

KONSTRUKSI LAMPU GANTUNG MENGGUNAKAN TABUNG, BOLA, TORUS, KERUCUT DENGAN KONSEP DEFORMASI, TRANSFORMASI DAN KURVA BEZIER

Vina Alpiani Junior*

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Jember
vinaalpianijuniar@gmail.com

Bagus Juliyanto

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Jember
bagus.fmipa@unej.ac.id

Firdaus Ubaidillah

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Jember
firdaus_u@yahoo.com

ABSTRACT. *The purpose of this study is to obtain a hanging light design from a combination of several components using Maple. The results show that the construction procedure for the hanging light components can be carried out in three stages. First, determining some data for cylinder, sphere, torus, cone, and Bezier curve. Second, dividing the hanging light into several components, then creating a procedure for constructing each component using the concepts of deformation, transformation, and Bezier curve. Third, combining all components on the modeling axis and compiling a program using a computer.*

Keywords: *Deformation, Bezier curve, hanging light, transformation*

ABSTRAK. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain lampu gantung dari gabungan beberapa komponen menggunakan program Maple. Hasilnya menunjukkan bahwa prosedur pengkonstruksian komponen lampu gantung dapat dilakukan dengan tiga tahapan. Pertama, menetapkan beberapa data untuk tabung, bola, torus, kerucut, dan kurva Bezier. Kedua, membagi lampu gantung menjadi beberapa komponen, kemudian membuat prosedur untuk mengkonstruksi masing-masing komponen menggunakan konsep deformasi, transformasi, dan kurva Bezier. Ketiga, menggabungkan seluruh komponen pada sumbu pemodelan dan menyusun program menggunakan komputer.

Kata Kunci: Deformasi, kurva Bezier, lampu gantung, transformasi

1. PENDAHULUAN

Lampu gantung merupakan lampu yang diletakkan dengan posisi tergantung pada suatu rantai atau kawat dan biasanya ditempatkan di tengah-tengah ruangan.

*Penulis Korespondensi

Info Artikel : dikirim 24 Nov. 2022; direvisi 4 Juli. 2023; diterima 11 Jul. 2023.

Komponen lampu gantung secara umum terdiri dari bagian penghubung, badan utama, penyangga kap lampu, dan kap lampu. Keragaman bentuk lampu gantung yang telah dibuat ternyata banyak kaitannya dengan kajian geometri. Kajian ini berkenaan dengan perbedaan ukuran, jumlah komponen benda ataupun bentuk dasar geometri yang digunakan.

Benda-benda yang variatif dapat dibentuk dengan beberapa teknik, yang salah satunya teknik deformasi. Teknik ini telah digunakan dalam memodelisasi lampu dinding (Fatmasari dkk., 2021), ujung batang dan kait gorden (Istiqomah dkk., 2021), kursi (Nadzira dkk., 2021), piala (Putri dkk., 2018), kotak tisu (Safitri dkk., 2021), kipas angin (Suprihatiningsih, 2021), *hanging rotera* (Ubaningrum dkk., 2021), dan *handle* pintu (Wahana dkk., 2020). Teknik deformasi meliputi teknik interpolasi dan teknik memutar kurva. Teknik interpolasi telah digunakan dalam memodelisasi *bidding box bridge* (Anggraeni dan Juliyanto, 2022) dan rak penataan barang (Astuti dan Kusno, 2014), sedangkan teknik memutar kurva telah banyak digunakan dalam memodelisasi benda onyx dan marmer (Kusno dkk., 2007) serta botol minuman (Triadi dkk., 2020). Selain teknik deformasi, teknik lain yang digunakan yaitu teknik transformasi. Teknik transformasi telah digunakan dalam memodelisasi *velg* mobil (Danuarta dkk., 2017) dan motif keramik (Mutimmah dan Rifa'i, 2017). Adapun tujuan dalam tulisan ini yaitu memperoleh prosedur pengkonstruksian lampu gantung dan hasil visualisasi model lampu gantung dengan menerapkan kajian geometri pada program Maple. Manfaat dari penelitian ini diantaranya yaitu memberikan informasi mengenai prosedur dari konstruksi model lampu gantung dengan menerapkan kajian geometri dan memberikan wawasan untuk pengembangan desain lampu gantung.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan konstruksi lampu gantung diuraikan sebagai berikut:

