



TESIS - KI092361

*DOTTED-BOARD MODEL DAN EXTENDED LOCAL SEARCH* UNTUK OPTIMALISASI TATA LETAK POLA BUSANA PADA BAHAN BERMOTIF DENGAN MEMPERTIMBANGKAN ATURAN KESERASIAN MOTIF

FITRI BIMANTORO  
NRP.5112201027

DOSEN PEMBIMBING  
Dr.Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.  
Isye Arieshanti, S.Kom, M.Phil.

PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN KOMPUTASI CERDAS DAN VISUALISASI  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2014



THESIS - KI092361

DOTTED-BOARD MODEL AND EXTENDED LOCAL  
SEARCH FOR OPTIMIZATION THE LAYOUT OF  
SEWING PATTERN ON PATTERNED MATERIAL BY  
CONSIDERING THE MOTIVES HARMONY RULES

FITRI BIMANTORO  
NRP.5112201027

Supervisor  
Dr.Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.  
Isye Arieshanti, S.Kom, M.Phil.

MAGISTER PROGRAM  
INTELLIGENCE COMPUTATIONAL AND VISUALIZATION  
DEPARTMENT OF INFORMATICS ENGINEERING  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2014

# ***Dotted-Board Model dan Extended Local Search* untuk Optimalisasi Tata Letak Pola Busana pada Bahan Bermotif dengan Mempertimbangkan Aturan Keserasian Motif**

Nama Mahasiswa : Fitri Bimantoro

NRP : 5112201027

Dosen Pembimbing : Dr.Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.  
Isye Arieshanti, S.Kom, M.Phil.

## **ABSTRAK**

Optimalisasi tata letak pola busana termasuk bagian dari *Irregular Strip Packing Problem* (SPP). *Irregular SPP* adalah permasalahan peletakan bentuk-bentuk tak beraturan, yang terdiri dari poligon dan kurva, pada sebuah kontainer yang berupa bidang datar berbentuk persegi panjang. Bentuk-bentuk tak beraturan tersebut disusun sedemikian rupa sehingga tidak saling tumpang tindih dan menempati kontainer dengan panjang seminimal mungkin. Sebagian besar penelitian *irregular SPP* lebih berfokus pada bahan polos. Penelitian *irregular SPP* yang menggunakan bahan bermotif yang pernah dilakukan, hanya terbatas pada keberadaan motif pinggiran tanpa memperhatikan keserasian isi motif.

Salah satu model yang diusulkan untuk menyelesaikan *irregular SPP* adalah *Dotted Board Model* (DBM). Kontainer pada DBM direpresentasikan sebagai kumpulan titik atau *dot*. Resolusi atau jarak antar *dot* dapat diubah-ubah. Pada DBM, kontainer disebut *board*. Peletakan poligon dan kurva dilakukan dengan menempatkan titik referensi poligon dan kurva tersebut pada *dot*. Pada penelitian ini, DBM digunakan untuk memodelkan kontainer bahan bermotif. Resolusi DBM pada bahan bermotif ditentukan dengan mempertimbangkan ukuran motif yang dimiliki bahan bermotif.

Untuk menyelesaikan optimalisasi peletakan pola busana, pada penelitian ini digunakan algoritma *Extended Local Search* (ELS). Sebelum proses optimalisasi dengan ELS, pola busana dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok pola busana yang memiliki aturan keserasian motif dan kelompok pola busana tanpa aturan keserasian motif. Selanjutnya, inisialisasi tata letak awal dilakukan pada kelompok pola busana yang memiliki aturan keserasian motif. Selebihnya, pola busana tanpa aturan keserasian motif akan dioptimalisasi dengan menggunakan ELS. Bahan bermotif yang digunakan adalah kain batik dengan motif geometris.

Dari penelitian, rata-rata hasil paling optimal didapatkan pada nilai resolusi 3 dan iterasi *local search* 5. Efisiensi yang didapatkan dengan metode ELS+DBM setara dengan yang dihasilkan ELS, namun dari segi waktu ELS+DBM unggul hingga dua kali lipat dari ELS tanpa DBM.

Kata kunci: *Dotted-Board Model, Irregular Strip Packing Problem, bahan bermotif, keserasian motif*

## **Dotted-Board Model and Extended Local Search For Optimization of Sewing**

### **Pattern by Rule of Harmony Pattern on Pattern Container**

Name : Fitri Bimantoro  
NRP : 5112201027  
Supervisor : Dr.Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.,  
Isye Arieshanti, S.Kom, M.Phil.

#### **ABSTRACT**

Optimization of sewing pattern is one of the Irregular Strip Packing Problems (SPP). Irregular SPP is a problem on how to place pieces of an object in a container, such that there is no overlapping between pieces. The container commonly used is a plain one, having no pattern on it. However, in this case, we use a container that contains several patterns on geometry structure. To create harmony between pieces, a geometry pattern on one piece must complement a geometry pattern on another piece. Thus, we need a new method to solve irregular SPP on geometry pattern in a container.

The model used in this research to overcome irregular SPP on geometry pattern in a container is known as Dotted-Board Model (DBM). DBM sets dots on a board. The arrangement of dots' resolution is done according to the size of a geometry pattern. Pieces are then placed on dots by their reference points.

Extended Local Search method (ELS) is used to optimize the placing of pieces in a container. This takes place in two main steps; initialization step and optimization step. In the initialization step, pieces are divided into two groups. The first group of pieces are based on rule of pattern harmony, while the second group of pieces is not. In addition, ELS will optimize the second group by Local search and Tabu search.

The result shown, that the optimum efficiency of the proposed method has been found at resolution 3 and iteration of local search 5. Efficiency of the proposed method is similar to ELS, but the computation time of the proposed method twice more quickly than ELS.

**Keywords:** *Dotted-Board Model, Irregular Strip Packing Problem, pattern, pattern container.*

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Komputer (M.Kom.)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
oleh:

Fitri Bimantoro  
Nrp. 5112 201 027

Tanggal Ujian : 18 Juli 2014  
Periode Wisuda : September 2014

Disetujui oleh:

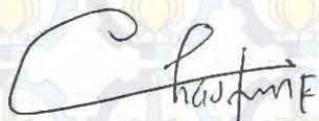
1. Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.  
NIP. 19710428 199412 2 001

  
.....  
(Pembimbing1)

2. Isye Arieshanti, S.Kom, M.Phil.  
NIP. 19780412 200604 2 001

  
.....  
(Pembimbing 2)

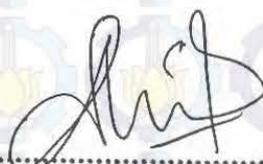
3. Dr. Chastine Fatchah, S.Kom., M.Kom  
NIP. 19751220 200112 2 002

  
.....  
(Penguji 1)

4. Anny Yuniarti, S.Kom.,M.Com.Sc  
NIP. 198106222005012002

  
.....  
(Penguji 2)

5. Wijayanti Nurul Khotimah, S.Kom.,M.Sc  
NIP. 19860312 201212 2 004

  
.....  
(Penguji 3)

  
Direktur Program Pasca Sarjana  
Prof. Dr. Is Adi Soeprijanto, MT  
NIP. 19640405 199002 1 001

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbil'amin, segala puji bagi Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan Tesis yang berjudul *“Dotted-Board Model dan Extended Local Search untuk Optimalisasi Tata Letak Pola Busana pada Bahan Bermotif dengan Mempertimbangkan Aturan Kecerahan Motif”* dengan tepat waktu.

Pengerjaan Tesis ini merupakan suatu kesempatan yang sangat berharga bagi penulis, karena dengan pengerjaan Tesis ini, penulis bisa memperdalam, meningkatkan, serta mengimplementasikan apa yang telah didapatkan penulis selama menempuh perkuliahan di Teknik Informatika ITS.

Terselesainya buku Tesis ini, tidak terlepas dari bantuan dan dukungan semua pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan baik.
2. Rasulullah Muhammad SAW sebagai penyampai risalah dan sumber inspirasi bagi penulis untuk selalu memberikan yang terbaik.
3. Bapak dan ibu nomor satu sedunia, yang telah memberikan semangat, kasih sayang, perhatian serta dukungan dan doa untuk penulis. Semoga Allah membalas beribu kebaikan dan mengasihi mereka sebagaimana mereka mengasihi penulis di waktu kecil.
4. Kakak-kakakku Mas Danang, Mbak Tina, Mas Budi, Mbak Wanti dan satu-satunya adekku Yudha terimakasih atas semangat dan doanya.
5. Mas Agus Eko Minarno, dan Arrie Kurniawardhani you are the best, thank's for all of the advices, masih banyak keinginan yang belum tercapai, mas Daniel Swanjaya, my room-mate thanks for everything dan maaf sudah banyak merepotkan, dan Michael thanks for the lessons, You are the man.

6. Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom, M.Kom, Isye Arieshanti, S.Kom, M.Phil selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.
7. Dr. H. Agus Zainal Arifin, S.Kom, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi ITS.
8. Waskitho Wibisono, S.Kom., M.Eng., Ph.D., selaku Koordinator S2 Jurusan Teknik Informatika ITS.
9. Dr Chastine Faticah, S.Kom., M.Kom., Anny Yuniarti, S.Kom.,M.Com.Sc., Wijayanti Nurul Khotimah, S.Kom., M.Sc. selaku penguji tesis yang telah memberikan banyak masukan.
10. Bapak IBK Widiartha selaku Kaprodi Teknik Informatika Universitas Mataram dan seluruh staf dan tenaga kependidikan Fakultas Teknik Universitas Mataram yang selalu memberikan support.
11. Teman-teman S2 Teknik Informatika angkatan 2010, 2011, dan 2012 yang meramaikan Lab dan membantu penulis memahami makalah ilmiah.
12. Juga tidak lupa kepada semua pihak yang belum sempat disebutkan satu per satu disini yang telah membantu terselesaikannya Tesis ini.

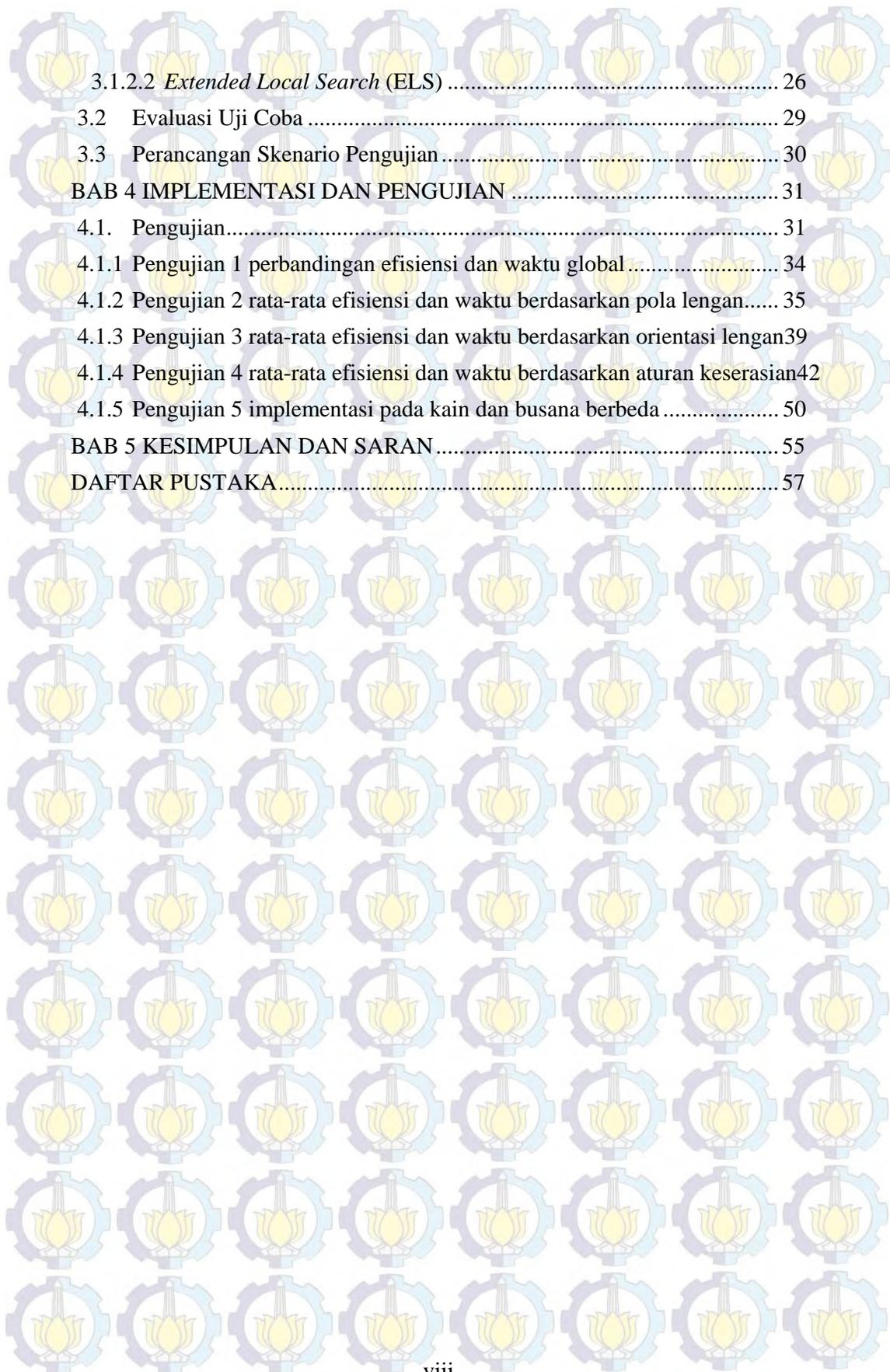
Sebagai manusia biasa, penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kesempurnaan dan memiliki banyak kekurangan. Sehingga dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca.

Surabaya, 22 Juli 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Kontribusi Penelitian.....	4
BAB 2 DASAR TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Busana dan Keserasian Motifnya.....	5
2.1.1 Batik.....	5
2.1.2 Motif Batik.....	5
2.2 Pola Busana.....	7
2.3 Keserasian Motif.....	7
2.4 <i>Irregular Strip Packing Problem</i> .....	10
2.4.1 Definisi.....	10
2.4.2 Konsep Pendukung.....	11
2.4.2.1 No-fit Polygon (NFP).....	11
2.4.2.2 Inner-fit Polygon (IFP).....	12
2.4.3 Perkembangan Penelitian <i>Irregular SPP</i> .....	13
2.5 <i>Dotted-Board Model</i> .....	14
2.6 Algoritma Pencarian <i>Extended Local Search</i> pada Bahan Bermotif.....	16
2.6.1 Inisialisasi tata letak.....	16
2.6.2 Optimalisasi Tata Letak.....	18
2.6.3 Modifikasi <i>Extended Local Search</i> untuk Bahan Bermotif.....	19
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Rancangan Data dan Algoritma yang Diusulkan.....	21
3.1.1 Rancangan Data.....	21
3.1.2 Algoritma yang Diusulkan.....	24
3.1.2.1 <i>Dotted-Board Model</i> (DBM).....	25



3.1.2.2 <i>Extended Local Search</i> (ELS) .....	26
3.2 Evaluasi Uji Coba .....	29
3.3 Perancangan Skenario Pengujian .....	30
<b>BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN .....</b>	<b>31</b>
4.1. Pengujian.....	31
4.1.1 Pengujian 1 perbandingan efisiensi dan waktu global.....	34
4.1.2 Pengujian 2 rata-rata efisiensi dan waktu berdasarkan pola lengan.....	35
4.1.3 Pengujian 3 rata-rata efisiensi dan waktu berdasarkan orientasi lengan.....	39
4.1.4 Pengujian 4 rata-rata efisiensi dan waktu berdasarkan aturan keserasian.....	42
4.1.5 Pengujian 5 implementasi pada kain dan busana berbeda .....	50
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>55</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>57</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Kain Batik yang Memiliki Pinggiran .....	6
Gambar 2.2 Contoh Motif Batik dengan Raport Bangun Berbentuk Geometri Biasa .....	6
Gambar 2.3 Contoh Motif Batik dengan Raport Berbentuk Garis Miring .....	6
Gambar 2.4 Pola Busana .....	8
Gambar 2.5 Contoh Busana Atasan Pria(a) dan wanita(b) dengan Motif Pinggiran yang Terdapat pada Bagian Bawah dari Badan Depan dan Badan Belakang Busana.....	9
Gambar 2.6 Contoh Busana Atasan Pria (a) dan wanita (b) dengan Motif Klowongan Utuh pada Pertemuan Antara Badan Depan Kiri dengan Badan Depan Kanan .....	9
Gambar 2.7 Contoh Busana Atasan Pria (a) dan Wanita (b) dengan Motif Pinggiran pada Bagian Bawah Lengan Kiri dan Lengan Kanan .....	9
Gambar 2.8 Busana Atasan Pria (a) dan wanita (b) dengan Motif Pinggiran pada Pertemuan Antara Badan Depan Kiri dan Badan Depan Kanan .....	10
Gambar 2.9 Contoh Busana Bawahan yang Memiliki Keserasian .....	10
Gambar 2.10 Ilustrasi Irregular SPP (Imamichi, Yagiura, & Nagamochi, 2009). ..	11
Gambar 2.11 Ilustrasi Pembentukan NFPAB (Leung, 2012) .....	12
Gambar 2.12 Ilustrasi Inner fit poligon P1 terhadap kontainer.....	13
Gambar 2.13 Representasi Dotted-Board Model (Toleda, 2013) .....	15
Gambar 2.14 Peletakan bentuk geometris pada Dotted-Board Model (Toleda, 2013).....	16
Gambar 2.15 Pseudocode Greedy Bottom Left (Leung, Lin, & Zhang, 2012) ....	18
Gambar 2.16 Pseudocode Algoritma Local Search (Leung, Lin, & Zhang, 2012).....	19
Gambar 2.17 Pseudocode Algoritma ELS (Leung, Lin, & Zhang, 2012) .....	19
Gambar 2.18 Diagram Alir Extended Local Search Pada Bahan Bermotif (Sa'dyah, 2013).....	20
Gambar 3.1 Struktur penyimpanan pola busana. ....	22
Gambar 3.2 Representasi Geometri Titik Kontrol Pola Busana sesuai Tabel 3.2 ..	23
Gambar 3.3 Struktur penyimpanan data kontainer .....	23
Gambar 3.4 Diagram Alir Penyelesaian Irregular SPP pada bahan bermotif.....	25
Gambar 3.5 Ilustrasi Dotted-Board Model (DBM).....	26
Gambar 3.6 Ilustrasi Peletakan Pola Busana Berdasarkan Aturan Keserasian 1 Tabel 3.3 .....	27
Gambar 3.7 Ilustrasi Peletakan Pola Busana Berdasarkan Aturan Keserasian 2 Tabel 3.3 .....	28
Gambar 3.8 Ilustrasi Peletakan Pola Busana Berdasarkan Aturan Keserasian 3 Tabel 3.3 .....	29
Gambar 4.1 Contoh pola lengan panjang dengan Nmo 5 resolusi 0 .....	37
Gambar 4.2 Contoh pola lengan panjang dengan Nmo 5 resolusi 3 .....	37
Gambar 4.3 Contoh pola lengan pendek dengan Nmo 5 resolusi 0 .....	38
Gambar 4.4 Contoh pola lengan pendek dengan Nmo 5 resolusi 3 .....	39
Gambar 4.5 Contoh pola orientasi 0 dengan Nmo 5 resolusi 0 .....	41
Gambar 4.6 Contoh pola orientasi 0 dengan Nmo 5 resolusi 3 .....	41
Gambar 4.7 Contoh pola orientasi 90 dengan Nmo 5 resolusi 0 .....	42

Gambar 4.8 Contoh pola orientasi 90 dengan Nmo 5 resolusi 3 .....	42
Gambar 4.9 Contoh pola Nmo 5 resolusi 0 aturan keserasian 1.....	45
Gambar 4.10 Contoh pola Nmo 5 resolusi 3 aturan keserasian 1 .....	46
Gambar 4.11 Contoh pola Nmo 5 resolusi 0 aturan keserasian 2 .....	46
Gambar 4.12 Contoh pola Nmo 5 resolusi 3 aturan keserasian 2 .....	47
Gambar 4.13 Contoh pola Nmo 5 resolusi 0 aturan keserasian 3 .....	48
Gambar 4.14 Contoh pola Nmo 5 resolusi 3 aturan keserasian 3 .....	48
Gambar 4.15 Perbandingan waktu komputasi antara ELS dengan ELS+DBM....	49
Gambar 4.16 Perbandingan efisiensi antara ELS dan ELS+DBM.....	49
Gambar 4.17 Antarmuka pemilihan pola busana .....	50
Gambar 4.18 Antarmuka optimasi pola busana .....	51
Gambar 4.19 Hasil Optimasi pola busana celana panjang pada kain batik kawung.....	51
Gambar 4.20 Hasil Optimasi pola busana blus dengan aturan keserasian 3 pada kain batik Parang.....	52
Gambar 4.21 Hasil Optimasi pola busana blus dengan aturan keserasian 3 pada kain batik dengan motif pinggiran .....	52
Gambar 4.22 Hasil Optimasi pola busana rok lipit pada kain batik dengan motif pinggiran.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Aturan Keserasian Motif Batik yang Dapat Diterapkan pada Pola Dasar Busana Atasan, Pola Dasar Rok dan Pola Dasar Celana (Sa'dyah, 2013).....	8
Tabel 2.2 Parameter pembentuk <i>Dotted-Board Model</i> .....	15
Tabel 3.1 Representasi titik kontrol pola busana.....	22
Tabel 3.2 Nilai Atribut Kode dan Tipe untuk Pola Dasar Busana Atasan, Pola Dasar Rok, dan Pola Dasar Celana.....	22
Tabel 3.3 Daftar Kode Aturan Keserasian Motif Batik pada Pola Busana.....	24
Tabel 4.1 Skema pengujian.....	32
Tabel 4.2 Jenis Pola Busana.....	32
Tabel 4.3 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi.....	34
Tabel 4.4 Perbandingan hasil rata-rata waktu.....	35
Tabel 4.5 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi pola lengan panjang.....	36
Tabel 4.6 Perbandingan hasil rata-rata waktu pola lengan panjang.....	36
Tabel 4.7 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi pola lengan pendek.....	36
Tabel 4.8 Perbandingan hasil rata-rata waktu pola lengan pendek.....	36
Tabel 4.9 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi 0 derajat.....	40
Tabel 4.10 Perbandingan hasil rata-rata waktu 0 derajat.....	40
Tabel 4.11 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi 90 derajat.....	40
Tabel 4.12 Perbandingan hasil rata-rata waktu 90 derajat.....	40
Tabel 4.13 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi berdasarkan aturan pertama.....	43
Tabel 4.14 Perbandingan hasil rata-rata waktu berdasarkan aturan pertama.....	43
Tabel 4.15 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi berdasarkan aturan kedua.....	44
Tabel 4.16 Perbandingan hasil rata-rata waktu berdasarkan aturan kedua.....	44
Tabel 4.17 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi berdasarkan aturan ketiga.....	44
Tabel 4.18 Perbandingan hasil rata-rata waktu berdasarkan aturan ketiga.....	44
Tabel 4.19 Perbandingan poin keserasian aturan ketiga.....	45
Tabel 4.20 Perbandingan Efisiensi dan waktu pada pola busana berbeda.....	53

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

*Irregular Strip Packing Problem* (SPP) merupakan permasalahan umum dalam hal pemotongan dan peletakan pola dalam kontainer. Pola yang dimaksud adalah objek yang memiliki bentuk tertentu. Kontainer merupakan media dimana beberapa pola ditempatkan dengan aturan tertentu dengan tujuan mendapatkan ukuran kontainer yang paling optimal. Ukuran kontainer yang optimal adalah kontainer yang memiliki dimensi paling minimum yang didalamnya terdapat pola yang tidak saling tumpang tindih dan memiliki sisa ruang kosong yang paling sedikit. Salah satu aplikasi *Irregular SPP* ditemukan pada industri busana.

