

**IMPLEMENTASI MODEL *GILMORE AND GOMORY*
DAN *MODIFIED BRANCH AND BOUND ALGORITHM*
PADA PENYELESAIAN *CUTTING STOCK PROBLEM (CSP)***

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**



Oleh

**PUTRI CAHYA WULANDARI
NIM 08011181320017**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
MARET 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI MODEL GILMORE AND GOMORY
DAN MODIFIED BRANCH AND BOUND ALGORITHM
PADA PENYELESAIAN CUTTING STOCK PROBLEM (CSP)**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Matematika**

Oleh

**PUTRI CAHYA WULANDARI
NIM 08011181320017**

Pembimbing Pembantu



**Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 19580727 198603 1 003**

**Indralaya, Maret 2018
Pembimbing Utama**



**Sisca Octarina, M.Sc
NIP. 19840903 200604 2 001**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika**

**Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 19580727 198603 1 003**

Motto

“Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada kemudahan. Karena itu bila kau telah selesai (mengerjakan yang lain) dan kepada Tuhan, berharaplah (QS.Al-Insyirah:6-8)”

“Lakukan Bagianmu Semampu yang kamu bisa. Selanjutnya biarkan Tuhan mengerjakan sisamu”

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

- 1. Allah SWT**
- 2. Kedua Orangtuaku**
- 3. Kedua Saudariku**
- 4. Keluarga Besar**
- 5. Semua Guru dan Dosenku**
- 6. Teman-teman**
- 7. Almamaterku**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala kasih sayang, rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Implementasi Model Gilmore and Gomory dan Modified Branch and Bound Algorithm Pada Penyelesaian Cutting Stock Problem (CSP) Dua Dimensi**” dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari bahwa pembuatan skripsi ini bukanlah akhir dari proses belajar, melainkan langkah untuk proses belajar selanjutnya.

Dengan penuh rasa hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih khusus kepada kedua orang tua, Bapak **Sapto Pranowo** dan Ibu **Erlina**, untuk seluruh kasih sayang, didikan, nasihat, motivasi, perhatian, dan do'a yang tidak pernah putus dipanjatkan kepada penulis. terselesaikannya skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga sekaligus penghargaan kepada :

1. Ibu **Sisca Octarina, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran, motivasi, nasehat, saran serta

kesabaran dalam memberi bimbingan terbaik kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.

2. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M.** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam sekaligus selaku Dosen Pembimbing Pembantu yang bersedia meluangkan waktu di tengah kesibukannya untuk membimbing serta memberikan saran untuk pengerjaan skripsi ini.
3. Ibu **Evi Yuliza, M.Si.** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah sangat baik membimbing dan mengarahkan urusan akademik kepada penulis di setiap semester selama belajar di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Ibu **Dra. Ning Eliyati, M.Pd**, Ibu **Novi Rustiana Dewi, M.Si.**, dan Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc.** sebagai Dosen Pembahas Skripsi yang telah memberikan tanggapan dan saran yang bermanfaat dalam pengerjaan skripsi ini.
5. **Seluruh Dosen dan Pegawai** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama menempuh pendidikan.
6. Adik-adikku tersayang **Indria Damayanti** dan **Febby Selvia Rahmawati** terima kasih atas kasih sayang, semangat, motivasi, nasihat, dan do'anya selama ini.
7. **Keluarga Besarku** terima kasih untuk segala dukungan dan semangat yang telah diberikan kepada penulis.

8. Sahabat-sahabatku di bangku perkuliahan, **Agus, Aldyo, Apri, Cici, Hermin, Zikran, Na'am, Nepi,** dan **Yayan** terima kasih untuk semuanya, untuk bantuannya, semangat dan kebersamaan selama kuliah.
9. Teman satu angkatan **Dila, Teara, Peratiwi, Dea, Eka, Nopita, Mutia A, Mutia R, Ria, Putri Ayu, Risky Ariska, Mayang** dan seluruh angkatan **2013**.
10. **Kak Cristin, Kak Tita, Gina, Ari, Vinny,** dan **Aisyah** terima kasih untuk bantuan dan semangat yang diberikan kepada penulis.
11. **M. Bayu Antama** terima kasih untuk waktu, semangat, motivasi, dan do'a yang diberikan kepada penulis.
12. Sahabat semasa sekolah **Sella** dan **Devitha** terima kasih untuk waktu dan semangat yang diberikan kepada penulis.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Semoga skripsi ini dapat berguna untuk menambah pengetahuan dan bermanfaat khususnya bagi mahasiswa/mahasiswi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan semua pihak yang memerlukan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Inderalaya, Maret 2018

