

**IMPLEMENTASI TEKNIK *PREPROCESSING* DALAM MODEL *ARC FLOW*
PADA *CUTTING STOCK PROBLEM***

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



Oleh :

MUTIATI
NIM 08011181621081

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI TEKNIK *PREPROCESSING* DALAM MODEL *ARC FLOW*
PADA *CUTTING STOCK PROBLEM***

SKRIPSI

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

Oleh

**MUTIATI
NIM. 08011181621081**

Indralaya, Mei 2021

Pembimbing Pembantu



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

Pembimbing Utama



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



LEMBAR PERSEMBAHAN

MOTTO

BARANG SIAPA YANG KELUAR RUMAH UNTUK Mencari Ilmu

MAKA IA BERADA DI JALAN ALLAH HINGGA IA PULANG

(HR. Tirmidzi)

SKRIPSI INI KU PERSEMBAHKAN KEPADA:

- 1. TUHAN YANG MAHA ESA**
- 2. KEDUA ORANG TUA**
- 3. DOSEN DAN GURUKU**
- 4. TEMAN-TEMAN**
- 5. ALMAMATER**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**IMPLEMENTASI TEKNIK PREPROCESSING DALAM MODEL ARC FLOW PADA CUTTING STOCK PROBLEM**”.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Orang Tua, yaitu Bapak **Tudinarto** dan Ibu **Sumilah** yang telah merawat dan mendidik penulis dengan penuh rasa cinta dan kasih sayang, doa dan perhatiannya untuk penulis selama ini. Skripsi ini dapat selesai tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya serta Pembimbing Pembantu yang bersedia membimbing, memberi nasihat dan sarannya.
2. Ibu **Sisca Octarina, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing Utama yang bersedia membimbing, nasihat, saran, dan meluangkan waktu di tengah kesibukannya.
3. Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

4. Ibu **Dr. Yulia Resti, M.Si** selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan mengarahkan urusan akademik kepada penulis selama belajar di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc**, Ibu **Eka Susanti, M.Sc**, Ibu **Dr. Evi Yuliza, M.Si** selaku dosen pembahas skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu dalam memberikan tanggapan dan saran yang bermanfaat dalam perbaikan skripsi.
6. Seluruh Dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, dan seluruh pendidik yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis selama menempuh pendidikan.
7. **Ibu Hamidah** dan **Pak Irwan** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, terima kasih atas bantuannya yang telah diberikan kepada penulis.
8. Kakakku yang selalu mendukung, **Gusminarsih, Dewi, Mala, Jono**, dan saudara kembar ku **Mutiani** atas kasih sayang nya.
9. Teman-teman di bangku perkuliahan, **Rima, Giska, Anisa, Naura, Sisca, Sandra, Indah, Hariani, Doni, Anbil, Anggun, Riska, Sinta, Mita, Rina, Puput, Emon, Nurul dan Seluruh Teman-Teman Angkatan 2016**. Terima kasih untuk semuanya, bantuannya, semangat dan waktunya selama kuliah.

10. Sahabat karib yang selalu menemaniku, **Nana, Ama, Ak, Anita, Manda, Mega, Eling Retno, Meidina**. Terima kasih telah memberi bantuan saat aku membutuhkannya.
11. Teman-teman dengan hati emas sulit ditemukan. Kebaikan kalian benar-benar tiada bandingnya, **Winda, Ditak, Suli, Pilda, Yolana, Tiara, Olip, Melmel, Rima**.
12. Kakak-kakak tingkat angkatan 2015 dan adik-adik tingkat angkatan 2017, 2018, 2019, 2020.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga semua kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan dari Tuhan Yang Maha Esa.

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.

