KONSTRUKSI ROSTER MODEL BLOK
BENTUK GEOMETRIS

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Program Sarjana Sains
Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Oleh :

Bakhtiyar Heru
NIM. 971810101043

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
Mei, 2003

Motto:

" Sesungguhnya di samping kesulitan ada kemudahan".

(Q.S. Al-Insyiroh: 6)

" ...... Allah meninggikan orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi pengetahuan, beberapa derajat ...... "

(Q.S. Al-Mujaadalah: 11)

" Kebenaran itu adalah dari Tuhanmu, sebab itu jangan sekali-kali kamu termasuk orang-orang yang ragu ".

(Q.S. Al-Baqarah: 147)

" Mental baja – pantang menyerah !!! ".

(UFO)

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

- Tuhanku yang Esa,
- Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah mendo'akan dan mendorongku untuk tetap berjuang menghadapi rintangan,
- Istriku tersayang yang telah mendampingiku dalam keadaan susah maupun senang,
- Tasyaku yang nakal dan lucu,
- Saudara-saudaraku Mbak Yeti dan Ari yang dengan tulus ikhlas mendukung perjuanganku,
- Sahabat-sahabatku semua, dan
- Almamaterku yang selalu kuingat.

DEKLARASI

Skripsi ini berisi hasil kerja/penelitian mulai bulan Nopember 2002 sampai dengan bulan Mei 2003 di Jurusan Matematika FMIPA UNEJ. Bersama ini saya menyatakan bahwa isi skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi lain.

Jember, Mei 2003

Bakhtiyar Heru

ABSTRAK

Konstruksi Roster Model Blok Bentuk Geometris, Bakhtiyar Heru, 971810101043, Skripsi, Mei 2003, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Konstruksi roster model blok bentuk geometris dapat dibentuk dari bangun segiempat, segitiga, lingkaran, ellips, parabola dan kombinasinya. Dengan penggabungan bangun-bangun di atas dapat diperoleh berbagai macam model roster yang menarik. Untuk itu tulisan ini membahas masalah konstruksi roster model blok bentuk geometris dari bangun-bangun tersebut di atas.

Hasil penelitian dapat disimpulkan, secara umum konstruksi roster model blok bentuk geometris antara lain dapat dilakukan melalui, pertama, menentukan ukuran bingkai dasar roster. Kedua, membagi bingkai dasar menjadi beberapa bagian yang sama (homogen) atau tidak sama (tak homogen) secara vertikal dan horisontal sehingga diperoleh kumpulan bingkai isian. Ketiga, membangun motif bingkai isian berbasis segiempat, segitiga, lingkaran, ellips, parabola serta kombinasinya. Akhirnya, mengisikan motif-motif bingkai isian yang terbentuk ke dalam bingkai isiannya dengan memanfaatkan operasi refleksi dan translasi.

Kata kunci: Konstruksi Roster Model Segiempat, Segitiga, Lingkaran, Ellips, Parabola dan Kombinasinya.

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diterima oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari : JUM'AT

Tanggal : 13 JUN 2003

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji

Ketua (Dosen Pembimbing Utama),

Drs. Kusno, DEA, Ph.D.
NIP. 131 592 357

Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota),

Kiswara Agung Santoso, S.Si.
NIP. 132 207 813

Anggota I

Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.
NIP. 132 048 321

Anggota II

Kosala Dwidja P. S.Si.
NIP. 132 206 019

Mengesahkan
Dekan FMIPA UNEJ

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS

Ir. Sumadi, M.S.
NIP. 130 368 784

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke Hadirat Allah *Subhanahu wata'ala* karena penulis telah diberi kekuatan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Drs. Kusno, DEA, Ph.D. sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Kiswara Agung Santoso, S.Si. sebagai Dosen Pembimbing Anggota yang dengan penuh kesabaran telah membimbing penulis mulai dari penentuan topik sampai dengan bentuk laporan ini.

Banyak pihak yang telah memberi kontribusi dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Penulis ucapkan terima kasih kepada Kiswara Agung Santoso, S.Si. yang telah memberikan ijin penggunaan fasilitas Laboratorium Komputer. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada para teknisi yang telah membantu selama penyusunan laporan ini. Kepada rekan-rekan seangkatan saya ucapkan terima kasih atas segala bantuannya.

Akhirnya penulis berharap skripsi ini dapat memberi kontribusi terhadap kemajuan ilmu pengetahuan khususnya bidang ilmu geometri.

Jember, Mei 2003 　　　　　　　　　　　　　　　　Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

Halaman

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

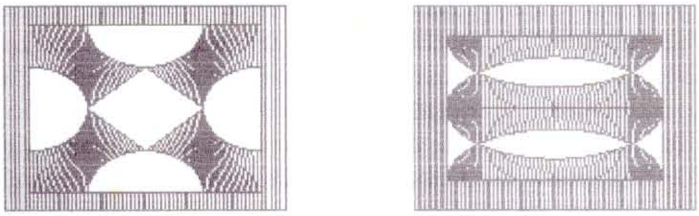
Keragaman desain roster model blok tampaknya tidak lepas dari peranan obyek-obyek geometri bidang berbentuk segiempat, segitiga, lingkaran serta kombinasi dari ketiga bentuk tersebut. Dengan penggabungan bentuk-bentuk itu dapat dimanfaatkan untuk merancang bagian sisi depan roster sesuai dengan kreativitas para desainer. Namun kadangkala jika para desainer ingin membentuk model sisi depan roster yang cukup rumit dan banyak variasi, umumnya para desainer mengalami kesulitan. Sehingga waktu yang diperlukan untuk membentuk model roster yang diinginkan memakan waktu yang lama.

Dari model roster yang banyak dikenalkan masih jarang para desainer mencoba untuk membuat model roster berbasis ellips dan parabola. Padahal jika kita menyusun suatu model roster dengan basis ellips dan parabola, hasil yang didapatkan memungkinkan memiliki nilai keindahan yang relatif lebih tinggi. Jarangnya para desainer membangun model roster berbentuk ellips dan parabola antara lain disebabkan masih sulitnya para desainer tersebut untuk mengaplikasikan sifat-sifat ellips dan parabola dalam merancang bangun roster.

Sehubungan dengan permasalahan tersebut diatas dalam penelitian ini kita tertarik untuk mencari solusi masalah rancang bangun model roster dari bentuk-bentuk segiempat, segitiga, lingkaran dan kombinasinya serta konstruksi model roster berbasis ellips dan parabola.

1.2 Permasalahan

1. Misalkan diketahui ukuran roster berdimensi p x l satuan luas. Bagaimana mengkonstruksi model roster terbangun dari bangun-bangun geometri bidang segiempat, segitiga, lingkaran serta kombinasinya. (perhatikan gambar 1.a)
2. Misalkan diketahui ukuran roster berdimensi p x l satuan luas. Bagaimana mengkonstruksi model roster berbasis ellips dan parabola. (perhatikan gambar 1.b)



Gambar 1.a Gambar 1.b

Gambar 1 Model-model Roster

1.3 Tujuan

1. Mendapatkan prosedur merancang model roster yang terbentuk dari bangun-bangun segiempat, segitiga, lingkaran dan kombinasinya.
2. Mendapatkan prosedur merancang model roster yang berbasis ellips dan parabola.

1.4 Manfaat

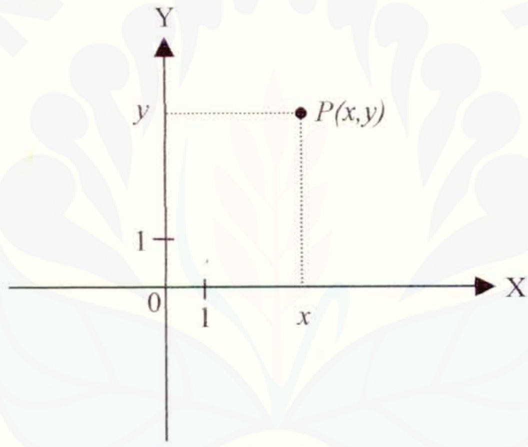
1. Dapat menambah variasi dan keindahan model roster.
2. Dengan menggunakan aplikasi sifat bangun-bangun geometri bidang dalam perancangan roster, desain untuk membentuk sebuah model relatif mudah.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penyajian Titik, Segmen Garis dan Garis

Untuk penyajian sebuah titik, kita dapat memanfaatkan sistem koordinat kartesius. Misal P sebuah titik sebarang pada bidang, maka P dapat kita kaitkan dengan pasangan dua bilangan, yang dinamakan koordinat x dan koordinat y dari titik P tersebut, dan dinotasikan dengan $P(x,y)$. Dalam hal ini, koordinat x (atau absis) merupakan proyeksi P pada sumbu x, koordinat y (atau ordinat) merupakan proyeksi P pada sumbu y (Gambar 2).



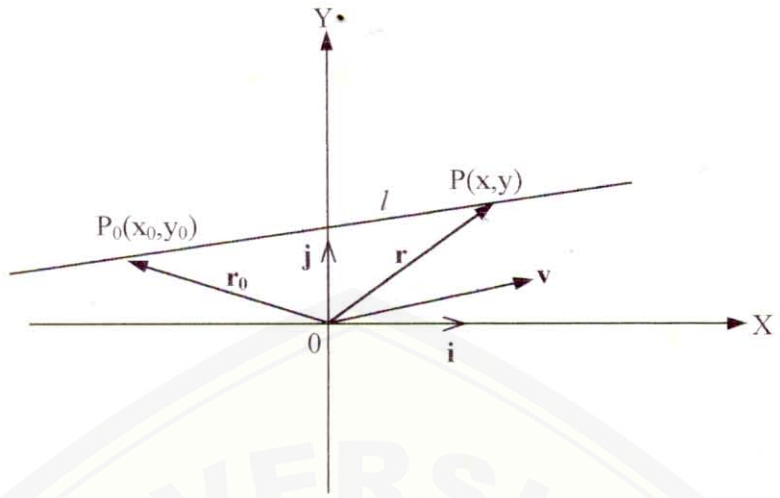
Gambar 2: Ilustrasi Penyajian Titik

Misalkan pada Gambar 3, l berupa garis yang melalui titik $P_0(x_0,y_0)$. Garis l sejajar vektor $\mathbf{v}$. Ambil titik lain $P(x,y)$ pada garis l, sehingga $\overrightarrow{P_0P} \,//\, \mathbf{v}$ dan $\overrightarrow{P_0P} = t\,\mathbf{v}$ dengan $t \neq 0$, $t \in \mathbf{R}$. Jika vektor-vektor posisi untuk titik P_0 dan P terhadap O adalah $\mathbf{r_0} = \langle x_0,y_0\rangle$ dan $\mathbf{r} = \langle x,y\rangle$, maka $\overrightarrow{P_0P}$ dapat dinyatakan sebagai:

$$\mathbf{r} - \mathbf{r_0} = \overrightarrow{P_0P}$$

$$\mathbf{r} - \mathbf{r_0} = t\,\mathbf{v}$$

$$\mathbf{r} = \mathbf{r_0} + t\,\mathbf{v}.$$



Gambar 3: Ilustrasi Persamaan Garis

Karena itu sebarang titik P pada garis l memenuhi persamaan tersebut. Jadi persamaan garis l yang melalui titik $P_0(x_0,y_0)$ dan sejajar vektor **v** adalah:

$$\mathbf{r} = \mathbf{r_0} + t\mathbf{v} \quad \text{.......... (1)}$$

persamaan (1) disebut persamaan vektor garis l [2].

Jika $\mathbf{v} = \langle a,b \rangle$, $\mathbf{r_0} = \langle x_0,y_0 \rangle$ dan $\mathbf{r} = \langle x,y \rangle$, maka persamaan (1) dapat ditulis :

$$\langle x,y \rangle = \langle x_0,y_0 \rangle + t\,\langle a,b \rangle$$

$$\langle x,y \rangle = \langle x_0+ta, y_0+tb \rangle$$

$$\left.\begin{array}{l} x = x_0 + ta \\ y = y_0 + tb \end{array}\right\} \quad \text{.......... (2)}$$

persamaan (2) disebut persamaan parametrik (kanonik) dari garis l. Dari persamaan (2) dapat diuraikan menjadi:

$$t = \frac{x - x_0}{a}$$

$$t = \frac{y - y_0}{b} \quad \text{maka,}$$

$$\frac{x - x_0}{a} = \frac{y - y_0}{b} = t \quad \text{.......... (3).}$$

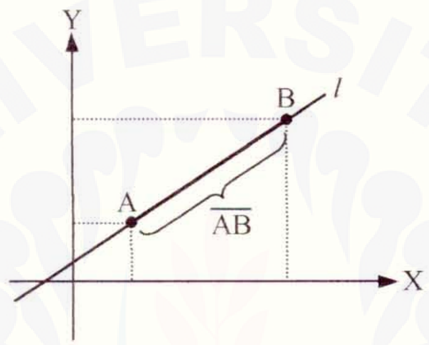
Persamaan (3) disebut persamaan simetrik dari garis l dengan vektor arah sama dengan $\langle a,b \rangle$ yang melalui titik $P_0(x_0,y_0)$ [5].

