PENERAPAN KURVA BEZIER KARAKTER SIMETRIK DAN PUTAR PADA MODEL KAP LAMPU DUDUK MENGGUNAKAN MAPLE

SKRIPSI

OLEH
ERNY OCTAFIATININGSIH
NIM. 11610066

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG

2015

PENERAPAN KURVA BEZIER KARAKTER SIMETRIK DAN PUTAR PADA MODEL KAP LAMPU DUDUK MENGGUNAKAN MAPLE

SKRIPSI

Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Prasyarat dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh
Erny Octafiatiningsih
NIM. 11610066

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2015

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Erny Octafiatiningsih
NIM	:	11610066
Jurusan	:	Matematika
Fakultas	:	Sains dan Teknologi
Judul Skripsi	:	Penerapan Kurva Bezier Karakter Simetrik dan Putar pada Model Kap Lampu Duduk Menggunakan Maple

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 12 Mei 2015
Yang membuat pernyataan

Erny Octafiatiningsih
NIM. 11610066

MOTO

Jenius adalah 1% inspirasi dan 99% keringat.

Tidak ada yang menggantikan kerja keras.

Keberuntungan adalah seuatu yang terjadi ketika kesempatan bertemu dengan kesiapan.

(Thomas A. Edision)

Jangan lihat masa lalu dengan penyesalan, jangan pula lihat masa depan dengan ketakutan, tapi lihatlah sekitar anda dengan penuh kesadaran.

(James Thuber)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ayahanda Sunarto, Ibunda Kumaiyah, Kakak tersayang Mahmudi dan Nanda Primadana Putra yang kata-katanya selalu memberikan semangat yang berarti bagi penulis.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatu

Segala puji bagi Allah Swt. atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "*Penerapan Kurva Bezier Karakter Simetrik dan Putar pada Model Kap Lampu Duduk*" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan terutama kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Abdussakir, M.Pd, selaku ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri.
4. Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi, dan berbagai pengalaman yang berharga kepada penulis.
5. Fachrur Rozi, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan berbagai ilmunya kepada penulis.

6. Segenap sivitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen, terima kasih atas segala ilmu dan bimbingannya.
7. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan doa, semangat, serta motivasi kepada penulis sampai saat ini.
8. Nanda Primadana Putra yang selalu memberikan doa, semangat, serta motivasi kepada penulis sampai saat ini.
9. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2011, terima kasih atas kenang-kenangan indah yang dirajut bersama dalam menggapai impian.
10. Semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril atau materil.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatu

Malang, Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

BAB III METODE PENELITIAN

BAB IV PEMBAHASAN

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

ABSTRAK

Octafiatiningsih, Erny. 2015. **Penerapan Kurva Bezier Karakter Simetrik dan Putar pada Model Kap Lampu Duduk Menggunakan Maple.** Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing (I) Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd. (II) Fachrur Rozi, M.Si.

Kata Kunci: kap lampu duduk, kurva hermit, kurva bezier

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh prosedur mengkonstruksi bentuk kap lampu duduk melalui penggabungan dan pemilihan parameter pengubah bentuk permukaan Bezier. Sehingga, menghasilkan kap lampu duduk secara utuh yang simetri dan bervariasi. Pada pembuatan kap lampu duduk memerlukan studi tentang aspek fisis (pencahayaan) maupun geometri. Dari segi geometri, model pembuatan kap lampu duduk yang telah ada pada umumnya tetap monoton dan terbangun dari suatu model potongan benda. Masalahnya, teknik desain yang digunakan pada umumnya masih menggunakan teknik desain konvensional, sering menimbulkan kerugian industri karena proses produksinya melampaui batas waktu yang telah ditetapkan atau kesalahan hasil produksinya. Sehubungan dengan permasalahan tersebut maka penelitian ini dibagi menjadi empat tahap yaitu: Pertama, menyiapkan data untuk membangun kap lampu duduk. Kedua, studi teknik untuk membangun kesimetrian bentuk kap lampu duduk. Ketiga, mengkonstruksi kap lampu duduk.

Hasil penelitian ini mendapatkan dua prosedur. Pertama, prosedur untuk memodelkan beberapa benda dasar sebagai komponen kap lampu duduk dengan langkah sebagai berikut: Pertama, menetapkan titik, yaitu: (a) menetapkan dua titik alas dan atap pada tabung, (b) menetapkan beberapa titik kontrol untuk beberapa kurva Bezier linier untuk prisma segienam beraturan. Kedua, menentukan titik kontrol kelengkungan kurva Hermit atau kurva Bezier. Ketiga, membangun kurva Bezier atau kurva Hermit. Keempat, memutar atau menginterpolasikan kurva sehingga menghasilkan bentuk komponen bagian dari kap lampu duduk. Sedangkan untuk prosedur kedua yaitu, merangkai beberapa benda dasar komponen kap lampu duduk dengan langkah-langkah sebagai berikut: Pertama, membagi sumbu utama menjadi tiga sumbu sub segmen non homogen. Kedua, membangun bagian-bagian dari kap lampu duduk (bagian alas, bagian utama, dan bagian atap) dengan cara menggabungkan komponen-komponen kap lampu duduk hasil deformasi benda-benda geometri. Ketiga, mengisi setiap bagian sub segmen non homogen dengan bagian-bagian dari kap lampu duduk (bagian alas, bagian utama, dan bagian atap) dan membangun kurva batas sehingga menghasilkan model kap lampu duduk yang bervariasi, inovasi dan simetri.

ABSTRACT

Octafiatiningsih, Erny. 2015. **Aplication of Bezier Curves of Symmetrical and Rotation to Model Standing Lamp Shading Using Maple**. Thesis. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd. (II) Fachrur Rozi, M.Si.

Keywords: standing lamp shading, hermit curve, bezier curve

This research aimed to obtain construction procedures of lampshade form through incorporation and election of parameters shape shifter Bezier surface. Thus, it produces a solid lampshade and lampshade sitting components that both symmetrical and varied. In construction lampshade it requires learning about the physical (expose) and geometrical aspects. In terms of geometry model-making of lampshade sitting which has existed in general is still monotone and built of object cut model. However, the design techniques that is used in general is still using conventional design techniques. This technique is often causing industry losses because the production process exceeded the predetermined time limit or errors in production. Dealing with the problem, so this research is divided into four stages. Firstly, prepare the data of building sitting lampshade. Secondly, study about technique of building a simetrical lampshade sitting. Thirdly, construct overall lampshade.

The results of this research is two procedures. Firstly, the procedure to modelize some basic items as components lampshade with the following steps, The first step is establishing the point, that is (a) establishing the two base points and the top on the tube, (b) establishing some control points for several linier Bezier curve for irregular hexagonal prism. Second is determining the tangent to the curve Hermit sector of curvature control points for Bezier curve. Third, build Bezier curve or Hermit curve. Fourth is rotating or inserting a curve resulting our component form part of a lampshade sitting. While for the second procedure that is stringing some basic object components sitting lampshade with the following steps. First, the main axis split into three sub segments axis non-homogeneous. Second, build parts of the sitting lampshade (the base, the main part, and the top) by combining the components lampshade deformation results geometry objects. Third, fill each sub-segment of non-homogeneous parts with parts of the lampshade (the base, the main part, and the top) and build a boundary curve resulting lampshade varied models, innovation, and symmetry.

ملخص

أكتافيتي ننجسيه، أربي. ٢.١٥. **تطبيق منحنى بازير حرف التماثل و نموذج لدور الانعقاد عكس الضوء با مابلي** ، البحث الجامعي . شعبة الرياضيات،كلية العلوم و التكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج .المشرف (١) الدكتور الحج ايمام سوجاروا الماجستر. (٢) فخرالرزي الماجستر.

الكلمة الرئيسية: عاكس الضوء، منحني حرميت، منحني بازيير.

أغراض هذا البحث هو استخراج طريقة يسلسل عاكس الضوء عبر لإندماجو احتيار المعلمات مبدل الشكل في شطح البازيير، الإنتاج الماكونات عاكس الضوء و عاكس الضوء في المصبح التعلم بكامله الذي تناسق و متنوعة، في صنعة عاكس الضوء يحتاج إلي دراسة عن إضاءة و علم الهندسة. من ناحية علم الهندسة، مثال من صنعة عاكس الضوء الذي قد يوجد العمومة الرتابة و تقوم من قطعة البضاعة. المشكلة، التكنية الشكل في استهدام العام لايزال في استهدام مثال تكنية تقلدية، و يئدي كثيرا في خسائر صناعة لأن تدرج الحصيلة يفرط الوقت بديهي او الأخطاء لإنتاج، متعلق بتلك المشكلة فهذا البحث ينقسم إلي الأربعة المراحل، الأول: تجهيز البينات لبناء عاكس الضوء، الثاني: دراسة التكنية لبناء التناسق عاكس الضوء الثالث: يسلسل عاكس الضوء (سفل، الأولي، سطح) و الرابع: يسلسل عاكس الضوء بكماله.

انتاج هذا البحث هناك إجرآن. الأول: ليشكل بعض المثال الأسفال ليكون مكون عاكس الضوء بالطريقة .يعني, الأول: حدد نقطة (أ) حدد نقطتان في باطن و سطح أسطواني (ب) حدد بعض نقطة ضابط لبعض منحني بازيير اصغر و لمنشور مسدس بترتيب. الثاني: حدد كمية موجهة لمكون حرميت او نقطة ضابط و الإستدارة المكون البازيير.الثالث: بناء المكون بازيير و مكون حرميت و الرابع: يدير و التحريف المكون تنتج حيث أن اجراء الثاني. يعني: يسلسل بعض المكون اسفل بضاعة من عاكس الضوء، بالطريقات الأتية. الأول: تقسيم محور الأول الي ثلاثة محاور قطعة من غير الهيمنة. الثاني: ينشأ من أجزاء عاكس الضوء (سفل، الأولي، و سطح) بالطريقة الإندماج المكونات من عاكس الضوء و انتاج بتسوهات لبضائع الهندسة الثالث: يملاء كل جزء من غير هيمنة بأجزاء من عاكس الضوء (سفل، الأولي، و سطح) و بناء مكون لإنتاج مثال من عاكس الضوء المتنوعة و مخترع و متناسق.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia sebagai makhluk yang paling sempurna diciptakan oleh Allah, mempunyai banyak kelebihan jika dibandingkan dengan makhluk-makhluk ciptaan Allah yang lain. Bukti otentik dari kebenaran bahwa manusia merupakan makhluk yang paling sempurna di antara makhluk yang lain adalah ayat al-Quran surat al-Israa'/17:70, yaitu:

۞ وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِىٓ ءَادَمَ وَحَمَلْنَٰهُمْ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ وَرَزَقْنَٰهُم مِّنَ ٱلطَّيِّبَٰتِ وَفَضَّلْنَٰهُمْ عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا ﴿٧٠﴾

"dan Sesungguhnya telah Kami muliakan anak-anak Adam, Kami angkut mereka di daratan dan di lautan, Kami beri mereka rizki dari yang baik-baik dan Kami lebihkan mereka dengan kelebihan yang sempurna atas kebanyakan makhluk yang telah Kami ciptakan" (QS. al-Israa'/17:70).

Satu hal yang membuat manusia lebih baik dari makhluk yang lain yaitu manusia dianugerahi oleh Allah dengan akal sehingga manusia mampu berfikir, mempertimbangkan, dan menentukan jalan pikirannya sendiri sebagaimana firman Allah dalam surat al-Anfaal/8:22, yaitu:

۞ إِنَّ شَرَّ ٱلدَّوَآبِّ عِندَ ٱللَّهِ ٱلصُّمُّ ٱلْبُكْمُ ٱلَّذِينَ لَا يَعْقِلُونَ ﴿٢٢﴾

"Sesungguhnya binatang (makhluk) yang seburuk-buruknya pada sisi Allah ialah; orang-orang yang pekak dan tuli yang tidak mengerti apa-apapun" (QS. al-Anfaal/8:22).

Matematika merupakan ilmu yang mengandung teori-teori dan terdiri dari berbagai konsep yang dibangun dengan pola berfikir logis, sistematis dan konsisten, serta menuntut inovasi dan kreatifitas yang tinggi. Dalam perkembangannya, matematika terus berkembang dengan pesat melalui penelitian, sehingga lahirlah cabang keilmuan, seperti: aljabar, statistik, dan geometri.

Geometri merupakan cabang matematika yang mempelajari tentang garis, sudut, bidang, benda-benda ruang, dan sifat-sifat serta hubungnnya dengan yang lain. Geometri mempunyai banyak kegunaan dalam kehidupan sehari-hari. Benda-benda yang ada di alam raya ini mempunyai bentuk geometri berbentuk bidang maupun ruang. Walaupun benda-benda yang dijumpai tidak sempurna. Akan tetapi, dapat digambarkan atau ditunjukkan kemiripannya terhadap bangun geometri tertentu.

Pada perkembangannya geometri dapat digolongkan berdasarkan ruang atau bidang kajian yaitu geometri bidang (dua-dimensi), geometri ruang (tiga-dimensi), dan geometri dimensi n. Geometri bidang dan ruang dapat digunakan sebagai sarana untuk mendesain model kerajinan, seperti kap lampu, vas bunga, knop, guci, dan lain-lain.

Kap lampu duduk merupakan salah satu aksesoris di dalam desain interior ruangan. Selain berfungsi sebagai penerangan, lampu kini mengalami perkembangan dengan banyak inovasi. Pada dasarnya kap lampu duduk dapat ditempatkan di setiap sudut ruangan. Akan tetapi, tidak dapat sebarang memilih kap lampu duduk yang akan dipakai di dalam ruangan. Ragam model dan ukuran kap lampu duduk yang bervariasi dapat disesuaikan dengan kebutuhan ruangan. Bentuk dan model yang selalu *up to date* dan cahayanya dapat membuat ruangan terlihat lebih indah.

Pembuatan kap lampu duduk memerlukan studi tentang aspek fisis (pencahayaan) maupun geometris. Dari segi geometris, model pembuatan kap lampu duduk yang telah ada pada umumnya masih monoton dan terbangun dari satu model potongan benda. Hal ini dapat dilihat dari produk industri kap lampu duduk yang masih sederhana dan teknik desain yang digunakan masih menggunakan cara konvensional. Teknik tersebut membutuhkan waktu yang sangat lama sehingga pesanan pelanggan sering tidak selesai pada waktunya. Selain itu produk yang dihasilkan pengrajin yang menggunakan teknik desain konvensional pada umumnya model yang dihasilkan tidak berubah (tetap), tidak diimbangi oleh peningkatan seni dan inovasi yang dibutuhkan oleh pelanggan yang sangat beragam ditinjau dari aspek tingkat kesimetrian, keserasian, dan variasi model maupun dari aspek ragam jenis dan ukuran barang yang ditawarkan sehingga pembeli tidak dapat menyesuaikan kap lampu duduk yang diinginkan dan sesuai dengan ruangannya (Gambar 1.1).

Sumber :http://3.bp.blogspot.com

Gambar 1.1 Bentuk-bentuk Desain Kap Lampu Duduk

Pasar domestik ataupun luar negeri benda-benda aksesoris ruangan seperti kap lampu duduk semakin banyak dijumpai dan diminati oleh masyarakat, karena semakin tahun masyarakat semakin sadar akan kebutuhan peningkatan seni keindahan dan kenyamanan ruangan. Akan tetapi, meskipun pasar domestik ataupun luar negeri hasil produk kap lampu duduk banyak dijumpai dan diminati oleh masyarakat, tetapi karena penawaran variasi model terbatas, nilai seninya masih rendah, kesimetriannya rendah, dan kemampuan pengrajin dalam mewujudkan ketepatan waktu pembuatan dan ukuran benda yang dipesan rendah, maka mengakibatkan: Pertama, daya jual pasar produk lampu hias duduk rendah. Kedua, pengrajin sering menanggung biaya tinggi untuk pengiriman, karena proses produksinya melampaui batas yang telah ditetapkan atau kesalahan hasil produksinya. Ketiga, biaya operasi pembuatan produk juga bertambah naik, karena waktu produksi bertambah lama.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian terkait desain kap lampu duduk melalui penggabungan benda-benda geometri ruang oleh Anto Bastian tahun (2011). Pada penelitian tersebut dihasilkan dua prosedur desain kap lampu duduk, yaitu membangun kap lampu duduk dengan alas segidelapan beraturan dan membangun kap lampu duduk dari bangun dasar balok. Penggunaan geometri bangun ruang pada penelitian sebelumnya masih sangat sedikit modelnya dan belum mampu memberikan tambahan kreasi yang maksimal, baik bagi pengrajin maupun pangsa pasar secara global. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan mengenai seni yang bervariasi dan inovatif dengan menggunakan kurva Bezier dan benda geometri yang lain. Sehubungan dengan beberapa persoalan yang ada, peneliti ingin mengembangkan penelitian sebelumnya dengan menggunakan benda geometri yang lain, yaitu tabung dan prisma segienam beraturan untuk mendesain kap lampu yang bervariasi dan inovatif.

Berdasarkan latar belakang di atas penulis mengangkat permasalahan tentang desain kap lampu duduk yang berjudul “Penerapan Kurva Bezier

Karakter Simetrik dan Putar pada Model Kap Lampu Duduk Menggunakan Maple”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana prosedur membangun benda dasar sebagai komponen penyusun kap lampu duduk yang bervariatif dan simetris?
2. Bagaimana prosedur merangkai beberapa benda dasar geometri komponen kap lampu duduk agar menghasilkan konstruksi yang tergabung kontinu dan variasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui prosedur membangun benda dasar sebagai komponen penyusun kap lampu duduk.
2. Mengetahui prosedur perangkaian beberapa benda dasar geometri komponen kap lampu duduk agar menghasilkan konstruksi yang tergabung kontinu dan variasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Menerapkan ilmu matematika terapan khususnya dalam bidang komputasi untuk memperoleh desain kap lampu duduk yang baru dan inovatif.

2. Bagi pengrajin, memberikan informasi mengenai bentuk-bentuk desain kap lampu duduk yang dapat dijadikan sebagai bahan referensi.

1.5 Sistematika Penulisan

Sisitematika penulisan skripsi ini sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka

Berisi sistem koordinat kartesius, sistem koordinat polar, titik, garis, kurva Hermit, kurva Bezier, transformasi, interpolasi di antara segmen garis dan kurva di ruang, penyajian benda geometri ruang, konstruksi objek pada program Maple 15, dan kajian Islam tentang berpikir kreatif.

Bab III Metode Penelitian

Berisi pendekatan penelitian, tahap-tahap penelitian, dan skema penelitian.

Bab IV Pembahasan

Berisi penjelasan dan uraian secara keseluruhan langkah-langkah pada metode penelitian dan menjawab permasalahan penelitian, hasil atau *output* dari percobaan serta kajian Islam tentang keindahan.

Bab V Penutup

Berisi kesimpulan hasil pembahasan dari bab empat dan saran yang ingin disampaikan peneliti.

BAB II

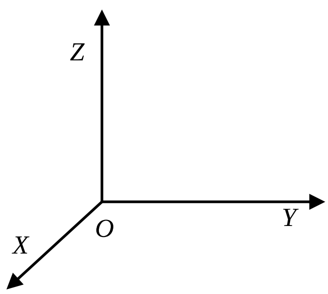
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sistem Koordinat

Dalam penyajian grafik ataupun desain objek (benda) berbantuan komputer, diperlukan beragam bentuk sistem koordinat. Beberapa sistem koordinat yang banyak digunakan dalam desain grafik (benda) di dimensi-dua ataupun dimensi-tiga, yaitu koordinat kartesius, koordinat polar, koordinat tabung, dan koordinat bola (Kusno, 2010).

2.1.1 Sistem Koordinat Kartesius

Dalam ruang dimensi-tiga yang dilambangkan dengan R^3 terdapat tiga garis koordinat yang saling tegak lurus (sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z), dengan titik nol ketiga garis tersebut berada pada titik O, yang disebut titik asal (*origin*). Ketiga garis tersebut, yaitu sumbu Z dilukis vertikal, sumbu Y horizontal dari kiri ke kanan, dan sumbu X horizontal dari belakang ke depan. Setiap tempat kedudukan titik di R^3 dapat dinyatakan dengan koordinat kartesius (x,y,z) dan pusat koordinatnya adalah di $(0,0,0)$. Nilai x, y, dan z dapat positif, dapat pula negatif, maupun nol (0) (Soebari, 1993).

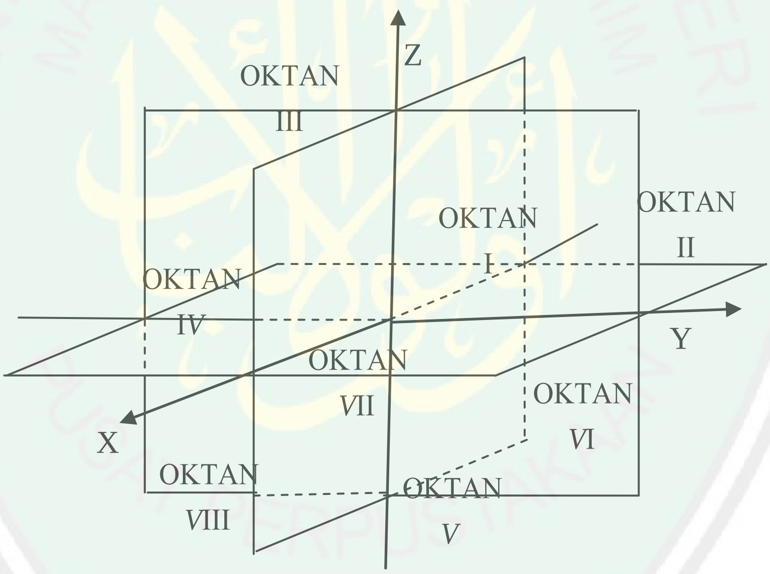


Gambar 2.1 Ruang Dimensi-Tiga

Ketiga sumbu tersebut dapat membentuk tiga bidang yaitu bidang YZ, bidang XZ, dan bidang XY, yang membagi ruang menjadi delapan oktan (Gambar 2.2). Nilai-nilai setiap oktan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Karakter Setiap Oktan

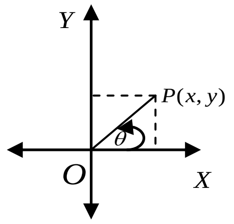
Oktan ke-	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Nilai X	+	-	-	+	+	-	-	+
Nilai Y	+	+	-	-	+	+	-	-
Nilai Z	+	+	+	+	-	-	-	-



Gambar 2.2 Gambar Oktan pada R^3

2.1.2 Koordinat Polar, Tabung, dan Bola

Penyajian titik $P(x, y)$ dari koordinat kartesius di R^2 dapat dinyatakan dalam sistem koordinat polar $P(\rho, \theta)$ dengan pusat polar (kutub) O, panjang jari-jari ρ dan bersudut polar berlawanan arah jarum jam θ terhadap OX (Kusno, 2010).