Wassalamua'alaikum Wr.Wb

Indralaya, Mei 2021

Penulis

THE IMPLEMENTATION OF PREPROCESSING TECHNIQUES IN THE ARC FLOW MODEL ON CUTTING STOCK PROBLEM

By

MUTIATI

08011181621081

ABSTRACT

Cutting Stock Problem (CSP) is a problem of cutting raw materials in the field of optimization. This study implemented the preprocessing technique in the Arc Flow model on CSP. The function of preprocessing techniques is to strengthen constraints and improve variables, so that many or excessive constraints can be eliminated but still produce optimal solutions. There are 3 stages in the application of the preprocessing technique: tightening constraints, detecting redundant constraints, and fixing variables. The results showed that after implementing preprocessing technique, the completion of the Arc Flow model was simpler and more efficient. This results obtained from the number of constraints, variables, and iterations are less than the results before the application of preprocessing techniques.

Keywords: Cutting Stock Problem, Preprocessing Technique, Arc Flow.

IMPLEMENTASI TEKNIK *PREPROCESSING* DALAM MODEL *ARC FLOW* PADA *CUTTING STOCK PROBLEM*

Oleh

MUTIATI

08011181621081

ABSTRAK

Cutting Stock Problem (CSP) merupakan permasalahan pemotongan bahan baku dalam bidang Optimasi. Penelitian ini mengimplementasikan teknik *Preprocessing* dalam model *Arc Flow* pada CSP. Fungsi teknik *preprocessing* adalah dapat memperkuat kendala dan memperbaiki variabel, sehingga kendala-kendala yang banyak atau berlebihan dapat dieliminasi tetapi tetap menghasilkan solusi optimal. Penerapan Teknik *preprocessing* terdapat 3 tahap yaitu memperkuat batas pada variabel kendala, menghilangkan kendala yang berlebihan, dan memperbaiki variabel. Hasil penelitian menunjukkan sesudah menggunakan teknik *preprocessing*, penyelesaian model *Arc Flow* lebih sederhana dan efisien. Hasil diperoleh dari jumlah kendala, variabel, dan iterasi yang lebih sedikit dibandingkan dengan hasil sebelum penerapan teknik *preprocessing*.

Kata Kunci : *Cutting Stock Problem*, *Teknik Preprocessing*, *Arc Flow*.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Pembatasan masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. <i>Cutting Stock Problem</i> (CSP).....	5
2.2. Model <i>Arc Flow</i>	6
2.3. Teknik <i>Preprocessing</i>	9
2.3.1. Memperkuat Batas Pada Variabel Kendala	10
2.3.2. Menghilangkan Kendala Yang Berlebih	12
2.3.3. Memperbaiki Variabel.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15

3.1. Tempat.....	15
3.2. Waktu	15
3.3. Metode Penelitian	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
4.1. Model <i>Arc Flow</i>	16
4.2. Penyederhanaan Model <i>Arc Flow</i> dengan Teknik <i>Preprocessing</i>	17
4.2.1. Kendala (4.1.1) Model <i>Arc Flow</i>	17
4.2.2. Kendala (4.1.2) Model <i>Arc Flow</i>	17
4.2.3. Kendala (4.1.3) Model <i>Arc Flow</i>	19
4.2.4. Kendala (4.1.4) Model <i>Arc Flow</i>	20
4.2.5. Kendala (4.1.5) Model <i>Arc Flow</i>	27
4.2.6. Kendala (4.1.6) Model <i>Arc Flow</i>	28
4.2.7. Kendala (4.1.7) Model <i>Arc Flow</i>	34
4.2.8. Kendala (4.1.8) Model <i>Arc Flow</i>	34
4.2.9. Kendala (4.1.9) Model <i>Arc Flow</i>	35
4.3. Menghilangkan Kendala Berlebih	37
4.4. Memperbaiki Variabel.....	39
4.5. Perbandingan Hasil Model <i>Arc Flow</i> Sebelum dan Sesudah Dilakukan Teknik <i>Preprocessing</i>	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Solusi dan Penjelasan Model <i>Arc Flow</i>	16
Tabel 4.2. Solusi dan Penjelasan Model <i>Arc Flow</i> Setelah Melakukan Teknik <i>Preprocessing</i>	41
Tabel 4.3. Hasil Perbandingan Model <i>Arc Flow</i> Sebelum dan Sesudah Teknik <i>Preprocessing</i>	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Proses Memperkuat Batas pada Variabel Kendala	11

