



**MODELISASI AIR MANCUR DINDING DENGAN
BENDA GEOMETRI RUANG**

SKRIPSI

Oleh

Fedora Adi Brata

NIM 141810101060

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

2018



**MODELISASI AIR MANCUR DINDING DENGAN
BENDA GEOMETRI RUANG**

SKRIPSI

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

Oleh

Fedora Adi Brata

NIM 141810101060

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

2018

PERSEMBAHAN

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

1. ayahanda Muhammad Fatah dan mama Effi Indrawati tercinta , sosok luar biasa yang telah menjadi panutan dan selalu mendoakan dalam keadaan apapun serta menjadi motivasi terbesar dalam penyelesaian skripsi ini.
2. adik-adik tersayang Moch. Fikri Fachrurrozi dan Sa'adah Fitriyah Maharani yang telah menjadi tempat curhat selama pengerjaan skripsi ini.
3. guru-guru sejak Taman Kanak-Kanak hingga Perguruan Tinggi, yang telah banyak memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.
4. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, SMA Negeri 1 Jember, SMP Negeri 2 Jember, SD Al-Furqon Jember, dan TK ABA Bhustanul Atfal Jember.

MOTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
(terjemahan Surat *Al-Insyiroh* ayat 6)^{*)}



^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Quran dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumusdamoro Grafindo

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Fedora Adi Brata

NIM : 141810101060

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Modelisasi Air Mancur Dinding dengan Benda Geometri Ruang” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 27 Juli 2018

Yang menyatakan,

Fedora Adi Brata
NIM 141810101060

SKRIPSI

**MODELISASI AIR MANCUR DINDING DENGAN
BENDA GEOMETRI RUANG**

Oleh

Fedora Adi Brata
NIM 141810101060

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Modelisasi Air Mancur Dinding dengan Benda Geometri Ruang” karya Fedora Adi Brata telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jumat, 27 Juli 2018

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

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

Dr. Firdaus Ubaidillah, S.Si., M.Si
NIP 197006061998031003

Anggota II,

Anggota III,

Bagus Juliyanto, S.Si., M.Si.
NIP 198007022003121001

Dr. Kristiana Wijaya, S.Si., M.Si.
NIP 19740813200032004

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Modelisasi Air Mancur Dinding dengan Benda Geometri Ruang; Fedora Adi Brata; 141810101060; 2018; 87 Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Air mancur merupakan dekorasi mewah yang nilai jualnya bertambah seiring meningkatnya keindahan dan variasi dari air mancur itu. Namun air mancur yang ada saat ini mempunyai ukuran yang besar sehingga membutuhkan ruang yang besar untuk membangunnya. Oleh karena itu, muncul ide baru untuk membuat air mancur yang ukurannya lebih kecil dan dapat diletakkan di dinding yaitu air mancur dinding. Selain itu, pada air mancur dinding ini akan dibuat beberapa pilihan model sehingga menjadi variatif. Air mancur ini umumnya terbentuk dari tiga bagian yaitu alas, puncak, dan *transporter*. Untuk membangun benda geometri yang bervariasi dapat menggunakan bantuan berbagai teknik deformasi seperti teknik pemotongan, perubahan bidang datar, interpolasi, dan dilatasi. Pada penelitian ini penulis mempunyai tujuan mendapatkan bentuk desain air mancur dinding yang variatif dari penyusunan benda geometri ruang hasil dari deformasi.

Modelisasi air mancur dinding pada penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan. Tahap pertama adalah membangun beberapa benda dasar sebagai komponen penyusun air mancur dinding dari deformasi bola, tabung, prisma, limas, dan bidang interpolasi. Prosedurnya adalah menentukan titik-titik pusat atau titik sudut pada benda lalu dari titik tersebut dibangun sebuah bidang menggunakan interpolasi sehingga menghasilkan beberapa komponen dasar. Tahap kedua adalah menyusun komponen-komponen dasar tersebut untuk membuat air mancur dinding yang utuh menggunakan bantuan sumbu pemodelan. Sumbu pemodelan yang digunakan pada tahap ini ada tiga jenis sumbu yaitu satu sumbu, dua sumbu, dan lima sumbu. Air mancur dinding ini juga bisa dirangkai menggunakan kerangka berpola. Setelah terbentuk air mancur dinding dari sumbu

pemodelan dan kerangka berpola, tahap terakhir adalah melakukan pembuatan program untuk mendapatkan hasil visual dengan bantuan *software* Maple 18.

Penelitian ini menghasilkan dua prosedur untuk mendapatkan air mancur dinding. Pertama, prosedur mendesain beragam bentuk komponen penyusun air mancur dinding dari bola, tabung, prisma, limas, dan bidang interpolasi. Keberagaman bentuk dasar ini didapat dengan mendeformasi benda-benda tersebut. Benda-benda tersebut dideformasi menggunakan interpolasi, pemotongan, perubahan bidang datar, dan dilatasi. Kedua, prosedur untuk merangkai komponen penyusun air mancur dinding menggunakan sumbu pemodelan dan kerangka berpola. Sumbu pemodelan yang digunakan yaitu satu sumbu, dua sumbu, dan lima sumbu. Prosedur perangkaian tersebut secara umum dengan cara membagi sumbu pemodelan menjadi beberapa bagian, lalu mengisi bagian-bagian tersebut dengan komponen penyusun air mancur dinding. Dari dua prosedur pembentukan benda dasar dan perangkaian, didapatkanlah bentuk air mancur dinding yang variatif dengan mengkombinasikan dua wadah dan dua *transporter*.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Modelisasi Air Mancur Dinding dengan Benda Geometri Ruang”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

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

1. Ahmad Kamsyakawuni S.Si., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Firdaus Ubaidillah S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam penulisan skripsi ini;
2. Bagus Juliyanto S.Si., M.Si. dan Dr. Kristiana Wijaya S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritikan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Ayahanda Muhammad Fatah dan Mama Effi Indrawati, yang telah mendoakan dan memberi kasih sayang serta pengorbanan untuk putra tercintanya.
4. adik-adik tersayang Moch. Fikri Fachrurrozi dan Sa’adah Fitriyah Maharani, yang telah banyak memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Rizky Andriani, yang telah membantu dan memberikan semangat serta menemani selama pengerjaan skripsi ini.
6. teman-teman angkatan 2014, Dwik, Iqbal, Binar, Rhere, Betha, Haris, Puput, Fay, serta teman-teman yang lainnya, terima kasih atas kebersamaan selama waktu kuliah dan telah memberikan semangat serta motivasi;
7. teman-teman grup DOTA, Husni, Fauzan, Seila, Laras, Pebi, dan Fo, atas kebersamaan di saat luang;
8. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, Juli 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan	6
1.5 Manfaat	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penyajian Segmen Garis	7
2.2 Penyajian Sudut	8
2.3 Penyajian Lingkaran	9
2.4 Penyajian Tabung	10
2.5 Penyajian Bola	12
2.6 Penyajian Limas	14
2.7 Penyajian Prisma Segienam Beraturan	17
2.8 Interpolasi diantara Segmen Garis dan Kurva di Ruang	19
2.9 Transformasi Titik di R^3	21

2.9.1 Translasi (Pergeseran).....	21
2.9.2 Dilatasi	21
2.10 Penyajian Kurva Hermit Kuadratik	22
2.11 Penyajian Kurva dan Permukaan Bezier	23
2.12 Konstruksi Objek pada Program Maple 18	25
BAB 3. METODE PENELITIAN	28
3.1 Data Awal	28
3.2 Metode	28
3.3 Tahap Modelisasi Benda Dasar	29
3.4 Penggabungan Hasil Modelisasi	30
3.5 Penyusunan Program	30
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Modelisasi Komponen Dasar Air Mancur Dinding	32
4.1.1 Deformasi Bola	32
4.1.2 Deformasi Tabung	35
4.1.3 Deformasi Prisma	36
4.1.4 Deformasi Limas	37
4.1.5 Bidang Interpolasi	41
4.2 Perangkaian Benda Dasar Komponen Air Mancur Dinding pada Sumbu Pemodelan	62
4.2.1 Model Komponen Air Mancur Dinding dengan Satu Sumbu Pemodelan	62
4.2.2 Model Komponen Air Mancur Dinding dengan Dua Sumbu Pemodelan	67
4.2.3 Model Komponen Air Mancur Dinding dengan Lima Sumbu Pemodelan	70
4.2.4 Penataan Air Mancur Dinding dengan Kerangka Berpola	76
4.3 Pembahasan	79
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	85
5.1 Kesimpulan	85
5.2 Saran	85

DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN	88

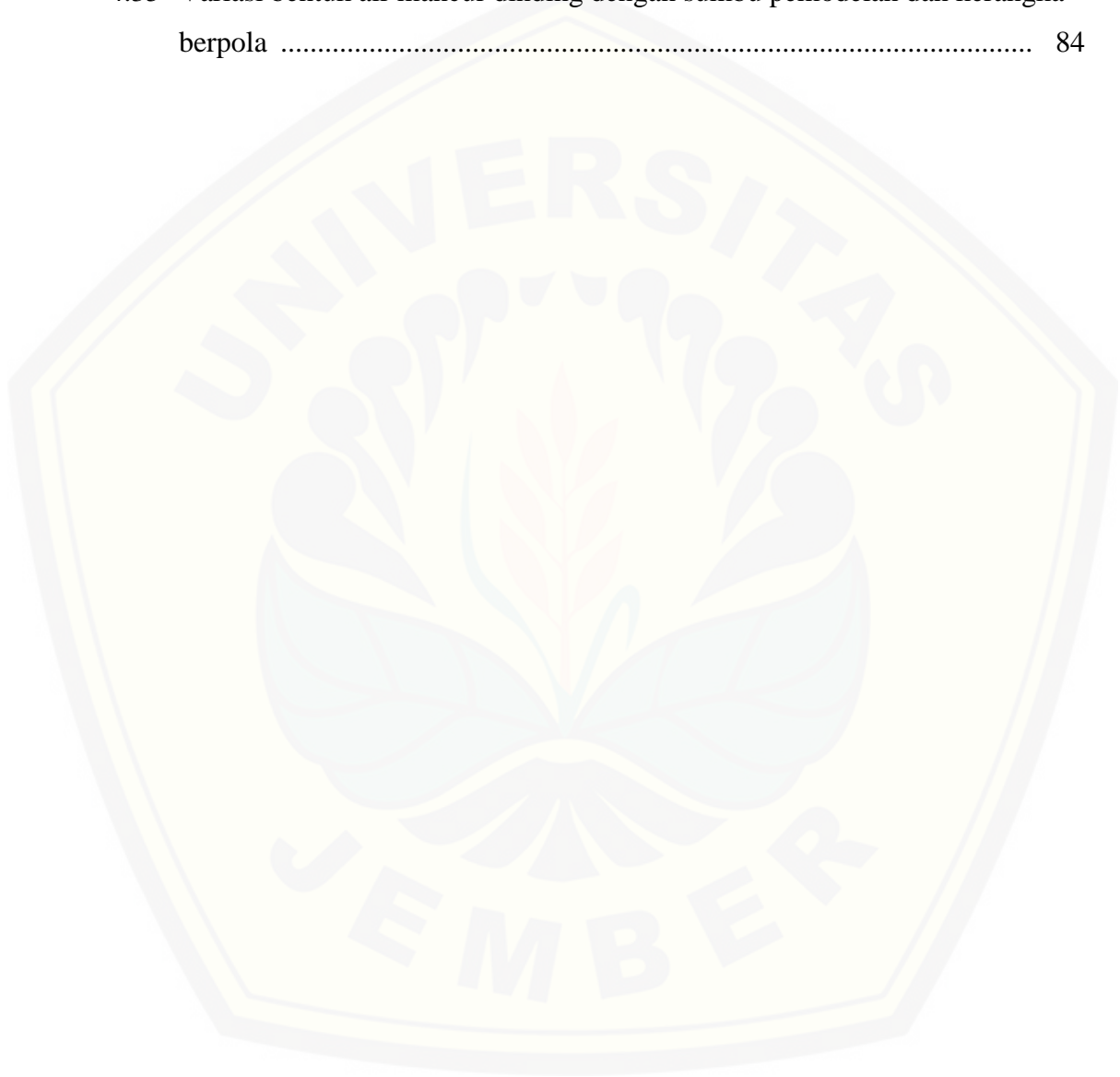


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Beberapa bentuk model air mancur	3
1.2 Komponen penyusun air mancur dinding	5
1.3 Jenis-jenis sumbu pemodelan	5
2.1 Penyajian segmen garis di Ruang	8
2.2 Penyajian sudut	8
2.3 Penyajian lingkaran	10
2.4 Penyajian keratan lingkaran	10
2.5 Penyajian tabung	11
2.6 Tabung dengan beragam sumbu pusat	12
2.7 Bola dengan pusat $H(a, b, c)$ dan jari-jari r	13
2.8 Limas tegak segiempat T.ABCD dan komponen-komponennya	14
2.9 Limas tegak	16
2.10 Potongan limas tegak	16
2.11 Prisma dan bagiannya	17
2.12 Penyajian prisma segienam beraturan	19
2.13 Contoh kasus khusus interpolasi linier dua segmen garis	20
2.14 Interpolasi antara dua kurva	20
2.15 Dilatasi dengan $k > 1$	22
2.16 Kurva Hermit kuadrat	23
2.17 Kurva Bezier	24
2.18 Permukaan Bezier dengan $m = 2$ dan $n = 2$	24
2.19 Segmen garis	25
2.20 Bidang segiempat	25
2.21 Bidang permukaan tidak datar	26
2.22 Bidang lingkaran	26
2.23 Interpolasi antara dua kurva	27
2.24 Permukaan Bezier	27
3.1 Skema metode penelitian	31

4.1	Pemotongan bola dengan satu dan dua bidang horizontal	33
4.2	Pemotongan bola dengan satu bidang vertikal	34
4.3	Pemotongan bola dengan bidang vertikal dan horizontal	35
4.4	Deformasi tabung	36
4.5	Deformasi prisma segi enam beraturan	37
4.6	Pemotongan limas dengan bidang datar horizontal	39
4.7	Perubahan sisi tegak pada limas	40
4.8	Variasi bentuk deformasi limas	40
4.9	Interpolasi titik dengan garis	41
4.10	Interpolasi garis lurus dengan kurva Bezier	42
4.11	Interpolasi kurva Bezier dengan kurva Bezier	43
4.12	Interpolasi garis lurus dengan garis lurus	44
4.13	Hasil penggabungan bidang interpolasi menjadi benda α	45
4.14	Hasil penggabungan bidang interpolasi menjadi bidang β	47
4.15	Hasil penggabungan bidang interpolasi menjadi benda γ	48
4.16	Hasil penggabungan bidang interpolasi menjadi benda δ	52
4.17	Hasil penggabungan bidang interpolasi menjadi benda ρ	55
4.18	Hasil penggabungan bidang interpolasi menjadi benda φ	58
4.19	Hasil penggabungan bidang interpolasi menjadi benda ω	60
4.20	Hasil penggabungan bidang interpolasi menjadi benda μ	61
4.21	Model komponen <i>transporter</i> dengan satu sumbu pemodelan	64
4.22	Visualisasi komponen <i>transporter</i> satu sumbu pemodelan	64
4.23	Model komponen alas dan puncak dengan satu sumbu pemodelan	66
4.24	Visualisasi komponen alas dan puncak satu sumbu pemodelan	66
4.25	Model komponen air mancur dinding dengan dua sumbu pemodelan	69
4.26	Visualisasi komponen air mancur dinding dua sumbu pemodelan	69
4.27	Model komponen air mancur dinding dengan satu sumbu pemodelan	75
4.28	Visualisasi komponen air mancur dinding lima sumbu pemodelan dengan berbagai model <i>transporter</i>	76
4.29	Penataan air mancur dinding dengan kerangka berpola	79
4.30	Variasi bentuk benda dasar hasil teknik pemotongan	80

4.31	Perubahan dan pergeseran tutup tabung	80
4.32	Permukaan lengkung pada prisma segi enam beraturan	81
4.33	Variasi benda dari deformasi limas	81
4.34	Variasi benda dari gabungan bidang interpolasi	82
4.35	Variasi bentuk air mancur dinding dengan sumbu pemodelan dan kerangka berpola	84



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Modelisasi Komponen Penyusun Air Mancur Dinding	88
A.1 Deformasi Bola	88
A.2 Deformasi Tabung	88
A.3 Deformasi Prisma	88
A.4 Deformasi Limas	90
A.5 Bidang Interpolasi α	90
A.6 Bidang Interpolasi β	93
A.7 Bidang Interpolasi γ	94
A.8 Bidang Interpolasi δ	94
A.9 Bidang Interpolasi ρ	96
A.10 Bidang Interpolasi φ	99
A.11 Bidang Interpolasi ω	102
A.12 Bidang Interpolasi μ	105
B Perangkaian Komponen Penyusun Air Mancur Dinding	106
B.1 <i>Transporter</i> satu sumbu pemodelan	106
B.2 Alas dan Puncak satu sumbu pemodelan	107
B.3 <i>Transporter</i> dua sumbu pemodelan	107
B.4 Komponen Air Mancur Dinding Lima Sumbu Pemodelan	107
B.5 Penataan Air Mancur Dinding dengan Kerangka Berpola	109

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air mancur merupakan dekorasi mewah yang biasa digunakan di tempat terbuka dan tempatnya dapat dilihat oleh banyak orang. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), air mancur berasal dari kata dasar air dan pancur. Air adalah cairan jernih tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau, sedangkan pancur berarti memancar ke bawah. Jadi jika dikaitkan dengan sebuah dekorasi menggunakan bantuan alat dapat disimpulkan bahwa air mancur adalah pengaturan aliran air yang disusun dari beberapa benda yang bergerak dari atas ke bawah.

Air mancur pada umumnya diletakkan di tempat yang luas karena mengingat ukurannya yang cukup besar. Air mancur juga mampu menghilangkan kejenuhan bagi yang menikmatinya. Namun tidak semua orang bisa membuat air mancur karena terkendala tempat yang kecil dan dana yang terbatas. Oleh karena itu penelitian ini memunculkan ide baru yaitu dengan menggunakan bantuan *software* Maple 18 akan menciptakan sebuah desain baru dari air mancur yang lebih kecil dan nantinya akan diletakkan di dalam rumah dengan cara ditempelkan, sehingga masalah dari masyarakat yang ingin membuat air mancur sebagai dekorasi di dalam rumah menjadi teratasi. Dari hasil observasi secara kasat mata, air mancur pada umumnya disusun dari beberapa benda geometri ruang seperti bola, tabung, dan prisma. Untuk merubah model yang lebih kecil tentu saja membutuhkan teknik-teknik konstruksi tertentu seperti deformasi. Deformasi dalam konteks geometri adalah kegiatan memberikan sebuah perlakuan pada sebuah objek yang menyebabkan objek lama berubah menjadi objek yang baru. Perubahan ini berupa perubahan bentuk dan ukuran. Perlakuan-perlakuan yang dimaksud berupa pemotongan, perubahan bidang datar, pergeseran sumbu pusat, maupun perlakuan lainnya yang bisa merubah bentuk benda. Teknik penyusunan berasal dari dua kata dasar yaitu teknik dan susun. Beberapa teknik penyusunan yang dapat digunakan antara lain teknik potong, sambung, dan konstruksi. Saat pembuatan komponen dasar dan tempat untuk air mancur ini

benda-benda dasar dideformasi lalu disusun menggunakan teknik potong dan sambung. Setelah komponen dasar terbentuk dan tempat terbentuk, keduanya digabungkan dengan teknik sambung. Teknik-teknik tersebut memungkinkan untuk menyusun benda geometri yang ada sehingga membentuk benda baru yang variatif. Oleh karena itu penelitian ini akan memodelkan sebuah air mancur baru yang lebih kecil dan bervariasi menggunakan pemodelan dan potongan benda-benda geometri berupa bola, tabung, prisma, limas, dan bidang interpolasi sehingga menjadikan sebuah air mancur yang dapat diletakkan di dalam tempat yang kecil.

