IMPLEMENTASI MODEL *N-SHEET* PADA *CAPACITATED MULTI PERIOD CUTTING STOCK PROBLEM* DENGAN BIAYA PENGATURAN POLA

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika

Oleh:

SISCA PEBRINA
NIM. 08011181621075

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
MARET 2020

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI MODEL *N-SHEET*
PADA *CAPACITATED MULTI PERIOD CUTTING STOCK PROBLEM*
DENGAN BIAYA PENGATURAN POLA

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika

Oleh

SISCA PEBRINA
NIM 08011181621075

Indralaya, 24 Maret 2020

Pembimbing Pembantu

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

Pembimbing Utama

Des Alwine Zayanti M.Si
NIP. 19701204 199802 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

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

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto

"Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang orang yang kufur (**QS Yusuf : 87)**"

"Hidup kadang sulit untuk dijalani, namun saat mampu berserah dalam doa dan mensyukuri setiap usaha, itulah menikmati hidup"

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

1. **Allah SWT**
2. **Kedua Orangtuaku**
3. **Saudaraku**
4. **Keluarga Besar**
5. **Semua Guru dan Dosenku**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT karena dengan segala kasih sayang, rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Implementasi Model *N-Sheet* pada *Capacitated Multi Period Cutting Stock Problem* dengan Biaya Pengaturan 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 Sains 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, cinta dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih khusus kepada kedua orang tua, Bapak **Slamet** dan Ibu **Surati** 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 pembimbing dan berbagai pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga sekaligus penghargaan kepada :

1. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan

Alam Universitas Sriwijaya yang telah bersedia memberikan arahan dan meluangkan waktu, tenaga, pikiran, motivasi, nasehat, saran serta kesabaran dalam memberi bimbingan terbaik kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.

2. Ibu **Sisca Octarina, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah bersedia mengarahkan dan meluangkan waktu untuk memberikan ide pemikiran, tenaga, nasehat, saran, motivasi terbaik 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 yang telah meluangkan waktu di tengah kesibukannya untuk membimbing serta memberikan arahan, kritik dan saran untuk pengerjaan skripsi ini.
4. Ibu **Novi Rustiana Dewi, 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.
5. Ibu **Indrawati, M.Si,** Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita M.Sc**, dan Ibu **Eka Susanti, M.Sc** sebagai Dosen Pembahas skripsi yang telah memberikan tanggapan dan saran yang bermanfaat dalam pengerjaan 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. Adikku **Rizky Dwi Setiawan** atas kasih sayang, semangat, motivasi, nasihat, dan do'anya kepada kakak.
8. **Keluarga Besarku** atas segala dukungan dan semangat yang telah diberikan kepada penulis.
9. Teman-teman di bangku perkuliahan, **Gina, Rima, Indah, Aka, Mutik, Rahma, Sandra, Anita, Naurah, Giska, Anisa, Hariani, Ranti** dan **seluruh teman-teman angkatan 2016**. Atas bantuannya, semangat dan kebersamaan selama kuliah.
10. Kakak-kakak, **Kak Novika, Kak Azka, Kak Mefta, Kak Daus, Kak Nirwan** dan Angkatan **2015** dan **2014** dan adik-adik tingkat Angkatan **2017** dan **2018**.
11. Sahabat-sahabat **Maydeline, Eka, Lilo, Omedi, Widia, Lia, Ayu, Mutia, Beta, Ogik, Joan, Mega, Mira, Bela,** untuk waktu, semangat, dan do'a yang diberikan kepada penulis.
12. **Bapak Irwan** dan **Ibu Hamidah**, 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 mengharapkan 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, Maret 2020

Penulis

IMPLEMENTATION OF N-SHEET MODEL IN CAPACITATED MULTI PERIOD CUTTING STOCK PROBLEM WITH PATTERN SET UP COST

By:

Sisca Pebrina
08011181621075

ABSTRACT

Cutting Stock Problem (CSP) is a cutting problem to optimize stocks with certain cutting patterns. This research implemented N-Sheet model in Capacitated Multi Period Cutting Stock Problem with pattern set up cost. This study used secunder data where the rectangular stocks are cut to a variety of order sizes. *Pattern Generation* algorithm (PG) used to determine the optimal cutting patterns. Based on the result, the PG produced 21 optimal patterns based on length and 23 optimal patterns based on width to fulfill custumer requirement. And then, patterns are implemented to N-Sheet model. The optimal solution from N-Sheet model in this research were 6 cutting patterns. The 1^{st}, 2^{nd}, 5^{th}, and 19^{th} patterns are cut based on length, and the 4^{th} and 23^{th} patterns are cut based width.