Jika $A(x_a,y_a)$ dan $B(x_b,y_b)$ pada l, maka persamaan segmen $\overline{AB}$ dapat dinyatakan dengan:

$x = (1 - t)x_a + t\, x_b$

$y = (1 - t)y_a + t\, y_b$

dengan $0 \leq t \leq 1$.



Gambar 4: Ilustrasi Segmen Garis

2.2 Relasi diantaraTitik dan Garis

2.2.1 Jarak antara Dua Titik

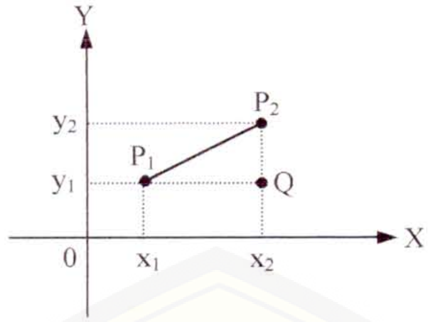
Andaikan $P_1(x_1,y_1)$ dan $P_2(x_2,y_2)$ dua titik pada bidang. Andaikan ruas garis $\overline{P_1P_2}$ tidak sejajar dengan sumbu x. Melalui P_1 ditarik garis sejajar dengan sumbu x dan melalui P_2 ditarik garis sejajar dengan sumbu y. andaikan dua garis ini berpotongan di Q (Gambar 5), dengan menggunakan teorema Pythagoras, kita dapatkan:

$|P_1P_2|^2 = |P_1Q|^2 + |P_2Q|^2$.

Oleh karena $|P_1Q| = |x_2 - x_1|$ dan $|P_2Q| = |y_2 - y_1|$, maka

$$|P_1P_2| = \sqrt{|x_2 - x_1|^2 + |y_2 - y_1|^2} \quad \text{...} (4).$$

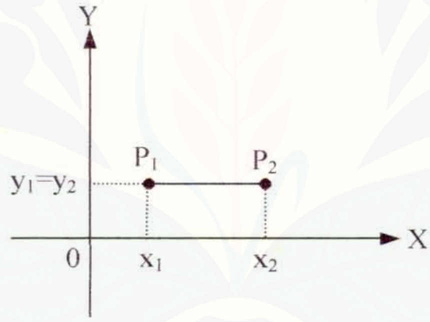
Persamaan (4) disebut sebagai persamaan umum mencari jarak diantara dua titik yang berbeda.



Gambar 5: Ilustrasi Jarak antara Dua Titik Berbeda

Jika ruas P_1P_2 sejajar dengan sumbu x (Gambar 6) maka $y_1 = y_2$, sehingga didapatkan:

$$|P_1P_2| = |x_2 - x_1|$$



Gambar 6: Ilustrasi Jarak Dua Titik yang Sejajar

2.2.2 Jarak antara Titik dan Garis

Jika $\mathbf{u} = \langle x_1,y_1\rangle$, $\mathbf{a} = \langle x_2,y_2\rangle$, $\mathbf{u.a} = x_1x_2 + y_1y_2$ (dot product/perkalian dalam Euclidis) dan $\|\mathbf{a}\| = \sqrt{x_2^{\,2} + y_2^{\,2}}$ adalah norm **a**, maka untuk mencari panjang komponen vektor **u** sepanjang **a**, yaitu:

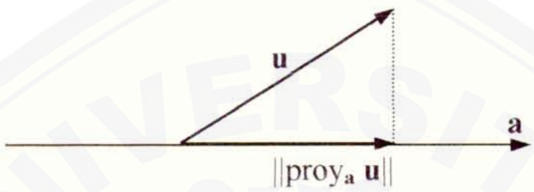
$$\|\text{proy}_{\mathbf{a}}\, \mathbf{u}\| = \left\| \frac{\mathbf{u}.\mathbf{a}}{\|\mathbf{a}\|^2}\mathbf{a} \right\|$$

$$= \left| \frac{\mathbf{u}.\mathbf{a}}{\|\mathbf{a}\|^2} \right| \|\mathbf{a}\| \qquad \text{[Karena } \frac{\mathbf{u}.\mathbf{a}}{\|\mathbf{a}\|^2} \text{ adalah sebuah skalar]}$$

$$= \frac{|\mathbf{u}.\mathbf{a}|}{\|\mathbf{a}\|^2}\|\mathbf{a}\| \qquad \text{[Karena } \|\mathbf{a}\|^2 > 0]$$

sehingga menghasilkan

$$\|\text{proy}_{\mathbf{a}}\ \mathbf{u}\| = \frac{|\mathbf{u}.\mathbf{a}|}{\|\mathbf{a}\|} \quad \text{.......... (5).}$$



Gambar 7: Ilustrasi Komponen Vektor **u** Sepanjang **a**

Misalkan terdapat garis l = ax + by + c = 0 dan titik $Q(x_1,y_1)$ yang terletak pada garis l yang vektor normalnya $\mathbf{n} = \langle a,b\rangle$. Andaikan titik $P_0(x_0,y_0)$ terletak di luar garis l. Misalkan titik awal dari vektor normalnya terletak di Q (Gambar 8). Karena sifat dari vektor normal yang tegak lurus dengan persamaan garisnya maka jarak d akan sama dengan panjang proyeksi ortogonal vektor $\overrightarrow{QP_0}$ pada **n**, jadi dari persamaan (5) kita peroleh:

$$d = \|\text{proy}_{\mathbf{n}}\ \overrightarrow{QP_0}\| = \frac{|\overrightarrow{QP_0}.\mathbf{n}|}{\|\mathbf{n}\|}.$$

Dimana

$$\overrightarrow{QP_0} = (x_0 - x_1,\ y_0 - y_1)$$

$$\overrightarrow{QP_0}.\mathbf{n} = a(x_0 - x_1) + b(y_0 - y_1)$$

$$\|\mathbf{n}\| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

sehingga dengan demikian

$$d = \frac{|a(x_0 - x_1) + b(y_0 - y_1)|}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad \text{.......... (6).}$$

Karena titik $Q(x_1,y_1)$ terletak pada garis tersebut, maka koordinatnya memenuhi persamaan garis, sehingga

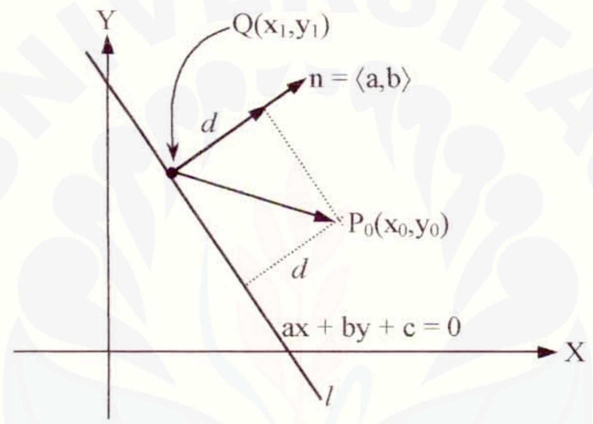
$$ax_1 + by_1 + c = 0$$

atau

$$c = -ax_1 - by_1.$$

Dengan mensubstitusikan ekspresi diatas ke dalam persamaan (6) menghasilkan rumus

$$d = \frac{|ax_0 + by_0 + c)|}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad \text{.......} \quad (7).$$



Gambar 8: Ilustrasi Jarak antara Titik dan Garis

2.2.3 Relasi diantara Dua Garis

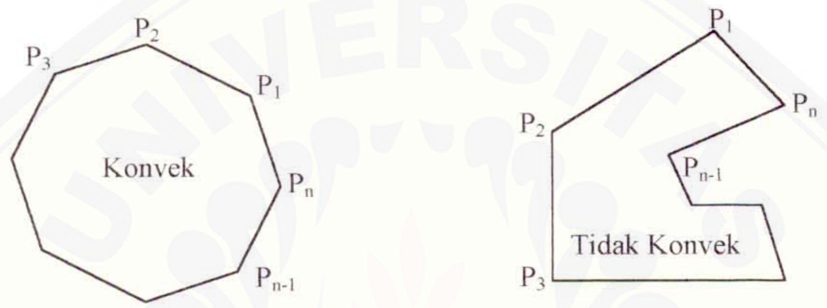
Jika terdapat dua garis di R^2, maka terdapat beberapa kemungkinan, yaitu berpotongan, berpotongan tegak lurus, sejajar dan berimpit. Misal vektor arah dari dua garis lurus g_1 dan g_2 berturut-turut adalah $\mathbf{v_1} = \langle a_1,b_1\rangle$ dan $\mathbf{v_2} = \langle a_2,b_2\rangle$, dan titik $P_1 \in g_1$, titik $P_2 \in g_2$ maka:

a) Garis g_1 dan g_2 akan berpotongan jika $\mathbf{v_1} \neq \mathbf{v_2}$.
b) Garis g_1 dan g_2 akan saling tegak lurus $\mathbf{v_1} \cdot \mathbf{v_2} = 0$.
c) Garis g_1 dan g_2 akan sejajar jika $\mathbf{v_1} = t\,\mathbf{v_2}$, dengan $t \in \Re$ dan $t \neq 0$ dan $\overrightarrow{P_1P_2} \not\parallel \mathbf{v_1}$.
d) Garis g_1 dan g_2 akan berimpit jika $\mathbf{v_1} = t\,\mathbf{v_2}$ dan $\overrightarrow{P_1P_2} \parallel \mathbf{v_1}$.

2.3 Penyajian Bangun Segiempat

2.3.1 Pengertian Bangun Segiempat

Suatu segiempat adalah poligon yang bersisi empat. Sedangkan pengertian poligon sendiri adalah gabungan himpunan titik-titik P_1, P_2, P_3, …, P_{n-1}, P_n dengan ruas-ruas garis $\overline{P_1P_2}$, $\overline{P_2P_3}$, …, $\overline{P_{n-1}P_n}$, $\overline{P_nP_1}$, sedemikian hingga jika dua sebarang dari ruas garis berpotongan, bertitik potong salah satu dari titik-titik P_1, P_2, P_3, …, P_{n-1}, P_n dan tidak ada titik lain. Dalam studi ini, kita batasi untuk jenis poligon konveks sehingga ukuran sudut-sudut dalamnya lebih kecil dari sudut lurus.



Gambar 9: Ilustrasi Poligon Konvek dan Tidak Konvek

2.3.2 Keluarga Segiempat

Untuk mendefinisikan keluarga segiempat dapat dispesifikasi melalui segiempat sebarang berikut:

Gambar 10: Spesifikasi Keluarga Segiempat Sebarang

a. Jajaran Genjang

Jajaran genjang adalah segiempat dengan sisi-sisi yang berhadapan sejajar. Dari definisi diatas diperoleh sifat-sifat:

1. Sisi yang berhadapan kongruen.
2. Sudut yang berseberangan kongruen.
3. Jumlah dua sudut bersebelahan = 180°.

Gambar 11: Ilustrasi Jajaran Genjang

b. Trapesium

Trapesium adalah segiempat yang mempunyai satu dan hanya satu pasang sisi berhadapannya sejajar. Untuk trapesium samakaki memiliki sifat-sifat:

1. Diagonal-diagonal trapesium samakaki kongruen.
2. Pada trapesium samakaki $\angle A \cong \angle D$ dan $\angle B \cong \angle C$.

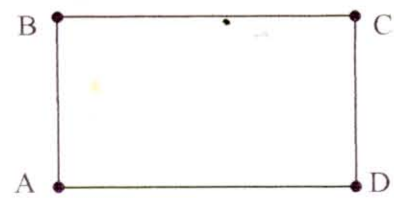
Gambar 12: Ilustrasi Trapesium

c. Persegi Panjang

Persegi panjang adalah jajaran genjang yang salah satu sudutnya adalah siku-siku.

