JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics
Vol. 5, No. 3, November 2022, hal. 167~175
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

Penerapan Konsep Kombinasi dan Grup Kristalografi Dua Dimensi Pada Pembangkitan Motif Anyaman

Lalu Muhammad Ridwan[1], Andri Azmul Fauzi[2]
[1,2]Universitas Nahdlatul Wathan Mataram, Indonesia
lmuhridwan@unwmataram.ac.id[1]; andriazmulfauzi@unwmataram.ac.id[2];

Article Info

Article history:

Received, 2022-10-26
Revised, 2022-11-09
Accepted, 2022-11-22

Kata Kunci:

Kombinasi
Pola dasar
Kristalografi dua dimensi
Motif anyaman

ABSTRAK

Anyaman memiliki motif-motif geometris yang bervariasi. Motif geometris dengan unsur persegi dan persegi panjang sering ditemukan pada pola dasar motif anyaman. Secara matematis, pengulangan pola dalam anyaman merupakan suatu transformasi yang terdiri dari pergeseran, perputaran, dan pencerminan. Pola berulang dan simetris pada bidang datar, yang terbentuk dari transformasi, termasuk dalam grup kristalografi dua dimensi. Penelitian ini bertujuan untuk membangkitkan motif-motif anyaman menggunakan pola dasar citra biner. Pola dasar ini dibangkitkan menggunakan konsep bilangan biner yang kemudian dikombinasikan sehingga membentuk sejumlah hasil citra biner berukuran $k \, x \, k$. Seluruh pola dasar ini kemudian ditransformasi menjadi beragam motif menggunakan konsep grup kristalografi dua dimensi. Jumlah pola dasar yang dihasilkan untuk $k = 2$ sebanyak 6 pola dasar dan untuk $k = 3$ sebanyak 56 pola dasar. Grup kristalografi dua dimensi yang digunakan adalah grup yang menggunakan pola dasar persegi yang berjumlah 11 yaitu p1, p2, pm, cm, cmm, pg, pgg, pmg, pmm, p4, dan p4g. Jumlah motif untuk $k = 2$ sebanyak 66 dan untuk $k = 3$ sebanyak 616. Motif anyaman yang dihasilkan banyak memiliki kesamaan satu dengan yang lain sehingga perlu dilakukan seleksi. Hasil seleksi akhir untuk $k = 2$ didapatkan 32 motif unik dan untuk $k = 3$ didapatkan 408 motif unik.

ABSTRACT

Woven has various geometric motifs. Geometric motifs with square and rectangular elements are often found in the basic pattern of woven motifs. Mathematically, the repetition of patterns in woven is a transformation consisting of shifting, rotation, and reflection. Repeated and symmetrical patterns in the plane, which are formed from the transformation, belong to the two-dimensional crystallographic group. This study aims to generate woven motifs using the basic pattern of binary images. This basic pattern is generated using the concept of binary numbers which are then combined to form a number of binary images of size k x k. All of these basic patterns are then transformed into various motifs using the concept of two-dimensional crystallographic groups. The number of archetypes produced for k=2 is 6 basic patterns and for k=3 as many as 56 basic patterns. The two-dimensional crystallographic group used is a group that uses 11 basic square patterns, namely p1, p2, pm, cm, cmm, pg, pgg, pmg, pmm, p4, and p4g. The number of motifs for k=2 is 66 and for k=3 as many as 616. The woven motifs produced have many similarities with each other so that selection is necessary. The final selection results for k=2 obtained 32 unique motifs and for k=3 obtained 408 unique motifs.

Keywords:

Combination
Archetypes
Two dimensional crystallography
Woven patterns

Penulis Korespondensi:

Lalu Muhammad Ridwan
Program Studi Matematika
Universitas Nahdlatul Wathan Mataram
Email: lmuhridwan@unwmataram.ac.id

1. PENDAHULUAN

Salah satu hasil kerajinan tangan yang sering dijumpai di Indonesia adalah berupa anyaman. Menganyam merupakan teknik membuat karya seni rupa yang dilakukan dengan cara menumpang tindihkan (menyilangkan) bahan anyam.

Anyaman memiliki motif-motif geometris yang bervariasi. Motif ini biasanya memiliki kaitan dengan budaya masyarakat dan memiliki makna tertentu. Misalkan motif anyaman mendong di Manonjaya, Tasikmalaya, memiliki arti kesederhanaan dan kehidupan yang teratur tepat waktu [1]. Motif anyaman juga memiliki motif geometris dengan unsur persegi dan persegi panjang [2] serta bisa memiliki unsur geometris lainnya. Anyaman biasanya memiliki pola dasar yang ditransformasikan sedemikian rupa, sehingga membentuk satu kesatuan motif yang teratur. Secara matematis, pengulangan pola dalam anyaman merupakan suatu transformasi yang terdiri dari pergeseran, perputaran, dan pencerminan.

Pola berulang dan simetris pada bidang datar, yang terbentuk dari transformasi, termasuk dalam grup simetri bidang datar dua dimensi. Grup simetri bidang datar ini sering disebut juga sebagai grup kristalografi dua dimensi. Penelitian tentang kristalografi dua dimensi ini sudah banyak dilakukan diantaranya analisis terhadap 272 pola batik yang tersebar di Indonesia dimana 180 pola batik dapat diklasifikasikan berdasarkan grup kristalografi dua dimensi [3]. Pola kristalografi bidang datar dapat digunakan juga untuk mengklasifikasikan motif anyaman bambu [4] dan motif songket [5] .

