

IMPLEMENTASI METODE *GREEDY RANDOMIZED ADAPTIVE SEARCH PROCEDURE* (GRASP) DAN FORMULASI MODEL *DOTTED BOARD* PADA PENYELESAIAN *CUTTING STOCK PROBLEM* BENTUK *IRREGULAR*

SKRIPSI

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



Oleh:

**BELLY WARDHANI
NIM. 08011381520068**

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

Lembar Pengesahan

IMPLEMENTASI METODE *GREEDY RANDOMIZED ADAPTIVE SEARCH PROCEDURE* (GRASP) DAN FORMULASI MODEL *DOTTED BOARD* PADA PENYELESAIAN *CUTTING STOCK PROBLEM* BENTUK *IRREGULAR*


SKRIPSI

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

Oleh

**BELLY WARDHANI
NIM. 08011381520068**

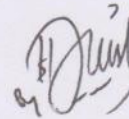
Pembimbing Pembantu



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

Indralaya, November 2018

Pembimbing Utama



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

**Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika**



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

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto :

"Bukan kebahagiaan yang membuat kita bersyukur melainkan bersyukur yang membuat kita bahagia".

(pepatah kata)

"Barang siapa keluar dalam rangka menuntut ilmu, maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang".

(HR Tirmidzi)

Skripsi ini Kupersembahkan kepada :

- ❖ ALLAH SWT
- ❖ Papa dan Mamaku Tercinta
- ❖ Keempat Saudariku Tersayang
- ❖ Semua Guru dan Dosenku
- ❖ Teman Terbaikku
- ❖ Almamaterku

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala* karena dengan segala rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Implementasi Metode *Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (GRASP)* dan Formulasi Model *Dotted Board* pada Penyelesaian *Cutting Stock Problem* Bentuk *Irregular*” dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'alaihi wa sallam* beserta keluarga, sahabat, dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman.**

Skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan juga merupakan suatu sarana untuk menuangkan ilmu yang telah diperoleh selama mengikuti pendidikan di perguruan tinggi.

Pada kesempatan ini, dengan penuh rasa hormat, cinta dan segala kerendahan hati, pertama penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua, Bapak **Andi Gunawan** dan Ibu **Maisyaroh** dengan segenap cinta, kasih sayang berlimpah, nasehat, dukungan, didikan serta doa yang tak pernah berhenti untuk keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Keberhasilan dalam menyelesaikan skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan pembimbing dan semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M. M.** selaku Ketua Jurusan Matematika dan Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan arahan, bimbingan, serta kritik dan saran kepada penulis selama pengerjaan skripsi.
2. Ibu **Sisca Octarina, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah mengarahkan dan meluangkan waktu untuk memberikan banyak ide pemikiran, bimbingan, kesabaran, arahan, saran, nasehat, serta motivasi yang terbaik dan sangat berarti dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi.
3. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M.** selaku Dosen Pembimbing Kedua yang bersedia meluangkan waktu dan memberikan arahan, bimbingan, dorongan, motivasi, kritik dan masukan dalam proses pengerjaan skripsi.
4. Bapak **Drs. Endro Setyo Cahyono, M.Si.**, Ibu **Novi Rustiana Dewi, M.Si.**, dan Ibu **Eka Susanti, M.Sc.**, selaku Dosen Pembahas yang telah bersedia memberikan masukan dan saran dalam pengerjaan skripsi.
5. Ibu **Eka Susanti, M.Sc.**, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan terbaik dalam urusan akademik penulis di setiap semester.
6. Seluruh **Dosen** dan **Staf** di jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya atas bimbingan dan didikannya kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Keempat Saudariku **Iin Anggraini, Dwita Novita, Bella Wardhana,** dan **Olivia Nathania** yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, motivasi, nasehat serta doa terbaik yang sangat berarti bagi penulis.

8. Keluarga besarku dan saudara yang lainnya yang telah memberikan dukungan, nasehat, dan doanya kepada penulis.
9. Teman terbaikku **Putu Darmawan**, terima kasih atas dukungan, motivasi, doa, dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis.
10. Adik kecilku **Brawijaya Rapatra Pratama** yang telah menjadi penghibur dan penyemangat bagi penulis.
11. Sahabatku **Laras Trisnasari** dan **Ria Puspita Sari** yang telah memberikan dukungan, nasehat dan kebahagiaan yang telah dilewati bersama.
12. Teman-temanku satu angkatan 2015, kakak-kakak tingkat angkatan 2013 dan 2014 serta adik-adik tingkat angkatan 2016, 2017, dan 2018.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi semua mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Indralaya, November 2018