Gambar 2.3 Koordinat Polar

Pada Gambar 2.3 dapat ditentukan bahwa

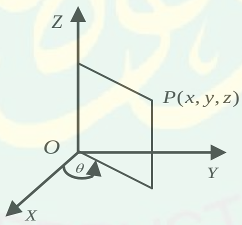
$$\cos\theta = \frac{x}{\rho}, \qquad \sin\theta = \frac{y}{\rho}$$

sehingga

$$x = \rho\cos\theta\,, \quad y = \rho\sin\theta$$

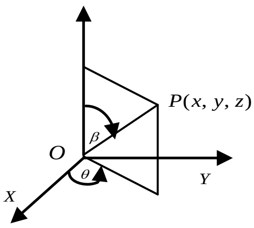
Sebagaimana pada sistem koordinat polar, penyajian titik $P(x, y, z)$ di ruang dapat dinyatakan dengan koordinat tabung yaitu,

$$x = \rho\cos\theta\,, \quad y = \rho\sin\theta\,, \quad z = z$$



Gambar 2.4 Koordinat Tabung

Sedangkan penyajian titik $P(x, y, z)$ dalam koordinat kartesius, bila dinyatakan dengan koordinat bola



Gambar 2.5 Koordinat Bola

dari Gambar 2.5 dapat diperoleh bahwa:

$$\cos\theta = \frac{x}{\rho\sin\beta}, \qquad \sin\theta = \frac{y}{\rho\sin\beta}, \qquad \text{dan} \qquad \cos\beta = \frac{z}{\rho}$$

sehingga

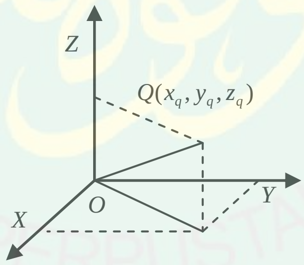
$$x = \rho\sin\beta\cos\theta\,; \quad y = \rho\sin\beta\sin\theta\,; \quad z = \rho\cos\beta$$

(Kusno, 2010).

2.2 Titik

2.2.1 Penyajian Titik

Misalkan Q adalah titik di R^3 dinyatakan oleh $Q(x_q, y_q, z_q)$ dengan x_q, y_q dan z_q adalah bilangan riil maka dapat ditentukan satu titik di R^3 dengan sumbu koordinat X, Y dan Z seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Penyajian Titik pada R^3

2.2.2 Jarak Dua Titik

Jika ditentukan titik P dinyatakan dengan $P(x_p, y_p, z_p)$ dan titik Q dinyatakan dengan $Q(x_q, y_q, z_q)$, maka $\overrightarrow{PQ}$ dapat dicari sebagai berikut:

$$\overrightarrow{OQ} = \overrightarrow{OP} + \overrightarrow{OQ}$$

$$\overrightarrow{PQ} = \overrightarrow{OQ} - \overrightarrow{OP}$$

$$= (x_q\vec{\imath} + y_q\vec{\imath} + z_q\vec{k}) - (x_p\vec{\imath} + y_p\vec{\imath} + z_p\vec{k})$$

$$= (x_q - x_p)\vec{\imath} + (y_q - y_p)\vec{\jmath} + (z_q - z_p)\vec{k}$$

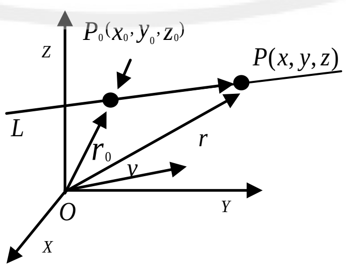
Jadi untuk mencari jarak antara titik P dan titik Q dapat dicari dengan menggunakan formula

$$\left|\overrightarrow{PQ}\right| = \sqrt{(x_q - x_p)^2 + (y_q - y_p)^2 + (z_q - z_p)^2}$$

2.3 Garis

2.3.1 Penyajian Garis

Garis pada bidang XY ditentukan jika diketahui suatu titik dan arah pada garis tersebut. Sebuah garis L pada ruang dimensi-tiga ditentukan saat diketahui titik $P_0(x_0, y_0, z_0)$ pada L dan arah dari garis L. Pada dimensi-tiga, arah suatu garis dinyatakan dengan mudah oleh sebuah vektor, sehingga kita misalkan v sebagai vektor yang sejajar pada L. Misalkan $P(x,y,z)$ adalah sebuah titik sebarang pada L dan misalkan r_0 dan r adalah vektor posisi P_0 dan P (yaitu vektor posisi yang memiliki representasi $\overrightarrow{OP_0}$ dan $\overrightarrow{OP}$). Jika a adalah vektor dengan representasi $\overrightarrow{P_0P}$ seperti pada Gambar 2.7, maka hukum segitiga untuk penjumlahan vektor menghasilkan $r = r_0 + a$. Akan tetapi, karena a dan v adalah vektor yang sejajar, terdapat suatu sekalar t sedemikian hingga $a = tv$ sehingga $r = r_0 + tv$



Gambar 2.7 Garis L pada Ruang Dimensi-tiga

ini adalah persamaan vektor dari L. Masing-masing nilai parameter t memberikan nilai vektor posisi r dari titik maupun pada L (Stewart, 2011).

Jika vektor v yang memberikan arah garis L ditulis dalam bentuk komponennya sebagai $v = (a, b, c)$, maka diperoleh $tv = (ta, tb, tc)$. dapat ditulis $r = (x, y, z)$ dan $r_0 = (x_0, y_0, z_0)$, sehingga menjadi

$$(x, y, z) = (x_0 + ta, y_0 + bt, z_0 + tc) \tag{2.1}$$

Dua vektor adalah sama jika dan hanya jika komponen-komponen yang saling bersesuaian sama. Oleh karena itu, dimiliki tiga persamaan skalar yaitu,

$$x = x_0 + at \qquad y = y_0 + bt \qquad z = z_0 + ct$$

dengan $t \in \mathbb{R}$. Persamaan (2.2) disebut persamaan parametrik dari garis L melalui titk $P_0(x_0, y_0, z_0)$ dan sejajar dengan vektor $v = (a, b, c)$, masing-masing nilai parameter t menunjukkan titik (x, y, z) pada L (Stewart, 2011).

Jika setiap persamaan parametik untuk t diselesaikan (dengan mengasumsi bahwa a, b, dan c semuanya bukan nol) dan hasil-hasilnya disamakan, maka diperoleh persamaan simetrik (*symmetric equation*) untuk garis yang melalui (x_0, y_0, z_0) dengan bilangan a, b, c yaitu,

$$\frac{x - x_0}{a} = \frac{y - y_0}{b} = \frac{z - z_0}{c} \tag{2.2}$$

persamaan (2.2) merupakan gabungan dari dua persamaan yaitu,

$$\frac{x - x_0}{a} = \frac{y - y_0}{b} \text{ dan } \frac{y - y_0}{b} = \frac{z - z_0}{c}$$

(Purcell, dkk., 2004).

2.3.2 Jarak Titik dengan Garis

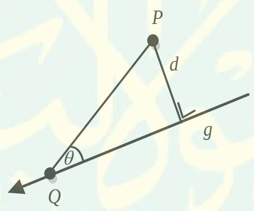
Untuk menentukan jarak antara titik dan garis, tentukan titik yang terletak pada garis. Misalkan menentukan jarak antara titik P dengan garis g, tentukan sebarang titik Q pada g, maka

$$\left|\overrightarrow{PQ} \times \vec{g}\right| = \left|\overrightarrow{PQ}\right| \cdot |\vec{g}| \sin\theta$$
$$= \left|\overrightarrow{PQ}\right| \cdot |\vec{g}| \frac{d}{|\overrightarrow{PQ}|}$$

jadi jarak titik P terhadap garis g, adalah

$$\mathrm{d} = \frac{\left|\overrightarrow{PQ} \times \vec{g}\right|}{|\vec{g}|}$$

(Krismanto, 2008:17).

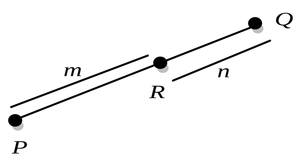


Gambar 2.8 Jarak Antara Titik P dan Garis g

2.3.3 Titik pada Segmen Garis

Diberikan titik $P(x_p, y_p, z_p)$ dan titik $Q(x_q, y_q, z_q)$ untuk menentukan koordinat titik R yang terletak pada segmen garis $\overrightarrow{PQ}$ sedemikian sehingga $\overrightarrow{PR} : \overrightarrow{RQ}$ adalah $m : n$. Terlihat pada Gambar 2.9 bahwa

$$\overrightarrow{PR} : \overrightarrow{RQ} = m : n$$



Gambar 2.9 Titik R pada Segmen Garis $\overrightarrow{PQ}$

dengan demikian

$$n[(x_r - x_p)\vec{i} + (y_r - y_p)\vec{j} + (z_r - y_p)\vec{k}] =$$

$$m[(x_q - x_r)\vec{i} + (y_q - y_r)\vec{j} + (z_q - y_r)\vec{k}] \qquad (2.3)$$

Persamaan tersebut hanya benar jika

$$n(x_r - x_p) = m(x_q - x_r), \qquad n(y_r - y_q) = m(y_q - y_r),$$

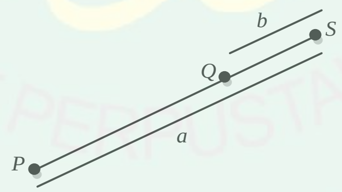
$$n(z_r - z_q) = m(z_q - z_r)$$

Berdasarkan persamaan (2.3) di atas diperoleh bahwa:

$$x_r = \frac{mx_q + nx_p}{m+n}, \qquad y_r = \frac{my_q + ny_p}{m+n}, \qquad z_r = \frac{mz_q + nz_r}{m+n}$$

Jika titik S berada pada perpanjangan $\overline{PQ}$ sehingga $\overrightarrow{PS} : \overrightarrow{SQ} = a : -b$ maka koordinat titik S yaitu,

$$(x_s, y_s, z_s) = \left(\frac{ax_q - bx_p}{a-b}, \frac{ay_q - by_p}{a-b}, \frac{az_q - bz_p}{a-b}\right)$$

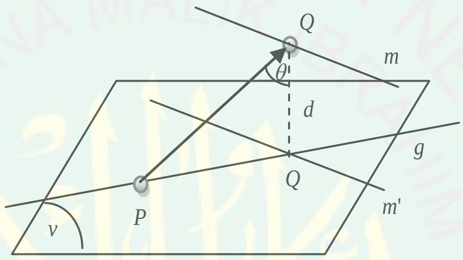


Gambar 2.10 Titik S pada Perpanjangan Segmen Garis $\overrightarrow{PQ}$

Selanjutnya jika $|\overrightarrow{PR}| : |\overrightarrow{RQ}| = |\overrightarrow{PS}| : |\overrightarrow{SQ}|$ atau $\overrightarrow{PR} : \overrightarrow{RQ} = \overrightarrow{PS} : -\overrightarrow{SQ}$ maka pasangan titik R dan titik S dikatakan memisah harmonis pasangan titik P dan titik Q. Sedangkan keempat titik tersebut (P, Q, R, dan S) disebut empat titik harmonis atau sekawan selaras (Soebari, 1995).

2.3.4 Jarak Dua Garis

Untuk mencari jarak garis g dan garis m, maka dibuat sebuah bidang yang melalui salah satu garis tersebut, dan sejajar dengan garis yang lain. Misalkan bidang v yang melalui garis g dan sejajar garis m. $\vec{g}$, $\vec{m}$ adalah vektor yang sejajar dengan v. Jika m' proyeksi dari m pada bidang v, Q' perpotongan m' dan g, Q titik pada m yang mempunyai proyeksi Q' pada v dan P sebarang titik pada g seperti terlihat pada Gambar 2.11, maka



Gambar 2.11 Jarak Antara Dua Garis

$$\left|\vec{g} \times \vec{m} \cdot \overrightarrow{PQ}\right| = |\vec{g} \times \vec{m}| \left|\overrightarrow{PQ}\right| \frac{\left|\overrightarrow{QQ'}\right|}{\left|\overrightarrow{PQ}\right|}$$

$$= |\vec{g} \times \vec{m}| \left|\overrightarrow{QQ'}\right|$$

atau

$$\mathrm{d} = \frac{\left|\overrightarrow{PQ} \cdot \vec{g} \times \vec{m}\right|}{|\vec{g} \times \vec{m}|}$$

(Soebari, 1994).

2.4 Kurva Hermit Kuadratik

Pemilihan bentuk persamaan kurva atau permukaan sangat penting untuk memudahkan operasi rancang bangun objek (benda). Sehubungan dengan hal itu, pada bagian ini dijelaskan tentang penyajian kurva dengan pendekatan bentuk aljabar dan geometri. Tujuannya adalah memperkenalkan adanya fungsi-fungsi basis dalam penyajian kurva (permukaan) bertujuan untuk memudahkan perancangan objek. Misalkan kurva kuadratik parametrik $P(u)$ dinyatakan dalam bentuk aljabar sebagai berikut:

$$x(u) = a_x + b_x u + c_x u^2$$

$$y(x) = a_y + b_y u + c_y u^2 \qquad (2.4)$$

$$z(u) = a_z + b_z u + c_z u^2$$

dengan u dibatasi dalam interval $0 \leq u \leq 1$ atau $u \in [0,1]$. Pembatasan terhadap nilai u ini dimaksudkan agar segmen kurva yang terbangun terbatas dan mudah dikontrol.

Berdasarkan persamaan (2.4) daat ditulis ke dalam fungsi vektorial (parametrik) sehingga menjadi

$$P(u) = a + bu + cu^2 \qquad (2.5)$$

Turunan pertama dari adalah

$$P^{'}(u) = b + cu$$

Kemudian ditetapkan beberapa kondisi berikut:

$$P(u = 0) = a$$

$$P(u = 1) = a + b + c$$

$$P^{'}(u = 1) = b + 2c \qquad (2.6)$$

atau

$$\begin{bmatrix} P(0) \\ P(1) \\ P^{'}(1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$$

dengan a, b, dan c merupakan vektor-vektor yang ekuivalen dengan koefisien skalar aljabar.

Jika sistem persamaan (2.6) diselesaikan, maka

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P(0) \\ P(1) \\ P'(1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P(0) \\ P(1) \\ P'(1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -2 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P(0) \\ P(1) \\ P'(1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$$

$$M_H \begin{bmatrix} P(0) \\ P(1) \\ P'(1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}, \quad \text{dengan } M_H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -2 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

sehingga nilai vektor-vektor a, b dan c diperoleh

$$a = P(0)$$

$$b = -2P(0) + 2P(1) - P'(1) \tag{2.7}$$

$$c = P(0) - P(1) + P'(1)$$

Menurut Kusno (2010) jika persamaan (2.7) disubstitusikan ke persamaan (2.5) maka didapat bentuk kurva Hermit kudratik yaitu,

$$P(u) = P(0)K_1(u) + P(1)K_2(u) + P'(1)K_3(u) \tag{2.8}$$

dengan

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

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

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

$P(0)$ adalah titik awal kurva berbentuk (x_0, y_0, z_0).

$P(1)$ adalah titik akhir kurva berbentuk (x_1, y_1, z_1).

$P'(1)$ adalah titik kontrol kelengkungan kurva dengan $0 \leq u \leq 1$.

2.5 Kurva Bezier Berderajat Dua

Pada kurva Bezier suatu segmen kurva menggunakan tiga titik kontrol untuk mengaproksimasikan tangent. Titik interpolasi adalah titik pertama dan ketiga, sementara titik kedua aproksimasi tangen dan *magnitude* dikalikan faktor 2. Jadi untuk segmen ke-i yang terbentuk titik-titik kontrol K_0, K_1, dan K_2 didefinisikan sebagai berikut:

$V(0) = K_0$

$V(1) = K_2$

$V'(1) = 2(K_2 - K_1)$

sehingga

$$V(u) = [1 \quad u \quad u^2] M_H \begin{bmatrix} V(0) \\ V(1) \\ V'(1) \end{bmatrix}$$

$$= [1 \quad u \quad u^2] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -2 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_0 \\ K_1 \\ 2(K_2 - K_1) \end{bmatrix}$$

$$= [1 \quad u \quad u^2] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -2 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_0 \\ K_1 \\ K_2 \end{bmatrix}$$

$$= [1 \quad u \quad u^2] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -2 & 2 & 0 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_0 \\ K_1 \\ K_2 \end{bmatrix}$$

$$= [1 - 2u + u^2 \quad 2u - 2u^2 \quad u^2] \begin{bmatrix} K_0 \\ K_1 \\ K_2 \end{bmatrix}$$

$$= K_0(1 - 2u + u^2) + K_1(2u - 2u^2) + K_2(u^2)$$

M_H merupakan matriks yang dihasilkan pada kurva Hermit kuadratik.

Jadi kurva Bezier berderajat dua dalam bentuk parametrik yaitu,

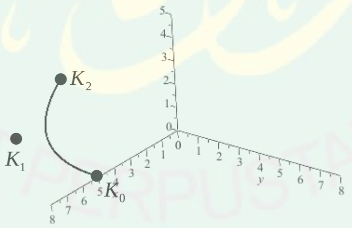
$$V(u) = K_0(1 - 2u + u^2) + K_1(2u - 2u^2) + K_2(u^2) \tag{2.9}$$

dengan $0 \leq u \leq 1$ (Kusno, dkk., 2007).

Misalkan diketahui $K_0 = (5,0,0)$; $K_1 = (10,0,3)$, dan $K_2 = (7,0,5)$, maka kurva Bezier berderajat dua dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} V(u) &= (5,0,0)(1 - 2u + u^2) + (10,0,5)(2u - 2u^2) + (7,0,5)(u^2) \\ &= \big(5(1 - 2u + u^2), 0(1 - 2u + u^2), 0(1 - 2u + u^2)\big) + \\ &\quad \big(10(2u - 2u^2), 0(2u - 2u^2), 5(2u - 2u^2)\big) + \big(7(u^2), 0u^2, 5(u^2)\big) \\ &= (5 - 10u + 5u^2, 0,0) + (20u - 20u^2, 0,10u - 10u^2) + (7u^2, 0,5u^2) \\ &= (5 + 10u - 8u^2, 0\ ,6u - u^2) \end{aligned}$$

dengan $0 \leq u \leq 1$ sehingga diperoleh kurva seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Contoh Kurva Bezier Berderajat Dua

2.6 Transformasi

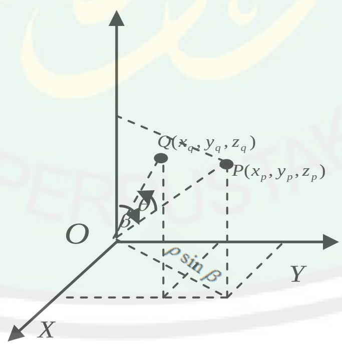
Dalam suatu sistem koordinat, sering dilakukan suatu pemindahan objek dari satu posisi ke posisi lain. Proses ini dilakukan satu kali perpindahan atau bahkan diperlukan beberapa kali proses perpindahan. Macam-macam proses perpindahan yaitu: perputaran (rotasi), pergeseran (translasi), dan pencerminan (refleksi). Proses pemindahan tersebut dijelaskan sebagai berikut:

2.6.1 Perputaran (Rotasi)

Rotasi adalah perubahan dari suatu koordinat objek ke dalam kedudukan baru dengan menggerakkan seluruh titik koordinat yang didefinisikan pada bentuk awal dengan suatu besaran sudut pada suatu sumbu putar. Jika $Q(x_q, y_q, z_q)$ adalah posisi setelah rotasi pada sumbu putar, $P(x_p, y_p, z_p)$ adalah posisi awal sebelum dilakukan rotasi, dan R adalah matriks rotasi pada suatu sumbu putar. Sistem koordinat R^3 mempunyai tiga sumbu putar, maka rotasi setiap sumbu dengan sudut putar θ dapat ditulis sebagai berikut:

A. Rotasi terhadap sumbu X

Titik $P(x_p, y_p, z_p)$ akan diputar tehadap sumbu X dengan sudut putar θ yang akan ditunjukkan pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Rotasi Terhadap Sumbu X

Sehingga

$x_p = x_p$

$y_p = \rho \cdot \sin\beta$

$z_p = \rho \cdot \cos\beta$

Jika titik P diputar terhadap sumbu X dengan sudut putar θ, maka

$x_q = x_p$

$y_q = \rho \sin(\beta - \theta)$

$= \rho(\sin\beta \cdot \cos\theta - \cos\beta \cdot \sin\theta)$

$= \rho \cdot \sin\beta \cdot \cos\theta - \rho \cdot \cos\beta \cdot \sin\theta$

$= y_p \cdot \cos\theta - z_p \sin\theta$

$z_q = \rho \cdot \cos(\beta - \theta)$

$= \rho(\cos\beta \cdot \cos\theta + \sin\beta \cdot \sin\theta)$

$= \rho \cdot \cos\beta \cdot \cos\theta + \rho \cdot \sin\beta \cdot \sin\theta$

$= y_p \cdot \sin\theta + z_p \cdot \cos\theta$

Dapat disimpulkan bahwa koordinat titik setelah dirotasikan terhadap sumbu X dapat dicari dengan menggunakan persamaan

$$\left(x_q, y_q, z_q\right) = \left(x_p, y_p \cdot \cos\theta - z_p \cdot \sin\theta, y_p \cdot \sin\theta + z_p \cdot \cos\theta\right) \qquad (2.10)$$

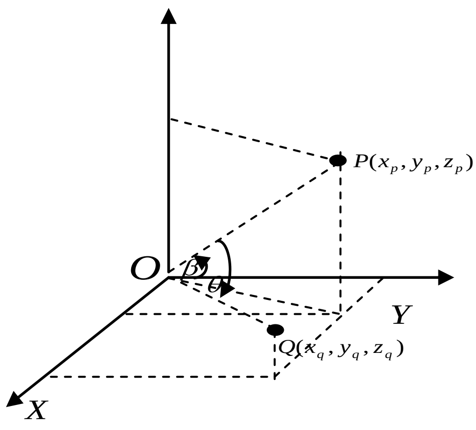
atau

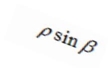
$$\begin{bmatrix} x_q \\ y_q \\ z_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \end{bmatrix}$$

(Cristiyanto, 2003).