Selain penelitian tentang pengklasifikasian motif yang sudah ada ke dalam grup kristalografi dua dimensi, konsep grup kristalografi dua dimensi juga dapat digunakan untuk membangkitkan motif-motif baru. Nataliani et al [6] menggunakan pola dasar spiral untuk membangkitkan 17 pola baru yang dibentuk dari 17 grup kristalografi dua dimensi. Ray dan Nataliani [7] menggunakan pola dasar berbentuk “L” untuk membangkitkan motif baru yang dibentuk dari 17 grup kristalografi dua dimensi pada pembuatan motif keramik.

Pola dasar yang digunakan dalam pembangkitan motif anyaman biasanya menggunakan bentuk-bentuk geometri. Maris et al [8] menggunakan bilangan biner 0 dan 1, untuk membuat pola dasar berbentuk persegi. Pola dibuat dengan cara menentukan ukuran grid n × n sesuai dengan motif yang diinginkan kemudian kotak yang diberi tanda 0 akan berwarna hitam, sedangkan kotak yang diberi tanda 1 akan berwarna putih yang merupakan citra biner. Pemberian tanda 0 dan 1 dilakukan secara manual mengikuti pola dasar yang diinginkan.

Penelitian yang akan dilakukan ini bertujuan untuk membangkitkan motif-motif anyaman menggunakan pola dasar citra biner. Pola dasar ini dibangkitkan menggunakan konsep bilangan biner yang kemudian dipermutasi sehingga membentuk sejumlah hasil citra biner berukuran $k\ x\ k$. Jumlah pola dasar yang akan terbentuk berukuran 2^k. Seluruh pola dasar ini kemudian akan ditransformasi menjadi beragam pola yang lain menggunakan konsep grup kristalografi dua dimensi. Pola dasar tersebut dikenai operasi translasi, rotasi, refleksi, dan refleksi-glide sehingga dapat dibentuk motif lain yang lebih beragam.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Membangkitkan Pola Dasar

Pembangkitan pola dasar pada penelitian ini menggunakan bantuan bahasa pemrograman Pyhton dengan beberapa *library* diantarannya itertools, numpy, dan matplotlib. Pola dasar yang diinginkan merupakan sebuah citra digital khusunya citra biner yang hanya mempunyai dua buah kemungkinan nilai intensitas yaitu 1 atau 0 [9]. Sebuah citra digital dapat direpresentasikan sebagai sebuah matriks [10]. Berikut adalah langkah-langkah pembuatan pola dasar yang dilakukan :

1. Menentukan ukuran pola dasar $k \times k$ yang akan dibangkitkan. Dalam penelitian ini ukuran pola dasar yang akan dibangkitkan adalah $k = 1,2,3$.
2. Menentukan himpunan yang setara dengan k dan jumlah semua himpunan bagian dari masing-masing k menggunakan rumus 2^k [11]. Himpunan yang mengandung semua himpunan bagian dari suatu himpunan disebut himpunan kuasa [12].
3. Menentukan bilangan desimal yang setara dengan indeks anggota himpunan kuasa.
4. Mengkonversi indeks desimal ke bilangan biner.
5. Melakukan kombinasi terhadap list bilangan biner yang diperoleh dengan ukuran k (kombinasi dengan jumlah k elemen dari total n) sehingga akan diperoleh sejumlah $C(n,k) = \frac{n!}{(n-k)!k!}$ kombinasi [13].
6. Membuat matriks $k \times k$ dari semua hasil kombinasi.
7. Membuat citra biner dari matriks.

2.2. Membangkitkan Motif

Pembangkitan motif anyaman pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak GIMP (GNU Image Manipulation Program) karena GIMP menyediakan banyak sekali plugin yang memudahkan dalam mengolah gambar dengan cepat [14] salah satunya plugin symmetrytile. Pada plugin symmetrytile sebagian besar grup kristalografi dua dimensi dapat dibentuk dari pola dasar persegi yaitu p1, p2, pm, cm, cmm, pg, pgg, pmg, pmm, p4, p4g. Sedangkan grup p3m1 dan p6 dibentuk menggunakan pola dasar segitiga sama sisi. Grup p4m membutuhkan pola dasar berbentuk segitiga siku-siku. Grup p6m membutuhkan pola dasar berbentuk segitiga dengan sudut masing-masing 90^o, 60^o, dan 30^o. Grup p3 membutuhkan pola dasar berbentuk jajar genjang dengan sudut 30^o dan 60^o dan yang terakhir grup p31m membutuhkan pola dasar berbentuk laying-layang [15]. Tabel 1 memperlihatkan pola dasar yang dibutuhkan oleh masing masing dari 17 grup kristalografi 2 dimensi :

Tabel 1 Bentuk pola dasar 17 grup kristalografi

Grup	Bentuk Pola Dasar
p1	Persegi
p2	Persegi
pm	Persegi
cm	Persegi
cmm	Persegi
pg	Persegi
pgg	Persegi
pmg	Persegi
pmm	Persegi
p4	Persegi
p4g	Persegi
p3m1	Segitiga sama sisi
p6	Segitiga sama sisi
p4m	Segitiga siku-siku
p6m	Segitiga dengan sudut 90^o, 60^o, dan 30^o
p3	Jajar genjang dengan sudut 60^o dan 30^o
p3m	Layang-layang

Karena pola dasar yang dihasilkan mengunakan konsep kombinasi berbentuk persegi berukuran $k \times k$, maka dalam penelitian ini hanya digunakan 11 grup kristalografi 2 dimensi yaitu p1, p2, pm, cm, cmm, pg, pgg, pmg, pmm, p4, dan p4g.

