

**IMPLEMENTASI TEKNIK *PREPROCESSING*  
DENGAN MEMPERKUAT KENDALA DALAM MODEL *COLUMN*  
*GENERATION* PADA *CUTTING STOCK PROBLEM***

**SKRIPSI**

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



**Oleh :**

**RACHMAWATI  
08011381621053**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**IMPLEMENTASI TEKNIK PREPROCESSING  
DENGAN MEMPERKUAT KENDALA DALAM MODEL COLUMN  
GENERATION PADA CUTTING STOCK PROBLEM**

**SKRIPSI**

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

**Oleh**

**RACHMAWATI  
NIM 08011381621053**

**Pembimbing Pembantu**



**Novi Rustiana Dewi, S.Si., M.Si  
NIP. 19701113 199603 2 002**

**Indralaya, Juli 2021  
Pembimbing Utama**



**Dr. 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

***“Sesungguhnya bersama kesulitan pasti akan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain) (QS.94: 6-7)”***

**“Manusia takkan tau kekuatan maksimalnya sampai ia berada dalam kondisi di mana ia dipaksa kuat untuk bisa bertahan” –  
Merry Riana**

**“Everyone needs that support-even if at first you don't think you do. Look around. See who's on your side and in your corner. You don't have to go it alone” - Louis Zamperini**

**Skripsi ini kupersembahkan kepada:**

- 1. Allah SWT**
- 2. Kedua Orangtuaku**
- 3. Kedua saudaraku**
- 4. Keluarga Besar**
- 5. Semua Guru dan Dosenku**
- 6. Sahabat-sahabatku**
- 7. Almamaterku**

## 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 **“Implementasi Teknik *Preprocessing* dengan Memperkuat Kendala dalam Model *Column Generation* pada *Cutting Stock Problem*”** 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 langkah untuk menempuh proses belajar selanjutnya.

Dengan penuh rasa hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih khusus kepada kedua orang tua, Bapak **Edwar Yusfik** dan Ibu **Desi Rindiawati**, untuk seluruh kasih sayang, didikan, nasihat, perhatian, dan do'a yang tidak pernah berhenti dipanjatkan untuk penulis. terselesaikannya 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. Ibu **Dr. Evi Yuliza, M.Si** selaku Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan tenaga, waktu, pikiran, nasehat, saran dalam memberikan bimbingan terbaik kepada penulis selama menyelesaikan skripsi ini.

2. Ibu **Novi Rustiana Dewi, M.Si** selaku Pembimbing Pembantu yang memberikan bimbingan dan arahan dengan penuh kesabaran dan perhatian hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M** selaku Ketua Jurusan Matematika dan Ibu **Dr. Dian Cahyawati Sukanda, M.Si** selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Ibu **Anita Desiani, M.Kom** selaku Pembimbing Akademik yang sudah sangat banyak membantu dalam membimbing dan mengarahkan akademik penulis pada setiap semester selama belajar di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Ibu **Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc**, Ibu **Sisca Octarina, M.Sc**, dan Ibu **Eka Susanti, M.Sc** sebagai Pembahas yang telah memberikan tanggapan dan saran yang bermanfaat untuk penulis dalam proses pengerjaan skripsi ini.
6. **Seluruh Dosen** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, dan **Seluruh Pendidik** dari TK hingga SMA yang telah memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat dan berguna bagi penulis selama menempuh pendidikan.
7. Abang **Zulkarnain** dan Adik **Ahmad Fauzan** atas kasih sayang, semangat, motivasi, saran, serta do'a kepada penulis.
8. **Keluarga Besarku** terima kasih untuk segala dukungan, semangat serta do'a yang telah diberikan kepada penulis.

9. Sahabat-sahabat di bangku perkuliahan, **Syintia Elvina, Mutiati, Annisa Kartikasari, Anita Br.Saragih, Amanda Bunga, Sisca Pebrina, Sandra Anggia, Rima Melati, Gina Sonia, Anisa, Siti Naura, Giska Nur, Indah Mei, Hariani**, dan **seluruh teman-teman Angkatan 2016**. Terima kasih untuk semuanya, semangat, kerja sama, solid serta kebersamaan selama kuliah.
10. Kakak-kakak tingkat Angkatan **2014** dan **2015** dan adik-adik tingkat Angkatan **2017** dan **2018**.
11. Sahabat-sahabatku **Ali, Mela, Umi, Okta, Tiara, Alma, Miftah** untuk semangat, do'a, dan kebersamaan yang masih terjaga hingga hari ini. Terima kasih banyak.
12. Bapak **Irwansyah**, Ibu **Hamidah**, dan **Semua Pegawai** di Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya serta semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat ditulis satu persatu, terima kasih atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Semoga kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan terbaik pula dari Allah SWT.

Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan serta manfaat bagi mahasiswa ataupun yang memerlukan untuk penelitian selanjutnya.

***Wassalamu'alaikum Wr.Wb***

Indralaya, Juni 2021

Penulis

# **IMPLEMENTATION OF PREPROCESSING TECHNIQUE WITH TIGHTENING CONSTRAINT OF COLUMN GENERATION MODEL IN CUTTING STOCK PROBLEM**

**By:**

**Rachmawati**

**08011381621053**

## **ABSTRACT**

Raw materials are very important in the production process so they must be used optimally. The main problem in the field of production is the remaining cuts that do not match the demand, causing losses for the company. This study discusses the problem of simplification of constraints on the Column Generation model using preprocessing techniques. The importance of doing this preprocessing technique is to make it easier to find the optimal value of a complicated Column Generation model so it is necessary to simplify the constraints. The constraints obtained after using the preprocessing technique are simpler than before the preprocessing technique. This also affects the solution obtained, to be more optimal, before the application of the preprocessing technique is 0.34 and after the application of the technique is 0.22. completion of the Column Generation model using simplified preprocessing techniques with the help of LINGO 13.0 software so as to produce a model that is simpler and more efficient in its completion.

***Keywords :** Column Generation, Cutting Stock Problem, Preprocessing Technique*

**IMPLEMENTASI TEKNIK *PREPROCESSING*  
DENGAN MEMPERKUAT KENDALA PADA MODEL *COLUMN*  
*GENERATION* PADA *CUTTING STOCK PROBLEM***

**Oleh :**

**Rachmawati**

**08011381621053**

**ABSTRAK**

Bahan baku merupakan hal yang sangat penting dalam proses produksi sehingga harus digunakan secara optimal. Masalah utama dalam bidang produksi adalah sisa pemotongan yang tidak sesuai dengan permintaan sehingga menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Penelitian ini membahas masalah penyederhanaan kendala pada model *Column Generation* dengan menggunakan teknik *preprocessing*. Pentingnya melakukan teknik *preprocessing* ini agar mempermudah mencari nilai optimal dari model *Column Generation* yang rumit sehingga perlu dilakukan penyederhanaan kendala. Kendala yang diperoleh setelah digunakannya teknik *preprocessing* menjadi lebih sederhana dibandingkan sebelum dilakukannya teknik *preprocessing*. Hal ini berpengaruh pula pada solusi yang diperoleh, menjadi lebih optimal yaitu sebelum diterapkannya teknik *preprocessing* yaitu 0,34 dan setelah diterapkannya teknik *preprocessing* yaitu 0,22. Penyelesaian model *Column Generation* menggunakan teknik *preprocessing* disederhanakan dengan bantuan *software* LINGO 13.0 sehingga menghasilkan model yang lebih sederhana dan efisien dalam penyelesaiannya.

Kata Kunci : *Column Generation, Cutting Stock Problem, Teknik Preprocessing*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	4
1.3. Pembatasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan .....	4
1.5. Manfaat .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. <i>Cutting Stock Problem (CSP)</i> .....	5
2.2. <i>Algoritma Pattern Generation (PG)</i> .....	6
2.3. <i>Model Gilmore dan Gomory</i> .....	7
2.4. <i>Model Column Generation</i> .....	11
2.5. <i>Teknik Preprocessing</i> .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Tempat Penelitian .....	18
3.2. Waktu Penelitian .....	18
3.3. Metode Penelitian .....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Pendeskripsian Data .....	19
4.2. Penguatan Kendala pada Model <i>Column Generation</i> .....	19
4.3. Memperbaiki Penilaian Penguatan Batas Kendala pada Model CG	

4.3.1 Penguatan Batas Untuk Kendala Pertama.....	29
4.3.2 Penguatan Batas Untuk Kendala Kedua .....	29
4.4. Menghilangkan Kendala yang Berlebih pada Model CG	
4.4.1 Menghilangkan Kendala Ketiga .....	29
4.4.2 Menghilangkan Kendala Keempat.....	30
4.5. Menganalisis Hasil Akhir.....	31
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	34
5.2. Saran .....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pendekatan Pohon Pencarian .....	9
Gambar 2.2 Proses Pengurangan Koefisien .....	16