Sifat-sifat persegi panjang adalah:

1. Diagonal-diagonalnya kongruen.
2. Jumlah dua sudut bersebelahannya = 180°.

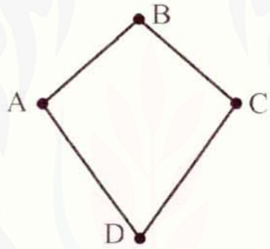


Gambar 13: Ilustrasi Persegi Panjang

d. Belah Ketupat

Belah ketupat adalah jajaran genjang dengan dua sisi bersebelahannya adalah kongruen. Maka sifat-sifat belah ketupat adalah:

1. Dua pasang sisi yang bersisihan kongruen.
2. Diagonal-diagonalnya saling berpotongan tegak lurus.



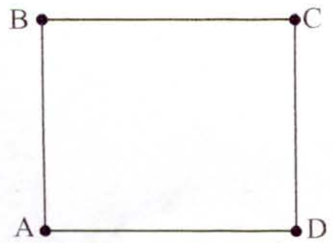
Gambar 14: Ilustrasi Belah Ketupat

e. Bujur Sangkar

Bujur sangkar adalah persegi panjang dengan dua sisi bersebelahannya kongruen.

Sifat-sifat bujur sangkar adalah:

1. Diagonal-diagonalnya kongruen.
2. Jumlah dua sudut yang berhadapan = 180°.



Gambar 15: Ilustrasi Bujur Sangkar

2.4 Penyajian Bangun Segitiga

2.4.1 Pengertian Bangun Segitiga

Suatu segitiga adalah poligon yang terdiri dari tiga segmen garis yang dihubungkan oleh tiga titik tak segaris. Tiap segmen garis ini disebut sisi daari segitiga dan tiap titiknya disebut vertek (puncak) dari segitiga [8].

Dua hal penting yang harus diperhatikan mengenai karakteristik dari segitiga adalah bahwa: (1) jumlah ketiga sudut dari segitiga = 180°, dan (2) jumlah ukuran dua sisi dari segitiga harus lebih besar dari ukuran sisi yang ketiga.

2.4.2 Keluarga Segitiga

Segitiga diklasifikasikan dengan dua cara, yaitu: (1) berdasarkan sisinya, dan (2) berdasarkan sudutnya. Spesifikasi dari bangun segitiga dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. *Berdasarkan Sisinya:*

Berdasarkan sisinya segitiga dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Segitiga Samasisi

   Yaitu segitiga yang memiliki 3 sisi yang kongruen.

Gambar 16: Ilustrasi Segitiga Samasisi

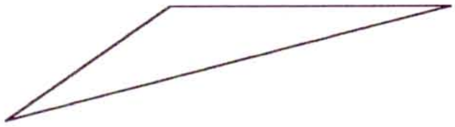
2. Segitiga Samakaki

   Yaitu segitiga yang memiliki 2 sisi yang kongruen.

Gambar 17: Ilustrasi Segitiga Samakaki

3. Segitiga Sebarang

Yaitu segitiga yang tidak memiliki (tidak ada) sisi-sisi yang kongruen.



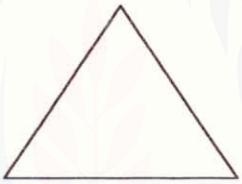
Gambar 18: Ilustrasi Segitiga Sebarang

b. *Berdasarkan Sudutnya:*

Berdasarkan sudutnya segitiga dibedakan menjadi empat, yaitu:

1. Segitiga Sama Sudut

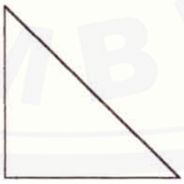
Yaitu segitiga yang ketiga sudutnya sama besar.



Gambar 19: Ilustrasi Segitiga Sama Sudut

2. Segitiga Siku-siku

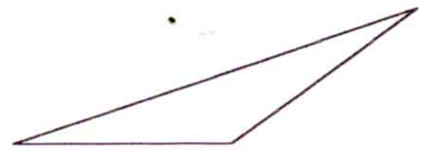
Yaitu segitiga yang memiliki satu sudut siku-siku.



Gambar 20: Ilustrasi Segitiga Siku-siku

3. Segitiga Tumpul

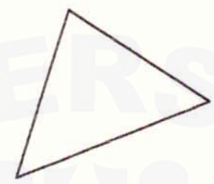
Yaitu segitiga yang salah satu sudutnya tumpul (lebih dari 90°).



Gambar 21: Ilustrasi Segitiga Tumpul

4. Segitiga Lancip

   Yaitu segitiga yang ketiga sudutnya adalah lancip (kurang dari 90°).



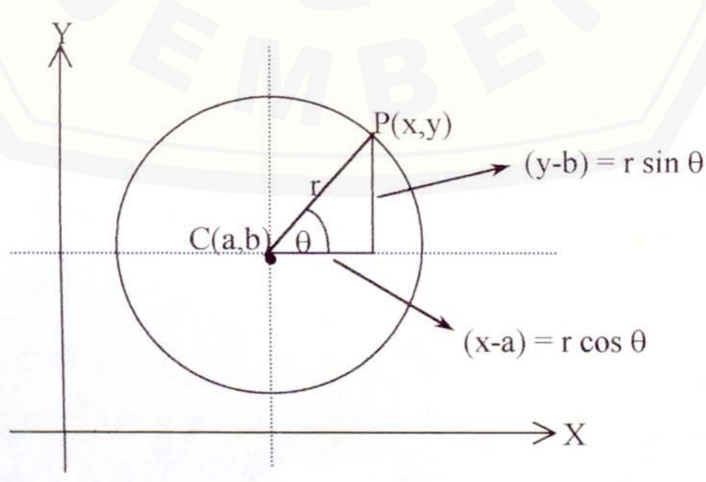
Gambar 22: Ilustrasi Segitiga Lancip

2.5 Penyajian Bentuk Kuadratis

Benda kuadratik bidang yang dibahas pada bagian ini meliputi lingkaran, ellips dan parabola.

2.5.1 Lingkaran

Lingkaran adalah tempat kedudukan semua titik-titik yang berjarak sama terhadap titik tertentu yang disebut dengan titik pusat lingkaran.



Gambar 23: Ilustrasi Penyajian Lingkaran

Misal C(a,b) adalah titik pusat lingkaran, r adalah jari-jari lingkaran dan P(x,y) adalah titik yang terletak pada lingkaran, maka :

$$|\overline{CP}| = r$$

$$\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2} = r$$

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2 \quad \ldots\ldots (8).$$

Persamaan (8) diatas disebut persamaan umum lingkaran dengan pusat (a,b). Sedangkan persamaan parametriknya berbentuk:

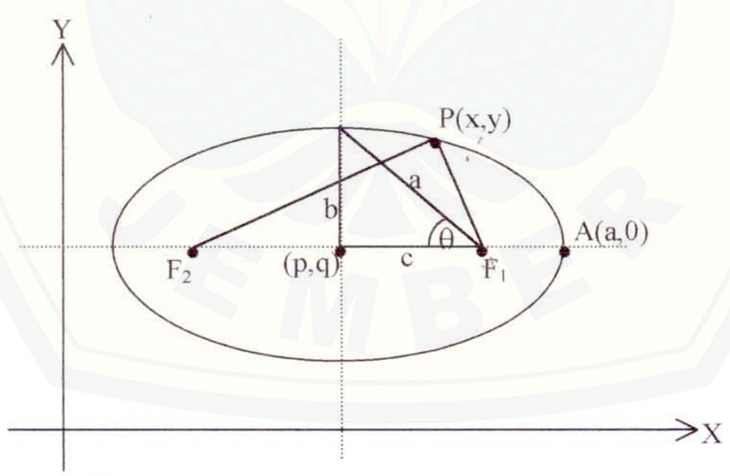
$$(x-a) = r\cos\theta$$

$$(y-b) = r\sin\theta$$

dimana : $0 \le \theta \le 2\pi$ dengan (a,b) adalah koordinat titik pusat lingkaran, $a,b \in \Re$, r adalah jari-jari lingkaran, $r \in \Re^+$ [6].

2.5.2 Ellips

Ellips adalah himpunan titik-titik pada bidang yang jumlah jarak-jarak dari dua titik tetap (titik fokus) pada bidang itu adalah konstan.



Gambar 24: Ilustrasi Penyajian Ellips

Jumlah jarak $PF_1 + PF_2 = 2a$. Dari persamaan tersebut dapat diuraikan:

$$\sqrt{(x+c)^2 + y^2} + \sqrt{(x-c)^2 + y^2} = 2a \quad \ldots\ldots (9).$$

Persamaan (9) kita sederhanakan dan diperoleh:

$$a - \frac{c}{a}x = \sqrt{(x-c)^2 + y^2} \quad \text{.......} (10)$$

Sederhanakan lagi persamaan (10) maka diperoleh:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{a^2 - c^2} = 1 \quad \text{.......} (11)$$

Karena $b = \sqrt{a^2 - c^2}$ maka persamaan (11) menjadi:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad \text{.......} (12)$$

Persamaan (12) disebut persamaan umum ellips pada titik pusat (0,0). Untuk ellips dengan pusat (p,q) kita manfaatkan hubungan $x' = x - p$ dan $y' = y - q$ sehingga pada sistem koordinat $x'y'$ persamaan umum ellips menjadi:

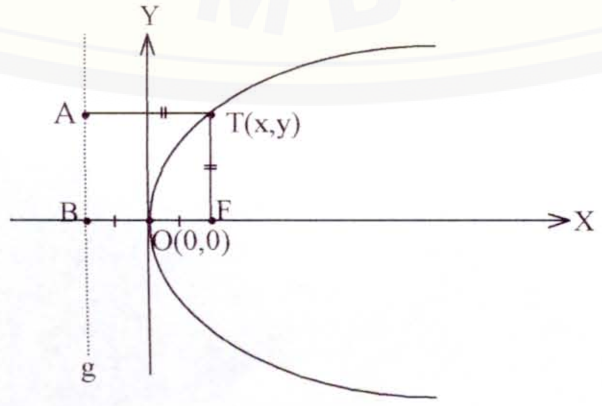
$$\frac{x'^2}{a^2} + \frac{y'^2}{b^2} = 1$$

$$\frac{(x-p)^2}{a^2} + \frac{(y-q)^2}{b^2} = 1 \quad \text{.......} (13)$$

Persamaan (13) dikenal dengan persamaan ellips dengan titik pusat (p,q) [6].

2.5.3 Parabola

Parabola adalah himpunan titik-titik pada bidang yang jaraknya dari sebuah titik dan sebuah garis pada bidang itu sama panjang. Titik tersebut dinamakan titik fokus parabola.



Gambar 25: Ilustrasi Penyajian Parabola

Misal titik F dan garis g diketahui, apabila T sebuah titik pada kurva itu kita peroleh TF = TA dengan TA $\perp$ g. Andaikan jarak dari F ke g adalah p, pilih sebuah sistem koordinat yang melalui titik pusat O(0,0). B adalah proyeksi F pada g, garis g ini disebut direktrik, sehingga diperoleh $F(\frac{1}{2}p,0)$. Persamaan g adalah $x+\frac{1}{2}p=0$, jika T = (x,y) maka:

$$TA = x+\frac{1}{2}p \text{ dan}$$

$$TF = \sqrt{(x-\frac{1}{2}p)^2+y^2}$$

Karena TA = TF maka:

$$x+\frac{1}{2}p = \sqrt{(x-\frac{1}{2})^2+y^2}$$

$$(x+\frac{1}{2}p)^2 = (x-\frac{1}{2})^2+y^2$$

$$x^2+px+\frac{1}{4}p^2 = x^2-px+\frac{1}{4}p^2+y^2$$

$$px = -px+y^2$$

$$y^2 = 2px \text{ .... (14).}$$

Persamaan (14) adalah persamaan umum parabola dengan titik puncak (0,0).

Jika titik puncak tidak terletak pada (0,0), misal pada (k,l) maka kita gunakan bantuan sistem koordinat yang baru yaitu x′y′ sehingga diperoleh hubungan:

$$\begin{Bmatrix} x = x'+k \\ y = y'+l \end{Bmatrix} \text{ atau } \begin{Bmatrix} x' = x-k \\ y' = y-l \end{Bmatrix} \text{ .... (15)}$$

Dari persamaan umum $y^2 = 2px$ kita substitusikan persamaan (15) ke dalam persamaan umum sehingga diperoleh:

$$y'^2 = 2px'$$

$$(y-l)^2 = 2p(x-k) \text{ .... (16).}$$

Persamaan (16) adalah persamaan parabola dengan titik puncak (k,l) [3].