2.3. Seleksi Motif

Tahap ini dilakukan untuk memastikan keunikan dari masing-masing motif yang diperoleh. Seleksi motif ini dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap seleksi berdasarkan kesamaan pola dasar dan tahap seleksi berdasarkan grup kristalografi dua dimensi yang digunakan.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Pola dasar anyaman

3.1.1. Pola dasar dengan ukuran $k = 1$

Himpunan A untuk $k = 1$ adalah A= {1} sehingga diperoleh himpunan kuasa P(A) = $\{\emptyset, \{1\}\}$ yang memiliki jumlah anggota $2^k = 2^1 = 2$. Indeks dari anggota himpunan di atas adalah 0 dan 1, dimana himpunan kosong memiliki indeks 0 dan himpunan yang beranggotakan 1 memiliki indeks 1. Indeks desimal ini kemudian dikonversi ke dalam bilangan biner yang hasilnya 0 untuk indeks 0 dan 1 untuk indeks 1. Maka didapatkan list bilangan biner [0, 1]. List bilangan biner ini kemudian dikenakan kombinasi untuk mendapatkan semua kombinasi yang diinginkan. Maka diperoleh kombinasi dengan jumlah elemen $k = 1$ dari total 2 elemen. Sehingga didapatkan 2 kemungkinan kombinasi yaitu 0 dan 1. Dari hasil permutasi tersebut didapatkan 2 matriks $1x1$ yaitu [0] dan [1] kemudian di ubah kedalam citra biner menggunakan python menjadi gambar putih dan hitam.

3.1.2. Pola dasar dengan ukuran $k = 2$

Himpunan A untuk $k = 2$ adalah A= {1, 2} sehingga diperoleh himpunan kuasa $P(A) = \{\emptyset, \{1\}, \{2\}, \{1,2\}\}$ yang memiliki jumlah anggota $2^k = 2^2 = 4$. Indeks dari anggota himpunan di atas adalah 0, 1, 2, dan 3. Indeks desimal ini kemudian dikonversi ke dalam bilangan biner yang hasilnya sebagai berikut:

JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics
Vol. 5, No. 3, November 2022, hal. 167~175
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

Tabel 2 Konversi Bilangan Desimal ke Biner untuk k = 2

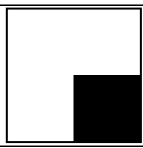
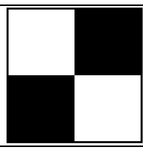
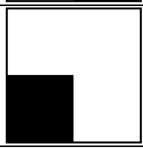
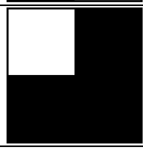
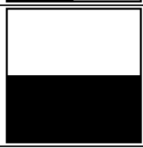
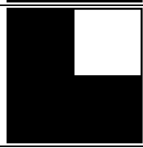
Indeks Desimal	Bilangan Biner
0	00
1	01
2	10
3	11

List bilangan biner ini kemudian dikenai kombinasi untuk mendapatkan semua kombinasi yang diinginkan. Maka diperoleh kombinasi dengan jumlah elemen $k = 2$ dari total $n = 4$ elemen. Sehingga didapatkan 6 kemungkinan kombinasi.

$$C(n,k) = \frac{n!}{(n-k)!\ k!} = \frac{4!}{(4-2)!\,2!} = \frac{4!}{2!\,2!} = \frac{4 \times 3}{2} = 6$$

Berikut adalah pola dasar yang dihasilkan untuk $k = 2$ beserta matriksnya :

Tabel 3 Pola dasar untuk $k = 2$ menggunakan kombinasi

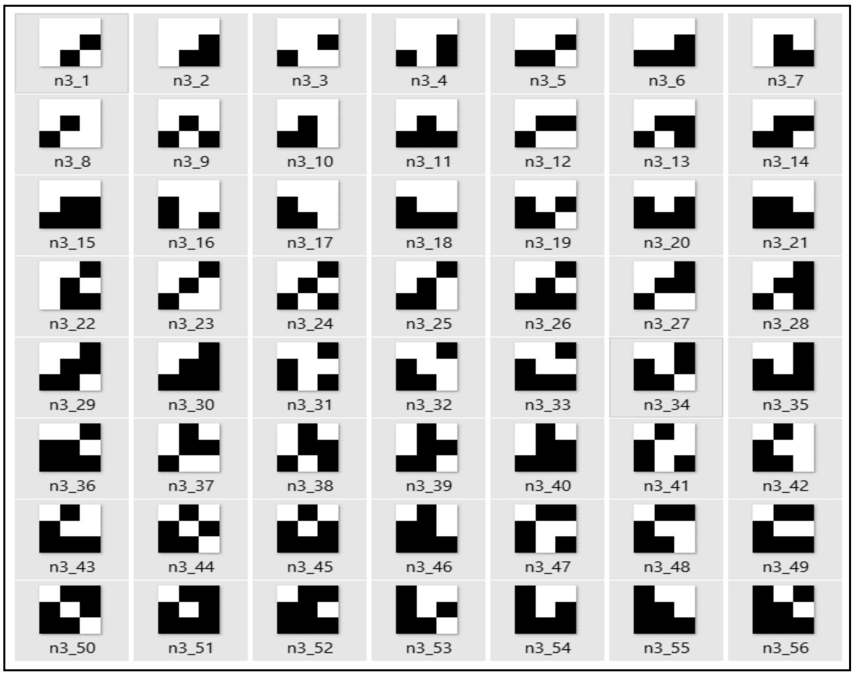
No	Matriks	Pola Dasar	No	Matriks	Pola Dasar
1	$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$		4	$A_4 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$	
2	$A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$		5	$A_5 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$	
3	$A_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$		6	$A_6 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$	

