5*cos(u)+E2y, 0.5*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka2i := plot3d([-2*v+E2x-0.5,2.5*cos(u)+E2y,2.5*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka2j := plot3d([2*v+E2x+0.5,2.5*cos(u)+E2y, 2.5*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):

```

```

>ka2k := plot3d([E2x-2.5,2.5*v*cos(u)+E2y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka2l := plot3d([E2x-0.5,2.5*v*cos(u)+E2y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka2m := plot3d([E2x+0.5,2.5*v*cos(u)+E2y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka2n := plot3d([E2x+2.5,2.5*v*cos(u)+E2y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka2:=ka2a,ka2b,ka2c,ka2d,ka2e,ka2f,ka2g,ka2h,ka2i,ka2j,ka2k,ka2l,ka2m,ka
2n:

```

#### B.4 Variasi Tiga Cabang Kaki Kursi dan Roda Kursi

```

>ka3a:=plot3d([Bz1(Bz3(A3x,(A3x+B3x)/2,(A3x+B3x)/2,B3x,v),Bz3(A3x,(A3x+B3
x)/2,(A3x+B3x)/2,B3x,v),u),Bz1(Bz3(A3y,(A3y+B3y)/2,(A3y+B3y)/2,B3y,v),Bz3
(A3y,(A3y+B3y)/2,(A3y+B3y)/2,B3y,v),u),Bz1(Bz3(5,5,5,5,v),Bz3(12,12,9,9,v
),u)], u=0..1, v=0..1):
>ka3b:=plot3d([Bz1(Bz3(D3x,(D3x+C3x)/2,(D3x+C3x)/2,C3x,v),Bz3(D3x,(D3x+C3
x)/2,(D3x+C3x)/2,C3x,v),u),Bz1(Bz3(D3y,(D3y+C3y)/2,(D3y+C3y)/2,C3y,v),Bz3
(D3y,(D3y+C3y)/2,(D3y+C3y)/2,C3y,v),u),Bz1(Bz3(5,5,5,5,v),Bz3(12,12,9,9,v
),u)], u=0..1, v=0..1):
>ka3c:=plot3d([Bz1(Bz1(B3x,B3x,v),Bz1(C3x,C3x,v),u),Bz1(Bz1(B3y,B3y,v),Bz
1(C3y,C3y,v),u),Bz1(Bz1(5,9,v),Bz1(5,9,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>ka3d:=plot3d([Bz1(Bz3(A3x,(A3x+B3x)/2,(A3x+B3x)/2,B3x,v),Bz3(D3x,(D3x+C3
x)/2,(D3x+C3x)/2,C3x,v),u),Bz1(Bz3(A3y,(A3y+B3y)/2,(A3y+B3y)/2,B3y,v),Bz3
(D3y,(D3y+C3y)/2,(D3y+C3y)/2,C3y,v),u),Bz1(Bz3(12,12,9,9,v),Bz3(12,12,9,
9,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>ka3e := plot3d([2*cos(u)+E3x, 2*sin(u)+E3y, 4*v+5], u=0..2*Pi, v=0..1):
>ka3f := plot3d([2*v*cos(u)+E3x, 2*v*sin(u)+E3y, 5], u=0..2*Pi, v=0..1):
>ka3g := plot3d([0.5*cos(u)+E3x, 0.5*sin(u)+E3y, 2.5*v+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka3h := plot3d([5*v+E3x-2.5,0.5*cos(u)+E3y, 0.5*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka3i := plot3d([-2*v+E3x-0.5,2.5*cos(u)+E3y, 2.5*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka3j := plot3d([2*v+E3x+0.5,2.5*cos(u)+E3y, 2.5*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka3k := plot3d([E3x-2.5,2.5*v*cos(u)+E3y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka3l := plot3d([E3x-0.5,2.5*v*cos(u)+E3y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):

```

```

>ka3m := plot3d([E3x+0.5,2.5*v*cos(u)+E3y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
> ka3n := plot3d([E3x+2.5,2.5*v*cos(u)+E3y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka3:=ka3a,ka3b,ka3c,ka3d,ka3e,ka3f,ka3g,ka3h,ka3i,ka3j,ka3k,ka3l,ka3m,ka
3n:

```

### B.5 Variasi 4 Cabang Kaki Kursi dan Roda Kursi