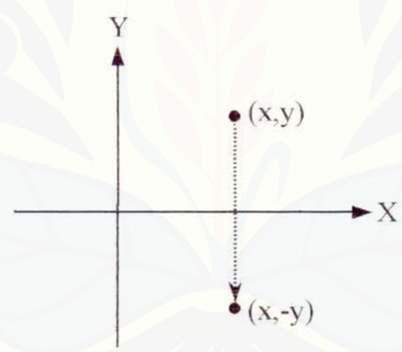
2.6 Transformasi Titik di Bidang

Dalam bagian berikut akan dijelaskan mengenai macam-macam transformasi di R^2 yang kita gunakan dalam proses penyusunan objek roster. Macam-macam transformasi yang digunakan antara lain: refleksi, rotasi (perputaran), dilatasi (penskalaan) dan translasi.

2.6.1 Refleksi (Pencerminan)

Refleksi titik terhadap sebuah garis *l* di bidang adalah transformasi yang memetakan setiap titik pada bidang ke dalam bayangan cerminnya terhadap *l*.

Dalam hal ini, kita akan membahas refleksi titik terhadap sumbu x, sumbu y dan garis y = x. Misalkan $T:R^2 \rightarrow R^2$ adalah transformasi linier yang memetakan masing-masing titik ke dalam bayangan simetriknya terhadap sumbu x (Gambar 26).



Gambar 26: Refleksi terhadap Sumbu x

Misalkan P(x,y) dipetakan ke P′(x′,y′) dengan relasi:

$x' = x = 1x + 0y$

$y' = -y = 0x - 1y.$

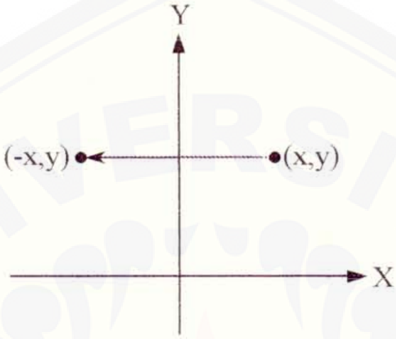
dalam bentuk matrik kedua persamaan diatas dapat ditulis:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}.$$

Berdasar persamaan matrik diatas kita dapatkan matriks transformasi sebagai berikut:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad \ldots\ldots (20).$$

Persamaan (20) merupakan matrik transformasi untuk refleksi terhadap sumbu x. Dengan cara yang sama kita dapat mencari matrik baku untuk refleksi pada sumbu y dan garis y = x.



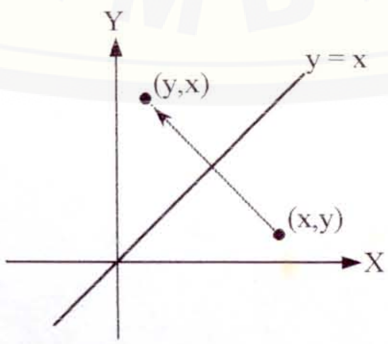
Gambar 27: Refleksi terhadap Sumbu y

Berdasarkan dari Gambar 27 maka untuk refleksi pada sumbu y matrik bakunya adalah:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Sedangkan refleksi terhadap garis y = x, matrik bakunya adalah:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}.$$



Gambar 28: Refleksi terhadap Garis y = x

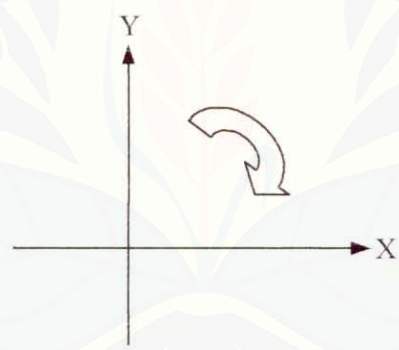
Objek sebelum dan sesudah direfleksi memiliki jarak yang sama terhadap bidang refleksi.

Refleksi ini memiliki sifat-sifat:

1. Ukuran objek setelah direfleksi tetap.
2. Bentuk objek setelah direfleksi tetap.
3. Jarak objek sebelum dan sesudah direfleksi sama terhadap sumbu atau garis refleksi.

2.6.2 Rotasi (Perputaran)

Dalam penyajian rotasi di R^2 akan digunakan sistem koordinat tangan kiri, rotasi bersudut positif dinyatakan sebagai searah dengan arah putaran jarum jam. Arah rotasi untuk masing-masing titik terhadap titik asal dapat diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 29: Ilustrasi Arah Rotasi terhadap Titik Asal

Apabila θ menunjukkan besarnya sudut rotasi dengan titik pangkal rotasi O(0,0), maka rotasi terhadap titik asal dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$[\,Xq\ Yq\,] = \overbrace{\begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}}^{B_1} \begin{bmatrix} Xp \\ Yp \end{bmatrix} \quad \ldots\ldots\ldots (21).$$

Dalam hal ini, matriks B_1 adalah matriks koefisien yang bersesuaian dengan transformasi rotasi.

Rotasi ini memiliki sifat-sifat:

1. Ukuran objek setelah dirotasi tetap.
2. Bentuk objek setelah dirotasi tetap.
3. Jarak objek sebelum dan sesudah dirotasi sama terhadap titik asal O(0,0).

2.6.3 Dilatasi (Penskalaan)

Dilatasi adalah proses memperbesar atau memperkecil suatu objek. Dilatasi ini dapat dilakukan terhadap sumbu X saja, sumbu Y saja atau kombinasi dari keduanya. Secara umum, dilatasi dapat dinyatakan dalam persamaan Q = SP, dimana Q adalah posisi titik setelah didilatasi, S adalah matriks transformasi dan P adalah posisi titik awal. Hasil dilatasi dapat dinyatakan sebagai:

(Qx,Qy) = (SxPx, SyPy),

dimana Sx, Sy $\in$ R dan Sx, Sy tidak boleh bernilai 0 dan 1.

Dalam bentuk matriks, notasi diatas dapat dituliskan:

$$[\,Xq\ Yq\,] = \overset{C_1}{\begin{bmatrix} Sx & 0 \\ 0 & Sy \end{bmatrix}} \begin{bmatrix} Xp \\ Yp \end{bmatrix} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (22).$$

Matriks C_1 adalah matriks koefisien yang bersesuaian dengan transformasi dilatasi. Untuk $-1 < Sx < 1$ dan $-1 < Sy < 1$ objek yang didilatasi akan diperkecil dari bentuk semula, sedangkan untuk $-1 > Sx > 1$ dan $-1 > Sy > 1$ maka objek yang didilatasi akan diperbesar dari bentuk semula.

Dilatasi akan memiliki sifat-sifat:

1. Objek setelah didilatasi sebangun, jika Sx = Sy.
2. Objek setelah didilatasi tidak sebangun, jika Sx $\neq$ Sy.
3. Jika $-1 < Sx < 1$ dan $-1 < Sy < 1$ maka objek diperkecil.
4. Jika $-1 > Sx > 1$ dan $-1 > Sy > 1$ objek diperbesar.

2.6.4 Translasi

Sebagai elemen dasar, setiap titik di R^2 ditentukan oleh dua referensi, yaitu ke arah sumbu x dan ke arah sumbu y. Sehingga, sebarang titik Q dinyatakan sebagai (Xq,Yq) dalam bentuk koordinat dan $\langle Xq, Yq \rangle$ dalam bentuk vektor .

Translasi adalah perpindahan kedudukan sebarang titik dengan penambahan/pengurangan besaran pada arah sumbu x dan y. Secara umum, translasi dapat dinyatakan oleh persamaan Q = TP + K, dimana P adalah posisi titik awal, Q adalah posisi titik setelah ditranslasi, T adalah matrik identitas dan K menunjukkan besarnya pergeseran ke arah sumbu x dan y. Hasil translasi dapat dinyatakan sebagai:

$(Xq,Yq) = (Xp + Kx, Yp + Ky)$

Dalam bentuk matriks, notasi diatas dapat dituliskan sebagai:

$$[\,Xq\ Yq\,] = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Xp \\ Yp \end{bmatrix} + \overset{A_1}{\begin{bmatrix} Kx \\ Ky \end{bmatrix}} \quad \text{.......(17)}$$

Matriks A_1 adalah matriks koefisien yang bersesuaian dengan transformasi translasi.

Translasi bersifat:

1. Mempertahankan bentuk objek.
2. Mempertahankan ukuran objek.

BAB III
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini kita diskusikan solusi konstruksi model roster yang terbangun dari bangun-bangun geometri bidang: segiempat, segitiga serta lingkaran dan konstruksi model roster berbasis ellips dan parabola. Untuk jelasnya, pertama kita menyajikan prosedur umum konstruksi model roster yang terbangun dari bangun segiempat, segitiga serta lingkaran. Kedua, kita memperkenalkan prosedur umum konstruksi model roster berbasis ellips dan parabola.

Dalam merancang model roster dari bangun dasar segiempat, segitiga dan lingkaran digunakan beberapa istilah berikut:

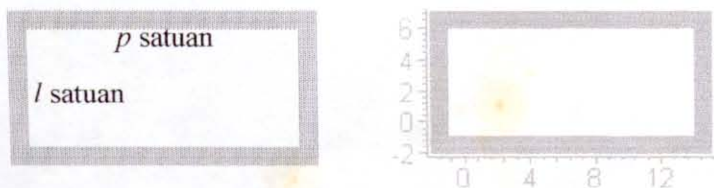
a. Bingkai dasar yaitu bingkai yang panjang dan lebarnya ditentukan untuk pembentukan model roster.
b. Bingkai isian yaitu unsur atau bagian yang didapatkan dari pecahan/cacahan bingkai dasar.
c. Model roster dari bangun dasar yaitu model roster yang dikonstruksi melalui bangun dasar segiempat, segitiga dan lingkaran sebagai pola dasarnya.

3.1. Model Roster Bangun Dasar Segiempat, Segitiga, Lingkaran dan Kombinasinya

3.1.1 Model Roster Bangun Dasar Segiempat

Model roster bangun dasar segiempat, dapat direalisasikan antara lain dengan mengikuti langkah-langkah berikut:

1. Mula-mula kita tentukan dahulu ukuran atau dimensi dari bingkai dasarnya dengan panjang p satuan dan lebar l satuan.



Gambar 30: Bingkai Dasar dengan Dimensi p x l

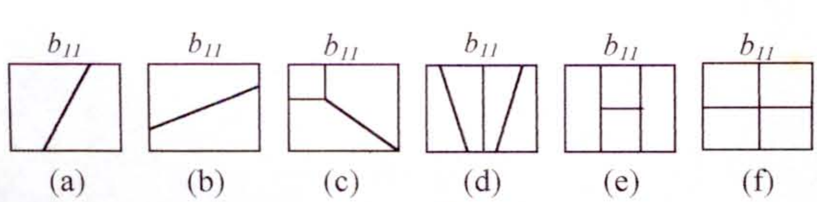
2. Membagi bingkai dasar menjadi beberapa bingkai isian dan mengisi bingkai-bingkai isian tersebut dengan motif segiempat. Hal ini dapat dilakukan antara lain sebagai berikut:

A. Pembagian Homogen

a. Membagi secara vertikal dan horisontal panjang dan lebar bingkai dasar ke dalam bingkai-bingkai isian menjadi m bagian untuk panjang p dan n bagian untuk lebar l. Dalam hal ini dimensi untuk setiap bingkai isian yang didapat tidak lebih besar dari dimensi yang ditetapkan (Gambar 31).

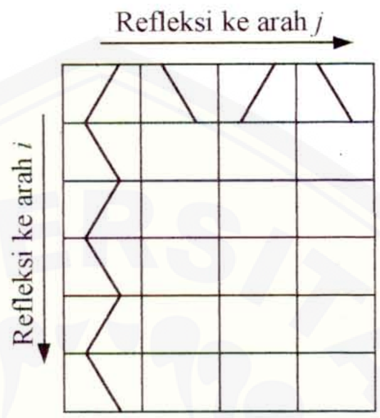
Gambar 31: Pembagian Bingkai Dasar Homogen

b. Untuk masing-masing bingkai isian tersebut dinotasikan sebagai b_{ij} dengan baris ke $i = 1,2,3,\ldots,n$ dan kolom ke $j = 1,2,3,\ldots,m$, selanjutnya konstruksi motif bingkai isian tersebut. Pada bingkai b_{11} dibentuk menjadi beberapa bagian segiempat sebarang. Hal ini dapat dilakukan antara lain dengan cara menarik beberapa segmen garis yang menghubungkan 2 sisi dari b_{11} (Gambar 32).



