

**IMPLEMENTASI MODEL *CUTTING STOCK PROBLEM*
SATU DIMENSI DENGAN SUBORDER
(Studi Kasus: Pemotongan Baja)**

SKRIPSI

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



Oleh:

**RYAN KURNIAWAN
NIM. 08011181520014**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
JANUARI 2020**

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI MODEL *CUTTING STOCK PROBLEM* SATU DIMENSI DENGAN SUBORDER (Studi Kasus: Pemotongan Baja)

SKRIPSI

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

Oleh:

RYAN KURNIAWAN
NIM.08011181520014

Pembimbing Kedua



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

Indralaya, 16 Januari 2020
Pembimbing Utama



Evi Yuliza, M.Si
NIP. 19780727 200801 2 012

Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika



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

LEMBAR PERSEMBAHAN

Motto:

**“Dan boleh jadi kamu membenci sesuatu tetapi ia amat baik bagimu dan
boleh jadi kamu menyukai sesuatu tetapi ia buruk bagimu, dan Allah
mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui.”**

(QS. Al Baqarah :216)

“Raihlah Ilmu, dan untuk meraih ilmu belajarlah untuk tenang dan sabar”
(khalifah umar)

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

- 1. Allah SWT**
- 2. Ayah dan Ibu tecinta**
- 3. Kakak dan Adikku tercinta**
- 4. Seluruh Keluarga Besarku**
- 5. Semua Dosen dan Guruku**
- 6. Sahabat-Sahabatku**
- 7. Almamater Kebanggaanku**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr.wb

Puji syukur penulis panjatkan atas Kehadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala limpahan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah direncanakan dengan judul “**Implementasi Model Cutting Stock Problem Satu Dimensi dengan Suborder**”. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dengan penuh rasa hormat, cinta, kasih sayang dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada kedua Orang Tua, yaitu Bapak **Edi Amperawan** dan Ibu **Yulianti Anggraini** yang telah merawat, mendidik dan membesarkan penulis dengan penuh rasa cinta dan kasih sayang, serta dukungan yang sangat berharga berupa motivasi keluarga, do'a, perhatian, semangat, serta material untuk penulis selama ini.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan pembimbing, dan berbagai pihak lain baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu **Evi Yuliza, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama yang sudah seperti Ibu saya sendiri yang telah bersedia meluangkan banyak waktu, pikiran, tenaga dan memberikan ide-ide cemerlang, arahan, nasehat, bimbingan, serta kritik yang sangat bermanfaat kepada penulis selama penggerjaan skripsi.
2. Ibu **Sisca Octarina, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing Pembantu yang sudah seperti Ibu saya sendiri yang telah bersedia meluangkan banyak waktu di tengah kesibukannya, pikiran, tenaga dan memberikan ide-ide cemerlang, arahan, nasehat, bimbingan, serta kritik yang sangat bermanfaat kepada penulis selama penggerjaan skripsi.
3. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah bersedia memberikan tanggapan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu **Dr. Herlina Hanum, M.Si, Dra. Ning Eliyati, M.Pd, Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Dosen Pengaji yang telah besedia meluangkan waktunya untuk memberikan tanggapan, kritik dan saran yang bermanfaat dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini..
5. Bapak **Drs. Endro Setyo C., M.Si** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah bersedia meluangkan waktu dalam memberikan tanggapan, kritik dan saran kepada penulis selama penggerjaan skripsi ini.
6. Seluruh **Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam** yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, nasehat serta bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.

7. Pak **Irwan** dan ibu **Khamidah** selaku pegawai Tata Usaha Jurusan Matematika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam yang telah banyak membantu penulis dalam proses administrasi.
8. Ayuk dan Adikku tercinta, **Rini Kartika, Roni Kusumawardana, Rahayu Kuswati, Rima Khairunisa** atas kasih sayang, semangat, nasehat, dan do'anya untuk penulis.
9. **Keluarga Besarku** terima kasih untuk segala dukungan yang telah banyak diberikan Kepada Penulis.
10. Sahabat terbaikku dan juga keluargaku angkatan 2015 : **Yuni Kartika, Nurul hikma saad, Desi, Beni, Wayan, Audry, Nyoman, Mail, Abdul Aziz, Arden, Budi, Febrizal, Yonas, Noval, Nirwan, Muhsinal, Afif, Novia, Ais, Ria Pandani, Nadiah, Malica, Kurniawati, Nita, Pivin, Ulan, Putri Octa, Bebby, Ken, Eka Sari, Nisak, Rika, Putri Aminah, Riska Wahyu, Jesslyn, Yulia Eka, Laras, Belly, Fitria, Maya, Indah, Macik, Lian, Nada, dan Seluruh Angkatan 2015.** Terima kasih banyak untuk semuanya, yang selalu memberikan canda tawa, yang tak pernah lelah mendengar keluh kesah penulis, yang selalu siap memberikan solusi kepada penulis dan selalu memberikan semangat serta motivasi, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
11. Kakak-kakak tingkat **Angkatan 2012, Angkatan 2013, Angkatan 2014** dan adik-adik tingkat **Angkatan 2016, Angkatan 2017, Angkatan 2018, Angkatan 2019.**

12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas semua dukungannya, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan pertolongan yang telah diberikan kepada penulis dengan rahmat dan karunia-Nya.