```

>ka4a:=plot3d([Bz1(Bz3(A4x,(A4x+B4x)/2,(A4x+B4x)/2,B4x,v),Bz3(A4x,(A4x+B4
x)/2,(A4x+B4x)/2,B4x,v),u),Bz1(Bz3(A4y,(A4y+B4y)/2,(A4y+B4y)/2,B4y,v),Bz3
(A4y,(A4y+B4y)/2,(A4y+B4y)/2,B4y,v),u),Bz1(Bz3(5,5,5,5,v),Bz3(12,12,9,9,v
),u)], u=0..1, v=0..1):
>ka4b:=plot3d([Bz1(Bz3(D4x,(D4x+C4x)/2,(D4x+C4x)/2,C4x,v),Bz3(D4x,(D4x+C4
x)/2,(D4x+C4x)/2,C4x,v),u),Bz1(Bz3(D4y,(D4y+C4y)/2,(D4y+C4y)/2,C4y,v),Bz3
(D4y,(D4y+C4y)/2,(D4y+C4y)/2,C4y,v),u),Bz1(Bz3(5,5,5,5,v),Bz3(12,12,9,9,v
),u)], u=0..1, v=0..1):
>ka4c:=plot3d([Bz1(Bz1(B4x,B4x,v),Bz1(C4x,C4x,v),u),Bz1(Bz1(B4y,B4y,v),
Bz1(C4y,C4y,v),u),Bz1(Bz1(5,9,v),Bz1(5,9,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>ka4d:=plot3d([Bz1(Bz3(A4x,(A4x+B4x)/2,(A4x+B4x)/2,B4x,v),Bz3(D4x,(D4x+C4
x)/2,(D4x+C4x)/2,C4x,v),u),Bz1(Bz3(A4y,(A4y+B4y)/2,(A4y+B4y)/2,B4y,v),Bz3
(D4y,(D4y+C4y)/2,(D4y+C4y)/2,C4y,v),u),Bz1(Bz3(12,12,9,9,v),Bz3(12,12,9,
9,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>ka4e := plot3d([2*cos(u)+E4x, 2*sin(u)+E4y, 4*v+5], u=0..2*Pi, v=0..1):
>ka4f := plot3d([2*v*cos(u)+E4x, 2*v*sin(u)+E4y, 5], u=0..2*Pi, v=0..1):
>ka4g := plot3d([0.5*cos(u)+E4x, 0.5*sin(u)+E4y, 2.5*v+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka4h := plot3d([5*v+E4x-2.5,0.5*cos(u)+E4y, 0.5*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka4i := plot3d([-2*v+E4x-0.5,2.5*cos(u)+E4y,2.5*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka4j := plot3d([2*v+E4x+0.5,2.5*cos(u)+E4y, 2.5*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka4k := plot3d([E4x-2.5,2.5*v*cos(u)+E4y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka4l := plot3d([E4x-0.5,2.5*v*cos(u)+E4y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka4m := plot3d([E4x+0.5,2.5*v*cos(u)+E4y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka4n := plot3d([E4x+2.5,2.5*v*cos(u)+E4y, 2.5*v*sin(u)+2.5], u=0..2*Pi,
v=0..1):

```

>ka4:=ka4a, ka4b, ka4c, ka4d, ka4e, ka4f, ka4g, ka4h, ka4i, ka4j, ka4k, ka4l, ka4m, ka4n:

### B.6 Variasi Bagian 5 Cabang Kaki Kursi Dan Roda Kursi

>ka5a:=plot3d([Bz1(Bz3(A5x, (A5x+B5x)/2, (A5x+B5x)/2, B5x, v), Bz3(A5x, (A5x+B5x)/2, (A5x+B5x)/2, B5x, v), u), Bz1(Bz3(A5y, (A5y+B5y)/2, (A5y+B5y)/2, B5y, v), Bz3(A5y, (A5y+B5y)/2, (A5y+B5y)/2, B5y, v), u), Bz1(Bz3(5, 5, 5, 5, v), Bz3(12, 12, 9, 9, v), u)], u=0..1, v=0..1):

>ka5b:=plot3d([Bz1(Bz3(D5x, (D5x+C5x)/2, (D5x+C5x)/2, C5x, v), Bz3(D5x, (D5x+C5x)/2, (D5x+C5x)/2, C5x, v), u), Bz1(Bz3(D5y, (D5y+C5y)/2, (D5y+C5y)/2, C5y, v), Bz3(D5y, (D5y+C5y)/2, (D5y+C5y)/2, C5y, v), u), Bz1(Bz3(5, 5, 5, 5, v), Bz3(12, 12, 9, 9, v), u)], u=0..1, v=0..1):

>ka5c:=plot3d([Bz1(Bz1(B5x, B5x, v), Bz1(C5x, C5x, v), u), Bz1(Bz1(B5y, B5y, v), Bz1(C5y, C5y, v), u), Bz1(Bz1(5, 9, v), Bz1(5, 9, v), u)], u=0..1, v=0..1):

>ka5d:=plot3d([Bz1(Bz3(A5x, (A5x+B5x)/2, (A5x+B5x)/2, B5x, v), Bz3(D5x, (D5x+C5x)/2, (D5x+C5x)/2, C5x, v), u), Bz1(Bz3(A5y, (A5y+B5y)/2, (A5y+B5y)/2, B5y, v), Bz3(D5y, (D5y+C5y)/2, (D5y+C5y)/2, C5y, v), u), Bz1(Bz3(12, 12, 9, 9, v), Bz3(12, 12, 9, 9, v), u)], u=0..1, v=0..1):

>ka5e := plot3d([2\*cos(u)+E5x, 2\*sin(u)+E5y, 4\*v+5], u=0..2\*Pi, v=0..1):

>ka5f := plot3d([2\*v\*cos(u)+E5x, 2\*v\*sin(u)+E5y, 5], u=0..2\*Pi, v=0..1):

>ka5g := plot3d([0.5\*cos(u)+E5x, 0.5\*sin(u)+E5y, 2.5\*v+2.5], u=0..2\*Pi, v=0..1):

>ka5h := plot3d([5\*v+E5x-2.5, 0.5\*cos(u)+E5y, 0.5\*sin(u)+2.5], u=0..2\*Pi, v=0..1):

>ka5i := plot3d([-2\*v+E5x-0.5, 2.5\*cos(u)+E5y, 2.5\*sin(u)+2.5], u=0..2\*Pi, v=0..1):

>ka5j := plot3d([2\*v+E5x+0.5, 2.5\*cos(u)+E5y, 2.5\*sin(u)+2.5], u=0..2\*Pi, v=0..1):

>ka5k := plot3d([E5x-2.5, 2.5\*v\*cos(u)+E5y, 2.5\*v\*sin(u)+2.5], u=0..2\*Pi, v=0..1):

>ka5l := plot3d([E5x-0.5, 2.5\*v\*cos(u)+E5y, 2.5\*v\*sin(u)+2.5], u=0..2\*Pi, v=0..1):

>ka5m := plot3d([E5x+0.5, 2.5\*v\*cos(u)+E5y, 2.5\*v\*sin(u)+2.5], u=0..2\*Pi, v=0..1):

>ka5n := plot3d([E5x+2.5, 2.5\*v\*cos(u)+E5y, 2.5\*v\*sin(u)+2.5], u=0..2\*Pi, v=0..1):

>ka5:=ka5a, ka5b, ka5c, ka5d, ka5e, ka5f, ka5g, ka5h, ka5i, ka5j, ka5k, ka5l, ka5m, ka5n:

## B.7 Variasi Bagian 6 Penggabungan Kaki Kursi

