

# MODELISASI KOTAK TISU DENGAN PENGGABUNGAN KURVA BEZIER, KURVA HERMIT DAN HASIL DEFORMASI BENDA GEOMETRI

*(Modeling of the Tisu Box by Combining Bezier Curve,  
Hermite Curve, and Geometry Object Deformation Results)*

**Dian Safitri, Bagus Juliyanto, Firdaus Ubaidillah**

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37, Jember 68121, Indonesia

*e-mail:* dian330698@gmail.com, bagus.fmipa@unej.ac.id, firdaus\_u@yahoo.com

**Abstract.** The tissue box is a place to store tissues to make them look neat and protect the tissues from dirt and dust. Tissue boxes are often used in households, restaurants and also as room decorations. Therefore, the shapes of tissue boxes that are being developed are increasingly varied according to consumer interests. The tissue box consists of three main parts, namely the cover, body and base of the box. This research was carried out by developing variations in the shape of the tissue box components using the Bezier curve, the Hermit curve and the results of the deformation of geometric objects. The deformation techniques used are rotation, dilation, and curve interpolation. Tissue box modeling processes are divided into four stages. The first, modeling the tissue box by dividing into three models, namely model A, model B and model C. The second, determining the size of the tissue box components based on the model. The third, modeling tissue box components. Finally, visualizing the results of the tissue box model by combining the components so that a variety of tissue box models are produced.

**Keywords:** Bezier curve, Hermit curve, translation, interpolation curve.

**MSC2020:** 51A05

## 1. Pendahuluan

Kotak tisu merupakan tempat untuk menyimpan tisu agar terlihat rapi dan melindungi tisu dari kotoran maupun debu. Pada umumnya kotak tisu terdiri dari tiga bagian utama, yaitu penutup, badan dan alas kotak. Bagian penutup kotak tisu biasanya terdapat lubang untuk jalan keluar tisu. Bagian badan kotak tisu berbentuk balok yang menutupi seluruh atau sebagian badan tisu. Bagian alas kotak tisu berupa persegi panjang dan ada beberapa desain kotak tisu yang menggunakan tambahan alas berupa kaki kecil.

Deformasi merupakan proses perubahan bentuk awal dari suatu benda menjadi bentuk yang baru. Perubahan tersebut meliputi panjang, tinggi, lebar, volume dan jari-jari. Deformasi dapat mengubah sebagian atau seluruh bentuk benda. Tanza, dkk [3]

melakukan inovasi perancangan kotak tisu yang dibuat bertingkat dengan empat variasi yaitu trapesium kecil, trapesium panjang, kotak, dan trapesium miring. Berdasarkan penelitiannya, kotak tisu berbentuk trapesium panjang paling banyak diminati oleh konsumen. Kusno [2] mengembangkan seni dan teknik desain relief benda industri kerajinan onyx dengan bantuan kurva Hermit, Bezier dan natural. Triadi [4] dalam penelitiannya mengaplikasikan kurva Bezier berderajat kurang dari atau sama dengan enam ( $n \leq 6$ ) pada desain botol minuman. Wahana [5] memodelisasi *handle* pintu dengan penggabungan kurva Bezier dan hasil deformasi tabung dengan teknik dilatasi, translasi, dan kurva Bezier berderajat genap ( $n = 2, 4, 6$  dan  $8$ ). Pada penelitian ini akan dikembangkan penambahan variasi pada bentuk komponen-komponen kotak tisu dengan kurva Bezier, kurva Hermit dan hasil deformasi benda geometri. Teknik deformasi yang digunakan yaitu rotasi, dilatasi, dan interpolasi kurva.

Menurut Kusno [1], bentuk aljabar dari kurva Hermit kubik  $\mathbf{P}(u)$  dinyatakan sebagai berikut:

$$\mathbf{P}(u) = \mathbf{P}(0)\mathbf{H}_1(u) - \mathbf{P}(1)\mathbf{H}_2(u) + \mathbf{P}^u(0)\mathbf{H}_3(u) + \mathbf{P}^u(1)\mathbf{H}_4(u) \quad (1)$$

dinotasikan  $\mathbf{P}(u) = \mathbf{P}_0\mathbf{H}_1 - \mathbf{P}_1\mathbf{H}_2 + \mathbf{P}_0^u\mathbf{H}_3 + \mathbf{P}_1^u\mathbf{H}_4$  dengan fungsi-fungsi basis Hermit  $H_1(u), H_2(u), H_3(u)$  dan  $H_4(u)$  berharga sebagai berikut:

$$H_1(u) = 2u^3 - 3u^2 + 1$$

$$H_2(u) = -2u^3 + 3u^2$$

$$H_3(u) = u^3 - 2u^2 + u$$

$$H_4(u) = u^3 - u^2$$

Bentuk persamaan  $\mathbf{P}(u)$  disebut penyajian kurva dalam bentuk geometrik,  $\mathbf{P}_0, \mathbf{P}_1, \mathbf{P}_0^u$  dan  $\mathbf{P}_1^u$  disebut koefisien geometrik, serta fungsi  $H_1(u), H_2(u), H_3(u)$  dan  $H_4(u)$  disebut basis Hermit.

