

DESAIN MOTIF MOZAIK PADA *REGULER DECAGON* BERBASIS *GOLDEN TRIANGLE*

Itaniza Rosyadi¹⁰, Kusno¹¹, Kiswara Agung Santoso¹²

Abstract. *Decagonal Penrose Mosaic is a decagonal interior design constructed by applying the basic of golden triangle Penrose tile. There are several techniques to design the mosaic, some of them are as follows: (1) constructing Penrose tile on the fifth iterations constructed from isosceles triangles which on each triangle is defined by decagon sector; (2) stating Penrose symmetry base as the mosaic design base; (3) dividing each Penrose tile golden triangle into 3 zone; (4) stating Penrose symmetry base to fill in Penrose tile golden triangle in each zone; (5) coloring the interior Penrose symmetry base and the backgrounds. The formed design has been found several Penrose mosaic models in full symmetry, not fully symmetry, similar and overlap, which each models has natural motive and symmetry characteristics. By using the different coloring techniques it has been formed some coloring pattern on the centre, homogenous distribution, or spreading. This would enrich the varieties of mosaic design forms.*

Key Words: *decagonal golden triangle Penrose tile, Penrose mosaic*

PENDAHULUAN

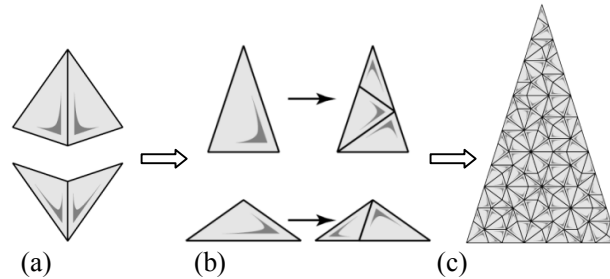
Mozaik merupakan hasil kreasi seni yang didesain dari potongan-potongan bahan, kemudian disusun dan ditempelkan pada sebuah bidang. Dalam penelitian ini, desain mozaik dibangun dengan menggunakan dasar ubin Penrose *golden triangle*. *Golden triangle* merupakan segitiga lancip samakaki yang mempunyai sudut-sudut dalam perbandingan 2 : 1 : 2 dan rasio perbandingan panjang sisi-sisi yang berlainan dalam τ dengan nilai $\tau = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1.6180\dots$ (Tiwary, tanpa tahun).

Ubin Penrose *golden triangle* merupakan pengubinan aperiodik yang dibangun pada bidang *golden triangle* oleh sejumlah segitiga lancip dan segitiga tumpul samakaki. melalui proses pengubinan substitusi yaitu pada bidang *golden triangle* tersusun oleh dua segitiga lancip dan satu segitiga tumpul samakaki, dan selanjutnya setiap segitiga lancip tersusun oleh dua segitiga lancip dan satu segitiga tumpul dan setiap segitiga tumpul tersusun oleh satu segitiga lancip dan satu segitiga tumpul (Kaplan, 2009) seperti ditunjukkan Gambar 1.

¹⁰ Mahasiswa Magister Matematika FMIPA Universitas Jember

¹¹ Staf Pengajar Matematika FMIPA Universitas Jember

¹² Staf Pengajar Matematika FMIPA Universitas Jember



Gambar 1 (a) ubin layang-layang dan anak panah; (b) pengubinan segitiga lancip dan segitiga tumpul; ubin Penrose *golden triangle* (Sumber: Kaplan, 2009)

Beberapa penelitian tentang ubin Penrose telah dilakukan antara lain Gummelt (1996) menunjukkan bahwa saling menutupi (*overlap*) pada *chartwheelcovering Penrose tiling* dapat membentuk ubin segisepuluh dengan motif-motif yang samadan ubin-ubin segisepuluh tersebut kemudian disusun dengan menggunakan prinsip saling menutupi pada bagian yang bermotif sama, sehingga terbentuk ubin aperiodik baru. Tiwary (tanpa tahun) mendapatkan pengubinan *rhombus* Penrose melalui pendekatan *L-system*. Ramachandrarao *et.al*(2000) mendapatkan pengubinan *rhombus* Penrose melalui proses deflasi serta menggunakan algoritma seperti yang digunakan dalam pembentukan obyek-obyek fractal.

Pada penelitian ini dikembangkan pola-pola pengubinan baru pada bidang segi sepuluh (*regular decagon*) dengan menggunakan dasar ubin Penrose *golden triangle* iterasi ke-5 sehingga hasilnya dalam interior *decagon* dapat dibangun beragam model pengubinan baru yang memiliki pola kesimetrisan serta keberulangan bentuk dan dapat diterapkan untuk desain batik, mozaik atau wallpaper.