- a. menentukan data awal dari benda geometri seperti tabung, bola, torus, kerucut, dan kurva Bezier,

- b. mengkonstruksi komponen lampu gantung dari data yang telah ditentukan dengan langkah sebagai berikut:
 - (i). membagi komponen lampu gantung menjadi empat komponen yaitu komponen penghubung, badan utama, penyangga, dan kap lampu, dan
 - (ii). membuat prosedur untuk mengkonstruksi masing-masing komponen penyusun lampu gantung.
- c. menggabungkan seluruh komponen-komponen lampu gantung dengan langkah sebagai berikut:
 - (i). menentukan sumbu pemodelan untuk merangkai hasil konstruksi komponen lampu gantung,
 - (ii). menggabungkan komponen lampu gantung pada sumbu yang telah ditentukan, dan
 - (iii). menyusun program dan visualisasi komponen pada komputer untuk dengan bantuan *software* Maple 18.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penetapan Data

Adapun data awal beberapa objek geometri yang digunakan untuk mengkonstruksi lampu gantung :

- a. tabung dengan jari-jari $0,2 \leq r \leq 5$ satuan dan tinggi $1 \leq t \leq 11$ satuan, dan berpusat di $t(x_1, y_1, z_1)$,
- b. bola dengan jari-jari $0,1 \leq r \leq 1$ satuan dan berpusat di $B(x_b, y_b, z_b)$,
- c. torus dengan jari-jari luar $0,3 \leq R \leq 13$ satuan, jari-jari dalam $0,1 \leq r \leq 0,5$ satuan, dan berpusat di $T(x_t, y_t, z_t)$,
- d. kerucut dengan jari-jari $0,2 \leq r \leq 5$ satuan dan tinggi $1 \leq t \leq 6,5$ satuan,
- e. kurva Bezier berderajat ($n \leq 4$).

3.2 Konstruksi Komponen Penghubung

Komponen penghubung dibuat menyerupai rantai sebagai penghubung lampu gantung dengan plafon rumah. Prosedur mengkonstruksi penghubung adalah sebagai berikut:

- a. membangun torus sejajar bidang YOZ menggunakan persamaan

$$T(u, v) = \langle r \sin v + x_t, (R + r \cos v) \cos u + y_t, (R + r \cos v) \sin u + z_t \rangle, \quad (1)$$

dengan $0 \leq u, v \leq 2\pi$ dan $0 < r < R$. R adalah jarak antara pusat torus dan pusat lingkaran, r adalah radius dari lingkaran yang diputar, u adalah parameter untuk posisi sudut titik di permukaan torus pada lingkaran berputar, dan v adalah parameter untuk posisi sudut bidang lingkaran berputar terhadap sumbu Z ;

- b. menduplikasi dan mentranslasi beberapa hasil langkah (a) sejauh c satuan searah sumbu Z menggunakan persamaan

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a + x \\ b + y \\ c + z \end{pmatrix}, \quad (2)$$

dengan a, b, c adalah nilai konstanta yang menunjukkan besarnya pergeseran pada setiap sumbu koordinat;

- c. membangun bentuk dasar persegi panjang $ABCD$ dengan koordinat titik $A(-x_A, 0, z_A)$, $B(x_B, 0, z_B)$, $C(x_C, 0, z_C)$, dan $D(-x_D, 0, z_D)$;
- d. menetapkan titik-titik pada segmen garis \overline{AB} , \overline{BC} , \overline{CD} , dan \overline{AD} dengan cara membagi masing-masing segmen tersebut menjadi tiga bagian dengan perbandingan 1:2:1 di titik $M_n(x_{M_n}, 0, z_{M_n})$ dengan $n = 1, 2, 3, \dots, 8$;
- e. membangun tabung sejajar sumbu X pada segmen \overline{AB} dan \overline{CD} menggunakan persamaan