Pada pembuatan busana, perlu dipertimbangkan keserasian motif pada penjahitan (penyambungan) potongan-potongan pola busana, terutama pada busana bagian depan. Keserasian busana tampak jelas pada kain yang memiliki motif geometris karena akan sangat mempengaruhi impresi atau kesan bagi penggunanya. Peletakan motif yang sesuai tidak hanya akan mempengaruhi pada keserasian, namun juga pemanfaatan bahan kain yang optimal agar tidak banyak kain yang tersisa. Dengan demikian biaya produksi kain dapat ditekan dan meningkatkan kemampuan daya beli terhadap kain tersebut. Oleh karena itu optimalisasi peletakan pola pada kain yang mempertimbangkan keserasian motif busana merupakan hal yang penting untuk diteliti.

Beberapa penelitian telah diusulkan untuk menyelesaikan *irregular SPP*, antara lain *Extended Local Search* (ELS) yang dikembangkan oleh Leung dkk (2012). Algoritma ELS mengoptimalkan tata letak objek di dalam kontainer dengan melakukan perulangan terhadap proses perubahan luas kontainer serta perubahan tata letak objek yang ada di dalamnya. Pada permasalahan optimalisasi tata letak pola busana di atas kain polos, algoritma ELS mampu mengoptimalkan penggunaan kain antara 75%-88%. (Leung, Lin, & Zhang, 2012).

Sa'dyah (2013) meneliti *irregular SPP* pada bahan bermotif. Pada penelitiannya, Sa'dyah melakukan optimasi tata letak pola busana menggunakan ELS dengan mempertimbangkan keserasian motif pada bahan. Namun pada

penelitian ini, keserasian motif yang dipertimbangkan hanya keberadaan motif pinggiran tanpa mempertimbangkan keserasian isi motifnya, sehingga keserasian motif tengah diabaikan.

Toleda et al, pada tahun 2013 melakukan penelitian tentang tata letak bentuk tak beraturan. Pada penelitiannya, Toleda et al melakukan pendekatan dengan *Mixed-integer Programming* dan mengajukan model yang disebut *Dotted-Board Model* (DBM). DBM merepresentasikan media yang digunakan sebagai *board* yang berisi sejumlah *dot*, dengan resolusi *dot* ditentukan diawal. Selanjutnya, setiap penempatan bentuk harus memenuhi batasan-batasan, yakni bahwa media dapat memuat seluruh bentuk, dan tidak ada bentuk yang saling tumpang tindih. Setiap bentuk memiliki satu titik referensi, dimana dalam penempatan bentuk pada *board*, titik referensi ini akan ditempatkan pada *dot*. Satu *dot* dapat ditempati beberapa titik referensi dari beberapa bentuk yang berbeda selama bentuk tersebut tidak saling tindih antara satu dan yang lainnya. Sedangkan untuk optimasi peletakan objek, Toleda menggunakan CPLEX 12.5, yakni perangkat komersial keluaran IBM untuk penyelesaian optimasi. Dengan hanya mengandalkan batasan dan resolusi *dot*, DBM merupakan metode sederhana yang handal untuk menyelesaikan permasalahan *irregular SPP* dengan sangat baik.

Namun demikian DBM memiliki keterbatasan dalam penerapannya. DBM hanya menggunakan kontainer polos sebagai media untuk peletakan pola, DBM tidak mempertimbangkan keserasian jika digunakan pada media yang bermotif. Salah satu contoh permasalahan pada bahan yang mempertimbangkan keserasian adalah penempatan pola busana pada kain batik. Permasalahan utama pada kain bermotif adalah keserasian motif utama dan motif pinggiran. Motif utama adalah motif yang mendominasi kain sedangkan motif pinggiran adalah motif yang terdapat pada bagian tertentu pada kain, biasanya digunakan pada bagian depan bawah dari pola busana dan bagian depan daerah kancing busana.

Dari penelitian-penelitian sebelumnya, penerapan metode hanya terbatas pada bahan polos. Begitu juga pada penelitian yang diusulkan oleh Sa'dyah yang hanya mempertimbangkan keberadaan motif pinggiran, atau dengan kata lain Sa'dyah tidak mempertimbangkan keserasian motif utama secara utuh terutama pada bagian depan daerah kancing. Selain itu, waktu komputasi yang dibutuhkan

untuk menyelesaikan solusi ini terbilang tinggi. Satu iterasi membutuhkan waktu 3 menit, sedangkan solusi optimal didapatkan pada iterasi ke 15.

Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini diusulkan untuk melakukan optimalisasi peletakan pola pada bahan bermotif dengan mempertimbangkan keserasian, baik motif utama maupun motif bagian pinggiran. Pendekatan yang diusulkan adalah melakukan kombinasi *Dotted Board Model* dengan ELS. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan sebuah metode peletakan pola pada bahan bermotif yang serasi dan optimal dengan waktu komputasi yang lebih cepat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan optimasi peletakan pola pada bahan bermotif yang mempertimbangkan keserasian motif dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana aturan dan proses peletakan pola untuk mendapatkan keserasian motif.
- b. Bagaimana menentukan jarak *dot* pada DBM sebagai acuan peletakan pola paling optimal dengan mempertimbangkan keserasian motif.
- c. Bagaimana melakukan optimasi peletakan pola pada kontainer untuk mendapatkan ukuran bahan yang optimal dengan menggunakan algoritma ELS.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Program ditulis menggunakan Matlab 2012a.
2. Motif yang digunakan adalah motif batik:
  - a. Kawung
  - b. Parang
3. Motif dasar didefinisikan secara manual, bukan dari hasil pengenalan motif dasar.
4. Keserasian hanya pada bahan bermotif geometris, yaitu bahan kain yang memiliki pola dasar teratur dan berulang.
5. Pola busana yang digunakan pada penelitian ini terbatas pada pola busana kemeja untuk pria.

#### **1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah membangun metode untuk optimalisasi peletakan pola pada bahan bermotif dengan mempertimbangkan keserasian, menggunakan DBM dan ELS. Motif yang didefinisikan adalah motif utama dan motif pingiran.

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat digunakan oleh pelaku industri untuk mengoptimisasi penggunaan bahan bermotif yang mempertimbangkan keserasian motif, sehingga bahan yang digunakan tidak banyak yang terbuang.

#### **1.5 Kontribusi Penelitian**

Kontribusi penelitian ini adalah melakukan modifikasi *Dotted Board Model* dengan menerapkan pada kain bermotif dengan pertimbangan keserasian.

Modifikasi yang dilakukan adalah:

- a. Menentukan resolusi *dot* pada *board* paling optimal sebagai acuan pola dasar busana.
- b. Mendefinisikan aturan pada peletakan titik referensi pola untuk menghasilkan keserasian motif.

## BAB 2

### DASAR TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA

Bab 2 berisi pembahasan tentang kajian pustaka dan dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini. Pada Bab ini akan dijelaskan tentang salah satu bahan bermotif dan contoh kasusnya pada tata letak busana yang memerlukan keserasian motif. Selain itu, juga akan membahas tentang *Irregular SPP* dan *Dotted-Board Model*.

#### 2.1 Busana dan Keserasian Motifnya

Salah satu unsur yang penting dalam busana adalah keserasian motif antara beberapa bagian penting dari busana tersebut. Salah satu contoh bahan bermotif yang memerlukan keserasian motif adalah batik.

##### 2.1.1 Batik

Dari segi bahasa, batik berasal dari bahasa Jawa yang terdiri atas dua kata yakni *Amba* yang berarti menulis dan *Titik* yang berarti titik (Kuswadji 1981). Dari segi istilah, batik awalnya didefinisikan sebagai teknik desain dan pewarnaan kain menggunakan malam. Namun seiring dengan perkembangan batik cap, batik mengalami pergeseran makna dan lebih sering dipahami sebagai kain atau busana yang memiliki desain motif geometris tertentu.

Sejak 2 oktober 2009, UNESCO mengakui batik sebagai Warisan Kemanusiaan untuk Budaya Lisan dan Nonbendawi milik Indonesia (UNESCO 2009). Hal ini tak lepas dari kekayaan jumlah motif batik yang dimiliki Indonesia. Setiap daerah memiliki motif batiknya sendiri, yang tak lepas dari kekhasan filosofisnya. Hasil studi pustaka tentang definisi serta variasi motif batik yang ada di Indonesia akan dijelaskan pada Subbab 2.1.2.

##### 2.1.2 Motif Batik

Dari segi bahasa, motif batik didefinisikan sebagai kerangka gambar yang mewujudkan batik secara keseluruhan (Susanto 1980). Saat ini, terdapat banyak kain batik yang beredar di pasaran dengan motif yang bervariasi. Sebagian kain batik memiliki motif pinggiran, sebagian tidak. Motif pinggiran adalah motif pada tepian kain batik yang teksturnya berbeda dengan motif pada bagian tengah kain. Contoh kain batik yang memiliki pinggiran dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh Kain Batik yang Memiliki Pinggiran

Dari sifat keberulangan dan keteraturan motifnya, batik dapat dibedakan menjadi dua yaitu batik geometris dan batik non-geometris. Batik geometris, dapat dibedakan lagi menjadi dua bagian berdasarkan bentuk bagian geometris yang berulang-ulang atau yang disebut *raport*. Berdasarkan *raport*, motif batik geometris dibagi menjadi motif geometris dengan raport berbentuk biasa dan dengan *raport* berbentuk miring (Doellah 2002). Untuk contoh batik geometris ditampilkan pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3.



Gambar 2.2 Contoh Motif Batik dengan Raport Bangun Berbentuk Geometri Biasa



Gambar 2.3 Contoh Motif Batik dengan Raport Berbentuk Garis Miring

## 2.2 Pola Busana

Pola busana merupakan istilah dalam bidang menjahit atau desain busana yang berarti potongan-potongan kertas berbentuk menyerupai bagian-bagian busana. Pola busana digunakan sebagai purwarupa dari busana yang dibuat untuk diletakkan di atas kain pada saat proses pemotongan kain. Tujuannya untuk meminimalkan kesalahan hasil pengguntingan kain. Contoh pola busana dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Ada beberapa macam pola yang dapat digunakan dalam membuat busana, diantaranya ialah pola konstruksi dan pola standar. Masing-masing pola ini digambar dengan cara yang berbeda, memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, untuk lebih jelasnya akan diuraikan satu persatu.

### 1. Pola Konstruksi

Pola konstruksi adalah pola dasar yang dibuat berdasarkan ukuran badan pemakai, dan digambar dengan perhitungan secara matematika sesuai dengan sistem pola konstruksi masing-masing. Pembuatan pola konstruksi lebih rumit dari pada pola standar disamping itu juga memerlukan waktu yang lebih lama, tetapi hasilnya lebih baik dan sesuai dengan bentuk tubuh pemakai.

### 2. Pola standar

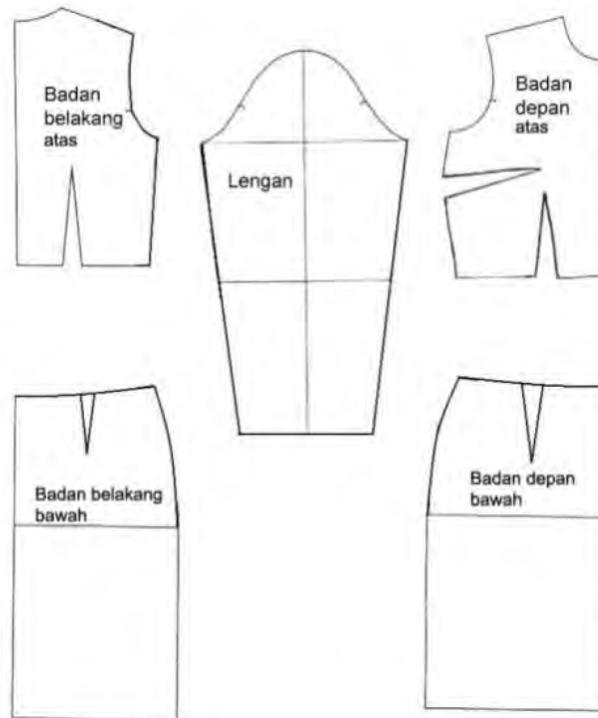
Pola standar adalah pola yang dibuat berdasarkan daftar ukuran umum atau ukuran yang telah distandarkan, seperti ukuran *Small (S)*, *Medium (M)*, *Large (L)*, dan *Extra Large (XL)*.

## 2.3 Keserasian Motif

Beberapa contoh keserasian motif untuk busana disajikan pada Tabel 2.1. Contoh keserasian busana atasan yang memenuhi keserasian motif pinggiran dapat dilihat pada Gambar 2.5, Gambar 2.7, dan Gambar 2.8. Sedangkan busana atasan yang memenuhi keserasian motif, dengan syarat terdapat pertemuan motif utama pada bagian depan kanan dan kiri dapat dilihat pada Gambar 2.6. Gambar 2.8 menunjukkan contoh pola busana dengan keserasian motif pinggiran yang bertemu pada badan depan kanan dan kiri. Untuk contoh keserasian busana bawahan dapat dilihat pada Gambar 2.9.

Tabel 2.1 Aturan Keserasian Motif Batik yang Dapat Diterapkan pada Pola Dasar Busana Atasan, Pola Dasar Rok dan Pola Dasar Celana (Sa'dyah, 2013)

Pola Dasar Busana Atasan	
Jenis Pola Busana	Aturan Keserasian
Badan depan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada pertemuan antara bagian kanan dan bagian kiri terdapat motif klowongan utuh</li> <li>• Pada pertemuan antara bagian kanan dan bagian kiri terdapat motif pinggiran</li> <li>• Pada bagian bawah terdapat motif pinggiran</li> </ul>
Badan belakang	Pada bagian bawah terdapat motif pinggiran
Lengan	Pada bagian bawah terdapat motif pinggiran
Kerah	Digunakan pada bahan dengan motif pinggiran
Pola Dasar Rok	
Jenis Pola Busana	Aturan Keserasian
Rok bagian depan	Pada bagian bawah terdapat motif pinggiran
Rok bagian belakang kiri	Pada bagian bawah terdapat motif pinggiran
Rok bagian belakang kanan	Pada bagian bawah terdapat motif pinggiran
Pola Dasar Celana	
Jenis Pola Busana	Aturan keserasian
Celana depan sebelah kiri	Pada bagian bawah terdapat motif pinggiran
Celana depan sebelah kanan	Pada bagian bawah terdapat motif pinggiran
Celana belakang sebelah kiri	Pada bagian bawah terdapat motif pinggiran
Celana belakang sebelah kanan	Pada bagian bawah terdapat motif pinggiran



Gambar 2.4 Pola Busana



(a)



(b)

Gambar 2.5 Contoh Busana Atasan Pria(a) dan wanita(b) dengan Motif Pinggiran yang Terdapat pada Bagian Bawah dari Badan Depan dan Badan Belakang Busana



(a)



(b)

Gambar 2.6 Contoh Busana Atasan Pria (a) dan wanita (b) dengan Motif Klowongan Utuh pada Pertemuan Antara Badan Depan Kiri dengan Badan Depan Kanan



(a)



(b)

Gambar 2.7 Contoh Busana Atasan Pria (a) dan Wanita (b) dengan Motif Pinggiran pada Bagian Bawah Lengan Kiri dan Lengan Kanan



(a) (b)

Gambar 2.8 Busana Atasan Pria (a) dan wanita (b) dengan Motif Pinggiran pada Pertemuan Antara Badan Depan Kiri dan Badan Depan Kanan



Gambar 2.9 Contoh Busana Bawahan yang Memiliki Keserasian

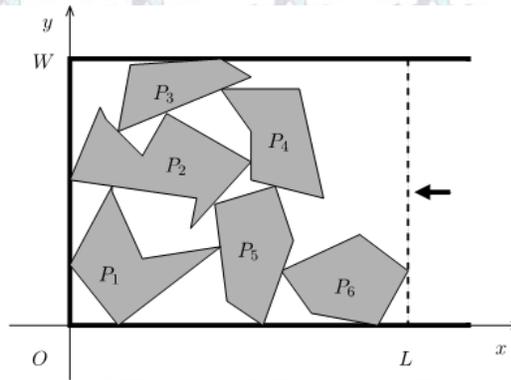
## 2.4 Irregular Strip Packing Problem

Subbab 2.4 berisi penjelasan tentang definisi *Irregular SPP*, dan perkembangan penelitian pada bidang tersebut. Definisi *Irregular SPP* dijelaskan pada Subbab 2.4.1, sedangkan perkembangan penelitian di bidang *Irregular SPP* dijelaskan pada Subbab 2.4.2.

### 2.4.1 Definisi

*Irregular SPP* merupakan permasalahan kombinasional pada penentuan tata letak sekumpulan objek berupa poligon ke dalam sebuah kontainer berbentuk persegi panjang dengan asumsi lebar kontainer ditentukan di awal sedangkan panjang kontainer belum diketahui. Tujuan dari *Irregular SPP* adalah untuk meminimalkan panjang kontainer dengan mengoptimalkan tata letak objek yang ada di dalamnya dengan syarat tidak ada objek yang saling tumpang tindih (Imamichi, Yagiura and Nagamochi 2009).

Gambar 2.10 menunjukkan ilustrasi dari *Irregular SPP*. Pada gambar tersebut terdapat enam objek berupa polygon  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$ , dan  $P_6$ . Seluruh poligon tersebut diletakkan pada sebuah kontainer berbentuk persegi panjang dengan panjang  $L$  dan lebar  $W$ .



Gambar 2.10 Ilustrasi Irregular SPP (Imamichi, Yagiura, & Nagamochi, 2009)

## 2.4.2 Konsep Pendukung

Beberapa konsep yang mendukung penyelesaian *irregular SPP* antara lain *Inner-fit Polygon*, *No-fit Polygon* dan *Collision Free Region* dijelaskan pada subbab berikut.