Rumus umum kurva Bezier derajat  $n$  dinyatakan dalam bentuk:

$$\mathbf{C}(u) = \sum_{i=0}^n \mathbf{P}_i \mathbf{B}_i^n(u) \quad (2)$$

parameter  $t$  dibatasi interval  $0 \leq u \leq 1$ , dengan

$$\mathbf{B}_i^n(u) = C_i^n (1-u)^{n-i} \cdot u^i, u \in [0,1]$$

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

$\mathbf{P}_i$  = titik tetap dan kontrol kurva  $\mathbf{C}(u)$  (Kusno [1]).

## 2. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan untuk memodelisasi kotak tisu sebagai berikut.

1. Menetapkan data ukuran sebuah kerangka balok.
2. Membangun tiga model kotak tisu yaitu kotak tisu model A, B dan C. Kemudian menentukan ukuran bagian-bagian kotak tisu.

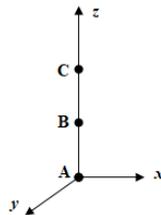
3. Modelisasi komponen kotak tisu berdasarkan modelnya.
4. Menggabungkan komponen-komponen kotak tisu.
5. Menyusun validasi program untuk memodelisasi kotak tisu dengan bantuan *software* Maple 18.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Modelisasi Penutup Kotak Tisu

##### a. Model A

Misalkan diberikan segmen garis  $\overline{AC}$  dengan ukuran  $1,5 \leq |\overline{AC}| \leq 3,5$  satuan pada sumbu  $z$ . Segmen garis  $\overline{AC}$  dibagi menjadi dua bagian, yaitu segmen garis  $\overline{AB}$  dengan ukuran 1,5 satuan dan segmen garis  $\overline{BC}$  dengan ukuran 2 satuan (Gambar 1).



Gambar 1. Segmen-segmen bagian penutup kotak tisu model A

##### a) Bagian penghubung segmen $\overline{AB}$

Langkah untuk membangun bagian penghubung yaitu :

- 1) Duplikasi dan translasi titik  $A$  dan  $B$  sejauh  $k$  satuan searah sumbu  $x$  dan  $l$  satuan searah sumbu  $y$ . Misalkan titik  $A$  ditranslasi sejauh  $k_1 = 12$  satuan searah sumbu  $x$  dan  $l_1 = 7,5$  satuan searah sumbu  $y$ . Titik  $A_1$  ditranslasi sejauh  $k_2 = 12$  satuan searah sumbu  $x$  dan  $l_2 = 7,5$  satuan searah sumbu  $y$ .
- 2) Membangun kurva batas dengan titik  $A_1$  dan  $B_1$  sebagai titik tetap dan ditetapkan titik kelengkungan kurva yaitu  $B_1'(1; 0,5; 2,5)$ .
- 3) Kurva batas pertama diduplikasi dan direfleksi terhadap bidang  $XOZ$  dan  $YOZ$ . Batas pertama direfleksi terhadap bidang  $XOZ$ . Selanjutnya, kurva batas pertama dan kedua direfleksi terhadap bidang  $YOZ$ .
- 4) Interpolasi pasangan kurva batas (Gambar 2).

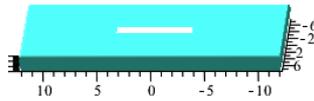


Gambar 2. Permukaan bagian penghubung penutup model A

##### b) Bagian atas segmen $\overline{BC}$

Lubang kotak tisu berbentuk persegi panjang dengan ukuran  $7 \leq p \leq 10$  satuan searah sumbu  $x$  dan  $1,5 \leq l \leq 2$  satuan searah sumbu  $y$ . Tahapan untuk membangun bagian atas penutup kotak tisu yaitu:

- 1) Membangun penutup datar
  - a) Duplikasi titik  $B_1$  dan refleksi terhadap bidang  $XOZ$  dan  $YOZ$  sedemikian hingga dihasilkan titik baru  $B_2, B_3$  dan  $B_4$  yang simetris.
  - b) Membangun segmen garis  $\overline{B_1B_2}$ ,  $\overline{B_2B_3}$ ,  $\overline{B_3B_4}$  dan  $\overline{B_4B_1}$ .
  - c) Duplikasi dan translasi titik  $B$  sedemikian hingga diperoleh empat titik baru untuk membangun lubang persegi panjang. Misalkan lubang persegi panjang berukuran 7 satuan searah sumbu  $x$  dan 2 satuan searah sumbu  $y$ .
  - d) Bangun segmen garis  $\overline{B_5B_6}$ ,  $\overline{B_6B_7}$ ,  $\overline{B_7B_8}$  dan  $\overline{B_8B_5}$ .
  - e) Interpolasi pasangan segmen garis.
  - f) Bagian penghubung digabung dengan penutup datar (Gambar 3).

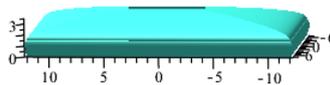


Gambar 3. Penutup datar model A

- 2) Membangun penutup cembung
 

Langkah untuk membangun bagian penutup cembung sama seperti membangun bagian penghubung segmen  $\overline{AB}$ , yaitu:

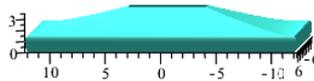
  - a) Translasi titik  $C$  sejauh  $k$  satuan searah sumbu  $x$  dan  $l$  satuan searah sumbu  $y$ . Pergeseran ini disesuaikan dengan ukuran lubang kotak tisu.
  - b) Membangun kurva batas dengan titik  $B_1$  dan  $C_1$  sebagai titik tetap.
  - c) Lakukan langkah pada butir (3) dan (4) pada modelisasi penutup kotak tisu model A bagian penghubung segmen  $\overline{AB}$ .
  - d) Bagian penghubung digabungkan dengan penutup cembung (Gambar 4)



Gambar 4. Penutup cembung model A

- 3) Membangun penutup cekung
 

Penutup cekung dibangun dengan mengubah titik kelengkungan kurva batas yang mendekati kotak tisu yaitu  $C_1'(6, -3, 1)$  (Gambar 5).

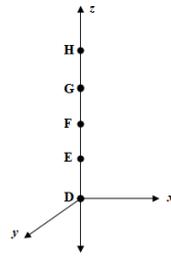


Gambar 5. Penutup cekung model A

**b. Model B**

Misalkan diberikan segmen garis  $\overline{DH}$  dengan ukuran  $10 \leq |\overline{DH}| \leq 12$  satuan pada sumbu  $z$ . Segmen  $\overline{DH}$  dibagi menjadi empat bagian, yaitu  $\overline{DE}$  dengan ukuran  $3 \leq |\overline{DE}| \leq$

5 satuan,  $\overline{EF}$  dengan ukuran  $1,5 \leq |\overline{EF}| \leq 2$  satuan,  $\overline{FG}$  dengan ukuran  $3 \leq |\overline{FG}| \leq 5$  satuan, dan  $\overline{GH}$  dengan ukuran  $0 \leq |\overline{GH}| \leq 2$  satuan (Gambar 6).



Gambar 6. Segmen-segmen bagian penutup model B

a) Modelisasi bagian bawah segmen  $\overline{DE}$

Segmen  $\overline{DE}$  dibangun oleh kurva Bezier berderajat  $n$  dengan  $n = 3,4,5$ . Berikut adalah langkah untuk modelisasi bagian bawah segmen  $\overline{DE}$ .

1) Duplikasi dan translasi titik  $D$  dan  $E$  sejauh  $k$  satuan searah sumbu  $x$  dan  $l$  satuan searah sumbu  $y$ .

2) Membangun kurva batas pertama dari kurva Bezier berderajat  $n$  dimana  $n = 3,4,5$  dengan  $D_1$  dan  $E_1$  sebagai titik tetap.

a) Kurva batas menggunakan kurva Bezier berderajat tiga dengan persamaan:

$$C_3(u) = P_0(1 - u)^3 + P_1(3u(1 - u)^2) + P_2(3u^2(1 - u)) + P_3u^3$$

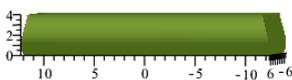
b) Kurva batas menggunakan kurva Bezier berderajat empat dengan persamaan:

$$C_4(u) = P_0(1 - u)^4 + P_1(4u(1 - u)^3) + P_2(6u^2(1 - u)^2) + P_3(4u^3(1 - u)) + P_4u^4$$