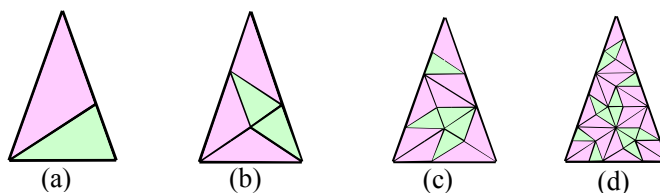
METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan desain motif mozaik digunakan tahap-tahap penelitian sebagai berikut. Pertama menetapkan data awal berupa ubin Penrose *golden triangle* iterasi ke-5, kedua menetapkan bangun-bangun dasar yang memiliki unsur kesimetrisan pada ubin Penrose, ketiga melakukan pembagian ubin Penrose dalam zone, keempat mengisi tiap-tiap zone dengan bangun-bangun dasar yang telah ditetapkan pada tahap kedua, kelima pewarnaan daerah interior bangun-bangun dasar serta daerah latar dan yang keenam desain mozaik pada *decagon*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penetapan Data

Ubin Penrose *golden triangle* terkonstruksi oleh sejumlah segitiga lancip dan sejumlah segitiga tumpul samakaki melalui metode substitusi dan proses deflasi yaitu pada proses pengubinan pertama *golden triangle* tersusun oleh dua macam segitiga samakaki, kemudian masing-masing segitiga tersusun oleh segitiga-segitiga yang sejenis dengan ukuran yang semakin kecil pada faktor skala $\frac{-1+\sqrt{5}}{2}$ (de Briujn, 1981). Pada pembahasan ini iterasi pengubinan terbentuk dengan cara tiap-tiap segitiga lancip tersusun oleh satu segitiga lancip dan satu segitiga tumpul dan pada tiap-tiap segitiga tumpul tersusun oleh satu segitiga lancip dan dua segitiga tumpul (Gambar 2). Dengan demikian pada iterasi 1 ubin Penrose *golden triangle* terkonstruksi oleh satu segitiga lancip dan satu segitiga tumpul samakaki (Gambar 2a). Pada iterasi 2 ubin Penrose terkonstruksi oleh 2 segitiga lancip dan 3 segitiga tumpul (Gambar 2b). Iterasi 3 ditunjukkan Gambar 2c dan iterasi 4 (Gambar 2d). Jumlah segitiga pembangun pengubinan dalam setiap iterasinya ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 2. Ubin Penrose *golden triangle* pada iterasi 1, 2, 3 dan 4

Tabel 1. Jumlah segitiga pembangun pengubinan Penrose *golden triangle*

Iterasi	Jumlah		Jumlah seluruhnya
	Segitiga lancip	Segitiga tumpul	
(1)	(2)	(3)	(4)
1	1	1	2
2	2	3	5
3	5	8	13
4	13	21	34
5	34	55	89
6	89	144	233
....

Dalam Tabel 1 pada kolom (2), (3) dan (4) kita dapatkan jumlah segitiga-segitiga pembangun pengubinan Penrose pada setiap iterasinya dalam bentuk barisan bilangan 1, 2, 5, 13, 34, 89, ... , barisan bilangan 1, 3, 8, 21, 55, 144, ... dan barisan bilangan 2, 5,

13, 34, 89, 233, ... Dengan menggunakan hubungan yang dapat kita peroleh dari barisan bilangan tersebut dengan barisan bilangan Fibonacci, didapatkan rumus-rumus untuk suku ke- n barisan-barisan bilangan tersebut sebagai berikut:

- a. jumlah segitiga lancip pembangun ubin Penrose iterasi 1, 2, 3 dan seterusnya dapat ditentukan dengan menggunakan rumus fungsi

$$U_i = V_{2i-1} = \frac{1}{\sqrt{5}} \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^{2i-1} - \frac{1}{\sqrt{5}} \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^{2i-1}, \text{ dengan } i = 1, 2, 3, \dots, n;$$

- b. jumlah segitiga tumpul pembangun ubin Penrose iterasi 1, 2, 3 dan seterusnya dapat ditentukan dengan menggunakan rumus fungsi

$$W_i = V_{2i} = \frac{1}{\sqrt{5}} \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^{2i} - \frac{1}{\sqrt{5}} \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^{2i}, \text{ dengan } i = 1, 2, 3, \dots, n;$$

- c. jumlah segitiga pembangun ubin Penrose iterasi 1, 2, 3 dan seterusnya dapat ditentukan dengan menggunakan rumus fungsi

$$G_i = V_{2i+1} = \frac{1}{\sqrt{5}} \left(\frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^{2i+1} - \frac{1}{\sqrt{5}} \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^{2i+1}, \text{ dengan } i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Posisi *golden triangle* ABC pada bidang Cartesius ditetapkan sebagai berikut. Jika ditetapkan koordinat titik $A(0,0)$, $B(a,0)$ maka koordinat titik C dapat kita peroleh dengan cara titik B dirotasikan dengan pusat rotasi pada titik A sejauh 36° . Jika koordinat titik C dinyatakan dalam (p, q) , maka koordinat titik C dapat diperoleh melalui perkalian matriks berikut.