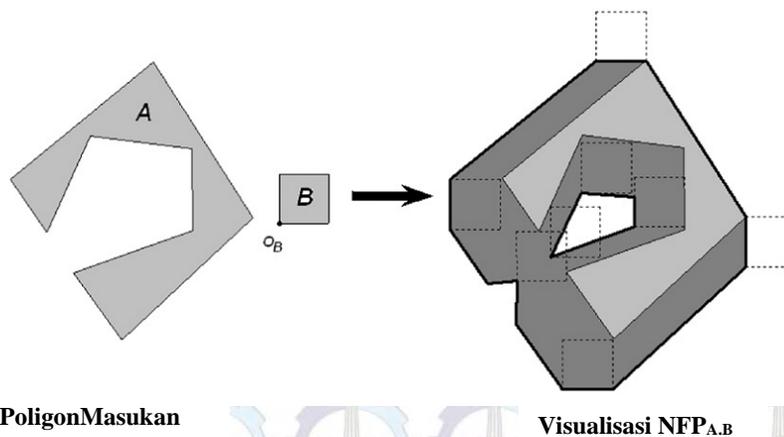
### 2.4.2.1 No-fit Polygon (NFP)

*No-fit polygon* merupakan sebuah struktur data yang sering digunakan pada permasalahan *Irregular SPP* untuk mencari posisi terbaik pada penggabungan dua buah bentuk geometri atau yang disebut poligon. NFP didefinisikan sebagai himpunan koordinat dua buah poligon ketika kedua poligon tersebut saling bersentuhan (Bennel dan Oliveira 2008). Pada proses pembentukan NFP antara dua buah poligon, terdapat satu poligon yang ditetapkan sebagai poligon tetap dan satu poligon lain yang ditetapkan sebagai poligon bergerak. Poligon tetap berfungsi sebagai acuan dari poligon bergerak untuk menentukan posisi penggabungan terbaik.

Diberikan dua buah poligon A dan poligon B dimana poligon A ditetapkan sebagai poligon tetap sedangkan poligon B ditetapkan sebagai poligon yang bergerak. NFP dari poligon A dan poligon B atau biasa dilambangkan dengan ( $NFP_{AB}$ ) dapat dibentuk dengan cara berikut.

- Pilihlah sebuah titik pada tepian poligon B sebagai pusat gerak bagi poligon B. Beri Label titik tersebut dengan nama  $O_B$ .
- Letakkan poligon B di sebelah kanan bawah poligon A dengan posisi titik  $O_B$  menempel ke poligon A.
- Geser poligon B ke sekeliling poligon A dengan titik  $O_B$  sebagai pusat gerakan poligon B. Jalur yang dilewati oleh titik  $O_B$  merupakan bentuk  $NFP_{AB}$ .

Ilustrasi pembentukan NFP antara poligon A dan poligon B dapat dilihat pada Gambar 2.11. Pada gambar tersebut, diberikan dua buah poligon yaitu poligon A dengan bentuk tidak beraturan dan poligon B dengan bentuk persegi. Poligon A berfungsi sebagai poligon tetap sedangkan poligon B berfungsi sebagai poligon bergerak. Pada ilustrasi ini, poligon B bergerak di sekeliling poligon A dengan titik  $O_B$  sebagai pusat gerak dan menghasilkan  $NFP_{AB}$ . Visualisasi  $NFP_{AB}$  dapat dilihat pada Gambar 2.11 sebelah kanan dimana bagian gambar yang berwarna lebih gelap merupakan visualisasi  $NFP_{AB}$ .

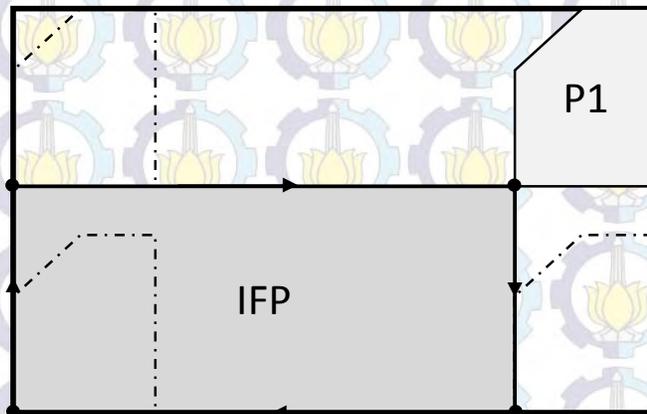


Gambar 2.11 Ilustrasi Pembentukan NFPAB (Leung, 2012)

#### 2.4.2.2 Inner-fit Polygon (IFP)

Batasan pertama yang harus dipenuhi dari sebuah *Nesting Problem* adalah bahwa seluruh bentuk harus berada dalam *board*. Untuk menjamin batasan tersebut terpenuhi, diperlukan metode *inner-fit polygon* (Gomes, 2002). Konsep pembentukan IFP serupa dengan NFP. Perbedaannya adalah jika NFP merupakan hasil dari translasi sebuah poligon terhadap poligon lain yang diam dengan tujuan mendapatkan posisi yang memungkinkan untuk diletakkannya poligon tanpa saling

tumpang tindih, maka IFP didapatkan dengan melakukan translasi sebuah poligon diseluruh bagian dalam dari kontainer. Gambar 2.12 merupakan ilustrasi dari IFP.



Gambar 2.12 Ilustrasi Inner fit poligon P1 terhadap kontainer

#### 2.4.3 Perkembangan Penelitian *Irregular SPP*

*IrregularSPP* pertama kali diperkenalkan oleh Art dkk (1966). *IrregularSPP* merupakan salah satu kasus dalam *Cutting Stock Problem* (CSP) untuk objek-objek yang bentuknya tidak beraturan dan terletak pada bidang dua dimensi (Art Jr 1966).

Imamichi dkk (2009) mencoba menyelesaikan permasalahan *Irregular SPP* dengan mengusulkan algoritma pencarian lokal iteratif yang diberi nama ILSQN (*Iterated Local Search algorithm based on quasi-Newton*). Algoritma ILSQN melakukan perulangan pada dua proses yaitu proses perubahan luas kontainer (baik berupa penyempitan ataupun perluasan kontainer) dan perubahan tata letak objek hingga batas waktu tertentu. Penyempitan dan perluasan dilakukan untuk mendapatkan panjang kontainer yang optimal sedangkan perubahan tata letak dilakukan untuk mencari tata letak objek yang paling optimal di setiap iterasi. Namun, algoritma yang diusulkan oleh Imamichi masih belum dapat mengatasi permasalahan kondisi minimum lokal.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Leung dkk (2012) menambahkan algoritma *Tabu Search* pada algoritma ILSQN. Algoritma yang dikembangkan oleh Leung ini diberi nama *Extended Local Search (ELS)*. Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan, algoritma ELS relatif mampu menambah efisiensi kontainer jika dibandingkan dengan algoritma ILSQN. Dari 15 pengujian, terdapat 10

pengujian dimana efisiensi yang dihasilkan oleh algoritma ELS lebih baik dibandingkan algoritma ILSQN.

Sa'dyah (2013) meneliti *irregular* SPP pada bahan bermotif. Pada penelitiannya, Sa'dyah melakukan optimasi tata letak pola busana menggunakan ELS dengan mempertimbangkan keserasian motif pada bahan. Namun pada penelitian ini, keserasian motif yang dipertimbangkan hanya keberadaan motif pinggiran tanpa mempertimbangkan keserasian isi motifnya, sehingga keserasian motif tengah diabaikan.

Berbeda dari penelitian sebelumnya, Toleda dkk (2013) melakukan pendekatan dengan mendiskritisasi kontainer menjadi sekumpulan *dot* pada sebuah *board* dengan resolusi yang dapat diatur. Pengambilan keputusan tata letak objek pada *dot board* direpresentasikan sebagai kode biner. Sehingga ketika objek tidak memenuhi batasan, maka keputusan objek pada *dot* akan bernilai nol, demikian juga sebaliknya. Karenanya, pendekatan ini menjadi lebih fleksibel. Sedangkan presisi dari penempatan tata letak objek pada *board* sangat tergantung pada resolusi dari *dot*.

Sejak awal *Irregular* SPP ditujukan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi penggunaan bahan baku untuk produk berbahan polos (Art Jr 1966). Namun seiring waktu, penggunaan bahan baku bermotif mulai digunakan pada dunia industri, salah satu yang mengaplikasikannya adalah industri busana. Salah satu busana bermotif yang perlu mempertimbangkan keserasian motif adalah busana berbahan batik.

### **2.5 Dotted-Board Model**

*Dotted-Board Model* pertama kali dikenalkan oleh Toleda dkk (2013). Pendekatan ini digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *nesting Irregular shapes*. Pendekatan dengan *Dotted-Board Model* dilakukan dengan merepresentasikan sejumlah *dot* pada sebuah *board* pada masing-masing baris dan kolom. Hal ini dilakukan untuk menjadi referensi peletakan bentuk geometris pada sebuah *board* berdasarkan titik referensi dari masing-masing bentuk. Ilustrasi dari *Dotted-Board Model* seperti pada Gambar 2.14.

Bentuk *board* merupakan bangun datar persegi panjang yang memiliki Lebar  $W$  dan panjang  $L$  dimana bentuk-bentuk geometri dapat diletakkan. Untuk

membuat sebuah *Dotted-Board Model*, diperlukan beberapa parameter pembentuk seperti yang ditunjukkan Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Parameter pembentuk *Dotted-Board Model*

Parameter	Keterangan
$W$	Lebar <i>Board</i>
$L$	Panjang <i>Board</i>
$g_x$	Resolusi grid pada dimensi-x
$g_y$	Resolusi grid pada dimensi-y
$C$	Jumlah kolom
$R$	Jumlah baris
$D$	Jumlah <i>dot</i>

Untuk mendapatkan nilai  $C, R$ , dan  $D$  berurutan diperoleh melalui persamaan 2.1, 2.2, 2.3.

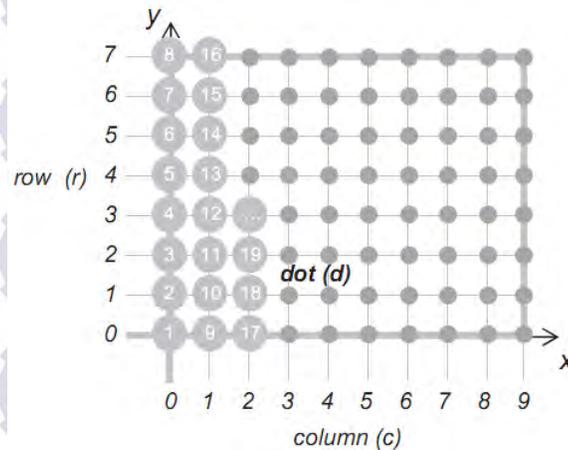
$$C = (L/g_x) + 1 \quad (2.1)$$

$$R = (L/g_y) + 1 \quad (2.2)$$

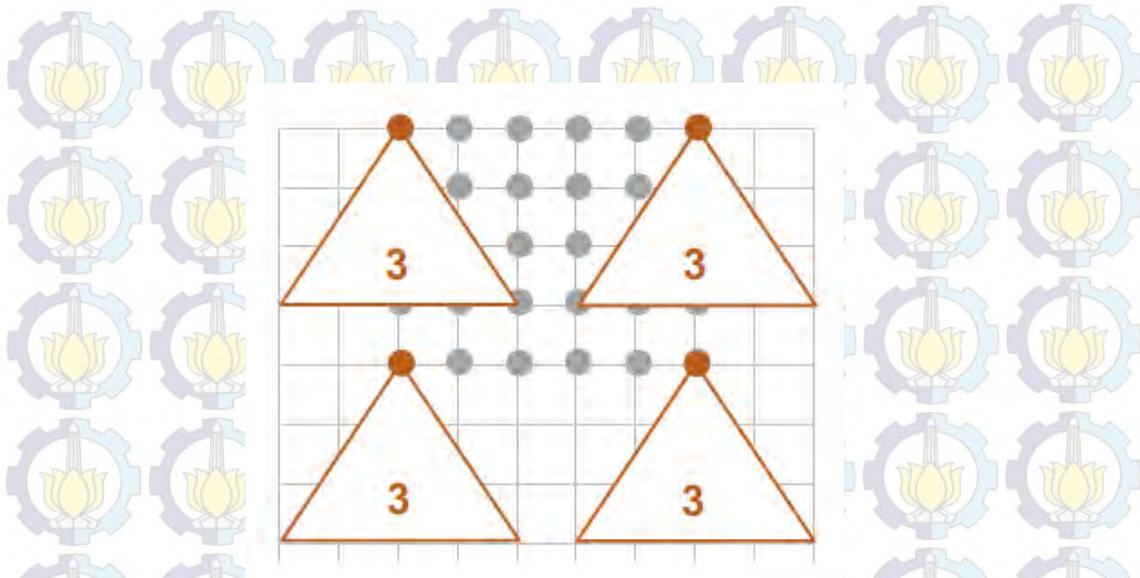
$$D = C \times R \quad (2.3)$$

Selain parameter pembentuk seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2, beberapa definisi yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

- $t, u \in \mathcal{T}; \mathcal{T} = \{1, \dots, T\}$ , dimana  $t, u$  merupakan jenis bentuk geometri.
- $c \in \mathcal{C}; \mathcal{C} = \{0, \dots, C - 1\}$ , dimana  $c$  merupakan kolom dari *board*
- $r \in \mathcal{R}; \mathcal{R} = \{0, \dots, R - 1\}$ , dimana  $r$  merupakan baris dari *board*
- $d \in \mathcal{D}; \mathcal{D} = \{1, \dots, D\}$ , dimana  $d$  merupakan *dotboard*.



Gambar 2.13 Representasi *Dotted-Board Model* (Toleda, 2013)



Gambar 2.14 Peletakan bentuk geometris pada Dotted-Board Model (Toleda, 2013)

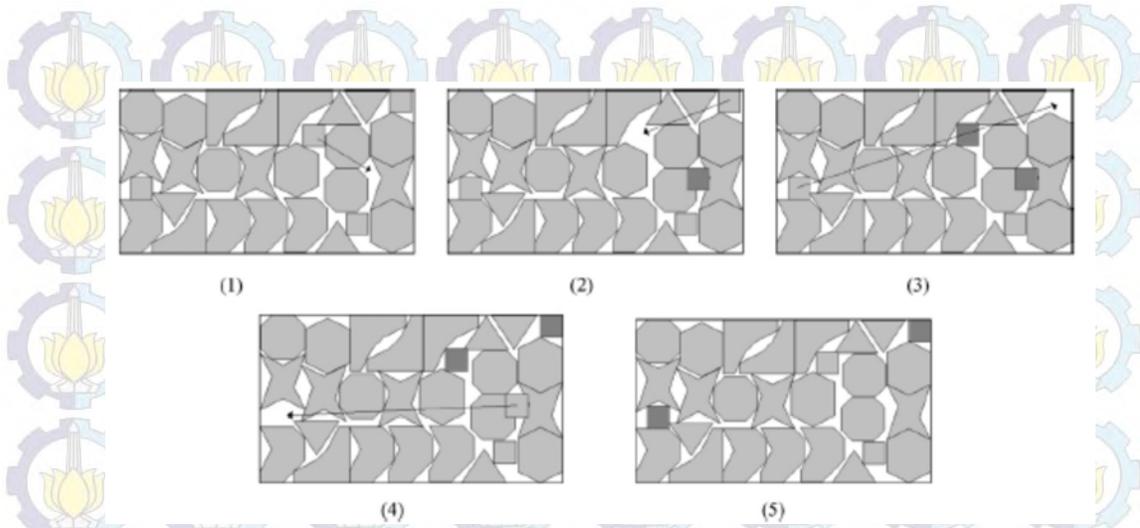
## 2.6 Algoritma Pencarian *Extended Local Search* pada Bahan Bermotif

Algoritma pencarian *Extended Local Search* (ELS) pertama kali diperkenalkan oleh Leung dkk (2012). Algoritma ELS merupakan pengembangan dari algoritma ILSQN yang diusulkan oleh Imamichi dkk (2009). Perbedaan antara algoritma ELS dengan algoritma ILSQN terletak pada tahap optimalisasi tata letak. Pada algoritma ILSQN, optimalisasi tata letak dilakukan menggunakan algoritma *Local Search*. Sedangkan pada algoritma ELS, optimalisasi tata letak dilakukan menggunakan algoritma *Local Search* dan *Tabu Search*.

Leung dkk menambahkan algoritma *Tabu Search* pada proses optimalisasi tata letak untuk menghindari adanya kombinasi tata letak yang berulang selama iterasi algoritma berlangsung. Contoh perulangan kombinasi tata letak selama iterasi dapat dilihat pada Gambar 2.21.

### 2.6.1 Inisialisasi tata letak

Proses inisialisasi tata letak dikerjakan dengan menggunakan algoritma *Greedy Bottom Left* berdasarkan *pseudocode* Gambar 2.16. Proses inisialisasi tata letak menghasilkan data keluaran berupa himpunan vektor translasi  $V$  dan himpunan vektor rotasi  $R$  yang masing-masing menyatakan posisi dan orientasi setiap objek di dalam kontainer serta  $l_{best}$  yang menyatakan panjang kontainer yang dibutuhkan untuk menampung objek dengan tata letak terbaik yang dihasilkan dalam tahap inisialisasi tata letak.



Gambar 2.21 Pengulangan Kombinasi Tata Letak Setelah Iterasi.(Leung, Lin, & Zhang, 2012)

```

Algoritma Greedy Bottom Left( $P, C, V, R$ )
1. Sort polygons in  $P$  based on their width in decreasing order until  $p_1$  be the biggest polygon
   and  $p_n$  be the smallest one.
2.  $Overlaps = +\infty$ 
3.  $L_{best} = +\infty$ 
4. If isempty( $V$ ) Then
5.   For each  $r \in O$  ( $O$  is the set of allowed rotation angles)Do
6.      $p = (0, 0)$ .
7.      $(V_t, R_t) = p_i(r) \oplus p$ ;
8.     If  $L(V_t, R_t) < L_{best}$  Then
9.        $L_{best} = L(V_t, R_t)$ 
10.       $(V, R)_1 = (V_t, R_t)$ 
11.    End If
12.  End For
13.   $m = 2$ ;  $n = size(P)$ ;
14. Else
15.   $m = size(V)$ ;
16.   $n = size(P) + size(V)$ ;
17. End If
18. For  $i = m$  to  $n$  Do
19.   $L_{best} = +\infty$ ;  $j = 1$ ;
20.  While  $j \leq$  the number of polygon that has been placed on container
21.  For each  $r \in O$  ( $O$  is the set of allowed rotation angles)Do
22.    Get the edges of  $NFP(p_j(r_j) \oplus v_j, p_i(r))$ , add each edge's endpoints
    and midpoints into the point set  $S$ .
23.  End For
24.  Get the edges of  $NFP(C, p_i(r))$  add each edge's endpoints and midpoints into
    the point set  $S$ .
25.  For each point  $p$  in  $S$  Do
26.     $F(V_t, R_t) = Overlaps(V, p_i(r) \oplus p) + Protrusion(C, p_i(r) \oplus p)$ 
27.    If  $F(V_t, R_t) = 0$  Then
28.       $(V_{temp}, R_{temp}) = p_i(r) \oplus p$ 
29.       $L = L(V_{temp}, R_{temp})$ 
30.      If  $L < L_{best}$  Then
31.         $L_{best} = L$ ;
32.         $(V, R)_i = (V_{temp}, R_{temp})$ 

```

```

33.                                     End If
34.                                     End If
35.                                      $P_{best} =$ 
36.                                     End For
37.                                      $j = j + 1;$ 
38.                                     End While
39. End For
40. Return ( $V, R$ )

```

Gambar 2.15 Pseudocode Greedy Bottom Left (Leung, Lin, & Zhang, 2012)

## 2.6.2 Optimalisasi Tata Letak

Proses optimalisasi tata letak didahului dengan perubahan luas kontainer. Perubahan luas kontainer dilakukan dengan mengurangi atau menambah panjang kontainer dengan ketentuan yang dapat dilihat pada baris ke-4 dan ke-10 dalam *pseudocode* yang ada pada Gambar 2.18. Setelah perubahan luas kontainer dilakukan, langkah selanjutnya adalah proses penukaran posisi poligon-poligon di dalam kontainer yang ditujukan untuk mencari tata letak paling optimal untuk poligon-poligon tersebut.

Pada tahap awal, proses pencarian tata letak optimal dilakukan dengan menggunakan algoritma *Local Search*. *Pseudocode* untuk algoritma *Local Search* dapat dilihat pada Gambar 2.17. Masukan untuk algoritma *Local Search* adalah keluaran yang dihasilkan oleh algoritma *Greedy Bottom Left* dengan panjang kontainer yang telah dikurangi. Sedangkan keluaran dari algoritma *Local Search* adalah vektor translasi  $V$  dan vektor rotasi  $R$  yang masing-masing menyatakan posisi dan orientasi setiap objek di dalam kontainer.

Jika algoritma *Local Search* berhasil menempatkan semua poligon ke dalam kontainer, maka proses pencarian posisi terbaik bisa dihentikan. Namun jika algoritma *Local Search* tidak berhasil melakukan hal tersebut, proses pengurangan dan penambahan panjang kontainer akan diulangi dan proses pencarian posisi terbaik setiap poligon dilakukan dengan menggunakan algoritma *Tabu Search* hingga batas perulangan habis atau solusi optimal telah tercapai. Adapun penjelasan tentang algoritma ELS dalam bentuk *pseudocode* dapat dilihat pada Gambar 2.18.