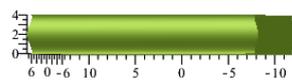
c) Kurva batas menggunakan kurva Bezier berderajat lima dengan persamaan:

$$C_5(u) = P_0(1 - u)^5 + P_1(5u(1 - u)^4) + P_2(10u^2(1 - u)^3) + P_3(10u^3(1 - u)^2) + P_4(5u^4(1 - u)) + P_5u^5$$

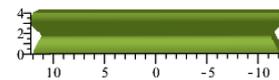
3) Lakukan langkah pada butir (3) dan (4) pada modelisasi penutup kotak tisu model A bagian penghubung segmen  $\overline{AB}$  untuk menghasilkan permukaan (Gambar 7).



(a) Permukaan Bezier derajat tiga



(b) Permukaan Bezier derajat empat



(c) Permukaan Bezier derajat lima

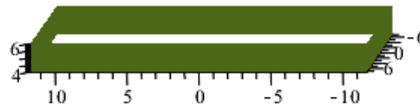
Gambar 7. Permukaan bagian bawah penutup model B

b) Modelisasi bagian tengah segmen  $\overline{EF}$

Segmen  $\overline{EF}$  dibangun oleh kurva Hermit kubik. Pemberian kurva Hermit kubik diantara dua kurva Bezier ini bertujuan untuk memberikan sambungan kurva yang mulus. Sesuai dengan syarat kekontinuan kurva, titik pertemuan antara kurva Bezier dan Hermit harus sama. Selanjutnya, agar dihasilkan sambungan kurva yang mulus

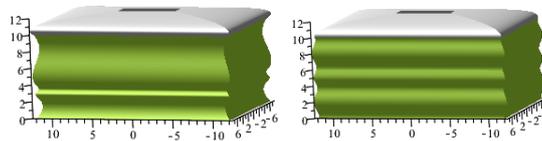
dan terdiferensialkan pada sambungannya, maka nilai vektor singgung dari kurva Bezier harus sama dengan vektor singgung kurva Hermit. Berikut adalah langkah untuk memodelisasi bagian tengah segmen  $\overline{EF}$ .

- 1) Menentukan kekontinuan kurva antara kurva Bezier bagian bawah dan kurva Hermit bagian tengah. Kekontinuan sambungan kurva harus memenuhi kondisi kekontinuan parametrik, yaitu :
  - a) Kontinu orde nol, apabila dipenuhi
 
$$\mathbf{C}_n(1) = \mathbf{P}_3(0).$$
  - b) Kontinu orde satu, apabila dipenuhi
 
$$\mathbf{C}_n^u(1) = \mathbf{P}_3^u(0)$$
- 2) Menentukan kekontinuan kurva antara kurva Hermit tengah dan kurva Bezier atas.
- 3) Membangun kurva batas dengan kurva Hermit dengan nilai titik  $\mathbf{P}(0)$ ,  $\mathbf{P}(1)$ ,  $\mathbf{P}^u(0)$  dan  $\mathbf{P}^u(1)$  yang telah dihitung.
- 4) Lakukan langkah pada butir (3) dan (4) pada modelisasi penutup kotak tisu model A bagian penghubung segmen  $\overline{AB}$  untuk menghasilkan permukaan (Gambar 8).



Gambar 8. Permukaan bagian tengah penutup model B

- c) Modelisasi bagian atas segmen  $\overline{FG}$   
 Segmen  $\overline{FG}$  dibangun oleh kurva Bezier berderajat  $n$  dengan  $n = 3,4,5$ . Langkah modelisasi sama dengan langkah untuk memodelisasi bagian bawah segmen  $\overline{DE}$ . Hal yang membedakan yaitu segmen  $\overline{FG}$  memiliki ketinggian yang berbeda dengan  $\overline{DE}$ .
- d) Modelisasi bagian penutup segmen  $\overline{GH}$   
 Bagian penutup pada kotak tisu model B dibuat tiga model yang berbeda, yaitu penutup lubang datar, cembung dan cekung. Berikut contoh penggabungan bagian-bagian penutup kotak tisu model B (Gambar 9).