Akhir kata penulis mohon maaf apabila masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini yang masih terlalu jauh dari kesempurnaan, maka saran dan kritik yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat berguna dalam menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan berguna bagi semua pihak yang memerlukan. Aamiin.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Indralaya , Januari 2020

Penulis

**IMPLEMENTATION OF ONE DIMENSIONAL
CUTTING STOCK PROBLEM MODEL WITH SUBORDER
(Case Study: Steel Cutting)**

By:

**RYAN KURNIAWAN
08011181520014**

ABSTRACT

One-dimensional Cutting Stock Problem (CSP) is an optimization problem in the case of combining cutting patterns with regard to one side of cutting. This study aims to obtain an optimal steel cutting pattern with minimal trim loss based on the model solution using Gradisar, et al (2018) data. Based on PG algorithm and one-dimensional CSP models, for raw materials with length 12965 mm, the 4th, 6th, 7th, 8th, and 12th patterns were used for 154, 178, 121, 92, and 101 times respectively with a trim loss of 3158 mm. For with length 11965 mm raw material, the 1st, 5th, 8th, 9th, and 12th patterns were used for 5, 230, 255, 130, and 85 times respectively with a trim loss of 4540 mm. As for the raw material with length 10965 mm, the 1st, 2nd, 7th, 10th, and 12th patterns were used for 31, 24, 140, 203, and 77 times respectively with a trim loss of 3742 mm. For one-dimensional CSP models with suborder in the first stage, a trim loss of 4792 mm was obtained and the second stage with a trim loss of 7396 mm.

Keywords: Cutting Stock Problem (CSP), Pattern Generation, Suborder

**IMPLEMENTASI MODEL *CUTTING STOCK PROBLEM*
SATU DIMENSI DENGAN SUBORDER
(Studi Kasus : Pemotongan Baja)**

Oleh:

**RYAN KURNIAWAN
08011181520014**

ABSTRAK

Cutting Stock Problem (CSP) satu dimensi merupakan suatu persoalan Optimasi dalam kasus pengkombinasi pola pemotongan dengan memperhatikan satu sisi pemotongan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pola pemotongan baja yang optimal dengan *trim loss* yang minimal berdasarkan solusi model dengan menggunakan data Gradisar, *et al* (2018). Berdasarkan algoritma PG dan model CSP satu dimensi, untuk panjang bahan baku 12965 mm, digunakan pola ke 4, 6, 7, 8, dan 12 masing-masing sebanyak 154, 178, 121, 92, dan 101 kali dengan *trim loss* sebesar 3158 mm. Untuk panjang bahan baku 11965 mm, digunakan pola ke 1, 5, 8, 9,dan 12 masing-masing sebanyak 5, 230 , 255, 130, dan 85 kali dengan *trim loss* sebesar 4540 mm. Sedangkan untuk panjang bahan baku 10965 mm, pola-pola yang digunakan adalah pola ke 1 , 2, 7, 10 dan 12 masing-masing sebanyak 31, 24, 140, 203, dan 77 kali dengan *trim loss* sebesar 3742 mm. Untuk model CSP satu dimensi dengan suborder pada tahap pertama diperoleh *trim loss* sebesar 4792 mm dan tahap kedua dengan *trim loss* sebesar 7396 mm.

Kata Kunci : *Cutting Stock Problem(CSP), Pattern Generation, Suborder.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMPAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
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	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Cutting Stock Problem (CSP)</i>	5
2.2. <i>Pattern Generation (PG)</i>	6
2.3. Model CSP Satu Dimensi dengan Suborder	12
2.3.1 Tahap Pertama	12
2.3.2 Tahap Kedua.....	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat	16
3.2. Waktu.....	16
3.3. Metode Penelitian.....	16