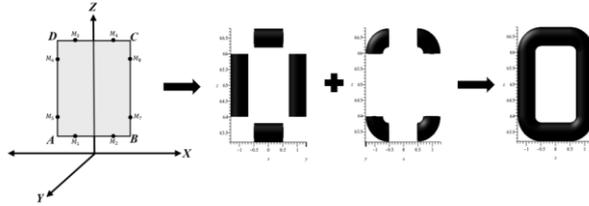
$$\begin{aligned} \mathbf{t}(\theta, x) &= \langle x, y_1 + r \sin \theta, z_1 + r \cos \theta \rangle, 0 \leq \theta \leq 2\pi, \\ & x_1 \leq x \leq x_1 + t, \end{aligned} \quad (3)$$

dan sejajar sumbu Z pada segmen \overline{AD} dan \overline{BC} menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} \mathbf{t}(\theta, z) &= \langle x_1 + r \cos \theta, y_1 + r \sin \theta, z \rangle, 0 \leq \theta \leq 2\pi, \\ & z_1 \leq z \leq z_1 + t, \end{aligned} \quad (4)$$

dengan masing-masing titik pusat lingkaran bawah dan atas tabung di titik M_n . Selanjutnya membangun sambungan antar tabung oleh torus sejajar bidang XOZ menggunakan persamaan (Gambar 1)

$$T(u, v) = \langle (R + r \cos v) \cos u + x_t, r \sin v + y_t, (R + r \cos v) \sin u + z_t \rangle. \quad (5)$$



Gambar 1. Gabungan torus dan tabung dengan bentuk dasar persegi panjang $ABCD$

- f. merotasi hasil langkah (e) dengan besar sudut rotasi yang digunakan adalah $\theta = 90^\circ$ terhadap sumbu Z menggunakan persamaan

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \cos \theta - y \sin \theta \\ x \sin \theta + y \cos \theta \\ z \end{pmatrix}; \quad (6)$$

- g. mentranslasi beberapa hasil langkah (e) dan (f) sejauh c satuan searah sumbu Z menggunakan Persamaan (2), sehingga menghasilkan visualisasi penghubung seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Visualisasi penghubung lampu gantung

3.3 Konstruksi Komponen Badan Utama

Komponen badan utama dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu bagian bawah, bagian tengah, dan bagian atas. Berikut prosedur mengkonstruksi masing-masing bagian badan utama :

- a. bagian bawah :

prosedur mengkonstruksi badan utama bagian bawah adalah sebagai berikut:

- (i). membangun torus sejajar bidang YOZ yang berjari-jari $r = 0,2$ satuan dan $R = 0,3$ satuan dengan $0 \leq u \leq \pi$ dan $0 \leq v \leq 2\pi$;

- (ii). membangun dua tabung berjari-jari $r = 0,2$ satuan sejajar sumbu Z dengan tinggi tabung yaitu $5 \leq z \leq 10,6$ satuan;
- (iii). membangun torus sejajar bidang YOZ yang berjari-jari $r = 0,2$ satuan dan $0,5 \leq R \leq 1,5$ satuan dengan $0 \leq u \leq \frac{3\pi}{2}$ dan $0 \leq v \leq 2\pi$, selanjutnya duplikasi dan rotasi dengan besar sudut rotasi $\theta = 180^\circ$ terhadap sumbu Z ;
- (iv). membangun dua buah bola dengan jari –jari bola adalah $r = 0,4$ satuan dengan persamaan,
- $$\mathbf{B}(\alpha, \theta) = (r \sin \alpha \cos \theta + x_b, r \sin \alpha \sin \theta + y_b, r \cos \alpha + z_b), \quad (7)$$
- $$0 \leq \alpha \leq \pi, 0 \leq \theta \leq 2\pi;$$
- (v). membangun empat buah torus sejajar bidang YOZ yang berjari-jari $r = 0,2$ satuan dan $0,3 \leq R \leq 1,5$ satuan, dengan interval parameter $0 \leq u \leq 2\pi$, dan $0 \leq v \leq 2\pi$. Selanjutnya duplikasi dan rotasi dengan besar sudut rotasi $\theta = 180^\circ$ terhadap sumbu Z ;
- (vi). membangun torus sejajar bidang YOZ berjari-jari $r = 0,2$ satuan dan $R = 1,5$ satuan dengan $\pi \leq u \leq 2\pi$ dan $0 \leq v \leq 2\pi$; dan
- (vii). membangun bola berjari –jari $r = 0,5$ satuan.

b. bagian tengah :

prosedur mengkonstruksi badan utama bagian tengah adalah sebagai berikut:

- (i). mendeformasi tabung berjari-jari $r = 2$ satuan dengan memberikan kelengkungan oleh kurva Bezier ($n = 2$) di antara titik pusat alas dan tutup tabung berbentuk lingkaran menggunakan persamaan

$$\mathbf{C}(t) = \sum_{i=0}^n \mathbf{P}_i B_i^n(t), 0 \leq t \leq 1, \quad (8)$$

dengan

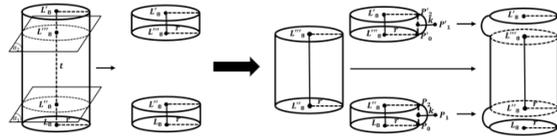
$\mathbf{P}_i(x_i, y_i, z_i)$ adalah titik kontrol kurva $\mathbf{C}(t)$

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

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

- (ii). menduplikasi dan mentranslasi hasil langkah (i) sejauh c satuan searah sumbu Z ;

- (iii). membangun tabung dengan jari-jari tabung adalah $r = 0,5$ satuan dan tinggi tabung yaitu $12 \leq z \leq 22,5$ satuan, selanjutnya memotong tabung menjadi tiga bagian oleh bidang potong α_1 dan α_2 (Gambar 3), dan



Gambar 3. Deformasi tabung

- (iv). satu bagian ditetapkan bentuknya dan dua bagian lainnya dideformasi dengan memberikan kelengkungan oleh kurva Bezier ($n = 2$). Selanjutnya duplikasi dan translasi hasil deformasi tabung sejauh c satuan searah sumbu Z .

c. bagian atas :

prosedur mengkonstruksi badan utama bagian atas adalah sebagai berikut:

- (i). membangun dan memutar kurva batas kurva Bezier ($n = 3$) terhadap sumbu Z menggunakan persamaan

$$\mathbf{S}(t, \theta) = \langle C_x(t) \cos \theta, C_y(t) \sin \theta, C_z(t) \rangle, \quad 0 \leq t \leq 1, \quad (9)$$

$$0 \leq \theta \leq 2\pi,$$

dengan $C_x(t)$, $C_y(t)$, dan $C_z(t)$ menyatakan komponen-komponen skalar dari kurva generatrix $\mathbf{C}(t)$;

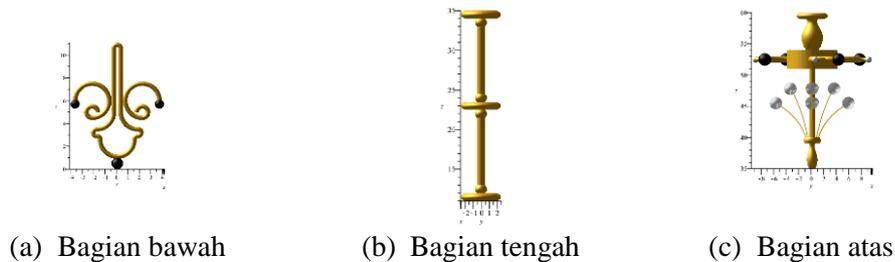
- (ii). mendeformasi tabung berjari-jari $r = 1,2$ satuan dan tinggi tabung yaitu $39 \leq z \leq 40$ satuan dengan membangun permukaan lengkung oleh kurva Bezier ($n = 2$);
- (iii). membangun lingkaran untuk alas dan tutup tabung hasil deformasi langkah (ii);
- (iv). membangun tabung dengan jari-jari $r = 0,5$ satuan dan tinggi tabung yaitu $40 \leq z \leq 51$ satuan;
- (v). membangun lingkaran sejajar bidang XOY dan berjari-jari $r = 4$ satuan, kemudian duplikasi, translasi sejauh c satuan searah sumbu Z , dan interpolasi hingga terbentuk sebuah tabung dengan penutup alas dan atas menggunakan persamaan

$$\mathbf{S}(u, v) = (1 - v)\mathbf{C}_1(u) + v\mathbf{C}_2(u), 0 \leq u, v \leq 1, \quad (10)$$

dengan $\mathbf{C}_1(u)$ dan $\mathbf{C}_2(u)$ adalah dua kurva parametric;