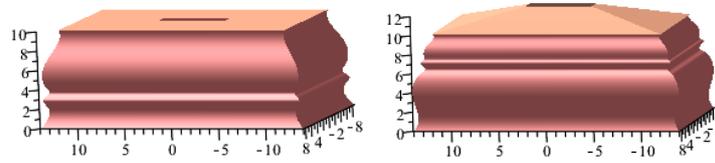


Gambar 9. Contoh hasil modelisasi bagian-bagian penutup model B

**c. Model C**

Kotak tisu model C merupakan modelisasi kotak tisu penutup panjang deformasi balok. Deformasi yang dilakukan berupa dilatasi bagian alas dengan skala  $k$  satuan, sedangkan bagian lubang tetap. Ukuran dan susunan dari penutup kotak tisu model C sama seperti

model B. Perbedaan kedua model yaitu translasi titik setiap segmen yang lebih luas pada model C. Berikut contoh modelisasi penutup kotak tisu model C (Gambar 10).

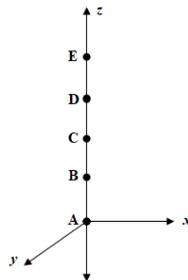


Gambar 10. Hasil modelisasi bagian-bagian penutup model C

### 3.2. Modelisasi Badan Kotak Tisu

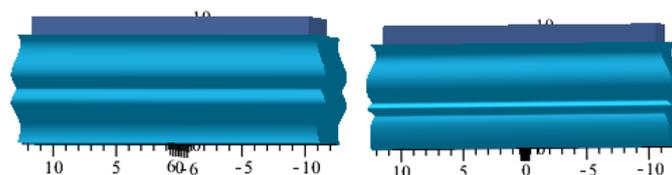
#### a. Model A

Misalkan diberikan segmen garis  $\overline{AE}$  dengan ukuran  $0 \leq |\overline{AE}| \leq 10$  satuan pada sumbu  $z$ . Segmen  $\overline{AE}$  dibagi menjadi empat bagian, yaitu  $\overline{AB}$  dengan ukuran  $3 \leq |\overline{AB}| \leq 3,5$  satuan,  $\overline{BC}$  dengan ukuran  $1 \leq |\overline{BC}| \leq 2$  satuan,  $\overline{CD}$  dengan ukuran  $3 \leq |\overline{CD}| \leq 3,5$  satuan, dan  $\overline{DE}$  dengan ukuran  $1,5 \leq \overline{DE} \leq 2$  satuan. (Gambar 11).



Gambar 11. Segmen-segmen bagian badan kotak tisu model A

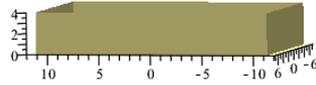
Segmen  $\overline{AB}$  dan  $\overline{CD}$  dibangun oleh kurva Bezier berderajat  $n$  dengan  $n = 3,4,5$ . Bagian tengah segmen  $\overline{BC}$  dibangun oleh kurva Hermit kubik. Bagian atas penghubung segmen  $\overline{DE}$  merupakan bagian ujung yang dibentuk dari selimut balok dan penghubung berupa bidang persegi panjang. Penggabungan hasil modelisasi dari bagian-bagian badan kotak tisu model A ditunjukkan oleh Gambar 12.



Gambar 12. Hasil modelisasi bagian badan kotak tisu model A

**b. Model B**

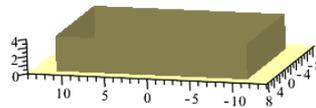
Badan kotak tisu model B dibangun oleh balok tanpa tutup serta bagian alas yang dilatasi dengan faktor skala  $k_1 = k_2 = 1 \frac{1}{14}$  satuan dan  $k_3 = 1$  satuan. Badan kotak tisu terletak dibagian dalam dan ditutupi oleh penutup kotak tisu (Gambar 13).



Gambar 13. Permukaan bagian badan model B

**c. Model C**

Badan kotak tisu model C dibangun oleh balok tanpa tutup serta bagian alas yang dilatasi dengan faktor skala  $k_1 = k_2 = 1 \frac{1}{4}$  satuan dan  $k_3 = 1$  satuan (Gambar 14).