3.1.3. Pola dasar dengan ukuran $k = 3$

Himpunan kuasa dari bilangan $k = 3$ memiliki panjang $2^k = 2^3 = 8$. Kombinasi dengan jumlah elemen $k = 3$ dari total $n = 8$ elemen. Sehingga didapatkan 56 pola dasar hasil kombinasi.

$$C(n,k) = \frac{n!}{(n-k)!\ k!} = \frac{8!}{(8-3)!\,3!} = \frac{8!}{5!\,3!} = \frac{8 \times 7 \times 6}{3 \times 2} = \frac{336}{6} = 56$$

Berikut adalah pola dasar yang dihasilkan untuk $k = 3$ beserta matriksnya :



Gambar 1 Pola dasar untuk k=3

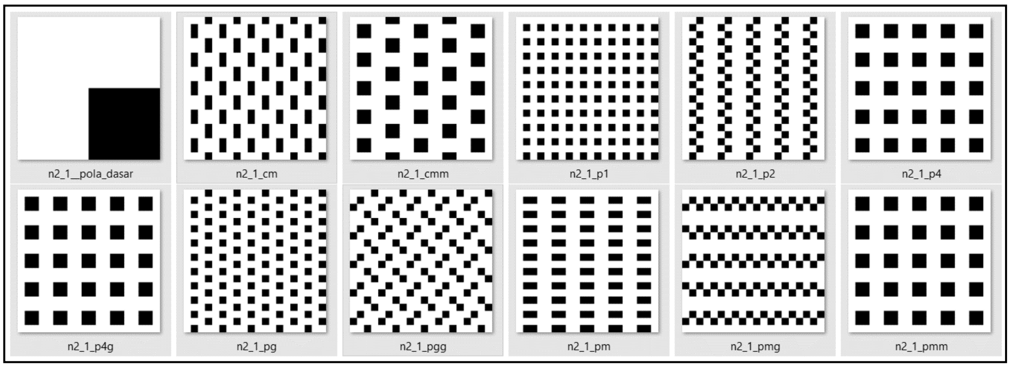
JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics
Vol. 5, No. 3, November 2022, hal. 167~175
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

3.2. Pembangkitan motif anyaman menggunakan grup kristalografi dua dimensi

3.2.1. Pembangkitan dan seleksi motif anyaman untuk k=2

1. Pola dasar 1

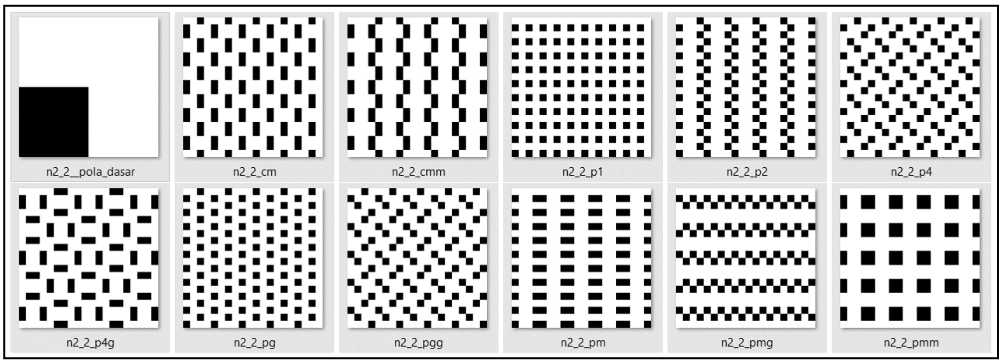
Untuk pola dasar dengan matriks $A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ didapatkan 11 motif anyaman dimana terdapat 3 motif yang memiliki kesamaan yaitu p4 dengan (p4g dan pmm) dimana ketiga motif tersebut memiliki kesamaan yang identik.