Penulis

**IMPLEMENTATION OF GILMORE AND GOMORY MODEL
AND MODIFIED BRANCH AND BOUND ALGORITHM
FOR SOLVING CUTTING STOCK PROBLEM (CSP)**

By:

**Putri Cahya Wulandari
08011181320017**

ABSTRACT

Cutting Stock Problem (CSP) is a problem in determining the cutting pattern from a set of stock with standard length and width to fulfill the demand of items. This research implemented pattern generation algorithm to formulate Gilmore and Gomory model of two dimensional CSP. There were 6 and 12 cutting patterns which selected, respectively associated to the length and width edge, that had been formulated in Gilmore and Gomory model. The constraints of Gilmore and Gomory model was performed to assure the strips which cut in first stage will be used in the second stage and fulfill the demand of items. While the model of Modified Branch and Bound Algorithm which completed using Branch and Bound method yielded 20 patterns.

Keywords : Cutting Stock Problem, Pattern Generation, Gilmore and Gomory, Branch and Bound

**IMPLEMENTASI MODEL *GILMORE AND GOMORY*
DAN *MODIFIED BRANCH AND BOUND ALGORITHM*
PADA PENYELESAIAN *CUTTING STOCK PROBLEM (CSP)***

Oleh:

**Putri Cahya Wulandari
08011181320017**

ABSTRAK

Cutting Stock Problem (CSP) adalah suatu persoalan menentukan pola pemotongan dari sejumlah *stock* dengan ukuran panjang dan lebar tertentu yang dipotong untuk memenuhi permintaan suatu barang. Penelitian ini mengimplementasikan algoritma *pattern generation (PG)* untuk membentuk model *Gilmore and Gomory* pada CSP dua dimensi. Pola-pola pemotongan yang diperoleh sebanyak 6 pola dan 12 pola yang bersesuaian dengan panjang dan lebar, selanjutnya dibentuk ke model *Gilmore and Gomory*. Kendala-kendala model *Gilmore and Gomory* memastikan strip yang dipotong pada tahap pertama digunakan pada pemotongan tahap kedua dan memenuhi permintaan terhadap *item*. Sedangkan model hasil *modified branch and bound algorithm* yang diselesaikan dengan menggunakan metode *Branch and Bound* menghasilkan 20 pola.

Kata Kunci : *Cutting Stock Problem, Pattern Generation, Gilmore and Gomory, Branch and Bound*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSEMBAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Pembatasan Masalah	4
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pemrograman Linier (<i>Linear Programming/LP</i>).....	6
2.2. <i>Cutting Stock Problem (CSP)</i>	8
2.3. <i>Pattern Generation (PG)</i>	9
2.4. <i>Modified Branch and Bound Algorithm.</i>	13
2.5. <i>Model Gilmore and Gomory</i>	17
2.6. <i>Metode Branch and Bound</i>	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat	21
3.2. Waktu	21
3.3. Metode Penelitian	21

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pendeskripsian Data	24
4.2. Pengolahan Data	25
4.2.1. Implementasi Algoritma <i>Pattern Generation</i> (PG) dalam Pembentukan Pola Pemotongan	25
4.2.2. Pembentukan Model <i>Gilmore and Gomory</i>	34
4.2.3. Penyelesaian Model <i>Gilmore and Gomory</i>	38
4.2.4. Implementasi <i>Modified Branch and Bound Algorithm</i> dalam Pembentukan Pola Pemotongan	46
4.2.5. Pembentukan Model <i>Linear Programming</i> (LP)	51
4.2.6. Penyelesaian Model LP	52
4.3. Analisis Hasil Akhir	54
4.3.1. Analisis Hasil Akhir dengan Algoritma <i>Pattern Generation</i> (PG).....	54
4.3.2. Analisis Hasil Akhir dengan <i>Modified Branch and Bound</i> Algorithm	54
4.3.3. Perbandingan Solusi Optimal Hasil Algoritma <i>Pattern Gene-</i> <i>ration</i> (PG) dan <i>Modified Branch and Bound Algorithm</i>	55