Hena (2015) meneliti tentang air mancur yang bertujuan untuk memodelkan sebuah air mancur yang diletakkan di tempat yang luas. Namun penelitian tersebut masih relatif umum dari sudut pandang penempatannya dan benda dasar yang digunakan adalah bola, tabung, dan prisma. Sehingga pada penelitian ini membahas tentang modelisasi air mancur dinding menggunakan benda geometri ruang yang lebih kompleks pemanfaatannya dan bentuknya bervariasi. Pemanfaatan tersebut adalah menggunakan air mancur sebagai dekorasi interior di dalam rumah, sedangkan bentuknya akan ditambahkan satu benda dasar lagi yaitu limas.

Pada umumnya air mancur terdiri dari beberapa bagian yaitu bagian puncak, *transporter*, dan alas. Bagian puncak berfungsi sebagai wadah air awal dijatuhkan, bagian transporter terdiri dari beberapa wadah yang nantinya akan digunakan sebagai jalur jalannya air dari puncak menuju ke tempat yang lebih rendah, dan alas berguna sebagai wadah terakhir air ditampung (Gambar 1.1). Snider (1998), pelopor dari *Bell Fountains*, mendesain air mancur yang tersusun atas sebuah potongan tabung lalu terdapat beberapa bel yang berada di tengah-tengah tabung yang diisi air, dan di tengahnya terdapat tempat memancurnya air berbentuk sebuah bola. Air tersebut keluar dari bola dan membentuk sebuah gelombang yang akan terbentur dengan bel sehingga terbentuk nada yang dapat menenangkan suasana. Selain itu Plenza (2004), pendiri *Crown Fountain*, membangun konsep air mancur besar yang hanya terdiri dari satu bentuk namun di salah satu sisinya terdapat ukiran wajah manusia. Pada ukiran tersebut

mulutnya terbuka dan dari situlah air mancur tersebut keluar. Konsep tersebut masih dinilai lemah karena masih membutuhkan banyak tempat dan cukup besar. Desain yang dikenalkan sudah mempunyai banyak sudut pandang, namun masalah ruang lingkup yang besar masih belum terselesaikan. Selain itu variasi dari air mancur ini perlu ditambahkan lagi agar penikmatnya tidak merasakan jenuh ataupun bosan. Dari kelemahan tersebut maka perlu dikembangkan lagi model air mancur yang lebih praktis serta memiliki banyak sudut pandang.

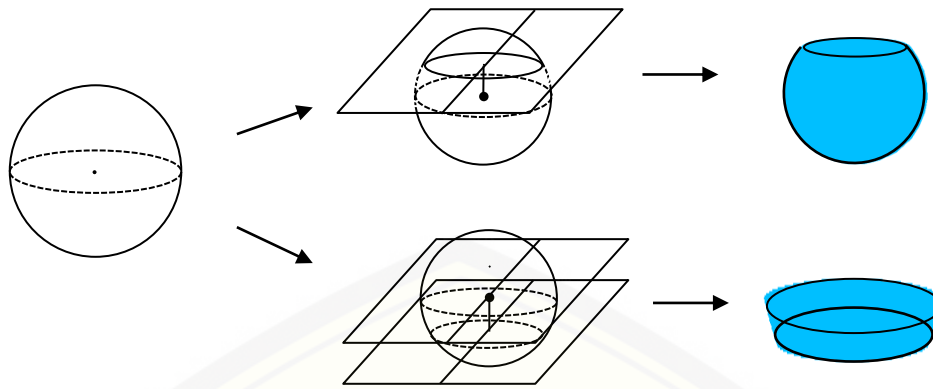


Gambar 1.1 Beberapa bentuk model air mancur

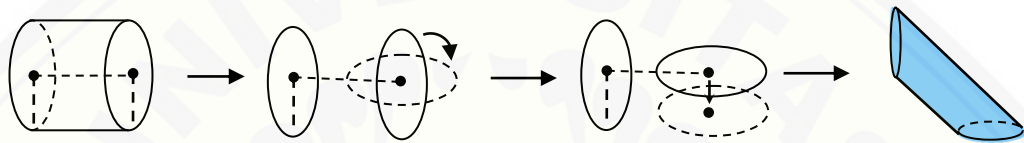
1.2 Rumusan Masalah

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

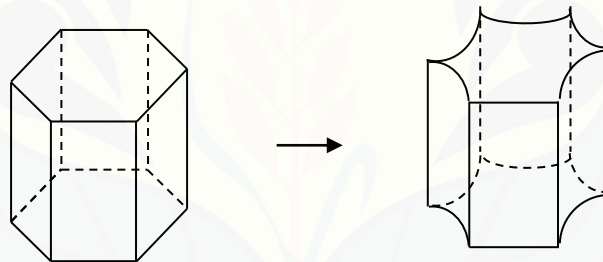
- Diberikan sebuah benda geometri ruang yaitu bola, tabung, limas, prisma, dan bidang interpolasi. Dari beberapa benda geometri ruang tersebut, bagaimana prosedur membuat benda-benda dasar komponen penyusun air mancur dinding menggunakan teknik deformasi pada bola, tabung, limas, prisma, dan bidang interpolasi sehingga menghasilkan beberapa komponen penyusun air mancur dinding yang variatif (Gambar 1.2)?



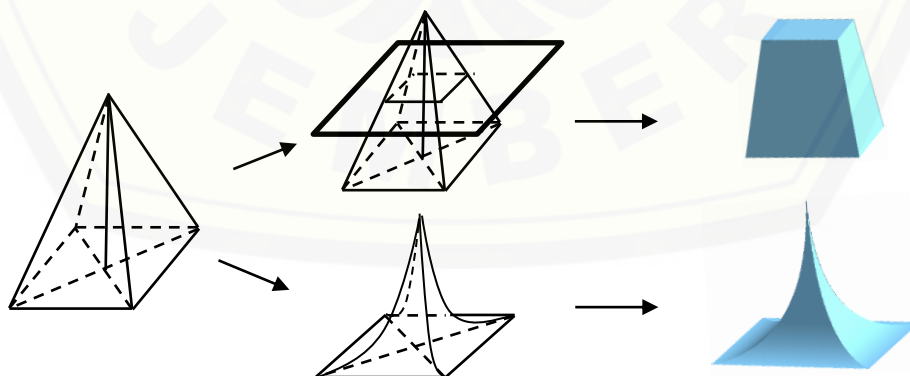
(a) Deformasi Bola



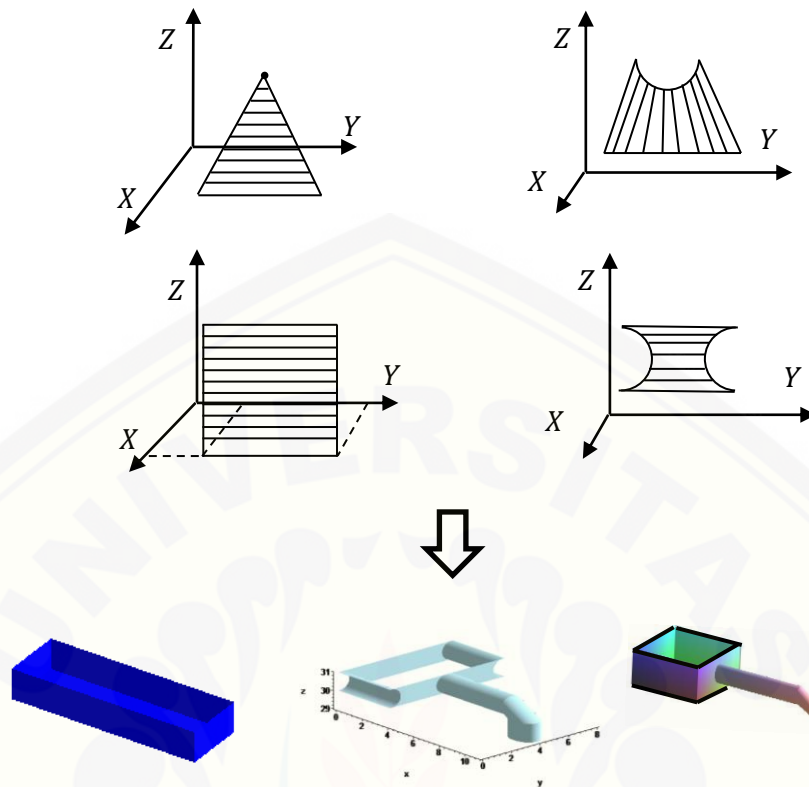
(b) Deformasi Tabung



(c) Deformasi Prisma



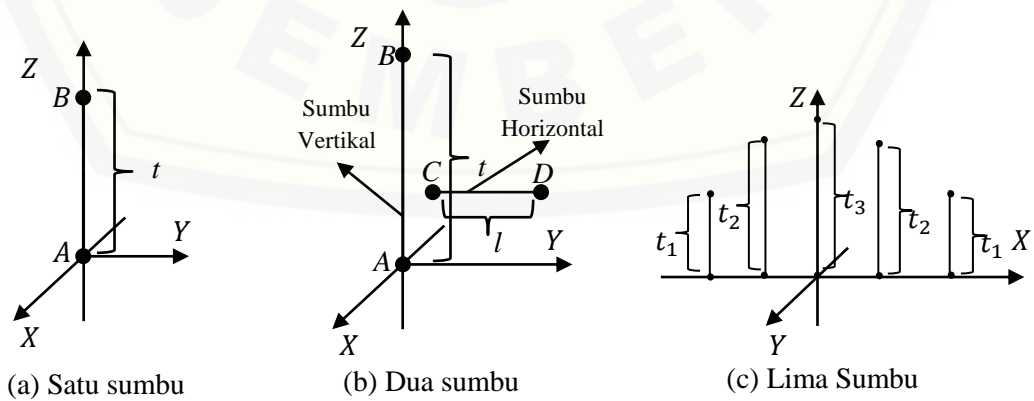
(d) Deformasi Limas



(e) Benda dari bidang interpolasi

Gambar 1.2 Komponen Penyusun Air Mancur Dinding

- b. Diberikan benda-benda dasar penyusun air mancur dinding yang dihasilkan dari langkah (a). Bagaimana prosedur merangkai benda-benda dasar komponen air mancur dinding tersebut agar menghasilkan model air mancur dinding yang variatif (Gambar 1.3)?



Gambar 1.3 Jenis-jenis Sumbu Pemodelan

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu benda dasar yang digunakan mempunyai ukuran yang tetap dan produk yang dihasilkan sebanyak dua *transporter* dan dua wadah (alas dan puncak).

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Mendapatkan prosedur membangun benda-benda dasar untuk komponen penyusun air mancur dinding dari pemotongan bidang datar dan lengkung pada bola, tabung, limas, prisma, dan bidang interpolasi.
- b. Mendapatkan prosedur untuk merangkai benda-benda dasar komponen air mancur dinding agar menghasilkan model komponen air mancur dinding yang variatif.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

- a. Menghasilkan prosedur model air mancur dinding yang variatif menggunakan bantuan *software*.
- b. Menambahkan daftar dekorasi untuk produsen berupa air mancur dinding sehingga bisa menjadikannya dalam daftar dekorasi yang diinginkan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Sehubungan dengan adanya permasalahan yang dimaksud untuk mencari solusi permasalahan modelisasi air mancur dinding, pada bab ini dipaparkan teori-teori dasar yang berkaitan dengan prosedur modelisasi air mancur dinding. Teori dasar ini mencakup kajian tentang segmen garis, bola, tabung, limas, prisma, dan transformasi titik di \mathbb{R}^3 . Karena pembahasannya adalah benda ruang, maka semua teori tersebut akan dijabarkan dalam bentuk tiga dimensi.

2.1 Penyajian Segmen Garis

Kusno (2003) mengatakan segmen garis AB dinotasikan \overline{AB} adalah kumpulan titik-titik dari sebuah garis yang memuat titik A, titik B, dan semua titik yang ada diantara titik A dan titik B.

Misalkan terdapat dua titik berbeda di ruang dengan koordinatnya adalah $A(x_1, y_1, z_1)$ dan $B(x_2, y_2, z_2)$ (Gambar 2.1), maka persamaan vektorial segmen garis \overline{AB} dapat didefinisikan sebagai berikut:

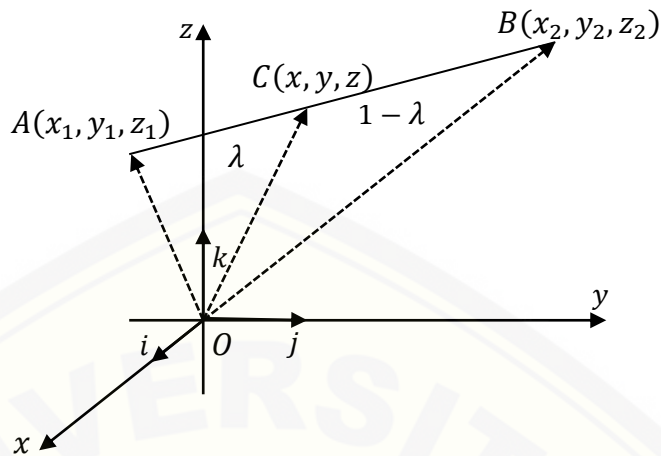
$$\overrightarrow{OC} = \lambda \overrightarrow{OB} + (1 - \lambda) \overrightarrow{OA}$$

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

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

atau

$$\begin{aligned} x &= (1 - \lambda)x_1 + \lambda x_2, \\ y &= (1 - \lambda)y_1 + \lambda y_2, \\ z &= (1 - \lambda)z_1 + \lambda z_2, \end{aligned} \tag{2.1}$$

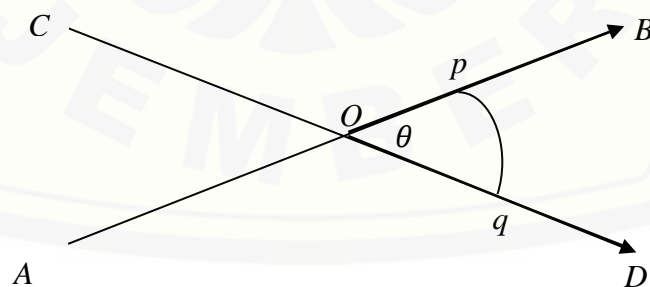


Gambar 2.1 Penyajian segmen garis di \mathbb{R}^3

2.2 Penyajian Sudut

Sudut merupakan gabungan dari dua sinar dengan titik awal atau titik pangkalnya sama. Sinar- sinar yang membentuk sudut tersebut disebut sisi sudut. Sudut dapat dinyatakan dengan urutan nama titik yang membentuk sudut tersebut (Tohir, 2018).

Jika diketahui sinar \overrightarrow{AB} dan sinar \overrightarrow{CD} berpotongan satu sama lain di titik O, maka $\angle AOC$ dan $\angle DOB$ adalah ukuran sudut kedua segmen yang dinotasikan dengan θ (Gambar 2.2)



Gambar 2.2 Penyajian Sudut

Misalkan sinar \overrightarrow{AB} terdapat vektor $\overrightarrow{OB} = p$ dan pada sinar \overrightarrow{CD} terdapat vektor $\overrightarrow{OD} = q$ maka besar sudut θ dapat ditentukan dengan perhitungan:

$$\cos \theta = \frac{p \cdot q}{|p||q|}$$

$$\theta = \arccos \frac{p \cdot q}{|p||q|}$$

2.3 Penyajian Lingkaran

Lingkaran adalah himpunan titik-titik di bidang yang jaraknya sama terhadap suatu titik tertentu. Titik tertentu ini selanjutnya akan disebut sebagai pusat lingkaran (Kusno, 2002). Misalkan diketahui sebarang titik $A(x, y)$ pada lingkaran yang berpusat di $B(x_1, y_1)$, maka melalui A tarik garis g sejajar sumbu Y dan melalui B tarik garis h sejajar sumbu X. Titik C merupakan perpotongan dari kedua garis tersebut dan $\angle ACB$ membentuk sudut siku-siku (Gambar 2.3) maka didapat hubungan:

$$\overrightarrow{BA} = \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CA} \quad (2.2)$$

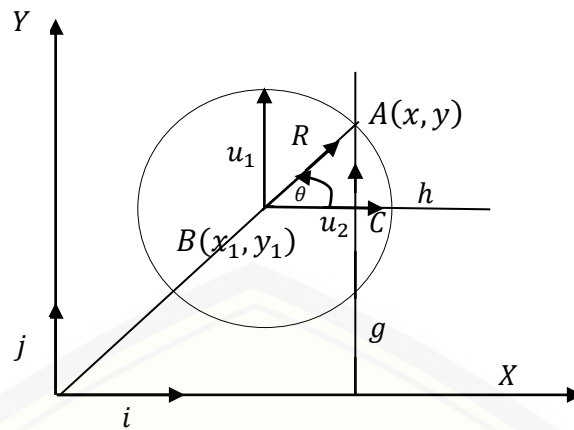
Dari Persamaan (2.2) dapat dibentuk persamaan parametrik lingkaran dengan arah vektor satuan u_1 dan u_2 sebagai berikut:

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

atau dapat juga ditulis:

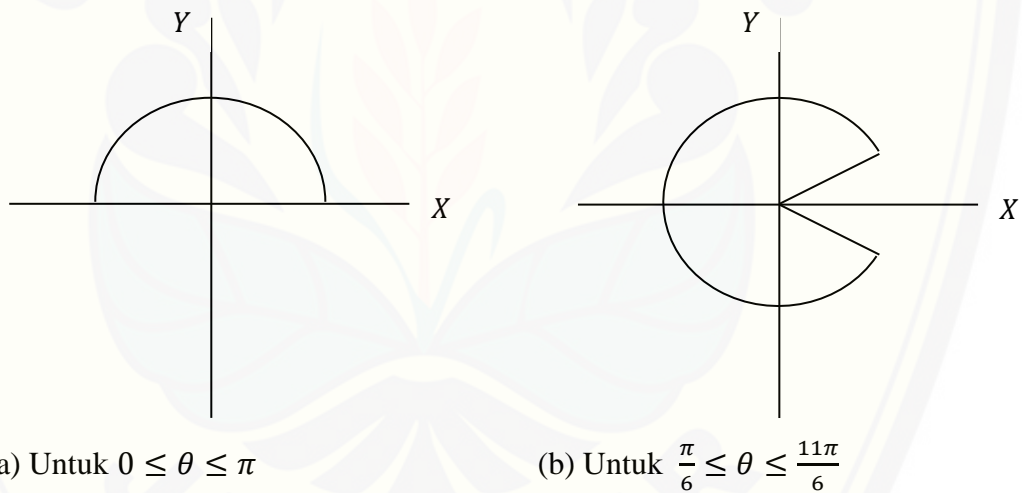
$$\begin{aligned} x(\theta) &= x_1 + R \cos \theta, \\ y(\theta) &= y_1 + R \sin \theta, \end{aligned} \quad (2.3)$$

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



Gambar 2.3 Penyajian lingkaran

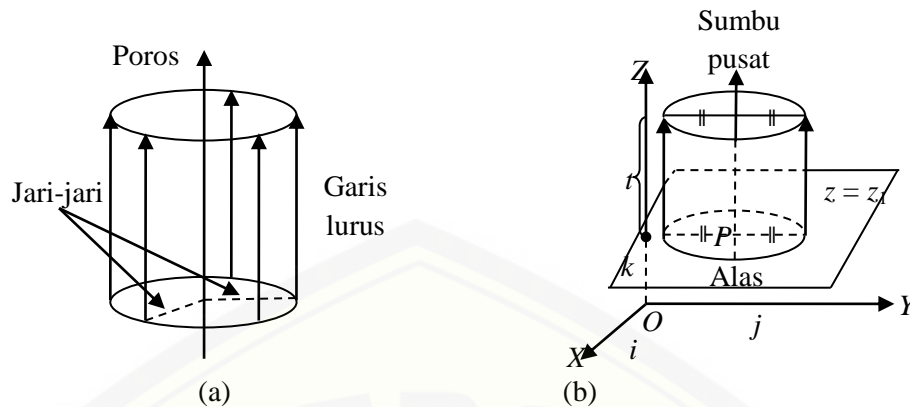
Apabila parameter θ pada Persamaan (2.3) diberikan nilai dalam interval $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$, maka diperoleh keratan lingkaran (Gambar 2.4).