B. Rotasi terhadap sumbu Y

Titik $P(x_p, y_p, z_p)$ akan diputar tehadap sumbu Y dengan sudut putar θ yang akan ditunjukkan pada Gambar 2.14.





Gambar 2.14 Rotasi Terhadap Sumbu Y

Sehingga

$x_p = \rho \cdot \cos \beta$

$y_p = y_p$

$z_p = \rho \cdot \sin \beta$

Jika titik P diputar terhadap sumbu Y dengan sudut putar θ, maka

$$
\begin{aligned}
x_q &= \rho \cdot \cos(\beta - \theta) \\
&= \rho(\cos \beta \cdot \cos \theta + \sin \beta \cdot \sin \theta) \\
&= \rho \cdot \cos \beta \cdot \cos \theta + \rho \cdot \sin \beta \cdot \sin \theta \\
&= x_p \cdot \cos\ \theta + z_p \cdot \sin \theta
\end{aligned}
$$

$y_q = y_p$

$$
\begin{aligned}
z_q &= \rho \sin(\beta - \theta) \\
&= \rho(\sin \beta \cdot \cos \theta - \cos \beta \cdot \sin \theta) \\
&= \rho \cdot \sin \beta \cdot \cos \theta - \rho \cdot \cos \beta \cdot \sin \theta \\
&= x_p \cdot (-\sin \theta) + z_p \cdot \cos \theta
\end{aligned}
$$

Dapat disimpulkan bahwa koordinat titik setelah dirotasikan terhadap sumbu Y dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\left(x_q, y_q, z_q\right) = \left(x_p \cdot \cos \theta + z_p \cdot \sin \theta, y_p, x_p \cdot (-\sin \theta) + z_p \cdot \cos \theta\right) \tag{2.11}$$

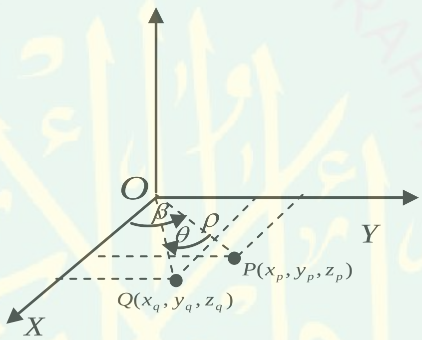
atau

$$\begin{bmatrix} x_q \\ y_q \\ z_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & \sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \end{bmatrix}$$

(Cristiyanto, 2003).

C. Rotasi terhadap sumbu Z

Titik $P(x_p, y_p, z_p)$ akan diputar tehadap sumbu Z dengan sudut putar θ yang akan ditunjukkan pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Rotasi Terhadap Sumbu Z

Sehingga

$x_p = \rho \cdot \cos\beta$

$y_p = \rho \cdot \sin\beta$

$z_p = z_p$

Jika titik P diputar terhadap sumbu Z dengan sudut putar θ, maka

$$\begin{aligned} x_q &= \rho \cdot \cos(\beta - \theta) \\ &= \rho(\cos\beta \cdot \cos\theta + \sin\beta \cdot \sin\theta) \\ &= \rho \cdot \cos\beta \cdot \cos\theta + \rho \cdot \sin\beta \cdot \sin\theta \\ &= x_p \cdot \cos\ \theta + y_p \cdot \sin\theta \end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
y_q &= \rho \sin(\beta - \theta) \\
&= \rho(\sin\beta \cdot \cos\theta - \cos\beta \cdot \sin\theta) \\
&= \rho \cdot \sin\beta \cdot \cos\theta - \rho \cdot \cos\beta \cdot \sin\theta \\
&= x_p \cdot (-\sin\theta) + y_p \cdot \cos\theta \\
z_q &= z_p
\end{aligned}
$$

Dapat disimpulkan bahwa koordinat titik setelah dirotasikan terhadap sumbu Z dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\left(x_q, y_q, z_q\right) = \left(x_p \cdot \cos\theta + y_p \cdot \sin\theta, x_p \cdot (-\sin\theta) + y_p \cdot \cos\theta\, , z_p\right) \quad (2.12)$$

atau

$$\begin{bmatrix} x_q \\ y_q \\ z_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \end{bmatrix}$$

(Cristiyanto, 2003).

2.6.2 Pergeseran (Translasi)

Translasi adalah pergeseran sebuah objek ke lokasi baru dengan menambahkan suatu nilai konsisten untuk setiap titik koordinat yang terdefinisi dalam objek tersebut. Jika $P(x_p, y_p, z_p)$ adalah posisi titik asal, $Q(x_q, y_q, z_q)$ adalah posisi setelah titik digeser, I adalah matriks identitas, dan (tr_x, tr_y, tr_z) merupakan nilai konstanta yang menunjukkan besarnya pergeseran pada setiap sumbu koordinat, maka hasil pergeseran dapat dinyatakan dengan

$$\left(x_q, y_q, z_q\right) = \left(x_p + tr_x, y_p + tr_y, x_p + tr_x\right) \quad (2.13)$$

atau

$$x_q = x_p + tr_x$$

$$y_q = y_p + tr_y$$

$$z_q = z_p + tr_z$$

dan

$$\begin{bmatrix} x_q \\ y_q \\ z_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} tr_x \\ tr_y \\ tr_z \end{bmatrix}$$

(Cristiyanto, 2003).

2.6.3 Pencerminan (Refleksi)

Refleksi adalah perubahan suatu objek ke dalam kedudukan baru dengan arah tegak lurus terhadap pusat penceminan yang jaraknya dua kali jarak objek terhadap pusat pencerminan. Jika $P(x_p, y_p, z_p)$ adalah posisi titik awal, $Q(x_q, y_q, z_q)$ adalah posisi titik setelah dicerminkan terhadap titik $T(t_x, t_y, t_z)$, maka pencerminan terhadap suatu titik $T(t_x, t_y, t_z)$ dapat ditulis

$$\left(x_q, y_q, z_q\right) = \left(2t_x - x_p, 2t_y - y_p, 2t_x - x_p\right) \qquad (2.14)$$

atau

$$x_q = 2t_x - x_p$$

$$y_q = 2t_x - y_p$$

$$z_p = 2t_z - z_p$$

(Cristiyanto, 2003).

2.7 Interpolasi di Antara Segmen Garis dan Kurva di Ruang

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

$$S(u,v) = (1-v)I_1(u) + vI_2(u) \quad (2.15)$$

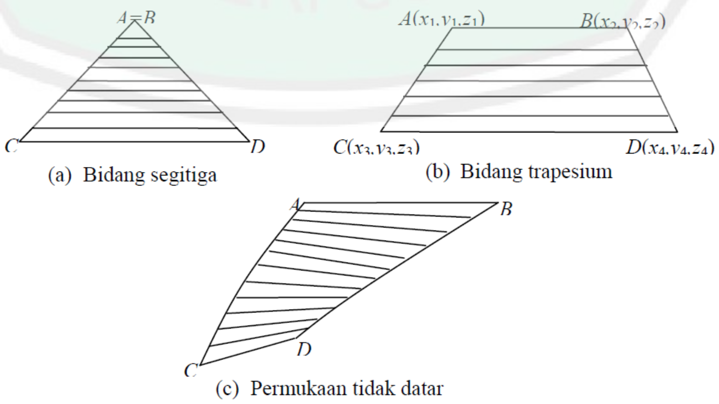
dengan $0 \le u \le 1$ dan $0 \le v \le 1$ (Roifah, 2013).

Terdapat beberapa kasus khusus bentuk interpolasi linier kedua garis tersebut. Jika $A = B$ maka hasil interpolasi persamaan (2.15) akan menghasilkan bidang segitiga terlihat pada Gambar 2.16 sedangkan jika $\overline{AB} \,//\, \overline{CD}$ maka secara umum akan membentuk bidang segiempat terlihat pada Gambar 2.16. Jika bidang tersebut dibentuk dari interpolasi dua garis yang bersilang maka menghasilkan permukaan yang tidak datar (dapat berbentuk lengkung maupun puntiran) di sebagian permukaan tersebut terlihat pada Gambar 2.16 (Roifah, 2013).

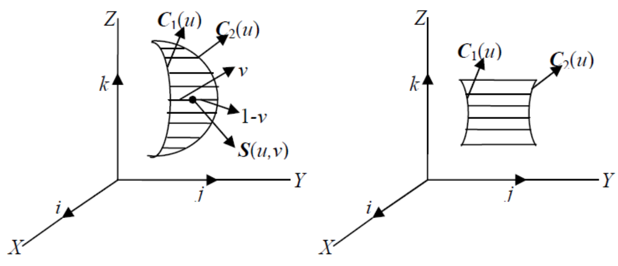
Dapat dibangun permukaan lengkung hasil interpolasi kurva ruang yaitu,

$$S(u,v) = (1-v)C_1(u) + vC_2(u) \quad (2.16)$$

dengan $C_1(u)$ dan $C_2(u)$ merupakan kurva batas seperti pada Gambar 2.17 (Roifah, 2013).



Gambar 2.16 Contoh Kasus Khusus Interpolasi Linier Dua Segmen Garis



Gambar 2.17 Interpolasi Linier pada Kurva

2.8 Dilatasi Titik pada R^3

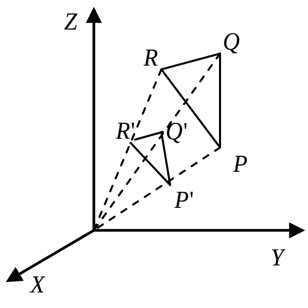
Dilatasi adalah suatu transformasi yang mengubah jarak titik-titik dengan faktor tertentu (k) terhadap suatu titik tertentu yang disebut sebagai pusat dilatasi. Dengan kata lain, dilatasi merupakan transformasi yang mengubah ukuran (memperbesar atau memperkecil) suatu bentuk.

Menurut Kusno (2010), transformasi dilatasi yang memetakan titik $P(x,y,z)$ ke $P^{'}(x^{'},y^{'},z^{'})$ yaitu,

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 & 0 & 0 \\ 0 & k_2 & 0 \\ 0 & 0 & k_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 x \\ k_2 y \\ k_3 z \end{bmatrix} \tag{2.17}$$

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

Misalkan segitiga PQR dengan titik-titik sudut $P(x_1,y_1,z_1)$, $Q(x_2,y_2,z_2)$, dan $R(x_3,y_3,z_3)$ didilatasikan dengan faktor pengali $k > 1$, sehingga didapatkan bayangan segitiga $P'Q'R'$ 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 2.18 (Kusno, 2010).

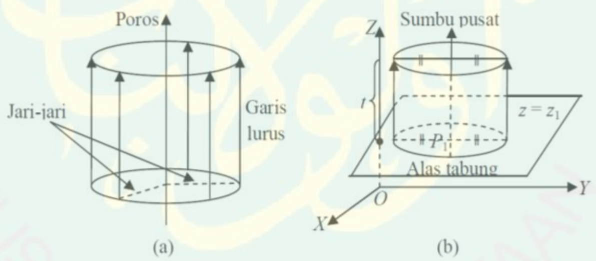


Gambar 2.18 Dilatasi dengan $\boldsymbol{k} > 1$

2.9 Penyajian Benda-benda Geometri Ruang

2.9.1 Penyajian Tabung

Menurut Suryadi di dalam skripsi Miftakhul Roifah (2013), tabung dapat dibangun dari garis lurus yang sejajar dengan jarak konstan. Tabung juga dapat diartikan sebagai benda ruang yang merupakan kedudukan garis-garis sejajar dan berjarak sama terhadap garis (poros) tertentu dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Penyajian Tabung

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

a. Jika alas terletak pada bidang $z = z_1$ dan sumbu pusat tabung sejajar sumbu Z, maka untuk mencari persamaan parametrik tabung dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Ditentukan persamaan parametrik lingkaran dengan pusat $P_1(x_1, y_1, z_1)$, berjari-jari r, dan terletak pada bidang $z = z_1$ yaitu,

$$L(\theta) = (x_1 + r\cos\theta\,, y_1 + r\sin\theta\,, Z_1) \tag{2.18}$$

dengan $0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan $r \in \mathbb{R}$.

2) Lingkaran tersebut ditranslasikan dimulai dari z_1 sampai $z_1 + t$ sehingga terbentuk persamaan parametrik tabung yaitu,

$$T(\theta, z) = (x_1 + r\cos\theta\,, y_1 + r\sin\theta\,, z) \tag{2.19}$$

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

b. Jika alas terletak pada bidang $x = x_1$ dan sumbu pusat tabung sejajar sumbu X, maka untuk mencari persamaan parametrik tabung sama dengan mencari persamaan parametrik tabung dengan sumbu pusat tabung sejajar sumbu Z sehingga didapatkan persamaan

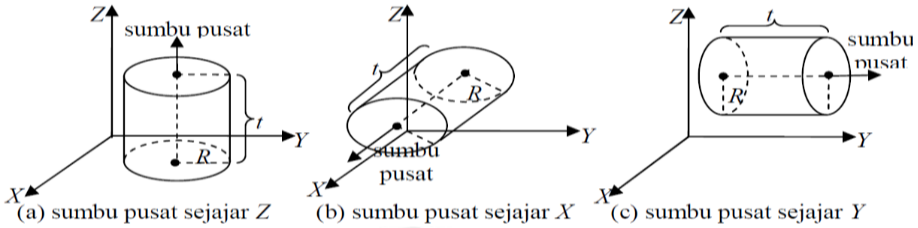
$$T(\theta, z) = (x, y_1 + r\sin\theta\,, z_1 + r\cos\theta) \tag{2.20}$$

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

c. Jika alas terletak pada bidang $y = y_1$ dan sumbu pusat tabung sejajar sumbu Y, maka untuk mencari persamaan parametrik tabung sama dengan mencari persamaan parametrik tabung dengan sumbu pusat tabung sejajar sumbu Z sehingga didapatkan persamaan

$$T(\theta, z) = (x_1 + r\cos\theta\,, y, z_1 + r\sin\theta) \tag{2.21}$$

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



Gambar 2.20 Tabung dengan Beragam Sumbu Pusat

2.9.2 Penyajian Prisma Segienam Beraturan

Prisma adalah polihedron yang dibatasi oleh dua bidang sejajar dan beberapa bidang perpotongan dengan garis potong sejajar. Bagian bidang yang memotong dua bidang (alas prisma) disebut sisi lateral (tegak) dari prisma. Sedangkan garis-garis potong yang sejajar adalah rusuk prisma. Suatu prisma dikatakan prisma tegak jika rusuk-rusuk tegaknya tegak lurus terhadap bidang alas. Tinggi prisma ditentukan oleh jarak antara dua bidang sejajar (Bastian, 2011).

Jika diketahui sebuah poligon segienam dengan titik $K_1(x_1, y_1, z_1)$, $K_2(x_2, y_2, z_2)$, $K_3(x_3, y_3, z_3)$, $K_4(x_4, y_4, z_4)$, $K_5(x_5, y_5, z_5)$, dan $K_6(x_6, y_6, z_6)$ dapat dilihat pada Gambar 2.19, maka dapat dibuat sebuah prisma tegak segienam dengan tinggi prisma adalah t melalui tahapan sebagai berikut:

a. Enam titik K_i dengan $i = 1,2,3,4,5$ dan 6 ditentukan menggunakan persamaan lingkaran (2.18) dengan ketinggian z dan $\theta = \frac{i\pi}{3}$ yang titik pusat lingkaran (x_1, y_1, z_1), sehingga

$$K_i = (x_1 + r\cos\theta\,, y_1 r\sin\theta\,, z_1)$$

maka didapat enam titik yaitu K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 dan K_6

b. Keenam titik tersebut ditranslasikan setinggi t dengan arah sejajar sumbu Z, didapat enam titik atap prisma yaitu K_i' dengan $i = 1, 2, 3, 4, 5$ dan 6

$$K_i = (x_1 + r\cos\theta\,, y_1 r\sin\theta\,, z_1 + t)$$

t menunjukkan tinggi prisma segi enam beraturan.

c. Keenam titik tersebut diubah dalam bentuk parametrik I_j(u) dengan $j = 1$, 2, 3, 4, 5, dan 6 dengan cara menggunakan kurva Hermit berderajat satu yaitu,

$$I(u) = a + bu$$

Disubtitusikan $u = 0$ dan $u = 1$ sehingga didapat:

$I(0) = a$

$I(1) = a + b$

$b = I(1) - I(0)$

Disubtitusikan nilai a dan b ke $I(u) = a + bu$, sehingga

$$I(u) = I(0) + \big(I(1) - I(0)\big)u$$

maka diperoleh $I_j\,(u)$ sebagai berikut:

$$I_1(u) = K_1 + (K_2 - K_1)u$$

$$I_2(u) = K_2 + (K_3 - K_2)u$$

$$I_3(u) = K_3 + (K_4 - K_3)u$$

$$I_4(u) = K_4 + (K_5 - K_4)u$$

$$I_5(u) = K_5 + (K_6 - K_5)u$$

$$I_6(u) = K_6 + (K_1 - K_6)u$$

$$I'_1(u) = K'_1 + (K'_2 - K'_1)u$$

$$I'_2(u) = K'_2 + (K'_3 - K'_2)u$$

$$I'_3(u) = K'_3 + (K'_4 - K'_3)u$$

$$I'_4(u) = K'_4 + (K'_5 - K'_4)u$$

$$I'_5(u) = K'_5 + (K'_6 - K'_5)u$$

$$I'_6(u) = K'_6 + (K'_1 - K'_6)u$$

d. Segmen-segmen garis pada bidang alas diintepolasikan dengan bidang atas prisma menggunakan persamaan (2.15) sehingga didapatkan bidang segienam dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_{K_1K_2K_1'K_2'}(u,v) = (1-v)I_1(u) + vI'_i(u)$$

$$S_{K_2K_3K_2'K_3'}(u,v) = (1-v)I_2(u) + vI'_2(u)$$

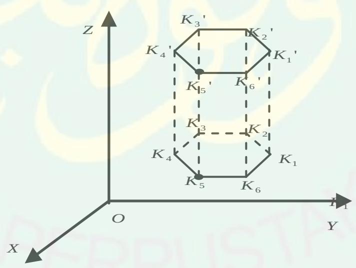
$$S_{K_3K_4K_3'K_4'}(u,v) = (1-v)I_3(u) + vI'_3(u)$$

$$S_{K_4K_5K_4'K_5'}(u,v) = (1-v)I_4(u) + vI'_4(u)$$

$$S_{K_5K_6K_5'K_6'}(u,v) = (1-v)I_5(u) + vI'_5(u)$$

$$S_{K_6K_1K_6'K_1'}(u,v) = (1-v)I_6(u) + vI_6'(u)$$

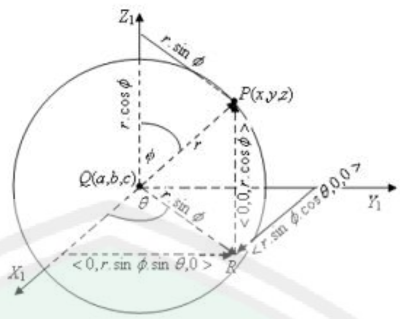
dengan $0 \le u \le 1$ dan $0 \le v \le 1$, u dan a adalah parameter (Bastian, 2011).



Gambar 2.21 Penyajian Prisma Segienam Beraturan

2.9.3 Penyajian Bola

Bola adalah tempat kedudukan titik-titik dalam ruang yang berjarak sama dengan titik tertentu (titik pusat bola). Ruas garis dari pusat ke titik tepi bola disebut jari-jari bola. Semua ruas garis penghubung dua titik pada bola yang melalui pusat disebut diameter (garis tengah). Jika diketahui sebarang titik $P(x,y,z)$ pada bola dengan pusat $Q(a,b,c)$ dan $|\overline{PQ}| = r$,



Gambar 2.22 Bola dengan Pusat $Q(a,b,c)$ dan Berjari-jari r

maka bentuk persamaan parametrik bola dapat dicari dengan langkah-langkah berikut:

a. Sistem koordinat $X_1Y_1Z_1$ dibuat dengan sumbu X_1, Y_1, Z_1 masing-masing sejajar dengan sumbu X, Y, Z dan berpotongan di titik $Q(a,b,c)$.

b. Vektor $\overrightarrow{QR}$ dihitung dengan titik R adalah proyeksi titik P pada bidang $Z_1 = c$ yaitu,

$$\overrightarrow{QR} = (r\sin\theta\cos\beta\,, r\sin\theta\sin\beta\,, 0)$$

c. Vektor $\overrightarrow{QR} = (0,0,r\cos\theta)$ dan vektor $\overrightarrow{QP} = (x-a, y-b, z-c)$ dihitung.

d. Nilai x, y, dan z yaitu,

$$\overrightarrow{QP} = \overrightarrow{QR} + \overrightarrow{RP}$$

$$\overrightarrow{QP} = (r\sin\theta\cos\beta\,, r\sin\theta\sin\beta\,, 0) + (0,0,\cos\theta)$$

$\overrightarrow{QP} = (r\sin\theta\cos\beta\,, r\sin\theta\sin\beta\,, r\cos\theta)$, karena $\overrightarrow{QP} = (x-a, y-b, z-c)$ maka

$$(x-a, y-b, z-c) = (r\sin\theta\cos\beta\,, r\sin\theta\sin\beta\,, r\cos\theta)$$

$$x = r\sin\theta\cos\beta + a$$

$$y = r\sin\theta\sin\beta + b$$

$$y = r\cos\theta + c$$

e. Persamaan parametrik bola dengan pusat $Q(a,b,c)$ dan jari-jari r dapat dinyatakan

$$B(\theta,z) = (r\sin\theta\ \cos\beta + a, r\sin\theta\sin\beta, r\cos\theta + c) \quad (2.22)$$

dengan θ dan β adalah parameter menggunakan $0 \leq \theta \leq 2\pi,\ 0 \leq \beta \leq 2\pi$, sedangkan r, a, b, dan c adalah suatu konstanta riil. Berikut disajikan bentuk parametrik persamaan bola dengan sumbu y yaitu,

$$B(\theta,\beta) = (r\sin\theta\cos\beta + a, r\cos\theta + c, r\sin\theta\sin\beta + b) \quad (2.23)$$

dan persamaan parametrik bola dengan sumbu x yaitu,

$$B(\theta,\beta) = (r\cos\theta + c, r\sin\theta\cos\beta + a, r\sin\theta\sin\beta + b) \quad (2.24)$$

(Bastian, 2011).