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Penerapan Model CG dengan Teknik <i>Preprocessing</i> .....	32
---	----

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam bidang industri banyak sekali tantangan yang harus dihadapi oleh perusahaan, salah satunya adalah mencari solusi dari pemotongan bahan baku. Pada proses produksi, bahan baku merupakan hal yang sangat penting, sehingga bahan baku harus digunakan secara optimal. Perusahaan industri melakukan pemotongan dengan berbagai macam ukuran sehingga menghasilkan banyak sekali sisa pemotongan. Dari sisa tersebut menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Untuk meminimalisir kerugian tersebut, digunakan penentuan cara pemotongan bahan baku yang disebut *Cutting Stock Problem* (CSP). CSP merupakan permasalahan pemotongan bahan baku (*stock*) menjadi beberapa bagian kecil (*item*) sehingga menghasilkan sisa pemotongan seminimum mungkin.

Dalam penelitian Bangun et al., (2021) sisa pemotongan pada bahan baku berupa dua dimensi merugikan perusahaan apabila melakukan pemotongan tidak sesuai kebutuhan dan menghasilkan banyak sisa yang tidak bisa dimanfaatkan kembali dalam proses produksi. Dalam penelitian tersebut menghasilkan model *Column Generation* (CG) yang belum sederhana. Fungsi dari model CG adalah untuk meminimumkan biaya. Jika pengurangan biaya hasilnya negatif, maka solusinya dapat digunakan sebagai kolom baru. Jika pengurangan biaya hasilnya lebih besar dari atau sama dengan nol, batas bawah untuk solusi yang optimal sudah didapatkan, walaupun bukan solusi *integer*. Penelitian mengenai model CG ini sudah banyak dilakukan, diantaranya Hidayat (2016) yang menggunakan model CG untuk mengoptimalkan CSP satu dimensi pada industri pemotongan balok kayu dan

Kamila *et al.*, (2018) yang menggunakan model CG untuk mengoptimalkan penyusunan jadwal. Untuk menyederhanakan model tersebut salah satu caranya adalah dengan mengaplikasikan teknik *preprocessing*. Pada dasarnya teknik *preprocessing* yang digunakan adalah untuk mengeleminasi atau mengubah data yang tidak sesuai menjadi data yang mudah diterima oleh sistem (Mujilahwati, 2016).

Savelsbergh (1994) mengaplikasikan teknik *preprocessing* dan mengembangkan penggunaan teknik ini dengan mengidentifikasi kendala yang berlebih, memperbaiki variabel, serta pengurangan koefisien. Penelitian mengenai teknik *preprocessing* telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya diantaranya Puspita *et al.*, (2018) dan Irmeilyana *et al.*, (2012).

Penelitian dari Puspita *et al.*, (2018) yang menyederhanakan model *Demand Robust Counterpart Open Vehicle Routing Problem* (DRC-OCVRP) yaitu masalah pada VRP yang digunakan untuk menangani ketidakpastian data seperti volume sampah pada setiap TPS di masing-masing wilayah kerja yang berbeda dalam pengendalian sampah serta berusaha mendapatkan rute optimal dari permasalahan ini, selanjutnya penelitian lainnya dari Irmeilyana *et al.*, (2012) menyederhanakan model *Symmetric Capacitated Vehicle Routing Problem* (SCVRP) yaitu salah satu model yang dapat digunakan untuk menggambarkan situasi dari sistem pengangkutan sampah di Palembang. Dalam menyederhanakan model DRC-OCVRP (Puspita *et al.*, 2018) dan SCVRP (Irmeilyana *et al.*, 2012), digunakan teknik *preprocessing* yang terdiri dari tiga tahapan yaitu memperkuat batas kendala, menghilangkan variabel yang berlebihan, serta memperbaiki variabel. Setelah

digunakan teknik preprocessing tersebut menghasilkan model-model yang lebih sederhana dan cepat dalam proses penyelesaiannya serta menghasilkan jumlah variabel dan batasan yang lebih sedikit dari sebelum proses teknik *preprocessing*.