```

>ka6a := plot3d([2.5*cos(u), 2.5*sin(u), 37*v+5], u=0..2*Pi, v=0..1):
>ka6b := plot3d([3*cos(u), 3*sin(u), 25*v+5], u=0..2*Pi, v=0..1):
>ka6c := plot3d([4*cos(u), 4*sin(u), 12*v+5], u=0..2*Pi, v=0..1):
>ka6d := plot3d([Bz1(0,5,v)*cos(u), Bz1(0,5,v)*sin(u), 5], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka6e := plot3d([Bz1(3,4,v)*cos(u), Bz1(3,4,v)*sin(u), 17], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka6f := plot3d([Bz1(2.5,3,v)*cos(u), Bz1(2.5,3,v)*sin(u), 30], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>ka6 := ka6a, ka6b, ka6c, ka6d, ka6e, ka6f:
>kaki := ka1, ka2, ka3, ka4, ka5, ka6:
>display([kaki], style=surface, scaling=constrained, lightmodel=light2, axes=
boxed):

```

## B.8 Desain Dudukan 1 Prisma Segi Empat Beraturan Dengan Pola Lengkung Cembung

```

>dula:=plot3d([Bz2(Bz2(-px,-px-5,-px,v), Bz2(0,0,0,v), Bz2(px,px+5,px,v), u)
, Bz2(Bz2(-py,0,py,v), Bz2(-py-10,0,py+8,v), Bz2(-py,0,py,v), u), Bz2(Bz2(42,
42,42,v), Bz2(42,42,42,v), Bz2(42,42,42,v), u)], u=0..1, v=0..1):
>dulb:=plot3d([Bz2(Bz2(-px,-px-5,-px,v), Bz2(0,0,0,v), Bz2(px,px+5,px,v), u)
, Bz2(Bz2(-py,0,py,v), Bz2(-py-10,0,py+8,v), Bz2(-py,0,py,v), u), Bz2(Bz2(50,
50,50,v), Bz2(50,50,50,v), Bz2(50,50,50,v), u)], u=0..1, v=0..1)
>dulc:=plot3d([Bz1(Bz2(-px,-px-5,-px,v), Bz2(-px,-px-5,-px,v), u), Bz1(Bz2(-
py,0,py,v), Bz2(-py,0,py,v), u), Bz1(Bz2(42,42,42,v), Bz2(50,50,50,v), u)],
u=0..1, v=0..1):
>duld:=plot3d([Bz1(Bz2(px,px+5,px,v), Bz2(px,px+5,px,v), u), Bz1(Bz2(-py,0,
py,v), Bz2(-py,0,py,v), u), Bz1(Bz2(42,42,42,v), Bz2(50,50,50,v), u)], u=0..1,
v=0..1):
>dule:=plot3d([Bz1(Bz2(-px,0,px,v), Bz2(-px,0,px,v), u), Bz1(Bz2(-py,-py-10,
-py,v), Bz2(-py,-py-10,-py,v), u), Bz1(Bz2(42,42,42,v), Bz2(50,50,50,v), u)],
u=0..1, v=0..1):
>dulf:=plot3d([Bz1(Bz2(-px,0,px,v), Bz2(-px,0,px,v), u), Bz1(Bz2(py,py+8,py
,v), Bz2(py,py+8,py,v), u), Bz1(Bz2(42,42,42,v), Bz2(50,50,50,v), u)], u=0..1,
v=0..1):
> duduk1 := dula, dulb, dulc, duld, dule, dulf:
>display([duduk1], style=surface, scaling=constrained, lightmodel=light2,
axes=boxed):

```

## B.9 Desain 2 Deformasi Prisma Segi Empat Beraturan Dengan Pola Lengkung Campuran

```