$$\begin{bmatrix} p & q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \frac{1}{5}\pi & \sin \frac{1}{5}\pi \\ -\sin \frac{1}{5}\pi & \cos \frac{1}{5}\pi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \cos \frac{1}{5}\pi & a \sin \frac{1}{5}\pi \end{bmatrix}, \text{ didapatkan koordinat}$$

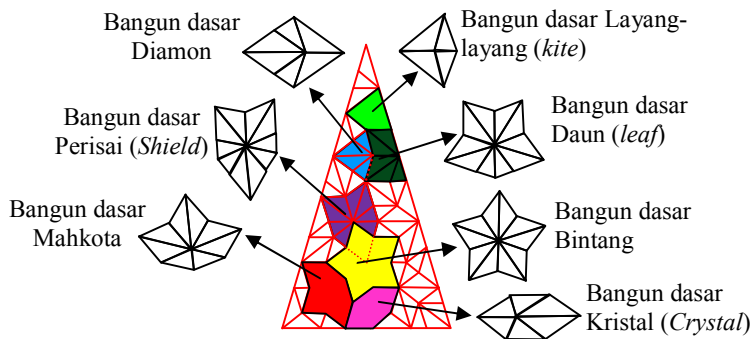
$$\text{titik } C(p, q) = C \left(a \cos \frac{1}{5}\pi, a \sin \frac{1}{5}\pi \right).$$

Untuk menyusun segitiga-segitiga pada pengubinan Penrose *golden triangle* maka terlebih dahulu dibuat kerangka untuk menyusun segitiga-segitiga tersebut dalam bentuk kesebangunan *golden triangle* dalam kurva spiral. Pada *golden triangle* ABC yang telah ditetapkan koordinatnya, titik C dirotasikan 36° berlawanan arah putar jarum jam, dan pusat rotasi pada titik B sehingga didapatkan koordinat titik $C_1 \left(a \cos \frac{1}{5}\pi \left(2 \cos \frac{1}{5}\pi - 1 \right), a \sin \frac{1}{5}\pi \left(2 \cos \frac{1}{5}\pi - 1 \right) \right)$. Selanjutnya koordinat titik C_2 dapat diperoleh melalui titik C_1 dirotasikan 36° berlawanan arah perputaran jarum jam dengan pusat rotasi pada titik C dan didapatkan koordinat $C_2 \left(2a \left(\cos \frac{1}{5}\pi - \right) \right)$

1) $\left(2 \left(\cos \frac{1}{5} \pi\right)^2 - 1\right) + a \cos \frac{1}{5} \pi, 4a \cos \frac{1}{5} \pi \sin \frac{1}{5} \pi \left(\cos \frac{1}{5} \pi - 1\right) + \sin \frac{1}{5} \pi$. Dengan cara sama koordinat titik-titik C_3, C_4 dan C_5 kita tetapkan. Kesebangunan *golden triangle* dalam pola kurva spiral terkonstruksi oleh $\Delta ABC, \Delta BCC_1, \Delta CC_1C_2, \Delta C_1C_2C_3, \Delta C_2C_3C_4$ dan $\Delta C_3C_4C_5$. Ubin Penrose *golden triangle* iterasi 5 kita bangun pada kerangka kurva spiral *golden triangle* tersebut melalui proses transformasi refleksi serta dilanjutkan dengan konstruksi kesebangunan *golden triangle* dalam kurva spiral berikutnya pada daerah segitiga tumpul yang kosong. Hasil konstruksi dalam program maple 13.0 ditunjukkan Gambar 4.

Penetapan Bangun-Bangun Dasar

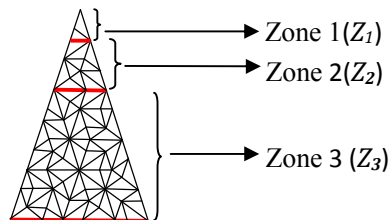
Bangun-bangun dasar pada ubin Penrose *golden triangle* ditetapkan menurut kriteria simetri pusat dan simetri sumbu. Kita dapatkan bentuk bangun-bangun dasar sebagai berikut (Gambar 3)



Gambar 3. Bangun-bangun dasar simetris Penrose

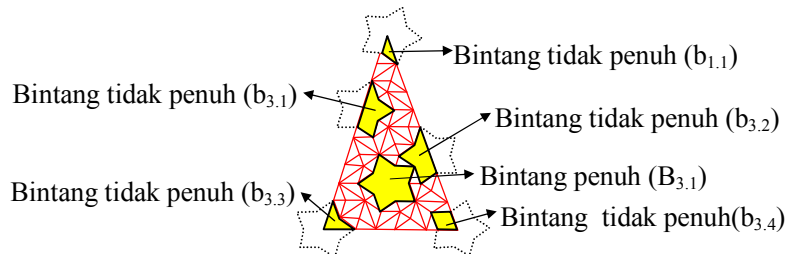
Pembagian Ubin Penrose dalam Zone

Dasar pembagian ubin Penrose *golden triangle* dalam zone adalah garis yang sejajar alaskan memotong kaki-kaki *golden triangle*. Pada ubin Penrose *golden triangle* iterasi ke-5 kita dapatkan pembagian ubin Penrose dalam 3 zone (Gambar 4). Dengan adanya pembagian ubin Penrose dalam zone, maka dapat dilakukan variasi pengisian bangun-bangun dasar pada zone-zone tersebut.