Gambar 2 Motif untuk pola dasar 1, A_1 dengan $k = 2$

2. Pola dasar 2

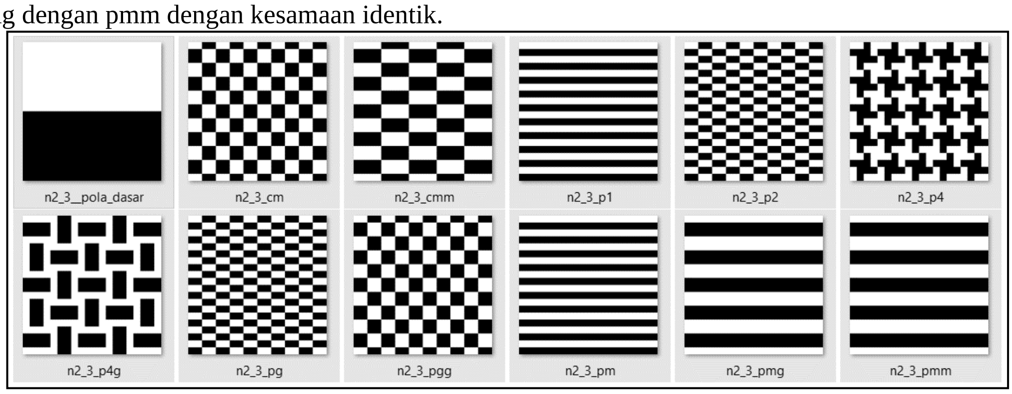
Untuk pola dasar dengan matriks pola dasar $A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ didapatkan 11 motif anyaman dimana terdapat dua motif yang memiliki kesamaan yaitu p4 dan pgg. Kesamaan motif ini terlihat jika salah satu motif dikenakan pemotongan sisi.



Gambar 3 Motif untuk pola dasar 2, A_2 dengan $k = 2$

3. Pola dasar 3

Untuk pola dasar dengan matriks pola dasar $A_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ didapatkan 11 motif anyaman dimana sebagian besar motif yang diperoleh memiliki kesamaan yaitu cm dengan pgg, p1 dengan pm, p2 dengan pg, dan pmg dengan pmm dengan kesamaan identik.

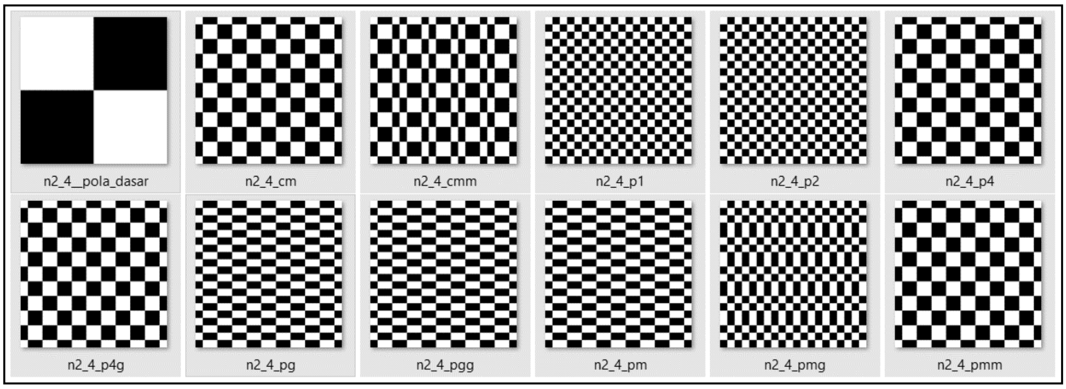


Gambar 4 Motif untuk pola dasar A_3 dengan $k = 2$

4. Pola dasar 4

Untuk pola dasar dengan matriks pola dasar $A_4 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ didapatkan 11 motif anyaman dimana terlihat bahwa terdepat beberapa motif yang memiliki kesamaan identik yaitu cm dengan (p4, p4g, dan pmm), p1 dengan p2, dan pg dengan (pgg dan pm).

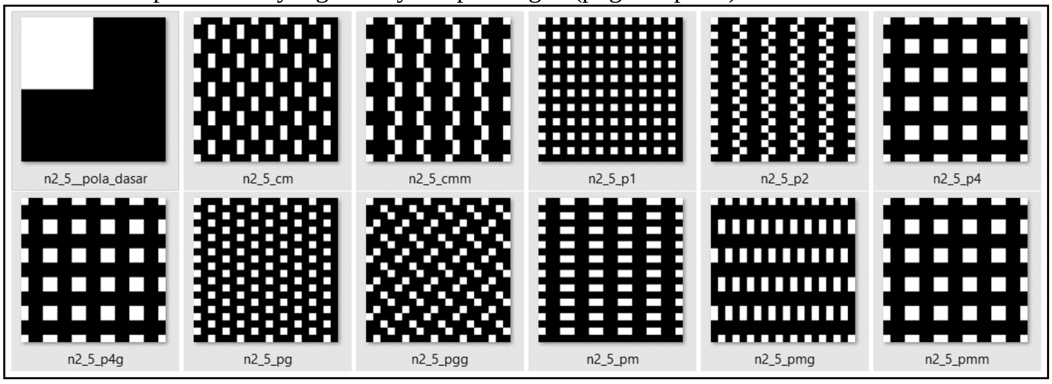
JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics
Vol. 5, No. 3, November 2022, hal. 167~175
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085



Gambar 5 Motif untuk pola dasar A_4 dengan $k = 2$

5. Pola dasar 5

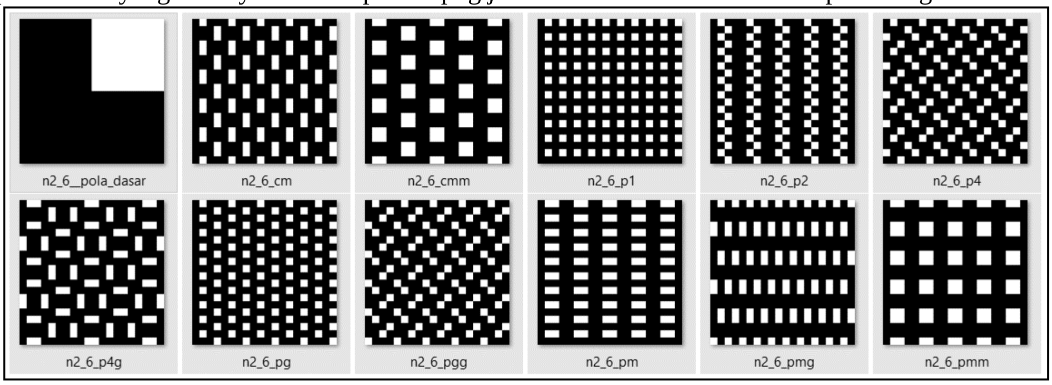
Untuk pola dasar dengan matriks pola dasar $A_5 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ didapatkan 11 motif anyaman dimana terlihat bahwa terdapat 3 motif yang sama yaitu p4 dengan (p4g dan pmm).