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bahan baku merupakan produk utama yang digunakan dalam proses produksi. Bahan baku sangat penting sehingga penggunaannya harus optimal. Perusahaan industri dapat menggunakan berbagai jenis bahan baku seperti kertas, kayu, baja, dan lain-lain. Pemotongan bahan baku sering kali menghasilkan sisa pemotongan yang banyak sehingga kerugian sering dihadapi oleh perusahaan. Perusahaan harus melakukan perencanaan proses pemotongan atau yang dikenal dengan *Cutting Stock Problem (CSP)*.

CSP merupakan suatu permasalahan pemotongan bahan baku dalam bidang Optimasi. CSP terdiri dari sekumpulan potongan-potongan kecil yang disebut *item* dan untuk sekumpulan potongan-potongan yang lebih besar disebut stok. Berdasarkan klasifikasinya CSP dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu satu dimensi, dua dimensi, dan tiga dimensi. Penelitian ini meneliti CSP dua dimensi, yang hanya memperhatikan sisi panjang dan sisi lebar pada proses pemotongan bahan baku.

Menurut Octarina *et al.* (2017), CSP adalah masalah untuk menemukan pola sesuai yang memenuhi permintaan dengan panjang yang berbeda dan memotong dari dua sisi, panjang dan lebar. CSP dua dimensi bertujuan untuk meminimalkan sisa pemotongan yang disebut *trim loss*.

Model *Arc Flow* dengan kendala permintaan diharapkan dapat mengoptimalkan pencarian pola dan meminimalkan *trim loss* (Octarina *et al.*,

2020). Octarina *et al.* (2020) membahas bagaimana menentukan pola dengan algoritma *Pattern Generation* (PG) dan memformulasikan model *Arc Flow* pada *Capacitated Multi Period CSP* dengan biaya penentuan pola untuk meminimumkan *trim loss*. Bangun *et al.* (2016) memformulasikan model *Arc Flow* menggunakan kendala pemenuhan permintaan dan kendala non negatif, sedangkan kendala yang berkaitan dengan konservasi *flow* tidak digunakan.

Penelitian ini menggunakan teknik *Preprocessing*. Menurut Chen *et al.* (2010), fungsi dari teknik *Preprocessing* adalah memperkuat kendala dan memperbaiki variabel, sehingga kendala-kendala yang banyak atau berlebihan dapat dieliminasi tetapi tetap menghasilkan solusi optimal. Teknik *Preprocessing* bertujuan untuk memperbaiki variabel dan teknik pemotongan bertujuan untuk memperkuat relaksasi program linier (Bolan *et al.*, 2018). Teknik *Preprocessing* lebih banyak berhubungan dengan teknik pengidentifikasian kendala yang tidak fisibel dan kendala yang berlebihan, peningkatan batas dan koefisien, serta pengaturan nilai variabel (Savelsbergh, 1994).

Mahajan (2010) mensurvei teknik-teknik yang digunakan untuk memecahkan persoalan pemrograman bulat linier campuran (*Mixed Integer Linier Programming/ MILP*), menggunakan teknik *probing* dan teknik *preprocessing* dengan metode seperti pengetatan terikat, mendeteksi ketidaklayakan dan mengidentifikasi kendala yang berlebihan. Savelsbergh (1994) menggambarkan bagaimana teknik *preprocessing* dan *probing* memecahkan MILP sehingga solusi fisibel dari relaksasi pemrograman linier dapat dikurangi. Penelitian ini membahas bagaimana mengimplementasi teknik *Preprocessing* untuk model *Arc*

Flow. Teknik ini membuat model *Arc Flow* lebih sederhana melalui tiga tahap yaitu memperkuat batas pada variabel kendala, menghilangkan kendala yang berlebihan, dan memperbaiki variabel.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini membahas bagaimana aplikasi teknik *Preprocessing* dalam model *Arc Flow*. Model *Arc Flow* yang diteliti dari referensi terdahulu dalam penelitian Octarina *et al.* (2020).