Gambar 4. Pembagian ubin Penrose dalam 3 zone

Bangun-bangun dasar simetris Penrose yang telah didapatkan, selanjutnya kita identifikasi berdasarkan posisinya pada zone serta kesempurnaan bentuknya (terbentuk penuh atau tidak penuh). Pemberian simbol untuk bangun-bangun dari satu jenis bangun dasar dinyatakan dalam 2 parameter, yaitu menurut posisinya pada zone serta arah vertikal dimulai dari atas dan arah kiri ke kanan. Pada bangun dasar bintang, dapat kita identifikasi seperti ditunjukkan Gambar 5. Hasil identifikasi bangun-bangun dasar secara keseluruhanditunjukkan Tabel 2.



Gambar 5. Identifikasi Bangun Dasar Bintang Pada Tiap-Tiap Zone









Tabel 2. Hasil Identifikasi Bangun Dasar Simetris Penrose Pada Tiap-Tiap Zone

Zone	Jenis Bangun Dasar	Keterangan Bentuk Gambar	Simbol
1	Bintang	Tidak penuh	$b_{1,1}$
	Layang-layang (<i>Kite</i>)	Tidak penuh	$k_{1,1}$
2	Layang-layang (<i>Kite</i>)	Penuh	$K_{2,1}, K_{2,2}$
		Tidak penuh	$k_{2,1}$
	Perisai (<i>Shield</i>)	Tidak penuh	$s_{2,1}$
	Kristal (<i>Crystal</i>)	Penuh	$C_{2,1}$
	Diamond	Tidak penuh	$d_{2,1}$
3	Diamond	Penuh	$D_{3,1}, D_{3,2}, D_{3,3}, D_{3,4}, D_{3,5}, D_{3,6}, D_{3,7}, D_{3,8}$
		Tidak penuh	$d_{3,1}, d_{3,2}, d_{3,3}$
	Daun (<i>leaf</i>)	Tidak penuh	$l_{3,1}, l_{3,2}, l_{3,3}$
	Layang-layang (<i>kite</i>)	Penuh	$K_{3,1}, K_{3,2}, K_{3,3}, K_{3,4}, K_{3,5}, K_{3,6}, K_{3,7}, K_{3,8}, K_{3,9}, K_{3,10}, K_{3,11}, K_{3,12}, K_{3,13}$
		Tidak penuh	$k_{3,1}, k_{3,2}, k_{3,3}$
	Mahkota	Penuh	$M_{3,1}, M_{3,2}$
		Tidak penuh	$m_{3,1}, m_{3,2}, m_{3,3}$
	Perisai (<i>shield</i>)	Penuh	$S_{3,1}, S_{3,2}$
	Bintang	Penuh	$B_{3,1}$
		Tidak penuh	$b_{3,1}, b_{3,2}, b_{3,3}, b_{3,4}$
	Kristal (<i>crystal</i>)	Penuh	$C_{3,1}, C_{3,2}, C_{3,3}, C_{3,4}$
		Tidak penuh	$c_{3,1}, c_{3,2}, c_{3,3}$

Penetapan Warna

a. Model 8 warna

Dasar pada model pewarnaan ini adalah adanya 7 macam bangun dasar yang diberi warna berbeda-beda serta 1 warna untuk daerah latar, sehingga ada 8 warna yang ditetapkan (Gambar 6).

	---->	Warna latar <i>golden triangle</i> (grey)
	---->	Warna bangun dasar bintang (kuning)
	---->	Warna bangun dasar perisai (violet)
	---->	Warna bangun dasar mahkota (merah)
	---->	Warna bangun dasar diamond (cyan)
	---->	Warna bangun dasar Kristal (magenta)
	---->	Warna bangun dasar layang-layang (hijau)
	---->	Warna bangun dasar daun (hijau tua)

Gambar 6. Penyajian warna bangun dasar simetris Penrose dan warna latar

b. Model 4 warna.

Dasar pewarnaan ini adalah adanya pembagian ubin Penrose dalam 3 zone. Teknik pewarnaan dilakukan dengan cara daerah interior bangun-bangun dasar kita isi dengan 1 warna, sedangkan daerah latar pada zone 1, zone 2, zone 3 kita isi dengan warna yang berbeda sehingga ada 4 warna yang digunakan.

c. Model warna bergantian.