Gambar 2.4 Penyajian keratan lingkaran

2.4 Penyajian Tabung

Menurut Suryadi (1986), tabung adalah benda ruang yang dapat dibangun oleh garis lurus yang sejajar dengan garis lurus tertentu (poros) yang bergerak sejajar dengan jarak konstan. (Gambar 2.5).



Gambar 2.5 Penyajian tabung

Diketahui tabung dengan pusat alas $P_1(x_1, y_1, z_1)$, jari-jari R , dan tinggi t , maka untuk mencari persamaan parametrik tabung dapat digunakan prosedur berikut (Bastian, 2011).

a. Jika alas tabung yang akan dibuat terletak pada bidang $z = z_1$ dan sumbu pusatnya sejajar dengan sumbu Z , maka untuk mencari persamaan parametrik tabung dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Gambar 2.6a).

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

$$L(\theta) = \langle x_1 + R \cos \theta, y_1 + R \sin \theta, z_1 \rangle \quad (2.4)$$

dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan $R \in$ bilangan real.

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

$$T(\theta, z) = \langle x_1 + R \cos \theta, y_1 + R \sin \theta, z \rangle, \quad (2.5)$$

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

b. Jika alas tabung yang akan dibuat terletak pada bidang $x = x_1$ dan sumbu pusat tabung sejajar sumbu X , maka untuk mencari persamaan parametrik tabung dapat dilakukan dengan mengulangi langkah a sehingga didapatkan persamaan parametrik tabung (Gambar 2.6b)

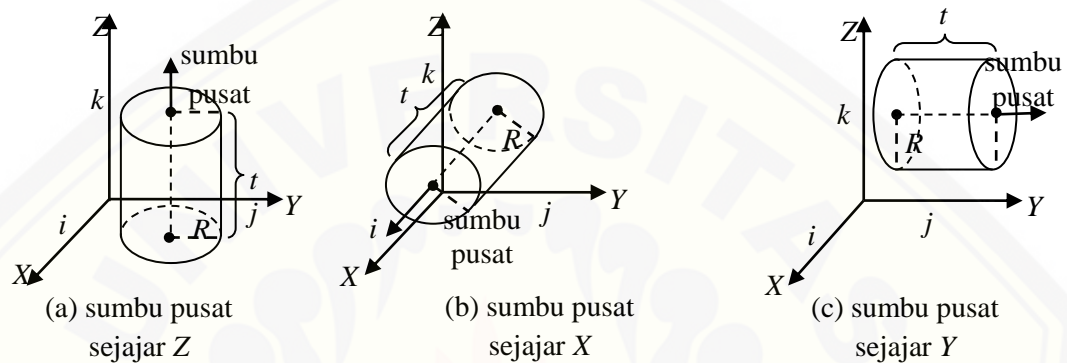
$$T(\theta, z) = \langle x, y_1 + R \sin \theta, z_1 + R \cos \theta \rangle, \quad (2.6)$$

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

- c. Jika alas tabung yang akan dibuat terletak pada bidang $y = y_1$ dan sumbu pusat tabung sejajar sumbu Y , maka untuk mencari persamaan parametrik tabung dapat dilakukan dengan kembali mengulangi langkah a sehingga didapatkan persamaan parametrik tabung (Gambar 2.6c)

$$T(\theta, z) = \langle x_1 + R \cos \theta, y, z_1 + R \sin \theta \rangle, \tag{2.7}$$

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



Gambar 2.6 Tabung dengan beragam sumbu pusat

2.5 Penyajian Bola

Sebuah titik pada ruang dimana pada titik tersebut dikelilingi titik-titik dari semua arah dengan jarak yang sama terhadap titik tersebut, maka himpunan titik-titik di luarnya disebut dengan bola (Kusno, 2002). Titik yang berada di dalam disebut dengan titik pusat, sedangkan jarak titik pusat dengan titik yang lainnya disebut dengan jari-jari bola. Selain itu semua titik luar yang menghubungkan dengan titik luar lainnya dan melewati titik pusat disebut dengan diameter (garis tengah). Berikut ini adalah penjelasan mengenai persamaan bola dalam bentuk parametrik.

Jika diketahui sebuah bola dengan pusat $H(a, b, c)$ dan diketahui pula salah satu titik pada lingkaran yaitu I , dimana $HI = r$, maka bentuk parametriknya dapat dinyatakan sebagai berikut (Gambar 2.7):

Persamaan bola:

$$C(\phi, \theta) = \overline{OI} + S(\phi, \theta),$$

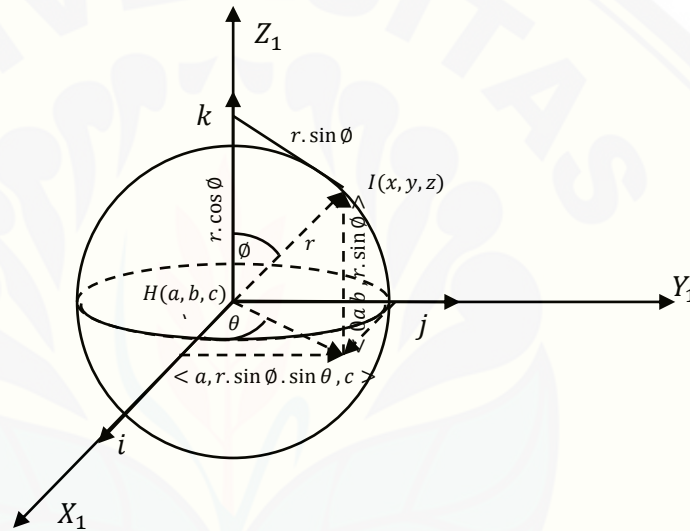
dengan $\overline{OI} = \langle a, b, c \rangle$ dan

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

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

$$C(\phi, \theta) = \langle r \cdot \sin \phi \cdot \cos \theta + a, r \cdot \sin \phi \cdot \sin \theta + b, r \cdot \cos \phi + c \rangle. \quad (2.8)$$

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



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

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

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

jika dengan pusat sepanjang sumbu Y , yaitu

$$C(\phi, \theta) = \langle r \cdot \sin \phi \cdot \cos \theta + 0, r \cdot \sin \phi \cdot \sin \theta + b, r \cdot \cos \phi + 0 \rangle, \quad (2.10)$$

dan jika dengan pusat sepanjang sumbu Z , yaitu

$$C(\phi, \theta) = \langle r \cdot \sin \phi \cdot \cos \theta + 0, r \cdot \sin \phi \cdot \sin \theta + 0, r \cdot \cos \phi + c \rangle. \quad (2.11)$$

Di lain sisi jika diinginkan suatu potongan bola dengan pusat $H(a, b, c)$ yang dipotong tegak lurus terhadap sumbu x, y , atau z , maka potongan bola dapat

ditentukan melalui persamaan (2.8), (2.9), (2.10), dan (2.11) dengan parameter

$0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan $\phi_{\min} \leq \phi \leq \phi_{\max}$ serta

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

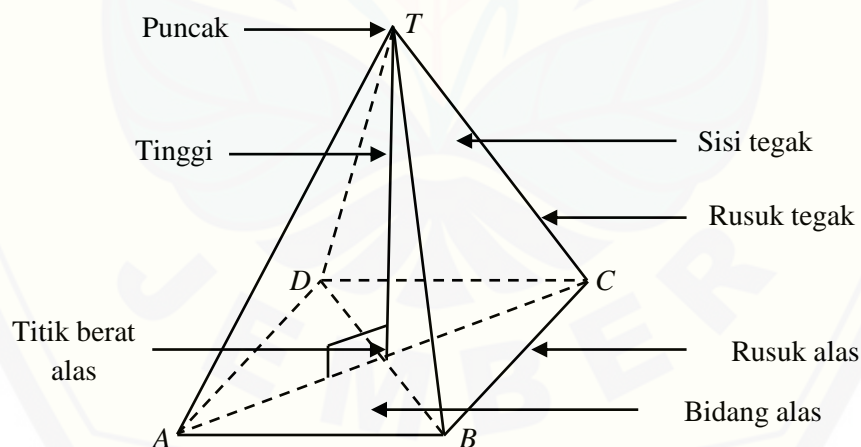
Jari-jari alas kedua = $r_b = r \cdot \sin(\phi_{\max})$,

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

Tinggi alas pertama = $b_a = r \cdot \cos(\phi_{\min})$.

2.6 Penyajian Limas

Limas adalah suatu bangun pada R^3 yang dibatasi oleh bidang alas berupa sebuah bidang segi- n dan n buah segitiga yang menjadi sisi tegak yang berpusat pada satu titik sudut persekutuan (puncak) seperti pada Gambar 2.8 (Bastian, 2011). Rusuk-rusuk yang memiliki puncak merupakan rusuk tegak dan sisi dari bidang segi- n merupakan rusuk alas yang membentuk poligon. Suatu limas dikatakan limas tegak jika tingginya adalah dari titik berat alas menuju titik puncak limas. Unsur-unsur yang perlu diperhatikan pada limas dapat dijelaskan pada gambar berikut:



Gambar 2.8 Limas tegak segiempat T.ABCD dan komponen-komponennya

Jika diketahui persegi panjang (poligon segi empat) atau poligon segi enam beraturan bertitik sudut $P_1(x_1, y_1, z_1), P_2(x_2, y_2, z_2), \dots, P_n(x_n, y_n, z_n)$ dengan $n = 4$ atau $n = 6$, maka dapat dibangun sebuah limas segi- n dengan ketinggian t melalui tahapan berikut (Gambar 2.9).

a. Menghitung titik perpotongan diagonal alas, yaitu:

1. Untuk limas persegi panjang

$$\text{Titik perpotongan diagonal } P_{d_4} \left(\frac{x_1+x_3}{2}, \frac{y_1+y_3}{2}, \frac{z_1+z_3}{2} \right)$$

2. Untuk limas segi enam beraturan

$$\text{Titik perpotongan diagonal } P_{d_6} \left(\frac{x_1+x_4}{2}, \frac{y_1+y_4}{2}, \frac{z_1+z_4}{2} \right)$$

b. Menghitung posisi titik puncak limas $T(x_t, y_t, z_t)$ dengan ketinggian t dari titik P_d didapatkan:

1. Untuk limas persegi panjang

$$T(x_t, y_t, z_t) = T\left(\frac{t.a}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}} + \frac{x_1+x_3}{2}, \frac{t.b}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}} + \frac{y_1+y_3}{2}, \frac{t.c}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}} + \frac{z_1+z_3}{2}\right)$$

2. Untuk limas segi enam beraturan

$$T(x_t, y_t, z_t) = T\left(\frac{t.a}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}} + \frac{x_1+x_4}{2}, \frac{t.b}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}} + \frac{y_1+y_4}{2}, \frac{t.c}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}} + \frac{z_1+z_4}{2}\right)$$

dengan persamaan a , b , dan c sebagai berikut:

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

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

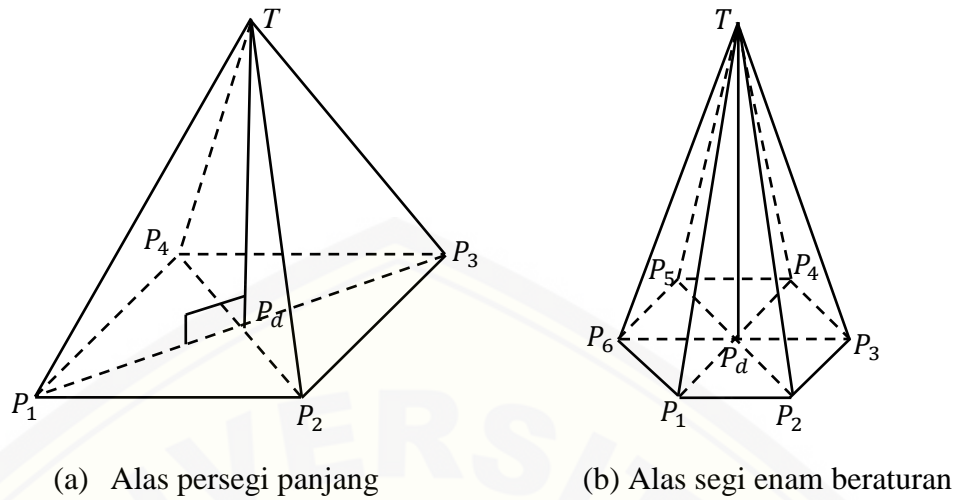
$$c = x_1(y_3 - y_2) + x_2(y_1 - y_3) + x_3(y_2 - y_1).$$

c. Membangun permukaan limas segi- n , yaitu:

1. Menginterpolasi masing-masing rusuk alas terhadap titik $T(x_t, y_t, z_t)$ menggunakan Persamaan (2.12);

2. Menginterpolasi segitiga untuk mendapatkan alas limas.

d. Terbangun limas tegak segi- n seperti Gambar 2.9



(a) Alas persegi panjang

(b) Alas segi enam beraturan

Gambar 2.9 Limas tegak

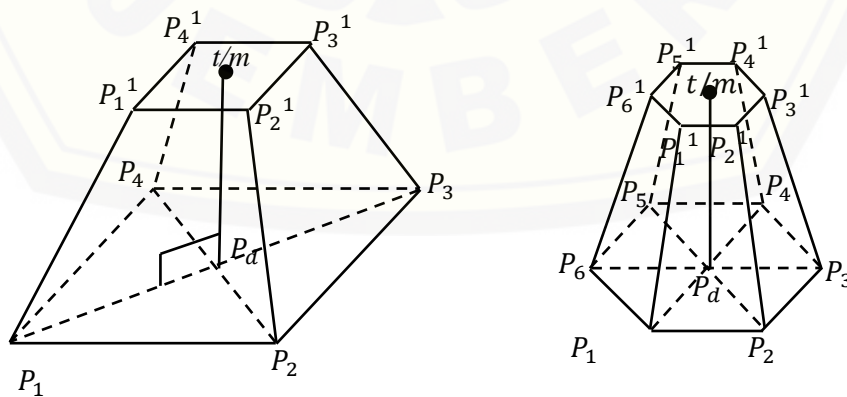
Di lain pihak jika diinginkan suatu potongan limas yang dipotong secara tegak lurus terhadap $\overline{TP_d}$ dengan tinggi t/m dari alas limas, maka dapat dilakukan menggunakan langkah-langkah berikut (Gambar 2.10).

- a. Menghitung koordinat titik sudut bidang potongan limas $P_1^1, P_2^1, \dots, P_n^1$ sehingga didapatkan

$$P_i^1(x_i^1, x_i^1, x_i^1) = P_i^1 \left(\frac{(m-t)x_i + t.x_t}{m.t}, \frac{(m-t)y_i + t.y_t}{m.t}, \frac{(m-t)z_i + t.z_t}{m.t} \right),$$

dengan $i = 1, 2, \dots, n$.

- b. Menginterpolasi segitiga untuk mendapatkan alas atas limas dari hasil potongan dan didapatkan keratan limas tegak seperti pada Gambar 2.10.



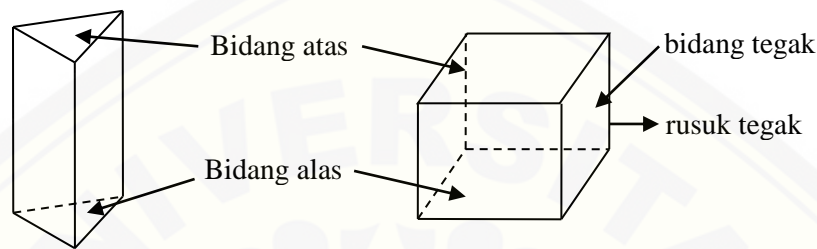
(a) Persegi panjang

(b) Segi enam beraturan

Gambar 2.10 Potongan limas tegak

2.7 Penyajian Prisma Segienam Beraturan

Menurut Rahardjo (2009), prisma adalah suatu benda ruang tertutup yang dibatasi oleh dua bidang sejajar dan beberapa bidang perpotongan dengan garis-garis potong sejajar. Dua bidang yang sejajar tersebut dinamakan bidang alas dan bidang atas, bidang-bidang perpotongan disebut dengan bidang tegak, sedangkan jarak antara bidang alas dan bidang atas disebut tinggi prisma (Gambar 2.11).



Gambar 2.11 Prisma dan bagiannya

Penamaan prisma diambil dari nama poligon yang menjadi bidang alas dan bidang atasnya. Jika bidang alas dan bidang atas berbentuk segilima, maka prisma tersebut disebut prisma segilima. Sedangkan prisma segienam beraturan, bidang alas dan bidang atas berupa segienam beraturan.

Misalkan diketahui segienam beraturan $K_1K_2K_3K_4K_5K_6$ 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. Dari data titik-titik tersebut dapat dikonstruksi prisma segienam beraturan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Roifah, 2013).