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengimplementasikan teknik *Preprocessing* dalam model *Arc Flow* pada *Cutting Stock Problem*?

1.3. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini hanya menggunakan teknik *Preprocessing* yaitu memperkuat batas pada variabel kendala, menghilangkan kendala yang berlebihan, dan memperbaiki variabel.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu mengimplementasikan teknik *Preprocessing* dalam model *Arc Flow* pada *Cutting Stock Problem*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini yaitu :

1. Mengenalkan teknik *Preprocessing* dalam memperkuat batas pada variabel kendala, menghilangkan kendala yang berlebihan, dan memperbaiki variabel.
2. Sebagai pengembangan ilmu di bidang Optimasi dalam menyelesaikan CSP
3. Memperoleh pengembangan model *Arc Flow*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, P. B. J., Octarina, S., & Apriani, R. (2016). Penyelesaian Algoritma Pattern Generation dengan Model Arc-Flow pada Cutting Stock Problem (CSP) Satu Dimensi. *Proceeding Annual Research Seminar*. Fakultas Ilmu Komputer. Universitas Srwijaya
- Boland, N., Charkhgard, H., & Savelsbergh, M. (2018). Preprocessing and Cut Generation Techniques For Multi-Objective Binary Programming. *European Journal of Operational Research*, 274(3), 858-875.
- Castro, P. M. (2015). Tightening Piecewise McCormick Relaxations For Bilinear Problems. *Computers & Operations Research*, 12.
- Chen, D. S., Batson, R. G., & Dang, Y. (2010). *Applied Integer Programming*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Macedo, R., Alves, C., & De Carvalho, J. M. V. (2009). Arc-Flow Model For The Two-Dimensional Guillotine Cutting Stock Problem. *Computers & Operations Research*, 37(6), 991-1001.
- Mahajan. (2010). Presolving Mixed-Linear Programs Argonne. *Mathematics and Computer Science Division*.
- Octarina, S., Setiadi, D., and P.B.J (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.
- Octarina, S., Bangun, P. B. J., & Hutapea, S. (2017). The Application to Find Cutting Patterns in Two Dimensional Cutting Stock Problem. *Journal of Informatics and Mathematical Sciences*, 9.
- Octarina, S., Septimiranti, D., & Yuliza, E. (2020). Implementation of Arc Flow Model in Capacitated Multi-Period Cutting Stock Problem With Pattern Set Up Cost to Minimize The Trim Loss. *Paper Presented at The 4th Internasional Conference On Mathematics, Science, Education, and Technology (ICOMSET)*. Universitas Negeri Padang, Sumatra Barat.
- Pratiwi, M. (2010). Teknik Probing dan Teknik *Preprocessing* dalam Penyederhanaan Model OCVRP Studi Kasus Permasalahan Pengangkutan Sampah di Kecamatan Sukarami Kota Palembang. Universitas Sriwijaya, Palembang.

Savelsbergh, M. W. P. (1994). Preprocessing and Probing Technique for Mixed Integer Programming Problems. *ORSA Journal on Computing*, 6 445-454.

Sintia, B. L., Irmeilyana & Indrawati. (2018). Aplikasi Teknik *Preprocessing* dalam Menyederhanakan Model *Demand Robust Counterpart Open Capacitated of Vehicle Routing Problem (DRC-OCVRP)* pada Pengangkutan Sampah di Kota Palembang, Universitas Sriwijaya, Palembang.

Zulfia, F. E., Puspita, F. M & Indrawati. (2008). Teknik Preprocessing dalam Penyederhanaan Model SCVRP Dengan Mengambil Contoh Kasus Masalah Pengangkutan Sampah di Kecamatan Ilir Barat II, Kota Palembang, Tidak dipublikasikan. Universitas Sriwijaya.