Keywords : Cutting Stock Problem, Pattern Generation, N-Sheet.

IMPLEMENTASI MODEL *N-SHEET*
PADA *CAPACITATED MULTI PERIOD CUTTING STOCK PROBLEM*
DENGAN BIAYA PENGATURAN POLA

Oleh:

Sisca Pebrina
08011181621075

ABSTRAK

Cutting Stock Problem (CSP) merupakan permasalahan pemotongan untuk mengoptimalkan penggunaan bahan baku (*stock*) dengan aturan pemotongan tertentu. Penelitian ini mengimplementasikan model *N-Sheet* pada *Capacitated Multi Period Cutting Stock Problem* dengan biaya pengaturan pola. Data yang digunakan adalah data sekunder yang berupa pemotongan *stock* berbentuk persegi panjang menjadi *item-item* berbentuk persegi panjang dengan berbagai ukuran pemesanan dan biaya pengaturan pola yang diketahui. Algoritma *Pattern Generation* (PG) digunakan untuk menentukan pola pemotongan optimal. Berdasarkan hasil dan pembahasan, algoritma PG menghasilkan 21 pola berdasarkan panjang dan 23 pola berdasarkan lebar. Selanjutnya pola pemotongan tersebut diimplementasikan ke dalam model *N-Sheet.* Solusi optimal dari model *N-Sheet* pada penelitian ini yaitu diperoleh 6 pola pemotongan optimal yaitu pola pemotongan ke-1, ke-2, ke-5 dan ke-19 yang dipotong berdasarkan panjang dan pola pemotongan ke-4 dan ke-23 yang dipotong berdasarkan lebar.

Kata Kunci : *Cutting Stock Problem, Pattern Generation, N-Sheet*

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ..... **i**

HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**

HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iii**

KATA PENGANTAR ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vii**

ABSTRAK ..... **viii**

DAFTAR ISI ..... **ix**

DAFTAR TABEL ..... **x**

DAFTAR GAMBAR ..... **xi**

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 (*Linear Programming*/LP)..... 6

2.2. *Integer Linear Programming* (ILP) 7

2.3. *Cutting Stock Problem* (CSP) 9

2.4. *Pattern Generation* 11

2.5. Model *N-Sheet* 16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat 18

3.2. Waktu 18

3.3. Metode Penelitian 18

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pendeskripsian Data 20

4.2. Pengolahan Data 21

4.2.1. Pembentukan Pola Pemotongan Menggunakan Algoritma *Pattern Generation* (PG)..... 21

4.2.2. Pembentukan Model *N-Sheet* 41

4.3. Analisis Hasil Akhir 45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan 46

5.2. Saran 46

DAFTAR PUSTAKA 47

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4.1. Ukuran Produk Permintaan 20

Tabel 4.2 Pola-pola Pemotongan Berdasarkan Panjang 31

Tabel 4.3. Pola-Pola Pemotongan Berdasarkan Lebar 40

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Pendekatan pada Pohon Pencarian 14

Gambar 4.1.a. Pohon Pencarian Berdasarkan Ukuran Panjang 28

Gambar 4.1.b. Lanjutan 1 Pohon Pencarian Berdasarkan Ukuran Panjang 29

Gambar 4.1.c. Lanjutan 2 Pohon Pencarian Berdasarkan Ukuran Panjang..... 29

Gambar 4.1.d. Lanjutan 3 Pohon Pencarian Berdasarkan Ukuran Panjang 30

Gambar 4.2.a. Pohon Pencarian Berdasarkan Ukuran Lebar..... 38

Gambar 4.2.b. Lanjutan 1 Pohon Pencarian Berdasarkan Lebar 39

Gambar 4.2.c. Lanjutan 2 Pohon Pencarian Berdasarkan Lebar..... 39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Para pelaku industri selalu mencari cara untuk mendapatkan keuntungan yang optimal, tanpa harus menambah modal atau merugikan konsumen. Salah satu hal yang dapat dilakukan adalah dengan cara mengoptimalkan penggunaan bahan baku dan meminimalkan sisa pemotongan (*trim loss*). Cara ini banyak dilakukan oleh pelaku industri kayu, kertas, kaca, baja, marmer, dan lain-lain.