Penulis

IMPLEMENTATION OF *GREEDY RANDOMIZED ADAPTIVE SEARCH PROCEDURE* (GRASP) METHOD AND FORMULATION OF *DOTTED BOARD* MODEL IN *CUTTING STOCK PROBLEM OF IRREGULAR SHAPE*

By:

**Belly Wardhani
08011381520068**

ABSTRACT

Cutting Stock Problem (CSP) is a problem of cutting stocks into items according to consumer demand with certain cutting rules. This study used Toledo et al. (2013) research data in the form of 7 types of irregular shaped items. This study used Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (GRASP) method to determine the cutting pattern then formulated it into a Dotted Board model. Based on the results it showed that the GRASP method produced an optimal cutting pattern which was then formulated into the Dotted Board model. The optimal solution of the Dotted Board model in this study is 12 sheets of stocks that used to fulfil the consumer demand.

Keywords : *Irregular, Greedy Randomized Adaptive Search Procedure, Dotted Board.*

IMPLEMENTASI METODE *GREEDY RANDOMIZED ADAPTIVE SEARCH PROCEDURE* (GRASP) DAN FORMULASI MODEL *DOTTED BOARD* PADA PENYELESAIAN *CUTTING STOCK PROBLEM* BENTUK *IRREGULAR*

Oleh:

**Belly Wardhani
08011381520068**

ABSTRAK

Cutting Stock Problem (CSP) merupakan masalah pemotongan bahan baku (*stock*) menjadi barang-barang (*item*) sesuai permintaan konsumen dengan aturan pemotongan tertentu. Penelitian ini menggunakan data penelitian Toledo *et al.* (2013) yang berupa 7 tipe *item* yang berbentuk tidak beraturan (*irregular*). Metode yang digunakan yaitu *Greedy Randomized Adaptive Search Procedure* (GRASP) untuk menentukan pola pemotongan yang diformulasikan ke dalam model *Dotted Board*. Berdasarkan hasil pembahasan, metode GRASP menghasilkan pola pemotongan yang optimal yang selanjutnya pola pemotongan tersebut diformulasikan ke dalam model *Dotted Board*. Solusi optimal dari model *Dotted Board* pada penelitian ini yaitu diperoleh jumlah *stock* minimum sebanyak 12 lembar *stock* yang digunakan untuk memenuhi permintaan konsumen.

Kata Kunci : *Irregular, Greedy Randomized Adaptive Search Procedure, Dotted Board.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
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	5
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Integer Linier Programming (ILP)</i>	6
2.2 <i>Cutting Stock Problem (CSP)</i>	7
2.3 Metode <i>Greedy Randomized Adaptive Search Procedure</i> (GRASP)	9

2.4. Model <i>Dotted Board</i>	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat	16
3.2. Waktu	16
3.3. Metode Penelitian	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pendeskripsian Data	18
4.2. Menentukan Pola Pemotongan Menggunakan Metode <i>Greedy Randomized Adaptive Search Procedure</i> pada <i>Cutting Stock</i> <i>Problem</i> Dua Dimensi untuk <i>Item</i> Bentuk <i>Irregular</i>	20
4.2.1. Mendefinisikan Variabel	21
4.2.2. Implementasi Metode <i>Greedy Randomized Adaptive</i> <i>Search Procedure</i>	21
4.3. Memformulasikan Model <i>Dotted Board</i>	30
4.4. Analisis Hasil Akhir	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Ukuran <i>Item</i> dan Jumlah Permintaan	19
Tabel 4.2. Batas Atas Jumlah Permintaan Setiap <i>Item</i>	20
Tabel 4.3. Data yang Digunakan pada Metode GRASP	23
Tabel 4.4. Solusi Optimal Model <i>Dotted Board</i>	36

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1. Pola Pemotongan Pertama	24
Gambar 4.2. Pola Pemotongan Kedua	25
Gambar 4.3. Pola Pemotongan Ketiga	26
Gambar 4.4. Pola Pemotongan Keempat	27
Gambar 4.5. Pola Pemotongan Kelima	28
Gambar 4.6. Pola Pemotongan Keenam	29
Gambar 4.7. Pola Pemotongan Ketujuh	30
Gambar 4.8. <i>Board</i> dengan ($c = 22 c'$) dan ($r = 15 c'$)	31
Gambar 4.9. <i>Dotted Board</i> dengan ($c = 22 c'$) dan ($r = 15 c'$)	32
Gambar 4.10. Pola Pemotongan Optimal pada <i>Dotted Board</i>	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berkembang pesatnya dunia industri menimbulkan persaingan yang semakin kompleks antar perusahaan untuk memperoleh keuntungan. Persoalan klasik yang dihadapi adalah mencari cara untuk mengoptimalkan keuntungan. Permasalahan yang sering muncul dalam industri kertas adalah masalah pemotongan atau lebih dikenal *Cutting Stock Problem* (CSP). CSP merupakan masalah pemotongan bahan baku (*stock*) menjadi barang-barang (*item*) sesuai kebutuhan konsumen dengan aturan pemotongan tertentu. *Stock* yang dipotong menjadi *item*, seringkali menghasilkan sisa pemotongan (*trim loss*). *Trim loss* dalam jumlah yang cukup besar menjadi salah satu penyebab kerugian industri. Tujuan dari CSP adalah meminimumkan *trim loss* guna mengurangi biaya bahan baku sehingga keuntungan dapat dioptimalkan. Berdasarkan letak *trim loss*, CSP dibedakan menjadi 3 jenis yaitu, CSP satu dimensi (1D-CSP), CSP dua dimensi (2D-CSP) dan CSP tiga dimensi (3D-CSP).