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

$$\overrightarrow{K_1K_2} = \langle x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1 \rangle,$$

$$\overrightarrow{K_3K_2} = \langle x_2 - x_3, y_2 - y_3, z_2 - z_3 \rangle.$$

2. Menghitung vektor normal bidang (\mathbf{n}_{α_u}) alas menggunakan persamaan

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

dengan

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

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

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

3. Mentranslasikan alas prisma dengan tinggi t sejajar $\mathbf{n}_{\alpha_u} = \langle a_1, a_2, a_3 \rangle$ sehingga didapatkan bidang atas prisma dengan titik sudut $K_1', K_2', K_3', K_4', K_5'$ dan K_6' sehingga didapat:

$$\overline{OK_1'} = \overline{OK_1} + t\mathbf{n}_{\alpha_u} \Rightarrow \overline{OK_1'} = \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix},$$

$$\overline{OK_2'} = \overline{OK_2} + t\mathbf{n}_{\alpha_u} \Rightarrow \overline{OK_2'} = \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix},$$

$$\overline{OK_3'} = \overline{OK_3} + t\mathbf{n}_{\alpha_u} \Rightarrow \overline{OK_3'} = \begin{pmatrix} x_3 \\ y_3 \\ z_3 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix},$$

$$\overline{OK_4'} = \overline{OK_4} + t\mathbf{n}_{\alpha_u} \Rightarrow \overline{OK_4'} = \begin{pmatrix} x_4 \\ y_4 \\ z_4 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix},$$

$$\overline{OK_5'} = \overline{OK_5} + t\mathbf{n}_{\alpha_u} \Rightarrow \overline{OK_5'} = \begin{pmatrix} x_5 \\ y_5 \\ z_5 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix},$$

$$\overline{OK_6'} = \overline{OK_6} + t\mathbf{n}_{\alpha_u} \Rightarrow \overline{OK_6'} = \begin{pmatrix} x_6 \\ y_6 \\ z_6 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix}.$$

4. Menginterpolasi segmen-segmen garis pada bidang alas dan bidang atas prisma menggunakan persamaan (2.12) sehingga didapatkan enam bidang segiempat dengan persamaan

$$S_{K_1K_2K_1'K_2'}(u, v) = (1 - v) \overline{K_1K_2}(u) + v \overline{K_1'K_2'}(u),$$

$$S_{K_2K_3K_2'K_3'}(u, v) = (1 - v) \overline{K_2K_3}(u) + v \overline{K_2'K_3'}(u),$$

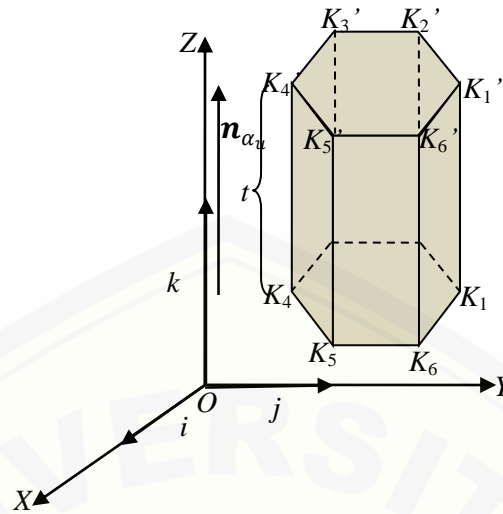
$$S_{K_3K_4K_3'K_4'}(u, v) = (1 - v) \overline{K_3K_4}(u) + v \overline{K_3'K_4'}(u),$$

$$S_{K_4K_5K_4'K_5'}(u, v) = (1 - v) \overline{K_4K_5}(u) + v \overline{K_4'K_5'}(u),$$

$$S_{K_5K_6K_5'K_6'}(u, v) = (1 - v) \overline{K_5K_6}(u) + v \overline{K_5'K_6'}(u),$$

$$S_{K_1K_6K_1'K_6'}(u, v) = (1 - v) \overline{K_1K_6}(u) + v \overline{K_1'K_6'}(u).$$

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



Gambar 2.12 Penyajian prisma segienam beraturan

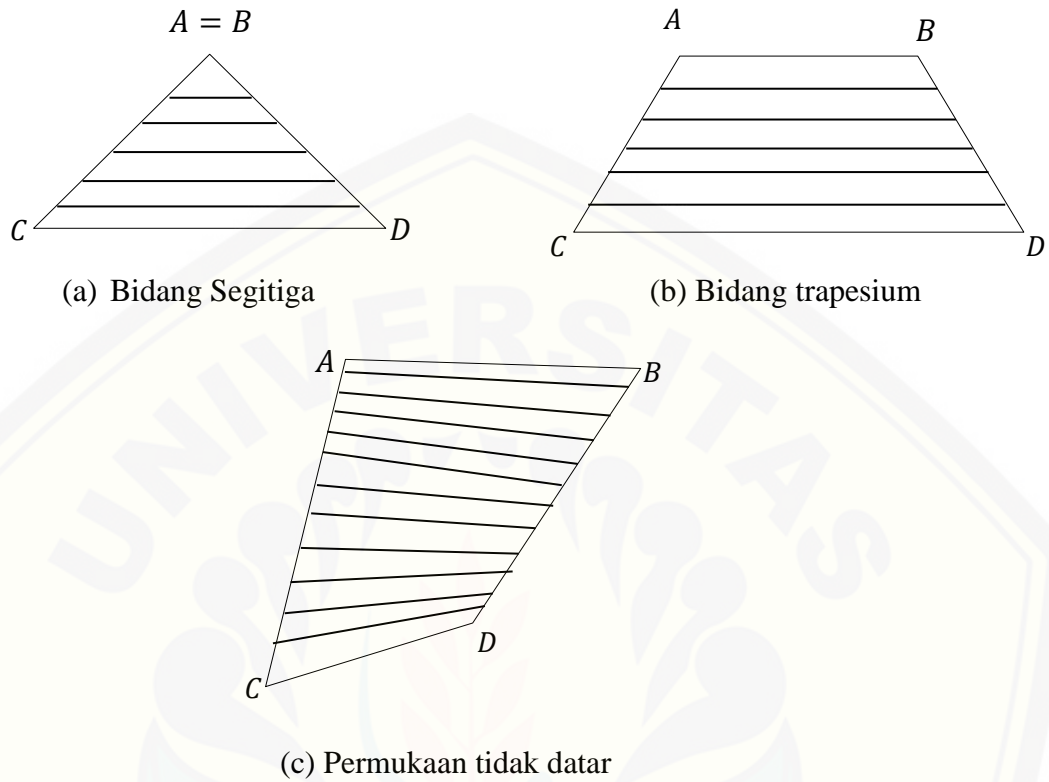
2.8 Interpolasi diantara Segmen Garis dan Kurva di Ruang

Misalkan terdapat dua segmen garis \overline{PQ} dan \overline{RS} didefinisikan masing-masing oleh $P(x_1, y_1, z_1)$, $Q(x_2, y_2, z_2)$, $R(x_3, y_3, z_3)$ dan $S(x_4, y_4, z_4)$ dalam bentuk parametrik $\mathbf{l}_1(u)$ dan $\mathbf{l}_2(u)$, maka permukaan parametrik hasil interpolasi linier kedua segmen garis tersebut diformulasikan sebagai berikut:

$$\mathbf{T}(u, v) = (1 - v)\mathbf{l}_1(u) + v\mathbf{l}_2(u), \quad (2.12)$$

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

Terdapat kasus khusus untuk interpolasi linier kedua garis tersebut. Jika $P=Q$ atau $R=S$ maka hasil interpolasi Persamaan (2.12) akan menghasilkan bidang segitiga (Gambar 2.13a). Sedangkan jika $\overline{PQ} \parallel \overline{RS}$ maka secara umum akan membentuk bidang segi empat (Gambar 2.13b). Jika bidang tersebut dibentuk dari interpolasi dua garis yang bersilangan maka menghasilkan permukaan tidak datar (dapat melengkung atau terjadi puntiran di sebagian permukaan tersebut) (Gambar 2.13c).

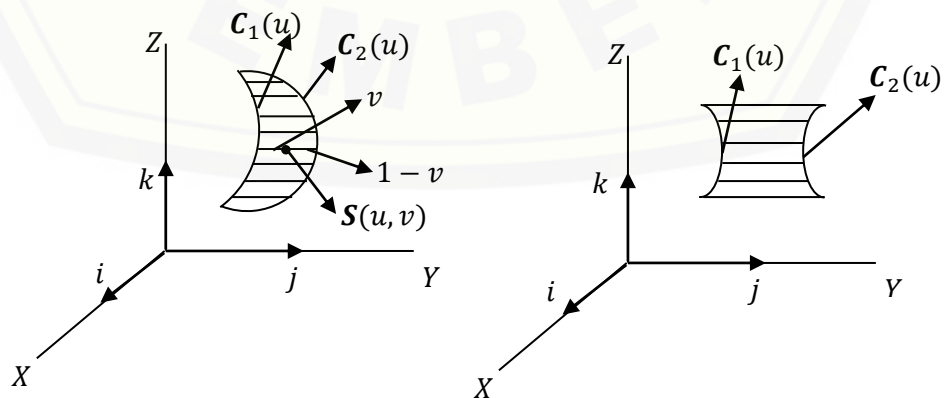


Gambar 2.13 Contoh kasus khusus interpolasi linier dua segmen garis

Di lain sisi dapat pula dibangun permukaan lengkung hasil interpolasi kurva ruang melalui persamaan berikut:

$$T(u, v) = (1 - v)C_1(u) + vC_2(u), \tag{2.13}$$

dengan $C_1(u)$ dan $C_2(u)$ merupakan kurva batas (Gambar 2.14).



Gambar 2.14 Interpolasi linier pada kurva

2.9 Transformasi Titik di R^3

Transformasi T di bidang datar merupakan suatu pemetaan titik di bidang yang sama. Misalkan: $R^3 \rightarrow R^3$ adalah transformasi T yang memetakan titik $P(x, y, z)$ ke titik bayangan $P'(x', y', z')$, sehingga $P' = T(P)$. Hubungan (x', y', z') dengan (x, y, z) dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\begin{cases} x' = ax + by + cz \\ y' = dx + ey + fz \\ z' = gx + hy + kz \end{cases} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

Transformasi T memetakan $P(x, y, z)$ ke titik bayangan $P'(x', y', z')$ bersesuaian dengan matriks $M = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}$, dan matriks M disebut matriks transformasi. Selanjutnya akan diformulasikan hasil transformasi x' , y' dan z' oleh T sebagai berikut:

2.9.1 Translasi (Pergeseran)

Translasi adalah perpindahan atau pergeseran kedudukan sebarang titik dengan besaran dan arah tertentu yang menghasilkan bayangan yang kongruen dengan benda aslinya. Secara umum translasi dapat dinyatakan oleh persamaan $q = p + k$ dengan p adalah posisi titik awal, q adalah posisi titik bayangan, dan k besar perpindahan atau pergeseran. Persamaan translasi dalam bentuk koordinat kartesius dapat dinyatakan sebagai berikut (Ayres, 2003).

$$(x', y', z') = (x, y, z) + (k_1, k_2, k_3).$$

Dalam bentuk matriks, notasi diatas dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1 \\ k_2 \\ k_3 \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

2.9.2 Dilatasi

Dilatasi adalah salah satu transformasi yang mengubah jarak titik-titik dengan faktor pengali tertentu (k) terhadap suatu titik tertentu yang disebut

sebagai pusat dilatasi. Dengan kata lain, dilatasi merupakan transformasi yang mengubah ukuran (memperbesar atau memperkecil) suatu benda.

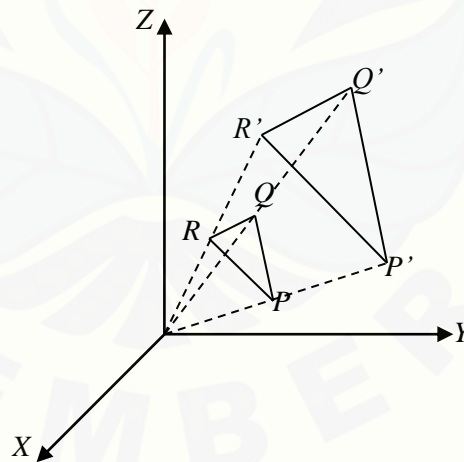
Menurut Kusno (2009), transformasi dilatasi yang memetakan titik $P(x,y,z)$ ke $P'(x',y',z')$ didefinisikan dengan bentuk formula berikut:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 & 0 & 0 \\ 0 & k_2 & 0 \\ 0 & 0 & k_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1x \\ k_2y \\ k_3z \end{bmatrix}, \quad (2.16)$$

dengan k_1, k_2, k_3 bilangan real.

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

Misalkan segitiga PQR dengan titik-titik sudut $P(x_1,y_1,z_1)$, $Q(x_2,y_2,z_2)$ dan $R(x_3,y_3,z_3)$ didilatasi dengan faktor pengali $k > 1$, sehingga didapatkan segitiga bayangan $P'Q'R'$ dengan titik-titik sudut $P'(kx_1,ky_1,kz_1)$, $Q'(kx_2,ky_2,kz_2)$ dan $R'(kx_3,ky_3,kz_3)$ seperti terlihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Dilatasi dengan $k > 1$

2.10 Penyajian Kurva Hermit Kuadratik

Menurut Kusno (2009), kurva Hermit kuadratik dapat dinyatakan sebagai berikut (Gambar 2.16):

$$\mathbf{p}(u) = \mathbf{p}(0)K_1(u) + \mathbf{p}(1)K_2(u) + \mathbf{p}^u(1)K_3(u), \quad (2.17)$$

dengan:

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

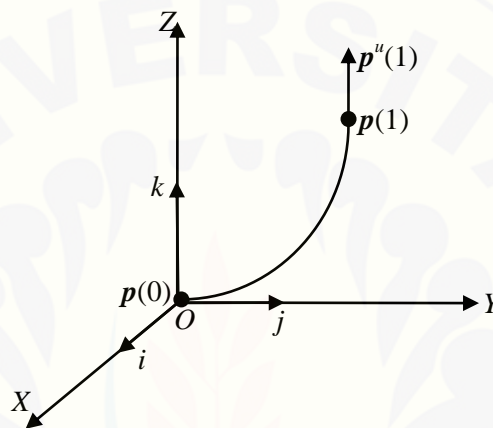
$$K_2(u) = (2u - u^2),$$

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

$p(0)$ = titik awal kurva,

$p(1)$ = titik akhir kurva,

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



Gambar 2.16 Kurva Hermit kuadratik

2.11 Penyajian Kurva dan Permukaan Bezier

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

$$C(u) = \sum_{i=0}^n P_i B_i^n(u), \quad 0 \leq u \leq 1 \tag{2.18}$$

dengan:

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

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

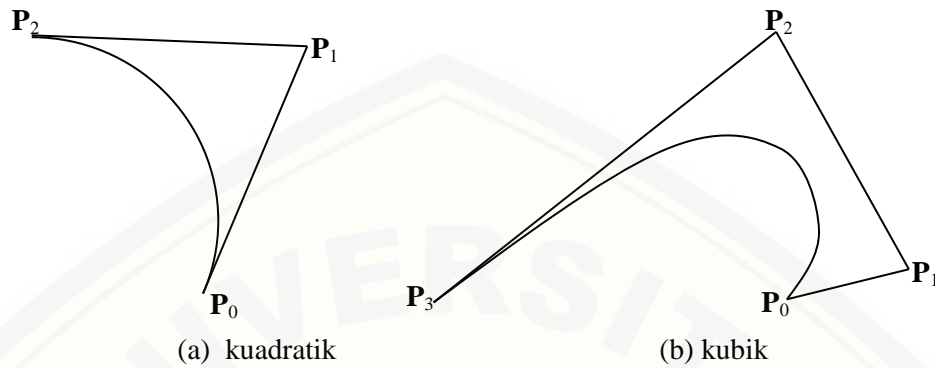
P_i = koefisien geometri / titik kontrol kurva $C(u)$.

Jika $n = 2$, akan dihasilkan kurva Bezier kuadratik dengan persamaan parametrik (Gambar 2.17a):

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

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 (Gambar 2.17b):

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



Gambar 2.17 Kurva Bezier

Permukaan Bezier pada prinsipnya identik dengan kurva Bezier. Permukaan Bezier $S(u,v)$ derajat m dan n dinyatakan dalam bentuk parametrik berikut (Gambar 2.18):

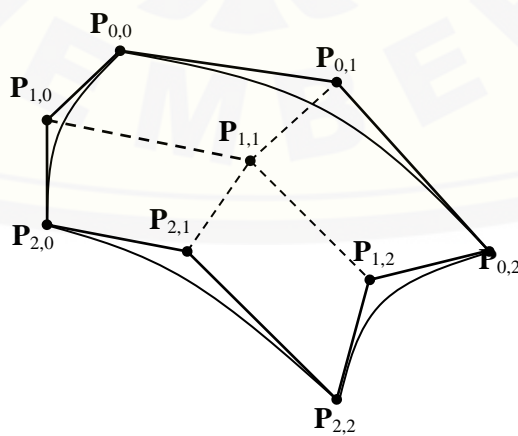
$$S(u,v) = \sum_{i,j=0}^{m,n} P_{ij} B_i^m(u) B_j^n(v), \quad 0 \leq u, v \leq 1 \tag{2.19}$$

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 $S(u,v)$.



Gambar 2.18 Permukaan Bezier dengan $m = 2$ dan $n = 2$

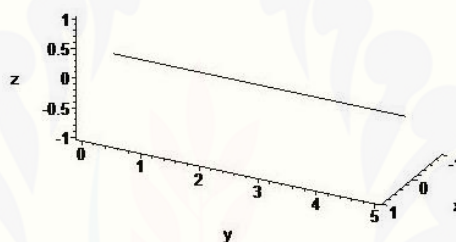
2.12 Konstruksi Objek pada Program Maple 18

Pada subbab ini disajikan beberapa contoh konstruksi obyek-obyek geometri dengan *software* Maple 18 untuk mengkonstruksi objek geometri.

a. Penyajian Segmen Garis

Untuk membuat segmen garis menggunakan maple, dapat menggunakan persamaan (2.1) dengan memberikan nilai (x_1, y_1, z_1) dan (x_2, y_2, z_2) sebagai posisi titik ujung segmen garis di ruang. Misalkan akan dibuat suatu segmen garis a (Gambar 2.19) dengan titik-titik ujung $A(0,0,0)$ dan $B(0,5,0)$. Berikut ini merupakan *script* program Maple 18.

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

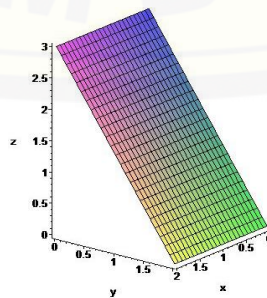


Gambar 2.19 Segmen garis

b. Penyajian Bidang Segiempat

Bidang segi empat dapat disajikan dengan persamaan (2.12). Misalkan dibangun bidang segiempat g (Gambar 2.20) dengan titik sudut-titik sudut $A(2,2,0)$, $B(0,2,0)$, $C(2,0,3)$ dan $D(0,0,3)$ lalu \overline{AB} diinterpolasi dengan \overline{CD} maka bentuk perintahnya sebagai berikut.