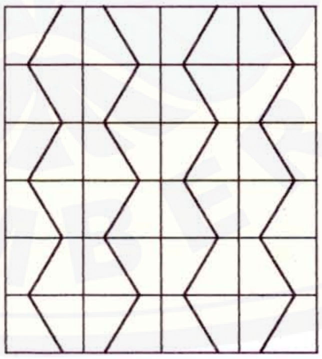
Gambar 32: Contoh Motif-motif Bingkai Isian

1. Jika n dan m genap, maka lakukan:
   i. Misal kita ambil b_{11} bagian (a) pada Gambar 32 kemudian merefleksikannya secara bergantian ke arah j sampai dengan b_{1m} dan ke arah i sampai dengan b_{n1} (Gambar 33).



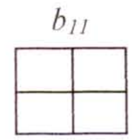
Gambar 33: Refleksi b_{11} Sepanjang i dan j

   ii. Seperti pada perlakuan nomor i, lakukan untuk bingkai isian b_{22} sampai dengan b_{nn} jika $n < m$ atau b_{mm} jika $n > m$ (Gambar 34).



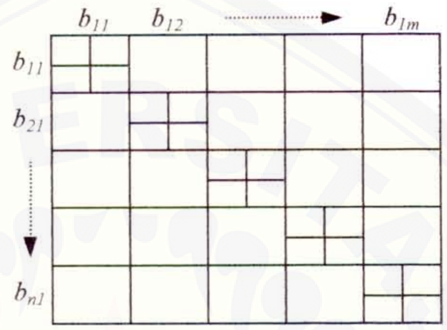
Gambar 34: Contoh Roster dengan n dan m Genap

2. Jika $n = m$ ganjil, maka lakukan:
   i. Misal kita ambil b_{11} bagian (f) pada Gambar 32 sebagai motif dari bingkai b_{11} (Gambar 35).



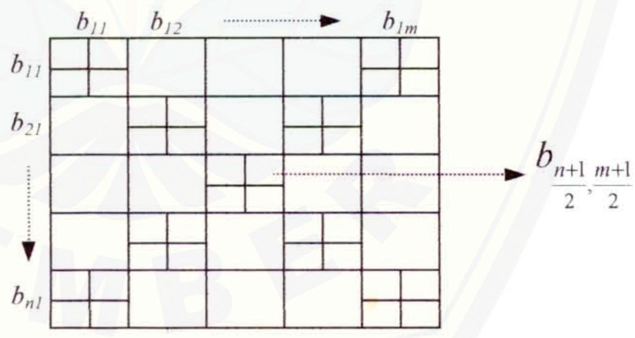
Gambar 35: Pembentukan b_{11} menjadi 4 Segiempat

ii. Merefleksikan b_{11} terhadap titik persekutuan b_{11} dan b_{22} secara bergantian ke arah b_{22} sampai dengan b_{nm} (Gambar 36).



Gambar 36: Refleksi b_{11} ke arah b_{nm}

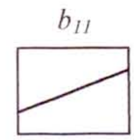
iii. Merefleksikan $b_{\frac{n+1}{2},\frac{m+1}{2}}$ ke arah b_{n1} dan dari $b_{\frac{n+1}{2},\frac{m+1}{2}}$ ke arah b_{1m} (Gambar 37).



Gambar 37: Contoh Roster dengan $n = m$ Ganjil

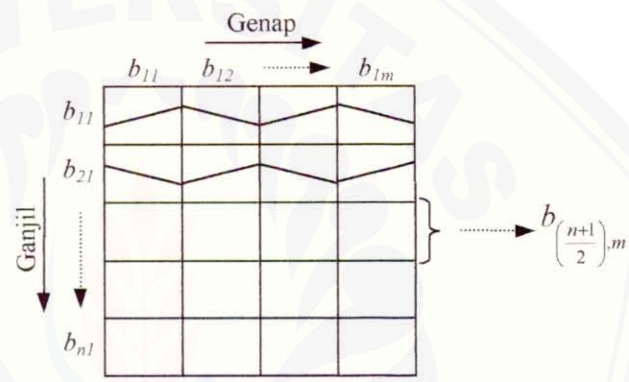
3. Jika n ganjil dan m genap atau n genap dan m ganjil, maka lakukan:

   i. Misal diambil bingkai b_{11} bagian (b) sebagai motif dari bingkai b_{11} dengan n ganjil dan m genap (Gambar 38).



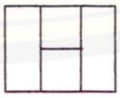
Gambar 38: Pembentukan b_{11} menjadi 2 Segiempat

ii. Merefleksikan b_{11} ke arah j sampai dengan b_{1m} dan ke arah i sampai dengan $b_{\left(\frac{n+1}{2}-1\right),1}$. Kemudian merefleksikan dari $b_{\left(\frac{n+1}{2}-1\right),1}$ ke arah j sampai dengan $b_{\left(\frac{n+1}{2}-1\right),m}$ (Gambar 39).



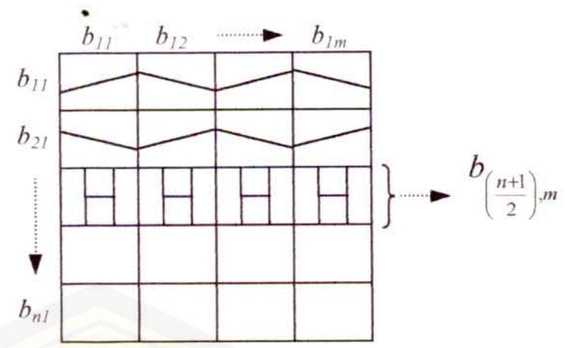
Gambar 39: Refleksi b_{11} sampai dengan $b_{\left(\frac{n+1}{2}-1\right),1}$ ke arah j

iii. Mengulang perlakuan ii dimulai dari $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),1}$ dengan mengambil motif yang berbeda dari b_{11}. Misal diambil motif b_{11} bagian (e) (Gambar 40).



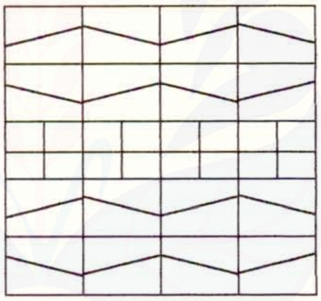
Gambar 40: Pembentukan $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),1}$ menjadi 4 Segiempat

iv. Merefleksikan model bingkai isian $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),1}$ ke arah j sampai dengan $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),m}$ (Gambar 41).



Gambar 41: Refleksi $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),1}$ ke arah j

v. Merefleksikan b_{11} sampai dengan $b_{\left(\frac{n+1}{2}-1\right),m}$ ke arah i, kemudian ditranslasi ke arah i juga sebesar 1 satuan bingkai isian sehingga diperoleh gambar berikut.



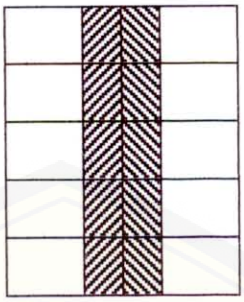
Gambar 42: Contoh Roster dengan n Ganjil dan m Genap

B. Pembagian Tak Homogen

Pada dasarnya langkah-langkah pada pembagian jenis tak homogen analog dengan langkah-langkah pada pembagian homogen. Prosedurnya dapat dilakukan, antara lain sebagai berikut:

a. Bagilah ke arah vertikal dan horisontal ukuran panjang dan lebar bingkai dasar ke dalam bingkai isian menjadi m bagian untuk panjang p dan n bagian untuk lebar l. Dalam pembagian ke arah i atau j, masing-masing ukuran tidak sama namun tetap mempertahankan kesimetrian bingkai isian tersebut sehingga didapatkan bingkai-

bingkai yang tidak homogen. Dimensi setiap bingkai isian yang didapat tidak lebih besar dari dimensi yang ditetapkan (Gambar 43).



Gambar 43. Pembagian Bingkai Dasar Tak Homogen

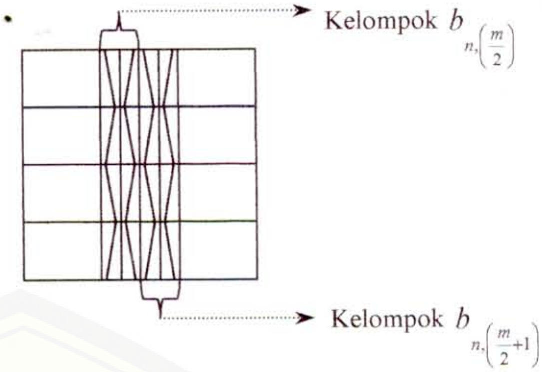
b. Notasikan setiap bingkai isian sebagai b_{ij} dengan baris ke $i = 1,2,3,\ldots,n$ dan kolom ke $j = 1,2,3,\ldots,m$, maka lakukan beberapa operasi berikut:

   1. Jika n dan m genap pilihlah $b_{i,\left(\frac{m}{2}\right)}$ dan $b_{i,\left(\frac{m}{2}+1\right)}$, $i = 1,2,3,\ldots,n$, maka lakukan:

      i. Isikan motif Gambar 32 bagian (d) pada bingkai $b_{1,\left(\frac{m}{2}\right)}$ (Gambar 43).

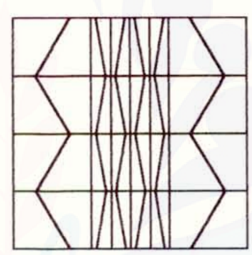
Gambar 44. Motif Bingkai Isian $b_{1,\left(\frac{m}{2}\right)}$

      ii. Refleksikan motif pada $b_{1,\left(\frac{m}{2}\right)}$ ke arah i sampai dengan $b_{n,\left(\frac{m}{2}\right)}$, kemudian direfleksi ke arah j sampai dengan $b_{1,\left(\frac{m}{2}+1\right)}$ dan dari $b_{1,\left(\frac{m}{2}+1\right)}$ direfleksi ke arah i sampai dengan $b_{n,\left(\frac{m}{2}+1\right)}$ (Gambar 45).



Gambar 45. Hasil Refleksi Bingkai Isian

iii. Mengisi bingkai isian yang lain dengan metode yang sama pada pembagian homogen dengan operasi refleksi dan translasi, sehingga diperoleh model roster yang diinginkan (Gambar 46).

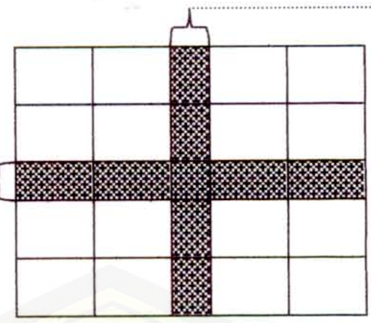


Gambar 46. Contoh Roster Segiempat Tak Homogen

m dan *n* Genap

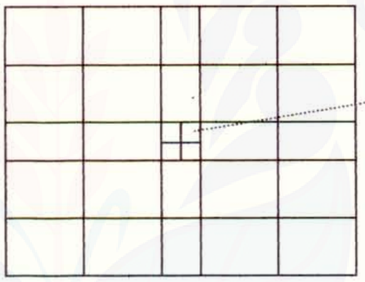
2. Jika $n = m$ ganjil pilihlah $b_{i,\left(\frac{m+1}{2}\right)}$ dan $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),j}$, $i = 1,2,3,\ldots,n$ dan $j = 1,2,3,\ldots,m$, maka lakukan:

   i. Menentukan kelompok bingkai isian yang berdimensi berbeda pada bingkai dasar. Misal kelompok $b_{n,\left(\frac{m+1}{2}\right)}$ dan $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),m}$ sebagai kelompok bingkai isian berbeda (Gambar 47).



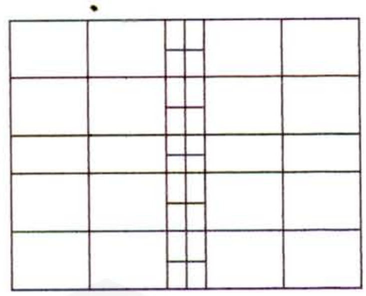
Gambar 47. Penentuan Bingkai Isian Segiempat Tak Homogen Ganjil

ii. Isikan pada bingkai $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),\left(\frac{m+1}{2}\right)}$ dengan motif Gambar 32 bagian (f) (Gambar 48).