>du2a:=plot3d([Bz2(Bz3(-px,-2*px/3,-px/3,0,v),Bz3(-px-5,-2*px/3,-px/3,0,v),Bz3(-px,-2*px/3,-px/3,0,v),u),Bz2(Bz3(-py,-py-10,-py,-py,v),Bz3(0,0,0,0,v),Bz3(py,py+2,py+4,py+4,v),u),Bz2(Bz3(42,42,42,42,v),Bz3(42,42,42,42,v),Bz3(42,42,42,42,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>du2b:=plot3d([Bz2(Bz3(px,2*px/3,px/3,0,v),Bz3(px+5,2*px/3,px/3,0,v),Bz3(px,2*px/3,px/3,0,v),u),Bz2(Bz3(-py,-py-10,-py,py,v),Bz3(0,0,0,0,v),Bz3(py,py+2,py+4,py+4,v),u),Bz2(Bz3(42,42,42,42,v),Bz3(42,42,42,42,v),Bz3(42,42,42,42,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>du2c:=plot3d([Bz2(Bz3(-px,-2*px/3,-px/3,0,v),Bz3(-px-5,-2*px/3,-px/3,0,v),Bz3(-px,-2*px/3,-px/3,0,v),u),Bz2(Bz3(-py,-py-10,-py,-py,v),Bz3(0,0,0,0,v),Bz3(py,py+2,py+4,py+4,v),u),Bz2(Bz3(50,50,50,50,v),Bz3(50,50,50,50,v),Bz3(50,50,50,50,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>du2d:=plot3d([Bz2(Bz3(px,2*px/3,px/3,0,v),Bz3(px+5,2*px/3,px/3,0,v),Bz3(px,2*px/3,px/3,0,v),u),Bz2(Bz3(-py,-py-10,-py,-py,v),Bz3(0,0,0,0,v),Bz3(py,py+3,py+4,py+4,v),u),Bz2(Bz3(50,50,50,50,v),Bz3(50,50,50,50,v),Bz3(50,50,50,50,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>du2e:=plot3d([Bz1(Bz2(-px,-px-5,-px,v),Bz2(-px,-px-5,-px,v),u),Bz1(Bz2(-py,0,py,v),Bz2(-py,0,py,v),u),Bz1(Bz2(42,42,42,v),Bz2(50,50,50,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>du2f:=plot3d([Bz1(Bz2(px,px+5,px,v),Bz2(px,px+5,px,v),u),Bz1(Bz2(-py,0,py,v),Bz2(-py,0,py,v),u),Bz1(Bz2(42,42,42,v),Bz2(50,50,50,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>du2g:=plot3d([Bz1(Bz3(-px,-2*px/3,-px/3,0,v),Bz3(-px,-2*px/3,-px/3,0,v),u),Bz1(Bz3(-py,-py-10,-py,-py,v),Bz3(-py,-py-10,-py,-py,v),u),Bz1(Bz3(42,42,42,42,v),Bz3(50,50,50,50,v),u)],u=0..1,v=0..1):
> du2h := plot3d([Bz1(Bz3(px,2*px/3,px/3,0,v),Bz3(px,2*px/3,px/3,0,v),u),Bz1(Bz3(-py,-py-10,-py,-py,v),Bz3(-py,-py-10,-py,-py,v),u),Bz1(Bz3(42,42,42,42,v),Bz3(50,50,50,50,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>du2i:=plot3d([Bz1(Bz3(-px,-2*px/3,-px/3,0,v),Bz3(-px,-2*px/3,-px/3,0,v),u),Bz1(Bz3(py,py+2,py+4,py+4,v),Bz3(py,py+2,py+4,py+4,v),u),Bz1(Bz3(42,42,42,42,v),Bz3(50,50,50,50,v),u)],u=0..1,v=0..1):
> du2j := plot3d([Bz1(Bz3(px,2*px/3,px/3,0,v),Bz3(px,2*px/3,px/3,0,v),u),Bz1(Bz3(py,py+2,py+4,py+4,v),Bz3(py,py+2,py+4,py+4,v),u),Bz1(Bz3(42,42,42,42,v),Bz3(50,50,50,50,v),u)],u=0..1,v=0..1):
> duduk2 := du2a,du2b,du2c,du2d,du2e,du2f,du2g,du2h,du2i,du2j:
>display([duduk2], style=surface, scaling=constrained, lightmodel=light2, axes=boxed):

```



### B.10 Desain 3 Deformasi Prismasegi Enam Beraturan Dengan Perubahan Rusuk Dengan Pola Cembung