- (vi). membangun dua jenis torus yaitu torus besar dan torus kecil yang berjari-jari dalam $r_{tbesar} > r_{tkecil}$, berjari-jari luar $R_{besar} > R_{kecil}$ dengan $0 \leq u_{besar} \leq \frac{\pi}{2}$ dan $\frac{\pi}{2} \leq u_{kecil} \leq \frac{4\pi}{3}$ dan $0 \leq v_{besar,kecil} \leq 2\pi$. Masing-masing torus kemudian diduplikasi dan dirotasi dengan besar sudut rotasi $\theta = 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ terhadap sumbu Z ;
- (vii). membangun dua jenis bola yaitu bola besar dan bola kecil yang berjari-jari $r_{bbesar} > r_{bkecil}$, selanjutnya diduplikasi dan dirotasi dengan besar sudut rotasi $\theta = 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ terhadap sumbu Z ;
- (viii). membangun dan memutar kurva batas kurva Bezier ($n = 3$) terhadap sumbu Z ;
- (ix). mendeformasi tabung berjari-jari $r = 2$ satuan dan tinggi tabung yaitu $59 \leq z \leq 60$ satuan oleh kurva Bezier ($n = 2$), selanjutnya memutar kurva terhadap sumbu Z ;
- (x). membangun lingkaran sebagai alas dan tutup tabung hasil deformasi langkah (ix);
- (xi). membangun dua kurva batas kurva Bezier ($n = 2$), kemudian dirotasi dengan besar sudut rotasi $\theta = 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ terhadap sumbu Z ; dan
- (xii). membangun dua bola berjari-jari $r = 1$ satuan, kemudian dirotasi dengan besar sudut rotasi $\theta = 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ terhadap sumbu Z .

Visualisasi badan utama bagian bawah dapat dilihat pada Gambar 4(a), bagian tengah pada Gambar 4(b), dan bagian atas pada Gambar 4(c).

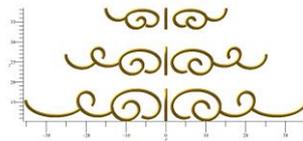


Gambar 4. Visualisasi badan utama lampu gantung

3.4 Konstruksi Penyangga Kap Lampu

Prosedur mengkonstruksi komponen penyangga adalah sebagai berikut:

- membangun beberapa torus sejajar bidang YOZ menggunakan Persamaan (1) dengan $0 \leq r \leq R$ satuan dan pemilihan nilai u yaitu parameter dalam selang $0 \leq u \leq 2\pi$ yang disesuaikan;
- merotasi torus hasil langkah (a) dengan besar sudut rotasi $\theta = 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ terhadap sumbu Z menggunakan Persamaan (6); dan
- menduplikasi dan mentranslasi hasil langkah (b) searah sumbu Z menggunakan Persamaan (2), sehingga menghasilkan visualisasi penyangga seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Visualisasi penyangga lampu gantung

3.5 Konstruksi Kap Lampu

Komponen kap lampu dibagi menjadi tiga bagian utama yaituudukan lampu, badan kap, dan kepala kap. Berikut prosedur mengkonstruksi masing-masing bagian kap lampu :

- dudukan lampu :

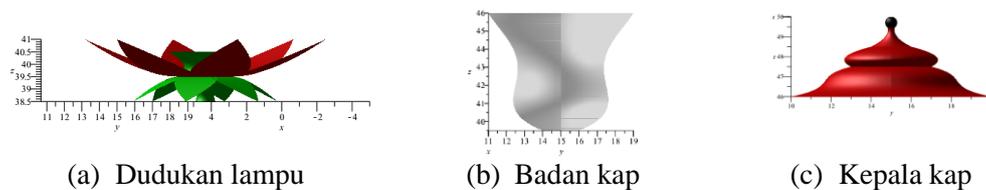
prosedur mengkonstruksi dudukan lampu adalah sebagai berikut:

- membangun kerucut terpancung yang dideformasi oleh kurva Bezier ($n = 2$). Kurva selanjutnya diputar terhadap sumbu Z menggunakan Persamaan (9);
- menduplikasi dan mentranslasi hasil langkah (i) sejauh b satuan searah sumbu Y dan sejauh c satuan searah sumbu Z ;
- membangun pola kelopak bunga hasil interpolasi dua kurva batas kurva Bezier ($n = 2$);
- menduplikasi dan merotasi hasil langkah (iii) dengan besar sudut rotasi $\theta = 30^\circ, 90^\circ, 150^\circ, 210^\circ, 270^\circ, 330^\circ$ terhadap sumbu Z , selanjutnya translasi sejauh b satuan searah sumbu Y dan c satuan searah sumbu Z ;