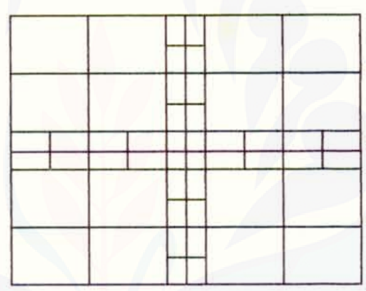
Gambar 48. Motif Bingkai Isian $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),\left(\frac{m+1}{2}\right)}$

iii. Isikan bingkai $b_{1,\left(\frac{m+1}{2}\right)}$ dengan motif yang sama pada langkah (ii) kemudian refleksikan ke arah i sampai dengan $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right)-1,\left(\frac{m+1}{2}\right)-1}$. Setelah itu refleksikan $b_{1,\left(\frac{m+1}{2}\right)}$ sampai dengan $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right)-1,\left(\frac{m+1}{2}\right)-1}$ ke arah i dan translasi ke arah i juga sebesar satu satuan dimensi $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),\left(\frac{m+1}{2}\right)}$ (Gambar 49).



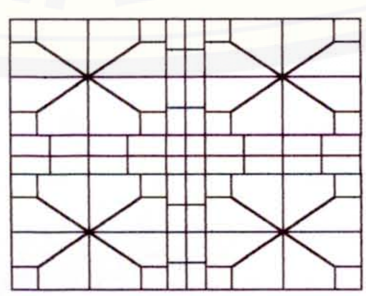
Gambar 49. Refleksi dan Translasi $b_{1,\left(\frac{m+1}{2}\right)}$ hingga $b_{n,\left(\frac{m+1}{2}\right)}$

iv. Mengisi bingkai isian $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),1}$ dan lakukan seperti pada langkah no. 2 ke arah j sampai dengan $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),m}$ (Gambar 50).



Gambar 50. Refleksi dan Translasi $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),1}$ hingga $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),m}$

v. Isikan bingkai isian yang tersisa dan lakukan operasi refleksi terhadap bingkai yang berdimensi sama seperti pada langkah pembagian bingkai isian homogen (Gambar 51).

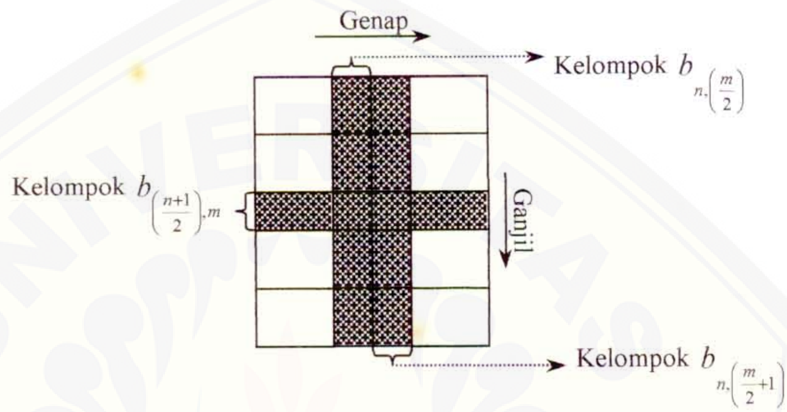


Gambar 51. Contoh Roster Segiempat Tak Homogen

$m = n$ Ganjil

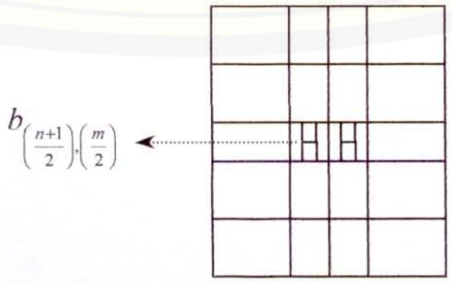
3. Jika n ganjil dan m genap atau n genap dan m ganjil, maka lakukan:

   i. Penentuan kelompok bingkai isian berdimensi berbeda. Misal kelompok $b_{n,\left(\frac{m}{2}\right)}$, $b_{n,\left(\frac{m}{2}+1\right)}$ dan $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),m}$ sebagai kelompok bingkai isian berdimensi berbeda (Gambar 52).



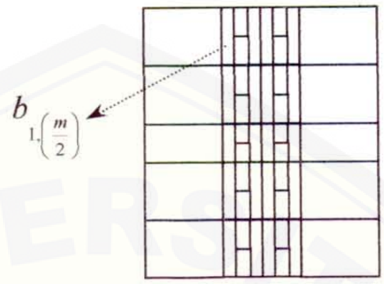
Gambar 52. Penentuan Bingkai Isian Tak Homogen
n Ganjil dan m Genap

   ii. Mengisikan bingkai isian pada $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),\left(\frac{m}{2}\right)}$ dengan motif Gambar 32 bagian (e) sebagai motif dari $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),\left(\frac{m}{2}\right)}$. Kemudian refleksikan $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),\left(\frac{m}{2}\right)}$ ke arah j sampai dengan $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),\left(\frac{m}{2}+1\right)}$ (Gambar 53).



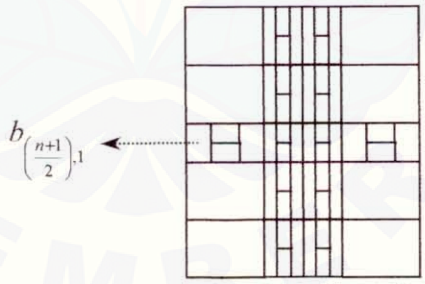
Gambar 53. Pengisian Motif dan Refleksi $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),\left(\frac{m}{2}\right)}$

iii. Mengisi bingkai isian pada $b_{1,\left(\frac{m}{2}\right)}$ kemudian refleksikan ke arah i sampai dengan $b_{\left(\frac{n+1}{2}-1\right),\left(\frac{m}{2}\right)}$ hingga $b_{\left(\frac{n+1}{2}-1\right),\left(\frac{m}{2}+1\right)}$ (Gambar 54).



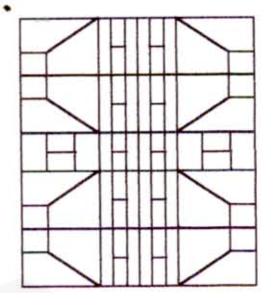
Gambar 54. Refleksi $b_{1,\left(\frac{m}{2}\right)}$ hingga $b_{\left(\frac{n+1}{2}-1\right),\left(\frac{m}{2}+1\right)}$

iv. Mengisi bingkai isian pada $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),1}$ kemudian lakukan seperti langkah (iii) sampai dengan $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),m}$ (Gambar 55).



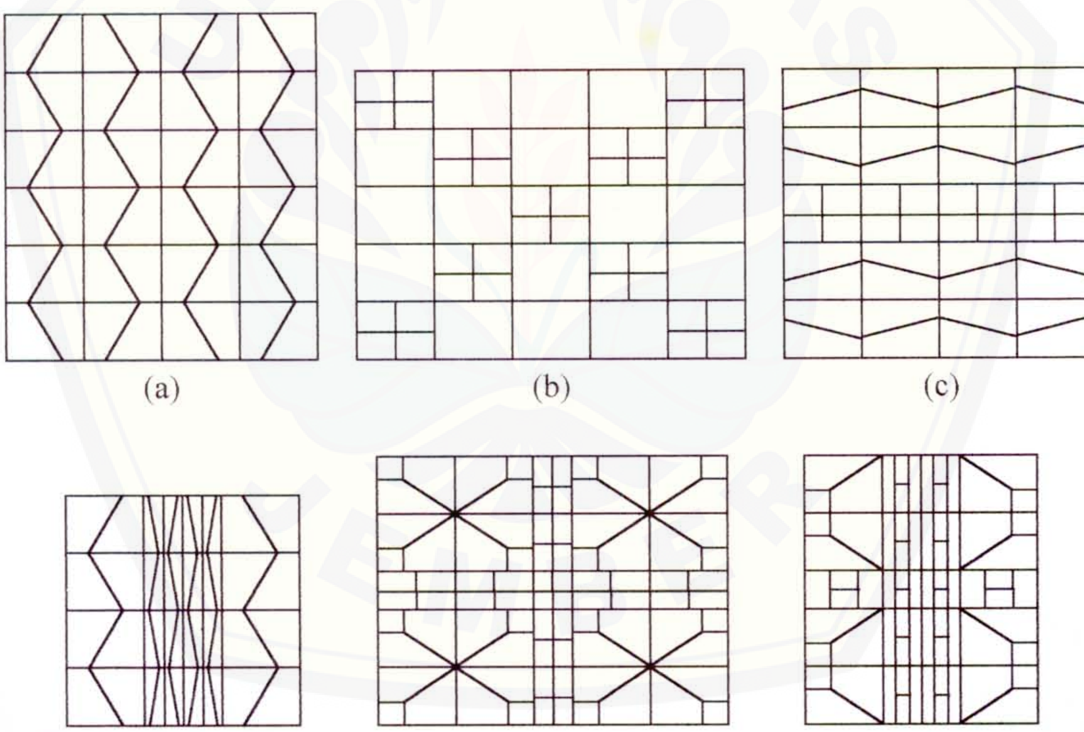
Gambar 55. Refleksi $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),1}$ hingga $b_{\left(\frac{n+1}{2}\right),m}$

v. Mengisi bingkai isian dan melakukan operasi refleksi terhadap bingkai yang berdimensi lain seperti pada langkah pembagian bingkai isian homogen (Gambar 56).



Gambar 56. Contoh Roster Segiempat Tak Homogen
n Ganjil dan *m* Genap

3. Model roster telah terbangun. Berikut kita sajikan contoh-contoh hasil perlakuan dari prosedur 2.



(a) (b) (c)

(d) (e) (f)

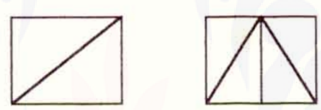
Gambar 57. Contoh Roster Berbasis Bangun Segiempat

3.1.2 Model Roster Bangun Dasar Segitiga

Dalam konstruksi model roster bangun dasar segitiga prinsipnya adalah sama dengan model roster bangun dasar segiempat. Adapun untuk membangun motif bingkai isian dengan bangun dasar segitiga tersebut dapat dilakukan antara lain sebagai berikut:

a) Motif Segitiga Siku-siku

- Tarik sebuah garis lurus pada salah satu diagonal dalam bingkai isian (Gambar 58.a).
- Bagilah bingkai isian menjadi dua segiempat yang sama, kemudian pada tiap-tiap segiempat tersebut tarik sebuah garis lurus pada salah satu diagonalnya (Gambar 58.b).

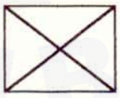


(a) (b)

Gambar 58. Contoh Motif Segitiga Siku-siku

b) Motif Segitiga Samakaki

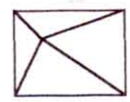
Tariklah garis lurus yang menghubungkan masing-masing diagonal pada bingkai isian sehingga terbentuk empat segitiga samakaki (Gambar 59).



Gambar 59. Contoh Motif Segitiga Samakaki

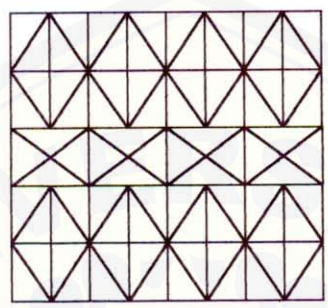
c) Motif Segitiga Sebarang

Tentukanlah sebuah titik pada bingkai isian, kemudian hubungkanlah titik tersebut dengan keempat sudut bingkai isian (Gambar 60).



Gambar 60. Contoh Motif Segitiga Sebarang

Dibawah ini contoh model roster hasil konstruksi melalui bangun dasar segitiga.



Gambar 61. Contoh Model Roster Bangun Dasar Segitiga

3.1.3 Model Roster Bangun Dasar Lingkaran

Prosedur konstruksi roster bangun dasar lingkaran memiliki prinsip yang sama dengan konstruksi roster bangun dasar segitiga dan segiempat. Adapun untuk membangun motif bingkai isiannya dapat dilakukan, antara lain sebagai berikut:

a) Contoh Kasus Gambar 62.a:

Pertama-tama tentukan titik pusat kemudian jari-jari lingkaran dalam bingkai isian. Titik pusat ditentukan melalui titik berat bingkai isian tersebut dan jari-jari r diambil dalam selang $0 < r < \frac{1}{2}$ panjang sisi bingkai isian terpendek. Kemudian dengan menggunakan persamaan lingkaran kita bangun kurva lingkaran dengan titik pusat dan jari-jari yang diperoleh (Gambar 62.a).