Permasalahan pengaturan bahan baku dalam *Operation Research* (OR) biasa disebut dengan *Cutting Stock Problem* (CSP), yaitu masalah pemotongan bahan baku standar yang tersedia dibuat dalam ukuran tertentu agar sisa pemotongan (*trim loss*) dapat diminimumkan. Menurut dimensinya CSP dapat dibedakan menjadi 3 yaitu CSP satu dimensi, CSP dua dimensi, dan CSP tiga dimensi. Pemotongan pada salah satu sisi saja disebut CSP satu dimensi. Penelitian ini membahas tentang CSP dua dimensi, dimana dalam pemotongan memperhatikan sisi lebar dan panjang bahan baku. Sementara untuk CSP tiga dimensi pemotongan memperhatikan sisi lebar, panjang dan tinggi.

Macedo *et al.,* (2010) mengatakan secara umum pemotongan bahan baku terdiri dari memotong satu set benda kecil tertentu, atau biasa disebut dengan *item*, dari set tertentu yang lebih besar, yang disebut lembar stok. Suliman (2006) mengatakan bahwa menurut bentuknya CSP terbagi dua yaitu *irregular* dan *regular*. *Regular* yaitu pemotongan dengan bentuk *item* yang beraturan, sementara *irregular* yaitu pemotongan dengan bentuk *item* yang tidak beraturan.

Penelitian ini menggunakan data dari penelitian Ma *et al.,* (2019) dengan pemotongan bentuk *regular*, dimana *item*nya berbentuk persegi panjang yang hanya melibatkan panjang

dan lebar bahan baku. Cara pemotongan bahan baku secara *guillotine*, yaitu pemotongan dengan memotong pola tanpa henti pada setiap bahan baku dari sisi ke sisi yang sejajar.

Penelitian CSP telah banyak dikembangkan oleh para peneliti dari waktu ke waktu dengan berbagai algoritma pemecahan masalahnya dimulai dari pembentukan pola, pembentukan model, maupun metode penyelesaiannya. Gilmore and Gomory (1963) memformulasikan CSP dalam model program linier. Formula yang diperkenalkan oleh Gilmore and Gomory digunakan untuk menyelesaikan CSP satu dimensi. Macedo *et al.,* (2010) telah meneliti tentang CSP dua dimensi menggunakan model *Arc-Flow* dengan kendala *guillotine.*

Pada umumnya penelitian CSP tidak hanya menggunakan model *Arc-flow,* tetapi juga menggunakan model-model lain, seperti model *N-Sheet*, *Dotted Board* dan lain-lain. Penelitian lainnya dilakukan oleh Rodrigo *et al.,* (2017) mengenai CSP dua dimensi dua tahap masalah *guillotine* dengan meminimumkan *trim loss*. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan model modifikasi untuk menangani kasus-kasus tertentu misalnya pada pemotongan *guillotine* dua tahap yang tepat tanpa pemangkasan.

Cintra *et al.,* (2008) menyelesaikan CSP dua dimensi *Capacitated Multi Period* dalam bentuk *regular* untuk permasalahan *Rectanguler Knapsack* (RK) yaitu menggunakan persegi panjang yang melibatkan panjang dan lebar secara *guillotine*. *Capacitated Multi Period* CSP adalah proses pemotongan yang dilakukan lebih dari satu kali periode, dimana periode ini jumlah pengerjaan dalam satuan waktu yang tidak bisa diselesaikan dalam satu periode. Penelitian Rodrigo *et al.,* (2017) menggunakan *Modified Branch and Bound Algorithm* serta *Pattern Generation Algorithm* dalam pembentukan pola pemotongannya pada kertas yang berbentuk persegi panjang.