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

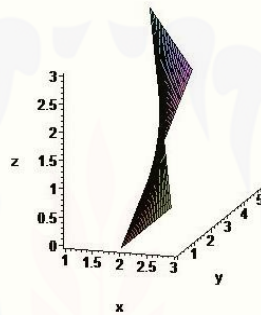


Gambar 2.20 Bidang segiempat

c. Penyajian Permukaan Tidak Datar

Sama halnya dengan penyajian bidang segitiga dan segiempat, untuk membuat permukaan tidak datar juga dapat menggunakan Persamaan (2.12), hanya kurva batasnya dipilih yang menyilang satu sama lain. Dibuat bidang atau permukaan tidak datar i dari titik-titik $A(2,0,0)$, $B(2,3,0)$, $C(3,1,3)$ dan $D(-1,5,3)$ lalu \overline{AB} akan diinterpolasi dengan \overline{CD} . Hasilnya disajikan pada Gambar 2.21 dengan *script* sebagai berikut.

```
i:=plot3d([(1-v)*2+v*(3*(1-u)+(-1)*u), (1-v)*3*u+v*(1*(1-u)+5*u), (1-v)*0+v*3],u=0..1,v=0..1):
```

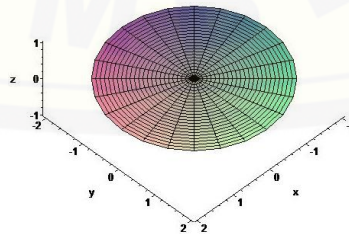


Gambar 2.21 Bidang permukaan tidak datar

d. Penyajian Bidang Lingkaran

Untuk membuat bidang lingkaran dapat dengan memberikan nilai jari-jari dan titik pusatnya. Misalkan akan dibentuk lingkaran l (Gambar 2.22) dengan pusat di $A(0,0,0)$ dan jari-jari sepanjang 2 satuan. Maka menggunakan Persamaan 2.3 dihasilkan *script* sebagai berikut.

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



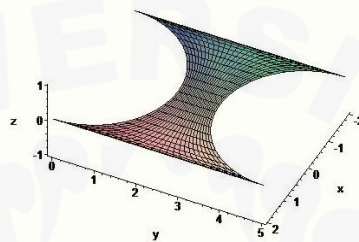
Gambar 2.22 Bidang lingkaran

e. Penyajian interpolasi antara dua kurva

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

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

Permukaan hasil interpolasi ditunjukkan pada Gambar 2.23.

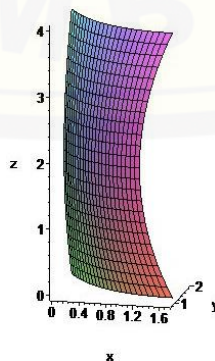


Gambar 2.23 Interpolasi antara dua kurva

f. Penyajian permukaan Bezier

Pada program Maple 18 untuk membangun permukaan Bezier misalnya permukaan Bezier bb , seperti ditunjukkan pada Gambar 2.24 dapat dituliskan contoh *script* program sebagai berikut.

```
bb:=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)+t^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 2.24 Permukaan Bezier

BAB 3. METODE PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah pada subbab 1.2 dan hasil kajian tinjauan pustaka pada Bab 2, penyelesaian masalah tersebut dijabarkan pada langkah-langkah penelitian. Pertama, menentukan benda dasar dan data dari bola, tabung, limas, prisma, dan bidang interpolasi. Kedua, menetapkan metode deformasi yang akan digunakan pada benda dasar. Ketiga, memodelisasi benda-benda dasar tersebut menjadi komponen-komponen penyusun air mancur dinding. Keempat, menggabungkan komponen-komponen tersebut sehingga menjadi air mancur dinding yang variatif menggunakan sumbu pemodelan. Kelima, menyusun program dan simulasi komputer hasil analisis menggunakan *software* Maple 18. Berikut uraian langkah-langkah penelitian untuk memodelisasi air mancur dinding.

3.1 Data Awal

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa titik pusat dan parameter pada bola, tabung, prisma segi enam, limas, dan bidang interpolasi, masing-masing ditetapkan sebagai berikut.

- a. Bola dengan $r = 3$ satuan.
- b. Tabung dengan $r = 0,7$ satuan dan $t = 2$ satuan.
- c. Prisma segi enam beraturan dengan $a = 2$ satuan dan $t = 1$ satuan.
- d. Limas alas segi empat beraturan dengan $6 \leq t \leq 30$ dan $a = 5$ satuan.
- e. Bidang interpolasi dengan kurva berupa titik, garis, dan kurva Bezier.

3.2 Metode

Metode yang digunakan untuk mendeformasi benda geometri tersebut adalah sebagai berikut.

- a. Interpolasi
- b. Interseksi (pemotongan)
- c. Dilatasi
- d. Perubahan bidang datar

3.3 Tahap Modelisasi Benda Dasar

Berdasarkan data awal yang telah diketahui pada subbab 3.1, maka dapat dilakukan modelisasi menggunakan metode pada subbab 3.2 yang lebih lengkapnya dijelaskan sebagai berikut.

a. Modelisasi Bola

Langkah-langkah untuk memodelisasi bola diuraikan sebagai berikut.

1. Menetapkan titik pada jari-jari yang sejajar dengan sumbu x dan z .
2. Membuat bidang datar yang tegak lurus dengan sumbu yang berkaitan.
3. Lakukan pemotongan pada titik tersebut dengan bidang datar dan menghilangkan bagian tertentu dari bola tersebut.

b. Modelisasi Tabung

Langkah-langkah untuk memodelisasi tabung diuraikan sebagai berikut.

1. Putar persamaan lingkaran pada tutup tabung yang sejajar bidang YOZ menjadi sejajar bidang XOY.
2. Translasikan persamaan lingkaran pada tutup tersebut dengan matriks M .
3. Interpolasikan alas lingkaran dengan tutup lingkaran hasil dari langkah (2).

c. Modelisasi Prisma Segi enam Beraturan

Langkah-langkah untuk memodelisasi prisma segi enam beraturan diuraikan sebagai berikut.

1. Mengambil data rusuk alas dan tutup prisma segi enam.
2. Menambahkan vektor arah pada rusuk sehingga membentuk lengkungan
3. Menginterpolasi rusuk alas dengan rusuk tutup.

d. Modelisasi Limas

Langkah-langkah untuk memodelisasi prisma segi enam beraturan diuraikan sebagai berikut.

1. Mengambil data awal berupa titik sudut-titik sudut limas, titik pusat limas, dan tinggi limas.
2. Menarik rusuk tinggi limas ke titik pusat sehingga membentuk lengkungan.
3. Menetapkan titik pada tinggi dan membuat bidang yang tegak lurus dengan tinggi limas lalu memotongnya.

e. Bidang Interpolasi

Langkah-langkah untuk memodelisasi prisma segi enam beraturan diuraikan sebagai berikut.

1. Interpolasi dengan kurva pertama sebagai persamaan titik dan kurva kedua sebagai persamaan garis lurus.
2. Interpolasi dengan kurva pertama sebagai persamaan garis lurus dan kurva kedua sebagai persamaan kurva Bezier.
3. Interpolasi dengan kurva pertama sebagai persamaan kurva Bezier dan kurva kedua sebagai persamaan kurva Bezier.
4. Interpolasi dengan kurva pertama sebagai persamaan garis lurus dan kurva kedua sebagai persamaan garis lurus.
5. Menggabungkan bidang hasil interpolasi sehingga membentuk benda yang bervariasi.

3.4 Penggabungan Hasil Modelisasi

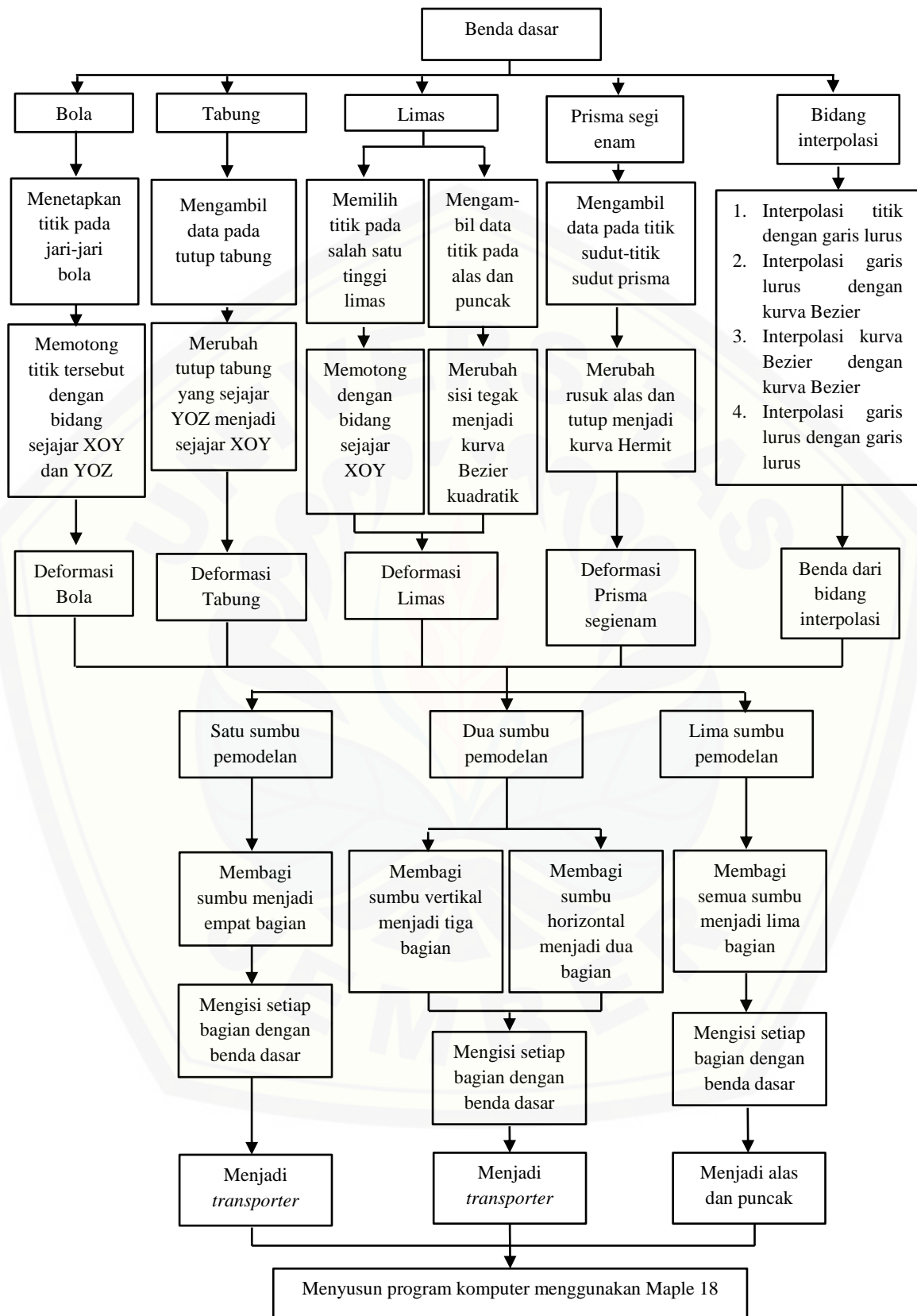
Penggabungan hasil modelisasi pada subbab 3.3 diuraikan sebagai berikut.

- a. Menetapkan sumbu penggabungan sehingga ketinggian, kesimetrian, dan jumlah benda yang digabungkan dapat terkontrol dengan baik.
- b. Mengidentifikasi bentuk benda yang mempunyai bentuk dan ukuran yang sama sehingga bagian satu dengan bagian lainnya dapat dilekatkan dengan baik.
- c. Menggabungkan hasil benda-benda dari perlakuan (b).

3.5 Penyusunan Program

Tahap akhir adalah menyusun program dan simulasi komputer menggunakan *software* Maple 18.

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



Gambar 3.1 Skema Metode Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di bab 4, didapatkan bahwa untuk mendesain komponen air mancur dinding perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.

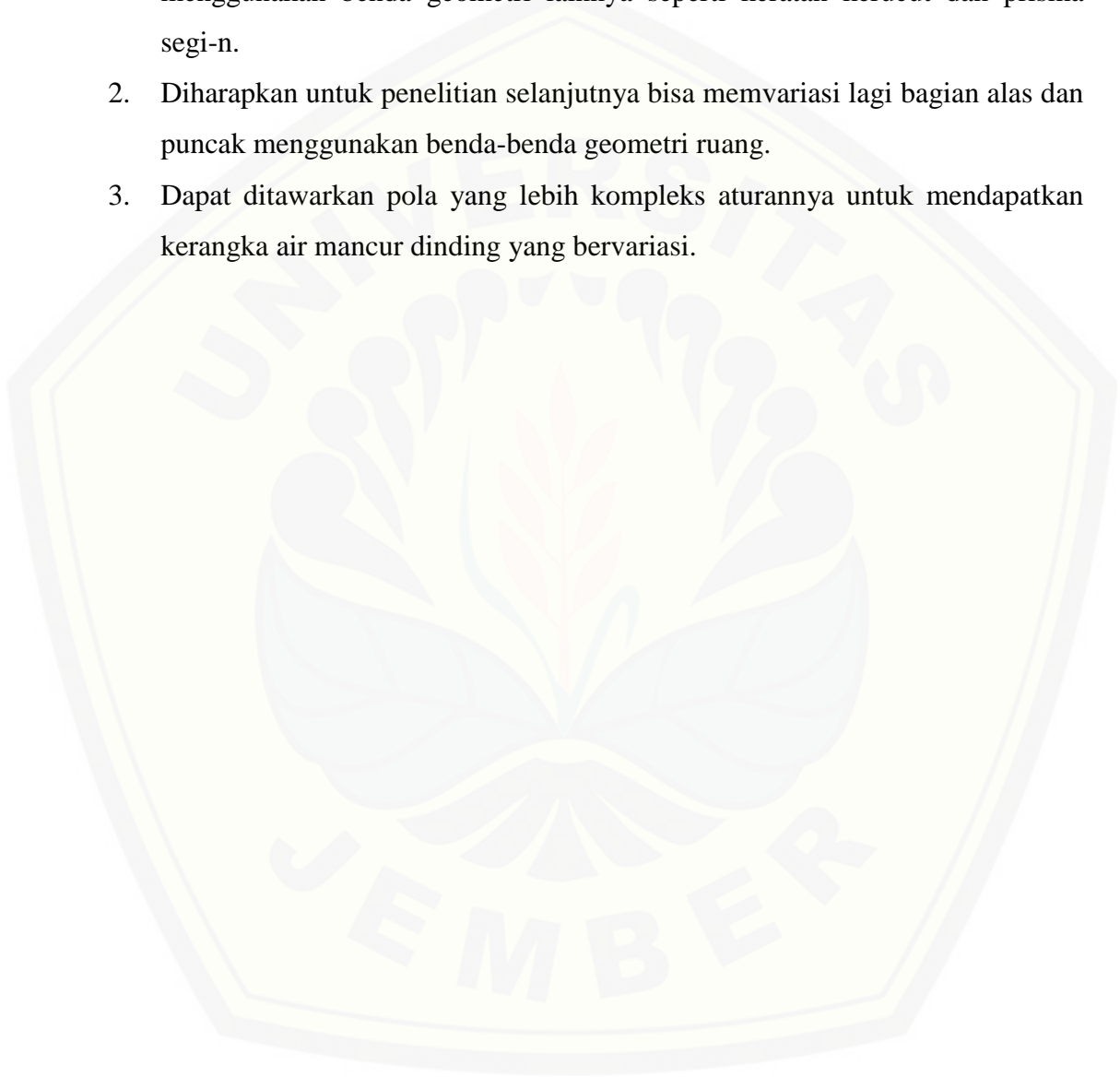
1. Untuk mendesain beragam bentuk benda dasar komponen air mancur dinding dari benda bola, tabung, prisma segienam beraturan, dan limas dapat dilakukan prosedur sebagai berikut. Pertama, menetapkan titik pusat- titik pusat pada masing-masing benda. Kedua, mengoperasikan titik-titik tersebut dengan: (a) menetapkan titik kontrol untuk memperkecil atau memperbesar jari-jari atau ketinggian, (b) membangun segmen garis, bidang pemotongan, kurva Bezier, dan kurva Hermit, dan (c) merubah bidang tegak menjadi bidang datar. Terakhir, menginterpolasikan kurva sehingga menghasilkan bentuk komponen dasar air mancur dinding.
2. Merangkai komponen dasar air mancur dinding hasil perlakuan (a) pada tiga jenis model sumbu pemodelan dan satu kerangka berpola dengan prosedur sebagai berikut. Pertama, membagi sumbu menjadi beberapa segmen. Kedua, mengisi setiap segmen sumbu tersebut dengan benda dasar komponen air mancur dinding sehingga menghasilkan model komponen air mancur yang variatif. Untuk kerangka berpola, prosedurnya sebagai berikut. Pertama, bangun sumbu pemodelan. Kedua, dari sumbu pemodelan tersebut dibuat aturan tertentu yang membuat pola untuk mendapatkan titik-titik baru. Ketiga, pada sumbu pusat diisi dengan komponen alas dan puncak sedangkan pada titik-titik baru diisi dengan *transporter*.

5.2 Saran

Pada skripsi ini telah diperkenalkan prosedur modelisasi komponen air mancur dinding dengan penggabungan hasil deformasi bola, tabung, prisma, dan limas, serta perangkaian komponen penyusun air mancur dinding pada tiga jenis sumbu pemodelan yaitu satu sumbu (vertikal), dua sumbu (vertikal dan

horizontal), dan lima sumbu (5 sumbu vertikal) dan kerangka berpola untuk menghasilkan bentuk air mancur dinding yang variatif. Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya metode ini dapat dikembangkan lagi menggunakan benda geometri lainnya seperti keratan kerucut dan prisma segi-n.
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya bisa memvariasi lagi bagian alas dan puncak menggunakan benda-benda geometri ruang.
3. Dapat ditawarkan pola yang lebih kompleks aturannya untuk mendapatkan kerangka air mancur dinding yang bervariasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Ayres, F. 2003. *Schaum's Outlines Matematika Universitas*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Bastian, A. 2011. Desain Kap Lampu Duduk Melalui Penggabungan Benda-benda Geometri Ruang. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2004. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Hena, O. 2015. Modelisasi Komponen Air Mancur dengan Bantuan Benda Benda Geometri. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Kusno, 2002. *Geometri Rancang Bangun Studi Aljabar Vektor Garis, Lingkaran dan Ellips*. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Kusno, 2003. *Diktat Kuliah Geometri*. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Kusno, 2009. *Geometri Rancang Bangun Studi tentang Desain dan Pemodelan Benda dengan Kurva dan Permukaan Berbantu Komputer*. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Plenza, J. 2004. Crown Fountain. https://en.wikipedia.org/wiki/Crown_Fountain. [Diakses pada 06 Mei 2018].
- Rahardjo, M. 2009. *Geometri Ruang*. Yogyakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Roifah, M. 2013. Modelisasi Knop melalui Penggabungan Benda Dasar Hasil Deformasi Tabung, Prisma Segienam Beraturan, dan Permukaan Putar. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Snider, R. 1998. Bell Fountain. https://www.kineticfountains.com/Woodstock-Encore-Water-Bell-Fountain_p_165.html. [Diakses pada 06 Mei 2018].
- Suryadi, D. 1986. *Teori dan Soal Ilmu Ukur Analitik Ruang*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Tohir, M. 2017. Modul Garis dan Sudut. [https://www.researchgate.net/publication/322420853 Modul Garis dan Sudut](https://www.researchgate.net/publication/322420853_Modul_Garis_dan_Sudut). [Diakses pada 20 Juni 2018].

LAMPIRAN

Lampiran A. Modelisasi Komponen Penyusun Air Mancur Dinding

A.1 Deformasi Bola

Gambar 4.1c