Gambar 6 Motif untuk pola dasar A_5 dengan $k = 2$

6. Pola dasar 6

Untuk pola dasar dengan matriks pola dasar $A_6 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ didapatkan 11 motif anyaman dimana hanya terdapat 2 motif yang sama yaitu motif p4 dan p4g jika salah satu motif dikenakan pemotongan.



Gambar 7 Motif untuk pola dasar A_6 untuk k=2

Hasil seleksi motif yang diperoleh untuk 6 pola dasar berdasarkan kesamaan pola dasar dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 3 Hasil seleksi motif pada masing-masing pola dasar untuk $k = 2$

No	Pola Dasar	Jumlah Awal	Hasil Seleksi	Motif Sama
1	A_1	11	9	(p4,p4g,pmm)
2	A_2	11	10	(p4, pgg)
3	A_3	11	7	(cm,pgg),(p1,pm), (p2,pg),(pmg,pmm)
4	A_4	11	5	(cm,p4,p4g,pmm), (p1,p2), (pg,pgg,pm)
5	A_5	11	9	(p4, p4g, pmm)
6	A_6	11	10	(p4,pgg)
	Total	66	50	

JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics
Vol. 5, No. 3, November 2022, hal. 167~175
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

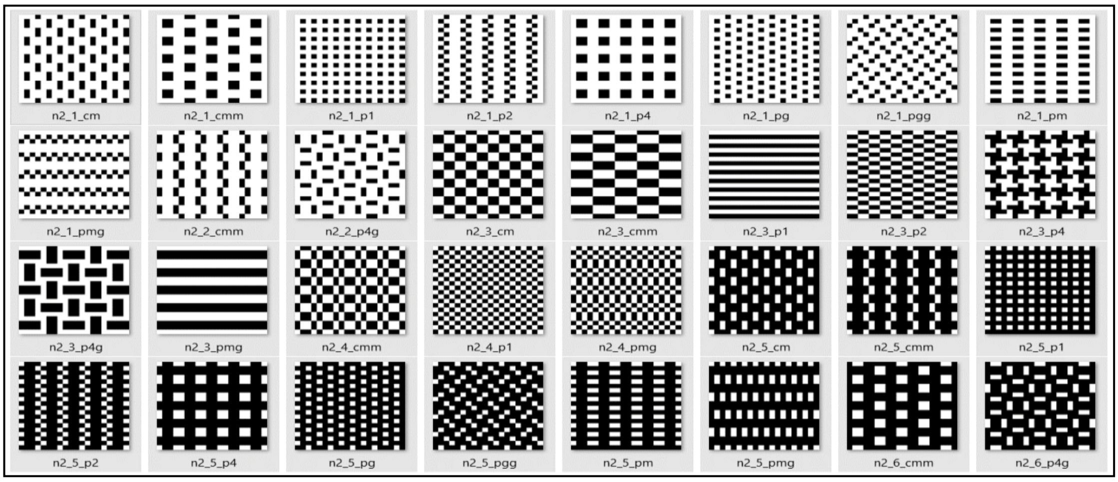
Setelah dilakukan seleksi motif pada masing-masing pola dasar, maka dilanjutkan dengan seleksi motif pada masing-masing grup kristalografi dua dimensi. Berikut adalah hasil seleksi yang didapatkan :

Tabel 4 Hasil seleksi motif pada masing-masing grup untuk $k = 2$

No	Grup	Jumlah	Hasil Seleksi	Pola Dasar Asal
1	cm	6	3	(1,2), (3,4), (5,6)
2	cmm	6	6	
3	p1	6	4	(1,2), (5,6)
4	p2	5	3	(1,2), (5,6)
5	p4	5	5	
6	p4g	3	3	
7	pg	5	3	(1,2), (5,6)
8	pgg	2	2	
9	pm	4	2	(1,2), (5,6)
10	pmg	6	4	(1,2), (5,6)
11	pmm	2	2	
	Total	50	37	

Dari tabel di atas terlihat bahwa motif pada grup yang sama namun berbeda pola dasar dapat menghasilkan motif-motif yang sama. Misalkan pada grup *cm*, jika seleksi berdasarkan pola dasar asal maka grup ini tidak memiliki kesamaan dengan grup yang lainnya hal ini dibuktikan dengan jumlah hasil seleksi berjumlah 6 sama dengan jumlah pola dasar. Akan tetapi ketika diseleksi berdasarkan grup maka didapatkan 6 motif yang memiliki kesamaan satu sama lain yaitu motif cm pada pola dasar 1 sama dengan motif cm pada pola dasar 2, motif cm pada pola dasar 3 sama dengan motif cm pada pola dasar 4 dan motif cm pada pola dasar 5 sama dengan motif cm pada pola dasar 6.