Model pewarnaan ini merupakan pengembangan dari model 4 warna. Teknik pewarnaan dilakukan dengan cara daerah interior bangun-bangun dasar diisi dengan 1 macam warna, dan daerah-daerah yang dibatasi oleh bangun-bangun dasar, secara terurut dari puncak *golden triangle* hingga dasar dan dari arah kiri ke kanan diberi warna berbeda-beda secara bergantian.

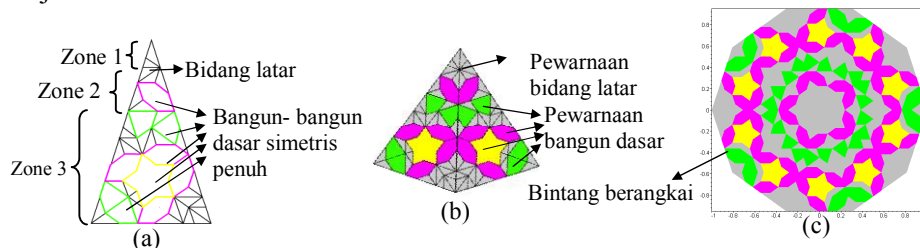
Desain Motif Mozaik

Untuk mendesain motif mozaik, kita gunakan bangun-bangun dasar yang telah diidentifikasi pada Tabel 2. Pada ubin Penrose *golden triangle*, zone-zone yang kita pilih diisi dengan bangun-bangun dasar bentuk penuh, bentuk tidak penuh, bangun dasar sejenis (tanpa memperhatikan bentuk penuh atau tidak penuh) atau gabungan bangun-bangun dasar dalam posisi *overlap*. Selanjutnya kita isikan warna pada daerah interior bangun dasar tersebut serta daerah latar dengan menggunakan teknik pewarnaan yang telah ditetapkan. Desain mozaik segi sepuluh kita bangun dari desain mozaik *golden*

triangle melalui proses transformasi refleksi yang dilanjutkan rotasi pasang *golden triangle* tersebut sehingga dapat menutup daerah interior segi sepuluh. Kita dapatkan model-model desain mozaik sebagai berikut.

a. Model Mozaik Penrose Simetris Penuh

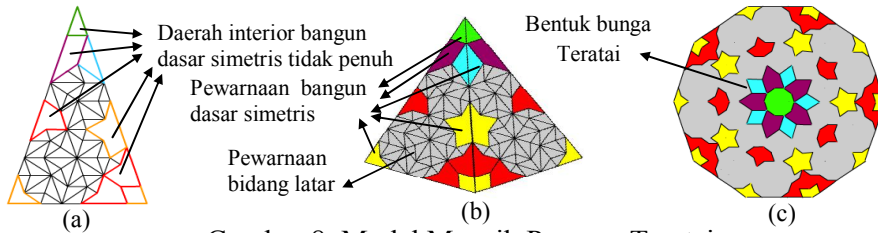
Desain mozaik dilakukan dengan cara mengisi masing-masing zone pada ubin Penrose *golden triangle* dengan bangun-bangun dasar simetris Penrose bentuk Penuh. Sebagai contoh desain, pada zone 1 (Z_1) tidak diisi, karena tidak ada bangun dasar bentuk penuh pada Z_1 , zone 2 (Z_2) dipilih bangun dasar Kristal $C_{2,1}$ dan pada zone 3 (Z_3) dipilih bangun dasar Bintang $B_{3,1}$, Kristal $C_{3,1}$, $C_{3,2}$, $C_{3,3}$ dan $C_{3,4}$ serta Layang-layang $K_{3,1}$, $K_{3,2}$, $K_{3,9}$, $K_{3,13}$ (Gambar 7a). Selanjutnya mengisi warna daerah interior bangun dasar dan bidang latar dengan teknik pewarnaan model 8 warna (Gambar 7b). Setelah melalui proses rotasi kita dapatkan desain mozaik simetris penuh segi sepuluh seperti yang ditunjukkan Gambar 7.



Gambar 7. Model mozaik Penrose Bintang berangkai

b. Model Mozaik Penrose Simetris Tidak Penuh

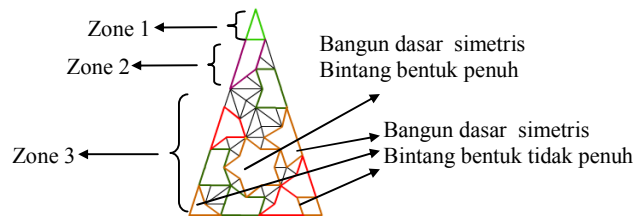
Pada desain mozaik ini menggunakan bangun-bangun dasar bentuk tidak penuh. Untuk mendesain dilakukan dengan mengisi masing-masing zone dengan bangun-bangun dasar simetris Penrose bentuk Tidak Penuh. Sebagai contoh desain, pada zone 1 (Z_1) diisi dengan layang-layang $k_{1,1}$, zone 2 (Z_2) dipilih bangun dasar layang-layang $k_{2,1}$ dan diamon $d_{2,1}$ dan zone 3 (Z_3) dipilih bangun dasar Mahkota $m_{3,1}$, $m_{3,2}$, $m_{3,3}$ dan Bintang $b_{3,2}$, $b_{3,3}$, $b_{3,4}$. Selanjutnya mengisi warna daerah interior bangun dasar dan bidang latar dengan teknik pewarnaan model 8 warna. Kita dapatkan desain motif mozaik pada *decagon* ditunjukkan Gambar 8.