```
> hiasan:=implicitplot3d(((x-ppx)^2)/9+((y-ppy)^2)/9+((z-(ppz+8))^2)/9=1,x=(ppx-3)..(ppx+3),y=(ppy-3)..(ppy+3),z=(ppz+8-2)..(ppz+8-1.5)):
```

Gambar 4.3

Model Kanan

```
> wadah:=implicitplot3d(((x-ppx)^2)/9+((y-ppy)^2)/9+((z-(ppz+4))^2)/9=1,x=(ppx-3)..(ppx+2.9),y=(ppy-3)..(ppy+3),z=(ppz+4-3)..(ppz+4+2)):
```

Model Kiri

```
> wadah:=implicitplot3d(((x-ppx)^2)/9+((y-ppy)^2)/9+((z-(ppz+4))^2)/9=1,x=(ppx-2.9)..(ppx+3),y=(ppy-3)..(ppy+3),z=(ppz+4-3)..(ppz+4+2)):
```

A.2 Deformasi Tabung

Model Kanan

```
> xT1:=0.7*cos(u)+8.9:#bawah
> yT1:=0.7*sin(u):#bawah
> zT1:=2:
> xT2:=6.9:
> yT2:=0.7*sin(u):#atas
> zT2:=0.7*cos(u)+4:#atas
> ujung_trans2:=plot3d([v*xT1+(1-v)*xT2+ppx,v*yT1+(1-v)*yT2+ppy,v*zT1+(1-v)*zT2+ppz],u=0..2*Pi,v=0..1):
```

Model Kiri

```
> xT1:=-0.7*cos(u)-8.9:
> yT1:=-0.7*sin(u):
> zT1:=2:
> xT2:=-6.9:
> yT2:=-0.7*sin(u):
> zT2:=0.7*cos(u)+4:
> ujung_trans2:=plot3d([v*(xT1)+(1-v)*(xT2)+ppx,v*(yT1)+(1-v)*(yT2)+ppy,v*(zT1)+(1-v)*(zT2)+ppz],u=0..2*Pi,v=0..1):
```

A.3 Deformasi Prisma

```
> xK1:=2: yK1:=2*sqrt(3): zK1:=0:
> xK2:=4: yK2:=0: zK2:=1:
pusat(x,y,z)=(ppx,ppy,ppz)
> ppx:=20:
ppy:=8-yK1:
ppz:=10:
```



```

>
> x1:=u*(-xK1)+(1-u)*(xK1):   y1:=u*yK1+(1-u)*(yK1):
z1:=u*zK1+(1-u)*(zK1):
> x2:=u*(-xK1)+(1-u)*(xK1):   y2:=u*yK1+(1-u)*(yK1):
z2:=u*zK2+(1-u)*(zK2):
> x3:=xK1*(1-2*u+u*u)+(-xK1)*(2*u-u*u)+(-4)*(-u+u*u):
y3:=(-yK1)*(1-2*u+u*u)+(-yK1)*(2*u-u*u)+(-4)*(-u+u*u):
z3:=zK1*(1-2*u+u*u)+zK1*(2*u-u*u)+0*(-u+u*u):
> x4:=xK1*(1-2*u+u*u)+(-xK1)*(2*u-u*u)+(-4)*(-u+u*u):
y4:=(-yK1)*(1-2*u+u*u)+(-yK1)*(2*u-u*u)+(-4)*(-u+u*u):
z4:=zK2*(1-2*u+u*u)+zK2*(2*u-u*u)+0*(-u+u*u):
> x5:=xK1*(1-2*u+u*u)+xK2*(2*u-u*u)+(5.47)*(-u+u*u):
y5:=yK1*(1-2*u+u*u)+yK2*(2*u-u*u)+(-1.53)*(-u+u*u):
z5:=zK1*(1-2*u+u*u)+zK1*(2*u-u*u)+0*(-u+u*u):
> x6:=xK1*(1-2*u+u*u)+xK2*(2*u-u*u)+(5.47)*(-u+u*u):
y6:=yK1*(1-2*u+u*u)+yK2*(2*u-u*u)+(-1.53)*(-u+u*u):
z6:=zK2*(1-2*u+u*u)+zK2*(2*u-u*u)+0*(-u+u*u):
> x7:=xK1*(1-2*u+u*u)+xK2*(2*u-u*u)+(5.47)*(-u+u*u):
y7:=(-yK1)*(1-2*u+u*u)+yK2*(2*u-u*u)+(1.53)*(-u+u*u):
z7:=zK1*(1-2*u+u*u)+zK1*(2*u-u*u)+0*(-u+u*u):
> x8:=xK1*(1-2*u+u*u)+xK2*(2*u-u*u)+(5.47)*(-u+u*u):
y8:=(-yK1)*(1-2*u+u*u)+yK2*(2*u-u*u)+(1.53)*(-u+u*u):
z8:=zK2*(1-2*u+u*u)+zK2*(2*u-u*u)+0*(-u+u*u):
> x9:=(-xK1)*(1-2*u+u*u)+(-xK2)*(2*u-u*u)+(-5.47)*(-u+u*u):
y9:=yK1*(1-2*u+u*u)+yK2*(2*u-u*u)+(-1.53)*(-u+u*u):
z9:=zK1*(1-2*u+u*u)+zK1*(2*u-u*u)+0*(-u+u*u):
> x10:=(-xK1)*(1-2*u+u*u)+(-xK2)*(2*u-u*u)+(-5.47)*(-u+u*u):
y10:=yK1*(1-2*u+u*u)+yK2*(2*u-u*u)+(-1.53)*(-u+u*u):
z10:=zK2*(1-2*u+u*u)+zK2*(2*u-u*u)+0*(-u+u*u):
> x11:=(-xK1)*(1-2*u+u*u)+(-xK2)*(2*u-u*u)+(-5.47)*(-u+u*u):
y11:=(-yK1)*(1-2*u+u*u)+yK2*(2*u-u*u)+(1.53)*(-u+u*u):
z11:=zK1*(1-2*u+u*u)+zK1*(2*u-u*u)+0*(-u+u*u):
> x12:=(-xK1)*(1-2*u+u*u)+(-xK2)*(2*u-u*u)+(-5.47)*(-u+u*u):
y12:=(-yK1)*(1-2*u+u*u)+yK2*(2*u-u*u)+(1.53)*(-u+u*u):
z12:=zK2*(1-2*u+u*u)+zK2*(2*u-u*u)+0*(-u+u*u):
>
>
> a1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2+ppx,v*y1+(1-v)*y2+ppy,v*z1+(1-
v)*z2+ppz],u=0..1,v=0..1):
a2:=plot3d([v*x3+(1-v)*x4+ppx,v*y3+(1-v)*y4+ppy,v*z3+(1-
v)*z4+ppz],u=0..1,v=0..1):
a3:=plot3d([v*x5+(1-v)*x6+ppx,v*y5+(1-v)*y6+ppy,v*z5+(1-
v)*z6+ppz],u=0..1,v=0..1):
a4:=plot3d([v*x7+(1-v)*x8+ppx,v*y7+(1-v)*y8+ppy,v*z7+(1-
v)*z8+ppz],u=0..1,v=0..1):
a5:=plot3d([v*x9+(1-v)*x10+ppx,v*y9+(1-v)*y10+ppy,v*z9+(1-
v)*z10+ppz],u=0..1,v=0..1):
a6:=plot3d([v*x11+(1-v)*x12+ppx,v*y11+(1-v)*y12+ppy,v*z11+(1-
v)*z12+ppz],u=0..1,v=0..1):
> s_tegak:=display(a1,a2,a3,a4,a5,a6):

> b1:=plot3d([v*x1+(1-v)*(-x3)+ppx,v*y1+(1-v)*(y3)+ppy,v*z1+(1-
v)*(z3)+ppz],u=0..1,v=0..1):

```

```

b2:=plot3d([v*x5+(1-v)*x11+ppx,v*y5+(1-v)*y11+ppy,v*z5+(1-
v)*z11+ppz],u=0..1,v=0..1):
b3:=plot3d([v*x7+(1-v)*x9+ppx,v*y7+(1-v)*y9+ppy,v*z7+(1-
v)*z9+ppz],u=0..1,v=0..1):
> t_bawah:=display(b1,b2,b3):
>
> c1:=plot3d([v*x2+(1-v)*(-x4)+ppx,v*y2+(1-v)*(y4)+ppy,v*z2+(1-
v)*(z4)+ppz],u=0..1,v=0..1):
c2:=plot3d([v*x6+(1-v)*x12+ppx,v*y6+(1-v)*y12+ppy,v*z6+(1-
v)*z12+ppz],u=0..1,v=0..1):
c3:=plot3d([v*x8+(1-v)*x10+ppx,v*y8+(1-v)*y10+ppy,v*z8+(1-
v)*z10+ppz],u=0..1,v=0..1):
> t_atas:=display(c1,c2,c3):
prisma_alas:=display(s_tegak,t_bawah,t_atas):

```

A.4 Deformasi Limas

Limas Bezier

```

> t:=10:
> x1:=xsv13:
  y1:=ysv13:
  z1:=zsv13:
> x2:=xsv23:
  y2:=ysv23:
  z2:=zsv23:
> x3:=xsv24:
  y3:=ysv24:
  z3:=zsv24:
> x4:=xsv14:
  y4:=ysv14:
  z4:=zsv14:
> xp:=(x1+x3)/2:
  yp:=(y1+y3)/2:
  zp:=(z1+z3)/2:
pusat
> a:=y1*(z3-z2)+y2*(z1-z3)+y3*(z2-z1):
  b:=x1*(z2-z3)+x2*(z3-z1)+x3*(z1-z2):
  c:=x1*(y3-y2)+x2*(y1-y3)+x3*(y2-y1):
> xt:=(t*a)/(sqrt(a*a+b*b+c*c))+xp:
  yt:=(t*b)/(sqrt(a*a+b*b+c*c))+yp:
  zt:=(t*c)/(sqrt(a*a+b*b+c*c))+zp:
> x12:=u*x1+(1-u)*x2:
  y12:=u*y1+(1-u)*y2:
  z12:=u*z1+(1-u)*z2:
> x23:=u*x2+(1-u)*x3:
  y23:=u*y2+(1-u)*y3:
  z23:=u*z2+(1-u)*z3:
> x43:=u*x4+(1-u)*x3:
  y43:=u*y4+(1-u)*y3:
  z43:=u*z4+(1-u)*z3:
> x41:=u*x4+(1-u)*x1:
  y41:=u*y4+(1-u)*y1:

```

```

z41:=u*z4+(1-u)*z1:
SISI TEGAK
> xb1:=x1*(1-u)^2+xp*2*(1-u)*u+xt*(u^2):
yb1:=y1*(1-u)^2+yp*2*(1-u)*u+yt*(u^2):
zb1:=z1*(1-u)^2+zp*2*(1-u)*u+zt*(u^2):
> xb2:=x2*(1-u)^2+xp*2*(1-u)*u+xt*(u^2):
yb2:=y2*(1-u)^2+yp*2*(1-u)*u+yt*(u^2):
zb2:=z2*(1-u)^2+zp*2*(1-u)*u+zt*(u^2):
> xb3:=x3*(1-u)^2+xp*2*(1-u)*u+xt*(u^2):
yb3:=y3*(1-u)^2+yp*2*(1-u)*u+yt*(u^2):
zb3:=z3*(1-u)^2+zp*2*(1-u)*u+zt*(u^2):
> xb4:=x4*(1-u)^2+xp*2*(1-u)*u+xt*(u^2):
yb4:=y4*(1-u)^2+yp*2*(1-u)*u+yt*(u^2):
zb4:=z4*(1-u)^2+zp*2*(1-u)*u+zt*(u^2):
>
>
> st12:=plot3d([v*xb1+(1-v)*xb2,v*yb1+(1-v)*yb2,v*z1+(1-
v)*zb2],u=0..1,v=0..1):
st23:=plot3d([v*xb2+(1-v)*xb3,v*yb2+(1-v)*yb3,v*z2+(1-
v)*zb3],u=0..1,v=0..1):
st34:=plot3d([v*xb3+(1-v)*xb4,v*yb3+(1-v)*yb4,v*z3+(1-
v)*zb4],u=0..1,v=0..1):
st41:=plot3d([v*xb4+(1-v)*xb1,v*yb4+(1-v)*yb1,v*z4+(1-
v)*zb1],u=0..1,v=0..1):
> display(st12,st23,st34,st41):
ALAS
> sa:=plot3d([v*x12+(1-v)*(x43),v*y12+(1-v)*(y43),v*z12+(1-
v)*(z43)],u=0..1,v=0..1):
> sa:
> limas_bezier:=display(st12,st23,st34,st41,sa):

```

Limas Potong

```

> t:=30:
> x1:=-5:
y1:=0:
z1:=5:
> x2:=-10:
y2:=0:
z2:=5:
> x3:=-10:
y3:=5:
z3:=5:
> x4:=-5:
y4:=5:
z4:=5:
> xp:=(x1+x3)/2:
yp:=(y1+y3)/2:
zp:=(z1+z3)/2:
pusat
> a:=y1*(z3-z2)+y2*(z1-z3)+y3*(z2-z1):
b:=x1*(z2-z3)+x2*(z3-z1)+x3*(z1-z2):
c:=x1*(y3-y2)+x2*(y1-y3)+x3*(y2-y1):

```

```
> xt:=(t*a)/(sqrt(a*a+b*b+c*c))+xp:
yt:=(t*b)/(sqrt(a*a+b*b+c*c))+yp:
zt:=(t*c)/(sqrt(a*a+b*b+c*c))+zp:
```

potong

```
> m:=3/2:
```

```
> xtm1:=(x1-xp)*(1-(1/m))+xp:
ytm1:=(y1-yp)*(1-(1/m))+yp:
ztm1:=(t)*(1/m)+zp:
```

```
> xtm2:=(x2-xp)*(1-(1/m))+xp:
ytm2:=(y2-yp)*(1-(1/m))+yp:
ztm2:=(t)*(1/m)+zp:
```

```
> xtm3:=(x3-xp)*(1-(1/m))+xp:
ytm3:=(y3-yp)*(1-(1/m))+yp:
ztm3:=(t)*(1/m)+zp:
```

```
> xtm4:=(x4-xp)*(1-(1/m))+xp:
ytm4:=(y4-yp)*(1-(1/m))+yp:
ztm4:=(t)*(1/m)+zp:
```

```
>
```

```
> xtm12:=u*xtm1+(1-u)*xtm2:
ytm12:=u*ytm1+(1-u)*ytm2:
ztm12:=u*ztm1+(1-u)*ztm2:
```

```
> xtm23:=u*xtm2+(1-u)*xtm3:
ytm23:=u*ytm2+(1-u)*ytm3:
ztm23:=u*ztm2+(1-u)*ztm3:
```

```
> xtm34:=u*xtm3+(1-u)*xtm4:
ytm34:=u*ytm3+(1-u)*ytm4:
ztm34:=u*ztm3+(1-u)*ztm4:
```

```
> xtm41:=u*xtm4+(1-u)*xtm1:
ytm41:=u*ytm4+(1-u)*ytm1:
ztm41:=u*ztm4+(1-u)*ztm1:
```

```
>
```

```
>
```

```
> x12:=u*x1+(1-u)*x2:
y12:=u*y1+(1-u)*y2:
z12:=u*z1+(1-u)*z2:
```

```
> x23:=u*x2+(1-u)*x3:
y23:=u*y2+(1-u)*y3:
z23:=u*z2+(1-u)*z3:
```

```
> x34:=u*x3+(1-u)*x4:
y34:=u*y3+(1-u)*y4:
z34:=u*z3+(1-u)*z4:
```

```
> x41:=u*x4+(1-u)*x1:
y41:=u*y4+(1-u)*y1:
z41:=u*z4+(1-u)*z1:
```

```
=====
```

```
> xtm43:=u*xtm4+(1-u)*xtm3:
ytm43:=u*ytm4+(1-u)*ytm3:
ztm43:=u*ztm4+(1-u)*ztm3:
```

```
> x43:=u*x4+(1-u)*x3:
y43:=u*y4+(1-u)*y3:
z43:=u*z4+(1-u)*z3:
```

```
=====
```

SISI TEGAK

```

> s12:=plot3d([v*x12+(1-v)*xt,v*y12+(1-v)*yt,v*z12+(1-
v)*zt],u=0..1,v=0..1):
s23:=plot3d([v*x23+(1-v)*xt,v*y23+(1-v)*yt,v*z23+(1-
v)*zt],u=0..1,v=0..1):
s34:=plot3d([v*x43+(1-v)*xt,v*y43+(1-v)*yt,v*z43+(1-
v)*zt],u=0..1,v=0..1):
s41:=plot3d([v*x41+(1-v)*xt,v*y41+(1-v)*yt,v*z41+(1-
v)*zt],u=0..1,v=0..1):
> s:=display(s12,s23,s34,s41):
>
> stm12:=plot3d([v*x12+(1-v)*(x12),v*y12+(1-v)*(y12),v*z12+(1-
v)*z12],u=0..1,v=0..1):
stm23:=plot3d([v*x23+(1-v)*(x23),v*y23+(1-v)*(y23),v*z23+(1-
v)*z23],u=0..1,v=0..1):
stm34:=plot3d([v*x34+(1-v)*(x34),v*y34+(1-v)*(y34),v*z34+(1-
v)*z34],u=0..1,v=0..1):
stm41:=plot3d([v*x41+(1-v)*(x41),v*y41+(1-v)*(y41),v*z41+(1-
v)*z41],u=0..1,v=0..1):
> stm:=display(stm12,stm23,stm34,stm41):
> sp12:=plot3d([v*x12+(1-v)*xt,v*y12+(1-v)*yt,v*z12+(1-
v)*zt],u=0..1,v=0..1):
sp23:=plot3d([v*x23+(1-v)*xt,v*y23+(1-v)*yt,v*z23+(1-
v)*zt],u=0..1,v=0..1):
sp34:=plot3d([v*x34+(1-v)*xt,v*y34+(1-v)*yt,v*z34+(1-
v)*zt],u=0..1,v=0..1):
sp41:=plot3d([v*x41+(1-v)*xt,v*y41+(1-v)*yt,v*z41+(1-
v)*zt],u=0..1,v=0..1):
> sp:=display(sp12,sp23,sp34,sp41):
ALAS
> sa:=plot3d([v*x12+(1-v)*(x43),v*y12+(1-v)*(y43),v*z12+(1-
v)*(z43)],u=0..1,v=0..1):
TUTUP
> tu:=plot3d([v*x12+(1-v)*(x43),v*y12+(1-v)*(y43),v*z12+(1-
v)*(z43)],u=0..1,v=0..1):
=====
> limas_potong1:=display(sa,stm,tu):

```

A.5 Bidang Interpolasi α