**Algoritma 2** LocalSearch( $V, R, C, P$ )

```
1. For  $n = 1$  to  $N_{mo}$  Do
2.   Randomly choose  $\varphi_i$  and  $\varphi_j$  from  $P$ 
3.    $(V', R') = \text{Swap}(\varphi_i, \varphi_j, V, R, C)$ 
4.    $(V'', R'') = \text{Separate}(V', R')$ 
5.   If  $F(V'', R'') < F(V, R)$  Then
6.      $(V, R) = (V', R'')$ 
7.   End If
8. End For
9. Return  $(V, R)$ 
```

Gambar 2.16 Pseudocode Algoritma Local Search (Leung, Lin, &amp; Zhang, 2012)

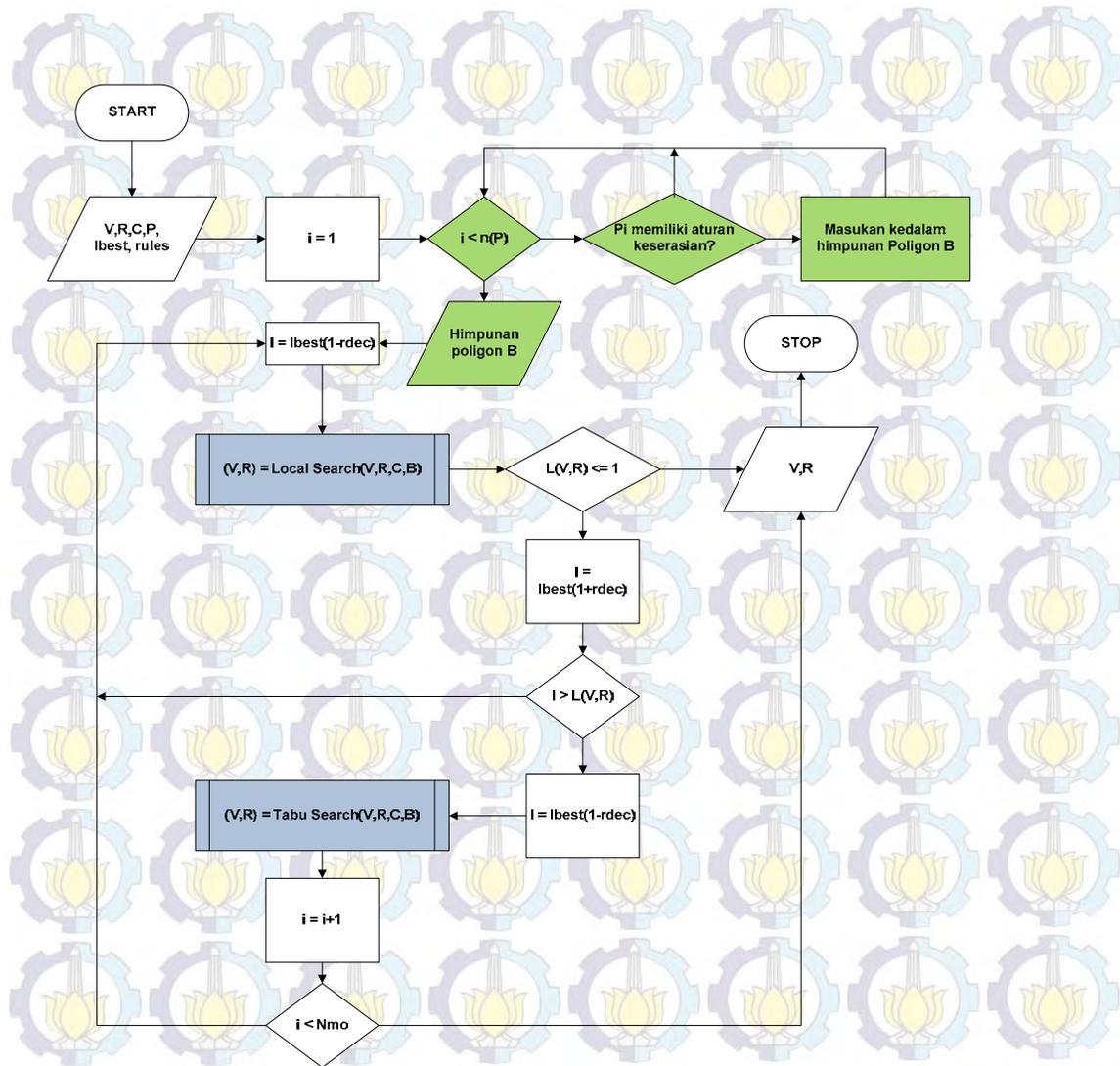
**Algoritma 3** ELS( $P, W$ )

```
1. Generate initial legal placement  $(V, R)$  by greedy bottom-left heuristic
2.  $l_{best} = L(V, R)$ 
3. While in a time limit Do
4.    $l = (1 - r_{dec})l_{best}$ 
5.    $(V, R) = \text{LocalSearch}(V, R, C(W, l))$ 
6.   If  $(V, R)$  is feasible Then
7.      $(V_{best}, R_{best}) = (V, R)$ 
8.      $l_{best} = L(V_{best}, R_{best})$ 
9.   Else
10.     $l = (1 + r_{inc})l_{best}$ 
11.    If  $l > l_{best}$  Then
12.       $(V_{best}, R_{best}) = (V, R)$ 
13.       $l = (1 - r_{dec})l_{best}$ 
14.       $(V, R) = \text{TabuSearch}(V, R, C(W, l))$ 
15.    End If
16.   End If
17. End While
18. Return  $(V_{best}, R_{best})$ 
```

Gambar 2.17 Pseudocode Algoritma ELS (Leung, Lin, &amp; Zhang, 2012)

### 2.6.3 Modifikasi Extended Local Search untuk Bahan Bermotif

Pada tahun 2013, Sa'dyah melakukan modifikasi ELS agar mampu menyelesaikan permasalahan *irregular* SPP pada bahan bermotif. Modifikasi ini meliputi proses inisialisasi tata letak dan juga proses optimalisasi tata letak. Ide dasar modifikasi yang dilakukan Sa'dyah adalah dengan memisahkan himpunan poligon yang memiliki aturan keserasian motif dan yang tidak memiliki aturan keserasian motif.



Gambar 2.18 Diagram Alir Extended Local Search Pada Bahan Bermotif (Sa'dyah, 2013)

Gambar 2.18 merupakan diagram alir ELS pada bahan bermotif. Modifikasi yang dilakukan Sa'dyah yakni pada blok diagram yang berwarna hijau dan biru. Diagram blok berwarna hijau merupakan proses inialisasi poligon. Letak modifikasi pada proses ini yakni, Sa'dyah memisahkan proses inialisasi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok poligon yang memiliki aturan keserasian (himpunan poligon B) dan yang tidak memiliki aturan keserasian (himpunan poligon A).

Proses optimalisasi diproses pada blok diagram berwarna biru. Pada proses optimalisasi, hanya himpunan poligon A yang dioptimalisasi. Hal ini dilakukan agar tidak merubah tata letak himpunan poligon B, agar tetap memenuhi aturan keserasian.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan Data dan Algoritma yang Diusulkan

Subbab 3.1 berisi uraian tentang perancangan data dan algoritma yang akan dikembangkan di dalam penelitian ini. Perancangan data dijelaskan di dalam Subbab 3.1.1 sedangkan perancangan algoritma dijelaskan di dalam Subbab 3.1.2.

##### 3.1.1 Rancangan Data

Salah satu contoh kasus dari *Irregular SPP* pada bahan bermotif adalah penempatan pola busana dengan bahan bermotif batik. Penelitian ini akan menggunakan kasus tersebut dalam percobaannya. Pada penelitian ini data percobaan akan menggunakan dua jenis data yakni data bahan bermotif sebagai kontainer dan data pola busana yang akan diletakkan pada bahan bermotif. Untuk selanjutnya akan dijelaskan pada Subbab 3.3.1.1 dan Subbab 3.3.1.2.

##### 3.1.1.1 Data Pola Busana

Struktur penyimpanan pola busana pada penelitian ini mengikuti Gambar 3.1, dimana setiap objek pola busana akan memiliki tiga atribut, yaitu titik kontrol, tipe dan kode. Selanjutnya, penjelasannya akan dipaparkan sebagai berikut:

a. *Titik kontrol*

Titik-titik kontrol pola busana disimpan sebagai himpunan titik yang menyatakan letak titik awal dan akhir dari garis-garis pembentuk pola busana. Contoh data dan representasi titik kontrol disajikan pada Tabel 3.1 dan Gambar 3.2.

b. *Kode*

Merupakan nilai berupa bilangan integer yang menunjukkan jenis pola busana. Adapun kode pola busana yang disajikan pada Tabel 3.2 menunjukkan kode pola dasar busana atasan, rok dan celana.

c. *Tipe*

Tipe dinyatakan dalam bilangan integer merepresentasikan tipe pola busana. Pola busana yang memiliki kode yang berbeda dapat memiliki nilai tipe yang sama, contohnya bentuk pola dasar atasan depan kiri dan kanan. Tabel 3.2 menyajikan tipe pola dasar busana atasan, rok dan celana.

Tabel 3.1 Representasi titik kontrol pola busana

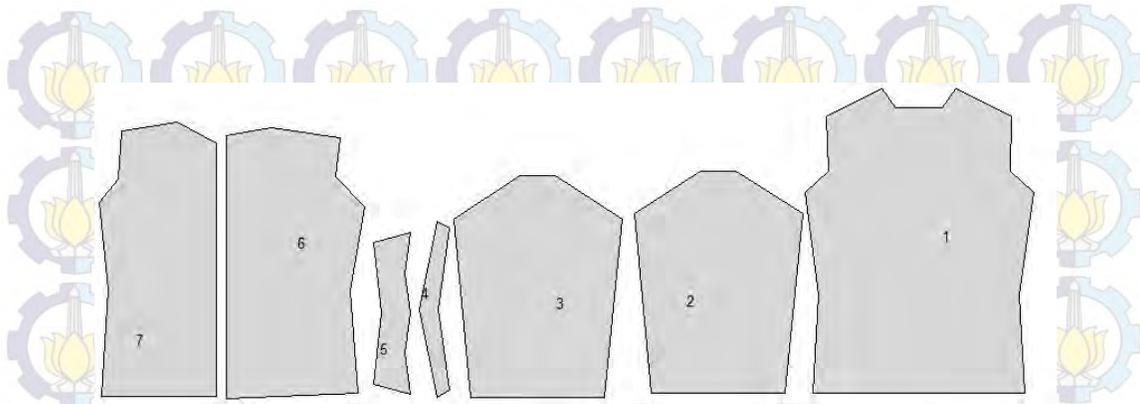
No	Kode	Tipe	Jenis	Titik kontrol
1	3	3	Badan belakang	[0 966 1983 2185 2734 3000 2819 2819 3000 2734 2185 1983 966 0; 86 142 0 238 217 767 900 1360 1493 2043 2022 2260 2118 2174];
2	4	4	Lengan kanan	[0 1761 2183 2183 1761 0; 173 0 650 1010 1660 1487]
3	5	4	Lengan kiri	[0 1761 2183 2183 1761 0; 173 0 650 1010 1660 1487]
4	6	5	Dudukan Kerah Atas	[74 870 1666 1740 870 0 ; 0 119 0 125 305 125]
5	8	6	Kerah atas	[0 411 800 1189 1600 1500 800 100; 0 65 0 65 0 368 286 368];
6	1	1	Badan depan kiri	[56 1066 1891 2186 2573 2676 2594 0; 73 143 0 288 241 926 1366 1366];
7	2	2	Badan depan kanan	[0 2499 2705 2622 2148 1920 1061 0; 0 0 387 934 967 1152 1059 1125];

Tabel 3.2 Nilai Atribut Kode dan Tipe untuk Pola Dasar Busana Atasan, Pola Dasar Rok, dan Pola Dasar Celana

Pola Dasar Busana Atasan			
Kode	Tipe	Jenis Pola Busana	
1	1	Badan depan kiri	
2	2	Badan depan kanan	
3	3	Badan belakang	
4	4	Lengan kiri	
5	4	Lengan kanan	
6	5	Dudukan kerah atas	
7	5	Dudukan kerah bawah	
8	6	Kerah atas	
9	6	Kerah bawah	
Pola Dasar Rok			
Kode	Tipe	Jenis Pola Busana	
10	7	Rok bagian depan	
11	8	Rok bagian belakang kiri	
12	8	Rok bagian belakang kanan	
13	9	Ban	
Pola Dasar Celana			
Kode	Tipe	Jenis Pola Busana	
14	10	Celana depan sebelah kiri	
15	10	Celana depan sebelah kanan	
16	11	Celana belakang sebelah kiri	
17	11	Celana belakang sebelah kanan	



Gambar 3.1 Struktur penyimpanan pola busana.



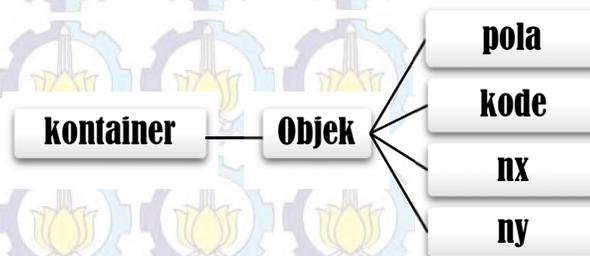
Gambar 3.2 Representasi Geometri Titik Kontrol Pola Busana sesuai Tabel 3.2

### 3.1.1.2 Data Kontainer

Kontainer akan direpresentasikan sebagai *board*, dan akan dibagi menjadi dua bagian. Struktur penyimpanan data kontainer ditunjukkan pada Gambar 3.3.

Pada data kontainer terdapat dua struktur. Penjelasananya adalah sebagai berikut :

- Pola,  
Pola berisi tentang informasi gambar motif dasar perulangan. Dari informasi ini didapatkan informasi panjang dan lebar motif dasar.
- Kode.  
Kode mendefinisikan tipe motif, yakni motif pinggiran atau motif utama.
- $nx$   
Jumlah perulangan motif secara horisontal.
- $ny$   
Jumlah perulangan motif secara vertikal.



Gambar 3.3 Struktur penyimpanan data kontainer

### 3.1.1.3 Aturan Keserasian Motif

Aturan keserasian motif diperlukan untuk menentukan tata letak pola dasar busana. Aturan keserasian motif akan digunakan sebagai batasan dalam

penentuan tata letak pola dasar busana. Adapun aturan keserasian motif ini akan mengikuti aturan pada Tabel 2.1. Secara umum aturan keserasian motif batik pada pola busana dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Daftar Kode Aturan Keserasian Motif Batik pada Pola Busana

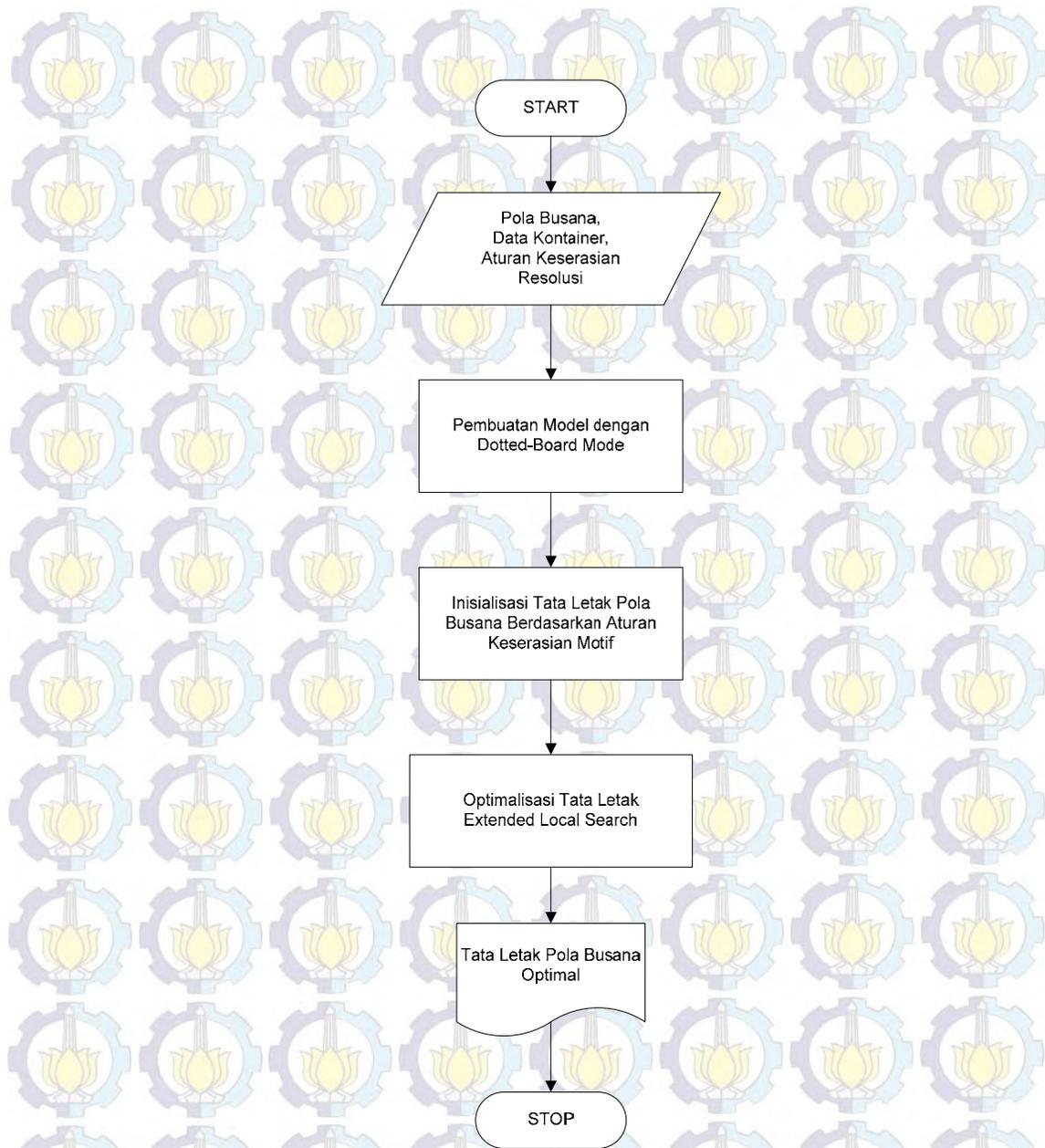
Aturan	Kode
Pada bagian bawah pola busana terdapat motif pinggiran	1
Pada pertemuan antara bagian kanan dan bagian kiri terdapat motif pinggiran	2
Pada pertemuan antara bagian kanan dan bagian kiri terdapat motif klowongan utuh	3

#### 3.1.1.4 Data Luaran

Hasil dari metode ini akan menghasilkan himpunan koordinat tata letak optimal seluruh pola busana beserta panjang kontainer/kain/bahan yang telah dibutuhkan dengan mempertimbangkan keserasian motif batik.

#### 3.1.2 Algoritma yang Diusulkan

Algoritma yang diusulkan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.4. Input dari algoritma pada Gambar 3.4 terdiri atas pola busana, kain, dan aturan keserasian. Sedangkan output dari algoritma pada Gambar 3.4 adalah tata letak pola busana. Berdasarkan diagram alir tersebut, terdapat beberapa proses yang dilakukan, yakni pembentukan model dengan menggunakan Dotted-Board Model inisialisasi pola berdasarkan aturan keserasian, dan optimalisasi menggunakan ELS. Untuk selanjutnya dijelaskan pada subbab 3.1.2.1 dan subbab 3.1.2.2.



Gambar 3.4 Diagram Alir Penyelesaian Irregular SPP pada bahan bermotif

### 3.1.2.1 Dotted-Board Model(DBM)

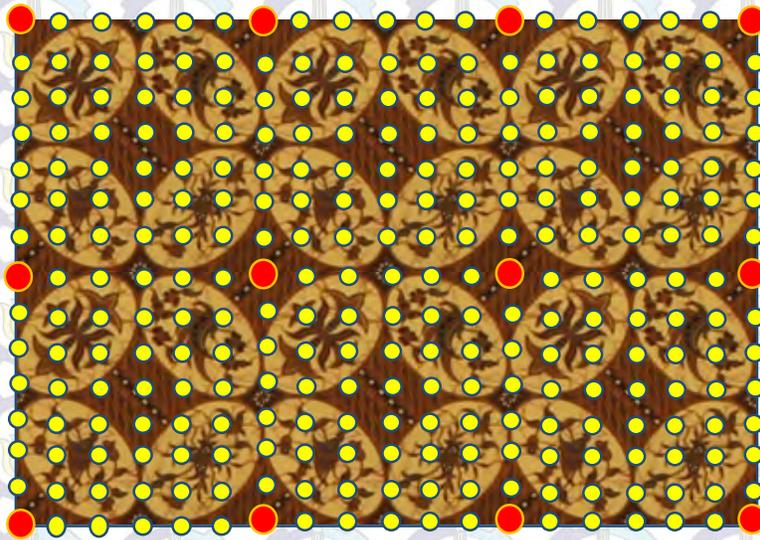
DBM digunakan untuk memodelkan kontainer polos. Namun pada penelitian kali ini DBM digunakan untuk memodelkan kontainer bermotif.

Pemodelan DBM pada kontainer bermotif perlu dilakukan beberapa modifikasi pada algoritma DBM, baik pada motif pinggiran maupun pada motif utama.

Selanjutnya pemaparan DBM akan dijelaskan berikut :

a. Inisialisasi *dot Board*

Inisialisasi *dot board* digunakan untuk menentukan jarak antar *dot*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5. *Dot* yang berwarna merah merepresentasikan keberulangan motif. Untuk mengetahui jarak *dot* yang paling efisien dan waktu yang paling cepat pada proses peletakan pola busana perlu dilakukan beberapa pengujian. Pada penelitian kali ini, pengujian jarak antar *dot* akan diuji dengan 3 pengujian yaitu, jarak antar *dot* berjarak 1, 2, dan 3 grid.