- (v). membangun pola mahkota bunga hasil interpolasi dua kurva batas kurva Bezier ($n = 2$);
- (vi). menduplikasi dan merotasi hasil langkah (v) dengan besar sudut rotasi $\theta = 60^\circ, 120^\circ, 180^\circ, 240^\circ, 300^\circ$ terhadap sumbu Z , selanjutnya translasi sejauh b satuan searah sumbu Y dan c satuan searah sumbu Z ;
- (vii). menginterpolasi dua lingkaran sejajar bidang XOY dengan jari-jari $r_1 = 1,5$ satuan di $z_1 = 0$ satuan dan berjari-jari $r_2 = 0,8$ satuan di $z_2 = 0$ satuan; dan
- (viii). menduplikasi serta mentranslasi hasil interpolasi lingkaran sejauh a satuan searah sumbu X , b satuan searah sumbu Y , dan c satuan searah sumbu Z .
- b. badan kap :
- prosedur mengkonstruksi badan kap adalah sebagai berikut:
- (i). membangun kerucut terpancung yang dideformasi oleh kurva Bezier ($n = 2$). Kurva selanjutnya diputar terhadap sumbu Z dan
- (ii). merotasi kurva putar dengan besar sudut rotasi $\theta = 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ terhadap sumbu Z . Kurva putar hasil transformasi rotasi kemudian diduplikasi dan ditranslasi sejauh b satuan searah sumbu Y dan c satuan searah sumbu Z .
- c. kepala kap :
- prosedur mengkonstruksi kepala kap adalah sebagai berikut:
- (i). mendeformasi kerucut terpancung $t_{OO'}$ dengan jari-jari lingkaran bawah $r_O = 5$ satuan yang berpusat di $O(0,0,46)$ dan jari-jari lingkaran atas $r_{O'} = 0,2$ satuan yang berpusat di $O'(0;0;49,5)$ menggunakan persamaan
- $$\mathbf{K}(\theta, v) = (1 - v)\mathbf{C}_1(\theta) + v\mathbf{C}_2(\theta), \quad 0 \leq v \leq 1, \quad (11)$$
- dengan \mathbf{C}_1 dan \mathbf{C}_2 adalah persamaan lingkaran \mathbf{O} dan \mathbf{O}' . Selanjutnya memotong kerucut menjadi tiga bagian menggunakan bidang potong β_1 dan β_2 sejajar bidang XOY , sehingga terbentuk tiga kerucut terpancung baru t_{OQ} , t_{QR} , $t_{RO'}$ dengan jari-jari $r_O > r_Q, r_R > r_{O'}$;

- (ii). mendeformasi kerucut terpancung t_{OQ} , t_{QR} , t_{RO} , oleh kurva Bezier ($n = 2,3$), selanjutnya menduplikasi, merotasi dengan besar sudut rotasi $\theta = 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ terhadap sumbu Z serta translasi sejauh b satuan searah sumbu Y dan c satuan searah sumbu Z ;
- (iii). membangun penutup alas kerucut terpancung t_{OQ} dan hasil duplikasinya oleh lingkaran; dan
- (iv). membangun bola dengan jari-jari $r = 0,3$ satuan. Selanjutnya duplikasi, rotasi dengan besar sudut rotasi $\theta = 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ terhadap sumbu Z serta translasi sejauh b satuan searah sumbu Y dan c satuan searah sumbu Z menggunakan Persamaan (2).

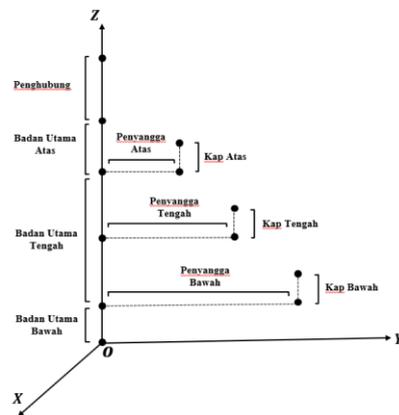
Visualisasi dudukan lampu dapat dilihat pada Gambar 6(a), badan kap pada Gambar 6(b), dan kepala kap pada Gambar 6(c).