Jika diinginkan suatu potongan bola dengan pusat $Q(a,b,c)$ yang dipotong tegak lurus terhadap sumbu pusat, maka potongan bola dapat ditentukan melalui persamaan (2.22), (2.23), dan (2.24) dengan paramer $0 \leq \theta \leq 2\pi$ dan $0 \leq \beta \leq 2\pi$ (Bastian, 2011).

2.10 Konstruksi Objek pada Program Maple

Pada bagian ini disajikan contoh bahasa pemrograman menggunakan *softwere* Maple 15 untuk mengkonstruksi objek geometri.

2.10.1 Mengkonstruksi Segmen Garis

Untuk membangun segmen garis $\overline{AB}$ dengan titik $A(3,2,4)$ dan titik $B(9,8,12)$ pada Maple 15 contoh *output* dapat dilihat pada Gambar 2.23, dengan menggunakan persamaan

$$P(u) = a + bu$$

disubtitusikan $u = 0$ dan $u = 1$, sehingga

$P(0) = a$

$P(1) = a + b$

maka $P(u) = P(0) + P(1)u$

dimana $P(0)$ adalah titik awal kurva

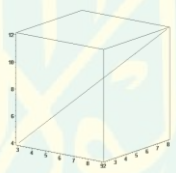
$P(1)$ = titik akhir kurva

jadi:

$$(x, y, z) = \left(x_A + u \cdot (x_B - x_A), y_A + u \cdot (y_B - y_A), z_A + u \cdot (z_B - z_A)\right)$$

Dapat ditulis dengan *script* program yaitu,

>plot3d([3+u*(9-3),2+u*(8-2),4+u*(12-4)],u=0..1,v=0..1);



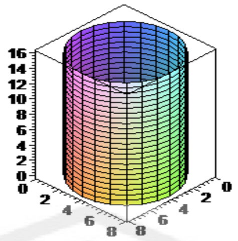
Gambar 2.23 Segmen Garis pada Maple 15

2.10.2 Megkonstruksi Tabung

Tabung adalah sebuah bidang yang dibentuk oleh lingkaran berjari-jari r dan bergerak secara paralel pada sumbu pusat sepanjang t. Contoh penulisan *script* pada Maple 15 untuk mengkonstruksi tabung dengan menggunakan persamaan (2.19) yaitu,

>plot3d([4*cos(u)+4,4*sin(u)+4,4*v],u=0..2*Pi,v=0..4);

Tabung terbentuk dari bidang lingkaran berpusat di $x = 4$, $y = 4$, dan $r = 4$ dengan ketinggian $z = 4v$ dan v interval dari 0 sampai 4, contoh *output* dapat dilihat pada Gambar 2.24.



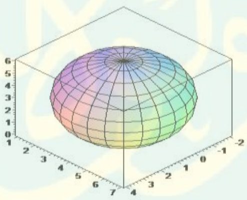
Gambar 2.24 Tabung pada Maple 15

2.10.3 Mengkonstruksi Bola

Untuk mengkonstruksi bola dengan jari-jari 3 dan berpusat di titik (1,4,3) dengan menggunakan persamaan (2.22) pada Maple 15 yaitu,

>plot3d([3*sin(v)*cos(u)+1, 3*sin(v)*sin(u)+4, 3*cos(v)+3], u = 0 .. 2*Pi, v = 0 .. 2*Pi);

Contoh *output* dapat dilihat pada Gambar 2.25.



Gambar 2.25 Bola pada Maple 15

2.11 Kajian Islam tentang Berpikir Kreatif

Dalam pembuatan model kap lampu duduk memerlukan kreativitas berpikir. Secara harfiah kreatvitas berasal dari bahasa Inggris *creativity* yang artinya daya cipta (Sadili & Echols, 1992). Sedangkan dalam bahasa Arab kata kreativitas atau menciptakan biasanya menggunakan kata *kholaqo* (menjadikan, membuat, dan menciptakan), *abda'a* (menciptakan sesuatu yang belum perna ada), *ansyaa* (mengadakan, menciptakan, dan menjadikan), *ahdasta* (mengadakan, menciptakan, membuat yang baru), dan *ja'ala* (membuat, menciptakan, menjadikan) (Anis & Al-Wasit, 1992). Di dalam kamus bahasa Indonesia kreativitas diartikan sebagai daya cipta, memiliki kemampuan untuk menciptakan, bersifat atau mengandung daya cipta. Sedangkan dari segi terminologi kreativitas mempunyai arti kemampuan untuk membuat kombinasi baru berdasarkan data, informasi atau unsur-unsur yang ada (Munandar, 1985).

Sebagian orang mungkin menganggap bahwa agama menuntut umatnya untuk mentaati aturan dan norma-norma secara mutlak dengan menghiraukan akal pikiran dan penalaran. Sehingga yang terjadi adalah kreativitas berhenti dan tidak berkembang. Pendapat seperti ini tentu saja tidak benar. Agama Islam diciptakan Allah bertujuan untuk kehidupan manusia lebih baik. Islam memang memiliki aturan-aturan yang harus ditaati oleh pemeluknya. Akan tetapi, norma tersebut tidak membatasi manusia untuk berkreativitas. Allah Swt. memerintahkan umatnya untuk selalu berpikir menggunakan akal dan pikiran. Di dalam al-Quran surat al-Baqarah/2:21 yang menerangkan bahwa Allah selalu memerintahkan umatnya untuk berpikir yaitu,

كَذَٰلِكَ يُبَيِّنُ ٱللَّهُ لَكُمُ ٱلْءَايَٰتِ لَعَلَّكُمْ تَتَفَكَّرُونَ ﴿٢١٩﴾ ....

"……. Demikianlah Allah menerangkan ayat-ayat-Nya kepadamu supaya kamu berfikir" (QS. al-Baqarah/1:219).

Mustafa Al-Maraghi menafsirkan ayat ini sebagai seruan Allah kepada manusia agar memikirkan kehidupan dunia dan akhirat secara bersama, dengan demikian akan tercipta maslahat pada diri manusia. Karena kemampuan berpikir inilah manusia mampu berkreativitas. Apabila kita merujuk kembali pengertian kreativitas yang dikemukakan oleh Utami Munandar bahwa kreativitas adalah kemampuan berdasarkan data yang ada untuk membuat kombinasi baru. Data yang dimaksud dalam pengertian tersebut adalah pengetahuan dan pengalaman yang diperoleh seseorang selama hidupnya yang tentu saja tidak biasa dipisahkan dari aktivitas berpikir, urgensi berpikir ini juga nampak dalam proses untuk menghasilkan produk kreatif. Untuk meghasilkan karya kreatif seseorang harus memiliki kepekaan terhadap kesenjangan dan kekurangan yang hanya dapat dilihat dengan cara berpikir kemudian menganalisis dan mencari jawaban (Munandar, 1985).

Dapat dibandingkan pola berpikir dan tingkah laku masyarakat primitif dan modern dalam mengatasi problem kehidupannya. Masyarakat primitif dengan wawasan dan pemikiran yang sangat terbatas baik mengenai diri dan alam sekitarnya, sangat terbatas pula kreatifitasnya. Sebaliknya masyarakat moderen karena pikiran dan wawasannya yang semakn luas, maka semakin luas pula kreativitasnya (Ahmadi, 1992). Jadi semakin manusia menggunakan akalnya untuk berpikir semakin luas pula wawasan dan pengetahuan. Seiring dengan kemajuan pemikirannya berkembang pula kreativitasnya untuk menciptaken beragam perangkat kehidupan untuk kesejahteraan hidup.

Dalam ayat lain Allah berfirman di dalam al-Quran:

...... إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوۡمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُواْ مَا بِأَنفُسِهِمۡۗ ..... ﴿١١﴾

"..... Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. ....." (QS. ar-Ra'd/13:11).

Menurut As-Siddieqi (2000) Allah tidak akan menguubah nikmat dan afiat dari suatu kaum kecuali mereka sendiri yang mengubahnya. Sebaliknya

Allah tidak akan mengubah penderitaan suatu kaum kecuali kaum tersebut mau berusaha memperbaiki nasibnya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan pendekatan kepustakaan (*library research*). Untuk membahas kurva Bezier karakter simetrik dan putar yang digunakan pada konstruksi kap lampu duduk. Pendekatan kepustakaan (*library research*) yang digunakan yaitu dilakukan studi terkait dengan penelitian-penelitian sebelumnya serta model-model kap lampu duduk pada *website* dan toko-toko pengrajin kap lampu duduk.

3.2 Tahap-tahap Penelitian

Tahap penelitian meliputi empat kegiatan yaitu: Pertama, menyiapkan data untuk membangun kap lampu duduk dengan menggunakan kurva Hermit, kurva Bezier dan penggabungan benda hasil deformasi dari tabung, bola, dan prisma segienam. Kedua, studi teknik untuk membangun kesimetrian bentuk pada permukaan datar atau lengkung kap lampu duduk. Ketiga, mengkonstruksi kap lampu duduk dengan menggunakan kurva Bezier dan hasil penggabungan benda dasar hasil deformasi tabung, bola, dan prisma segienam dari data yang telah disiapkan. Keempat, simulasi program dengan menggunakan Maple 15.

1. Menyiapkan data untuk membangun kap lampu duduk.

   Pertama, mencari bentuk-bentuk kap lampu duduk dari website, toko-toko penjual kap lampu duduk atau pengrajin. Kedua, menentukan komponen-komponen penyusun kap lampu duduk.

2. Studi teknik untuk membangun kesimetrian bentuk kap lampu duduk.

Langkah pertama dalam studi teknik membangun kesimetrian bentuk kap lampu duduk adalah membangun beberapa bentuk benda geometri bidang atau ruang (misalkan lingkaran, elips, prisma segienam, tabung, bola, atau lainnya) dan mengkonstruksi beberapa komponen kap lampu duduk menggunakan kurva Hermik dan Bezier. Selanjutnya mengevaluasi beberapa parameter dalam formula yang telah digunakan agar penggabungan antara dua komponen benda putar yang berdekatan, permukaannya menjadi lebih kontinu. Perpaduan teknik desain tersebut akan terbangun model grafis benda dasar menggunakan kurva Bezier dan hasil deformasi prisma segienam, tabung, dan bola sebagai bahan dasar untuk mendesain bentuk-bentuk kap lampu duduk. Variasi benda hasil deformasi tersebut selanjutnya ditransformasikan secara refleksi terhadap sumbu simetri atau titik pusat agar didapat bentuk simetri atau juga melalui operasi rotasi dan traslasi. Tahap kedua yaitu melakukan desain bentuk relief untuk permukaan yang bersifat datar atau lengkung pada kap lampu duduk.

3. Mengkonstruksi kap lampu duduk.

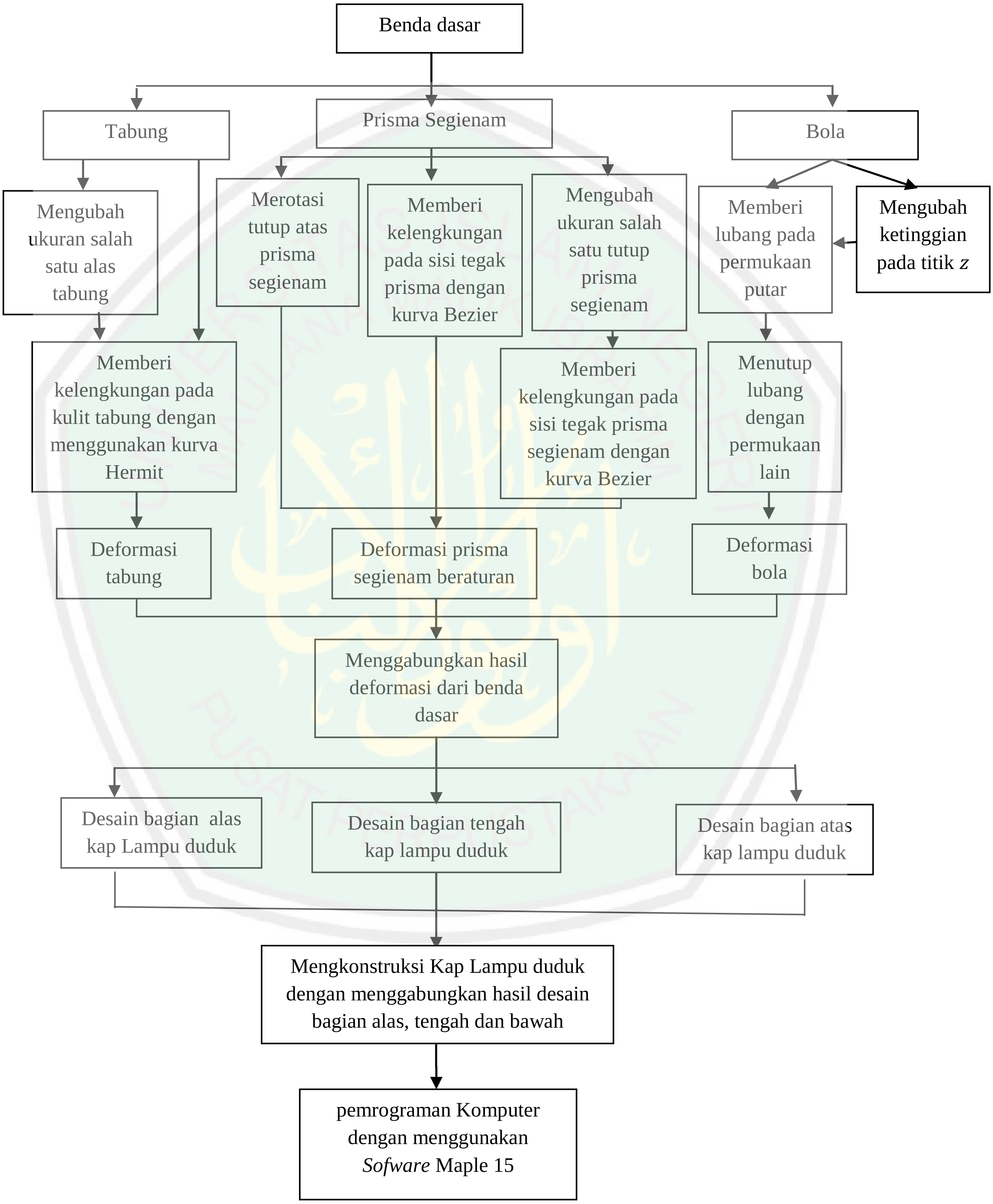
Pertama, menentukan tinggi dan lebar (ukuran) kap lampu duduk yang akan dibuat. Kedua, menentukan jenis dan ukuran komponen-komponen pembangun kap lampu duduk. Ketiga, mengkonstruksi kap lampu duduk dari data yang dihasilkan pada langkah pertama, kedua, dan ketiga secara bertahap yaitu mengkonstruksi bagian bawah terlebih dahulu kemudian bagian tengah dan yang terakhir bagian atas. Langkah selanjutnya bagian bawah, bagian tengah, dan bagian atas digabung secara kontinu sehingga menjadi kap lampu duduk.

4. Mengerjakan program dengan menggunakan Maple 15.

Dari hasil konstruksi, selanjutnya dilakukan pemrograman dan mendesain kap lampu duduk. Setelah itu dilakukan pembuatan contoh desain kap lampu duduk dengan mengacu pada koleksi model kerajinan kap lampu duduk di *website*.

3.3 Skema Penelitian

Flowchart tentang prosedur mengkonstruksi kap lampu duduk yaitu,



Gambar 3.1 Prosedur Mengkonstruksi Kap Lampu Duduk

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Prosedur Membangun Benda Dasar Sebagai Komponen Penyusun Kap Lampu Duduk

Di dalam subbab ini dijelaskan bagaimana prosedur untuk membangun benda dasar geometri komponen kap lampu duduk. Sebelum membangun komponen-komponen penyusun kap lampu duduk yang harus dilakukan adalah menentukan model-model komponen kap lampu duduk yang akan digunakan. Langkah selanjutnya yaitu membangun komponen-komponen penyusun kap lampu duduk dari bangun dasar geometri tabung dan prisma segienam dengan algoritma sebagai berikut: Pertama, mendeformasi bangun geometri tabung. Kedua, mendeformasi bangun geometri prisma segienam.

4.1.1 Mendeformasi Tabung

Misal diberikan tabung yang berjari-jari r, batas minimum jari-jari tabung yaitu 10 cm sedangkan batas maksimum jari-jari tabung yaitu 20 cm, tinggi minimum tabung yaitu 10 cm sedangkan tinggi maksimum tabung yaitu 30 cm, dan alas berpusat di $P(x_0, y_0, z_0)$. Sehingga, selang ukuran tabung yaitu $10 \text{ cm} \leq t \leq 30 \text{ cm}$ dan $10 \text{ cm} \leq r \leq 20 \text{ cm}$. Pemilihan nilai r dan t dalam selang tersebut bertujuan untuk membedakan ukuran bentuk komponen penyusun kap lampu duduk. Berdasarkan data tersebut didesain beragam bentuk komponen penyusun kap lampu duduk menggunakan teknik modifikasi kurva selimut dan teknik dilatasi lengkung selimut.

4.1.1.1 Modifikasi Kurva Selimut

Algoritma untuk mendeformasi tabung dengan modifikasi pada kurva selimut adalah sebagai berikut:

1. Ditentukan titik pusat pada lingkaran alas tabung yaitu $(x_1, y_1, z_1) = (0,0,0)$, bangun lingkaran alas tabung dengan menggunakan persamaan (2.18), dan menetapkan nilai $\theta = 0$ sehingga didapat satu titik yaitu $P(0)$ dengan
$$P(0) = (x_1 + r\cos\theta, y_1 + r\sin\theta, z_1)$$
$$= (r, 0,0)$$
2. Ditentukan titik pusat pada lingkaran atap tabung yaitu $(x_1, y_1, z_1) = (0,0,t)$, bangun lingkaran atap tabung dengan dengan menggunakan persamaan (2.18), dan menetapkan nilai $\theta = 0$ sehingga didapatkan satu titik yaitu $P(1)$ dengan
$$P(1) = (x_1 + r\cos\theta, y_1 + r\sin\theta, z_1)$$
$$= (r, 0, t)$$
3. Ditentukan titik kontrol $P'(1)$ untuk mengontrol kelengkungan kurva Hermit sehingga
$$P'(1) = (x, 0, z)$$
dengan $-2r \leq x,\ z \leq 2t$ dan $x, z \in \mathbb{R}$.
4. Kurva Hermit dibangun dengan mensubstitusikan nilai $P(0)$, $P(1)$, dan $P'(1)$ ke persamaan (2.8) sehingga didapat
$$P(u) = P(0)H_1(u) + P(1)H_2(u) + P'(1)H_3(u)$$
$$= (r, 0,0)H_1(u) + (r, 0, t)H_2(u) + (x, 0, z)H_3(u)$$

$$= \big(r\,H_1(u), 0H_1(u), 0H_1(u)\big) + \big(rH_2(u), 0H_2(u)\,, tH_2(u)\big) +$$

$$\big(xH_3(u), 0H_3(u), zH_3(u)\big)$$

$$= (rH_1\,(u) + rH_2\,(u) + xH_3\,(u), 0H_1\,(u) + 0H_2\,(u)0H_3\,(u),$$

$$0H_1\,(u) + tH_2\,(u) + zH_3\,(u)\,)$$

dengan

$H_1(u) = (1 - u - u^2)$

$H_2(u) = (2u - u^2)$

$H_3(u) = (-u + u^2)$

$0 \leq u \leq 1$

5. Kurva Hermit diputar terhadap sumbu Z dengan menggunakan persamaan (2.12) dan $0 \leq \theta \leq 360^0$.

$$x = rH_1\,(u) + rH_2\,(u) + xH_3\,(u)$$

$$y = 0H_1\,(u) + 0H_2\,(u) + 0H_3\,(u)$$

$$z = 0H_1\,(u) + tH_2\,(u) + zH_3\,(u)$$

maka x, y dan z setelah dilakukan rotasi yaitu,

$$x' = \big(rH_1(u) + rH_2(u) + xH_3(u)\big)\cos\theta + \big(0H_1\,(u) + 0H_2\,(u) +$$

$$0H3\;u(-\sin\theta)$$

$$= \big(rH_1(u) + rH_2(u) + xH_3(u)\big)\cos\theta$$

$$y' = \big(rH_1(u) + rH_2(u) + xH_3(u)\big)\sin\theta + \big(0H_1\,(u) + 0H_2\,(u) +$$

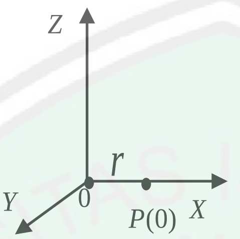
$$0H3\;u\cos\theta$$

$z' = z$

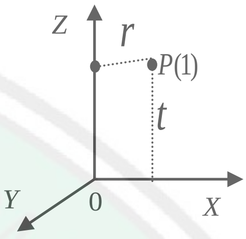
Jadi $P(u)$ setelah diputar terhadap sumbu Z yaitu,

$$P(u) = \Big(\big(rH_1(u) + rH_2(u) + xH_3(u)\big)\cos\theta\,, \big(rH_1(u) + rH_2(u) +$$

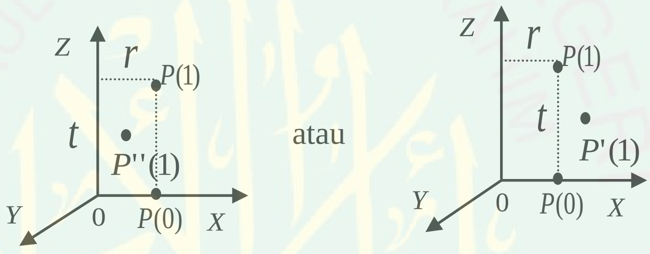
$$xH3u\sin\theta, 0H1(u)+tH2(u)+tH3(u)$$