Gambar 3.5 Ilustrasi Dotted-Board Model (DBM)

b. Peletakan Pola

Optimasi Peletakan pola akan dilakukan dengan menggunakan ELS. Dimana himpunan pola akan dibagi menjadi dua bagian, himpunan pola yang memiliki aturan keserasian motif, dan himpunan pola tanpa aturan keserasian motif. Selanjutnya, penjelasan ini akan dibahas pada subbab 3.1.2.2.

**3.1.2.2 Extended Local Search (ELS)**

*Extended Local Search* digunakan untuk melakukan optimasi peletakan pola pada kontainer/kain/bahan. Urutan proses optimasi peletakan pola pada bahan bermotif dengan mempertimbangkan aturan keserasian motif dilakukan dalam beberapa tahap sebagai berikut:

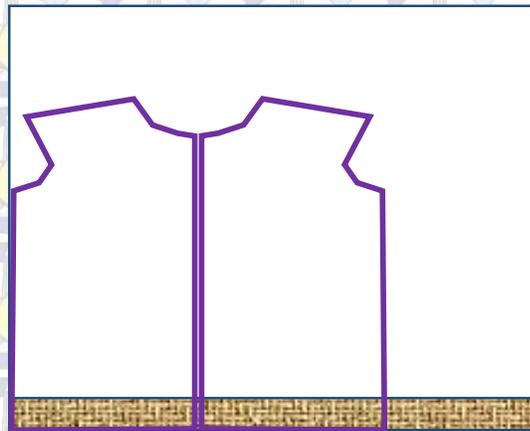
a. Inisialisasi peletakan pola

Inisialisasi peletakan pola dibagi menjadi dua bagian. Pertama, inisialisasi peletakan pola yang memiliki aturan keserasian motif, dan inisialisasi peletakan pola yang tidak memiliki aturan keserasian motif.

Pada inisialisasi peletakan pola yang memiliki aturan keserasian motif, pola akan diletakkan pada kontainer berdasarkan aturan keserasian sesuai Tabel 3.3. Selanjutnya akan dijelaskan sebagai berikut :

a. Pada bagian bawah pola busana terdapat motif pinggiran

Contoh aturan keserasian ini adalah pada pola busana depan atas dengan aturan keserasian yang memiliki pinggiran pada bagian bawah, dimana pola busana akan diletakkan tegak lurus terhadap posisi motif pinggiran. Misalkan motif pinggiran terletak pada sepanjang bagian bawah kontainer, pola busana depan atas akan diletakkan dengan posisi bagian bawah pola busana menimpa motif pinggiran pada kontainer seperti yang ditunjukkan Gambar 3.6.

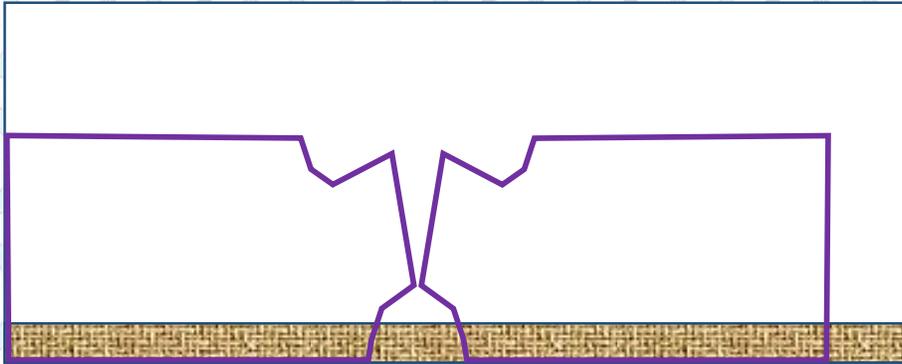


Gambar 3.6 Ilustrasi Peletakan Pola Busana Berdasarkan Aturan Keserasian 1 Tabel 3.3

b. Pada pertemuan antara bagian kanan dan bagian kiri terdapat motif pinggiran

Pada aturan keserasian kedua, bila dicontohkan kontainer memiliki motif pinggiran pada sepanjang bagian bawah kontainer, maka pola busana bagian kanan dan kiri akan dirotasi sedemikian sehingga masing-masing posisi pola busana bagian kanan dan kiri pola akan sejajar dan menghadap motif

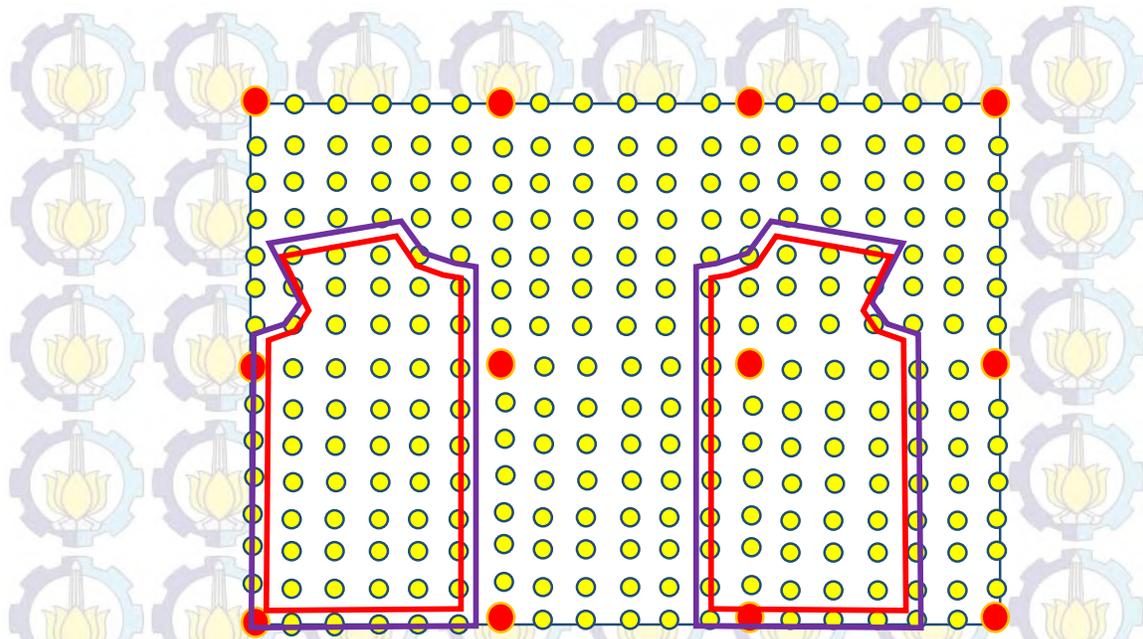
pinggiran. Selanjutnya posisi pola busana tersebut akan digeser hingga menimpa motif pinggiran kontainer.



Gambar 3.7 Ilustrasi Peletakan Pola Busana Berdasarkan Aturan Keserasian 2 Tabel 3.3

c. Pada pertemuan antara bagian kanan dan bagian kiri terdapat motif klowongan utuh

Aturan keserasian ketiga terjadi pada pola busana depan bagian kanan dan kiri, dimana pada pertemuan kedua pola busana tersebut akan membentuk motif utama utuh (bersambung). Untuk mendapatkan letak yang memenuhi aturan keserasian ini diperlukan DBM. Dengan DBM dapat diperoleh letak perpotongan motif oleh pola busana depan bagian kanan. Sehingga, memudahkan peletakan pola busana depan bagian kiri. Pada contoh Gambar 3.8. model DBM terbentuk dari kain dengan perulangan motif sebanyak tiga perulangan pada sumbu horizontal dan dua perulangan pada sumbu vertikal. Gambar pola berwarna merah merupakan gambar pola busana tanpa tambahan ruang jahitan, sedangkan gambar pola berwarna ungu merupakan gambar pola dengan tambahan ruang jahitan. Pola busana kanan diletakkan terlebih dahulu. Seperti pada gambar, letak pola busana tanpa ruang jahitan terdapat pada dot kolom kelima pada kolom motif pertama. Untuk itu, peletakkan pola busana atas bagian kanan dengan meletakkan pola busana tanpa ruang jahitannya tepat pada dot kolom kelima pada kolom motif selanjutnya. Dengan demikian pada pertemuan antara pola busana atas bagian kiri dan kanan akan membentuk motif utuh.



Gambar 3.8 Ilustrasi Peletakan Pola Busana Berdasarkan Aturan Keserasian 3 Tabel 3.3

b. Optimalisasi Tata Letak

Luaran proses inialisasi peletakan pola yaitu himpunan poligon yang memiliki aturan keserasian motif (himpunan poligon B) dan yang tidak memiliki aturan keserasian motif (himpunan poligon A) akan menjadi inputan pada proses optimalisasi. Proses optimalisasi dibagi menjadi dua tahap. Pada tahap awal, panjang kontainer akan dikurangi, dan optimalisasi dilakukan dengan menggunakan algoritma pencarian *Local Search*. Jika algoritma *Local Search* berhasil menempatkan semua poligon ke dalam kontainer, proses selanjutnya adalah melakukan pengurangan panjang kontainer dan mengulangi proses optimasi tata letak menggunakan algoritma pencarian *Local Search*. Namun jika algoritma *Local Search* tidak berhasil melakukan hal tersebut, proses penambahan panjang kontainer dilakukan dan proses pencarian posisi terbaik setiap poligon dilakukan dengan menggunakan algoritma *Tabu Search*. Proses tersebut akan diulangi hingga batas perulangan habis atau solusi optimal telah tercapai. Untuk penjelasan lebih lengkap telah dijelaskan pada Subbab 2.6.

**3.2 Evaluasi Uji Coba**

Aspek yang menjadi tolak ukur pada peletakan pola busana dengan mempertimbangkan keserasian motif batik adalah sebagai berikut :

a. Efisiensi

Terdapat satu aspek yang akan dinilai dari algoritma yang akan diusulkan dalam penelitian ini. Aspek tersebut adalah efisiensi penggunaan kain yang dihitung menggunakan persamaan yang ada pada Persamaan 3.2.

$$Efisiensi = \frac{Panjang\ Kontainer\ yang\ tersisa}{Panjang\ Kontainer} \times 100\% \quad (3.2)$$

b. Poin Keserasian Motif

Selain keoptimalan tata letak, salah satu aspek yang menjadi tolak ukur pada penelitian ini adalah poin keserasian motif, terutama pada aturan keserasian 3. Untuk mengevaluasi keserasian motif, dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.3.

$$poin\ aturan\ 3 = \left(1 - \frac{|posisi\ seharusnya - posisi\ optimasi|}{posisi\ seharusnya}\right) \times 100\% \quad (3.3)$$

### 3.3 Perancangan Skenario Pengujian

Untuk menguji metode yang diusulkan, beberapa skenario pengujian akan diterapkan pada penelitian ini untuk menguji efisiensi, waktu dan poin yaitu :

- a. Pengujian 1, ELS tanpa DBM dan ELS dengan DBM secara global menggunakan 12 skema pengujian.
- b. Pengujian 2, ELS tanpa DBM dan ELS dengan DBM berdasarkan pola lengan panjang dan pola lengan pendek.
- c. Pengujian 3, ELS tanpa DBM dan ELS dengan DBM berdasarkan orientasi lengan, 0 derajat (horisontal) dan 90 derajat (vertikal).
- d. Pengujian 4, pengaruh aturan keserasian terhadap efisiensi, waktu peletakan dan poin.
- e. Pengujian 5, implementasi pada kain dan busana berbeda.

Pada pengujian 1, 2, 3, dan 4 data pola busana dan kontainer yang digunakan disesuaikan dengan data pola busana dan kontainer yang digunakan oleh Sa'dyah. Adapun data pola busana yang digunakan Sa'dyah adalah pola busana atasan pria, sedangkan kontainer yang digunakan adalah batik kawung dengan pinggiran. Tujuannya untuk membandingkan metode yang diusulkan dengan metode sebelumnya.

## BAB 4

### IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada bab ini dijelaskan tentang skema pengujian dan pembahasan yang menunjukkan tentang kontribusi yang diusulkan. Implementasi yang dilakukan sesuai dengan Sub bab 3.1.2. Perangkat pengujian meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam pengujian akan dijelaskan pada Sub bab 4.1. Sedangkan skema pengujian sesuai dengan perancangan skema pengujian pada Sub bab 3.3. Bagian terakhir dari bab ini adalah pembahasan tentang statistik pengujian yang menunjukkan efisiensi waktu dan optimalisasi kontainer berdasarkan keserasian dengan variasi parameter DBM dan ELS dibandingkan tanpa menggunakan DBM.

#### 4.1. Pengujian

Pengujian dilakukan pada perangkat keras dengan spesifikasi Processor Intel I3 2,3 GHz, RAM 8 GB, sistem operasi Windows 7, dan Matlab 2012a. Skema pengujian yang dilakukan bertujuan memberikan representasi perbaikan metode dari penelitian sebelumnya yaitu dengan membandingkan penggunaan DBM dan tidak menggunakan DBM pada ELS. Perbandingan yang dicermati adalah efisiensi penggunaan kontainer, waktu, nilai keserasian (poin). Untuk mengetahui hal tersebut maka terdapat beberapa pengujian. Pertama, pengujian penempatan tata letak tanpa menggunakan DBM dan dengan menggunakan DBM secara global dari 12 skema pengujian. Pengujian kedua adalah perbandingan efisiensi dan waktu untuk pola busana berlengan panjang dan berlengan pendek. Pengujian ketiga adalah perbandingan orientasi pola lengan 0 dan 90 derajat. Pengujian keempat adalah pengujian efisiensi dan waktu terhadap aturan keserasian jika menggunakan pola lengan panjang dan lengan pendek. Pengujian kelima adalah pengujian yang dilakukan pada jenis pola busana dan kain batik yang berbeda. Semua pengujian memiliki 12 skema untuk mengetahui pengaruh DBM pada ELS seperti yang tampak pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Skema pengujian

Skema	Model busana	Kode pola busana	Aturan keserasian	Orientasi lengan
1	Pola dasar lengan panjang	1, 2	1	0
2	Pola dasar lengan panjang	1, 2	1	90
3	Pola dasar lengan panjang	1, 2	2	0
4	Pola dasar lengan panjang	1, 2	2	90
5	Pola dasar lengan panjang	1, 2	3	0
6	Pola dasar lengan panjang	1, 2	3	90
7	Pola dasar lengan pendek	1, 2	1	0
8	Pola dasar lengan pendek	1, 2	1	90
9	Pola dasar lengan pendek	1, 2	2	0
10	Pola dasar lengan pendek	1, 2	2	90
11	Pola dasar lengan pendek	1, 2	3	0
12	Pola dasar lengan pendek	1, 2	3	90

Pada Tabel 4.1 terdapat 12 skema pengujian, masing-masing skema terdiri dari beberapa model busana, kode pola busana, aturan, orientasi lengan dan parameter yaitu :

#### 1. Model Busana

Busana yang digunakan untuk pengujian adalah busana atasan pria lengan panjang dan busana atasan pria lengan pendek. Pemilihan busana atasan pria berlengan panjang dan berlengan pendek merupakan busana yang kompleks untuk sehingga mewakili busana jenis lain.

#### 2. Pola Busana

Pola busana yang digunakan untuk pengujian terdiri dari sembilan pola seperti yang tampak pada Tabel 4.2. Pola yang digunakan untuk optimasi tata letak menggunakan sembilan pola, namun pola yang digunakan untuk aturan keserasian hanya pola bagian depan kiri (1) dan pola bagian depan kanan (2).

Tabel 4.2 Jenis Pola Busana

Kode	Jenis Pola Busana
1	Badan depan kiri
2	Badan depan kanan
3	Badan belakang
4	Lengan kiri
5	Lengan kanan
6	Dudukan kerah atas
7	Dudukan kerah bawah
8	Kerah atas
9	Kerah bawah

#### 3. Aturan Keserasian

Aturan keserasian merupakan aturan yang digunakan pada jenis kontainer atau kain yang memiliki motif pinggiran. Jenis kontainer yang digunakan pada

penelitian ini adalah jenis kontainer yang memiliki motif pinggiran pada kain bagian bawah. Terdapat tiga aturan keserasian pada pengujian seperti yang terdapat pada Tabel 3.3, yaitu, aturan pertama jika motif pinggiran ingin diletakkan pada pola busana bagian bawah maka, pola busana harus diletakkan secara vertikal pada kontainer. Aturan kedua, jika motif pinggiran ingin diletakkan pada daerah kancing, maka pola busana harus diletakkan secara horisontal. Aturan ketiga, pertemuan motif pada pola busana bagian depan harus serasi atau dengan kata lain jika disandingkan maka perpotongan motif salah satu bagian harus tampak seperti sebuah motif utuh.

#### 4. Orientasi Lengan

Orientasi lengan merupakan salah satu bagian dari skema pengujian untuk mengetahui pengaruh waktu dan efisiensi jika diletakkan secara vertikal atau secara horisontal. Orientasi peletakkan pola lengan kanan dan kiri yang diuji adalah 0 dan 90 derajat. Hal ini dilakukan karena pada dasarnya lebar dari kain masih mencukupi untuk diletakkan pola bagian lengan jika diletakkan secara horisontal. Namun demikian hipotesa tersebut perlu diuji untuk diketahui kebenarannya.

#### 5. Parameter

##### i. Iterasi

Merupakan batas perulangan maksimum yang dilakukan oleh ELS untuk melakukan peletakan pola busana. Jika iterasi adalah  $N_{mo}$  maka  $N_{mo}=\{5,10,15,20\}$ .

##### ii. Resolusi

Merupakan titik referensi pada kontainer untuk mengatur jarak antar *dot*. Misal, Jika menggunakan resolusi = 2, maka jarak setiap peletakan pola pada kontainer akan berjarak dua piksel. Semakin tinggi nilai resolusi maka akan semakin renggang jarak antar *dot*, dan sebaliknya. Jika resolusi adalah  $R$ , maka  $R=\{1,2,3\}$ .

##### iii. Panjang kontainer

Panjang kontainer untuk inialisasi awal ditetapkan = 198 cm dengan lebar kontainer = 118 cm. Ukuran kontainer berdasarkan penelitian sebelumnya.

iv. Efisiensi

Efisiensi merupakan parameter untuk mengukur efisiensi penggunaan kontainer. Nilai efisiensi dihitung menggunakan persentase, besaran nilai parameter efisiensi ditentukan berdasarkan panjang kontainer akhir setelah optimasi dikurangi dengan panjang awal. Semakin besar penggunaan kontainer maka nilai efisiensi semakin rendah, dan sebaliknya. Perhitungan nilai efisiensi terdapat pada Persamaan 3.2.

v. Waktu

Parameter yang menghitung berapa lama DBM dan ELS melakukan peletakan hingga mencapai iterasi yang ditentukan.

vi. Nilai keserasian (poin)

Merupakan nilai yang menunjukkan kemampuan meletakkan pola berdasarkan aturan poin keserasian yang didapatkan melalui Persamaan 3.3.

4.1.1 Pengujian 1 perbandingan efisiensi dan waktu global

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui resolusi dan nilai  $N_{mo}$  yang paling sesuai dengan DBM dan ELS. Nilai resolusi yang digunakan untuk pengujian adalah 0, 1, 2 dan 3, sedangkan nilai iterasi yang digunakan ( $N_{mo}$ ) adalah 5, 10, 15 dan 20. Resolusi 0 adalah representasi dari ELS tanpa menggunakan DBM sementara resolusi 1, 2 dan 3 merupakan representasi dari kombinasi DBM dan ELS. Tabel 4.3 merupakan hasil rata-rata efisiensi dan Tabel 4.4 merupakan hasil rata-rata waktu.

Tabel 4.3 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi

		Efisiensi (%)			
		ELS	ELS+DBM (proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi ( $N_{mo}$ )	5	54,00	56,00	53,00	56,00
	10	54,00	57,00	53,00	56,00
	15	55,00	56,00	53,00	56,00
	20	54,00	56,00	53,00	56,00

Tabel 4.4 Perbandingan hasil rata-rata waktu

	Resolusi	Waktu (detik)			
		ELS	ELS+DBM (proposed)		
		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	774	676	467	381
	10	1021	1292	598	489
	15	1243	1057	756	614
	20	1499	1244	876	746

Berdasarkan hasil Tabel 4.3 rata-rata efisiensi maksimum untuk ELS+DBM terdapat pada resolusi ke 1 dan Nmo ke 10 dengan nilai efisiensi 57 %. Namun, jika ditinjau dari rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan peletakkan nilai Nmo ke 10 bukan rata-rata waktu terendah. Berdasarkan Tabel 4.4 rata-rata waktu terendah terdapat pada resolusi ke 3 dan Nmo ke 5 yaitu 381 detik. Sementara rata-rata efisiensi pada resolusi ke 3 dan Nmo ke 5 adalah 56 %. Berdasarkan pertimbangan antara rata-rata efisiensi dan waktu maka resolusi dan Nmo yang paling sesuai dengan sembilan pola yang diuji adalah resolusi ke 3 dan Nmo ke 5. Sementara ELS tanpa menggunakan DBM nilai efisiensi terbaik adalah 55 % pada Nmo ke 15, artinya untuk mendapatkan efisiensi maksimum, ELS membutuhkan iterasi hingga 15 kali, sementara jika dikombinasikan dengan DBM hanya membutuhkan 5 kali iterasi dan hasil efisiensi yang lebih baik.

