

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika**



Oleh:

**RANTI SAWITRI
NIM 08011381621062**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
DESEMBER 2019**

LEMBAR PENGESAHAN

FORMULASI MODEL *COLUMN GENERATION*

**PADA CAPACITATED MULTI-PERIOD CUTTING STOCK PROBLEM
DENGAN BIAYA PENENTUAN POLA**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika**

Oleh

**RANTI SAWITRI
NIM 08011381621062**

Indralaya, Desember 2019

Pembimbing Pembantu

**Sisca Octarina, M. Sc
NIP. 198409032006042001**

Pembimbing Utama

**Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si
NIP. 196409261990021002**

Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika

**Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 195807271986031003**

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 “**Formulasi Model Column Generation pada Capacitated Multi-Period Cutting Stock Problem dengan Biaya Penentuan Pola**” 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 tahap untuk proses belajar selanjutnya.

Dengan penuh rasa hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih khusus kepada kedua orang tua, Bapak **Sujarso** dan Ibu **Astuti**, untuk seluruh kasih sayang, didikan, nasihat, motivasi, perhatian, dan do'a yang tidak pernah putus dipanjangkan kepada penulis. Terselesaiannya 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. Bapak **Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si** selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dengan penuh perhatian, pengertian dan kesabaran hingga skripsi ini dapat diselesaikan.

2. Ibu **Sisca Octarina, M.Sc** selaku Pembimbing Pembantu yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran, motivasi, nasehat, saran serta kesabaran dalam memberi bimbingan terbaik kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc** selaku Pembimbing Akademik yang telah sangat baik membimbing dan mengarahkan urusan akademik kepada penulis di setiap semester selama belajar di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M**, Bapak **Drs. Putra B.J Bangun, M.Si**, dan Ibu **Eka Susanti, M.Sc.** sebagai Pembahas yang telah memberikan tanggapan dan saran yang bermanfaat dalam penggerjaan skripsi ini.
6. **Seluruh Dosen** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, dan **Seluruh Pendidik** yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama menempuh pendidikan.
7. Adik-adikku tersayang **Serly Azwa, Anggi Stevani Zabella, Neymar Azli Sujarso** atas kasih sayang, semangat, motivasi, nasihat, dan do'anya kepada kakak.
8. **Keluarga Besarku** terima kasih untuk segala dukungan dan semangat yang telah diberikan kepada penulis.

9. Teman-teman di bangku perkuliahan, **Delia Septimiranti, Shania Putri Andhini, Dinda Mawar, Desta Wahyuni, Jihan Salsabila, Riska Wulandari, Putri Indriani, Adelia Ramadhani, Rohania, Neysa Adiratna, Septia Anggraini, Afrina Permata Sari, Rima Melati, Gina Sonia, Sisca Pebrina, Sandra Anggia Sri Lestari** dan seluruh teman-teman angkatan **2016**. Terima kasih untuk semuanya, untuk bantuannya, semangat dan kebersamaan selama kuliah. Terima kasih banyak.
10. Kakak-kakak tingkat Angkatan **2014** dan **2015** dan adik-adik tingkat Angkatan **2017** dan **2018**.
11. Sahabat- sahabatku **Rian, Putri, Widya, Revi, Indri, Sekla, Winta, Santy** untuk waktu, semangat, dan do'a yang diberikan kepada penulis.
12. **Pak Iwan, Ibu Hamidah, dan Semua Pegawai** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang tidak dapat ditulis satu persatu, terima kasih atas bantuan yang telah 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.