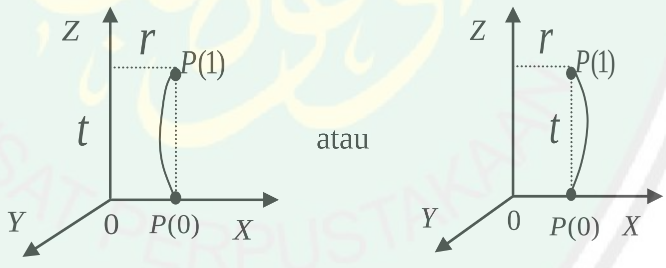
(a) Menentukan Titik $P(0)$



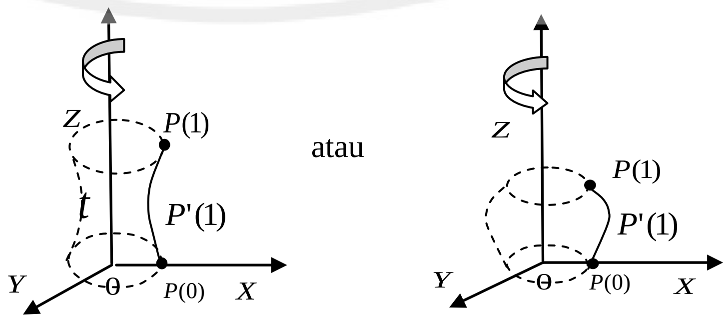
(b) Menentukan Titik $P(1)$



(c) Menentukan Titik Kontrol Kurva

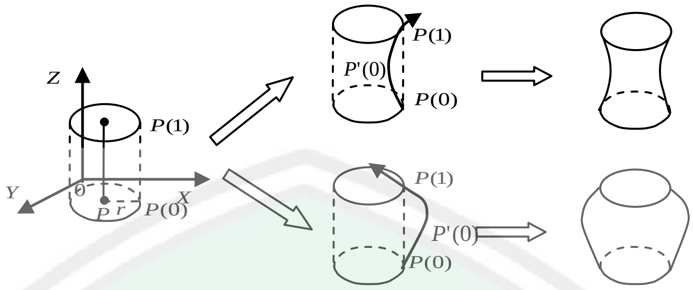


(d) Membangun Kurva Hermit Kuadratik



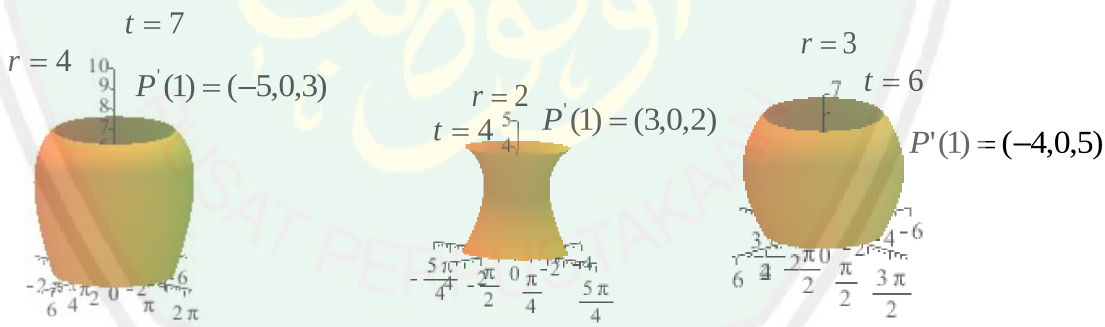
(e) Memutar Kurva Hermit pada Sumbu Z

Gambar 4.1 Langkah-langkah Mendeformasi Tabung Menggunakan Teknik Modifikasi Kurva Selimut



Gambar 4.2 Deformasi Tabung dengan Modifikasi Kurva Selimut

Dari algoritma deformasi tabung dengan modifikasi kurva selimut, dapat dikembangkan beberapa bentuk deformasi tabung dengan modifikasi kurva selimut yang bermacam-macam dengan pengambilan nilai r, t, dan $P'(1)$ yang berbeda. Contoh hasil ditunjukkan pada Gambar 4.3 dengan menggunakan Maple 15 *script* program dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 4.3 Variasi Bentuk Deformasi Tabung dengan Modifikasi Kurva Selimut untuk Pemilihan Nilai r, t, dan $P'(1)$

4.1.1.2 Dilatasi Lengkung Selimut

Algoritma untuk mendeformasi tabung dengan teknik dilatasi lengkung selimut yaitu:

1. Ditentukan titik pusat pada lingkaran alas tabung yaitu $(x_1, y_1, z_1) = (0,0,0)$, bangun lingkaran alas tabung dengan menggunakan persamaan (2.18) dan menetapkan nilai $\theta = 0$ sehingga didapat satu titik yaitu $P(0)$.

   $P(0) = (x_1 + r_1 \cos\theta , y_1 + r_1 \sin\theta , z_1)$

   $\quad = (r_1, 0,0)$

2. Ditentukan titik pusat pada lingkaran atap tabung yaitu $(x_1, y_1, z_1) = (0,0,t)$, bangun lingkaran atap tabung dengan menggunakan persamaan (2.18) dan menetapkan nilai $\theta = 0$ sehingga didapatkan satu titik yaitu $P(1)$.

   $P(1) = (x_1 + r_2 \cos\theta , y_1 + r_2 \sin\theta , z_1)$

   $\quad = (r_2, 0, t)$

3. Ditentukan titik kontrol $P^{'}(1)$ untuk mengontrol kelengkungan kurva Hermit sehingga

   $$P^{'}(1) = (x, 0, z)$$

   dengan $-2r \leq x,\ z \leq 2t$ dan $x, z \in \mathbb{R}$.

4. Kurva Hermit dibangun dengan mensubstitusikan nilai $P(0)$, $P(1)$ dan $P^{'}(1)$ ke persamaan (2.8) sehingga didapat

   $P(u) = P(0)H_1(u) + P(1)H_2(u) + P^{'}(1)H_3(u)$

   $\quad = (r_1, 0,0)H_1(u) + (r_2, 0, t)H_2(u) + (x, 0, z)H_3(u)$

   $\quad = \big(r_1H_1(u), 0H_1(u), 0H_1(u)\big) + \big(r_2H_2(u), 0H_2(u)\ , tH_2(u)\big) + \big(xH_3(u), 0H_3(u), zH_3(u)\big)$

   $\quad = (r_1H_1\ (u) + r_2H_2\ (u) + xH_3\ (u), 0H_1\ (u) + 0H_2\ (u)0H_3\ (u), 0H_1\ (u) + tH_2\ (u) + zH_3\ (u)\ )$

dengan

$H_1(u) = (1 - u - u^2)$

$H_2(u) = (2u - u^2)$

$H_3(u) = (-u + u^2)$

$0 \leq u \leq 1$

5. Kurva Hermit diputar terhadap sumbu Z dengan menggunakan persamaan (2.12) dan $0 \leq \theta \leq 360^0$.

$x = r_1 H_1\ (u) + r_2 H_2\ (u) + xH_3\ (u)$

$y = 0H_1\ (u) + 0H_2\ (u) + 0H_3\ (u)$

$z = 0H_1\ (u) + tH_2\ (u) + zH_3\ (u)$

maka x, y dan z setelah dilakukan rotasi yaitu,

$x' = (r_1 H_1(u) + r_2 H_2(u) + xH_3(u)) \cos\theta + (0H_1\ (u) + 0H_2\ (u) +$

$0H3\ u(-\sin\theta)$

$= (r_1 H_1(u) + r_2 H_2(u) + xH_3(u)) \cos\theta$

$y' = (r_1 H_1(u) + r_2 H_2(u) + xH_3(u)) \sin\theta + (0H_1\ (u) + 0H_2\ (u) +$

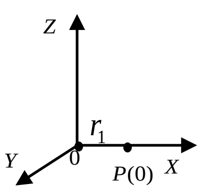
$0H3\ u\cos\theta$

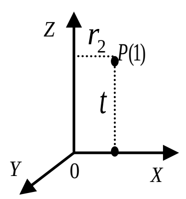
$z' = z$

Jadi $P(u)$ setelah diputar terhadap sumbu Z yaitu,

$P(u) = ((r_1 H_1(u) + r_2 H_2(u) + xH_3(u)) \cos\theta, (r_1 H_1(u) + r_2 H_2(u) +$

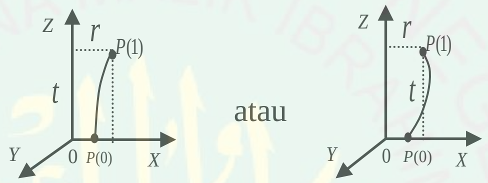
$xH3u\sin\theta, 0H1(u) + tH2(u) + tH3(u)$



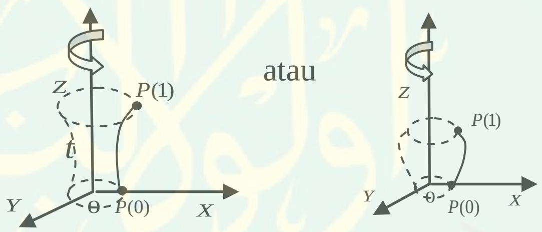


(a) Menentukan Titik $P(0)$ (b) Menentukan Titik $P(1)$

(c) Menentukan Titik Kontrol Kelengkungan Kurva

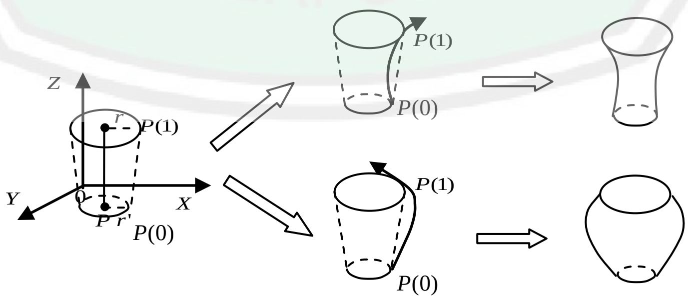


(d) Membangun Kurva Hermit Kuadratik



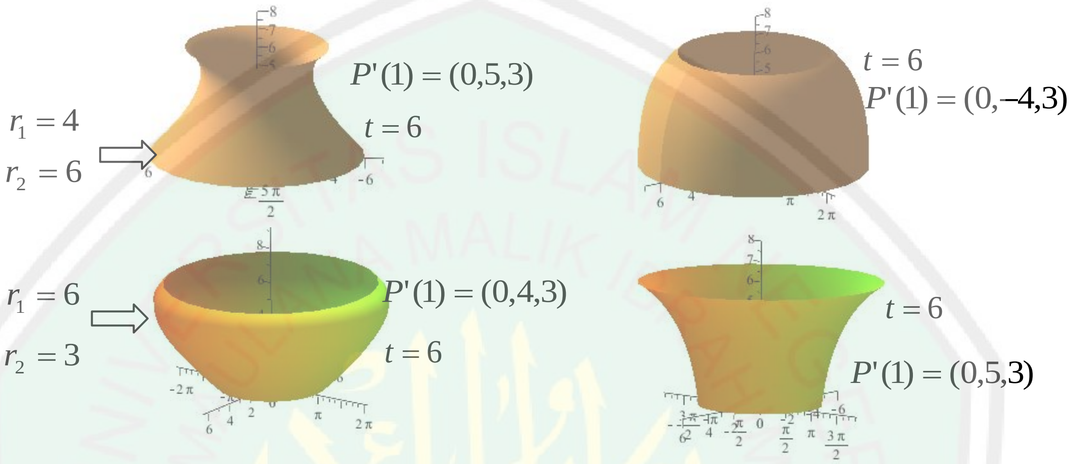
(e) Memutar Kurva Hermit pada Sumbu Z

Gambar 4.4 Langkah-langkah Mendeformasi Tabung Menggunakan Teknik Dilatasi Lengkung Selimut



Gambar 4.5 Deformasi Tabung dengan Dilatasi Kurva Selimut

Dari algoritma deformasi tabung, dapat dikembangkan beberapa bentuk deformasi tabung dengan dilatasi lengkung selimut yang bermacam-macam dengan pengambilan nilai r_1, r_2, t dan $P^{'}(1)$ yang berbeda. Contoh hasil ditunjukkan pada Gambar 4.6 dengan menggunakan Maple 15 dan *script* program dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 4.6 Variasi Bentuk Deformasi Tabung dengan Teknik Dilatasi Lengkung Selimut untuk Pemilihan $r, r^{'}, t$, dan $P^{'}(1)$

4.1.2 Mendeformasi Prisma Segienam Beraturan

Misalkan diberikan prisma segienam beraturan dengan koordinat pasangan titik ujung rusuk $[K_i(x_i, y_i, z_i),\ K_i^{'}\ (x_i, y_i, z_i + t)]$ dengan $i = 1,2,3, \dots ,6$ dan tinggi t yaitu $5\ \text{cm} \leq t \leq 15$ cm. Masing-masing tutupnya bertitik berat di titik $K(x_0, y_0, z_0)$ dan $K^{'}(x_0, y_0, z_0 + t)$. Jarak titik K ke K_i dan K' ke $K_i^{'}$ adalah 6 cm $\leq r \leq 10$ cm. Dalam hal ini, $\overline{KK'}$ diambil sebagai sumbu simetri deformasi prisma segienam.

Langkah-langkah deformasi sisi tegak prisma menjadi lengkung cekung dijelaskan sebagai berikut:

1. Ditentukan titik K_i dan $K_i^{'}$ dengan $i = 0,1,2,3,4,5$ sebagai titik kontrol untuk beberapa kurva Bezier linier dengan menggunakan persamaan (2.18), menetapkan $\theta = \frac{i\pi}{3}$ dan $(x_1, y_1, z_1) = (0,0,0)$.

$$K_i(\theta) = \left(r\cos\frac{i\pi}{3}, r\sin\frac{i\pi}{3}, 0\right)$$

$$K_i{}'(\theta) = \left(r\cos\frac{i\pi}{3}, r\sin\frac{i\pi}{3}, t\right)$$

2. Ditetapkan titik kontrol Q untuk mengontrol kelengkungan kurva Bezier kuadratik.

$$Q = (x_0, y_0, z)$$

dengan $z \in [z_0, t]$.

3. Kurva Bezier berderajat dua untuk setiap pasang titik kontrol $(K_i, Q, K_i^{'})$ dibangun dengan menggunakan persamaan (2.9).

$$V_i(u) = (1-u)^2 K_i + 2(1-u)(u)Q + u^2 K_i^{'}$$

dengan $0 \leq u \leq 1$.

4. Diinterpolasikan secara linier masing-masing kurva Bezier melalui persamaan (2.16) secara berpasangan dan berurutan berlawanan arah jarum jam.

$$S_{i+1}(u,v) = (1-v)V_i(u) + vV_{i+1}(u)$$

$$= (1-v)\left((1-u)^2\left(\left(r\cos\frac{i\pi}{3}, r\sin\frac{i\pi}{3}, 0\right)\right) + 2(1-\right.$$

$$\left. u)(u)(x_0, y_0, z) + u^2\left(r\cos\frac{i\pi}{3}, r\sin\frac{i\pi}{3}, 0\right)\right) +$$

$$v\left((1-u)^2\left(r\cos\frac{(i+1)\pi}{3}, r\sin\frac{(i+1)\pi}{3}, 0\right)+2(1-\right.$$

$$\left.u)(u)(x_0, y_0, z)+u^2\left(r\cos\frac{(i+1)\pi}{3}, r\sin\frac{(i+1)\pi}{3}, 0\right)\right)$$

$$=(1-v)\left(\left((1-u)^2 r\cos\frac{i\pi}{3}, (1-u)^2 r\sin\frac{i\pi}{3}, (1-u)^2 0\right)+\right.$$

*2u−2u2x0,2u−2u2y0,2u−2u2z+u2r*cos*iπ3,u2r*sin*iπ3,u*

*20+v1−u2r*cos*i+1π3,1−u2*

*r*sin*i+1π3,01−u2+2u−2u2x0,2u−2u2y0,2u−2u2z+u2*

*r*cos*i+1π3,u2 r*sin*i+1π3,0u2*

$$=\left(\left((1-v)(1-u)^2\, r\cos\frac{i\pi}{3}, (1-v)(1-u)^2 r\sin\frac{i\pi}{3}, (1-\right.\right.$$

v1−u20+1−v2u−2u2x0,1−v2u−2u2y0,1−v2u−2u2z+

*1−vu2r*cos*iπ3,1−vu2r*sin*iπ3,1−vu20+v1−u2r*cos*i+1π*

3,v1−u2 *r*sin*i+1π3,v*

01−u2+v2u−2u2x0,v2u−2u2y0,v2u−2u2z+vu2

*r*cos*i+1π3,vu2 r*sin*i+1π3,v0u2*

$$= \left(\left((1-v)(1-u)^2\, r\cos\frac{i\pi}{3}, (1-v)(1-u)^2 r\sin\frac{i\pi}{3}, (1- \right.\right.$$

v1−u20+1−v2u−2u2x0,1−v2u−2u2y0,1−v2u−2u2z+

*1−vu2r*cos*iπ3,1−vu2r*sin*iπ3,1−vu20+v1−u2r*cos*i+1π*

3,v1−u2 *r*sin*i+1π3,v*

01−u2+v2u−2u2x0,v2u−2u2y0,v2u−2u2z+vu2

*r*cos*i+1π3,vu2 r*sin*i+1π3,v0u2*

$$= \left((1-v)(1-u)^2\, r\cos\frac{i\pi}{3} + (1-v)(2u-2u^2)x_0 + \right.$$

*1−vu2r*cos*iπ3+v1−u2r*cos*i+1π3+v2u−2u2x0+vu2*

*r*cos*i+1π3,*

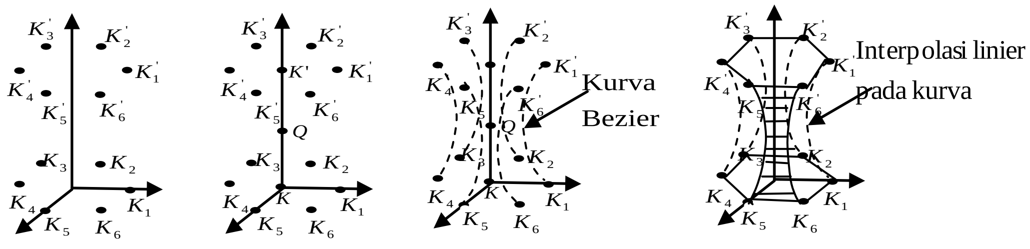
*1−v1−u2r*sin*iπ3+1−v2u−2u2y0+1−vu2r*sin*iπ3+v1−u*

*2 r*sin*i+1π3+v2u−2u2y0+vu2 r*sin*i+1π3,*

1−v1−u20+1−v2u−2u2z+1−vu20+v

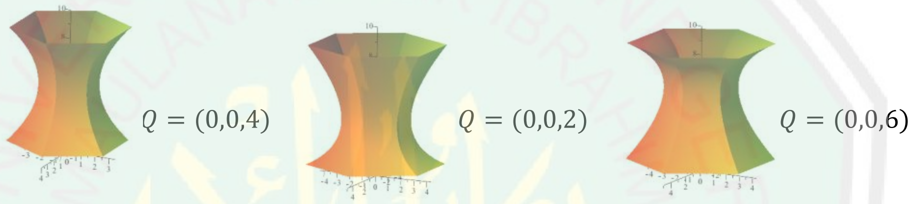
01−u2+v2u−2u2z+v0u2

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



Gambar 4.7 Deformasi Sisi Tegak Prisma Menjadi Lengkung Cekung

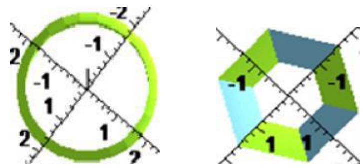
Berikut disajikan contoh hasil visualisasi deformasi sisi tegak prisma segienam beraturan menjadi lengkung cekung menggunakan *software* Maple 15 seperti pada Gambar 4.8. *Script* program dapat dilihat pada Lampiran 2 dan selanjutnya dapat dikembangkan model-model yang lain dengan pemilihan parameter-parameter yang berbeda.



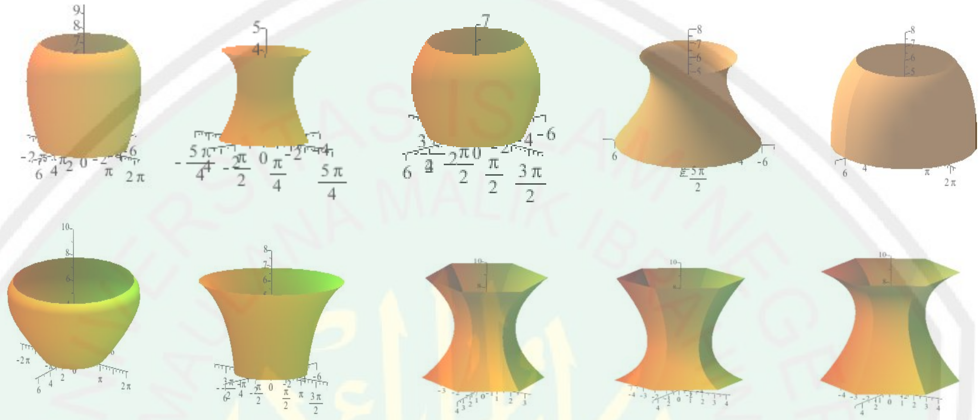
Gambar 4.8 Variasi Bentuk Deformasi Sisi Tegak Prisma Segienam Beraturan Menjadi Lengkung Cekung dengan $t = 8$.

Prosedur membangun benda dasar sebagai komponen penyusun kap lampu duduk yaitu dengan cara mendeformasi benda dasar geometri. Prosedur tersebut menghasilkan dua variasi benda dasar komponen kap lampu duduk dengan menggunakan beberapa metode. Pertama, mendeformasi tabung menggunakan dua metode yaitu dilatasi lengkung selimut dan modifikasi kurva selimut. Kedua, mendeformasi prisma segienam menggunakan metode dilatasi lengkung selimut. Proses tersebut menghasilkan beberapa sisi permukaan, sisi atas komponen hasil deformasi menghasilkan dua alternatif yaitu lengkung penuh dan datar dapat dilihat pada Gambar 4.9. Pada sisi samping menghasilkan dua alernatif yaitu selimut cekung dan selimut cembung dapat dilihat pada Gambar 4.9.

1. Pemberian nilai-nilai parameter r dan t, dapat menghasilkan ukuran jari-jari dan tinggi komponen penyusun kap lampu duduk yang berbeda. Seperti contoh pada Gambar 4.9.



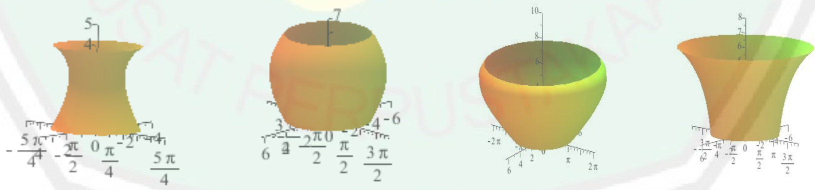
(a) Variasi Bentuk Tampak Sisi Atas



(b) Variasi Bentuk Tampak Samping

Gambar 4.9 Variasi Bentuk Komponen Kap Lampu Duduk Hasil dari Deformasi

2. Pemberian titik kontrol kelengkungan kurva Hermit pada $P'(1)$ dalam persamaan (2.8) dapat menghasilkan permukaan cembung jika $(y < 0)$ dan permukaan cekung jika $(y > 0)$ seperti pada Gambar 4.8.