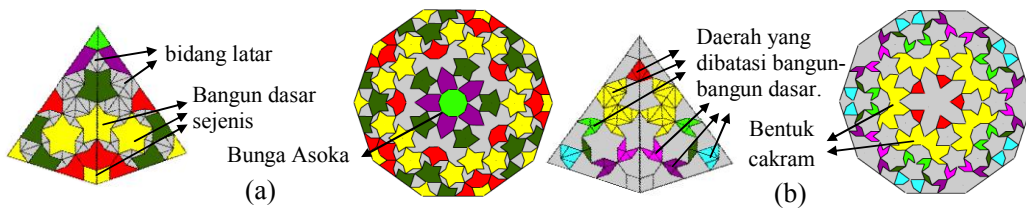
Gambar 8. Model Mozaik Penrose Teratai

c. Model Mozaik Penrose Simetris Sejenis

Untuk mendesain model mozaik simetris sejenis, bangun-bangun dasar yang digunakan untuk mengisi zone diambil dari beberapa jenis tanpa memperhatikan bentuknya yang penuh atau tidak penuh. Sebagai contoh desain, pada zone 1 (Z_1) diisi dengan layang-layang $k_{1,1}$, zone 2 (Z_2) dipilih bangun dasar Perisai $s_{2,1}$ dan zone 3 (Z_3) dipilih bangun dasar Daun $l_{3,1}$, $l_{3,2}$, $l_{3,3}$, Bintang $B_{3,1}$, $b_{3,2}$, $b_{3,3}$, $b_{3,4}$, Mahkota $m_{3,1}$, $m_{3,2}$, $m_{3,3}$ (Gambar 9). Untuk pewarnaan dilakukan dengan menggunakan model 8 warna (Gambar 10a) dan model 4 warna (Gambar 10b).



Gambar 9. Pengisian Bangun Dasar Sejenis Pada *Golden Triangle*



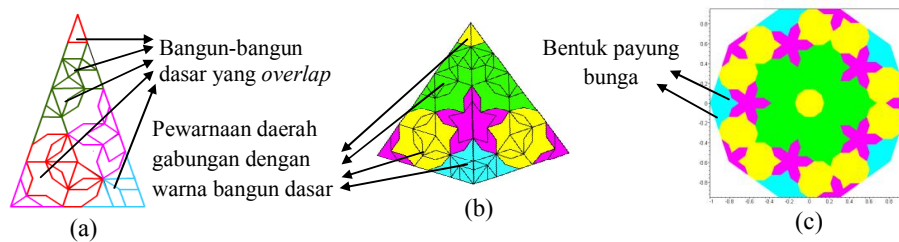
Gambar 10 Model Mozaik Penrose Simetris Sejenis

d. Model Mozaik Penrose Simetris *Overlap*

Untuk medesain mozaik digunakan bangun-bangun dasar dengan posisi *overlap* (saling menutupi). Sebagai contoh desain pada zone 1 (Z_1) diisi dengan gabungan $b_{1,1}$ dan $k_{1,1}$ dengan bangun dasar $k_{1,1}$, zone 2 (Z_2) diisi gabungan bangun dasar $K_{2,1}$, $K_{2,2}$, $s_{2,1}$ dan $C_{2,1}$ dengan warna $K_{2,1}$, Pada zone 3 (Z_3) dipilih beberapa gabungan bangun dasar yaitu $c_{3,1}$, $c_{3,2}$, $c_{3,3}$, $C_{3,1}$, $C_{3,3}$, $b_{3,2}$ dan $b_{3,3}$, dengan warna $c_{3,1}$. $B_{3,1}$, $K_{3,5}$, $K_{3,10}$, $K_{3,11}$, $M_{3,2}$, $C_{3,2}$ dan $C_{3,4}$, dengan warna $b_{3,1}$, $K_{3,1}$, $K_{3,3}$ dan $M_{3,1}$, dengan warna $K_{3,1}$. $D_{3,8}$ dan $m_{3,2}$, $m_{3,3}$; dengan warna, serta $D_{3,8}$. $k_{3,1}$ dan $m_{3,1}$. dengan warna $k_{3,1}$. Kita dapatkan

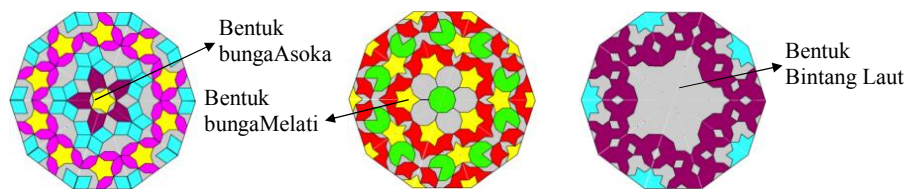


desain motif mozaik seperti pada Gambar 11. Hasil dalam program Maple ditunjukkan pada Gambar 11c.