```

>du3a:= plot3d([Bz1(Bz1(-px,-px-5,v), Bz1(px,px+5,v),u),Bz1(Bz1(-py,0,v),
Bz1(-py,0,v),u),Bz1(Bz1(42,42,v), Bz1(42,42,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>du3b:=plot3d([Bz1(Bz1(-px-5,-px,v),Bz1(px+5,px,v),u), Bz1(Bz1(0,py+4,v),
Bz1(0,py+4,v),u), Bz1(Bz1(42,42,v),Bz1(42,42,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>du3c:=plot3d([Bz1(Bz1(-px,-px-5,v),Bz1(px,px+5,v),u),Bz1(Bz1(-py,0,v),
Bz1(-py,0,v),u),Bz1(Bz1(50,50,v),Bz1(50,50,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>du3d:=plot3d([Bz1(Bz1(-px-5,-px,v),Bz1(px+5,px,v),u), Bz1(Bz1(0,py+4,v),
Bz1(0,py+4,v),u), Bz1(Bz1(50,50,v),Bz1(50,50,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>du3e:=plot3d([Bz1(Bz1(-px,-px-5,v),Bz1(-px,-px-5,v),u),Bz1(Bz1(-py,0,v)
,Bz1(-py,0,v),u),Bz1(Bz1(42,42,v),Bz1(50,50,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>du3f:=plot3d([Bz1(Bz1(px,px+5,v),Bz1(px,px+5,v),u),Bz1(Bz1(-py,0,v),Bz1
(-py,0,v),u),Bz1(Bz1(42,42,v),Bz1(50,50,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>du3g:=plot3d([Bz1(Bz1(-px-5,-px,v),Bz1(-px-5,-px,v),u),Bz1(Bz1(0,py+4,
v),Bz1(0,py+4,v),u), Bz1(Bz1(42,42,v),Bz1(50,50,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>du3h:=plot3d([Bz1(Bz1(px+5,px,v),Bz1(px+5,px,v),u), Bz1(Bz1(0,py+4,v),
Bz1(0,py+4,v),u), Bz1(Bz1(42,42,v),Bz1(50,50,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>du3i:=plot3d([Bz1(Bz1(-px,px,v),Bz1(-px,px,v),u),Bz1(Bz1(-py,-py,v),Bz1
(-py,-py,v),u), Bz1(Bz1(42,42,v),Bz1(50,50,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>du3j:=plot3d([Bz1(Bz1(-px,px,v),Bz1(-px,px,v),u),Bz1(Bz1(py+4,py+4,v),
Bz1(py+4,py+4,v),u), Bz1(Bz1(42,42,v),Bz1(50,50,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>duduk3 := du3a,du3b,du3c,du3d,du3e,du3f,du3g,du3h,du3i,du3j:
>display([duduk3], style=surface, scaling=constrained, lightmodel=light2,
axes=boxed):

```

### B.11 Desain Penghubung 1 Tabung Utuh

```

>hula:=plot3d([2.5*cos(u)-3*px/4, 2.5*sin(u)+py-2.5, 10*v+50], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>hulb:=plot3d([2.5*cos(u)+3*px/4, 2.5*sin(u)+py-2.5, 10*v+50], u=0..2*Pi,
v=0..1):
> hubung1 := hula,hulb:
>display([hubung1,duduk1],style=surface,scaling=constrained,lightmodel=
light2, axes=boxed):

```

### B.12 Desain 2 pembagian tabung 2 bagian

```

>hu2a:=plot3d([Bz2(2.5,5,2.5,v)*cos(u)-3*px/4,Bz2(2.5,5,2.5,v)*sin(u)+py-
2.5,Bz2(0,2.5,5,v)+50], u=0..2*Pi, v=0..1):
> hu2b :=plot3d([2.5*cos(u)-3*px/4,2.5*sin(u)+py-2.5, 5*v+55], u=0..2*Pi,
v=0..1):

```