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan 56

5.2. Saran 57

DAFTAR PUSTAKA 58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Ukuran Produk dan Jumlah Permintaan	24
Tabel 4.2. Pola-Pola Pemotongan yang Bersesuaian dengan Panjang	29
Tabel 4.3. Pola-Pola Pemotongan yang Bersesuaian dengan Lebar	34
Tabel 4.4. Model <i>Gilmore and Gomory</i>	35
Tabel 4.5. Urutan Ukuran Produk Dan Jumlah Permintaan.....	50
Tabel 4.6. Pola-Pola Pemotongan dengan <i>Cut Loss</i>	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Pendekatan pada Pohon Pencarian (Suliman, 2001)	11
Gambar 4.1. Pohon Pencarian Pola Pemotongan Bersesuaian dengan Panjang	29
Gambar 4.2. Pohon Pencarian Pola Pemotongan Bersesuaian dengan Lebar	33
Gambar 4.3. Pencabangan Sub-Persoalan 1 dan Sub-Persoalan 2 dari Model <i>Gilmore and Gomory</i>	40
Gambar 4.4. Pencabangan Sub-Persoalan 3 dan Sub-Persoalan 4 dari Model <i>Gilmore and Gomory</i>	43
Gambar 4.5. Pencabangan Sub-Persoalan 5 dan Sub-Persoalan 6 dari Model <i>Gilmore and Gomory</i>	45
Gambar 4.6. Pencabangan Sub-Persoalan 7 dan Sub-Persoalan 8 dari Model <i>Gilmore and Gomory</i>	48
Gambar 4.7. Input Model LP dengan LINDO 6.1	57
Gambar 4.8. Hasil Perhitungan Model LP dengan LINDO 6.1	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu permasalahan yang sering dijumpai dalam bidang industri seperti industri kaca, kertas, dan keramik adalah meminimumkan kebutuhan bahan baku. Bahan baku yang tersedia umumnya berbentuk ukuran besar yang harus dipotong-potong menjadi bentuk-bentuk yang lebih kecil. Setiap bahan baku dipotong sesuai jumlah permintaan (*demand*) tertentu. Penggunaan bahan baku yang minimum dapat dilakukan dengan menentukan cara pemotongan bahan baku yang tepat. Penentuan cara pemotongan bahan baku dalam bidang Optimasi dikenal dengan sebutan *Cutting Stock Problem* (CSP).

Cutting Stock Problem (CSP) merupakan salah satu permasalahan pemrograman linier yang dapat diaplikasikan dalam berbagai persoalan. *Cutting Stock Problem* (CSP) adalah pemotongan objek yang memiliki ukuran tertentu, yang disebut sebagai *stock* atau bahan baku untuk sekumpulan objek yang lebih kecil sebagai pesanan dalam memenuhi permintaan, mengoptimasi fungsi objektif, meminimasi total objek yang dipotong, dan meminimasi biaya dari pemotongan objek (Chan, *et.al.*, 2011). Secara umum, CSP terdiri dari sekumpulan potongan-potongan kecil yang disebut *item* dan untuk sekumpulan potongan-potongan yang lebih besar disebut *stock sheets*, dengan tujuan untuk mengurangi *trim loss* yang dihasilkan (Macedo, *et.al.*, 2008).

Cutting Stock Problem (CSP) dapat diselesaikan dalam pendekatan pemrograman linier. Metode baru juga telah dikembangkan untuk mengatasi kesulitan solusi pemrograman linier yaitu kesulitan untuk mencari semua kemungkinan jumlah pola pemotongan. Selanjutnya, telah banyak dikembangkan teknik yang memungkinkan untuk pencarian solusi CSP yang berpusat pada perhitungan matriks, khususnya untuk matriks yang mempunyai jumlah kolom yang sedikit daripada baris.

Suliman (2001) menggunakan algoritma *Pattern Generation* (PG) untuk menyelesaikan masalah pemotongan bahan. Prosedur PG dilakukan untuk mengurangi jumlah pemotongan yang tidak layak. Selain itu, prosedur PG merupakan prosedur sederhana yang dikembangkan untuk menyelesaikan masalah tambahan. Kelebihan algoritma PG yaitu menghasilkan pola pemotongan yang berbeda dan sisa pemotongan yang minimum dengan menggunakan pohon pencarian.

Rodrigo, *et.al.* (2012) membuat sebuah algoritma yang dikembangkan untuk mencari pola pemotongan ubin lantai dua dimensi. Algoritma ini dinamai dengan *Modified Branch and Bound Algorithm*. Algoritma tersebut dapat mencari pola pemotongan dengan cara memotong lembaran utama sesuai dengan permintaan sehingga jumlah pemborosan bahan baku diminimalkan.