#### 4.1.2 Pengujian 2 rata-rata efisiensi dan waktu berdasarkan pola lengan

Pola lengan memiliki jenis panjang dan pendek. Pengujian jenis pola lengan panjang dan pendek bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan efisiensi kontainer dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan peletakkan pola jika memiliki ukuran yang berbeda. Jika ditinjau dari dimensi pola lengan panjang memiliki ukuran yang lebih luas dari pada pola lengan pendek. Namun demikian pengujian ini dilakukan untuk melihat selisih penggunaan bahan kain. Selain itu pengujian ini juga bertujuan melihat perbandingan kompleksitas waktu yang dibutuhkan pada ELS tanpa DBM dan ELS yang dikombinasikan dengan DBM. Hasil dari pengujian ini akan memberikan representasi efisiensi dan waktu pada ELS dan ELS tanpa DBM pada pola busana lengan panjang dan lengan pendek.

Tabel 4.5 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi pola lengan panjang

		Efisiensi (%)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	53,17	52,67	52,67	51,83
	10	53,33	53,67	52,67	51,83
	15	53,33	52,67	52,67	51,83
	20	53,33	52,67	52,67	51,83

Tabel 4.6 Perbandingan hasil rata-rata waktu pola lengan panjang

		Waktu (detik)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	746	669	440	345
	10	997	841	554	448
	15	1.131	1.052	702	555
	20	1.428	1.225	797	679

Tabel 4.7 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi pola lengan pendek

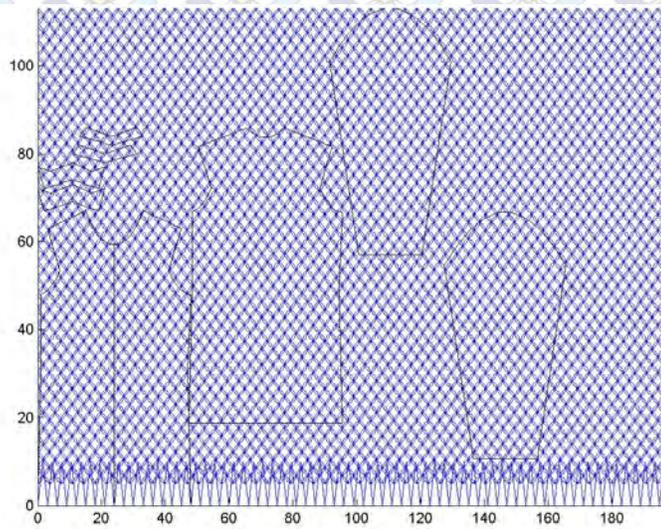
		Efisiensi (%)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	55,17	59,50	53,00	59,33
	10	59,50	59,50	53,00	59,33
	15	55,83	59,50	53,00	59,33
	20	55,17	59,50	53,00	59,33

Tabel 4.8 Perbandingan hasil rata-rata waktu pola lengan pendek

		Waktu (detik)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	801	683	495	417
	10	1.743	1.743	642	529
	15	1.356	1.061	809	673
	20	1.570	1.264	955	813

Berdasarkan hasil pengujian efisiensi pada pola lengan panjang yang terdapat pada Tabel 4.5, efisiensi maksimum dicapai pada kombinasi Nmo 10 dan resolusi 1 dengan nilai 53,67 %. Namun pada Tabel 4.6 waktu yang dibutuhkan

adalah 841 detik. Sedangkan jika berdasarkan waktu terbaik terdapat pada kombinasi Nmo 5 dan resolusi 3 dengan waktu 345 detik. Dengan pertimbangan efisiensi dan waktu kombinasi terbaik untuk pola lengan panjang adalah pada Nmo 5 dan resolusi 3, karena nilai efisiensi hanya berkurang 3,6 cm. Sedangkan pada ELS tanpa menggunakan DBM nilai efisiensi pada semua percobaan nilai Nmo, rata-rata mencapai 53% dan waktu tercepat yang dibutuhkan untuk peletakkan pola adalah 746 detik atau sekitar 12 menit. Hasil optimasi pola busana dengan menggunakan ELS dan ELS+DBM ditunjukkan Gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Contoh pola lengan panjang dengan Nmo 5 resolusi 0

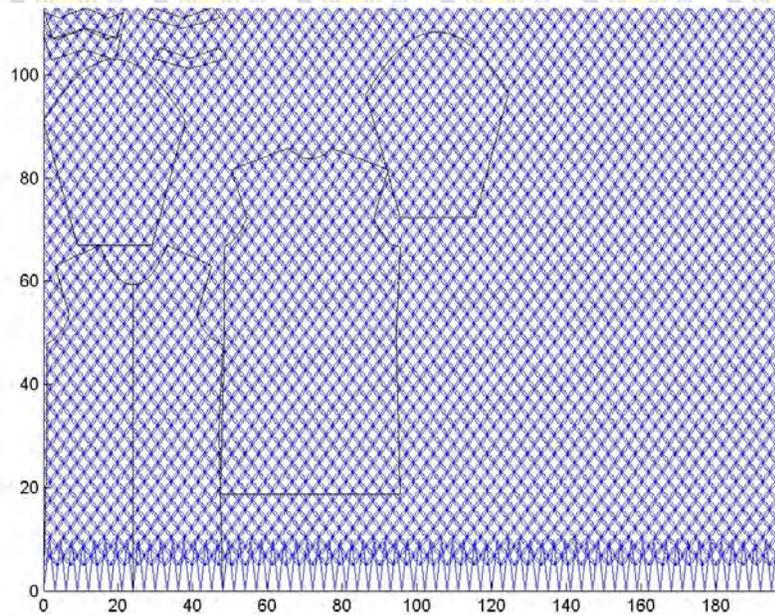


Gambar 4.2 Contoh pola lengan panjang dengan Nmo 5 resolusi 3

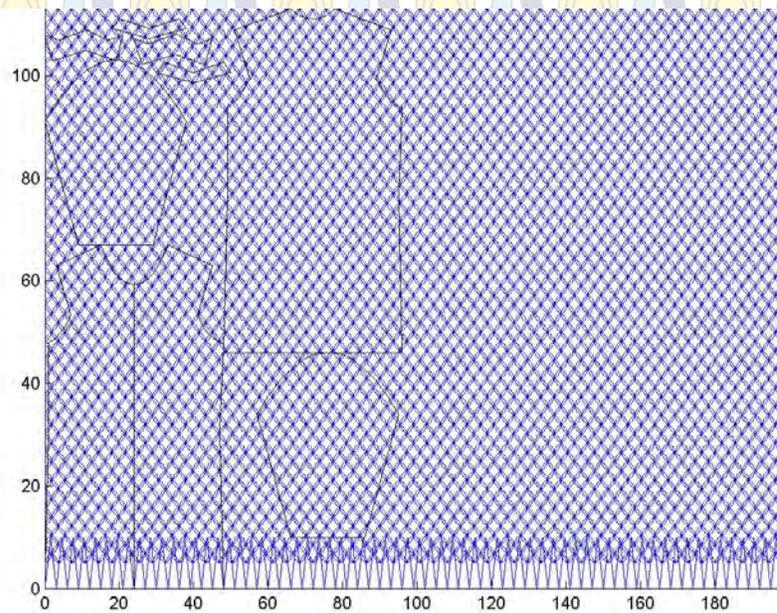
Jika dibandingkan dengan ELS yang dikombinasikan dengan DBM terdapat selisih efisiensi 0,35 cm dan waktu 402 detik. Dalam pengujian pola lengan panjang ELS yang dikombinasikan dengan DBM lebih memberikan performa yang lebih baik daripada ELS tanpa menggunakan DBM.

Sementara pada pola lengan pendek nilai efisiensi terbaik adalah 60 % hal ini terjadi pada semua variasi Nmo resolusi 1. Jika dibandingkan dengan ELS tanpa DBM efisiensi optimal hanya terdapat pada Nmo 10. Jadi untuk efisiensi bahan, baik dengan atau tanpa DBM tidak memiliki perbedaan. Namun yang perlu dicermati adalah perbedaan iterasi / Nmo untuk mencapai nilai optimal.

Kombinasi ELS dan DBM hanya membutuhkan Nmo 5 daripada ELS tanpa DBM. Hal ini berimbas pada waktu yang dibutuhkan untuk peletakkan pola. Jika diperhatikan pada Tabel 4.8 selisih waktu antara dua metode adalah 1,060 detik. Waktu yang dibutuhkan ELS tanpa DBM adalah 1,743 detik dan 683 detik untuk ELS dengan DBM. Dengan demikian DBM memberikan pengaruh positif pada pola lengan pendek. Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 merupakan hasil optimasi pola busana lengan pendek dengan ELS dan DBM+ELS.



Gambar 4.3 Contoh pola lengan pendek dengan Nmo 5 resolusi 0



Gambar 4.4 Contoh pola lengan pendek dengan Nmo 5 resolusi 3

#### 4.1.3 Pengujian 3 rata-rata efisiensi dan waktu berdasarkan orientasi lengan

Orientasi merupakan salah satu hal penting dalam hal efisiensi dan pemanfaatan bahan kain. Orientasi yang tidak tepat dalam peletakkan pola dapat mengakibatkan pemborosan dalam penggunaan bahan. Oleh karena itu pengujian ini perlu dilakukan untuk mengetahui orientasi berapa yang paling sesuai untuk mendapatkan efisiensi yang paling optimal namun juga memiliki waktu yang relatif singkat. Pada pengujian ini hanya dilakukan pada pola lengan panjang dan pola lengan pendek.

Pola lengan dipilih untuk diuji karena tidak memiliki aturan keserasian, sehingga pola dapat ditempatkan secara dinamis pada kontainer. Sementara pola lain seperti kerah tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi dan waktu karena memiliki dimensi kecil. Pola bagian belakang tidak dipilih sebagai bagian dari pengujian orientasi karena pola bagian belakang memiliki ketergantungan pada pola bagian depan. Hasil pengujian orientasi lengan panjang dan lengan pendek baik diukur dengan rata-rata efisiensi dan waktu tampak pada Tabel 4.9, Tabel 4.10, Tabel 4.11, dan Tabel 4.12.

Tabel 4.9 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi 0 derajat

		Efisiensi (%)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	53,50	58,50	52,67	58,17
	10	53,50	59,50	52,67	58,17
	15	54,17	58,50	52,67	58,17
	20	53,50	58,50	52,67	58,17

Tabel 4.10 Perbandingan hasil rata-rata waktu 0 derajat

		Waktu (detik)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	676	629	403	348
	10	914	1.666	551	443
	15	1.138	960	697	567
	20	1.377	1.124	810	676

Tabel 4.11 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi 90 derajat

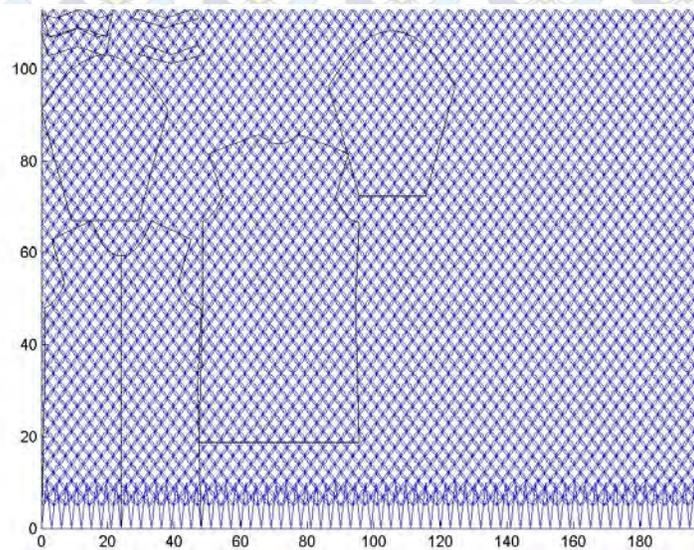
		Efisiensi (%)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	54,83	53,67	53,00	53,00
	10	55,00	53,67	53,00	53,00
	15	55,00	53,67	53,00	53,00
	20	55,00	53,67	53,00	53,00

Tabel 4.12 Perbandingan hasil rata-rata waktu 90 derajat

		Waktu (detik)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	871	723	532	414
	10	1.127	918	645	534
	15	1.348	1.153	814	662
	20	1.621	1.364	941	816

Jika diperhatikan pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.11 efisiensi maksimum terdapat pada kombinasi ELS dan DBM pada Nmo 10 dan resolusi 1 orientasi 0 derajat, namun untuk mencapai nilai efisiensi 60 % dari dimensi kontainer awal 198 cm akan menghabiskan waktu 1,666 detik atau 33 menit. Sementara jika dicermati pada Nmo 5 dan resolusi 3 dengan nilai efisiensi 58% memang terdapat penurunan

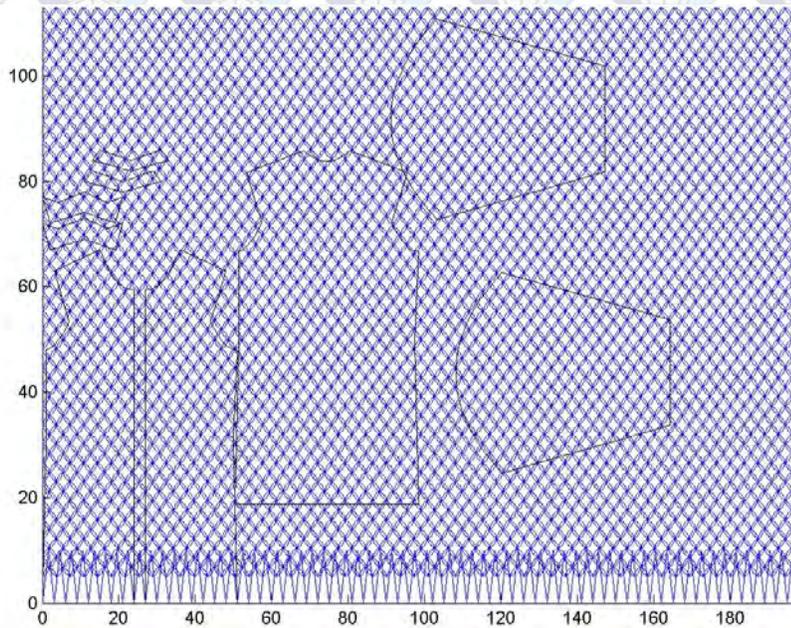
efisiensi sekitar 0,2 % atau sekitar 0,4 cm, namun waktu yang dibutuhkan hanya 348 detik atau 6 menit. Sementara pada ELS tanpa DBM mencapai efisiensi 54% dan waktu 676 detik. Dengan demikian kombinasi ELS dan DBM lebih unggul daripada tanpa menggunakan DBM dengan selisih panjang 8 cm dan waktu lebih cepat 5 menit dengan orientasi 0 derajat. Gambar 4.5 dan 4.6 merupakan hasil optimasi pola busana dengan orientasi 0 derajat dengan menggunakan ELS dan DBM+ELS, sedangkan Gambar 4.7, dan Gambar 4.8 merupakan hasil optimasi pola busana dengan orientasi 90 derajat.



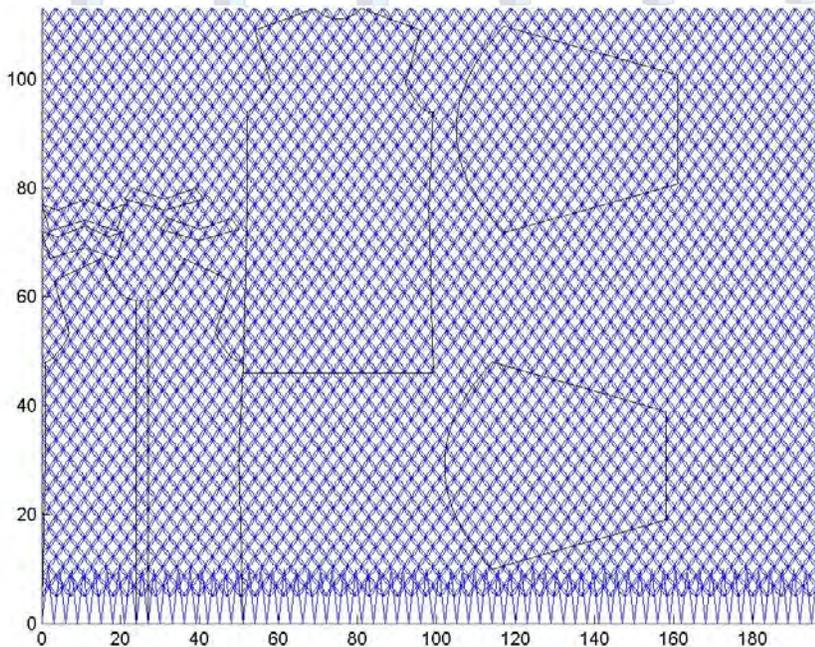
Gambar 4.5 Contoh pola orientasi 0 dengan Nmo 5 resolusi 0



Gambar 4.6 Contoh pola orientasi 0 dengan Nmo 5 resolusi 3



Gambar 4.7 Contoh pola orientasi 90 dengan Nmo 5 resolusi 0



Gambar 4.8 Contoh pola orientasi 90 dengan Nmo 5 resolusi 3

#### 4.1.4 Pengujian 4 rata-rata efisiensi dan waktu berdasarkan aturan keserasian

Aturan merupakan batasan yang sangat mempengaruhi efisiensi dan waktu komputasi. Dengan aturan keserasian yang kompleks berpotensi meningkatkan waktu peletakan pola pada kontainer. Terdapat tiga aturan keserasian yang

digunakan dalam penelitian ini, oleh karena itu pengujian ini dilakukan untuk mengetahui aturan keserasian mana yang sangat mempengaruhi efisiensi dan waktu pada saat peletakkan pola dengan mempertimbangkan aturan keserasian.

Hasil pengujian ini dapat diketahui aturan mana dari tiga aturan keserasian yang paling berpengaruh terhadap efisiensi dan waktu. Pola yang dikenai aturan keserasian adalah pola bagian depan kanan dan pola bagian depan kiri seperti yang terdapat pada Tabel 3.3. Keserasian yang mempengaruhi adalah motif pinggiran dan keutuhan motif dasar batik. Tabel 4.13, Tabel 4.14, Tabel 4.15, Tabel 4.16, Tabel 4.18, dan Tabel 4.18 menunjukkan bagaimana pengaruh aturan keserasian terhadap efisiensi dan waktu.

Tabel 4.13 dan Tabel 4.14 menunjukkan bahwa efisiensi optimal terdapat pada Nmo 10 dan resolusi ke 1 sebesar 57,75%. Jika dibandingkan dengan ELS tanpa DBM akan menghasilkan selisih efisiensi 0,05% atau menghemat 0.01 cm namun memiliki waktu 130 detik lebih lama. Jika dibandingkan dengan Nmo 5 resolusi 3 pada Tabel 4.13 akan terjadi selisih efisiensi 0,02% atau 0,04 cm, namun memiliki waktu 400 detik lebih cepat daripada tanpa DBM. Hasil optimasi pola busana dengan aturan keserasian pertama pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10.