Gambar 14. Permukaan bagian badan model C

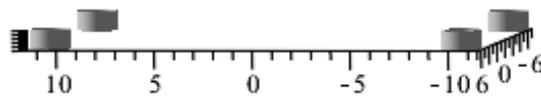
**3.3. Modelisasi Kaki Kotak Tisu**

**a. Kaki Tabung**

Kaki tabung dibentuk dengan memutar kurva searah sumbu  $z$  dengan persamaan:

$$T(\theta, z) = \langle R \cos \theta, R \sin \theta, z_1 \rangle, \quad R = 1; 1 \leq z_1 \leq 1 \text{ dan } 0 \leq \theta \leq 2\pi.$$

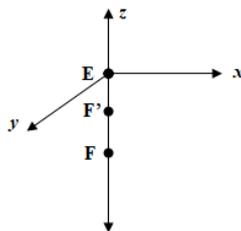
Kaki tabung diduplikasi dan ditranslasi dengan titik translasi  $t_1(10,5; 6; 0)$ ,  $t_2(10,5; -6; 0)$ ,  $t_3(-10,5; -6; 0)$  dan  $t_4(-10,5; 6; 0)$  (Gambar 15).



Gambar 15. Kaki tabung

**b. Kaki Deformasi Tabung**

Misalkan diberikan segmen garis  $\overline{EF}$  dan bangun sebuah tabung yang dideformasi dengan kurva Hermit pada sumbu  $z$  (Gambar 16).



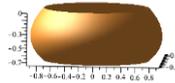
Gambar 16. Segmen-segmen bagian kaki deformasi tabung

a) Model cembung-cembung

Pada segmen garis  $\overline{EF'}$  dibangun tabung yang dideformasi searah sumbu  $z$ . Kurva hasil deformasi tersebut dibangun dengan titik  $P_0(0,75; 0,75; -0,75)$ ,  $P_1(0,75; 0,75; 0)$  dan  $P'_0(0,75; 0,75; 0,65)$ . Kurva diputar dengan sumbu putar  $z$  dengan persamaan:

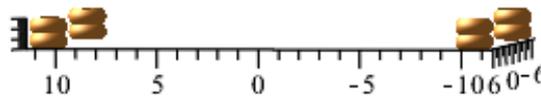
$$S_1(u, \theta) = \langle P_x(u) \cos \theta, P_y(u) \sin \theta, P_z(u) \rangle, 0 \leq \theta \leq 2\pi, 0 \leq u \leq 1$$

(Gambar 17).



Gambar 17. Bagian cembung kaki deformasi tabung

Modelisasi kelengkungan kedua dengan diberikan segmen garis  $\overline{F'F}$  searah sumbu  $z$ . Kurva lengkung pertama diduplikasi dan ditranslasi sejauh  $-0,75$  satuan searah sumbu  $z$ . Alas kaki dibangun dengan lingkaran. Kaki deformasi tabung diduplikasi dan ditranslasi (Gambar 18).



Gambar 18. Kaki deformasi tabung cembung-cembung

b) Model cekung-cembung

Pada segmen garis  $\overline{EF'}$  dibangun tabung yang dideformasi searah sumbu  $z$  dengan model cekung cembung. Deformasi tersebut dibangun dengan titik yang telah ditentukan  $P_0(0,75; 0,75; -0,75)$ ,  $P_1(0,75; 0,75; 0)$  dan  $P'_0(-0,75; -0,75; 0,50)$ . Modelisasi kelengkungan kedua dikonstruksi dengan titik yang telah ditentukan  $P_0(0,75; 0,75; -1,5)$ ,  $P_1(0,75; 0,75; -0,75)$  dan  $P'_0(0,75; 0,75; 0,65)$ . Kurva diputar dengan sumbu putar  $z$ . Selanjutnya membangun alas kaki dengan lingkaran. Gabungan kaki yang sudah dibangun, diduplikasi dan ditranslasi (Gambar 19).



Gambar 19. Kaki deformasi tabung cekung-cembung

**c. Kaki Deformasi Tabung Dengan Kurva Bezier**

Kaki model ini dibangun dengan kurva Bezier derajat tiga dan titik kontrol yang telah ditentukan. Kurva diputar dengan sumbu putar  $z$  dengan persamaan:

$$S_1(u, \theta) = \langle C_3(u)_x \cos \theta, C_3(u)_y \sin \theta, C_3(u)_z \rangle, 0 \leq \theta \leq 2\pi \text{ dan } 0 \leq u \leq 1.$$

Contoh kaki yang dibangun oleh kurva Bezier ditunjukkan oleh Gambar 20.

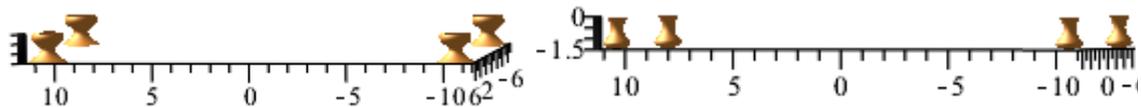


(a) model 1

(b) model 2

Gambar 20. Permukaan kaki deformasi tabung dengan kurva Bezier

Kaki yang telah dibangun, kemudian diduplikasi dan ditranslasi (Gambar 21).