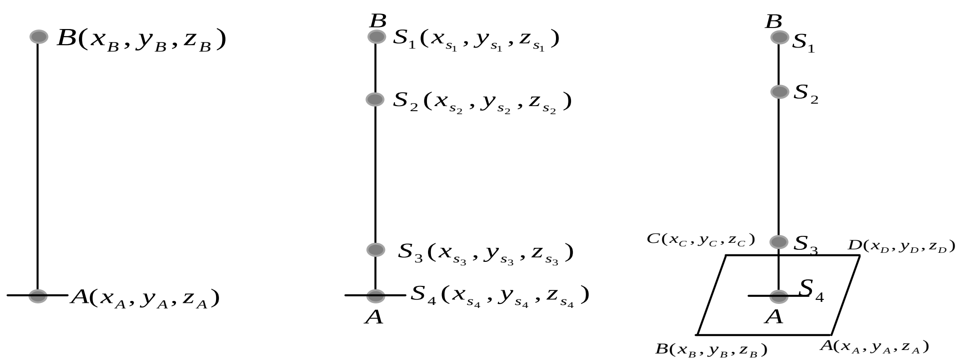
Gambar 4.10 Variasi Bentuk Komponen Kap Lampu Duduk Hasil dari Deformasi Benda Geometri

4.2 Prosedur Perangkaian Beberapa Benda Geometri Komponen Kap Lampu Duduk

Dari penjelasan subbab 4.1 selanjutnya untuk mendapatkan bentuk utuh kap lampu duduk yang tergabung secara kontinu pada bagian ini dilakukan perangkaian beberapa benda-benda dasar komponen kap lampu duduk. Prosedur merangkai beberapa benda geometri komponen kap lampu duduk menjadi kap lampu duduk secara utuh yaitu: Pertama, membagi segmen garis menjadi tiga sub segmen non-homogen. Kedua, membangun bagian-bagian dari kap lampu duduk yaitu bagian alas, bagian utama, dan bagian atap kap lampu duduk. Ketiga, merangkai kap lampu duduk secara utuh.

4.2.1 Membagi Segmen Garis Menjadi Tiga Sub Segmen Non-nomogen

Sebelum mendesain kap lampu duduk ditetapkan terlebih dahulu segmen garis vertikal $\overline{AB}$ yang sejajar dengan sumbu z dengan, $x = y = 0$ dan ketinggian t, dimana $a < t < b$ yang merupakan tinggi dari kap lampu duduk. Dalam penelitian ini, peneliti mengambil nilai $a = 50$ cm artinya tinggi minimum kap lampu duduk yaitu 50 cm dan $b = 80$ cm artinya tinggi maksimum kap lampu duduk yaitu 80 cm maka diperoleh kap lampu duduk yang ideal digunakan di dalam ruangan. Sehingga, koordinat titik A adalah $(0,0,0)$ dan koordinat titik B adalah $(0,0,t)$. Segmen garis $\overline{AB}$ dibagi menjadi tiga bagian yaitu sub segmen $\overline{S_1S_2}$, $\overline{S_2S_3}$, dan $\overline{S_3S_4}$ masing-masing sebagai bagian atas, bagian utama, dan bagian alas kap lampu duduk. Sub segmen $\overline{S_1S_2}$ setinggi t_1 dengan $\frac{1}{4}t < t_1 < \frac{1}{3}t$, $\overline{S_2S_3}$ setinggi t_2 dengan $\frac{1}{3}t < t_2 < \frac{1}{2}t$, dan $\overline{S_3S_4}$ setinggi t_3 dengan $\frac{1}{3}t < t_3 < \frac{1}{2}t$ pada S_4 dibangun persegi $ABCD$ yang bertitik pusat di S_1 dengan $z = 0$.



Gambar 4.11 Data Awal Membangun Kap Lampu Duduk

4.2.2 Merangkai Bagian-bagian dari Kap Lampu Duduk

Langkah yang kedua yaitu merangkai bagian-bagian dari kap lampu duduk. Pada langkah ini ditentukan bagian-bagian dari kap lampu duduk yaitu bagian alas, bagian utama, dan bagian atap kap lampu duduk. Selanjutnya menentukan model-model yang diinginkan setiap bagian-bagian dari kap lampu duduk tersebut.

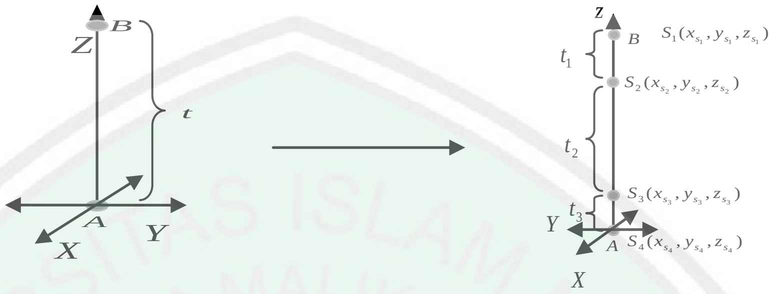
4.2.2.1 Merangkai Bagian Alas Kap Lampu Duduk

Misalkan diberikan sumbu vertikal $\overline{S_3S_4}$ dengan koordinat titik-titik ujung $S_4(0,0,0)$ dan $S_3(0,0,t_3)$, sehingga t_3 merupakan tinggi bagian alas kap lampu duduk. Untuk mendapatkan ukuran yang ideal, maka peneliti memilih nilai $\frac{1}{5}t < t_3 < \frac{1}{4}t$ disesuaikan dengan kegunaan kap lampu duduk.

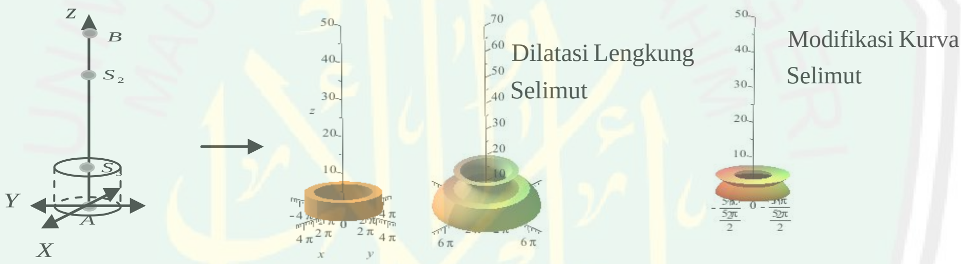
Langkah-langkah penyusunan alas kap lampu duduk yang terbentuk dari satu benda dasar sebagi berikut:

1. Bagian $\overline{S_3S_4}$ diisi dengan komponen-komponen kap lampu duduk hasil dari subbab 4.1.
2. Parameter-parameter pengubah bentuk permukaan seperti ukuran dan titik kontrol kelengkungan dipilih sehingga didapat bentuk kap lampu duduk bagian alas yang diinginkan.
3. Dibangun bidang tutup bawah dengan prosedur sebagai berikut:
   a. Ditetapkan lingkaran tutup bawah bagian alas dengan jari-jari r_1.

b. Dibangun bola dengan jari-jari r_1 dengan $z = 0$ sebagai tutup bawah menggunakan persamaan (2.24).

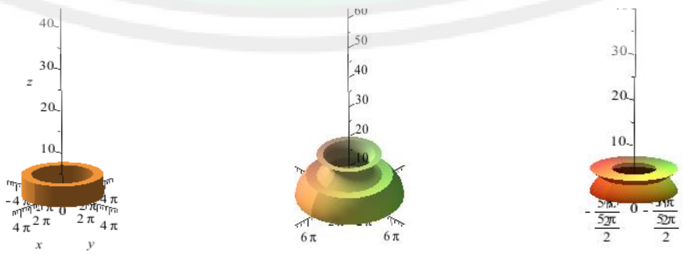


Gambar 4.12 Sumbu Tegak Kap Lampu Duduk



Gambar 4.13 Contoh Rangkaian Alas Kap Lampu Duduk

Prosedur perangkaian bagian alas kap lampu duduk tersebut dapat menghasilkan alas kap lampu duduk yang beraneka ragam dan simetris. Contoh hasil ditunjukkan pada Gambar 4.14 menggunakan Maple 15 *script* program dapat dilihat pada Lampiran 3, Lampiran 4, dan Lampiran 4 di bagian alas.



(a) Model Ke-1 (b) Model Ke-2 (c) Model Ke-3

Gambar 4.14 Beberapa Variasi Alas Kap Lampu Duduk

4.2.2.2 Merangkai Bagian Utama Kap Lampu Duduk

Diberikan sumbu vertikal $\overline{S_2S_3}$ dengan koordinat titik-titik ujung $S_2(0,0,t_3)$ dan $S_3(0,0,t_3+t_2)$ sehingga t_2 merupakan tinggi bagian utama kap lampu duduk. Untuk mendapatkan ukuran yang ideal, maka peneliti memilih nilai $\frac{1}{2}t < t_2 < \frac{2}{3}t$ disesuaikan dengan kegunaan kap lampu duduk.

Langkah-langkah penyusunan bagian utama kap lampu duduk yang terbentuk dari beberapa benda dasar sebagi berikut:

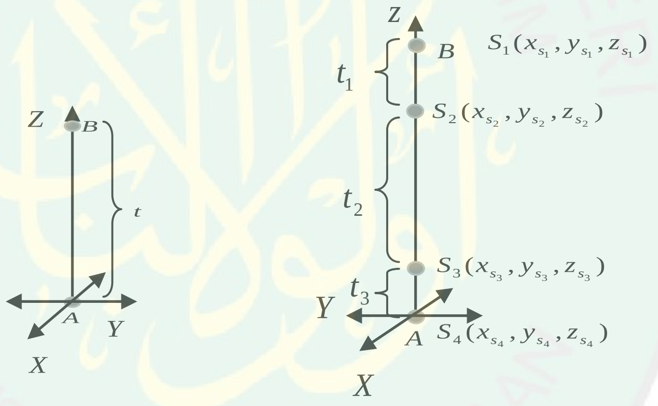
1. Segmen garis $\overline{S_2S_3}$ dibagi menjadi beberapa sub segmen non-homogen.
2. Setiap sub segmen diisi dengan komponen-komponen kap lampu duduk dari hasil subbab 4.1 dengan cara sebagai berikut:
   a. Sub segmen bagian bawah diisi dengan komponen kap lampu duduk.
   b. Dipilih parameter pengubah bentuk permukaan komponen kap lampu duduk seperti ukuran dan titik kontrol kelengkungan sehingga didapat komponen kap lampu duduk sesuai keinginan.
   c. Dilakukan langkah a dan b untuk mengisi sub segmen selanjutnya kemudian translasikan komponen tersebut searah sumbu Z sejauh panjang sub segmen sebelumnya.
   d. Dilakukan langkah a sampai c untuk mengisi sub segmen selanjutnya hingga bagian sub segmen dari segmen garis $\overline{S_2S_3}$ terisi semua.
3. Beberapa bangun komponen bagian utama kap lampu digabung duduk dengan membangun bidang batas antara dua komponen berdekatan dengan prosedur sebagai berikut:

a. Ditetapkan lingkaran tutup atas bagian komponen kap lampu duduk yang pertama dengan jari-jari r_1 sebagai kurva batas $C_1(u)$.

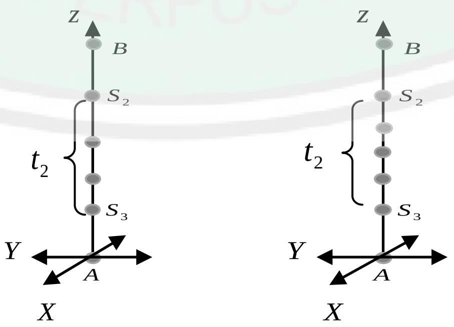
b. Ditetapkan lingkaran tutup bawah bagian komponen kap lampu duduk yang kedua dengan jari-jari r_2 sebagai kurva batas $C_2(u)$.

c. Dibangun bidang batas antara $C_1(u)$ dan $C_2(u)$ dengan interpolasi linier menggunakan persamaan (2.16).

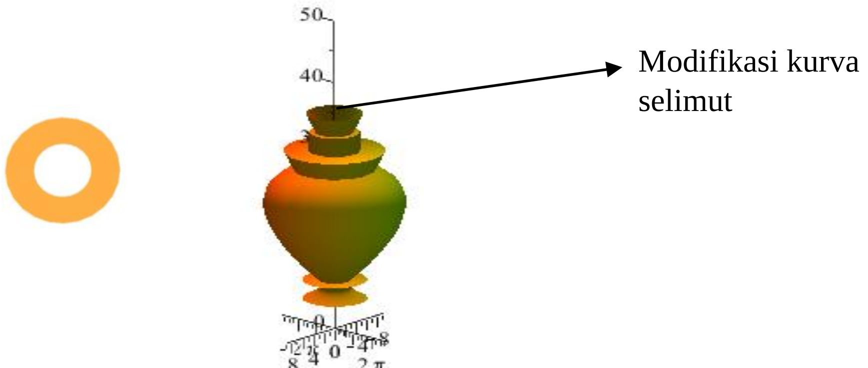
d. Dilakukan langkah a sampai c untuk membangun bidang batas antara bagian komponen-komponen utama kap lampu duduk.

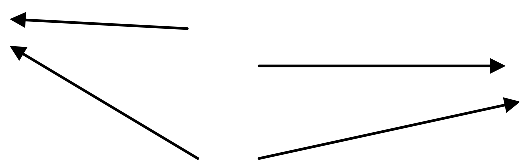


Gambar 4.15 Sumbu Tegak Kap Lampu Duduk



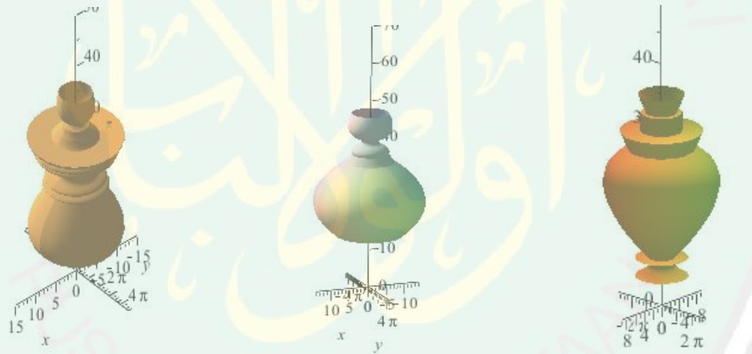
Gambar 4.16 Pembagian Segmen Bagian Utama Kap Lampu Duduk





Gambar 4.17 Contoh Rangkaian Bagian Utama Kap Lampu Duduk

Prosedur perangkaian bagian utama kap lampu duduk tersebut dapat menghasilkan bagian utama kap lampu duduk yang beraneka ragam dan simetris. Berikut disajikan contoh bagian utama kap lampu duduk yang terbangun dari bangun dasar tabung dan *script* program dapat dilihat pada Lampiran 3, Lampiran 4, dan Lampiran 5 di bagian utama.



(a) Model Ke-1 (b) Model Ke-2 (c) Model Ke-3

Gambar 4.18 Variasi Bagian Utama Kap Lampu Duduk

4.2.2.3 Merangkai Bagian Atap Kap Lampu Duduk

Misalkan diberikan sumbu vertikal $\overline{S_1S_2}$ dengan koordinat titik-titik ujung $S_1(0,0,t)$ dan $S_2(0,0,t-t_1)$ sehingga t_1 merupakan tinggi bagian atap kap lampu duduk. Untuk mendapatkan ukuran yang ideal, maka peneliti memilih nilai $\frac{1}{3}t < t_1 < \frac{1}{2}t$ disesuaikan dengan kegunaan kap lampu duduk.

Langkah-langkah penyusunan atap kap lampu duduk yang terbentuk dari satu benda dasar sebagi berikut:

1. Bagian $\overline{S_1 S_2}$ diisi dengan komponen-komponen kap lampu duduk hasil dari subbab 4.1.
2. Dibangun bidang tutup atas dengan prosedur sebagai berikut:
   a. Permukaan atas berbentuk lingkaran.
      i. Ditetapkan lingkaran tutup atas bagian alas dengan jari-jari r_1.
      ii. Dibangun bola dengan jari-jari r_1 dengan $z = 0$ tutup bawah dengan persamaan (2.24).
   b. Permukaan atas berbentuk segienam.
      i. Ditetapkan titik kontrol K_i dengan $i = 0, 1, 2, 3, 4,$ dan 5 pada poligon segienam bagian atas atap kap lampu duduk dengan menggunakan persamaan (2.18), menetapkan $\theta = \frac{i\pi}{3}$ dan r merupakan jarak antara titik S_1 dengan K_i sehingga

$$K_i = \left(r\cos\frac{i\pi}{3}, r\sin\frac{i\pi}{3}, t\right)$$

4. Diinterpolasikan secara linier masing-masing pasangan titik kontrol dengan menggunakan persamaan (2.9) sehingga

$$S_{i+1}(u, v) = (1 - v)\overrightarrow{K_i K_{i+1}}(u) + v(0,0,t)$$

$$= (1 - v)(K_i + (K_i + K_{i+1})u) + v(0,0,t)$$

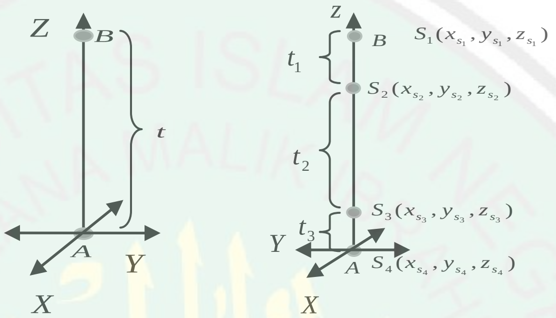
$$= (1 - v)\left(\left(r\cos\frac{i\pi}{3}, r\sin\frac{i\pi}{3}, t\right) + \left(\left(r\cos\frac{(i+1)\pi}{3}, r\sin\frac{(i+1)\pi}{3}, t\right) + \right.\right.$$

$r$cos$i\pi 3$,$r$sin$i\pi 3$,tu+$v(0,0,t)$

$$= \left((1-v)\, r \cos\frac{i\pi}{3} + (1-v)\, u\, r \cos\frac{(i+1)\pi}{3} + (1-v)\, u\, r \cos\frac{i\pi}{3} + \right.$$

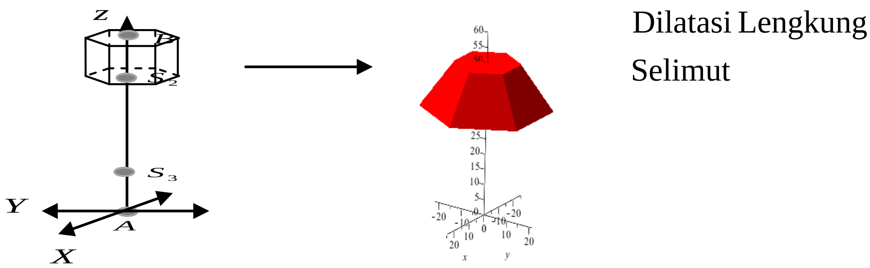
$0v, 1-v r \sin i\pi 3 + 1-v \quad u \quad r \sin (i+1)\pi 3 + 1-v \quad u \quad r \sin i\pi 3 + 0v,$

$1-vt+1-v\, u\, t+1-v\, u\, t+tv$



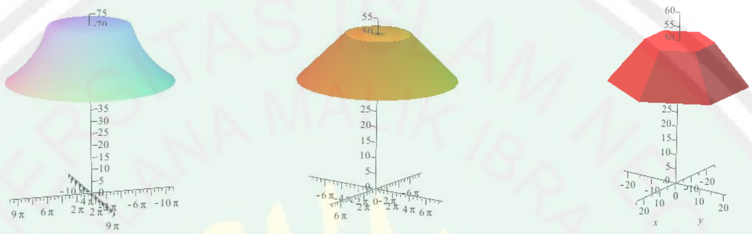
Gambar 4.19 Sumbu Tegak Kap Lampu Duduk

Gambar 4.20 Contoh Rangkaian Alas Kap Lampu Duduk dari Hasil Deformasi Tabung



Gambar 4.21 Contoh Rangkaian Alas Kap Lampu Duduk dari Hasil Deformasi Prisma Segienam

Prosedur perangkaian bagian atap kap lampu duduk tersebut dapat menghasilkan atap kap lampu duduk yang beraneka ragam dan simetris. Contoh hasil ditunjukkan pada Gambar 4.22 dengan menggunakan Maple 15 *script* program dapat dilihat pada Lampiran 3, Lampiran 4, Lampiran 5 di bagian atap kap lampu duduk.



(a) Model Ke-1 (b) Model Ke-2 (c) Model Ke-3

Gambar 4.22 Variasi Bagian Alas Kap Lampu Duduk dari Hasil Deformasi Prisma Segienam

4.2.3 Perangkaian Kap Lampu Duduk Secara Utuh

Dari penjelasan subbab 4.2.2 selanjutnya untuk mendapatkan bentuk utuh kap lampu duduk yang tergabung secara kontinu pada bagian ini dilakukan perangkaian beberapa benda-benda dasar komponen kap lampu duduk dengan cara menggabungkan komponen-komponen bagian dari kap lampu duduk yang dihasilkan pada subbab 4.2.2.

Langkah-langkah perangkaian kap lampu duduk secara utuh dijelaskan sebagai berikut:

1. Bagian segmen garis $\overline{S_3S_4}$ diisi dengan komponen bagian alas kap lampu duduk dari hasil subbab 4.2.2.1.
2. Bagian segmen garis $\overline{S_2S_3}$ diisi dengan komponen bagian utama kap lampu duduk dari hasil subbab 4.2.2.2 dan disesuaikan tingginya.

3. Bagian segmen garis $\overline{S_2 S_1}$ diisi dengan komponen bagian atap kap lampu duduk dari hasil subbab 4.2.2.3 dan disesuaikan tingginya.