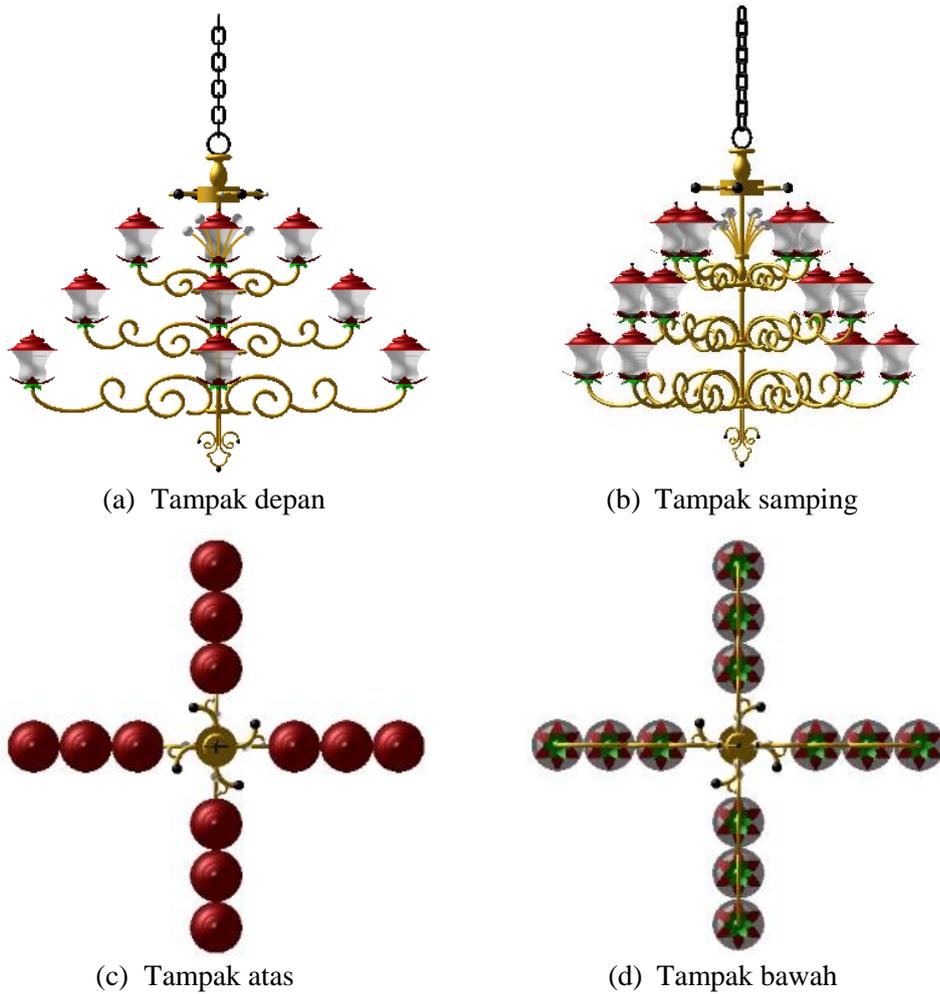
Gambar 6. Visualisasi kap lampu gantung

3.6 Penggabungan Seluruh Komponen Lampu Gantung

Berdasarkan hasil yang telah didapat, selanjutnya dilakukan penggabungan komponen-komponen lampu gantung tersebut agar menjadi lampu gantung secara utuh pada sumbu pemodelan (Gambar 7). Penggabungan komponen-komponen lampu gantung memiliki urutan dan ukuran masing-masing yaitu tinggi penghubung $26 \leq t_{\text{penghubung}} \leq 27$ satuan, tinggi badan utama $t_{\text{badanutama}} = 60$ satuan, panjang penyangga $15 \leq p_{\text{penyangga}} \leq 35$ satuan, dan tinggi kap $t_{\text{kaplampu}} = 11$ satuan. Hasil visualisasi lampu gantung secara utuh dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Sumbu pemodelan komponen lampu gantung



Gambar 8. Visualisasi lampu gantung secara utuh

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian konstruksi lampu gantung, maka diperoleh kesimpulan bahwa komponen penghubung lampu gantung dibangun dengan mentransformasi beberapa torus sejajar bidang YOZ dan XOZ serta tabung sejajar sumbu X dan Z . Komponen badan utama lampu gantung dibangun dengan mendeformasi benda geometri ruang seperti tabung, bola, dan torus. Komponen penyangga dibangun dengan mentransformasi beberapa hasil konstruksi torus sejajar bidang YOZ yang memiliki nilai u yaitu parameter dalam selang $0 \leq u \leq 2\pi$ untuk posisi sudut titik di permukaan torus pada lingkaran berputar dan nilai R yaitu jarak antara pusat torus dengan pusat lingkaran yang disesuaikan. Komponen kap lampu dibangun dengan mentransformasi hasil konstruksi bola pada sumbu Z , hasil deformasi kerucut, dan hasil interpolasi dua kurva Bezier. Penggabungan seluruh komponen penyusun menghasilkan visualisasi lampu gantung yang utuh dan simetris.