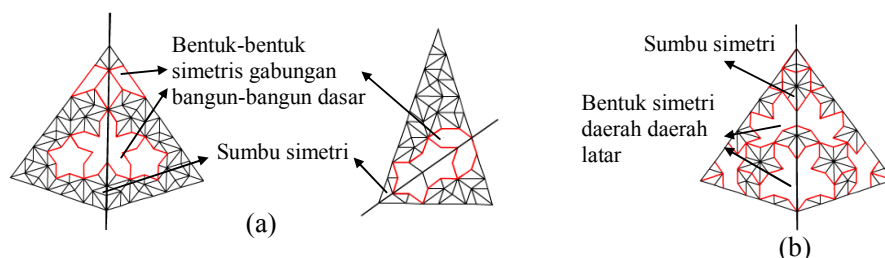
Gambar 11. Model Mozaik Penrose Payung Bunga

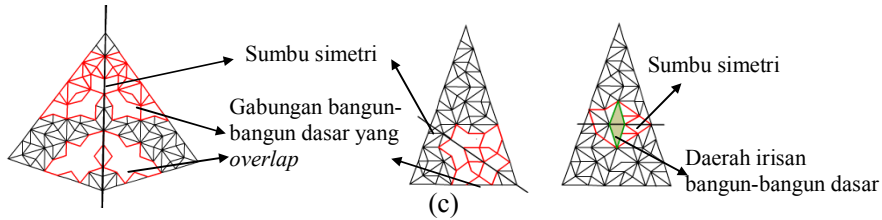
Dengan adanya pembagian 3 zone pada ubin Penrose *golden triangle*, kita dapat mengisi bangun dasar simetris Penrose secara berbeda sehingga menghasilkan beragam mozaik Penrose seperti ditunjukkan Gambar 9, 10, 12 dan 13. Pemilihan bangun-bangun dasar dari 4 kelompok bentuk yang berbeda, yaitu bangun dasar bentuk penuh, tidak penuh, sejenis dan bangun dasar yang *overlap* memberikan fasilitas untuk membentuk motif mozaik baru bercorak alami, misalnya motif bunga Teratai (Gambar 8), bunga Asoka (Gambar 10a), payung bunga (Gambar 11) serta bentuk-bentuk lain seperti bentuk bunga Asoka, bunga Melati, dan Bintang Laut seperti ditunjukkan Gambar 12



Gambar 12. Contoh Model-Model Mozaik Bercorak Alami

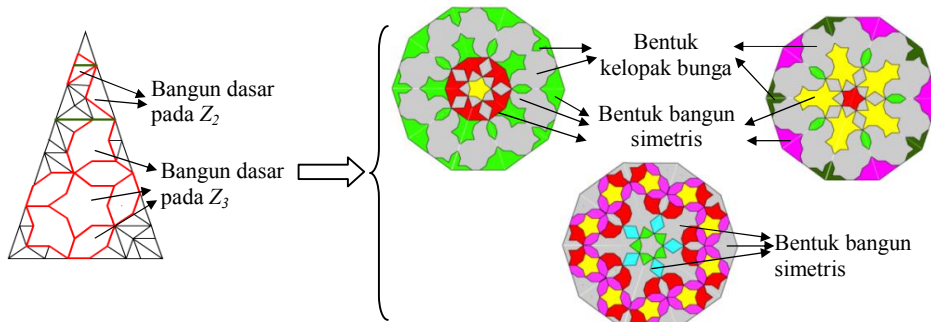
Ubin Penrose *golden triangle* memberikan beragam model mozaik yang berkarakter simetris. Kesimetrisan dapat dibentuk melalui penggabungan bangun dasar (Gambar 13a). Selain itu kesimetrisan dapat dibangun melalui pembatasan daerah latar oleh bangun dasar (Gambar 13b). Dilain pihak dapat dimodelisasi dengan cara operasi irisan dan penggabungan bangun dasar yang *overlap* (Gambar 13c).