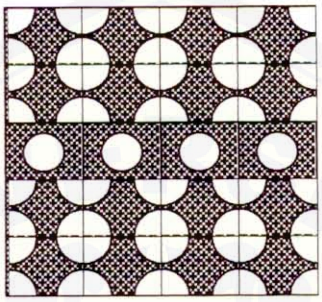
b) Contoh Kasus Gambar 62.b:

Pertama-tama tentukan titik pusat kemudian jari-jari r dalam selang $0 < r < \frac{1}{2}$ panjang sisi bingkai isian terpendek. Bangunlah $\frac{1}{4}$ kurva lingkaran pada tiap sudut bingkai isian dengan titik pusat adalah tiap titik sudut bingkai isian, serta dengan jari-jari r yang telah ditentukan (Gambar 62.b).


(a) (b)

Gambar 62. Contoh Motif Lingkaran

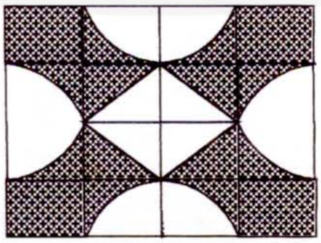
Di bawah ini contoh model roster hasil konstruksi melalui bangun dasar lingkaran.



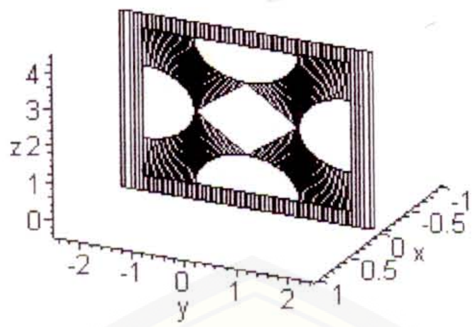
Gambar 63. Contoh Model Roster Bangun Dasar Lingkaran

3.1.4 Model Roster Bangun Dasar Kombinasi Segiempat, Segitiga dan Lingkaran

Berdasarkan pada motif-motif segiempat, segitiga dan lingkaran yang telah dibangun pada bagian-bagian sebelumnya serta teknik-teknik pengisian bingkai isian yang dibahas pada bagian sebelumnya, di bawah ini diberikan contoh model roster bangun dasar kombinasi segiempat, segitiga dan lingkaran (Gambar 64). Sedangkan contoh hasil pemrograman dari model ini, dapat dilihat pada Gambar 65 dengan *listing* program terdapat pada Lampiran 1 (*listing* dilakukan dengan bantuan *software* **Maple V Rel. 5.0**).



Gambar 64. Contoh Model Roster Bangun Dasar Kombinasi Segiempat, Segitiga dan Lingkaran



Gambar 65. Contoh Model Roster Bangun Dasar Kombinasi Segiempat, Segitiga dan Lingkaran Hasil Pemrograman

3.2. Model Roster Berbasis Ellips dan Parabola

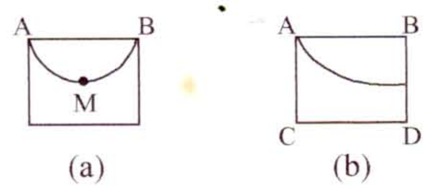
Prosedur konstruksi roster berbasis ellips dan parabola pada prinsipnya sama dengan konstruksi roster bangun dasar segitiga, segiempat dan lingkaran. Adapun untuk membangun motif bingkai isiannya dapat dilakukan antara lain sebagai berikut:

a) Contoh Kasus Motif Parabola:

Pertama-tama tentukan titik puncak dan dua titik simetris terhadap titik puncak parabola dalam bingkai isian. Titik puncak misalnya ditentukan melalui titik berat M dan dua titik simetris diambil melalui titik-titik sudut A dan B, kemudian melalui persamaan parabola $f(x) = ax^2 + bx + c$ bangunlah kurva parabola (Gambar 66.a).

b) Contoh Kasus Motif Ellips:

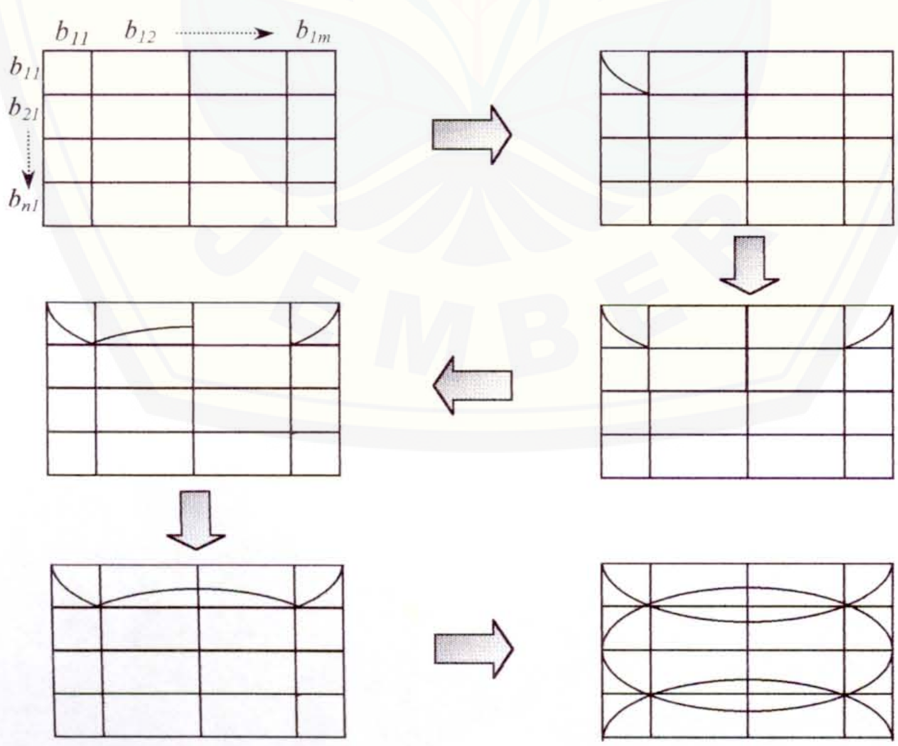
Pertama tentukanlah jari-jari terpanjang dan terpendek ellips dalam bingkai isian. Jari-jari terpanjang misalnya ditentukan melalui ukuran sisi AB, jari-jari terpendek melalui ½ ukuran sisi BD. Selanjutnya melalui persamaan ellips $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ bangunlah sebuah persamaan ellips berdasar jari-jari terpanjangnya a = AB dan terpendeknya b = BD atau sebaliknya (Gambar 66.b).



Gambar 66. Contoh Motif Ellips dan Parabola

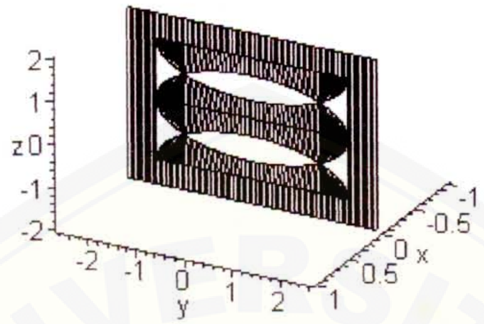
Di bawah ini contoh model roster hasil konstruksi melalui ellips beserta prosedur konstruksinya, yaitu:

a. Bagilah bingkai dasar menjadi beberapa bingkai isian yang tak homogen dengan mempertahankan sifat kesimetrrian daari masing-masing bingkai isian.
b. Isikakan motif dalam bingkai b_{11}.
c. Refleksikan bingkai b_{11} ke arah j kemudian translasi ke arah j juga sebesar 2 satuan luas b_{12}.
d. Isikan motif lain dalam bingkai b_{12}.
e. Refleksikan b_{12} ke arah j sampai dengan $b_{1,(m-1)}$.
f. Refleksikan kelompok bingkai b_{11} sampai b_{1m} ke arah i hingga semua bingkai isian terisi dengan motif.



Gambar 67. Contoh Konstruksi Model Roster Berbasis Ellips

Adapun contoh hasil pemrograman dari model ini, dapat dilihat pada Gambar 68 dengan *listing* program terdapat pada Lampiran 2 (*listing* dilakukan dengan bantuan *software* **Maple V Rel. 5.0**).



Gambar 68. Contoh Model Roster Berbasis Ellips Hasil Pemrograman

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kusno. 2000. *Geometri Ruang*. Jurusan Matematika F.MIPA Universitas Jember. Jember

[2] Monagan. 1998. *Maple V Re. 5.0 Programming Guide*. Waterloo Maple Inc. Canada.

[3] Purcell E.J.& Dale Varberg. 1995. *Kalkulus dan Geometri Analitis Edisi Kelima*. Terjemahan oleh Bana Kartasasmita dan Rawuh. Erlangga. Jakarta

[4] Rawuh. 1993. *Geometri Transformasi*. Matematika FMIPA-ITB. Bandung

[5] Rawuh dan Bana Kartasasmita. 1984. *Kalkulus dan Geometri Analitis Edisi Ketiga*. Erlangga. Jakarta

[6] Sukirman. 1994. *Geometri Analitik Ruang*. Depdikbud Universitas Terbuka. Jakarta

[7] Thomas G.B., JR. 1960. *Calculus and Analytic Geometry*. Departement of Mathematics Massachussetts Institute of Technology. Massachussetts

[8] Wright Franklin D. 1990. *Essential Mathematics Second Edition*. D. C. Heath and Company. Toronto