(a) Model 1

(b) Model 2

Gambar 21. Kaki deformasi tabung dengan kurva Bezier

#### d. Kaki Balok Bezier

Modelisasi kaki balok Bezier dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- 1) Membangun kurva Bezier dari ujung badan kotak tisu yang telah ada.  
Kurva Bezier yang digunakan yaitu kurva Bezier berderajat empat.
- 2) Duplikasi kurva batas menjadi tiga kurva dan translasi dengan arah yang berbeda membentuk persegi. Kurva pertama ditranslasi sejauh  $-2$  satuan searah sumbu  $x$ , kurva kedua ditranslasi sejauh  $2$  satuan searah sumbu  $y$  dan kurva ketiga ditranslasi sejauh  $-2$  satuan searah sumbu  $x$  dan sejauh  $2$  satuan searah sumbu  $y$ .
- 3) Interpolasi kurva batas.
- 4) Bangun sebuah persegi sebagai alas kaki dengan titik-titik persegi sama dengan titik ujung bawah kurva Bezier.
- 5) Duplikasi semua permukaan kaki, kemudian refleksi terhadap bidang  $XOZ$  dan  $YOZ$ . Hasil duplikasi pada bidang  $YOZ$ , kemudian diduplikasi dan refleksi terhadap bidang  $XOZ$  (Gambar 22).

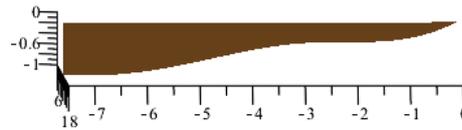


Gambar 22. Kaki balok Bezier

#### e. Kaki Lempengan Bezier

Berikut langkah untuk mengkonstruksi kaki lempeng Bezier.

- 1) Bangun sebuah segmen garis  $\overline{GH}$  yang berimpit dengan ujung badan kotak tisu yang searah sumbu  $y$ . Kemudian segmen garis tersebut dibagi menjadi dua bagian.
- 2) Bangun kurva Bezier berderajat empat yang sejajar dengan segmen garis  $\overline{GH}$ .
- 3) Translasi kurva sejauh  $11$  satuan searah sumbu  $x$  agar sejajar segmen garis  $\overline{GH}$ .
- 4) Interpolasi segmen garis  $\overline{GG'}$  dan kurva  $C_4(u)$  sehingga dihasilkan permukaan lempeng sebagai berikut (Gambar 23).



Gambar 23. Permukaan kaki lempeng Bezier

- 5) Duplikasi lempengan yang telah dihasilkan, kemudian rotasi sebesar  $90^\circ$  berlawanan arah jarum jam.
- 6) Dua lempeng yang telah dibangun, selanjutnya diduplikasi dan refleksi terhadap bidang  $XOZ$  dan  $YOZ$  sedemikian hingga berada pada setiap sudut badan kotak tisu (Gambar 24).



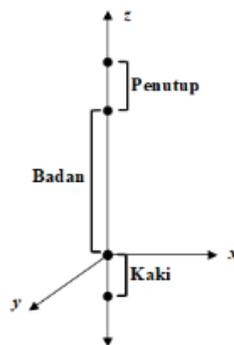
Gambar 24. Kaki lempeng Bezier

### 3.4. Visualisasi Model Kotak Tisu

Pertama akan dibahas mengenai penggabungan dari komponen-komponen kotak tisu sesuai dengan model yang telah ditentukan. penggabungan kotak tisu dibutuhkan kesimetrisan melalui sumbu vertikal dengan tinggi  $11 \leq t \leq 13,5$ ,  $t$  merupakan tinggi sumbu pemodelan. Penggabungan komponen disesuaikan dengan model kotak tisu.

#### a. Kotak Tisu Model A

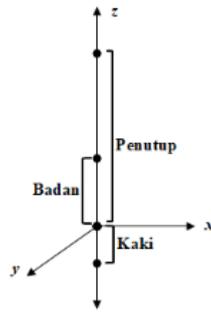
Komponen kotak tisu model A mempunyai urutan dan ukuran masing-masing yaitu bagian penutup  $1,5 \leq t_1 \leq 3,5$  satuan, bagian badan  $8 \leq t_2 \leq 8,5$  satuan dan bagian kaki  $1,5 \leq t_3 \leq 2$  satuan. Komponen kaki dapat ditambahkan atau tidak ditambahkan pada model kotak tisu (Gambar 25).