```

> sh1:=implicitplot3d(y=0, x=0..25, y=0..0.01, z=0..4):
sh2:=implicitplot3d(y=8, x=0..25, y=8..8.01, z=0..4):
sh3:=implicitplot3d(x=0, x=0..0.1, y=0..8, z=0..4):
sh4:=implicitplot3d(x=25, x=25..25.01, y=0..8, z=0..4):
sh5:=implicitplot3d(z=0, x=0..25, y=0..8, z=0..0.01):
alas_horizontal:=display(sh1,sh2,sh3,sh4,sh5):

```

A.6 Bidang Interpolasi β

```

> sh1:=implicitplot3d(y=0, x=-30..35, y=0..0.01, z=0..5):
sh2:=implicitplot3d(y=5, x=-30..35, y=5..5.01, z=0..5):
sh3:=implicitplot3d(x=35, x=35..35.1, y=0..5, z=0..5):
sh4:=implicitplot3d(x=-30, x=-30..-29.99, y=0..5, z=0..5):
sh5:=implicitplot3d(z=5, x=-15..-10, y=0..5, z=5..5.01):
sh6:=implicitplot3d(z=5, x=-5..0, y=0..5, z=5..5.01):

```



```

sh7:=implicitplot3d(z=5, x=5..10, y=0..5, z=5..5.01):
sh8:=implicitplot3d(z=5, x=15..20, y=0..5, z=5..5.01):
sh9:=implicitplot3d(z=0, x=-30..35, y=0..5, z=0..0.01):
alas_horizontal2:=display(sh1,sh2,sh3,sh4,sh5,sh6,sh7,sh8,sh9):

```

A.7 Bidang Interpolasi γ

```

> sv1:=implicitplot3d(x=0, x=0..0.01, y=0..8, z=4..30):
sv2:=implicitplot3d(x=4, x=4..4.01, y=0..8, z=4..30):
sv3:=implicitplot3d(y=0, x=0..4, y=0..0.01, z=4..30):
sv4:=implicitplot3d(y=8, x=0..25, y=8..8.01, z=4..30):
sv5:=implicitplot3d(z=30, x=0..4, y=0..8, z=30..30.1):
alas_vertikal:=display(sv1,sv2,sv3,sv4):

```

A.8 Bidang Interpolasi δ

TITIK AWAL BEZIER #1

```

> tax1:=0:
tay1:=0:
taz1:=30:

```

TITIK KONTROL 1

```

> tkx1:=0:
tky1:=1:
tkz1:=30:

```

TITIK KONTROL 2

```

> tkx2:=0:
tky2:=1:
tkz2:=31:

```

>

TITIK AKHIR BEZIER

```

> tax2:=0:
tay2:=0:
taz2:=31:

```

>

```

> x1:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*(1-u)^2*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
y1:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*(1-u)^2*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
z1:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*(1-u)^2*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):

```

>

TITIK AWAL BEZIER #2

```

> tax1:=0:
tay1:=4:
taz1:=30:

```

TITIK KONTROL 1

```

> tkx1:=0:
tky1:=3:
tkz1:=30:

```

TITIK KONTROL 2

```

> tkx2:=0:
tky2:=3:
tkz2:=31:

```

>

TITIK AKHIR BEZIER

```

> tax2:=0:
tay2:=4:

```



```

taz2:=31:
> x2:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
y2:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
z2:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
>
TITIK AWAL BEZIER #3
> tax1:=9:
tay1:=4:
taz1:=30:
TITIK KONTROL 1
> tkx1:=9:
tky1:=3:
tkz1:=30:
TITIK KONTROL 2
> tkx2:=11:
tky2:=3:
tkz2:=30:
>
TITIK AKHIR BEZIER
> tax2:=11:
tay2:=4:
taz2:=30:
> x3:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
y3:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
z3:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
>
TITIK KONTROL 1
> tkx1:=9:
tky1:=5:
tkz1:=30:
TITIK KONTROL 2
> tkx2:=11:
tky2:=5:
tkz2:=30:
>
> x4:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
y4:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
z4:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
>
PUNCAK #START#
> pc1:=plot3d([v*x1+(1-v)*x2,v*y1+(1-v)*(y2+4),v*z1+(1-
v)*z2],v=0..1,u=0..1):
pc2:=plot3d([v*(x1+4)+(1-v)*(x2+4),v*y1+(1-v)*y2,v*z1+(1-
v)*z2],v=0..1,u=0..1):
pc3:=plot3d([v*(x1+4)+(1-v)*(x2+4),v*(y1+4)+(1-v)*(y2+4),v*z1+(1-
v)*z2],v=0..1,u=0..1):
pc4:=plot3d([v*x1+(1-v)*(x1+4),v*y1+(1-v)*y1,v*z1+(1-
v)*z1],v=0..1,u=0..1):
pc5:=plot3d([v*(x2)+(1-v)*(x2+4),v*(y2+4)+(1-v)*(y2+4),v*z1+(1-
v)*z2],v=0..1,u=0..1):
pc6:=plot3d([v*(x2+4)+(1-v)*(x2+9),v*(y2)+(1-v)*(y2),v*z2+(1-
v)*z2],v=0..1,u=0..1):
pc7:=plot3d([v*(x1+4)+(1-v)*(x1+9),v*(y1+4)+(1-v)*(y1+4),v*z1+(1-
v)*z1],v=0..1,u=0..1):

```

```

pc8:=plot3d([v*(x2+9)+(1-v)*(x3),v*(y2)+(1-v)*(y3),v*z2+(1-
v)*z3],v=0..1,u=0..1):
pc9:=plot3d([v*(x1+9)+(1-v)*(x4),v*(y1+4)+(1-v)*(y4),v*z1+(1-
v)*z4],v=0..1,u=0..1):
pc10:=plot3d([v*(x3)+(1-v)*(x3),v*(y3)+(1-v)*(y3),v*z3+(1-v)*(z3-
1)],v=0..1,u=0..1):
pc11:=plot3d([v*(x4)+(1-v)*(x4),v*(y4)+(1-v)*(y4),v*z4+(1-v)*(z4-
1)],v=0..1,u=0..1):
pc:=display(pc1,pc2,pc3,pc4,pc5,pc6,pc7,pc8,pc9,pc10,pc11):

```

A.9 Bidang Interpolasi ρ

```

> xtengah:=5:
  ytengah:=5:
  ztengah:=40:
TITIK AWAL BEZIER #1
> tax1:=xtengah:
  tay1:=ytengah/2:
  taz1:=ztengah*7/8:
TITIK KONTROL 1
> tkx1:=xtengah:
  tky1:=ytengah/2+1:
  tkz1:=ztengah*7/8:
TITIK KONTROL 2
> tkx2:=xtengah:
  tky2:=ytengah/2+1:
  tkz2:=ztengah*7/8+1:
>
TITIK AKHIR BEZIER
> tax2:=xtengah:
  tay2:=ytengah/2:
  taz2:=ztengah*7/8+1:
>
> xb1:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
  yb1:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb1:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
> xb3:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3)+5:
  yb3:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb3:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
KURVA 2
TITIK KONTROL 1
> tkx1:=xtengah:
  tky1:=ytengah/2-1:
  tkz1:=ztengah*7/8:
TITIK KONTROL 2
> tkx2:=xtengah:
  tky2:=ytengah/2-1:
  tkz2:=ztengah*7/8+1:
>
> xb2:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
  yb2:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb2:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
> xb4:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3)+5:
  yb4:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):

```

```

zb4:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
TITIK SUDUT BIDANG
> x1:=5:
  y1:=5:
  z1:=5:
> x2:=5:
  y2:=0:
  z2:=5:
> x3:=5:
  y3:=0:
  z3:=40:
> x4:=5:
  y4:=5:
  z4:=40:
> xsv13:=x3:
  ysv13:=y3:
  zsv13:=z3:
> xsv14:=x4:
  ysv14:=y4:
  zsv14:=z4:
> x12:=u*x1+(1-u)*x2:
  y12:=u*y1+(1-u)*y2:
  z12:=u*z1+(1-u)*z2:
> x32:=u*x3+(1-u)*x2:
  y32:=u*y3+(1-u)*y2:
  z32:=u*z3+(1-u)*z2:
> x34:=u*x3+(1-u)*x4:
  y34:=u*y3+(1-u)*y4:
  z34:=u*z3+(1-u)*z4:
> x41:=u*x4+(1-u)*x1:
  y41:=u*y4+(1-u)*y1:
  z41:=u*z4+(1-u)*z1:
> xv1:=x12: xv2:=x32: xv3:=x34: xv4:=x41:
  yv1:=y12: yv2:=y32: yv3:=y34: yv4:=y41:
  zv1:=z12: zv2:=z32: zv3:=z34: zv4:=z41:
interpolasi
> sv1:=plot3d([v*x12+(1-v)*tax1,v*y12+(1-v)*tay1,v*z12+(1-
v)*taz1],u=0..1,v=0..1):
sv2:=plot3d([v*x32+(1-v)*xb2,v*y32+(1-v)*yb2,v*(z32)+(1-
v)*(zb2)],u=0..1,v=0..1):
sv3:=plot3d([v*x34+(1-v)*tax2,v*y34+(1-v)*tay2,v*z34+(1-
v)*taz2],u=0..1,v=0..1):
sv4:=plot3d([v*x41+(1-v)*xb1,v*y41+(1-v)*yb1,v*(z41)+(1-
v)*zb1],u=0..1,v=0..1):
> alas_vertikal1:=display(sv1,sv2,sv3,sv4):
> ujung_kanan1:=plot3d([v*xb1+(1-v)*xb3,v*yb1+(1-v)*yb3,v*zb1+(1-
v)*zb3],u=0..1,v=0..1):
ujung_kanan2:=plot3d([v*xb2+(1-v)*xb4,v*yb2+(1-v)*yb4,v*zb2+(1-
v)*zb4],u=0..1,v=0..1):
ujung_kanan:=display(ujung_kanan1,ujung_kanan2):
=====
> xtengah:=0:
  ytengah:=5:

```

```

ztengah:=40:
TITIK AWAL BEZIER #1
> tax1:=xtengah:
  tay1:=ytengah/2:
  taz1:=ztengah*7/8:
TITIK KONTROL 1
> tkx1:=xtengah:
  tky1:=ytengah/2+1:
  tkz1:=ztengah*7/8:
TITIK KONTROL 2
> tkx2:=xtengah:
  tky2:=ytengah/2+1:
  tkz2:=ztengah*7/8+1:
>
TITIK AKHIR BEZIER
> tax2:=xtengah:
  tay2:=ytengah/2:
  taz2:=ztengah*7/8+1:
>
> xb1:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
  yb1:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb1:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
> xb3:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3)-5:
  yb3:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb3:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
KURVA 2
TITIK KONTROL 1
> tkx1:=xtengah:
  tky1:=ytengah/2-1:
  tkz1:=ztengah*7/8:
TITIK KONTROL 2
> tkx2:=xtengah:
  tky2:=ytengah/2-1:
  tkz2:=ztengah*7/8+1:
>
> xb2:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
  yb2:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb2:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
> xb4:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3)-5:
  yb4:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb4:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
TITIK SUDUT BIDANG
> x1:=0:
  y1:=5:
  z1:=5:
> x2:=0:
  y2:=0:
  z2:=5:
> x3:=0:
  y3:=0:
  z3:=40:
> x4:=0:
  y4:=5:

```

```

z4:=40:
> xsv23:=x3:
  ysv23:=y3:
  zsv23:=z3:
> xsv24:=x4:
  ysv24:=y4:
  zsv24:=z4:
>
> x12:=u*x1+(1-u)*x2:
  y12:=u*y1+(1-u)*y2:
  z12:=u*z1+(1-u)*z2:
> x32:=u*x3+(1-u)*x2:
  y32:=u*y3+(1-u)*y2:
  z32:=u*z3+(1-u)*z2:
> x34:=u*x3+(1-u)*x4:
  y34:=u*y3+(1-u)*y4:
  z34:=u*z3+(1-u)*z4:
> x41:=u*x4+(1-u)*x1:
  y41:=u*y4+(1-u)*y1:
  z41:=u*z4+(1-u)*z1:
interpolasi
> sv1:=plot3d([v*x12+(1-v)*tax1,v*y12+(1-v)*tay1,v*z12+(1-
v)*taz1],u=0..1,v=0..1):
  sv2:=plot3d([v*x32+(1-v)*xb2,v*y32+(1-v)*yb2,v*(z32)+(1-
v)*(zb2)],u=0..1,v=0..1):
  sv3:=plot3d([v*x34+(1-v)*tax2,v*y34+(1-v)*tay2,v*z34+(1-
v)*taz2],u=0..1,v=0..1):
  sv4:=plot3d([v*x41+(1-v)*xb1,v*y41+(1-v)*yb1,v*(z41)+(1-
v)*zb1],u=0..1,v=0..1):
> alas_vertikal2:=display(sv1,sv2,sv3,sv4):
> ujung_kiri1:=plot3d([v*xb1+(1-v)*xb3,v*yb1+(1-v)*yb3,v*zb1+(1-
v)*zb3],u=0..1,v=0..1):
  ujung_kiri2:=plot3d([v*xb2+(1-v)*xb4,v*yb2+(1-v)*yb4,v*zb2+(1-
v)*zb4],u=0..1,v=0..1):
  ujung_kiri:=display(ujung_kiri1,ujung_kiri2):
> xv1:=x12: xv2:=x32: xv3:=x34: xv4:=x41:
  yv1:=y12: yv2:=y32: yv3:=y34: yv4:=y41:
  zv1:=z12: zv2:=z32: zv3:=z34: zv4:=z41:
SISI TANPA LUBANG
> st1:=plot3d([v*xv1+(1-v)*xv1,v*yv1+(1-v)*yv1,v*zv1+(1-
v)*zv1],u=0..1,v=0..1):
  st2:=plot3d([v*xv2+(1-v)*xv2,v*yv2+(1-v)*yv2,v*zv2+(1-
v)*zv2],u=0..1,v=0..1):
  st3:=plot3d([v*xv3+(1-v)*xv3,v*yv3+(1-v)*yv3,v*zv3+(1-
v)*zv3],u=0..1,v=0..1):
  st4:=plot3d([v*xv4+(1-v)*xv4,v*yv4+(1-v)*yv4,v*zv4+(1-
v)*zv4],u=0..1,v=0..1):
  st1:=display(st1,st2,st3,st4):

```

A.10 Bidang Interpolasi φ

```

> xtengah:=xtm4:
  ytengah:=ypa:
  ztengah:=zpa+4:

```

TITIK AWAL BEZIER #1

```
> tax1:=xtengah:
  tay1:=ytengah:
  taz1:=ztengah-1/2:
```

TITIK KONTROL 1

```
> tkx1:=xtengah:
  tky1:=ytengah+1/2:
  tkz1:=ztengah-1/2:
```

TITIK KONTROL 2

```
> tkx2:=xtengah:
  tky2:=ytengah+1/2:
  tkz2:=ztengah+1/2:
```

TITIK AKHIR BEZIER

```
> tax2:=xtengah:
  tay2:=ytengah:
  taz2:=ztengah+1/2:
```

>

```
> xb1:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
  yb1:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb1:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
> xb3:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3)+5:
  yb3:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb3:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
```

KURVA 2

TITIK KONTROL 1

```
> tkx1:=xtengah:
  tky1:=ytengah-1/2:
  tkz1:=ztengah-1/2:
```

TITIK KONTROL 2

```
> tkx2:=xtengah:
  tky2:=ytengah-1/2:
  tkz2:=ztengah+1/2:
```

>

```
> xb2:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
  yb2:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb2:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
> xb4:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3)+5:
  yb4:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb4:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
```

TITIK SUDUT BIDANG

```
> x1:=x4:
  y1:=y4:
  z1:=z4:
```

```
> x2:=x1:
  y2:=y1:
  z2:=z1:
```

```
> x3:=x1:
  y3:=y1:
  z3:=z1+2:
```

```
> x4:=x4:
  y4:=y4:
  z4:=z4+2:
```

```
> xsv13:=x3:
```



```

ysv13:=y3:
zsv13:=z3:
> xsv14:=x4:
ysv14:=y4:
zsv14:=z4:
> x12:=u*x1+(1-u)*x2:
y12:=u*y1+(1-u)*y2:
z12:=u*z1+(1-u)*z2:
> x32:=u*x3+(1-u)*x2:
y32:=u*y3+(1-u)*y2:
z32:=u*z3+(1-u)*z2:
> x34:=u*x3+(1-u)*x4:
y34:=u*y3+(1-u)*y4:
z34:=u*z3+(1-u)*z4:
> x41:=u*x4+(1-u)*x1:
y41:=u*y4+(1-u)*y1:
z41:=u*z4+(1-u)*z1:
> xv1:=x12: xv2:=x32: xv3:=x34: xv4:=x41:
yv1:=y12: yv2:=y32: yv3:=y34: yv4:=y41:
zv1:=z12: zv2:=z32: zv3:=z34: zv4:=z41:
interpolasi
> sv1:=plot3d([v*x12+(1-v)*tax1,v*y12+(1-v)*tay1,v*z12+(1-v)*taz1],u=0..1,v=0..1):
sv2:=plot3d([v*x32+(1-v)*xb2,v*y32+(1-v)*yb2,v*(z32)+(1-v)*(zb2)],u=0..1,v=0..1):
sv3:=plot3d([v*x34+(1-v)*tax2,v*y34+(1-v)*tay2,v*z34+(1-v)*taz2],u=0..1,v=0..1):
sv4:=plot3d([v*x41+(1-v)*xb1,v*y41+(1-v)*yb1,v*(z41)+(1-v)*zb1],u=0..1,v=0..1):
> alas_vertikal1:=display(sv1,sv2,sv3,sv4):
DATAR#END#
interpolasi
> sv1:=plot3d([v*x12+(1-v)*tax1,v*y12+(1-v)*tay1,v*z12+(1-v)*taz1],u=0..1,v=0..1):
sv2:=plot3d([v*x32+(1-v)*xb2,v*y32+(1-v)*yb2,v*(z32)+(1-v)*(zb2)],u=0..1,v=0..1):
sv3:=plot3d([v*x34+(1-v)*tax2,v*y34+(1-v)*tay2,v*z34+(1-v)*taz2],u=0..1,v=0..1):
sv4:=plot3d([v*x41+(1-v)*xb1,v*y41+(1-v)*yb1,v*(z41)+(1-v)*zb1],u=0..1,v=0..1):
> alas_vertikal1:=display(sv1,sv2,sv3,sv4):
DATAR#START#
> xtengah:=xpa+8.5:
ytengah:=ypa:
ztengah:=zpa+3:
TITIK AWAL BEZIER #1
> tax1:=xtengah-1/2:
tay1:=ytengah:
taz1:=ztengah:
TITIK KONTROL 1
> tkx1:=xtengah-1/2:
tky1:=ytengah+1/2:
tkz1:=ztengah:

```

TITIK KONTROL 2

> tkx2:=xtengah+1/2:

tky2:=ytengah+1/2:

tkz2:=ztengah:

TITIK AKHIR BEZIER

> tax2:=xtengah+1/2:

tay2:=ytengah:

taz2:=ztengah:

>

> xb5:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):

yb5:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):

zb5:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):

>

TITIK KONTROL 1

> tkx1:=xtengah-1/2:

tky1:=ytengah-1/2:

tkz1:=ztengah:

TITIK KONTROL 2

> tkx2:=xtengah+1/2:

tky2:=ytengah-1/2:

tkz2:=ztengah:

>

> xb6:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):

yb6:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):

zb6:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):

>

>

> ujung_kanan1:=plot3d([v*xb1+(1-v)*xb3,v*yb1+(1-v)*yb3,v*zb1+(1-v)*zb3],u=0..1,v=0..1):

ujung_kanan2:=plot3d([v*xb2+(1-v)*xb4,v*yb2+(1-v)*yb4,v*zb2+(1-v)*zb4],u=0..1,v=0..1):

ujung_kanan3:=plot3d([v*xb3+(1-v)*xb5,v*yb3+(1-v)*yb5,v*zb3+(1-v)*zb5],u=0..1,v=0..1):

ujung_kanan4:=plot3d([v*xb4+(1-v)*xb6,v*yb4+(1-v)*yb6,v*zb4+(1-v)*zb6],u=0..1,v=0..1):

ujung_kanan_wadah:=display(ujung_kanan1,ujung_kanan2,ujung_kanan3,ujung_kanan4,alas_vertikal1):

SISI TEGAK WADAH #START#

> stw1:=plot3d([v*xtm12+(1-v)*xtm12,v*ytm12+(1-v)*ytm12,v*ztm12+(1-v)*(ztm12+2)],u=0..1,v=0..1):

stw2:=plot3d([v*xtm23+(1-v)*xtm23,v*ytm23+(1-v)*ytm23,v*ztm23+(1-v)*(ztm23+2)],u=0..1,v=0..1):

stw3:=plot3d([v*xtm34+(1-v)*xtm34,v*ytm34+(1-v)*ytm34,v*ztm34+(1-v)*(ztm34+2)],u=0..1,v=0..1):

stw:=display(stw1,stw2,stw3):

A.11 Bidang Interpolasi ω

> xtengah:=xtm3:

ytengah:=ypa:

ztengah:=zpa+4:

TITIK AWAL BEZIER #1

> tax1:=xtengah:

tay1:=ytengah:

```

    taz1:=ztengah-1/2:
TITIK KONTROL 1
> tkx1:=xtengah:
    tky1:=ytengah+1/2:
    tkz1:=ztengah-1/2:
TITIK KONTROL 2
> tkx2:=xtengah:
    tky2:=ytengah+1/2:
    tkz2:=ztengah+1/2:
TITIK AKHIR BEZIER
> tax2:=xtengah:
    tay2:=ytengah:
    taz2:=ztengah+1/2:
>
> xb1:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
    yb1:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
    zb1:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
> xb3:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3)-5:
    yb3:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
    zb3:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
>
KURVA 2
TITIK KONTROL 1
> tkx1:=xtengah:
    tky1:=ytengah-1/2:
    tkz1:=ztengah-1/2:
TITIK KONTROL 2
> tkx2:=xtengah:
    tky2:=ytengah-1/2:
    tkz2:=ztengah+1/2:
>
> xb2:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
    yb2:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
    zb2:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
> xb4:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3)-5:
    yb4:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
    zb4:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
TITIK SUDUT BIDANG
> x1:=x3:
    y1:=y3:
    z1:=z3:
> x2:=x3:
    y2:=y3:
    z2:=z3:
> x3:=x3:
    y3:=y3:
    z3:=z3:
> x4:=x3:
    y4:=y3:
    z4:=z3:
> xsv13:=x3:
    ysv13:=y3:
    zsv13:=z3:

```

```

> xsv14:=x4:
  ysv14:=y4:
  zsv14:=z4:
> x12:=u*x1+(1-u)*x2:
  y12:=u*y1+(1-u)*y2:
  z12:=u*z1+(1-u)*z2:
> x32:=u*x3+(1-u)*x2:
  y32:=u*y3+(1-u)*y2:
  z32:=u*z3+(1-u)*z2:
> x34:=u*x3+(1-u)*x4:
  y34:=u*y3+(1-u)*y4:
  z34:=u*z3+(1-u)*z4:
> x41:=u*x4+(1-u)*x1:
  y41:=u*y4+(1-u)*y1:
  z41:=u*z4+(1-u)*z1:
> xv1:=x12: xv2:=x32: xv3:=x34: xv4:=x41:
  yv1:=y12: yv2:=y32: yv3:=y34: yv4:=y41:
  zv1:=z12: zv2:=z32: zv3:=z34: zv4:=z41:
DATAR#END#
interpolasi
> sv1:=plot3d([v*x12+(1-v)*tax1,v*y12+(1-v)*tay1,v*z12+(1-
v)*taz1],u=0..1,v=0..1):
sv2:=plot3d([v*x32+(1-v)*xb2,v*y32+(1-v)*yb2,v*(z32)+(1-
v)*(zb2)],u=0..1,v=0..1):
sv3:=plot3d([v*x34+(1-v)*tax2,v*y34+(1-v)*tay2,v*z34+(1-
v)*taz2],u=0..1,v=0..1):
sv4:=plot3d([v*x41+(1-v)*xb1,v*y41+(1-v)*yb1,v*(z41)+(1-
v)*zb1],u=0..1,v=0..1):
> alas_vertikal1:=display(sv1,sv2,sv3,sv4):
DATAR#START#
> xtengah:=xpa-8.5:
  ytengah:=ypa:
  ztengah:=zpa+3:
TITIK AWAL BEZIER #1
> tax1:=xtengah+1/2:
  tay1:=ytengah:
  taz1:=ztengah:
TITIK KONTROL 1
> tkx1:=xtengah+1/2:
  tky1:=ytengah+1/2:
  tkz1:=ztengah:
TITIK KONTROL 2
> tkx2:=xtengah-1/2:
  tky2:=ytengah+1/2:
  tkz2:=ztengah:
TITIK AKHIR BEZIER
> tax2:=xtengah-1/2:
  tay2:=ytengah:
  taz2:=ztengah:
>
> xb5:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
  yb5:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb5:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):

```

```

>
TITIK KONTROL 1
> tkx1:=xtengah+1/2:
  tky1:=ytengah-1/2:
  tkz1:=ztengah:
TITIK KONTROL 2
> tkx2:=xtengah-1/2:
  tky2:=ytengah-1/2:
  tkz2:=ztengah:
>
> xb6:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
  yb6:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
  zb6:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
>
> ujung_kanan1:=plot3d([v*xb1+(1-v)*xb3,v*yb1+(1-v)*yb3,v*zb1+(1-
v)*zb3],u=0..1,v=0..1):
  ujung_kanan2:=plot3d([v*xb2+(1-v)*xb4,v*yb2+(1-v)*yb4,v*zb2+(1-
v)*zb4],u=0..1,v=0..1):
  ujung_kanan3:=plot3d([v*xb3+(1-v)*xb5,v*yb3+(1-v)*yb5,v*zb3+(1-
v)*zb5],u=0..1,v=0..1):
  ujung_kanan4:=plot3d([v*xb4+(1-v)*xb6,v*yb4+(1-v)*yb6,v*zb4+(1-
v)*zb6],u=0..1,v=0..1):
  ujung_kanan_wadah:=display(ujung_kanan1,ujung_kanan2,ujung_kanan3,ujung_
kanan4,alas_vertikal1):
SISI TEGAK WADAH #START#
> stw1:=plot3d([v*xtm12+(1-v)*xtm12,v*ytm12+(1-v)*ytm12,v*ztm12+(1-
v)*(ztm12+2)],u=0..1,v=0..1):
  stw2:=plot3d([v*xtm41+(1-v)*xtm41,v*ytm41+(1-v)*ytm41,v*ztm41+(1-
v)*(ztm41+2)],u=0..1,v=0..1):
  stw3:=plot3d([v*xtm34+(1-v)*xtm34,v*ytm34+(1-v)*ytm34,v*ztm34+(1-
v)*(ztm34+2)],u=0..1,v=0..1):
  stw:=display(stw1,stw2,stw3):

```

A.12 Bidang Interpolasi μ

```

pusat(xpa,ypa,zpa)
> xpa:=0:
  ypa:=0:
  zpa:=0:
TITIK AWAL BEZIER #1
> tax1:=xpa-4:
  tay1:=ypa-3:
  taz1:=zpa:
TITIK KONTROL 1
> tkx1:=xpa-4:
  tky1:=ypa-3*sqrt(3):
  tkz1:=zpa:
TITIK KONTROL 2
> tkx2:=xpa+4:
  tky2:=ypa-3*sqrt(3):
  tkz2:=zpa:
>
TITIK AKHIR BEZIER
> tax2:=xpa+4:

```



```

tay2:=ypa-3:
taz2:=zpa:
>
> xb1:=tax1*(1-u)^3+tkx1*3*((1-u)^2)*u+tkx2*3*(1-u)*(u^2)+tax2*(u^3):
yb1:=tay1*(1-u)^3+tky1*3*((1-u)^2)*u+tky2*3*(1-u)*(u^2)+tay2*(u^3):
zb1:=taz1*(1-u)^3+tkz1*3*((1-u)^2)*u+tkz2*3*(1-u)*(u^2)+taz2*(u^3):
>
> x1:=xpa-4:          x2:=xpa+4:
y1:=ypa+2*sqrt(3):  y2:=ypa+2*sqrt(3):
z1:=zpa:             z2:=zpa:
> xg:=u*x2+(1-u)*x1:
yg:=u*y2+(1-u)*y1:
zg:=u*z2+(1-u)*z1:
> xg2:=u*tax1+(1-u)*x1:
yg2:=u*tay1+(1-u)*y1:
zg2:=u*taz1+(1-u)*z1:
> xg3:=u*tax2+(1-u)*x2:
yg3:=u*tay2+(1-u)*y2:
zg3:=u*taz2+(1-u)*z2:
> alas_wadah1:=plot3d([v*xb1+(1-v)*xg,v*yb1+(1-v)*yg,v*zb1+(1-
v)*zg],u=0..1,v=0..1):
alas_wadah2:=plot3d([v*xg+(1-v)*xg,v*yg+(1-v)*yg,v*zg+(1-
v)*(zg+1)],u=0..1,v=0..1):
alas_wadah3:=plot3d([v*xb1+(1-v)*xb1,v*yb1+(1-v)*yb1,v*zb1+(1-
v)*(zb1+1)],u=0..1,v=0..1):
alas_wadah4:=plot3d([v*xg2+(1-v)*xg2,v*yg2+(1-v)*yg2,v*zg2+(1-
v)*(zg2+1)],u=0..1,v=0..1):
alas_wadah5:=plot3d([v*xg3+(1-v)*xg3,v*yg3+(1-v)*yg3,v*zg3+(1-
v)*(zg3+1)],u=0..1,v=0..1):
alas_wadah6:=plot3d([v*xb1+(1-v)*xg,v*yb1+(1-v)*yg,v*(zb1+1)+(1-
v)*(zg+1)],u=0..1,v=0..1):
alas_wadah:=display(alas_wadah1,alas_wadah2,alas_wadah3,alas_wadah4,alas
_wadah5,alas_wadah6):

```

B. Perangkaian Komponen Penyusun Air Mancur Dinding

B.1 *Transporter* satu sumbu pemodelan

Model Kanan

Script seperti Lampiran A.12 dengan titik pusat $(xpa, ypa, zpa) = (x, y, z)$,

Lampiran A.4 dengan titik pusatnya $(xp, yp, zp) = (x, y, z + 1)$, $t = 6$, dan

$\frac{1}{m} = \frac{1}{3}$, Lampiran A.10 dengan $(xtengah, ytengah, ztengah) = (x, y, z + 2)$,

dan A.4 dengan $(xp, yp, zp) = (x, y, z + 7)$, $t = -6$, dan $\frac{1}{m} = \frac{1}{3}$.

```

>transporter:=display(alas_wadah,limas_wadah_bawah,ujung_kanan_wadah,stw,
r1a,labels=[X,Y,Z]):

```


Model Kiri

Script seperti Lampiran A.12 dengan titik pusat $(x, y, z) = (x_{pa}, y_{pa}, z_{pa})$, Lampiran A.4 dengan titik pusatnya $(x_p, y_p, z_p) = (x, y, z + 1)$, $t = 6$, dan $\frac{1}{m} = \frac{1}{3}$, Lampiran A.11 dengan $(x_{tengah}, y_{tengah}, z_{tengah}) = (x, y, z + 2)$, dan A.4 dengan $(x_p, y_p, z_p) = (x, y, z + 7)$, $t = -6$, dan $\frac{1}{m} = \frac{1}{3}$.

```
>transporter:=display(alas_wadah,limas_wadah_bawah,ujung_kanan_wadah,stw,
r1a,labels=[X,Y,Z]):
```

B.2 Alas dan Puncak satu sumbu pemodelan

Script seperti A.5, A.7, dan A.8.

```
> display(saluran,pc);
```

B.3 Transporter dua sumbu pemodelan**Model Kanan**

Script seperti Lampiran A.3 dengan titik pusat $(ppx, ppy, ppz) = (x, y, z)$, A.1 Gambar 4.1c, A.1 Gambar 4.3 model kanan, dan A.2.

```
>transporter2:=display(prisma_alas,wadah,ujung_trans,ujung_trans2,hiasan)
:
> transporter2;
```

Model Kiri

Script seperti Lampiran A.3 dengan titik pusat $(ppx, ppy, ppz) = (x, y, z)$, A.1 Gambar 4.1c, A.1 Gambar 4.3 model kiri, dan A.2 model kiri.

```
>transporter2:=display(prisma_alas,wadah,ujung_trans,ujung_trans2,hiasan)
:
> transporter2;
```

B.4 Komponen Air Mancur Dinding Lima Sumbu Pemodelan

Script seperti Lampiran A.6, Lampiran A.9, Lampiran A.4 Limas Bezier dengan titik pusat $(x_p, y_p, z_p) = (\frac{5}{2}, \frac{5}{2}, 40)$, Lampiran A.4 dengan 4 Limas Potong masing-masing titik pusatnya dan nilai m adalah $(x_p, y_p, z_p) = (\frac{5}{2} + 10, \frac{5}{2}, 40)$, dan $\frac{1}{m} = \frac{2}{3}$ untuk Limas Potong pertama, $(x_p, y_p, z_p) = (\frac{5}{2} + 20, \frac{5}{2}, 40)$ dan

$\frac{1}{m} = \frac{1}{3}$ untuk Limas Potong kedua , $(xp, yp, zp) = \left(\frac{5}{2} - 10, \frac{5}{2}, 40\right)$ dan $\frac{1}{m} = \frac{2}{3}$ untuk Limas Potong ketiga , dan $(xp, yp, zp) = \left(\frac{5}{2} - 20, \frac{5}{2}, 40\right)$ dan $\frac{1}{m} = \frac{1}{3}$ untuk Limas Potong keempat.

a. *Transporter* satu sumbu pemodelan

Dua Lampiran B.1 model kanan dengan titik pusat pertama $(xpa, ypa, zpa) = \left(\frac{25}{2}, \frac{5}{2}, 25\right)$ dan titik pusat kedua $(xpa, ypa, zpa) = \left(\frac{45}{2}, \frac{5}{2}, 25\right)$, dua dua Lampiran B.1 model kiri dengan titik pusat pertama $(xpa, ypa, zpa) = \left(-\frac{15}{2}, \frac{5}{2}, 25\right)$ dan titik pusat kedua $(xpa, ypa, zpa) = \left(-\frac{35}{2}, \frac{5}{2}, 25\right)$.

```
>saluran:=display(alas_vertikal1, alas_vertikal2, alas_horizontal2, stl,
  limas_bezier, limas_potong1, limas_potong2, limas_potong3, limas_potong4,
  ujung_kanan, ujung_kiri, transporter1, transporter2, transporter3,
  transporter4) :
> saluran;
```

b. *Transporter* dua sumbu pemodelan

Dua Lampiran B.3 model kanan dengan titik pusat pertama $(ppx, ppy, ppz) = \left(\frac{25}{2}, \frac{5}{2}, 25\right)$ dan titik pusat kedua $(ppx, ppy, ppz) = \left(\frac{45}{2}, \frac{5}{2}, 25\right)$, dua dua Lampiran B.3 model kiri dengan titik pusat pertama $(xppx, ppy, ppz) = \left(-\frac{15}{2}, \frac{5}{2}, 25\right)$ dan titik pusat kedua $(xppx, ppy, ppz) = \left(-\frac{35}{2}, \frac{5}{2}, 25\right)$.

```
>saluran:=display(alas_vertikal1, alas_vertikal2, alas_horizontal2, stl,
  limas_bezier, limas_potong1, limas_potong2, limas_potong3, limas_potong4,
  ujung_kanan, ujung_kiri, transporter1, transporter2, transporter3,
  transporter4) :
> saluran;
```

c. *Transporter* satu sumbu pemodelan dan dua sumbu pemodelan

Lampiran B.1 model kanan dengan titik pusat $(xpa, ypa, zpa) = \left(\frac{25}{2}, \frac{5}{2}, 25\right)$,
 Lampiran B.1 model kiri dengan titik pusat $(xpa, ypa, zpa) = \left(-\frac{15}{2}, \frac{5}{2}, 25\right)$,
 Lampiran B.3 model kanan dengan titik pusat $(ppx, ppy, ppz) = \left(\frac{45}{2}, \frac{5}{2}, 25\right)$, dan
 Lampiran B.3 model kiri dengan titik pusat $(ppx, ppy, ppz) = \left(-\frac{35}{2}, \frac{5}{2}, 25\right)$.

```
>saluran:=display(alas_vertikal1,alas_vertikal2,alas_horizontal2,st1,
  limas_bezier,limas_potong1,limas_potong2,limas_potong3,limas_potong4,
  ujung_kanan,ujung_kiri,transporter1,transporter2,transporter3,
  transporter4) :
> saluran;
```

B.5 Penataan Air Mancur Dinding dengan Kerangka Berpola

1. Menggunakan *Transporter* Satu Sumbu Pemodelan

Script seperti Lampiran B.2, Lampiran B.1 model kanan dengan titik pusat $(xpa, ypa, zpa) = (10, 8 - 2\sqrt{3}, 20)$ dan Lampiran B.1 model kiri dengan titik pusat $(xpa, ypa, zpa) = (20, 8 - 2\sqrt{3}, 10)$.

```
> display(saluran, transporter, transporter2, pc) ;
```

2. Menggunakan *Transporter* Dua Sumbu Pemodelan

Script seperti Lampiran B.2, Lampiran B.3 model kanan dengan titik pusat $(xpa, ypa, zpa) = (10, 8 - 2\sqrt{3}, 20)$ dan Lampiran B.3 model kiri dengan titik pusat $(xpa, ypa, zpa) = (20, 8 - 2\sqrt{3}, 10)$.

```
> display(saluran, transporter, transporter2, pc) ;
```

3. Menggunakan *Transporter* Satu Sumbu dan Dua Sumbu Pemodelan

Script seperti Lampiran B.2, Lampiran B.3 model kanan dengan titik pusat $(xpa, ypa, zpa) = (10, 8 - 2\sqrt{3}, 20)$ dan Lampiran B.1 model kiri dengan titik pusat $(xpa, ypa, zpa) = (20, 8 - 2\sqrt{3}, 10)$.

```
> display(saluran, transporter, transporter2, pc) ;
```