Dari hasil seleksi terlihat bahwa terdapat 37 motif, namun setelah motif tersebut digabungkan maka terdapat 5 motif yang memiliki kesamaan yang tidak dapat ditemukan dengan 2 cara seleksi di atas yaitu (1_pgg, 2_p4), (1_p4,2_pmm), (3_p2,4_pg), (5_pgg,6_p4), dan (5_p4,6_pmm). Maka diperoleh 32 motif yang unik sebagai berikut :



Gambar 8 Hasil seleksi motif gabungan untuk k=2

3.2.2. Pembangkitan dan seleksi motif anyaman k=3

Pada semua pola dasar yang berjumlah 56 dilakukan pembangkitan motif berdasarkan 11 grup kristalografi dua dimensi sehigga diperoleh 616 motif. Setelah dilakukan seleksi berdasarkan pola dasar maka didapatkan 571 motif. Kemudian motif ini kita kelompokkan berdasarkan grup kristalografi dua dimensi dan diseleksi lagi sehingga didapatkan tabel berikut :

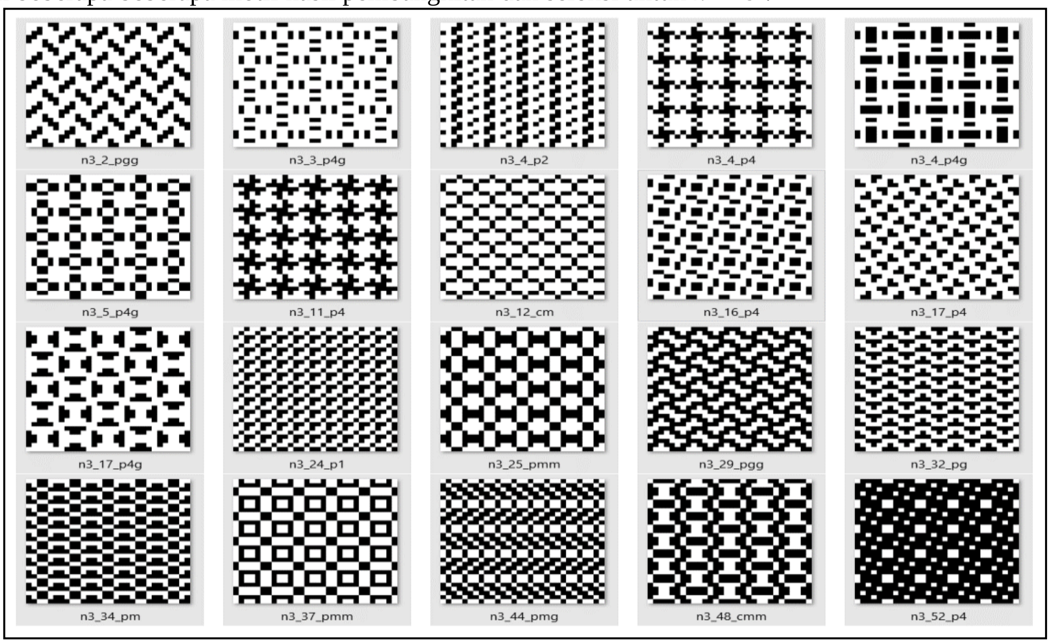
Tabel 5 Hasil seleksi motif pada masing-masing grup untuk $k = 3$

No	Grup	Jumlah	Hasil	Pola Dasar Asal
1	cm	56	26	(1,3,8), (2,7,10,17), (4,16), (5,23), (6,18,25), (11,32), (13,37), (14,19,27), (15,21,34), (20,29), (22,31,42),

JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics
Vol. 5, No. 3, November 2022, hal. 167~175
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, accredited by Kemenristekdikti, Sinta 5
DOI: 10.36085

				(26,33,48), (28,39,53), (30,35,54,55), (36,50), (40,46), (43,47), (51,52,56)
2	cmm	56	56	-
3	p1	56	14	(1,3,8), (2,4,7,10,16,17), (5,9,12), (6,11,18), (13,14,19,22,31,42), (15,20,21), (24,25,27,32,37,41), (26,28,33,39,43,53), (29,34,38,44,47,48), (30,35,40,46,54,55), (36,45,59), (51,52,56)
4	p2	54	45	(2,17), (4,16), (6,18), (7,10), (15,21), (30,55), (35,54), (40,46), (43,48)
5	p4	54	50	(19,42), (25,27), (26,28), (43,53)
6	p4g	47	44	(13,22), (25,27), (26,28)
7	pg	52	24	(1,3,8), (2,7,10,17), (4,16), (5,23), (6,18,25), (13,37), (14,19,27), (15,21,34), (22,31,42), (26,33,48), (28,39,53), (30,35,54,55), (36,50), (40,46), (43,47), (51,52,56)
8	pgg	50	42	(2,17), (4,16), (6,18), (7,10), (15,21), (30,55), (35,54), (40,46), (43,48)
9	pm	50	28	(1,8), (2,17), (4,16), (5,12), (6,18), (7,10), (13,19), (15, 21), (22,42), (24,41), (25,37), (26,43), (27,32), (28, 53), (29, 48), (30,55), (34,47), (35,54), (36,49), (38,44), (40,46), (51,56)
10	pmg	56	46	(2,17), (4,16), (6,18), (7,10), (15,21), (22,42), (27,37), (30,55), (35,54), (40,46)
11	pmm	43	33	(4,16), (6,18), (7,10), (15,21), (19,42), (25,27), (26,28), (35,54), (40,46), (43,53)
	Total	574	408	