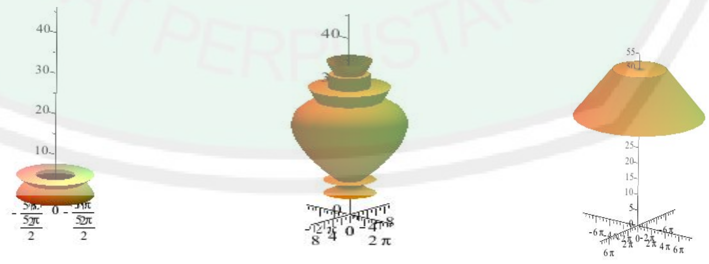
4. Beberapa komponen bagian kap lampu duduk dibangun dengan cara membangun bidang batas antara dua komponen berdekatan sebagai berikut:

   a. Ditetapkan lingkaran atau poligon segienam beraturan tutup atas bagian alas komponen kap lampu duduk dengan jari-jari r_1 sebagai kurva batas $C_1(u)$.

   b. Ditetapkan lingkaran atau poligon segienam beraturan tutup bawah bagian utama komponen kap lampu duduk dengan jari-jari r_2 sebagai kurva batas $C_2(u)$.

   c. Dibangun bidang batas antara $C_1(u)$ dan $C_2(u)$ dengan interpolasi linier menggunaan persamaan (2.15).

   d. Dilakukan langkah a sampai c untuk membangun bidang batas antara komponen utama kap lampu duduk dengan komponen atap kap lampu duduk.



(a) Alas (b) Utama (c) Atap

Gambar 4.23 Komponen-komponen Kap Lampu Duduk

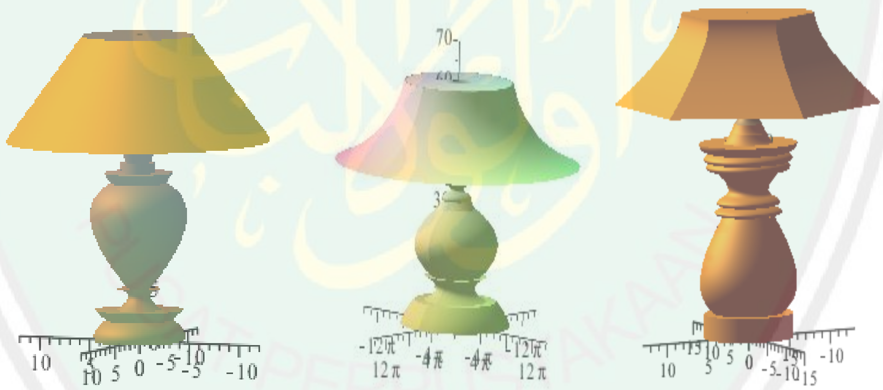
Komponen Utama

Alas

} Komponen Alas

Gambar 4. 24 Contoh Rangkaian Kap Lampu Duduk

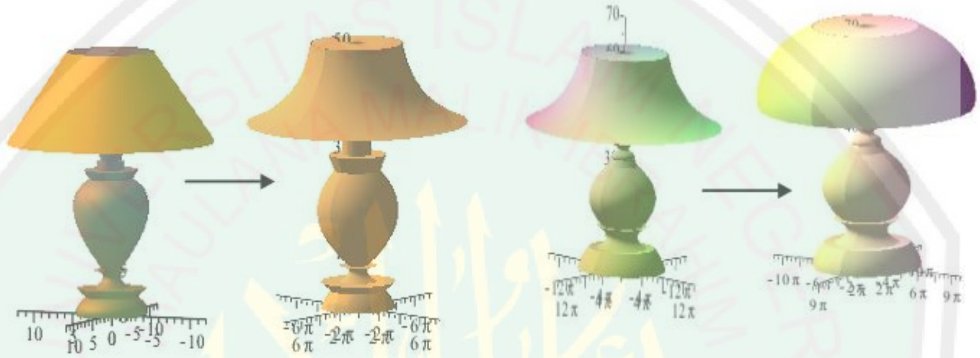
Prosedur perangkaian komponen kap lampu duduk dapat menghasilkan kap lampu duduk yang beraneka ragam dan simetris. Hal ini dikarenakan bentuk dan ukuran komponen benda yang dipilih untuk membangun kap lampu duduk yang berbeda. Selain itu, dipengaruhi oleh pemilihan titik kontrol yang berbeda-beda. Contoh hasil ditunjukkan pada Gambar 4.25 dengan menggunakan Maple 15. *Script* program dapat dilihat pada Lampiran 3, Lampiran 4, dan Lampiran 5.



(a) Model Ke-1 (b) Model Ke-2 (c) Model Ke-4

Gambar 4.25 Variasi Bentuk Komponen Kap Lampu Duduk Hasil dari Deformasi

Prosedur perangkaian kap lampu duduk tersebut dapat menghasilkan beberapa kap lampu duduk dengan cara memilih komponen kap lampu duduk yang bermacam-macam dan parameter-parameter yang berbeda kemudian digabungkan menjadi kap lampu duduk yang utuh, bervariasi dan tergabung secara kontinu. Perubahan bentuk pada komponen-komponen kap lampu duduk dikarenakan oleh pemilihan parameter-parameter yang berbeda, seperti pemilihan ukuran yang meliputi tinggi dan lebar komponen kap lampu pemilihan titik kontrol kelengkungan pada kurva Hermit atau kurva Bezier. Misalkan bentuk di atas dapat berbentuk lain dengan cara pemilihan titik kontrol kelengkungan kurva seperti pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Variasi Bentuk Kap Lampu Duduk yang Lain dengan Pemilihan Titik Kontrol yang Berbeda

4.3 Kajian Islam tentang Keindahan

Dalam pembuatan kap lampu duduk nilai yang harus diperhatikan adalah nilai keindahan. Oleh karena itu, untuk mendesain kap lampu duduk memerlukan pemikiran yang kreatif. Sehingga dapat menghasilkan model-model kap lampu duduk yang indah. Nilai-nilai keindahan yaitu kesimetrian, kesesuaian ukuran komponen-komponen kap lampu duduk, kekontinuan sambungan antara komponen-komponen kap lampu duduk, seni, dan pencahayaannya.

Menurut ajaran agama Islam keindahan diambil dari al-Quran dan hadits yang berbunyi *jamal* (keindahan batin) dan *husn* (keindahan *dzahir*). Kata tersebut terdapat pada hadits yang diriwayatkan oleh Thabarani dan Al-Hakim yang berbunyi

إنّ الله جميلٌ يحبّ الجمال

"Tuhan itu maha indah dan mencintai keindahan" (HR. Thabrani dan Al-Hakim).

kata yang digunakan dalam hadits ini adalah *jamal* dan kata tersebut dikaitkan dengan cinta. Tetapi tidak semua keindahan yang tergolong *husn* bermakna negatif, karena untuk nama Allah yang indah disebut *asma al-husna.* Keindahan dapat dibedakan menjadi keindahan yang bersifat sementara *zawahir* (fenomenal) dan keindahan yang tetap atau sejati (Martono, 2011).

Imam Ghazali melihat keindahan berdasarkan penampakan kesempurnaan dari sudut objek sesuai dengan kualitas kesempurnaan ideal yang sebaiknya ada dalam sebuah objek. Hal ini berlaku dalam sebuah karya seni, yang dicipta dengan maksud dan tujuan berbeda, fungsi yang berbeda, takaran bobot dan mutu yang berbeda (Martono, 2011).

Dilihat dari pendapat Imam Ghazali di atas maka pengrajin atau pendesain kap lampu duduk harus dapat melihat penampakan kesempurnaan dari sudut objek sesuai dengan kualitas kesempurnaan ideal yang sepatutnya ada pada kap lampu duduk. Sehingga, pengrajin dalam membuat kap lampu duduk yang pertama dilakukan yaitu menentukan ukuran dan model yang sesuai penempatan kap lampu duduk tersebut. Di dalam al-Quran surat al-Qamar/54:49 yang berbunyi.

وَلَمْ يَكُن لَّهُۥ شَرِيكٌ فِى ٱلْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَىْءٍ فَقَدَّرَهُۥ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾.

"dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya" (QS. al-Qamar/54:49).

yang dimaksud pada ayat tersebut adalah Allah menciptakan segala sesuatu diberi perlengkapan-perlengkapan dan persiapan-persiapan sesuai dengan naluri dan sifat-sifatnya dalam kehidupan.

Manusia perlu melakukan penelitian untuk dapat membuat sesuatu dengan baik dan sempurna. Akan tetapi, sebesar apapun manusia berusaha pasti memiliki cacat tidak seperti penciptaan Allah Swt. yang dijelaskan dalam al-Quran surat al-Qamar/54:49 bahwa tidak ada ciptaan Allah Swt. yang tidak sempurna. Oleh karena itu sebagai manusia tidak boleh sombong karena sebaik apapun ciptaan manusia tidak akan lebih baik daripada ciptaan Allah Swt..

BAB V

PENUTUP

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada BAB IV, diperoleh bahwa untuk mendesain kap lampu duduk secara utuh perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Prosedur mendesain beragam bentuk komponen kap lampu duduk dari benda dasar tabung dan prisma segienam beraturan yaitu, dapat dilakukan prosedur sebagai berikut. Pertama, menetapkan dua buah titik masing-masing terletak pada sisi atas dan sisi bawah tabung atau prisma segienam. Kedua, mengoperasikan titik-titik tersebut, yaitu: (a) menetapkan titik kontrol kelengkungan kurva Hermit atau kurva Bezier; (b) membangun kurva Hermit atau kurva Bezier; dan (c) memutar atau menginterpolasikan kurva tersebut sehingga menghasilkan bentuk komponen kap lampu duduk yang bervariasi dan simetris.
2. Prosedur merangkai komponen hasil deformasi benda geometri menjadi komponen kap lampu duduk, prosedurnya sebagai berikut. Pertama, membagi sumbu menjadi segmen non-homogen yang digunakan untuk sumbu bagian alas, bagian utama, dan bagian atap kap lampu duduk. Kedua, membagi segmen bagian utama menjadi beberapa sub segmen yang sesuai dengan jumlah bangun yang diinginkan pada bagian utama. Ketiga, mengisi setiap bagian sub segmen pada bagian alas, sub segmen pada bagian utama dan sub segmen pada bagian atap kap lampu duduk tersebut dengan

komponen kap lampu duduk. Keempat, membuat kurva batas antara komponen kap lampu duduk yang belum tersambung secara kontinu sehingga menghasilkan model kap lampu duduk yang tergabung kontinu dan bervariasi.

1.2 Saran

Pada skripsi ini telah dibahas prosedur mendesain komponen penyusun kap lampu duduk dan perangkaian komponen penyusun kap lampu duduk untuk menghasilkan bentuk kap lampu duduk yang utuh dan tergabung secara kontinu. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya metode ini dapat dikembangkan lagi dengan menggunakan benda geometri ruang yang lain, menggunakan kurva Hermit atau kurva Bezier berderajat lebih dari dua. Selain itu, dapat ditawarkan relief yang lebih bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmadi. 1992. *Psikologi Umum.* (Online), (http://digilib.uinsby.ac.id/7296/2/bab%202.pdf), diakses tanggal 24 November 2014.

Al-Maraghi, A.M. 1974. *Tafsir Al-Maraghi*. Semarang: CV. Toha Putra.

Anis, I. & Al Wasit, A. 1992. *Istabul: Al-Maktaba Islamiyah.* (Online), (http://library.walisongo.ac.id/digilib/download.php?id=2112), diakses tanggal 24 November 2014.

As-Siddieqi, M.H. 2000. *Tafsir Al-Quranul Majid An-Nur*. Semarang: Pustaka Rizka Putra.

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

Cristiyanto, A. 2003. *Perancangan Gambar Objek Tiga Dimensi dengan Teknik Flat Shading dan Gouraud Shading Menggunakan Bahasa Turbo Pascal 7.0* .Skripsi tidak dipublikasikan. Semarang: Universitas Diponegoro.

Krismanto. 2008. *Pembelajaran Sudut dan Jarak dalam Ruang Dimensi Tiga*. Yogyakarta: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidikan dan Tenaga Kependidikan Matematika.

Kusno. 2010. *Geometri Rancang Bangun Studi Tentang Desain dan Pemodelan Benda dengan Kurva dan Permukaan Berbantu Komputer*. Jember: Jember University Press.

Kusno, Cahaya, A. & Darsin, M. 2007. Modelisasi Benda Onyx dan Marmer Melalui Penggabungan dan Pemilihan Parameter Pengubah Bentuk Permukaan Putar Bezier. *Jurnal Ilmu Dasar*, (Online), 8 (2): 175-185, (http://download.portalgaruda.org), diakses 18 Maret 2014.

Martono. 2011. *Mengenal Estetika Rupa dalam Pandangan Islam.* (Online), (http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/131662616/ESTETIKA%20ISLAM.pdf), diakses tanggal 24 November 2014.

Munandar, U. 1985. *Mengembangkan Bakat dan Kreatifitas Anak Sekolah: Petunjuk bagi Para Guru dan Orang Tua.* Jakarta: Gramedia Widiatara.

Purcell, E.J., Verberg, D. & Ringdom, S.E. 2004. *Kalkulus dan Geometri Analitis.* Jilid 1. Edisi ke-8. Terjemahan Nyoman Susilo. Jakarta: Erlangga.

Roifah, M. 2013. *Modelisasi Knop Melalui Penggabungan Benda Dasar Hasil Deformasi Tabung, Prisma Segienam Beraturan dan Permukaan Putar*. Skripsi tidak dipublikasikan. Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Sadili, H. & Echols, J. 1992. *Kamus Inggris Indonesia*. Jakarta: Gramedia.

Soebari. 1995. *Geometri Analit*. Malang: Jurusan Pendidikan Matematika FPMIPA Universitas Negeri Malang.

Stewart, J. 2011a. *Calculus.* Edisi ke-5. Jilid 2. Terjemahan Criswan Sungkono. Jakarta: Salemba Teknika.

Sugiman. 2005. *Kalkulus Lanjut*. Cet I. Malang: Universitas Negeri Malang.

Susanto. 2012. *Geometri Analitik Ruang*. Jember: Universitas Jember.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1

Deformasi Tabung

Modifikasi Kurva Selimut

```
> Restart:
> With(plots):

> k1:=1-2*u+u^2: k2:=2*u-u^2: k3:=-u+u^2: t:=3:

> ttab1:=t: #tinggi#
> rtab1:=ttab1: #jari-jari#
> xy1:=-1: z1:=0.5: #titik kontrol kelengkungan#

> pxy1:=rtab1*k1+rtab1*k2+xy1*k3:
> pz1:=0*k1+ttab1*k2+z1*k3:
> tab1:=plot3d([pxy1*cos(v),pxy1*sin(v),pz1],
  u=0..1,v=0..2*Pi,color="GreenYellow"):
> display([tab1]);
```

Dilatasi Lengkung Selimut

```
> Restart:
> With(plots):

> k1:=1-2*u+u^2: k2:=2*u-u^2: k3:=-u+u^2: t:=3:

> ttab2:=t: #tinggi#
> ratab2:=2*ttab2: rbtab2:=3*ttab2: #jari-jari#
> xy2:=-1: z2:=0.05: #titik kontrol kelengkungan#

> pxy2:=rbtab2*k1+ratab2*k2+xy2*k3:
> pz2:=0*k1+ttab2*k2+z2*k3:
> tab2:=plot3d([pxy2*cos(v),pxy2*sin(v),pz2],
   u=0..5,v=0..2*Pi,color="SkyBlue"):
> display([tab2]);
```

Lampiran 2

Deformasi Prisma Segienam Beraturan

```
> Restart:
> With(plots):
> t:=20: #tinggi prisma segienam#
> tcek1:=0: tcek3:=0.3*t: tcek2:=1/2*tcek3:
  #ketinggian titik kontrol#

> rcek:=2/3*tcek3: #titik kontrol pd sb x&y#

> for j from 0 to 5 do
> ccek[2*j+1]:="GreenYellow": ccek[2*j+2]:="SkyBlue":
> b1[j+1]:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*rcek+2*(1-
  u)*u*0+u^2*rcek)*cos(Pi/3*j)+v*((1-u)^2*rcek+2*
  (1-u)*u*0+u^2*rcek)*cos(Pi/3*(j+1)),(1-v)*((1-
  u)^2*rcek+2*(1-u)*u*0+u^2*rcek)*sin(Pi/3*j)+v*
  ((1-u)^2*rcek+2*(1-u)*u*0+u^2*rcek)*sin(Pi/3*(j+1)),
  (1-u)^2*tcek1+2*(1-u)*u*tcek2+u^2*tcek3+0.8],u=0..1,
  v=0..1,color=ccek[j+1]):
> end do:

> cek:=display({b1[1],b1[2],b1[3],b1[4],b1[5],b1[6]}):
> display([cek])
```

Lampiran 3

Kap Lampu Duduk (Model Ke-1)

```
> restart;
> with(plots):
> k1:=1-2*u+u^2: k2:=2*u-u^2: k3:=-u+u^2: t:=50:
```

Bagian Alas

```
> talas 1/10*t:
```

Bangun Ke-1

```
> ttaba1:=2/3*talas: #tinggi#
> rataba1:=1/8*t: rbtaba1:=1/6*t: #jari-jari#
> xya1:=-0.5*rataba1: za1:=ttaba1: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxya1:=rbtaba1*k1+rataba1*k2+xya1*k3:
> pza1:=0*k1+ttaba1*k2+za1*k3:
> taba1:=plot3d([pxya1*cos(v),pxya1*sin(v),pza1],
  u=0..1,v=0..2*Pi):
> tutupalas:=plot3d([rbtaba1*sin(v)*cos(u),
  rbtaba1*sin(v)*sin(u),0], u = 0 .. 2*Pi,
  v = 0 .. 2*Pi):
```

Bangun Ke-2

```
> ttaba2:=1/3*talas: #tinggi#
> rataba2:=rbtaba1: rbtaba2:=rataba1: #jari-jari#
> xya2:=0: za2:=0: #titik kontrol kelengkungan#
> pxya2:=rbtaba2*k2+rataba2*k1+xya2*k3:
> pza2:=0*k2+ttaba2*k1+za2*k3:
> taba2:=plot3d([pxya2*cos(v),pxya2*sin(v),
  pza2+ttaba1],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Batas Ke-1

```
> tbatas1:=0*t: #tinggi#
> rlbatas1:=rataba2: rdbatas1:=1/2*rataba2: #jari-
  jari#
> xybatas1:=0: zbatas1:=0: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxybatas1:=rdbatas1*k1+rlbatas1*k2+xybatas1*k3:
> pzbatas1:=0*k1+tbatas1*k2+zbatas1*k3:
> batas1:=plot3d([pxybatas1*cos(v),pxybatas1*sin(v),
   ttaba1+ttaba2],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bagian Utama

```
> tutama:=6/10*t:
```

Bangun Ke-3

```
> ttaba3:=1/10*tutama: #tinggi#
> rataba3:=1/2*rlbatas1: rbtaba3:=rdbatas1: #jari-
  jari#
> xya3:=2*rbtaba3: za3:=-1.5*ttaba3: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxya3:=rbtaba3*k2+rataba3*k1+xya3*k3:
> pza3:=0*k2+ttaba3*k1+za3*k3:
> taba3:=plot3d([pxya3*cos(v),pxya3*sin(v),
  pza3+ttaba1+ttaba2],u=0..1,v=0..2*Pi):
> tbatas2:=0: #tinggi#
> rlbatas2:=rataba3: rdbatas2:=2/4*rataba3: #jari-
  jari#
> xybatas2:=0: zbatas2:=0: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxybatas2:=rdbatas2*k1+rlbatas2*k2+xybatas2*k3:
> pzbatas2:=0*k1+tbatas2*k2+zbatas2*k3:
> batas2:=plot3d([pxybatas2*cos(v),pxybatas2*sin(v),
  ttaba1+ttaba2+ttaba3],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-4

```
> ttaba4:=6/10*tutama: #tinggi#
> rataba4:=2.5*rdbatas2: rbtaba4:=rdbatas2: #jari-
  jari#
> xya4:=-3.5*rataba4: za4:=0.5*ttaba4: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxya4:=rbtaba4*k1+rataba4*k2+xya4*k3:
> pza4:=0*k1+ttaba4*k2+za4*k3:
> taba4:=plot3d([pxya4*cos(v),pxya4*sin(v),
  pza4+ttaba1+ttaba2+ttaba3],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-5

```
> ttaba5:=1/10*tutama: #tinggi#
> rataba5:=1.25*rataba4: rbtaba5:=rataba4: #jari-jari#
> xya5:=0: za5:=0: #titik kontrol kelengkungan#
> pxya5:=rbtaba5*k2+rataba5*k1+xya5*k3:
> pza5:=0*k2+ttaba5*k1+za5*k3:
> taba5:=plot3d([pxya5*cos(v),pxya5*sin(v),
  pza5+ttaba1+ttaba2+ttaba3+ttaba4],u=0..1,v=0..2*Pi):
> tbatas3:=0: #tinggi#
> rlbatas3:=rataba5: rdbatas3:=2/4*rataba5: #jari-
  jari#
> xybatas3:=0: zbatas3:=0: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxybatas3:=rdbatas3*k1+rlbatas3*k2+xybatas3*k3:
> pzbatas3:=0*k1+tbatas3*k2+zbatas3*k3:
```

```
> batas3:=plot3d([pxybatas3*cos(v),pxybatas3*sin(v),
  ttaba1+ttaba2+ttaba3+ttaba4+ttaba5],
  u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-6

```
> ttaba6:=1/10*tutama: #tinggi#
> rataba6:=rdbatas3: rbtaba6:=rdbatas3: #jari-jari#
> xya6:=0: za6:=0: #titik kontrol kelengkungan#
> pxya6:=rbtaba6*k2+rataba6*k1+xya6*k3:
> pza6:=0*k2+ttaba6*k1+za6*k3:
> taba6:=plot3d([pxya6*cos(v),pxya6*sin(v),
  pza6+ttaba1+ttaba2+ttaba3+ttaba4+ttaba5],
  u=0..1,v=0..2*Pi):
> tbatas4:=0: #tinggi#
> rlbatas4:=rataba6: rdbatas4:=3/4*rataba6: #jari-
  jari#
> xybatas4:=0: zbatas4:=0: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxybatas4:=rdbatas4*k1+rlbatas4*k2+xybatas4*k3:
> pzbatas4:=0*k1+tbatas3*k2+zbatas4*k3:
> batas4:=plot3d([pxybatas4*cos(v),pxybatas4*sin(v),
  ttaba1+ttaba2+ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6],
  u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-7

```
> ttaba7:=1/10*tutama: #tinggi#
> rataba7:=1.5*rdbatas4: rbtaba7:=rdbatas4: #jari-
  jari#
> xya7:=0: za7:=0: #titik kontrol kelengkungan#
> pxya7:=rbtaba7*k2+rataba7*k1+xya7*k3:
> pza7:=0*k2+ttaba7*k1+za7*k3:
> taba7:=plot3d([pxya7*cos(v),pxya7*sin(v),
  pza7+ttaba1+ttaba2+ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6],
  u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bagian Atap Kap Lampu Duduk