Penelitian CSP pertama kali berhasil diformulasikan oleh Kontorovich pada tahun 1960. Kemudian pada tahun 1961 dan 1963 Gilmore dan Gomory adalah peneliti pertama yang berhasil memformulasikan CSP dalam model *Linear Programming* (LP). Selanjutnya banyak peneliti lain yang meneliti CSP berdasarkan penelitian Gilmore dan Gomory. Gilmore dan Gomory pertama kali mengusulkan

sebuah model untuk 2D-CSP dengan memperluas pendekatan *Column Generation Technique* (CGT) yang diusulkannya pada 1D-CSP. Model Gilmore dan Gomory tersebut dapat diselesaikan dengan metode CGT.

Menurut Suliman (2006) 2D-CSP dapat diklasifikasikan ke dalam *item* berbentuk beraturan (*regular*) dan tidak beraturan (*irregular*). Nurkertamanda, dkk (2007) melakukan penelitian menggunakan model *Integer Linear Programming* (ILP) pada CSP, sehingga *trim loss* yang dihasilkan minimum pada kondisi yang berbeda. Abbasi dan Sahir (2010) menggunakan model LP dengan bantuan *software* Matlab dalam menyelesaikan CSP, dimana *stock* yang tersedia dipotong secara optimal berdasarkan ukuran *item* permintaan konsumen. Octarina *et al.* (2017) telah mengimplementasikan algoritma *Pattern Generation* (PG) dan CGT pada *Multiple Width Cutting Stock Problem* (MWCSP) satu dimensi.

Cutting Stock Problem bertujuan untuk memaksimalkan jumlah potongan *item* yang akan diproduksi sesuai permintaan konsumen. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan CSP yaitu metode *heuristic* dan *meta-heuristic*. Metode *heuristic* merupakan metode paling umum yang digunakan namun seringkali menghasilkan solusi yang tidak optimal sehingga digunakan metode *meta-heuristic*, dimana hasilnya bukan solusi optimal lokal seperti pada metode *heuristic* (Karelahti, 2002). Salah satu metode *meta-heuristic* yang biasa digunakan dalam penyelesaian CSP yaitu metode *Greedy Randomized Adaptive Search Procedure* (GRASP).

Metode GRASP menggunakan dua tahap dalam proses penyelesaiannya, yaitu tahap konstruksi dan tahap pencarian solusi lokal.

Veldes *et al.* (2005) menggunakan metode GRASP pada 2D-CSP untuk menghasilkan jumlah potongan yang maksimum. Penelitian Del Valle *et al.* (2012) menggunakan metode GRASP berbasis *heuristic* untuk permasalahan *knapsack* dua dimensi dan menggabungkan metode *heuristic* dengan metode *column generation* untuk menemukan solusi optimal 2D-CSP *item* berbentuk *irregular*. MirHassani dan Bashirzadeh (2015) mengimplementasikan metode GRASP dalam menyelesaikan 2D-CSP *item* berbentuk *irregular*. Octarina *et al.* (2018) memformulasikan model Gilmore dan Gomory serta mengimplementasikan metode GRASP dalam menyelesaikan 2D-CSP. Menurut Tanadi (2008) metode GRASP mudah diimplementasikan dan memiliki kompleksitas waktu yang paling kecil dibandingkan metode lainnya. Metode GRASP juga dapat menyelesaikan CSP dengan memberikan solusi optimal dalam waktu yang tepat. Metode GRASP selama ini hanya digunakan pada pembentukan pola pemotongan CSP untuk *item* berbentuk *regular*.