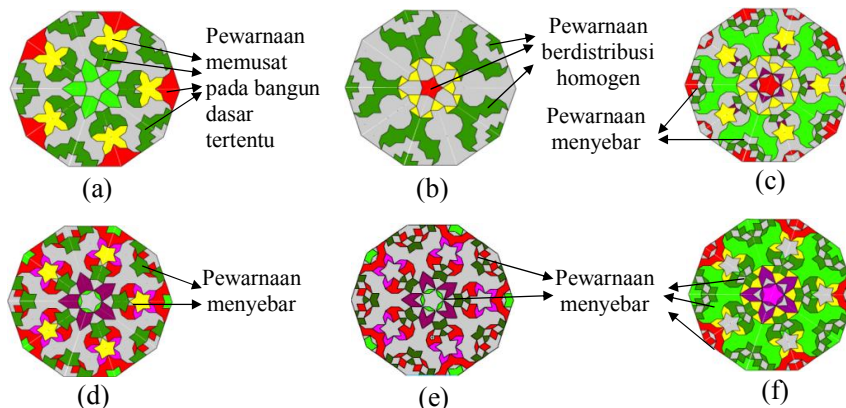
Gambar 13. Karakter Simetris Pada Desain Mozaik Penrose

Warna yang ditetapkan untuk mewarnai bangun-bangun dasar sangat bermanfaat untuk memberikan corak dan kontras atas unsur-unsur mozaik dalam polygon Penrose. Dengan menggunakan teknik pewarnaan berbeda memberikan fasilitas untuk membentuk bangun-bangun baru pada model mozaik yang memiliki unsur kesimetrisan serta bercorak alami seperti yang ditunjukkan Gambar 14 :



Gambar 14. Model-Model Mozaik Hasil Teknik Pewarnaan Berbeda

Desain mozaik yang dibangun oleh bangun-bangun dasar yang *overlap*, memberikan model mozaik baru dengan pola warna memusat yaitu mengikuti warna salah satu bangun dasar pembentuknya (Gambar 15a), pola warna berdistribusi homogen, yaitu semua bangun dasar yang *overlap* mendapatkan satu yang warna sama (Gambar 15b) juga model mozaik dengan pola pewarnaan menyebar yaitu pada bangun dasar yang *overlap* terbentuk warna yang menyebar (Gambar 15c - 15f).



Gambar 15. Pola Pewarnaan Model Mozaik Dengan Bangun Dasar *Overlap*

KESIMPULAN DAN SARAN

Untuk membentuk beragam motif mozaik Penrose dapat menggunakan teknik sebagai berikut: (1) mendekomposisi segitiga sama kaki dengan bantuan algoritma konstruksi ubin Penrose *golden triangle* untuk mendapatkan data ubin Penrose pada iterasi 5; (2) melakukan seleksi bangun-bangun dasar simetris Penrose pada ubin Penrose *golden triangle* yang berbentuk bintang, perisai (*shield*), mahkota, diamond, Kristal, layang-layang (*kite*) serta daun (*leaf*); (3) menetapkan dan mengisi daerah 3 zone pada ubin Penrose *golden triangle* dengan bangun-bangun hasil perlakuan 2; (4) mewarnai daerah interior bangun-bangun dasar serta latar mozaik dengan teknik pewarnaan model 8 warna, model 4 warna atau model warna bergantian, menurut kriteria 7 macam bangun dasar, 3 zone atau daerah-daerah yang dibatasi oleh bangun-bangun dasar simetris Penrose. Dengan menggunakan dasar ubin Penrose *golden triangle* iterasi 5, dapat dibangun pengubinan baru yang memiliki unsur kesimetrisan, sehingga pada daerah interior *decagon* dapat didesain model-model mozaik Penrose yang memiliki corak alami, berkarakter simetris serta memiliki pola-pola pewarnaan yang memusat, berdistribusi homogen atau menyebar.

DAFTAR PUSTAKA

- De Briujn, N. G. 1981. *Algebraic theory of Penrose's non-periodic tilings of the plane I, II*. Netherlands : Departement of Mathematics, Eindhoven University of Technology. http://Alexandria.tue.nl/repsitori/free_article/597566.pdf [12 Nopember 2011].
- Grunbaum, B. and Shepart, G. C. 1987. *Tiling ang Patern*, W. H. Freeman, New York.
- Gummelt, P. 1995. "Penrose Tilings as Covering of Congruent Decagons". *Kluwer Akademik Publisier 1996. Geometriae Dedicata* 62: 1-17. <http://dx.doi.org/10.1007%202FBF002399998>. [17 Nopember 2011]
- Kaplan, C. S. 2009. *Introductory Tiling Theory for Computer Graphics*. University of Waterloo.
- Ramachandrarao, P, Sinha, A dan Sanyal D . 2000. "On the fractal nature of Penrose tiling". *Current Science*, vol. 79, no. 3, 10 August 2000. India : National Metallurgical Laboratory, Jamshedpur 831 007. <http://www.ias.ac.in/currsei/aug102000/re80.pdf> [15 Oktober 2011].

Tiwary, P and Srivastava, I. "L-system for Generating penrose Tilings". *Department of Metallurgical Engineering, Banaras Hindu Universit Varanasi 221005, India.* http://scholar.google.co.id/scholar?q=Lsystem+for+generating+penrose+tiling&hl=id&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar [23 Oktober 2011].