```

>hu2c:=plot3d([Bz2(2.5,5,2.5,v)*cos(u)+3*px/4, z2(2.5,5,2.5,v)*sin(u)+py-
2.5, Bz2(0,2.5,5,v)+50], u=0..2*Pi, v=0..1):
> hu2d:= plot3d([2.5*cos(u)+3*px/4,2.5*sin(u)+py-2.5, 5*v+55], u=0..2*Pi,
v=0..1):
> hubung2 := hu2a,hu2b,hu2c,hu2d:
>display([hubung2],style=surface, scaling=constrained, lightmodel=light2,
axes=boxed):

```

### B.13 Desain 3 Pembagian Tabung Tiga Bagian

```

>hu3a:=plot3d([Bz2(2.5,5,2.5,v)*cos(u)-3*px/4,Bz2(2.5,5,2.5,v)*sin(u)+py-
2.5, Bz2(0,1.25,2.5,v)+50], u=0..2*Pi, v=0..1):
>hu3b:=plot3d([Bz2(2.5,5,2.5,v)*cos(u)-3*px/4,Bz2(2.5,5,2.5,v)*sin(u)+py-
2.5, Bz2(0,1.25,2.5,v)+52.5], u=0..2*Pi, v=0..1):
> hu3c:= plot3d([2.5*cos(u)-3*px/4,2.5*sin(u)+py-2.5, 5*v+55], u=0..2*Pi,
v=0..1):
>hu3d:=plot3d([Bz2(2.5,5,2.5,v)*cos(u)+3*px/4, z2(2.5,5,2.5,v)*sin(u)+py-
2.5, Bz2(0,1.25,2.5,v)+50], u=0..2*Pi, v=0..1):
>hu3e:=plot3d([Bz2(2.5,5,2.5,v)*cos(u)+3*px/4, z2(2.5,5,2.5,v)*sin(u)+py-
2.5, Bz2(0,1.25,2.5,v)+52.5], u=0..2*Pi, v=0..1):
> hu3f:= plot3d([2.5*cos(u)+3*px/4,2.5*sin(u)+py-2.5, 5*v+55], u=0..2*Pi,
v=0..1):
> hubung3 := hu3a,hu3b,hu3c,hu3d,hu3e,hu3f:
>display([hubung3],style=surface,scaling=constrained,lightmodel=light2,
axes=boxed):

```

### B.14 Desain Sandaran 1 Prisma segi empat beraturan

```

>sala:=plot3d([Bz2(Bz2(-px,-px,-px,v),Bz2(0,0,0,v),Bz2(px,px,px,v),u),
Bz2(Bz2(py-8,py-16,py,v),Bz2(py,py-8,py+8,v),Bz2(py-8,py-16,py,v),u),
Bz2(Bz2(55,90,115,v),Bz2(55,90,135,v),Bz2(55,90,115,v),u)],u=0..1,v=0..1)
:
> salb := plot3d([Bz2(Bz2(-px,-px,-px,v),Bz2(0,0,0,v),Bz2(px,px,px,v),u),
Bz2(Bz2(py,py-8,py+8,v),Bz2(py+8,py,py+16,v),Bz2(py,py-8,py+8,v),u),Bz2
(Bz2(55,90,115,v),Bz2(55,90,135,v),Bz2(55,90,115,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>salc:=plot3d([Bz1(Bz2(-px,0,px,v),Bz2(-px,0,px,v),u),Bz1(Bz2(py-8,py,py-
8,v),Bz2(py,py+8,py,v),u),Bz1(Bz2(55,55,55,v),Bz2(55,55,55,v),u)],u=0..1,
v=0..1):
>sald:=plot3d([Bz1(Bz2(-px,0,px,v),Bz2(-px,0,px,v),u),Bz1(Bz2(py,py+8,py,
v),Bz2(py+8,py+16,py+8,v),u),Bz1(Bz2(115,135,115,v),Bz2(115,135,115,v),
u)], u=0..1, v=0..1):

```

```

>sale:= plot3d([Bz1(Bz2(-px,-px,-px,v),Bz2(-px,-px,-px,v),u), Bz1(Bz2(py-8,py-16,py,v),Bz2(py,py-8,py+8,v),u),Bz1(Bz2(55,90,115,v),Bz2(55,90,115,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>sa1f := plot3d([Bz1(Bz2(px,px,px,v),Bz2(px,px,px,v),u), Bz1(Bz2(py-8,py-16,py,v),Bz2(py,py-8,py+8,v),u),Bz1(Bz2(55,90,115,v),Bz2(55,90,115,v),u)], u=0..1, v=0..1):
> sandar1 := sala,salb,salc,sald,sale,sa1f:
>display([sandar1],style=surface, scaling=constrained, lightmodel=light2, axes=boxed):

```

### B.15 Desain 2 Prisma segi empat beraturan variasi 2