Dari tabel di atas terlihat bahwa motif pada grup yang sama namun berbeda pola dasar dapat menghasilkan motif-motif yang sama. Misalkan pada grup *cm*, jika seleksi berdasarkan pola dasar asal maka grup ini tidak memiliki kesamaan dengan grup yang lainnya hal ini dibuktikan dengan jumlah hasil seleksi berjumlah 56. Akan tetapi ketika diseleksi berdasarkan grup maka didapatkan banyak motif yang memiliki kesamaan satu sama lain. Misalkan motif cm yang berasal dari pola dasar 1, 3 dan 8 memiliki kesamaan satu sama, motif cm yang berasal dari pola dasar 2, 7, 10 dan 17 begitu juga dengan motif yang lainnya. Berikut adalah beberapa beberapa motif hasil pembangkitan dan seleksi untuk $k = 3$:



Gambar 9 Contoh Hasil seleksi untuk $k = 3$

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah konsep kombinasi dan grup kristalografi dua dimensi dapat digunakan untuk membangkitkan motif anyaman. Motif yang diperoleh memiliki pola yang beragam terlihat dari jumlah yang diperoleh untuk $k = 2$ sebanyak 32 motif dan untuk $k = 3$ sebanyak 408 motif. Semakin besar k yang digunakan maka semakin banyak motif yang bisa dihasilkan. Motif-motif ini dapat digunakan sebagai alternatif motif dalam pembuatan anyaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah memberikan dana hibah penelitian dosen pemula sesuai Surat Kontrak dari Kemendikbudristek Nomor : 160/ES/PG.02.00.PT/2022 tanggal 15 Juni 2022

REFERENSI

[1] A. Gilang Resfaty, I. Muzdalipah, and E. Hidayat, “Studi Etnomatematika: Mengungkap Gagasan Dan Pola Geometris Pada Kerajinan Anyaman Mendong Di Manonjaya Kabupaten Tasikmalaya,” *Journal of Authentic Research on Mathematics Education (JARME)*, vol. 1, no. 1, 2019.

[2] T. Alawiyah, W. R. Husen, and A. T. Lestari, “Analisis Motif Kerajinan Anyaman Bambu Di Desa Mandalagiri Kecamatan Leuwisari Kabupaten Tasikmalaya,” *Magelaran: Jurnal Pendidikan Seni*, vol. 4, no. 1, pp. 82–91, Dec. 2021, doi: 10.35568/magelaran.v4i1.1408.

[3] A. D. GARNADI, S. GURITMAN, A. KUSNANTO, and F. HANUM, “Survey Pola Grup Kristalogi Bidang Ragam Batik Tradisional,” *Journal of Mathematics and Its Applications*, vol. 11, no. 2, pp. 1–10, Dec. 2012, doi: 10.29244/jmap.11.2.1-10.

[4] G. D. Setyani and Y. D. Astuti, “Pola Abstrak Kristalografi Dalam Anyaman Bambu,” *Prosiding Sendika*, pp. 65–71, 2018.

[5] M. C. Panjaitan, D. Kartika, F. R. Suwanto, and D. Y. Niska, “Kajian Etnomatematika Motif Songket Melayu Deli Berdasarkan Pola Frieze dan Pola Kristalografi,” *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, vol. 5, pp. 675–684, 2022, [Online]. Available: https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/

[6] Y. Nataliani, T. Wellem, and A. Iriani, “Pembangkitan pola menggunakan konsep grup kertas dinding,” *AITI*, vol. 18, no. 1, pp. 1–13, Jul. 2021, doi: 10.24246/aiti.v18i1.1-13.

[7] S. Ray and Y. Nataliani, “Pengolahan Citra Digital pada Pembuatan Motif Keramik Menggunakan Grup Simetri 11,” vol. 13, no. 1, pp. 11–22, 2022, doi: https://doi.org/10.24002/jbi.v13i1.5499.

[8] I. Maris, K. D. Purnomo, and B. Juliyanto, “Pemanfaatan Iterated Function System (Ifs) Untuk Membangkitkan Motif Anyaman Ukuran n x n,” *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*, vol. 21, no. 1, p. 25, Mar. 2021, doi: 10.19184/mims.v21i1.23120.

[9] P. N. Andono, T. Sutojo, and Muljono, *Pengolahan Citra Digital*, I. Penerbit Andi, 2017.

[10] R. Sianipar, *Dasar Pemrosesan Citra Digital Dengan Matlab*. Penerbit Andi, 2018.

[11] Riyanto, *Keindahan Matematika*. Penerbit Lakeisha, 2022.

[12] R. Munir, *Matematika Diskrit*, 5th ed. Penerbit Informatika, 2012.

[13] S. Erita, *Matematika Diskrit*. Penerbit NEM, 2022.

[14] Harmayani, D. Apdillah, Mapilindo, Oktopanda, and J. Hutahaean, *Aplikasi Komputer*. Yayasan Kita Menulis, 2021.

[15] E. Howick, “Symmetry Tile plug-in for GIMP,” *github.com*, 2014. https://github.com/elfnor/symmetrytile (accessed Aug. 20, 2022).