Penulis menyadari penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran yang bermanfaat untuk penulisan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa/mahasiswi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan semua pihak yang memerlukan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Inderalaya, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMPAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Cutting Stock Problem (CSP)</i>	5
2.2. Algoritma <i>Pattern Generation (PG)</i>	6
2.3. Model <i>Gilmore and Gomory</i>	9
2.4. Model <i>Column Generation</i>	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat	14
3.2. Waktu	14
3.3. Metode Penelitian	14

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Pendeskripsi Data	16
4.2.	Implementasi <i>Pattern Generation Algoritm</i> dalam Pembangkitan Pola Pemotongan.....	17
4.3.	Pembangkitan & Penyelesaian Model <i>Gilmore and Gomory</i>	34
4.4.	Pembangkitan & Penyelesaian Model <i>Column Generation</i>	36
4.5.	Analisis Hasil Akhir dari Implementasi Algoritma Pattern Generation Dalam Pembentukan Model <i>Gilmore and Gomory</i> dengan Model <i>Column Generation</i>	38

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	39
5.2.	Saran	40
	DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Ukuran <i>Item</i> dan Jumlah Pesanan	16
Tabel 4.2. Pola Pemotongan yang Bersesuaian dengan Lebar	23
Tabel 4.3. Pola Pemotongan yang Bersesuaian dengan Panjang	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Pohon Pencarian yang digunakan	9
Gambar 4.1.a. Pohon Pencarian Pola Bersesuaian dengan Lebar kertas Bagian 1	21
Gambar 4.1.b. Pohon Pencarian Pola Bersesuaian dengan Lebar kertas Bagian 2	22
Gambar 4.2.a. Pohon Pencarian Pola Bersesuaian dengan Panjang kertas Bagian 1	27
Gambar 4.2.b. Pohon Pencarian Pola Bersesuaian dengan Panjang kertas Bagian 2	28
Gambar 4.2.c. Pohon Pencarian Pola Bersesuaian dengan Panjang kertas Bagian 3	29

**FORMULASI MODEL COLUMN GENERATION
PADA CAPACITATED MULTI-PERIOD CUTTING STOCK PROBLEM
DENGAN BIAYA PENENTUAN POLA**

Oleh:

**Ranti Samitri
08011381621062**

ABSTRAK

Cutting Stock Problem (CSP) adalah suatu persoalan penentuan pola pemotongan dari sebuah stock dengan panjang dan lebar standar yang dipotong untuk memenuhi permintaan suatu barang. Penentuan pola pemotongan bertujuan agar jumlah stock yang digunakan menjadi minimum. Penelitian ini mengimplementasikan algoritma *pattern generation* untuk membentuk model *Gilmore and Gomory* dan model *Column Generation* pada CSP dua dimensi. Kendala-kendala model *Gilmore and Gomory* memastikan strip yang dipotong pada tahap pertama digunakan pada pemotongan tahap kedua dan memenuhi permintaan terhadap item. Berdasarkan solusi dari model *Column Generation* diperoleh, pada pola ke-2 dan 5 dipakai pada periode ke-1, pola ke-4 dan 5 dipakai pada periode ke-2 dan periode ke-3 tidak menggunakan apapun, yang berarti permintaan dipenuhi pada periode ke-1 dan ke-2.

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

Indralaya, Januari 2019

Pembimbing Pembantu



**Sisca Octarina, M.Sc.
NIP.196409261990021002**

Pembimbing Utama



**Drs. Endro Setya Cahyono, M.Si
NIP.198409032006042001**

Mengetahui

Ketua Jurusan Matematika



**Drs. Sugandi Yahdin, MM
NIP. 195807271986031003**

**FORMULASI MODEL COLUMN GENERATION
PADA CAPACITATED MULTI-PERIOD CUTTING STOCK PROBLEM
DENGAN BIAYA PENENTUAN POLA**

Oleh:

Ranti Sawitri
08011381621062

ABSTRAK

Cutting Stock Problem (CSP) adalah suatu persoalan penentuan pola pemotongan dari sebuah stock dengan panjang dan lebar standar yang dipotong untuk memenuhi permintaan suatu barang. Penentuan pola pemotongan bertujuan agar jumlah stock yang digunakan menjadi minimum. Penelitian ini mengimplementasikan algoritma *pattern generation* untuk membentuk model *Gilmore and Gomory* dan model *Column Generation* pada CSP dua dimensi. Kendala-kendala model *Gilmore and Gomory* memastikan strip yang dipotong pada tahap pertama digunakan pada pemotongan tahap kedua dan memenuhi permintaan terhadap item. Berdasarkan solusi dari model *Column Generation* diperoleh, pada pola ke-2 dan 5 dipakai pada periode ke-1, pola ke-4 dan 3 dipakai pada periode ke-2 dan periode ke-3 tidak menggunakan apapun, yang berarti permintaan dipenuhi pada periode ke-1 dan ke-2.

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

Indralaya, Januari 2019

Pembimbing Pembantu



Sisca Octarina, M.Sc.
NIP.196409261990021002

Pembimbing Utama



Drs. Endro Setya Cahyono, M.Si
NIP.198409032006042001

Mengetahui



Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 195807271986031003

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Produsen di bidang industri seringkali menghadapi tantangan dalam mencari solusi pemotongan bahan baku. Bahan baku sangat penting dalam efisiensi produksi, sehingga penggunaannya harus dioptimalkan. *Cutting Stock Problem* (CSP) biasanya dikenal sebagai permasalahan pemotongan bahan baku. CSP merupakan permasalahan pemotongan bahan baku (*stock*) menjadi ukuran kecil (*item*) sehingga sisa pemotongan seminimum mungkin.

Penelitian ini menggunakan pemotongan dua dimensi, dengan cara *guillotine* yang melakukan pemotongan bahan baku secara sejajar. Sekumpulan bahan baku mempunyai lebih dari satu ukuran lebar dan panjang disebut *Multiple Stock Size*. *Multiple Stock Size* CSP dua dimensi adalah salah satu permasalahan pemotongan bahan baku mempunyai lebih dari satu ukuran panjang dan lebar. Hasil sisa pemotongan bahan baku disebut dengan *trim loss*. Terbentuknya *trim loss* dikarenakan kurang tepatnya dalam pemotongan pola, sehingga terdapat banyak sisa bahan baku yang berlebih.

Penelitian mengenai CSP telah banyak dilakukan. Andrade *et. al* (2014) meneliti tentang CSP dua dimensi yang berbahan baku plat dengan memanfaatkan sisa pemotongan yang masih bisa digunakan. Octarina *et. al* (2017)

Mengaplikasikan dalam pemcarian pola pemotongan CSP-2D. kemudian pengimplementasian *Pattern Generation Alogoritm* lalu di formulasikan me model *Gilmore and Gomory* pun diteliti Octarina *et. al* (2018). *Column Generation Technique* (CGT) dapat diformulasikan untuk penyelesaian CSP dua dimensi dengan tipe *Guillotine* dan orientasi tetap. Selanjutnya Octarina *et. al* (2019) menerapkan CGT dengan berbagai ukuran bahan baku dimana lempeng yang disediakan terdiri dari ukuran beberapa *stock* dengan penyelesaian menggunakan *Branch and Bound*.

Model Gilmore dan Gomory terbukti efektif untuk tipe pemotongan *guillotine* dimana *Column Generation* dapat menyelesaikan model tersebut menggunakan teknik relaksasi Program Linier. Permasalahan lebih dari satu stok dengan menformulasikan model Gilmore dan Gomory diformulasikan oleh Octarina *et. al* (2019) dan Model *N-Sheet* dengan metode *Branch and Cut* telah diteliti oleh Bangun *et. al* (2019).