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data	18
4.2. Pengolahan Data.....	19
4.2.1 Pembentukan Pola Pada Bahan Baku Pertama Menggunakan Algoritma PG.....	19
4.2.2 Pembentukan Pola Pada Bahan Baku Kedua Menggunakan Algoritma PG.....	34
4.2.3 Pembentukan Pola Pada Bahan Baku Ketiga Menggunakan Algoritma PG.....	40
4.3. Membentuk Model CSP Satu Dimensi dengan Suborder.....	46
4.3.1 Tahap Pertama	46
4.3.2 Tahap Kedua.....	49

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52

DAFTAR PUSTAKA.....	53
----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data Ukuran dan Pesanan Produk	18
Tabel 4.2 Data Pesanan Sesuai Suborder	19
Tabel 4.3 Pola Pemotongan untuk $k_1 = 12965$ yang Bersesuaian dengan Panjang.....	30
Tabel 4.4 Jumlah Permintaan Terhadap Produk dan Surplusnya. Untuk Bahan Baku Kesatu ($k_1 = 12965$ mm)	33
Tabel 4.5 Pola Pemotongan untuk $k_2 = 11965$ yang Bersesuaian dengan Panjang.....	37
Tabel 4.6 Jumlah Permintaan Terhadap Produk dan Surplusnya. Untuk Bahan Baku Kedua ($k_2 = 11965$ mm)	40
Tabel 4.7 Pola Pemotongan untuk $k_3 = 10965$ yang Bersesuaian dengan Panjang.....	43
Tabel 4.8 Jumlah Permintaan Terhadap Produk dan Surplusnya. Untuk Bahan Baku Ketiga ($k_3 = 10965$ mm).....	46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Pendekatan pada Pohon Pencarian	8
Gambar 2 <i>Flowchart Algoritma Pattern Generation</i>	11
Gambar 3.a Pohon Pencarian Pola Pemotongan Berdasarkan Panjang Untuk Bahan Baku 12965 mm	27
Gambar 3.b Lanjutan 1 Pohon Pencarian Pola Pemotongan Berdasarkan Panjang Untuk Bahan Baku 12965 mm.....	28
Gambar 3.c Lanjutan 2 Pohon Pencarian Pola Pemotongan Berdasarkan Panjang Untuk Bahan Baku 12965 mm.....	29
Gambar 3.d Lanjutan 3 Pohon Pencarian Pola Pemotongan Berdasarkan Panjang Untuk Bahan Baku 12965 mm.....	29
Gambar 4.a Pohon Pencarian Pola Pemotongan Berdasarkan Panjang Untuk Bahan Baku 11965 mm	35
Gambar 4.b Lanjutan 1 Pohon Pencarian Pola Pemotongan Berdasarkan Panjang Untuk Bahan Baku 11965 mm.....	36
Gambar 4.c Lanjutan 2 Pohon Pencarian Pola Pemotongan Berdasarkan Panjang Untuk Bahan Baku 11965 mm.....	36
Gambar 5.a Pohon Pencarian Pola Pemotongan Berdasarkan Panjang Untuk Bahan Baku 10965 mm	41
Gambar 5.b Lanjutan 1 Pohon Pencarian Pola Pemotongan Berdasarkan Panjang Untuk Bahan Baku 10965 mm.....	42

Gambar 5.c Lanjutan 2 Pohon Pencarian Pola Pemotongan Berdasarkan Panjang

Untuk Bahan Baku 10965 mm..... 42

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar industri yang melakukan proses pemotongan bahan baku sering kali menghasilkan sisa pemotongan yang banyak sehingga kerugian pun bertambah. Oleh karena itu, industri perlu melakukan perencanaan proses pemotongan atau sering disebut *Cutting Stock Problem* (CSP). CSP merupakan salah satu permasalahan optimasi dalam kasus pengkombinasian sehingga dapat ditentukan solusi optimal yang memenuhi kendala yang ada. Proses pemotongan material sering kali menghasilkan sisa pemotongan yang tidak dapat digunakan lagi untuk memenuhi permintaan atau yang dikenal dengan istilah *trim loss*. *Trim loss* harus diminimumkan agar tidak menyebabkan kerugian pada bidang perindustrian (Taha, 2007).

CSP dibagi menjadi 3 jenis yaitu CSP satu dimensi, CSP dua dimensi, dan CSP tiga dimensi. Octarina *et.al.* (2017) menyatakan bahwa CSP dua dimensi adalah masalah untuk menemukan pola yang memenuhi permintaan dengan panjang yang berbeda dan memotong dari dua sisi yaitu, panjang dan lebar. Sedangkan CSP satu dimensi hanya memperhatikan satu sisi yaitu panjang atau lebar dalam pemotongan suatu bahan baku.