```
> tatap:=3/10*t:
```

Bangun Ke-8

```
> ttaba8:=tatap: #tinggi#
> rataba8:=1.25*rbtaba1: rbtaba8:=3*rbtaba1: #jari-
  jari#
> xya8:=0: za8:=0: #titik kontrol kelengkungan#
> pxya8:=rbtaba8*k2+rataba8*k1+xya8*k3:
> pza8:=0*k2+ttaba8*k1+za8*k3:
```

```
> taba8:=plot3d([pxya8*cos(v),pxya8*sin(v),
  pza8+ttaba1+ttaba2+ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+
  ttaba7],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Tutup Atap

```
> tutupatap:=plot3d([rataba8*sin(v)*cos(u),
  rataba8*sin(v)*sin(u),ttaba1+ttaba2+ttaba3+ttaba4+
  ttaba5+ttaba6+ttaba7+ttaba8], u=0..2*Pi, v=0..2*Pi):
```

Penyangga

```
> tpenyangga:=tatap: #tinggi#
> rapenyangga:=rataba8: rbpenyangga:=rataba7: #jari-
  jari#
> xypenyangga:=0: zpenyangga:=0: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxypenyangga:=rbpenyangga*k2+rapenyangga*k1+
  xypenyangga*k3:
> pzpenyangga:=0*k2+tpenyangga*k1+zpenyangga*k3:
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
  pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttaba1+ttaba2+
  ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+ttaba7],
  u=0..1,v=0..0.01*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
  pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttaba1+ttaba2+
  ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+ttaba7],
  u=0..1,v=0.25*Pi..0.26*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
  pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttaba1+ttaba2+
  ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+ttaba7],
  u=0..1,v=0.5*Pi..0.51*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
  pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttaba1+ttaba2+
  ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+ttaba7],
  u=0..1,v=0.75*Pi..0.76*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
  pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttaba1+ttaba2+
  ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+ttaba7],
  u=0..1,v=-0.25*Pi..-0.26*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
  pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttaba1+ttaba2+
  ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+ttaba7],
  u=0..1,v=-0.75*Pi..-0.76*Pi):
> penyangga:=display(penyangga1,penyangga2,
  penyangga3,penyangga4,penyangga5,penyangga6):
```

Bagian Kap Lampu Duduk Utuh

```
> display(taba1,taba2,taba3,taba4,taba5,taba6,taba7,
  taba8,tutupalas,batas1,batas2,batas3,batas4,
  tutupatap,penyangga);
```

Lampiran 4

Kap Lampu Duduk (Model Ke-2)

```
> restart;
> with(plots):
> k1:=1-2*u+u^2: k2:=2*u-u^2: k3:=-u+u^2: t:=70:
```

Bagian Alas

```
> talas:=1/5*t:
```

Bangun Ke-1

```
> ttaba1:=1/2*talas: #tinggi#
> rataba1:=1/5*t: rbtaba1:=1/4*t: #jari-jari#
> xya1:=-0.5*rataba1: za1:=ttaba1: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxya1:=rbtaba1*k1+rataba1*k2+xya1*k3:
> pza1:=0*k1+ttaba1*k2+za1*k3:
> taba1:=plot3d([pxya1*cos(v),pxya1*sin(v),pza1],
  u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Tutup Alas

```
> tutupalas:=plot3d([rbtaba1*sin(v)*cos(u),
  rbtaba1*sin(v)*sin(u),0], u=0..2*Pi,v =0..2*Pi):
```

Batas Ke-1

```
> tbatas1:=0*talas: #tinggi#
> rlbatas1:=rataba1: rdbatas1:=3/4*rataba1: #jari-
  jari#
> xybatas1:=0: zbatas1:=0: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxybatas1:=rdbatas1*k1+rlbatas1*k2+xybatas1*k3:
> pzbatas1:=0*k1+tbatas1*k2+zbatas1*k3:
> batas1:=plot3d([pxybatas1*cos(v),pxybatas1*sin(v),
  ttaba1],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-2

```
> ttaba2:=1/2*talas: #tinggi#
> rataba2:=rdbatas1: rbtaba2:=rdbatas1: #jari-jari#
> xya2:=1.5*rbtaba2: za2:=-ttaba2: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxya2:=rbtaba2*k2+rataba2*k1+xya2*k3:
> pza2:=0*k2+ttaba2*k1+za2*k3:
> taba2:=plot3d([pxya2*cos(v),pxya2*sin(v),
  pza2+ttaba1],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Batas Ke-3

```
> tbatas2:=0*talas: #tinggi#
> rlbatas2:=rataba2: rdbatas2:=4/5*rataba2: #jari-
  jari#
> xybatas2:=0: zbatas2:=0: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxybatas2:=rdbatas2*k1+rlbatas2*k2+xybatas2*k3:
> pzbatas2:=0*k1+tbatas2*k2+zbatas2*k3:
> batas2:=plot3d([pxybatas2*cos(v),pxybatas2*sin(v),
  ttaba1+ttaba2],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bagian Utama

```
> tutama:=7/15*t:
```

Bangun Ke-3

```
> ttaba3:=3/5*tutama: #tinggi#
> rataba3:=3/4*rdbatas2: rbtaba3:=rdbatas2: #jari-
  jari#
> xya3:=-3*rbtaba3: za3:=-ttaba3: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxya3:=rbtaba3*k2+rataba3*k1+xya3*k3:
> pza3:=0*k2+ttaba3*k1+za3*k3:
> taba3:=plot3d([pxya3*cos(v),pxya3*sin(v),
  pza3+ttaba1+ttaba2],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-4

```
> ttaba4:=1/15*tutama: #tinggi#
> rataba4:=3/4*rataba3: rbtaba4:=rataba3: #jari-jari#
> xya4:=0: za4:=0: #titik kontrol kelengkungan#
> pxya4:=rbtaba4*k2+rataba4*k1+xya4*k3:
> pza4:=0*k2+ttaba4*k1+za4*k3:
> taba4:=plot3d([pxya4*cos(v),pxya4*sin(v),
  pza4+ttaba1+ttaba2+ttaba3],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-5

```
> ttaba5:=1/15*tutama: #tinggi#
> rataba5:=3/4*rataba4: rbtaba5:=rataba4: #jari-jari#
> xya5:=-rataba5: za5:=ttaba5: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxya5:=rbtaba5*k1+rataba5*k2+xya5*k3:
> pza5:=0*k1+ttaba5*k2+za5*k3:
> taba5:=plot3d([pxya5*cos(v),pxya5*sin(v),
  pza5+ttaba1+ttaba2+ttaba3+ttaba4],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-6

```
> ttaba6:=1/15*tutama: #tinggi#
> rataba6:=rataba5: rbtaba6:=rataba5: #jari-jari#
```

```
> xya6:=1.5*rbtaba6: za6:=-ttaba6: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxya6:=rbtaba6*k2+rataba6*k1+xya6*k3:
> pza6:=0*k2+ttaba6*k1+za6*k3:
> taba6:=plot3d([pxya6*cos(v),pxya6*sin(v),
  pza6+ttaba1+ ttaba2+ttaba3+ttaba4+ttaba5],u=0..1,
  v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-7

```
> ttaba7:=3/15*tutama: #tinggi#
> rataba7:=4/3*rataba5: rbtaba7:=rataba5: #jari-jari#
> xya7:=-2*rbtaba7: za7:=-0.5*ttaba7: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxya7:=rbtaba7*k2+rataba7*k1+xya7*k3:
> pza7:=0*k2+ttaba7*k1+za7*k3:
> taba7:=plot3d([pxya7*cos(v),pxya7*sin(v),
  pza7+ttaba1+ttaba2+ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6],
  u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bagian Atap

```
> tatap:=1/3*t:
```

Bangun Ke-8

```
> ttaba8:=tatap: #tinggi#
> rataba8:=rbtaba1: rbtaba8:=2*rbtaba1: #jari-jari#
> xya8:=1.5*rataba8: za8:=-0.75*ttaba8: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxya8:=rbtaba8*k2+rataba8*k1+xya8*k3:
> pza8:=0*k2+ttaba8*k1+za8*k3:
> taba8:=plot3d([pxya8*cos(v),pxya8*sin(v),
  pza8+ttaba1+ttaba2+ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+
  ttaba7],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Tutup Atap

```
> tutupatap:=plot3d([rataba8*sin(v)*cos(u),
  rataba8*sin(v)*sin(u),ttaba1+ttaba2+ttaba3+ttaba4+
  ttaba5+ttaba6+ttaba7+ttaba8],u=0..2*Pi,v=0..2*Pi):
```

Penyangga

```
> tpenyangga:=tatap: #tinggi#
> rapenyangga:=rataba8: rbpenyangga:=rataba7: #jari-
  jari#
> xypenyangga:=0: zpenyangga:=0: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxypenyangga:=rbpenyangga*k2+rapenyangga*k1+
  xypenyangga*k3:
> pzpenyangga:=0*k2+tpenyangga*k1+zpenyangga*k3:
```

```
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
  pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttaba1+ttaba2+
  ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+3/4*ttaba7],
  u=0..1,v=0..0.01*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
  pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttaba1+ttaba2+
  ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+3/4*ttaba7],
  u=0..1,v=0.25*Pi..0.26*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
  pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttaba1+ttaba2+
  ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+3/4*ttaba7],
  u=0..1,v=0.5*Pi..0.51*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
  pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttaba1+ttaba2+
  ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+3/4*ttaba7],
  u=0..1,v=0.75*Pi..0.76*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
  pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttaba1+ttaba2+
  ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+3/4*ttaba7],
  u=0..1,v=-0.25*Pi..-0.26*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
  pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttaba1+ttaba2+
  ttaba3+ttaba4+ttaba5+ttaba6+3/4*ttaba7], u=0..1,v=-
  0.75*Pi..-0.76*Pi):
> penyangga:=display(penyangga1,penyangga2,
  penyangga3,penyangga4,penyangga5,penyangga6):
```

Kap Lampu Duduk Utuh

```
> display([taba1,taba2,taba3,taba4,taba5,taba6,taba7,
  taba8,batas1,batas2,tutupalas,tutupatap,penyangga]);
```

Lampiran 5

Kap Lampu Duduk (Model Ke-3)

```
> restart;
> with(plots):
> k1:=1-2*u+u^2: k2:=2*u-u^2: k3:=-u+u^2: t:=50:
```

Bagian Alas

```
> talas:=2/20*t:
```

Bangun Ke-1

```
> ttab1:=talas: #tinggi#
> rtab1:=1/6*t: #jari-jari#
> xy1:=0: z1:=1: #titik kontrol kelengkungan#
> pxy1:=rtab1*k1+rtab1*k2+xy1*k3:
> pz1:=0*k1+ttab1*k2+z1*k3:
> tab1:=plot3d([pxy1*cos(v),pxy1*sin(v),pz1],
  u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Tutup Alas

```
> tutupalas:=plot3d([rtab1*sin(v)*cos(u),
  rtab1*sin(v)*sin(u),0],u=0..2*Pi, v=0..2*Pi):
```

Batas Ke-1

```
> tbatas1:=0: #tinggi#
> rlbatas1:=rtab1: rdbatas1:=3/4*rtab1: #jari-jari#
> xyb1:=0: zb1:=0: #titik kontrol kelengkungan#
> pxyb1:=rlbatas1*k2+rdbatas1*k1+xyb1*k3:
> pzb1:=0*k2+tbatas1*k1+zb1*k3:
> batas1:=plot3d([pxyb1*cos(v),pxyb1*sin(v),
  pzb1+ttab1],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bagian Utama

```
> tutama:=12/20:
```

Bangun Ke-2

```
> ttab2:=10/25*tutama: #tinggi#
> ratab2:=3/4*rdbatas1: rbtab2:=rdbatas1: #jari-jari#
> xy2:=-2*rbtab2: z2:=-0.5*ttab2: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxy2:=rbtab2*k2+ratab2*k1+xy2*k3:
> pz2:=0*k2+ttab2*k1+z2*k3:
> tab2:=plot3d([pxy2*cos(v),pxy2*sin(v),pz2+ttab1],
  u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-3

```
> ttab3:=1/25*tutama: #tinggi#
> ratab3:=ratab2: rbtab3:=ratab2: #jari-jari#
> xy3:=-rbtab2: z3:=-0.5*ttab3: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxy3:=rbtab3*k2+ratab3*k1+xy3*k3:
> pz3:=0*k2+ttab3*k1+z3*k3:
> tab3:=plot3d([pxy3*cos(v),pxy3*sin(v),
  pz3+ttab1+ttab2],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-4

```
> ttab4:=1/25*tutama: #tinggi#
> ratab4:=ratab3: rbtab4:=ratab3: #jari-jari#
> xy4:=-rbtab4: z4:=-0.5*ttab4: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxy4:=rbtab4*k2+ratab4*k1+xy4*k3:
> pz4:=0*k2+ttab4*k1+z4*k3:
> tab4:=plot3d([pxy4*cos(v),pxy4*sin(v),
  pz4+ttab1+ttab2+ttab3],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-5

```
> ttab5:=3/25*tutama: #tinggi#
> ratab5:=5/4*ratab4: rbtab5:=ratab4: #jari-jari#
> xy5:=rbtab5: z5:=-0.5*ttab5: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxy5:=rbtab5*k2+ratab5*k1+xy5*k3:
> pz5:=0*k2+ttab5*k1+z5*k3:
> tab5:=plot3d([pxy5*cos(v),pxy5*sin(v),
  pz5+ttab1+ttab2+ttab3+ttab4],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-6

```
> ttab6:=1/25*tutama: #tinggi#
> ratab6:=5/4*ratab5: rbtab6:=ratab5: #jari-jari#
> xy6:=-rbtab6: z6:=-0.5*ttab6: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxy6:=rbtab6*k2+ratab6*k1+xy6*k3:
> pz6:=0*k2+ttab6*k1+z6*k3:
> tab6:=plot3d([pxy6*cos(v),pxy6*sin(v),pz6+ttab1+
  ttab2+ttab3+ttab4+ttab5],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-7

```
> ttab7:=1/25*tutama: #tinggi#
> ratab7:=ratab6: rbtab7:=ratab6: #jari-jari#
> xy7:=-0.5*rbtab7: z7:=-0.5*ttab7: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxy7:=rbtab7*k2+ratab7*k1+xy7*k3:
> pz7:=0*k2+ttab7*k1+z7*k3:
```

```
> tab7:=plot3d([pxy7*cos(v),pxy7*sin(v),
  pz7+ttab1+ttab2+ttab3+ttab4+ttab5+ttab6],
  u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-8

```
> ttab8:=1/25*tutama: #tinggi#
> ratab8:=5/4*ratab7: rbtab8:=ratab7: #jari-jari#
> xy8:=-0.5*rbtab8: z8:=-0.5*ttab8: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxy8:=rbtab8*k2+ratab8*k1+xy8*k3:
> pz8:=0*k2+ttab8*k1+z8*k3:
> tab8:=plot3d([pxy8*cos(v),pxy8*sin(v),
  pz8+ttab1+ttab2+ttab3+ttab4+ttab5+ttab6+ttab7],
  u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Batas Ke-2

```
> tbatas2:=0: #tinggi#
> rlbatas2:=ratab8: rdbatas2:=1/2*ratab8: #jari-jari#
> xyb2:=0: zb2:=0: #titik kontrol kelengkungan#
> pxyb2:=rlbatas2*k2+rdbatas2*k1+xyb2*k3:
> pzb2:=0*k2+tbatas2*k1+zb2*k3:
> batas2:=plot3d([pxyb2*cos(v),pxyb2*sin(v),
  pzb2+ttab1+ttab2+ttab3+ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+
  ttab8],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-9

```
> ttab9:=1/25*tutama: #tinggi#
> ratab9:=3/4*rdbatas2: rbtab9:=rdbatas2: #jari-jari#
> xy9:=0.25*rbtab9: z9:=-0.5*ttab9: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxy9:=rbtab9*k2+ratab9*k1+xy9*k3:
> pz9:=0*k2+ttab9*k1+z9*k3:
> tab9:=plot3d([pxy9*cos(v),pxy9*sin(v),
  pz9+ttab1+ttab2+ttab3+ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+
  ttab8],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-10

```
> ttab10:=1/25*tutama: #tinggi#
> ratab10:=3/4*ratab9: rbtab10:=ratab9: #jari-jari#
> xy10:=0.25*rbtab10: z10:=-0.5*ttab10: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxy10:=rbtab10*k2+ratab10*k1+xy10*k3:
> pz10:=0*k2+ttab10*k1+z10*k3:
> tab10:=plot3d([pxy10*cos(v),pxy10*sin(v),
  pz10+ttab1+ttab2+ttab3+ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+
  ttab8+ttab9], u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-11

```
> ttab11:=1/25*tutama: #tinggi#
> ratab11:=ratab10: rbtab11:=ratab10: #jari-jari#
> xy11:=1.5*rbtab11: z11:=-ttab11: #titik kontrol
  kelengkungan#
> pxy11:=rbtab11*k2+ratab11*k1+xy11*k3:
> pz11:=0*k2+ttab11*k1+z11*k3:
> tab11:=plot3d([pxy11*cos(v),pxy11*sin(v),
  pz11+ttab1+ttab2+ttab3+ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+
  ttab8+ttab9+ttab10],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bangun Ke-12

```
> ttab12:=4/25*tutama: #tinggi#
> ratab12:=1.25*ratab11: rbtab12:=ratab11: #jari-jari#
> xy12:=-1.25*rbtab12: z12:=-0.5*ttab12: #titik
  kontrol kelengkungan#
> pxy12:=rbtab12*k2+ratab12*k1+xy12*k3:
> pz12:=0*k2+ttab12*k1+z12*k3:
> tab12:=plot3d([pxy12*cos(v),pxy12*sin(v),
  pz12+ttab1+ttab2+ttab3+ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+
  ttab8+ttab9+ttab10+ttab11],u=0..1,v=0..2*Pi):
```

Bagian Atap

```
> tatap:=6/20*t:
> tcek1:=0: tcek3:=tatap: tcek2:=tcek3: #ketinggian
  titik kontrol#
> rcek:=4*rbtab2: #titik kontrol pd sb x&y#
> for j from 0 to 5 do
  b1[j+1]:=plot3d([(1-v)*((1-u)^2*rcek+2*(1-u)*
  u*0+u^2*rcek)*cos(Pi/3*j)+v*((1-u)^2*rcek+2*(1-u)*u*
  0+u^2*rcek)*cos(Pi/3*(j+1)),(1-v)*((1-u)^2*rcek+
  2*(1-u)*u*0+u^2*rcek)*sin(Pi/3*j)+v*((1-u)^2*
  rcek+2*(1-u)*u*0+u^2*rcek)*sin(Pi/3*(j+1)),
  (1-2*u)^2*tcek1+2*(1-2*u)*2*u*tcek2+(2*u)^2*tcek3+
  ttab1+ttab2+ttab3+ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+ttab8+ttab
  9+ttab10+ttab11+ttab12],u=0..0.5,v=0..1):
  end do:
> cek:=display({b1[1],b1[2],b1[3],b1[4],b1[5],b1[6]}):
```

Tutup Atap

```
> npan:=6: #banyaknya busur#
> tpan:=0: rpan1:=0.52*rcek:
> u1:=1: z:=(1-u1)^2*tcek1+2*(1-
  u1)*u*tcek2+u1^2*tcek3:
> for l from 0 to (npan-1) do
```

```
e1[l+1]:=plot3d([v*0+(1-v)*0.98*
((rpan1*cos(Pi/3*(l+1))-rpan1*cos(Pi/3*l))
*u+rpan1*cos(Pi/3*l)),v*0+(1-v)*0.98*
((rpan1*sin(Pi/3*(l+1))-rpan1*sin(Pi/3*l))*
u+rpan1*sin(Pi/3*l)),0.5*tcek1+0.5*tcek2+0.5*tcek3+
ttab1+ttab2+ttab3+ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+ttab8+
ttab9+ttab10+ttab11+ttab12],u=0..1,v=0..1):
end do:
> tutupatap:=display(e1[1],e1[2],e1[3],e1[4],e1[5],
 e1[6]):
> titik:=plot3d([0*u,0*v,0],u=0..1,v=0..1):
```

Penyangga

```
> tpenyangga:=tatap: #tinggi#
> rbpenyangga:=ratab12: rapenyangga:=rpan1: #jari-
jari#
> xypenyangga:=0: zpenyangga:=0: #titik kontrol
kelengkungan#
> pxypenyangga:=rbpenyangga*k2+rapenyangga*k1+
xypenyangga*k3:
> pzpenyangga:=0*k2+tpenyangga*k1+zpenyangga*k3:
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttab1+ttab2+ttab3+
ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+ttab8+ttab9+ttab10+ttab11+
ttab12],u=0..1, v=0..0.01*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttab1+ttab2+ttab3+
ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+ttab8+ttab9+ttab10+ttab11+
ttab12],u=0..1, v=0.33*Pi..0.34*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttab1+ttab2+ttab3+
ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+ttab8+ttab9+ttab10+ttab11+
ttab12],u=0..1, v=0.66*Pi..0.67*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttab1+ttab2+ttab3+
ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+ttab8+ttab9+ttab10+ttab11+
ttab12],u=0..1, v=0.98*Pi..0.99*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttab1+ttab2+ttab3+
ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+ttab8+ttab9+ttab10+ttab11+
ttab12],u=0..1, v=-0.33*Pi..-0.34*Pi):
> penyangga1:=plot3d([pxypenyangga*cos(v),
pxypenyangga*sin(v),pzpenyangga+ttab1+ttab2+ttab3+
ttab4+ttab5+ttab6+ttab7+ttab8+ttab9+ttab10+ttab11+
ttab12],u=0..1, v=-0.66*Pi..0.67*Pi):
> penyangga:=display(penyangga1,penyangga2,
penyangga3,penyangga4,penyangga5,penyangga6):
```

Kap Lampu Duduk Utuh

```
> display([tab1,tab2,tab3,tab4,tab5,tab6,tab7,tab8,
  tab9,tab10,tab11,tab12,batas1,batas2,penyangga,cek,
  tutupatap]);
```