CSP juga telah banyak dikembangkan oleh para peneliti dengan berbagai macam algoritma penyelesaian. Ma *et. al* (2019) membandingkan dua model berdasarkan pola pada CSP dua dimensi dua tahap yaitu model Gilmore dan Gomory dan model *Arc flow*. Menurut Ma *et. al* (2019) model Gilmore dan Gomory lebih baik dari model *Arc flow* untuk masalah *multiple cutting stock*. Menurut Song and Bennel (2010) *Sequence Heuristic Procedure* (SHP) mendapatkan hasil pola pemotongan dengan beberapa iterasi. Pada peneltian Rodrigo *et.al* (2013) meneliti

pemotongan dengan bentuk persegi panjang kemudian dibentuk bentuk segitiga dengan berbeda ukuran.

Penelitian ini merancang pencarian pola pemotongan untuk *item* yang berbentuk persegi panjang. Pola pencarinya dengan algoritma PG. Kemudian setelah pola didapat dimodelkan ke dalam model Gilmore dan Gomory dan selanjutnya diformulasikan dengan model *Column Generation*. Data penelitian ini didapatkan dari penelitian Ma *et. al* (2019) dimana bahan baku yang diperlukan berbentuk persegi panjang lalu dipotong menjadi bentuk persegi panjang yang sesuai dengan permintaan konsumen, dimana ukuran bahan baku dibatasi.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana meminimumkan sisa pemotongan bahan baku?
2. Bagaimana memformulasikan model *Column Generation*?

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini dibatasi untuk bahan baku yang berbentuk persegi panjang.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Meminimumkan sisa pemotongan bahan baku.

2. Memformulasikan model Gilmore dan Gomory dan model *Column Generation* berdasarkan pola-pola hasil *Pattern Generation*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menerapkan atau mengaplikasikan kasus ini ke dalam bidang optimasi, khususnya tentang CSP.
2. Didapatkan solusi optimal dalam pola pemotongan serta diperoleh jumlah bahan baku yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrade R., Birgin E G., and Morabito, R. (2014). Two-stage two-dimensional guillotine cutting stock problems with usable left over. *International Transactions in Operational Research*, 23, 121-145.
- Bangun, P. B., Octarina S., & Pertama, A. P (2019). Implementation of branch and cut method on n-sheet model in solving two dimensional cutting stock problem. *IOP Conference Series: Journal of Physics: Conf. Series*, 1282 (2019) 012012.
- Chen, D. S., Batson, R. G., & Dang, Y. (2010). *Applied Integer Programilimeting Modeling and Solution*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Ma, N., Liu, Y., & Zhou, Z. (2019). Two heuristic for the capacitated multi-period cutting stock problem with pattern setup cost. *IOP Conference Series: Journal of Computer and Operation Research*, 109, 218-229.
- Octarina, S., Ananda V., & Yuliza, E. (2019). Gilmore and Gomory model on two dimensional multiple stock size cutting stock problem. *IOP Conference Series: Journal of Physics: Conf. Series*, 1282 (2019) 012015.
- Octarina, S., Bangun, P. B., & Hutapea, S. (2017). The application to find cutting patterns in two dimensional cutting stock problem. *Journal of Informatics and Mathematical Sciences*, 9(4).
- Octarina, S., Radiana, M., & Bangun, P. B. (2018). Implementation of pattern generation algorithm in forming Gilmore and Gomory model for two dimensional cutting stock problem. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 300(1).
- Octarina, S., Setiadi, D., & Bangun, P. B. (2015). Optimasi trim loss pada cutting stock problem menggunakan column generation technique dan algoritma balas yang dimodifikasi. *Proceeding Annual Research Seminar, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya*, Vol. 1 No. 1.
- Rodrigo, W. N. P., Daundasekera, W. B., & Perera, A. A. I. (2013). A method for two dimensional cutting stock problem with triangular shape items. *British Journal of Mathematics & Computer Science*, 3(4), 750-771.
- Song, X., and Bennel, J. A. (2010). Column generation and sequential heuristic procedure for solving and irregular shape cutting stock problem. *Journal of Heuristics*. 1-17.

Suliman, S.M.A. (2001). Pattern generating procedure for the cutting stock problem. *International Journal Production Economics*, 74 : 293 – 301.