Metode GRASP dapat dimodelkan dengan model *Dotted Board*. Bimantoro, dkk (2015) membentuk model *Dotted Board* dan *Extended Local Search* untuk optimalisasi tata letak pola busana bahan bermotif. Toledo *et al.* (2013) melakukan penelitian 2D-CSP untuk *item* berbentuk *irregular* dengan menggunakan pendekatan *Mixed Integer Programming* (MIP). Pada penelitian Toledo *et al.* (2013) terdapat 7 tipe *item* berbentuk *irregular*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan pengimplementasian metode GRASP untuk pembentukan pola pemotongan *item* berbentuk *irregular*. Selanjutnya pola-pola tersebut dimodelkan ke dalam model *Dotted Board* yang akan dicari pola pemotongan optimalnya. Penelitian ini menggunakan data penelitian Toledo *et al.* (2013) karena merupakan data 2D-CSP yang terdiri dari *stock* berbentuk persegi panjang (*rectangular*) dan *item* berbentuk *irregular*.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengimplementasikan metode GRASP dalam menentukan pola pemotongan pada 2D-CSP untuk *item* berbentuk *irregular*.
2. Bagaimana memformulasikan model *Dotted Board* berdasarkan pola-pola pemotongan hasil implementasi metode GRASP.
3. Bagaimana pola pemotongan yang optimal sehingga fungsi tujuan dapat tercapai.

1.3. Pembatasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada 2D-CSP untuk *item* berbentuk *irregular* dan waktu pengerjaan serta biaya pemotongan kertas diasumsikan tidak berpengaruh signifikan.

1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengimplementasikan metode GRASP dalam menentukan pola pemotongan pada 2D-CSP untuk *item* berbentuk *irregular*.
2. Memperoleh formulasi model *Dotted Board* berdasarkan pola-pola pemotongan hasil implementasi metode GRASP.
3. Memperoleh pola pemotongan yang optimal sehingga fungsi tujuan dapat tercapai.

1.5. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Diperoleh alternatif lain untuk penyelesaian CSP dua dimensi.
2. Sebagai bahan pengembangan ilmu khususnya CSP dua dimensi.
3. Sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya yang membahas CSP.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, J. A., and Sahir, M. H. (2010). Development of Optimal Cutting Plan Using Linear Programming Tools and Matlab Algorithm. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 1(5) : 483 – 492.
- Bimantoro, F., Suciati, N., dan Arieshanti, I. (2015). Dotted Board Model dan Extended Local Search Untuk Optimalisasi Tata Letak Pola Busana Pada Bahan Bermotif Dengan Mempertimbangkan Aturan Keserasian Motif. *Jurnal Teknik Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 20.
- Del Valle, A., De Queiroz, T., Miyazawa, F., Xavier, E. (2012). Heuristic for Two Dimensional Knapsack and Cutting Stock Problem with Item of Irregular Shape. *Expert System Applications* 39(16), 12589-12598.
- Karelahti, J. (2002). Solving the Cutting Stock Problem in the Steel Industry. *Thesis*. Espoo : Department of Engineering Physics and Mathematics, Helsinki University of Technology. 77.
- MirHassani, S. A., and Bashirzadeh, A. J. (2015). A GRASP Meta-Heuristic for Two-Dimensional Irregular Cutting Stock Problem. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 81(1-4) : 455 – 464.
- Nurkertamanda, D., Saptadi, S., dan Permanasari, A. (2007). Optimasi Cutting Stock pada Industri Pemoangan Kertas dengan Menggunakan Metode Integer Linear Programming. *Jurnal Teknik Industri Universitas Diponegoro*, 2.
- Octarina, S., Bangun, P.B.J., dan Sihombing, J. (2017). Aplikasi Algoritma Pattern Generation dan Column Generation Technique pada Multiple Width Cutting Stock Problem. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Universitas Tadulako*. Universitas Sriwijaya.
- Octarina, S., Sholihatin, A., and Eliyati, N. (2018). The Formulation of Gilmore and Gomory Model and Implementation of Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (GRASP) Method in Cutting Stock Problem. *Submitted in Jurnal of Science and Technology Indonesia*.
- Suliman, S.M.A. (2006). A Sequential Heuristic Procedure for the Two-Dimensional Cutting-Stock Problem. *International Journal of Production Economics*, 99(1-2) : 177 – 185.

- Tanadi, K. (2008). Perbandingan Algoritma yang dipakai dalam 2D Knapsack Problem. *Makalah Strategi Algoritmik*.
- Toledo, F. M. B., Carravilla, M. A., and Ribeiro, C., Oliveira, J. F., and Gomes, A. M. (2013). The Dotted Board Model: A New MIP Model for Nesting Irregular Shapes. *International Journal of Production Economics*. 142(2) : 478-487.
- Veldes, R. A., Parreño, F., and Tamarit, J. M. (2005). A GRASP Algorithm for Constrained Two-Dimensional Non-Guillotine Cutting Problems. *Journal of the Operational Research Society*, 56 : 414 – 425.