Tabel 4.13 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi berdasarkan aturan pertama

		Efisiensi (%)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	53,25	56,25	51,75	55,25
	10	53,25	57,75	51,75	55,25
	15	53,25	56,25	51,75	55,25
	20	53,25	56,25	51,75	55,25

Tabel 4.14 Perbandingan hasil rata-rata waktu berdasarkan aturan pertama

		Waktu (detik)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	755	697	397	355
	10	1.044	885	532	453
	15	1.291	1.117	689	568
	20	1.608	1.326	769	676

**Tabel 4.15 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi berdasarkan aturan kedua**

		Efisiensi (%)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	56,50	56,50	56,50	56,50
	10	56,50	56,50	56,50	56,50
	15	56,50	56,50	56,50	56,50
	20	56,50	56,50	56,50	56,50

**Tabel 4.16 Perbandingan hasil rata-rata waktu berdasarkan aturan kedua**

		Waktu (detik)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	969	727	457	375
	10	1.300	886	594	488
	15	1.511	1.108	726	611
	20	1.857	1.250	853	740

**Tabel 4.17 Perbandingan hasil rata-rata efisiensi berdasarkan aturan ketiga**

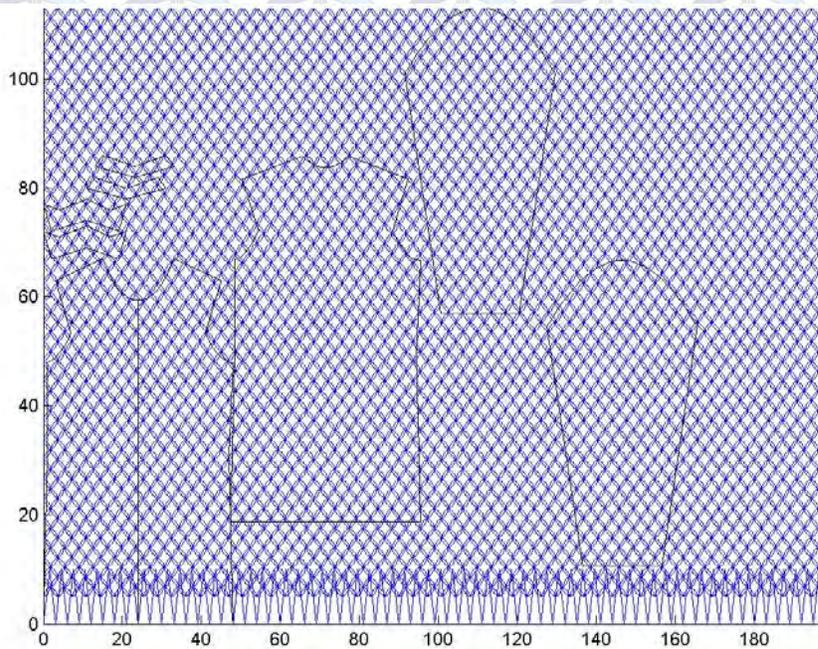
		Efisiensi (%)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	52,75	55,50	50,25	55,00
	10	53,00	55,50	50,25	55,00
	15	54,00	55,50	50,25	55,00
	20	53,00	55,50	50,25	55,00

**Tabel 4.18 Perbandingan hasil rata-rata waktu berdasarkan aturan ketiga**

		Waktu (detik)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
Resolusi		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	597	604	548	413
	10	718	806	668	525
	15	928	945	852	663
	20	1.032	1.156	1.006	821

Tabel 4.19 Perbandingan poin keserasian aturan ketiga

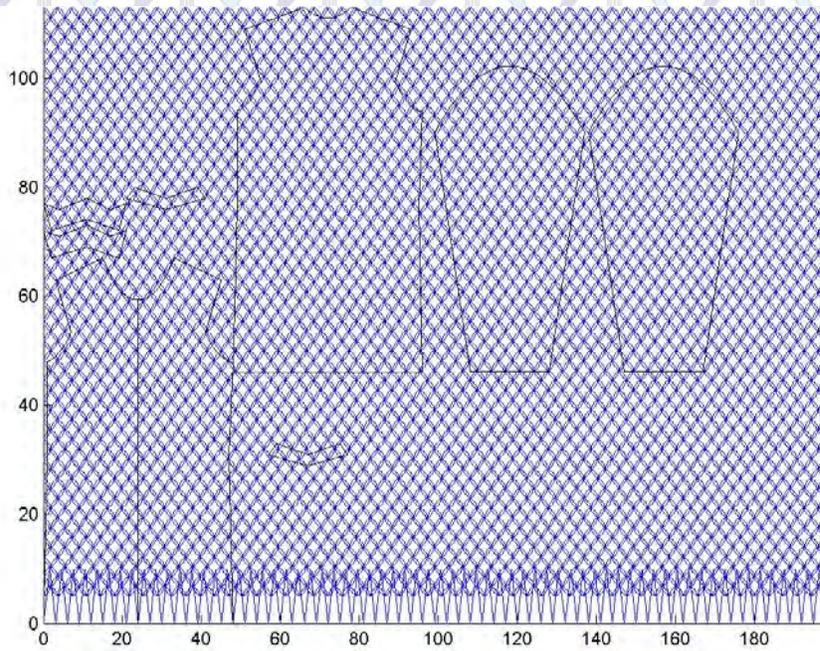
	Resolusi	Poin (%)			
		ELS	ELS+DBM (Proposed)		
		0	1	2	3
Iterasi (Nmo)	5	100	100	96.3	100
	10	100	100	96.3	100
	15	100	100	96.3	100
	20	100	100	96.3	100



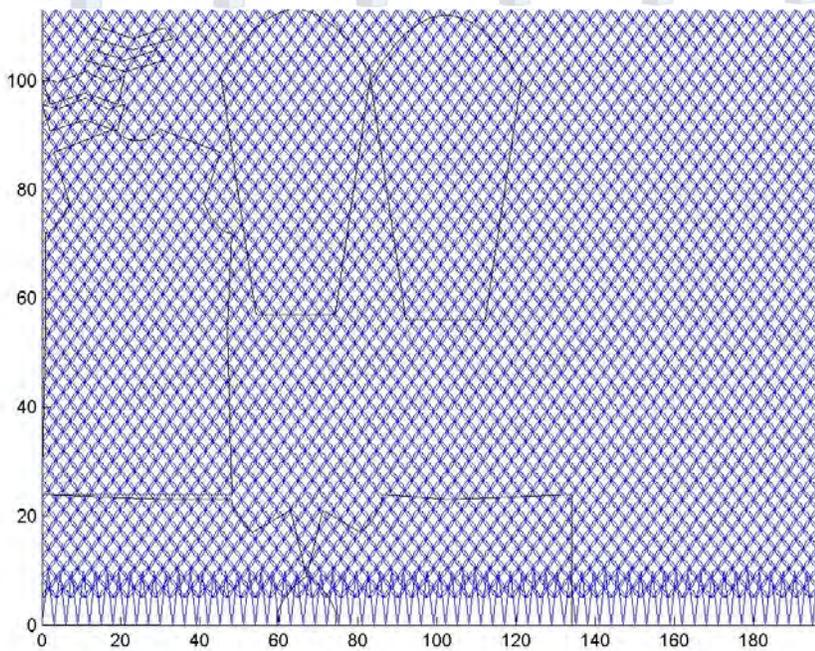
Gambar 4.9 Contoh pola Nmo 5 resolusi 0 aturan keserasian 1

Berbeda dengan aturan pertama, aturan kedua menunjukkan hasil yang konstan untuk nilai efisiensi pada semua skema dan semua variasi Nmo dan resolusi. Terjadinya nilai yang konstan pada semua skema disebabkan oleh orientasi pola depan bagian kiri dan pola depan bagian kanan yang diletakkan secara horisontal. Aturan kedua adalah jika terdapat motif pinggiran pada bagian kancing, maka posisi pola bagian depan baik kanan dan kiri daerah kancing baju harus dikenai motif pinggiran. Karena pola depan ditata secara horisontal maka mengakibatkan kontainer yang dibutuhkan semakin panjang. Disamping itu karena motif pinggiran berada pada bagian bawah kontainer dan pola depan diletakkan horisontal menyebabkan banyak ruang tersisa pada bagian atas kontainer. Hal inilah yang menyebabkan nilai efisiensi menjadi konstan karena banyak ruang tersisa.

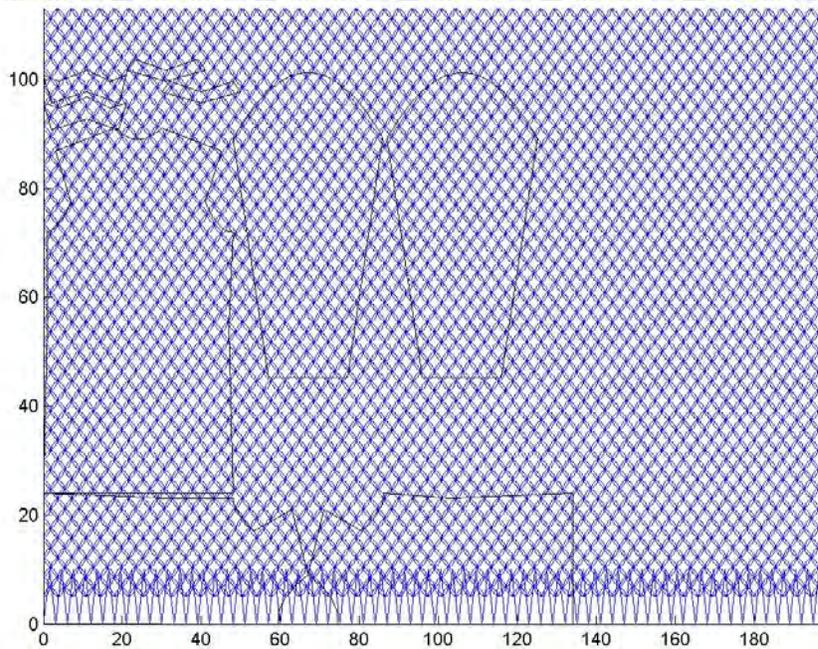
Hasil Optimasi pada pola busana dengan aturan keserasian kedua ditunjukkan oleh Gambar 4.11, dan Gambar 12.



Gambar 4.10 Contoh pola Nmo 5 resolusi 3 aturan keserasian 1

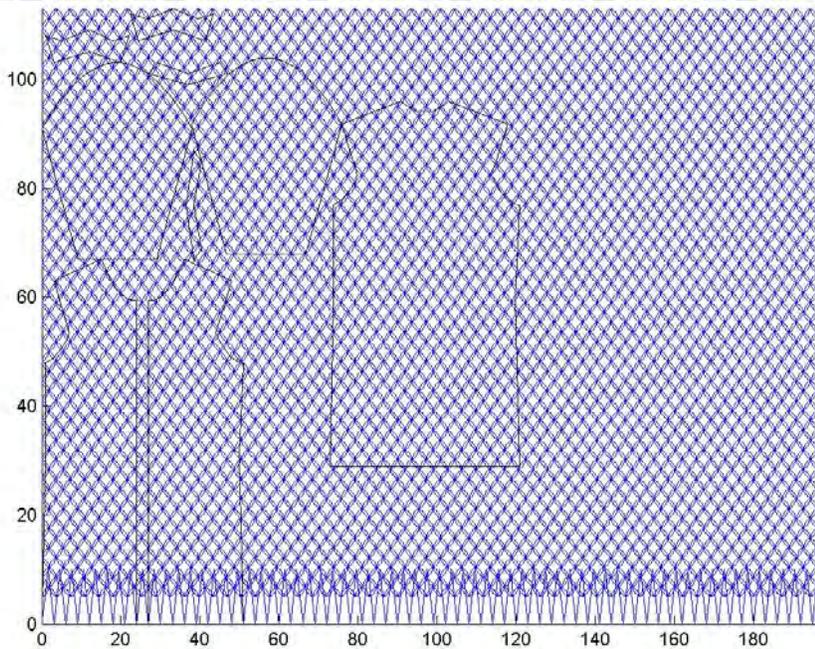


Gambar 4.11 Contoh pola Nmo 5 resolusi 0 aturan keserasian 2

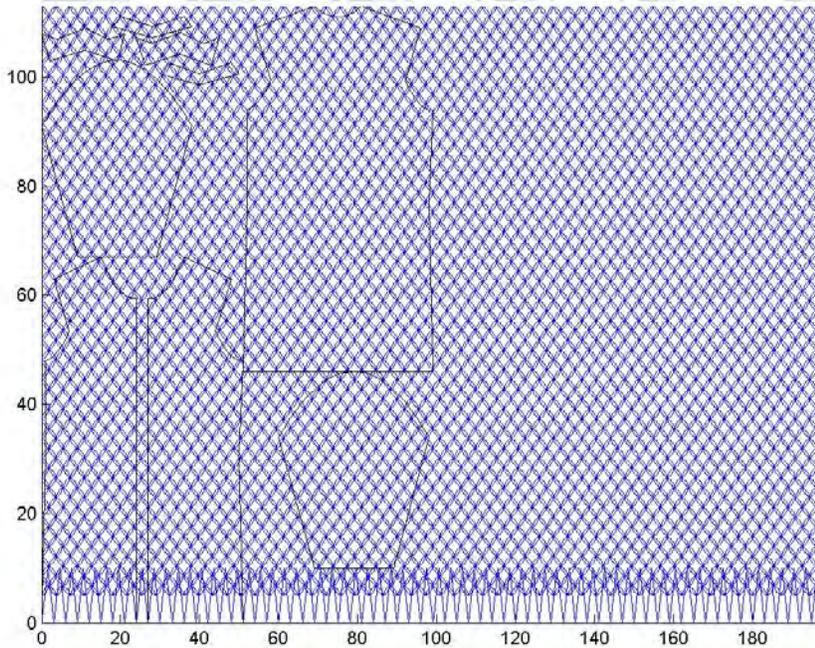


Gambar 4.12 Contoh pola Nmo 5 resolusi 3 aturan keserasian 2

Aturan keserasian ketiga merupakan sebuah batasan dimana sebuah motif dasar akan terlihat utuh meskipun terpisah pada pola depan bagian kanan dan pola depan bagian kiri. Pertimbangan utama pada aturan ketiga adalah motif dasar utama bukan motif pinggiran. Berdasarkan Tabel 4.17 dan Tabel 4.18 efisiensi paling optimal dengan pertimbangan waktu adalah Nmo 5 dengan resolusi 3. Meskipun resolusi 1 memberikan nilai efisiensi yang lebih baik namun tidak secara signifikan memberikan perbedaan efisiensi, perbedaan nilai efisiensi pada resolusi 1 dan 3 hanya terpaut 0.01 % atau hanya terpaut 0.02 cm. Sementara, pada resolusi 1 waktu yang dibutuhkan adalah 604 detik, artinya terdapat perbedaan waktu yang lebih lama sebesar 191 detik daripada resolusi 3. Jika dibandingkan dengan ELS tanpa DBM untuk aturan ketiga nilai efisiensi optimum terdapat pada Nmo 15 dengan waktu 928 detik atau selisih 9 menit dari Nmo 5 resolusi 3. Selain itu berdasarkan Tabel 4.19 point keserasian maksimum tidak dicapai pada resolusi 2 yakni 96.3, sedangkan pada resolusi 1 dan 3 point keserasian bernilai maksimum. Dengan demikian kombinasi ELS dan DBM lebih unggul daripada ELS tanpa DBM. Hasil Optimasi pola busana ketiga ditampilkan pada Gambar 4.13, dan Gambar 4.14.



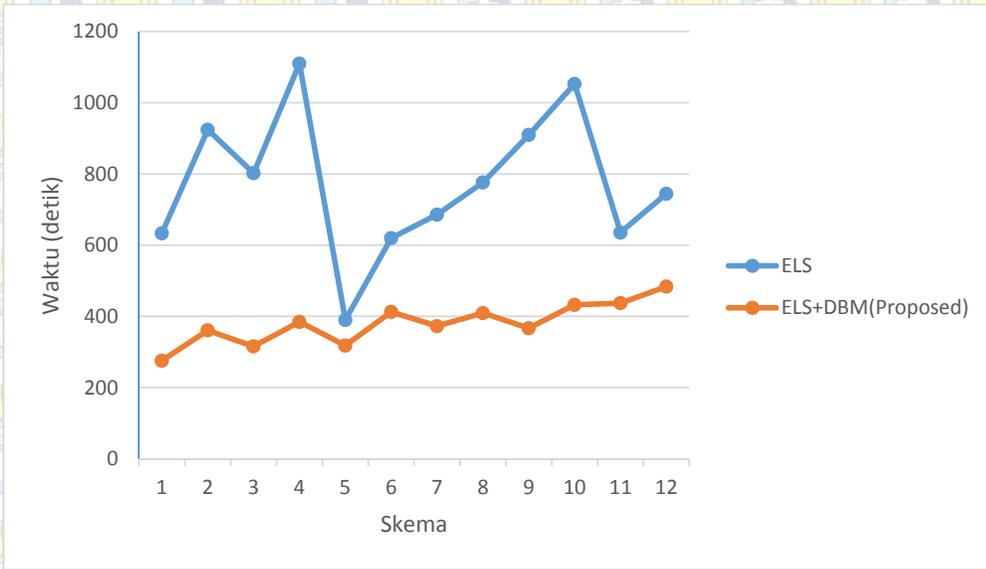
Gambar 4.13 Contoh pola Nmo 5 resolusi 0 aturan keserasian 3



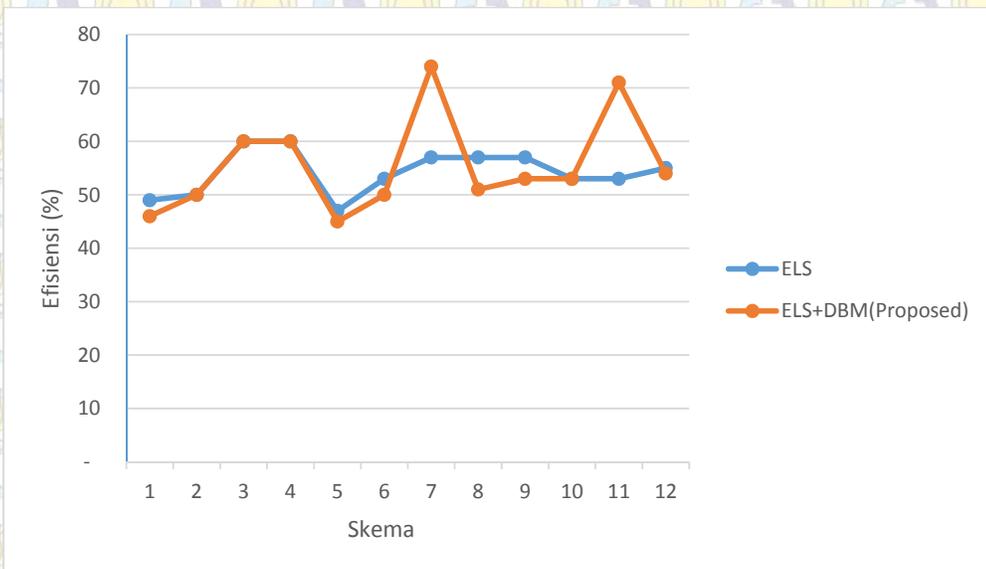
Gambar 4.14 Contoh pola Nmo 5 resolusi 3 aturan keserasian 3

Secara keseluruhan perbandingan waktu komputasi ELS+DBM lebih unggul dibandingkan ELS tanpa menggunakan DBM. Hal ini tampak pada Gambar 4.15. Sementara perbandingan efisiensi bahan ELS+DBM memberikan kontribusi

yang signifikan pada skema ke delapan dan dua belas yaitu pada pola berlingan pendek. Perbandingan efisiensi tampak pada Gambar 4.16.



Gambar 4.15 Perbandingan waktu komputasi antara ELS dengan ELS+DBM

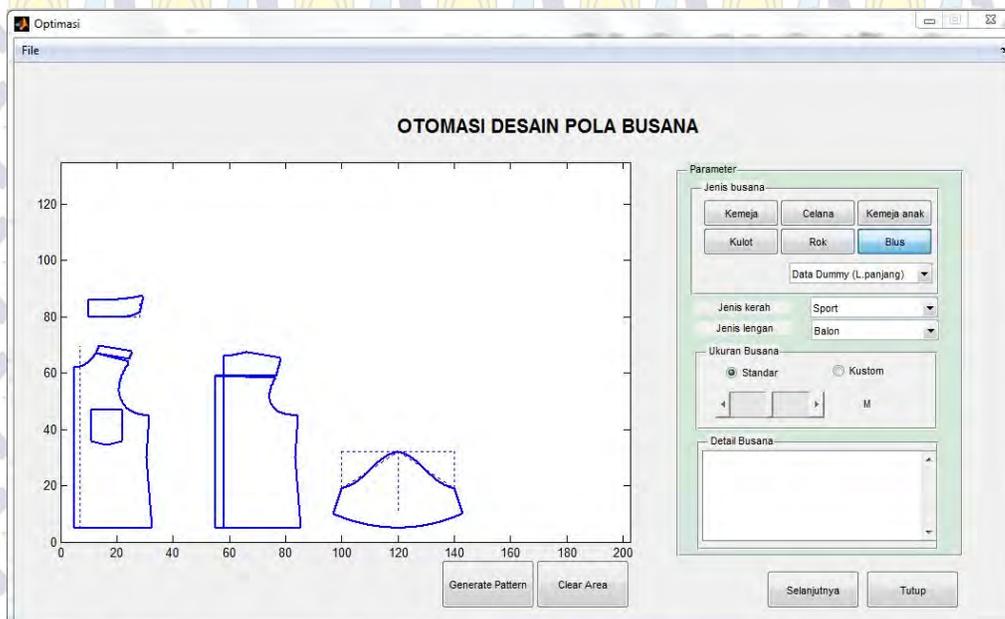


Gambar 4.16 Perbandingan efisiensi antara ELS dan ELS+DBM

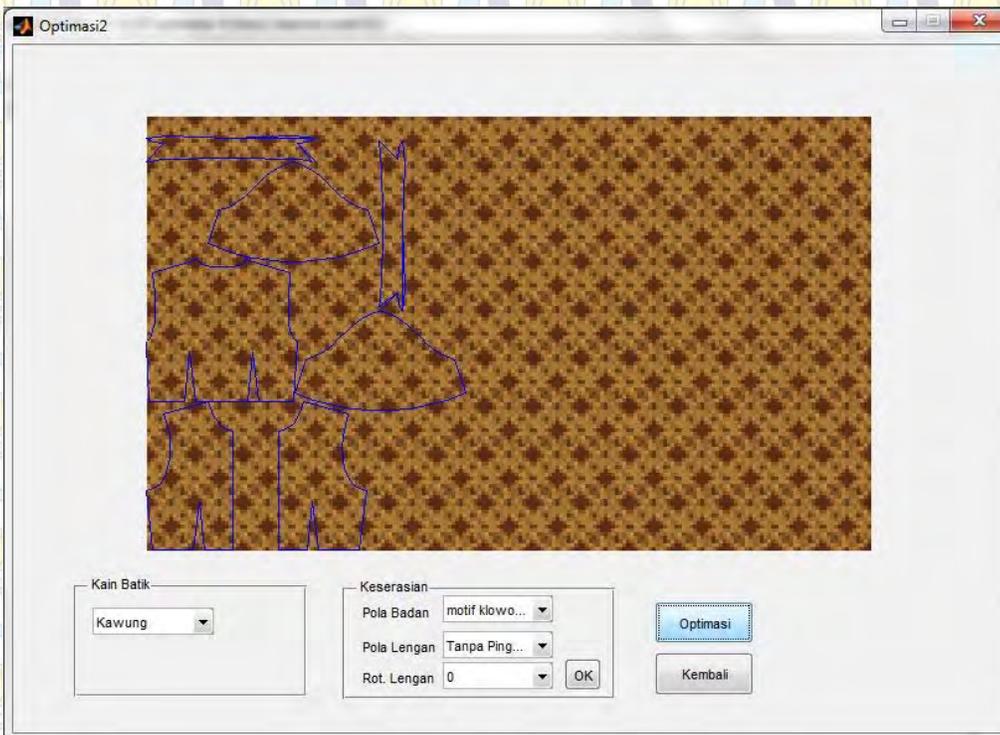
#### 4.1.5 Pengujian 5 implementasi pada kain dan busana berbeda

Pengujian ini dilakukan untuk menguji fungsionalitas algoritma yang diusulkan pada jenis pola busana yang berbeda dan juga jenis kain yang sebenarnya. Pola busana yang digunakan meliputi beberapa jenis pola busana atasan wanita, kemeja anak, pola busana bawahan pria, dan pola busana bawahan wanita. Sedangkan jenis kain batik yang digunakan sebanyak 5 jenis. Nilai resolusi yang digunakan pada pengujian ini adalah 3, dan nilai iterasi 5.