Selanjutnya Octarina *et.al.* (2018) merancang algoritma pembuatan pola dengan memformulasikan model Gilmore dan Gomory. Kendala pada model Gilmore dan Gomory dilakukan untuk memastikan strip yang dipotong pada tahap

pertama akan digunakan pada tahap kedua dan berhasil menemukan banyak kombinasi solusi yang optimal. Octarina *et.al.* (2019) memformulasikan model CSP dua dimensi untuk ukuran stok yang berbeda. Tahap pertama menghasilkan pola berdasarkan panjang, diikuti oleh pola yang dihasilkan berdasarkan lebar pada tahap berikutnya. Bangun *et.al.* (2019) meneliti semua pola pemotongan yang mungkin dihasilkan oleh algoritma *Pattern Generation* dimana bahan dipotong berdasarkan panjang dan lebar pada tahap sisanya.

Octarina *et.al* (2017) menjelaskan bahwa CSP dikenal sebagai pemotongan bahan baku menjadi bentuk yang lebih kecil atau juga dapat diartikan sebagai salah satu cara optimasi dengan membuat sisa bahan baku menjadi seminimal mungkin dan membuat keuntungan yang diperoleh menjadi semaksimal mungkin. Pada penelitian ini dibahas mengenai CSP satu dimensi.

Berbagai metode telah banyak digunakan untuk membantu menemukan penyelesaian CSP, diantaranya *Column Generation Technique* (CGT), algoritma Balas, *Pattern Generation* dan *model Arc-Flow*. Octarina, dkk (2015) menyimpulkan bahwa metode *Column Generation Technique* (CGT) lebih tepat digunakan untuk CSP satu dimensi dibanding algoritma Balas yang dikembangkan. Sepriansyah, dkk (2016) mendapatkan pola pemotongan dan *trim loss* yang optimal pada CSP satu dimensi di Percetakan CV Tunas Gemilang menggunakan *Integer Linear Programming*.

Gradisar *et.al* (2018) memperkenalkan metode untuk memecahkan masalah CSP satu dimensi dengan suborder. Metode ini digunakan untuk pesanan jumlah

besar yang tidak dapat diproses hanya pada satu sesi karena keterbatasan teknologi atau logistik sehingga perlu dibagi menjadi suborder.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini meneliti tentang bagaimana memodelkan CSP satu dimensi dengan suborder sehingga dapat meminimalkan *trim loss*. Data yang digunakan untuk menguji model tersebut adalah data penelitian Gradiras, *et al.* (2018) mengenai pemotongan baja.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana mengimplementasikan model CSP satu dimensi dengan suborder pada kasus pemotongan baja.

1.3. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah pemotongan baja yang hanya dilakukan dari satu sisi yaitu panjang.

1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh pola pemotongan baja yang optimal dengan *trim loss* yang minimal berdasarkan solusi model.

1.5. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah :

1. Didapatkan solusi yang optimal dengan penggunaan jumlah bahan baku yang optimal.

2. Dapat menambah pengetahuan bidang Optimasi khususnya alternatif metode-metode penyelesaian CSP satu dimensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, P.B.J., 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 (2019) 012012.
- Gradisar, M., Caesar, M., and Tomat, L. 2018. One-Dimensional Cutting Stock Optimization by Suborders. *Tehnicki vjesnik* 25,Suppl. 2(2018), 474-480.
- Macedo, R., Alves, C., and Carvalho, J.M.V. de. 2010. Arc-Flow Model for The Two - Dimensional Guillotine Cutting Stock Problem. *Computer and Operation Research* 37(2010) 991-1001.
- Octarina, S., Bangun, P.B.J., and Hutapea, S. 2017. The Application to Find Cutting Pattern in Two Dimensional Cutting Stock Problem. *Journal of Informatics and Mathematical Sciences*, 9(4).
- Octarina, S., Bangun , P.B.J., dan Setiadi, D. 2015. Optimasi *Trim-Loss* pada *Cutting Stock Problem* Menggunakan *Column Generation Technique* dan Algoritma Balas yang Dimodifikasi. *Proceeding Annual Research Seminar* 2015. Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
- Octarina, S., Ananda, V., and 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.
- Serpriansyah, M.M., Octarina, S., dan Cahyono, E.S. 2016. Penyelesaian Permasalahan *Trim-Loss* pada *Cutting Stock Problem* (CSP) dengan *Integer Linear Programming* (ILP). *Prosiding Seminar dan Rapat Tahunan BKS MIPA PTN Barat Universitas Sriwijaya*.
- Suliman, S.M.A. 2001. Pattern Generating Procedure for The Cutting Stock Problem. *International Journal of Production Economics* ,74 : 293-301.
- Taha, H. 2007. *Operation Research An Introduction*. 8th Ed Upper Saddle River, New Jersey. Pearson Education. Inc.