Selanjutnya Octarina *et al.,* (2017) membuat program pembentukan pola untuk CSP dua dimensi menggunakan algoritma *Branch and Bound* yang dimodifikasi, namun program

ini masih menghasilkan banyak pola yang sama. Cui *et al.*, (2014) meneliti tentang CSP dengan algoritma *Pattern Generation* untuk masalah satu dimensi dengan biaya pengaturan pola. Bangun, *et al.,* (2018) mengimplementasikan metode B*ranch and Cut* pada model *N-Sheet* CSP dua dimensi, dimana pada penelitian ini biaya pengaturan pola tidak boleh diperhitungkan. Model *N-Sheet* digunakan untuk masalah dengan bahan baku satu dimensi ataupun dua dimensi. Kelebihan dari model ini adalah dapat digunakan untuk mengatasi masalah *single stock* ataupun *multiple stock* namun pada pennelitian ini hanya menggunakan *single stock.* Selain itu, pola-pola yang terbentuk akan lebih banyak dibandingkan dengan mengunakan model-model yang lain.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini merancang pola pemotongan untuk *item* berbentuk persegi panjang dan *guillotine* dengan biaya pengaturan pola. Biaya pengaturan pola tersebut meliputi biaya persediaan per unit pada setiap periode, biaya untuk pemakaian setiap *item* dan biaya penentuan pola. Biaya-biaya tersebut telah ditentukan dari awal pola pemotongannya. Pencarian pola pemotongan pada penelitian ini menggunakan algoritma PG. Kemudian pola yang didapat diimplementasikan dalam model *N-sheet* pada *Capacitated Multi Period* CSP dengan biaya pengaturan pola. Penelitian ini menggunakan data penelitian Ma *et al.,* (2019) dimana bahan baku yang digunakan satu ukuran atau *single stock* untuk pemotongan berbentuk *guillotine* yang dipotong sesuai dengan permintaan konsumen.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana mengimplementasikan model *N-Sheet* pada *Capacitated Multi Period Cutting Stock Problem* dengan biaya pengaturan pola.

1.3 Pembatasan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini dibatasi pada bahan baku yang digunakan hanya memiliki satu ukuran atau *single stock* dan ukuran bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari penelitian Ma *et al.*, (2019).

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengimplementasikan model *N-Sheet* berdasarkan pola pemotongan PG yang diperoleh pada *Capacitated Multi Period* CSP dengan biaya pengaturan pola.

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengenalkan model lain untuk penyelesaian CSP dua dimensi.
2. Sebagai pengembangan penelitian mengenai masalah CSP khususnya CSP dua dimensi.

DAFTAR PUSTAKA

Bangun, P. B., Octarina, S., and 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.

Chen, D. S., Batson, R. G., and Dang, Y. (2010). *Applied Integer Programming Modeling and Solution.* New Jersey: John Wiley & Sons.

Cintra, G., Miyazawa F. K., Wakabayasi Y., and Xavier E. C. (2008). Algorithms For Two Dimensional Cutting Stock and Strip Packing Problems Using Dinamic Programming and Column Generation. *European Journal of Operational Research,* 191.

Dimyati, T.T. and Ahmad, D. (2002). *Operation Research: Model-Model Pengambilan Keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.

Gilmore, P. and Gomory, R. (1963). A linear programming approach to the cutting stock problem II. *Operations Research* 11(6): 863 - 888.

Ma, N., Liu Y., Zhou Z., and Chu C. (2019). Combined Cutting Stock and Lot-Sizing Problem With Pattern Setup. *Computers and Operations Research*. 95.

Macedo, C. A., and Valerio J. M. (2010). Arc-Flow Model For The Two Dimensional Guillotine Cutting Stock Problem. *Computers & Operasions Research*, 37, 991-1001.

Octarina, S., Bangun P. B., and Hutapea, S. (2017). The Application to Find Cutting Pattern in Two Dimensional Cutting Stock Problem. *Journal of Informatics and Mathematics Science,* 9.

Octarina, S., Yuliza, E., and Ananda, V. (2019). Gilmore and Gomory on Two Dimensional Multiple Stock Size Cutting Stock Problem. *IOP Conference Series : Journal of Physics : Conf Series,* 1282.

Rodrigo, S. (2017). Pattern Generation For Two Dimensional Cutting Stock Problem. *International Journal of Mathematic Trends and Technology*, 3.

Suliman, S. M. A. (2006). A Sequential Heuristic Prosedure for The Two Dimensional Cutting Stock Problem. *International Journal Production Economics, 99(1-2),* 177-185.

Suliman, S. M. A. (2001). Pattern Generating Procedure for The Cutting Stock Problem. *International Journal of Production Economics,* 74 : 293-301.