Gambar 25. Sumbu pemodelan kotak tisu model A

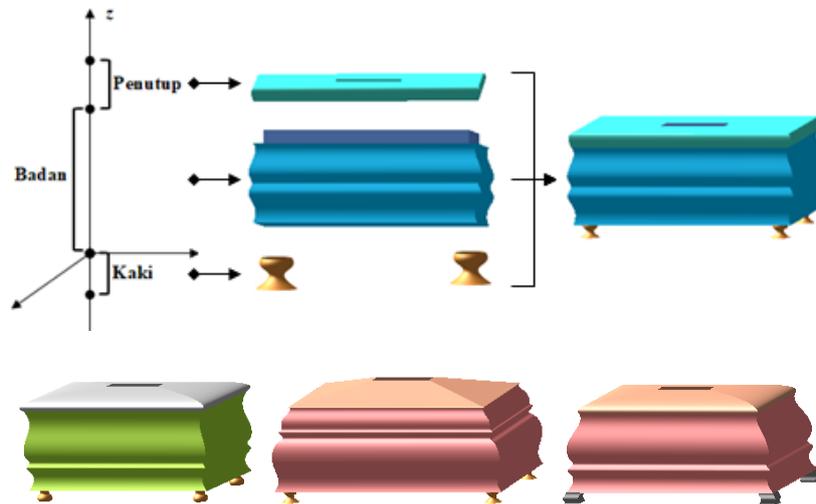
#### b. Kotak Tisu Model B Dan C

Komponen kotak tisu model B dan C mempunyai urutan dan ukuran yang sama yaitu bagian penutup  $10 \leq t_1 \leq 12$  satuan, bagian badan  $5 \leq t_2 \leq 5,5$  satuan dan bagian kaki  $1,5 \leq t_3 \leq 2$  satuan. Komponen kaki dapat ditambahkan atau tidak ditambahkan pada model kotak tisu (Gambar 26).



Gambar 26. Sumbu pemodelan kotak tisu model B dan C

Penggabungan dimulai dari bagian paling bawah. Pada penelitian ini, dihasilkan 39 model bagian penutup, 8 model bagian badan dan 7 model bagian kaki. Total kombinasi dari penggabungan komponen kotak tisu adalah 378 variasi. Berikut merupakan beberapa hasil modelisasi komponen kotak tisu (Gambar 27).



Gambar 27. Hasil modelisasi kotak tisu

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian modelisasi kotak tisu, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Bagian penutup dan badan kotak tisu dibangun menggunakan gabungan kurva Bezier berderajat  $n$  dengan  $n = 3,4,5$  dan kurva Hermit kubik. Kurva Hermit diletakkan antara kurva Bezier agar menghasilkan sambungan kurva yang mulus. Badan kotak tisu juga dibangun menggunakan balok tanpa tutup dengan alas yang dilatasi. Kaki kotak tisu dibangun menggunakan benda-benda geometri dan deformasi benda geometri. Variasi kotak tisu yang dihasilkan sebanyak 378 variasi.
- b. Visualisasi hasil modelisasi kotak tisu didapatkan dengan bantuan *software* Maple 18 pada komputer.

## Daftar Pustaka

- [1] Kusno, (2010), *Geometri Rancang Bangun Studi Tentang Desain dan Pemodelan Benda dengan Kurva dan Permukaan Berbantu Komputer*, Jember: Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.
- [2] Kusno, Antonius C. P., dan Mahros D., (2007), Modelisasi Benda Onyx dan Marmer melalui Penggabungan dan Pemilihan Parameter Pengubah Bentuk Permukaan Putar Bezier, *Jurnal ILMU DASAR*, 8(2), PP: 175-185.
- [3] Tanza, G., Clairine, J., dan Monica, A., (2019), Pengembangan Bisnis UMKM AMHA Frame dengan Inovasi Perancangan Kotak Tisu Multifungsi Batik dan Kayu, *Jurnal Pengabdian Masyarakat Wikrama Parahita*, 3(1), PP: 5-12.
- [4] Triadi, M. B. F., Bagus, J., dan Firdaus, U., (2020), Aplikasi Kurva Bezier pada Desain Botol Minuman, *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*, 20(1), PP: 1-8.
- [5] Wahana, N. P., Bagus, J., dan Firdaus, U., (2020), Modelisasi Handle Pintu dengan Penggabungan Kurva Bezier dan Hasil deformasi Tabung, *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*, 20(2), PP: 65-76.