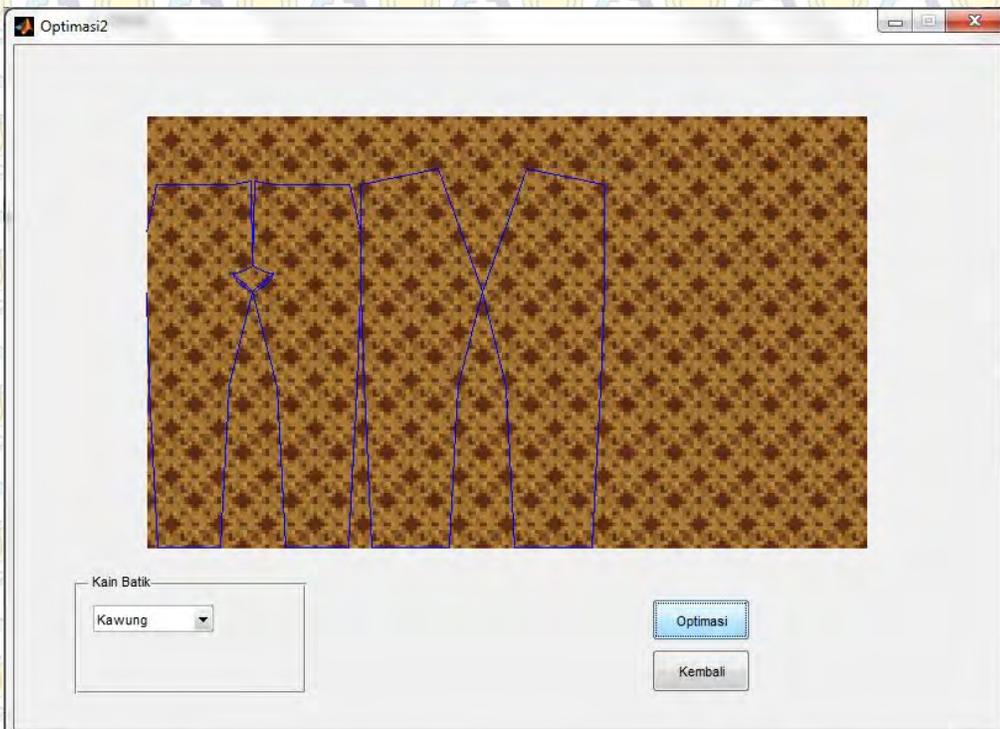
Gambar 4.17 menunjukkan antarmuka pemilihan pola busana. Setelah dilakukan pemilihan terhadap pola busana, tombol selanjutnya ditekan untuk menuju ke proses selanjutnya seperti pada Gambar 4.18. Gambar 4.18 menunjukkan antarmuka Optimasi, dimulai dengan memilih jenis kain batik yang digunakan, diikuti dengan memilih jenis aturan keserasian pola busana pada bahan bermotif dan diakhiri dengan proses optimasi. Hasil dari proses optimasi akan ditampilkan pada Gambar 4.19, Gambar 4.20, Gambar 4.21. Sedangkan perbandingan Efisiensi dan waktu komputasi ditampilkan pada Tabel 4.20.



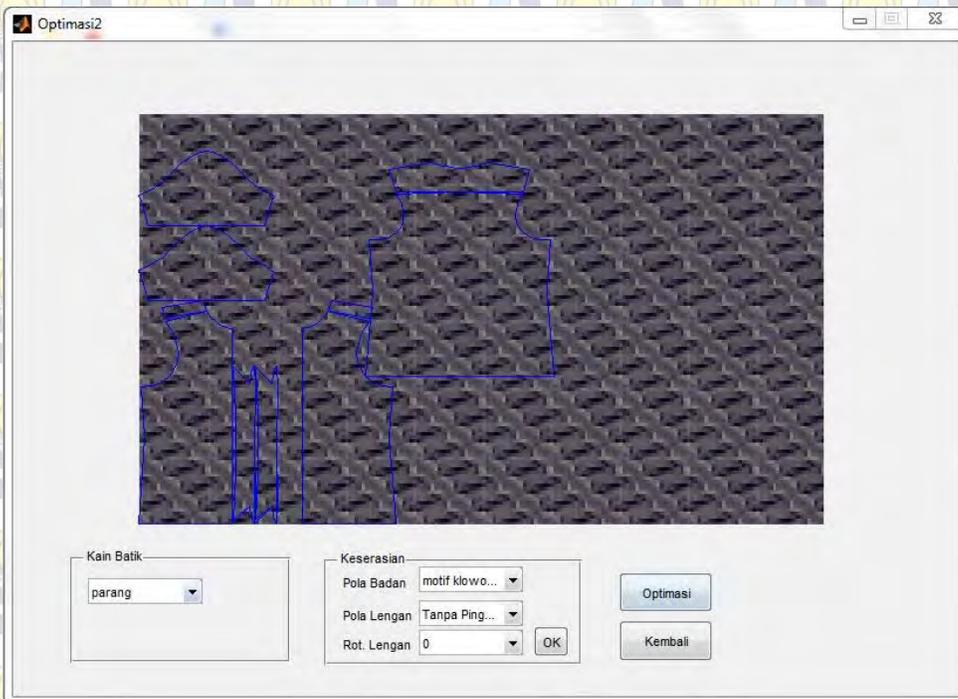
Gambar 4.17 Antarmuka pemilihan pola busana



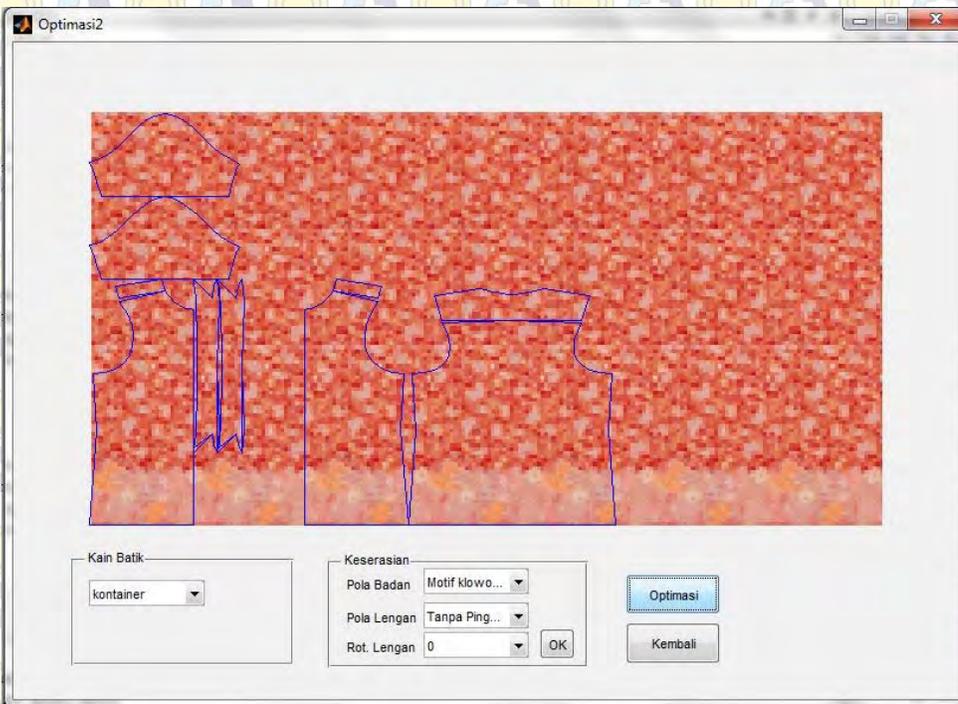
Gambar 4.18 Antarmuka optimasi pola busana



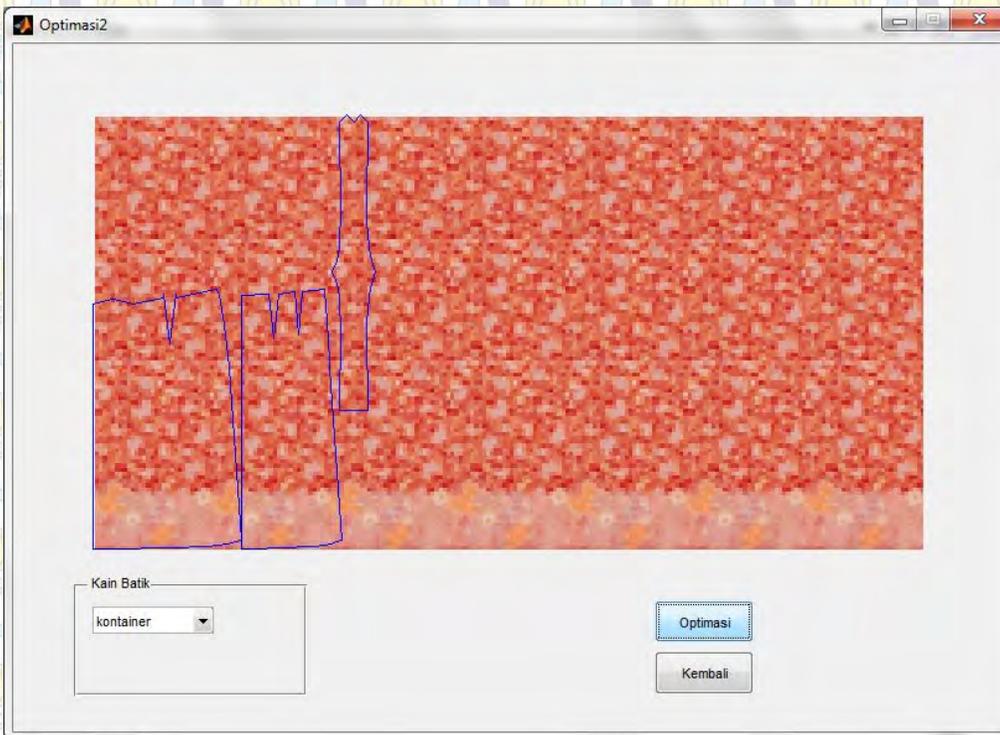
Gambar 4.19 Hasil Optimasi pola busana celana panjang pada kain batik kawung



Gambar 4.20 Hasil Optimasi pola busana blus dengan aturan keserasian 3 pada kain batik Parang



Gambar 4.21 Hasil Optimasi pola busana blus dengan aturan keserasian 3 pada kain batik dengan motif pinggiran



Gambar 4.22 Hasil Optimasi pola busana rok lipit pada kain batik dengan motif pinggiran

Tabel 4.20 Perbandingan Efisiensi dan waktu pada pola busana berbeda

Jenis Busana	Efisiensi (%)		Waktu (detik)	
	ELS	DBM+ELS	ELS	DBM+ELS
Atasan Wanita	61	61	999.1	256,47
Busana Anak	42	42	446,41	175,63
Celana	40	40	7,64	6,92
Rok	57	57	2.2	2.1

Berdasarkan Tabel 4.23, DBM+ELS pada busana atasan selalu lebih unggul dari segi waktu. Namun untuk pola busana bawahan performa DBM+ELS tidak jauh berbeda dengan ELS tanpa DBM. Hal ini disebabkan karena seluruh pola busana bawahan yang memiliki luas area besar, terkena aturan keserasian pola busana. Dan yang tersisa hanya 1, atau 2 bagian pola busana bawahan dengan luas area kecil, dimana peletakan pola busana tersebut tidak akan mempengaruhi performa baik dari segi efisiensi maupun dari segi waktu.

## BAB 5

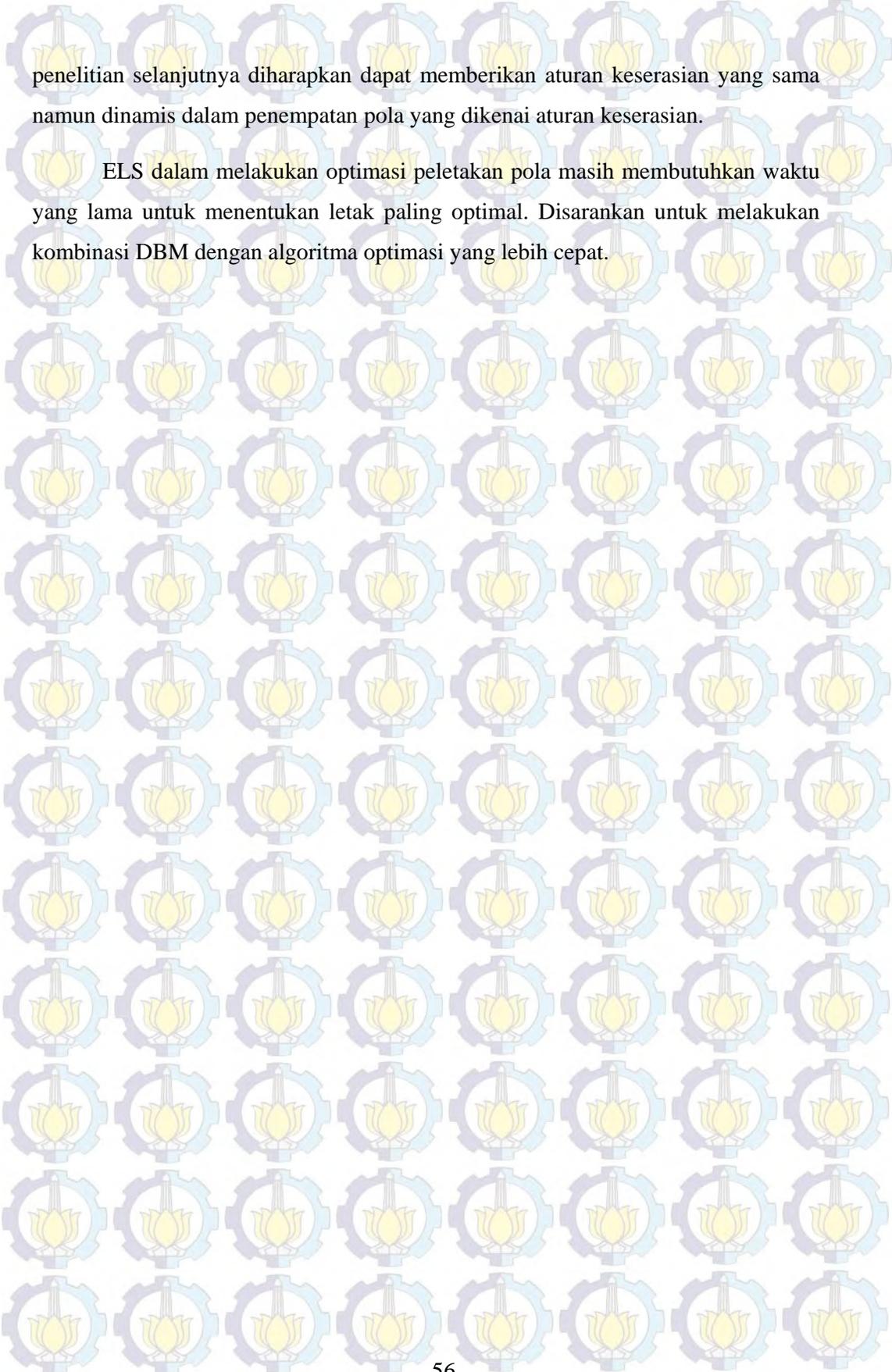
### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan beberapa skema pengujian dan analisa hasil yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Rata-rata efisiensi yang didapatkan dengan menggunakan metode ELS dengan DBM mendekati efisiensi yang didapatkan dengan menggunakan ELS. Namun waktu komputasi ELS dengan DBM dua kali lebih cepat dibandingkan ELS. Dimana iterasi dan resolusi optimal ELS dengan DBM adalah 5 dan 3, dan diperoleh rata-rata efisiensi 56 % dan rata-rata waktu komputasi 381 detik.
2. Ukuran pola busana mempengaruhi efisiensi bahan dan waktu komputasi. Semakin besar ukuran pola busana, efisiensi bahan akan semakin berkurang, namun waktu komputasi akan semakin cepat. Hal ini ditunjukkan oleh pengujian 2, dimana pada pengujian ini efisiensi dengan pola busana lengan panjang menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 53,67 %, dan waktu komputasi tercepat 341 detik, sedangkan dengan pola busana lengan pendek efisiensi tertinggi yang didapatkan sebesar 59,5 % dan waktu komputasi tercepat 417 detik.
3. Efisiensi bahan pada orientasi pola busana secara vertikal lebih efisien jika dibandingkan dengan orientasi pola busana secara horisontal. Dari pengujian 3, pada iterasi 5 dan resolusi 3, didapatkan efisiensi bahan sebesar 58,17 % pada pola busana berorientasi vertikal, dan efisiensi sebesar 53% pada pola busana berorientasi horisontal.
4. Poin aturan keserasian ketiga dapat mencapai nilai maksimal jika nilai resolusi DBM yang digunakan merupakan faktor persekutuan terbesar dari panjang motif dasar. Pada pengujian 4, poin keserasian ketiga mencapai nilai maksimal pada resolusi 3, ini disebabkan karena panjang motif dasar adalah 3,6 cm.

#### Saran

Aturan keserasian pada penelitian ini menitikberatkan pada pola bagian depan, oleh karena itu pada saat optimasi pola yang dikenai aturan keserasian tidak disertakan dalam proses optimasi karena sudah ditentukan penempatannya. Pada



penelitian selanjutnya diharapkan dapat memberikan aturan keserasian yang sama namun dinamis dalam penempatan pola yang dikenai aturan keserasian.

ELS dalam melakukan optimasi peletakan pola masih membutuhkan waktu yang lama untuk menentukan letak paling optimal. Disarankan untuk melakukan kombinasi DBM dengan algoritma optimasi yang lebih cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

Art Jr, RC. 1966. "An Approach To The Two-dimensional, Irregular Cutting Stock Problem." In *Technical report 36.Y08*. Cambridge: IBM Cambridge Scientific Centre.

Bennel, Julia A, and Jose F Oliveira. 2008. "The geometry of Nesting Problems: A tutorial ." *European Journal Of Operation Research* 397-415.

Doellah, H. Santosa. 2002. *Batik : Pengaruh Zaman dan Lingkungan*. Solo: Batik Danar Hadi.

Imamichi, Takashi, Mutsunori Yagiura, and Hiroshi Nagamochi. 2009. "An Iterated Local Search Algorithm Based On Non Linear Programming For The Irregular Strip Packing Problem." *Discrete Optimization* 345-361.

Jakobs, S. 1996. "On Genetic Algorithm For The Packing Of Polygon." *European Journal Of Operation Research* 539-561.

Kuswadji. 1981. *Mengenal Seni Batik di Yogyakarta*. Yogyakarta: Proyek Pengembangan Permuseum Yogyakarta.

Leung, S C H, Yangbin Lin, and Defu Zhang. 2012. "Extended Local Search Algorithm Based On Nonlinear Programming For Two-Dimensional Irregular Strip Packing Problem." *Computers and Operational Research* 39 678-686.

Sa'dyah, Halimatus. 2013. *Optimalisasi Tata Letak Pola Busana Pada Kain Batik Dengan Mempertimbangkan Keserasian Motif Menggunakan Algoritma Extended Local Search*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Susanto, Sewan. 1980. *Seni Kerajinan Batik Indonesia*. Yogyakarta: Departemen Perindustrian dan Perdagangan.

Toledo, Franklina, Maria Antónia Carravilla, Cristina Ribeiro, José F. Oliveira, A. Miguel Gomes. "The Dotted-Board Model: A new MIP model for nesting irregular shapes". *International Journal of Production Economics* 145, no. 2 (2013): 478-487.

UNESCO. 2009. Accessed June 30, 2013.

<http://www.unesco.org/culture/ich/RL/00170>.

## BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Bima Nusa Tenggara Barat. Penulis menghabiskan masa kecilnya di Bima. Pada tahun 2003 penulis menempuh pendidikan S1 di Universitas Mataram dan melanjutkan kejenjang S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2012. Pada tahun 2010 hingga 2012 penulis menjadi staf IT di Fakultas Teknik Universitas Mataram. Penulis dapat dihubungi

melalui email : [beema.yichi@gmail.com](mailto:beema.yichi@gmail.com).