Untuk penelitian selanjutnya disarankan adanya pengembangan variasi pada komponen penghubung menggunakan elips. Pada komponen badan utama dan kap dapat digunakan benda-benda solid lainnya seperti prisma segi- n serta dengan teknik deformasi lainnya seperti puntiran. Selain itu, dapat juga dikembangkan komponen penyangga menggunakan tabung evolutif dan menambahkan variasi aksesoris menggunakan kurva batas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, D., dan Juliyanto, B., *Modelisasi Bidding Box Bridge dengan Menggunakan Kurva Bezier dan Interpolasi Linier*, Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika, **22**(1) (2022), 96-104.
- Astuti, P., dan Kusno, *Modelisasi Rak Penataan Barang dengan Teknik Penggabungan Komponen-Komponen Penyangga dan Tiang Rak*, *Prosiding Seminar Nasional Matematika 19 November 2014*, Universitas Jember, Jember, 2014, 365-373.
- Danuarta, Y., Hudori, dan Buhani, *Teknik Penggabungan Bangun-Bangun Geometri Datar dengan Konsep Transformasi pada Pemodelan Velg Mobil*, *Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, **1**(2) (2017), 38-50.

- Fatmasari, C., Juliyanto, B., dan Ubaidillah, F., *Penerapan Teknik Deformasi Benda Geometri pada Lampu Dinding*, Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika, **21**(1) (2021), 1-14.
- Istiqomah, R., Juliyanto, B., dan Ubaidillah, F., *Pemodelan Ujung Batang dan Kait Gordien dengan Kurva Bezier*, Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika, **21**(1) (2021), 39-52.
- Kusno, A. Cahya, dan Darsin, M., *Modelisasi Benda Onyx dan Marmer Melalui Penggabungan dan Pemilihan Parameter Pengubah Bentuk Permukaan Putar Bezier*, Jurnal ILMU DASAR, **8**(2) (2007), 175-185.
- Mutimmah, D., dan Rifa'i, P. B., *Pemodelan Motif Keramik dengan Teknik Penggabungan Bangun-Bangun Geometri Datar dengan Konsep Transformasi*, Jurnal Pendidikan Matematika, **6**(3) (2017), 407-413.
- Nadzira, A. A., Juliyanto, B., dan Kamsyakawuni, A., *Modelisasi Kursi dengan Penggabungan Hasil Deformasi Benda-Benda Ruang Menggunakan Kurva Bezier*, Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika, **21**(2) (2021), 107-122.
- Putri, N. H., Kusno, dan Juliyanto, B., *Modelisasi Piala dengan Penggabungan Hasil Deformasi Benda Geometri Ruang*, Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika, **18**(1) (2018), 23-32.
- Safitri, D., Juliyanto, B., dan Ubaidillah, F., *Modelisasi Kotak Tisu dengan Penggabungan Kurva Bezier, Kurva Hermit dan Hasil Deformasi Benda Geometri*, Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika, **21**(2) (2021), 63-76.
- Suprihatiningsih, W., *Pemodelan Kipas Angin dengan Penggabungan Benda Geometri Ruang Hasil Deformasi Bola dan Tabung*, Jurnal Teknik Mesin, **10**(2) (2021), 111-114.
- Triadi, M. B. F., Juliyanto, B., dan Ubaidillah, F., *Aplikasi Kurva Bezier pada Desain Botol Minuman*, Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika, **20**(1) (2020), 1-8.
- Ubaningrum, E., Juliyanto, B., Kamsyakawuni, A., dan Ubaidillah, F., *Hanging Roter a Modeling by Joining Deformation Result of Space Geometry Objects, Proceedings of the International Conference on Mathematics, Geometry, Statistics, and Computation 27 November 2021*, Atlantis Press, 2022, 133-139.
- Wahana, N. P., Juliyanto, B., dan Ubaidillah, F., *Modelisasi Handle Pintu dengan Penggabungan Kurva Bezier dan Hasil Deformasi Tabung*, Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika, **20**(2) (2020), 65-76.