```

>sa2a:=plot3d([Bz2(Bz2(-px,-px+10,-px,v),Bz2(0,0,0,v),Bz2(px,px-10,px,v),u),Bz2(Bz2(py-8,py-16,py,v),Bz2(py,py-8,py+8,v),Bz2(py-8,py-16,py,v),u),Bz2(Bz2(55,90,115,v),Bz2(65,100,135,v),Bz2(55,90,115,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>sa2b:=plot3d([Bz2(Bz2(-px,-px+10,-px,v),Bz2(0,0,0,v),Bz2(px,px-10,px,v),u),Bz2(Bz2(py,py-8,py+8,v),Bz2(py+8,py,py+16,v),Bz2(py,py-8,py+8,v),u),Bz2(Bz2(55,90,115,v),Bz2(65,100,135,v),Bz2(55,90,115,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>sa2c:=plot3d([Bz1(Bz2(-px,0,px,v),Bz2(-px,0,px,v),u),Bz1(Bz2(py-8,py,py-8,v),Bz2(py,py+8,py,v),u),Bz1(Bz2(55,65,55,v),Bz2(55,65,55,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>sa2d:=plot3d([Bz1(Bz2(-px,0,px,v),Bz2(-px,0,px,v),u),Bz1(Bz2(py,py+8,py,v),Bz2(py+8,py+16,py+8,v),u),Bz1(Bz2(115,135,115,v),Bz2(115,135,115,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>sa2e:=plot3d([Bz1(Bz2(-px,-px+10,-px,v),Bz2(-px,-px+10,-px,v),u),Bz1(Bz2(py-8,py-16,py,v),Bz2(py,py-8,py+8,v),u),Bz1(Bz2(55,90,115,v),Bz2(55,90,115,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>sa2f:= plot3d([Bz1(Bz2(px,px-10,px,v),Bz2(px,px-10,px,v),u), Bz1(Bz2(py-8,py-16,py,v),Bz2(py,py-8,py+8,v),u),Bz1(Bz2(55,90,115,v),Bz2(55,90,115,v),u)], u=0..1, v=0..1):
>sandar2 := sa2a,sa2b,sa2c,sa2d,sa2e,sa2f:
>display([sandar2],style=surface, scaling=constrained, lightmodel=light2, axes=boxed):

```

### B.16 Desain 3 prisma segi empat beraturan variasi 3

```

> sa3a := plot3d([Bz2(Bz3(-px,-px+10,-px,-px,v),Bz3(0,0,0,0,v),Bz3(px,px-10,px,px,v),u),Bz2(Bz3(py-8,py-12,py-12,py,v),Bz3(py,py-4,py-4,py+8,v),Bz3(py-8,py-12,py-12,py,v),u),Bz2(Bz3(60,90,90,115,v),Bz3(50,90,90,135,v),Bz3(60,90,90,115,v),u)], u=0..1, v=0..1):

```

```

>sa3b:=plot3d([Bz2(Bz3(-px,-px+10,-px,-px,v),Bz3(0,0,0,0,v),Bz3(px,px-10,
px,px,v),u),Bz2(Bz3(py,py-4,py-4,py+8,v),Bz3(py+8,py+4,py+4,py+16,v),Bz3
(py,py-4,py-4,py+8,v),u),Bz2(Bz3(60,90,90,115,v),Bz3(50,90,90,135,v),Bz3
(60,90,90,115,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>sa3c:=plot3d([Bz1(Bz2(-px,0,px,v),Bz2(-px,0,px,v),u),Bz1(Bz2(py-8,py,py-
8,v),Bz2(py,py+8,py,v),u),Bz1(Bz2(60,50,60,v),Bz2(60,50,60,v),u)],u=0..1,
v=0..1):
>sa3d:=plot3d([Bz1(Bz2(-px,0,px,v),Bz2(-px,0,px,v),u),Bz1(Bz2(py,py+8,py,
v),Bz2(py+8,py+16,py+8,v),u),Bz1(Bz2(115,135,115,v),Bz2(115,135,115,v),u)
)],u=0..1,v=0..1):
>sa3e:=plot3d([Bz1(Bz3(-px,-px+10,-px,-px,v),Bz3(-px,-px+10,-px,-px,v),
u),Bz1(Bz3(py-8,py-12,py-12,py,v),Bz3(py,py-4,py-4,py+8,v),u),Bz1(Bz3(60,
90,90,115,v),Bz3(60,90,90,115,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>sa3f:=plot3d([Bz1(Bz3(px,px-10,px,px,v),Bz3(px,px-10,px,px,v),u),Bz1(Bz3
(py-8,py-12,py-12,py,v),Bz3(py,py-4,py-4,py+8,v),u),Bz1(Bz3(60,90,90,115,
v),Bz3(60,90,90,115,v),u)],u=0..1,v=0..1):
> sandar3 := sa3a,sa3b,sa3c,sa3d,sa3e,sa3f:
>display([sandar3],style=surface, scaling=constrained, lightmodel=light2,
axes=boxed):

```

#### B.17 Desain 4 prisma segi empat beraturan variasi 4