Penelitian ini menggunakan hasil penelitian berupa model dari penelitian Bangun *et al.*, (2021). Penelitian Bangun *et al.*, (2021) adalah penelitian mengenai pola pemotongan bahan baku dua dimensi diperoleh dengan menggunakan algoritma *Pattern Generation* kemudian mengimplementasikan pola pemotongan tersebut kedalam model *Gilmore and Gomory* dengan tujuan untuk meminimumkan bahan baku yang digunakan dan mengimplementasikan model *Column Generation* dengan tujuan untuk mengetahui periode pemotongan dalam model yang dihasilkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat diambil permasalahan berupa model dari sisa pemotongan bahan baku dua dimensi, dengan menggunakan teknik *preprocessing* pada tahapan penguatan batas kendala agar kendala pada model yang diteliti menjadi model yang sederhana dan efektif. Pada tahap penguatan batas kendala, batas yang diperkuat adalah batas pada variabel pembatas. Secara umum, proses penguatan batas kendala ini mempertimbangkan setiap batasan serta menentukan batasan tersebut sesuai dengan batasan variabel atau variabel tersebut dapat diperkuat pada masing-masing batasan. Penelitian ini menggunakan data hasil penelitian dari Bangun *et al.*, (2021) berupa model *Column Generation* dua dimensi. Penelitian ini dibatasi oleh data yang berupa model *Column Generation* dua dimensi.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, permasalahan dalam penelitian ini yaitu, bagaimana mengimplementasikan teknik *preprocessing* untuk memperkuat kendala dalam model *Column Generation* pada CSP.

## **1.3 Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah hanya menggunakan hasil penelitian berupa model *Column Generation* dua dimensi.

## **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan teknik *preprocessing* pada model *Column Generation* sehingga diperoleh solusi optimal.

## **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai bahan masukan bagi mahasiswa agar dapat mengaplikasikan permasalahan ini dalam bidang optimasi khususnya tentang teknik *preprocessing* untuk memperkuat kendala pada model *Column Generation*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, P. B. J., Octarina, S., Hanum, L., Sawitri, R., & Cahyono, E. S. (2021). Column Generation Model in Capacitated Multi-Periods Cutting Stock Problem with Pattern Set-Up Cost. *Science and Technology Indonesia*, 6(1), 8–13.
- Castro, P. M. (2015). Tightening piecewise McCormick relaxations for bilinear problems. *Computers & Chemical Engineering*, 72, 300–311.
- Chen, D.-S., Batson, R. G., & Dang, Y. (2010). Applied integer programming. Hoboken, NJ.
- Hidayat, R. (2016). *Optimasi Cutting Stock Satu Dimensi pada Industri Pemotongan Balok Kayu dengan menggunakan Metode Column Generation Technique*. Unimed.
- Irmeilyana, I., Puspita, F. M., Indrawati, I., & Zulvia, F. E. (2012). Preprocessing Techniques in SCVRP Model: Case of Rubbish Transportation Problem (Plagiarism). *International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)*.
- Kamila, N. S., Yerizon, Y., & Dewi, M. P. (2018). Optimisasi Penyusunan Jadwal Menggunakan Pendekatan Pembangkit Kolom (Column Generation). *UNP Journal of Mathematics*, 1(2).
- Ma, N., Liu, Y., & Zhou, Z. (2019). Two heuristics for the capacitated multi-period cutting stock problem with pattern setup cost. *Computers & Operations Research*, 109, 218–229. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cor.2019.05.013>
- Mujilahwati, S. (2016). Pre-Processing Text Mining Pada Data Twitter. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi, 2016*, 18–19.
- Octarina, S. (2015). Optimasi Trim Loss pada Cutting Stock Problem Menggunakan Column Generation Technique dan Algoritma Balas yang Dimodifikasi. *Annual Research Seminar (ARS)*, 1(1), 57–58.
- Octarina, S., Ananda, V., & Yuliza, E. (2019). Gilmore and gomory model on two dimensional multiple stock size cutting stock problem. *Journal of Physics: Conference Series*, 1282(1), 12015.
- 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(4).
- Puspita, F. M., Cahyono, E. S., Rahayu, S., & Sintia, B. L. (2018). Model of

Demand Robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem (DRC-OCVRP) Simplification by Applying Preprocessing Techniques in Rubbish Controlling in Sematang Borang District, Palembang. *E3S Web of Conferences*, 68, 1025.

Savelsbergh, M. W. P. (1994). Preprocessing and probing techniques for mixed integer programming problems. *ORSA Journal on Computing*, 6(4), 445–454.

Suliman, S. M. A. (2001). Pattern generating procedure for the cutting stock problem. *International Journal of Production Economics*, 74(1–3), 293–301.