Octarina, *et.al.* (2016.a) melakukan reduksi pola pemotongan kertas pada CSP satu dimensi. Selanjutnya Octarina, *et.al.* (2017.a) meminimasi *trim loss* kertas gulungan pada CSP satu dimensi. Penelitian CSP selanjutnya terus berkembang. Pola-pola pemotongan yang dibentuk secara manual sering mengalami kendala, sehingga perlu dibuat aplikasi pencarian pola pemotongan pada CSP dua dimensi

(Octarina, *et.al.*, 2016.b). Aplikasi dari penelitian Octarina, *et.al.*(2016.b) mampu menyelesaikan pola-pola pemotongan tanpa melalui proses pencarian secara manual dengan *trim loss* minimum.

Akan tetapi pola-pola yang terbentuk pada penelitian Octarina, *et.al.*(2016.b) belum dibentuk ke dalam model CSP. Selanjutnya Bangun, *et.al.* (2016) memodelkan hasil pencarian pola pemotongan ke dalam model *Arc Flow*. Pengembangan CSP ke dimensi yang lebih tinggi juga telah dilakukan oleh Bangun, *et.al.* (2017) melalui reduksi pola pemotongan hasil PG pada CSP dua dimensi.

Model CSP yang terbentuk selama ini baru dilakukan pada pemotongan satu tahap, sedangkan untuk pemotongan dua tahap, Octarina, *et.al.*(2017.b) telah membuat model *Gilmore and Gomory* hasil PG dan menyelesaikannya dengan metode *Branch and Cut*. Model ini digunakan untuk menyelesaikan CSP dua dimensi bertipe *guillotine* dengan penyelesaian dua tahap. Tahap pertama dilakukan dengan memotong *stock* menjadi strip yang memiliki panjang atau lebar tertentu, dan tahap kedua dilakukan dengan memotong strip yang diperoleh pada tahap pertama menjadi *item-item* yang diminta.

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada penelitian ini dibentuk model *Gilmore and Gomory* berdasarkan pola pemotongan hasil PG menggunakan data Rodrigo, *et.al.* (2012). Selain itu, dengan menggunakan data yang sama dibentuk pola pemotongan menggunakan *Modified Branch and Bound Algorithm* yang selanjutnya juga diselesaikan dengan pemrograman bilangan bulat. Solusi optimal dari penyelesaian menggunakan kedua metode tersebut dibandingkan.

1.2. Perumusan Masalah

Masalah yang diteliti dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana Implementasi pola pencarian dengan menggunakan algoritma PG dan implementasi pola pencarian dengan menggunakan *Modified Branch and Bound Algorithm*?
2. Bagaimana solusi optimal dari model *Gilmore and Gomory* berdasarkan pola hasil PG dan solusi optimal dari model CSP berdasarkan pola hasil *Modified Branch and Bound Algorithm*?
3. Bagaimana perbandingan solusi optimal dari model *Gilmore and Gomory* yang dihasilkan dengan menggunakan algoritma PG dan model CSP yang dihasilkan dengan menggunakan *Modified Branch and Bound Algorithm*?

1.3. Pembatasan Masalah

Permasalahan yang dibahas pada penelitian ini dibatasi pada CSP untuk pola pemotongan dua dimensi yaitu pada sisi panjang dan sisi lebar bahan baku.

1.4. Tujuan

Tujuan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah :

1. Memperoleh pola pencarian dengan menggunakan algoritma PG dan pola pencarian dengan menggunakan *Modified Branch and Bound Algorithm*.
2. Memperoleh solusi optimal dari model *Gilmore and Gomory* berdasarkan pola hasil PG dan solusi optimal dari model CSP berdasarkan pola hasil *Modified Branch and Bound Algorithm*.

3. Memperoleh perbandingan solusi optimal dari model *Gilmore and Gomory* yang dihasilkan dengan menggunakan algoritma PG dan model CSP yang dihasilkan dengan menggunakan *Modified Branch and Bound Algorithm*.

4. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Diperoleh alternatif pola pemotongan dari pengimplementasian algoritma PG pada CSP dua dimensi.
2. Sebagai bahan pertimbangan bagi industri khususnya pemotongan ubin lantai dalam menentukan pola pemotongan yang digunakan.
3. Sebagai bahan pengembangan ilmu dalam bidang Optimasi, khususnya CSP.