Lampiran-lampiran

Lampiran 1

```
> #  ' Program  Konstruksi Roster Berbasis Kombinasi Segiempat,
  Segitiga dan Lingkaran '

> with(plots):
> spacecurve({[0,t-2,t-1,t=2..3],[0,cos(t),sin(t),t=0..(1/2)*Pi]},
  t=-Pi..Pi,axes=FRAME,labels=[x,y,z]);
> spacecurve({[0,sin(t),sin(t)+ 1,t=0..(1/2)*Pi],[0,cos(t),sin(t),
  t=0..(1/2)*Pi]},t=-Pi..Pi,axes=FRAME,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> b1:=[seq([ seq([0,((i/20)-2)*j,(i/20-1)*j],i=40..60)],j=0..1)]:
> b2:=[seq([ seq([0,sin((i/n)*(1/2)*Pi)*(1-j),
  cos((i/n)*(1/2)*Pi)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> b:=b1+b2:
> surfdata({b},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> spacecurve({[0,t,-t+1,t=-1..0],[0,cos(t),sin(t),
  t=(1/2)*Pi..Pi]},t=-Pi..Pi,axes=FRAME,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> c1:=[seq([ seq([0,(-1)*(i/20)*j,((i/20)+1)*j],
  i=0..20)],j=0..1)]:
> c2:=[seq([ seq([0,sin((i/n)*(-1)*(1/2)*Pi)*(1-j),
  cos((i/n)*(-1)*(1/2)*Pi)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> c:=c1+c2:
> surfdata({c},axes=frame,labels=[x,y,z]);
> surfdata({b,c},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> d1:=[seq([ seq([0,(-1)*(i/20)*j,0],i=-40..-20)],j=0..1)]:
> d2:=[seq([ seq([0,(sin((i/n)*(-1)*(1/2)*Pi)+2)*(1-j),
  ((-1)*(cos((i/n)*(1/2)*Pi)+2)+4)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> d:=d1+d2:
> surfdata({b,c,d},axes=frame,labels=[x,y,z]);
```

```
> n:=20:
> e1:=[seq([ seq([0,(i/20)*j,4*j],i=20..40)],j=0..1)]:
> e2:=[seq([ seq([0,((-1)*(cos((i/n)*(1/2)*Pi)+2)+4)
  *(1-j),(sin((i/n)*(1/2)*Pi)+2)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> e:=e1+e2:
> surfdata({b,c,d,e},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> f1:=[seq([ seq([0,(i/20)*j,0],i=-40..-20)],j=0..1)]:
> f2:=[seq([ seq([0,(-1)*(sin((i/n)*(-1)*(1/2)*Pi)+2)*(1-j),
  (-1)*(cos((i/n)*(1/2)*Pi)+2)+4)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> f:=f1+f2:
> surfdata({b,c,d,e,f},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> g1:=[seq([ seq([0,(-1)*(i/20)*j,4*j],i=20..40)],j=0..1)]:
> g2:=[seq([ seq([0,(-1)*((-1)*(cos((i/n)*(1/2)*Pi)+2)+4)
  *(1-j),(sin((i/n)*(1/2)*Pi)+2)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> g:=g1+g2:
> surfdata({b,c,d,e,f,g},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> h1:=[seq([ seq([0,(-1)*(i/20)*j,((-1)*((i/20)+1)+4)*j],
  i=0..20)],j=0..1)]:
> h2:=[seq([ seq([0,sin((i/n)*(-1)*(1/2)*Pi)*(1-j),((-1)
  *cos((i/n)*(-1)*(1/2)*Pi)+4)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> h:=h1+h2:
> surfdata({b,c,d,e,f,g,h},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> i1:=[seq([ seq([0,(-1)*(-1)*(i/20)*j,((-1)*((i/20)+1)+4)*j],
  i=0..20)],j=0..1)]:
> i2:=[seq([ seq([0,(-1)*sin((i/n)*(-1)*(1/2)*Pi)*(1-j),((-1)
  *cos((i/n)*(-1)*(1/2)*Pi)+4)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> i:=i1+i2:
> surfdata({b,c,d,e,f,g,h,i},axes=frame,labels=[x,y,z]);
```

```
> atas1:=[seq([ seq([0,((i/15)-2)*j,(sqrt(2)+3)*j],
  i=0..60)],j=0..1)]:
> atas2:=[seq([ seq([0,((i/15)-2)*(1-j),4*(1-j)],
  i=0..60)],j=0..1)]:
> atas:=atas1+atas2:
> surfdata({atas},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> bawah1:=[seq([ seq([0,((i/15)-2)*j,-(sqrt(2)-1)*j],
  i=0..60)],j=0..1)]:
> bawah2:=[seq([ seq([0,((i/15)-2)*(1-j),0*(1-j)],
  i=0..60)],j=0..1)]:
> bawah:=bawah1+bawah2:
> surfdata({bawah},axes=frame,labels=[x,y,z]);
> surfdata({b,c,d,e,f,g,h,i,atas,bawah},axes=frame,
  labels=[x,y,z]);

> si1:=[seq([ seq([0,((i*(sqrt(2)-1)/5)-(sqrt(2)+1))*j,
  -(sqrt(2)-1)*j],i=0..5)],j=0..1)]:
> si2:=[seq([ seq([0,((i*(sqrt(2)-1)/5)-(sqrt(2)+1))*(1-j),
  (sqrt(2)+3)*(1-j)],i=0..5)],j=0..1)]:
> si:=si1+si2:
> surfdata({si},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> sn1:=[seq([ seq([0,-((i*(sqrt(2)-1)/5)-(sqrt(2)+1))*j,
  -(sqrt(2)-1)*j],i=0..5)],j=0..1)]:
> sn2:=[seq([ seq([0,-((i*(sqrt(2)-1)/5)-(sqrt(2)+1))*(1-j),
  (sqrt(2)+3)*(1-j)],i=0..5)],j=0..1)]:
> sn:=sn1+sn2:
> surfdata({sn},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> surfdata({b,c,d,e,f,g,h,i,atas,bawah,si,sn},axes=frame,
  labels=[x,y,z]);
```

Lampiran 2

```
> #   ' Program Konstruksi Roster Berbasis Ellips dan Parabola '

> with(plots):
> spacecurve({[0,2*cos(t),sin(t),t=0..2*Pi]},t=-Pi..Pi,
  axes=FRAME,labels=[x,y,z]);
> spacecurve({[0,t,0,t=sqrt(2)..2],[0,2*cos(t),sin(t),
  t=0..(1/4)*Pi]},t=-Pi..Pi,axes=FRAME,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> c1:=[seq([ seq([0,((2+sqrt(2))-((i/(20/(2-sqrt(2))))
  +sqrt(2)))*j,0],i=0..20)],j=0..1)]:
> c2:=[seq([ seq([0,2*cos((i/n)*(1/4)*Pi)*(1-j),
  sin((i/n)*(1/4)*Pi)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> c:=c1+c2:
> surfdata({c},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> d1:=[seq([ seq([0,((2+sqrt(2))-((i/(20/(2-sqrt(2))))
  +sqrt(2)))*j,0],i=0..20)],j=0..1)]:
> d2:=[seq([ seq([0,2*cos((i/n)*(1/4)*Pi)*(1-j),(-1)*sin((i/n)
  *(1/4)*Pi)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> d:=d1+d2:
> surfdata({d},axes=frame,labels=[x,y,z]);
> surfdata({c,d},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> spacecurve({[0,cos(t),2*sin(t)+1,t=0..2*Pi]},t=-Pi..Pi,
  axes=FRAME,labels=[x,y,z]);
> spacecurve({[0,t,0,t=0..sqrt(2)],[0,2*cos(t),sin(t)+sqrt(2),
  t=(6/4)*Pi..(7/4)*Pi]},t=-Pi..Pi,axes=FRAME,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> e1:=[seq([ seq([0,(i*(sqrt(2)/20))*j,0],i=0..20)],j=0..1)]:
> e2:=[seq([ seq([0,2*cos((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)*(1-j),
   (sin((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)+sqrt(2))*(1-j)],
   i=0..20)],j=0..1)]:
```

```
> e:=e1+e2:
> surfdata({e},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> f1:=[seq([ seq([0,(i*(sqrt(2)/20))*j,0],i=0..20)],j=0..1)]:
> f2:=[seq([ seq([0,2*cos((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)*(1-j),(-1)
  *(sin((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)+sqrt(2))*(1-j)],
  i=0..20)],j=0..1)]:
> f:=f1+f2:
> surfdata({f},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> g1:=[seq([ seq([0,-(i*(sqrt(2)/20))*j,0],i=0..20)],j=0..1)]:
> g2:=[seq([ seq([0,-2*cos((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)*(1-j),
  (sin((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)+sqrt(2))*(1-j)],
  i=0..20)],j=0..1)]:
> g:=g1+g2:
> surfdata({g},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> h1:=[seq([ seq([0,-(i*(sqrt(2)/20))*j,0],i=0..20)],j=0..1)]:
> h2:=[seq([ seq([0,-2*cos((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)*(1-j),
  -(sin((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)+sqrt(2))*(1-j)],
  i=0..20)],j=0..1)]:
> h:=h1+h2:
> surfdata({h},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> k1:=[seq([ seq([0,-((2+sqrt(2))-((i/(20/(2-sqrt(2))))
  +sqrt(2)))*j,0],i=0..20)],j=0..1)]:
> k2:=[seq([ seq([0,-2*cos((i/n)*(1/4)*Pi)*(1-j),sin((i/n)
  *(1/4)*Pi)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> k:=k1+k2:
> surfdata({k},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> l1:=[seq([ seq([0,-((2+sqrt(2))-((i/(20/(2-sqrt(2))))
  +sqrt(2)))*j,0],i=0..20)],j=0..1)]:
```

```
> l2:=[seq([ seq([0,-2*cos((i/n)*(1/4)*Pi)*(1-j),(-1)*sin((i/n)
  *(1/4)*Pi)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> l:=l1+l2;
> surfdata({l},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> m1:=[seq([ seq([0,((2+sqrt(2))-((i/(20/(2-sqrt(2))))
  +sqrt(2)))*j,sqrt(2)*j],i=0..20)],j=0..1)]:
> m2:=[seq([ seq([0,2*cos((i/n)*(1/4)*Pi)*(1-j),(((-1)*sin((i/n)
  *(1/4)*Pi))+sqrt(2))*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> m:=m1+m2:
> surfdata({m},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> o1:=[seq([ seq([0,-((2+sqrt(2))-((i/(20/(2-sqrt(2))))+sqrt(2)))
  *j,sqrt(2)*j],i=0..20)],j=0..1)]:
> o2:=[seq([ seq([0,-2*cos((i/n)*(1/4)*Pi)*(1-j),(((-1)*sin((i/n)
  *(1/4)*Pi))+sqrt(2))*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> o:=o1+o2:
> surfdata({o},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> p1:=[seq([ seq([0,((2+sqrt(2))-((i/(20/(2-sqrt(2))))
  +sqrt(2)))*j,-sqrt(2)*j],i=0..20)],j=0..1)]:
> p2:=[seq([ seq([0,2*cos((i/n)*(1/4)*Pi)*(1-j),-(((-1)*sin((i/n)
  *(1/4)*Pi))+sqrt(2))*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> p:=p1+p2:
> surfdata({p},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> q1:=[seq([ seq([0,-((2+sqrt(2))-((i/(20/(2-sqrt(2))))
  +sqrt(2)))*j,-sqrt(2)*j],i=0..20)],j=0..1)]:
> q2:=[seq([ seq([0,-2*cos((i/n)*(1/4)*Pi)*(1-j),-(((-1)
  *sin((i/n)*(1/4)*Pi))+sqrt(2))*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> q:=q1+q2:
> surfdata({q},axes=frame,labels=[x,y,z]);
```

```
> n:=20:
> r1:=[seq([ seq([0,(i*(sqrt(2)/20))*j,-sqrt(2)*j],
  i=0..20)],j=0..1)]:
> r2:=[seq([ seq([0,2*cos((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)*(1-j),
  (sin((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi))*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> r:=r1+r2:
> surfdata({r},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> s1:=[seq([ seq([0,-(i*(sqrt(2)/20))*j,-sqrt(2)*j],
  i=0..20)],j=0..1)]:
> s2:=[seq([ seq([0,-2*cos((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)*(1-j),
  sin((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)*(1-j)],i=0..20)],j=0..1)]:
> s:=s1+s2:
> surfdata({s},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> u1:=[seq([ seq([0,(i*(sqrt(2)/20))*j,sqrt(2)*j],
  i=0..20)],j=0..1)]:
> u2:=[seq([ seq([0,2*cos((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)*(1-j),((-1)
  *((sin((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)+sqrt(2)))+sqrt(2))*(1-j)],
  i=0..20)],j=0..1)]:
> u:=u1+u2:
> surfdata({u},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> n:=20:
> v1:=[seq([ seq([0,-(i*(sqrt(2)/20))*j,sqrt(2)*j],
  i=0..20)],j=0..1)]:
> v2:=[seq([ seq([0,-2*cos((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)*(1-j),
  (-(sin((i/n)*(1/4)*Pi+(6/4)*Pi)+sqrt(2))+sqrt(2))*(1-j)],
  i=0..20)],j=0..1)]:
> v:=v1+v2:
> surfdata({v},axes=frame,labels=[x,y,z]);
```

```
> atas1:=[seq([ seq([0,((i/15)-2)*j,sqrt(2)*j],i=0..60)],j=0..1)]:
> atas2:=[seq([ seq([0,((i/15)-2)*(1-j),2*(1-j)],
  i=0..60)],j=0..1)]:
> atas:=atas1+atas2:
> surfdata({atas},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> bawah1:=[seq([ seq([0,((i/15)-2)*j,-sqrt(2)*j],
  i=0..60)],j=0..1)]:
> bawah2:=[seq([ seq([0,((i/15)-2)*(1-j),-2*(1-j)],
  i=0..60)],j=0..1)]:
> bawah:=bawah1+bawah2:
> surfdata({bawah},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> kanan1:=[seq([ seq([0,(((2-sqrt(2))*i/10)+2)*j,2*j],
  i=0..10)],j=0..1)]:
> kanan2:=[seq([ seq([0,(((2-sqrt(2))*i/10)+2)*(1-j),-2*(1-j)],
  i=0..10)],j=0..1)]:
> kanan:=kanan1+kanan2:
> surfdata({kanan},axes=frame,labels=[x,y,z]);

> kiri1:=[seq([ seq([0,-(((2-sqrt(2))*i/10)+2)*j,2*j],
  i=0..10)],j=0..1)]:
> kiri2:=[seq([ seq([0,-(((2-sqrt(2))*i/10)+2)*(1-j),-2*(1-j)],
  i=0..10)],j=0..1)]:
> kiri:=kiri1+kiri2:

> surfdata({c,d,e,f,g,h,k,l,m,o,p,q,r,s,u,v,atas,bawah,kanan,
  kiri},axes=frame,labels=[x,y,z]);
```