```

>sa4a:=plot3d([Bz2(Bz3(-px,-px+10,-px-5,-px-5,v),Bz3(0,0,0,0,v),Bz3(px,
px-10,px+5,px+5,v),u),Bz2(Bz3(py-8,py-12,py-12,py,v),Bz3(py,py-4,py-4,
py+8,v),Bz3(py-8,py-12,py-12,py,v),u),Bz2(Bz3(55,90,90,115,v),Bz3(55,90,
90,135,v),Bz3(55,90,90,115,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>sa4b:=plot3d([Bz2(Bz3(-px,-px+10,-px-5,-px-5,v),Bz3(0,0,0,0,v),Bz3(px,
px-10,px+5,px+5,v),u),Bz2(Bz3(py,py-4,py-4,py+8,v),Bz3(py+8,py+4,py+4,py
+16,v),Bz3(py,py-4,py-4,py+8,v),u),Bz2(Bz3(55,90,90,115,v),Bz3(55,90,90,
135,v),Bz3(55,90,90,115,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>sa4c:=plot3d([Bz1(Bz2(-px,0,px,v),Bz2(-px,0,px,v),u),Bz1(Bz2(py-8,py,py-
8,v),Bz2(py,py+8,py,v),u),Bz1(Bz2(55,55,55,v),Bz2(55,55,55,v),u)],u=0..1,
v=0..1):
>sa4d:=plot3d([Bz1(Bz2(-px-5,0,px+5,v),Bz2(-px-5,0,px+5,v),u),Bz1(Bz2(py,
py+8,py,v),Bz2(py+8,py+16,py+8,v),u),Bz1(Bz2(115,135,115,v),Bz2(115,135,
115,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>sa4e := plot3d([Bz1(Bz3(-px,-px+10,-px-5,-px-5,v),Bz3(-px,-px+10,-px-5,-
px-5,v),u),Bz1(Bz3(py-8,py-12,py-12,py,v),Bz3(py,py-4,py-4,py+8,v),u),Bz1
(Bz3(55,90,90,115,v),Bz3(55,90,90,115,v),u)],u=0..1,v=0..1):
>sa4f:=plot3d([Bz1(Bz3(px,px-10,px+5,px+5,v),Bz3(px,px-10,px+5,px+5,v),u)
,Bz1(Bz3(py-8,py-12,py-12,py,v),Bz3(py,py-4,py-4,py+8,v),u),Bz1(Bz3(55,90
,90,115,v),Bz3(55,90,90,115,v),u)],u=0..1,v=0..1):

```

```
>sandar4 := sa4a,sa4b,sa4c,sa4d,sa4e,sa4f:  
>display([sandar4],style=surface, scaling=constrained, lightmodel=light2,  
axes=boxed):
```

### Lampiran C. Display Kombinasi Gabungan

```
>display([kaki,duduk1,hubung1,sandar1],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk1,hubung1,sandar2],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk1,hubung1,sandar3],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk1,hubung1,sandar4],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk1,hubung2,sandar1],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk1,hubung2,sandar2],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk1,hubung2,sandar3],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk1,hubung2,sandar4],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk1,hubung3,sandar1],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk1,hubung3,sandar2],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk1,hubung3,sandar3],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk1,hubung3,sandar4],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk2,hubung1,sandar1],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk2,hubung1,sandar2],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk2,hubung1,sandar3],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk2,hubung1,sandar4],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):  
>display([kaki,duduk2,hubung2,sandar1],style=surface,scaling=constrained,  
lightmodel=light2, axes=boxed):
```

```
>display([kaki,duduk2,hubung2,sandar2],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk2,hubung2,sandar3],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk2,hubung2,sandar4],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk2,hubung3,sandar1],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk2,hubung3,sandar2],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk2,hubung3,sandar3],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk2,hubung3,sandar4],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk3,hubung1,sandar1],style=surface, caling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk3,hubung1,sandar2],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk3,hubung1,sandar3],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk3,hubung1,sandar4],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk3,hubung2,sandar1],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk3,hubung2,sandar2],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk3,hubung2,sandar3],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk3,hubung2,sandar4],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk3,hubung3,sandar1],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk3,hubung3,sandar2],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk3,hubung3,sandar3],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
>display([kaki,duduk3,hubung3,sandar4],style=surface,scaling=constrained,
lightmodel=light2, axes=boxed):
```