

Optimasi *Trim Loss* pada *Cutting Stock Problem* Menggunakan *Column Generation Technique* dan Algoritma Balas yang Dimodifikasi

Sisca Octarina, Danni Setiadi, Putra BJ Bangun
 Department of Mathematics
 Faculty of Mathematics and Natural Sciences
 Indralaya, Indonesia
 s.octarina@gmail.com

Abstract— Kertas dipakai untuk keperluan semua hal seperti catatan kuliah, foto kopi bahan ajar, bahan percetakan, dan sebagainya. Kesalahan pola pemotongan kertas pada percetakan menghasilkan sisa-sisa kertas yang tidak terpakai. Masalah ini dikenal sebagai masalah *trim loss* yang berarti kerugian yang timbul dari hasil proses pemotongan. Selanjutnya masalah pemotongan dikenal dengan istilah *Cutting Stock Problem* (CSP). Penelitian ini menggunakan metode *Column Generation Technique* (CGT) dan algoritma Balas yang Dikembangkan untuk menyelesaikan pola pemotongan yang optimal. Permasalahan dimodelkan ke dalam bentuk linear dan diselesaikan sebagai permasalahan *Integer Linear Programming* (ILP). Implementasi model diuji pada *software* dan serangkaian persoalan *cutting stock*. Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh bahwa metode CGT lebih tepat dalam menyelesaikan CSP dibandingkan algoritma Balas yang Dimodifikasi, dikarenakan terkadang solusi yang dihasilkan oleh algoritma Balas yang Dimodifikasi seringkali tidak biner dan tidak optimal.

Keywords—*Cutting Stock Problem; Trim Loss; Column Generation Technique; Balas yang Dikembangkan*

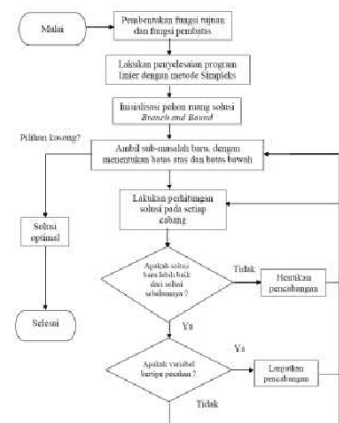
I. PENDAHULUAN

Kertas dipakai untuk semua hal seperti catatan kuliah, foto kopi bahan ajar, materi perkuliahan, pembuatan laporan, tugas, dan sebagainya. Kesalahan pola pemotongan kertas pada percetakan menghasilkan sisa-sisa kertas yang tidak terpakai. Masalah ini dikenal sebagai masalah *trim loss* yang berarti kerugian yang timbul dari hasil proses pemotongan (*cutting stock*) yang tidak optimal [1]. *Cutting Stock Problem* satu dimensi banyak digunakan pada proses industri dan telah banyak digunakan pada penelitian lanjut. Beragam metode penyelesaian juga telah dikembangkan. [2] telah menggunakan metode *Simulated Annealing* (SA) dalam meminimumkan *trim loss*. [3] telah mengembangkan program linear untuk *Cutting Stock Problem* satu dimensi. Selain itu, [2] menyimpulkan bahwa metode *Integer Linear Programming* (ILP) lebih baik daripada *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) dalam menyelesaikan permasalahan *trim loss*. [3] telah melakukan pendekatan *Column Generation Technique* (CGT) pada CSP dengan menggunakan sub himpunan dari himpunan kolom yang besar dalam menyelesaikan masalah, kemudian kolom baru akan ditambahkan ke dalam sub himpunan tersebut hanya saat diperlukan, yaitu ketika variabel yang bersesuaian dengan

kolom tersebut berpotensi mengoptimalkan fungsi tujuan. Salah satu masalah program linear yang melibatkan jumlah kolom yang sangat besar dalam matriks kendalanya adalah CSP. Algoritma Balas yang Dimodifikasi untuk penyelesaian kasus *Integer Linear Programming* (ILP) telah dilakukan [4]. Algoritma ini efektif dalam penentuan solusi optimal tanpa harus melalui iterasi yang panjang dalam perhitungannya. Berdasarkan latar belakang tersebut, diteliti bagaimana mengoptimalkan *trim loss* pada *Cutting Stock Problem* satu dimensi untuk proses pemotongan kertas, sehingga sampah kertas pencemar lingkungan dapat dikurangi. Selain itu, melalui penelitian ini meneliti bagaimana implementasi CGT dan algoritma Balas yang Dimodifikasi dalam penyelesaian CSP satu dimensi.

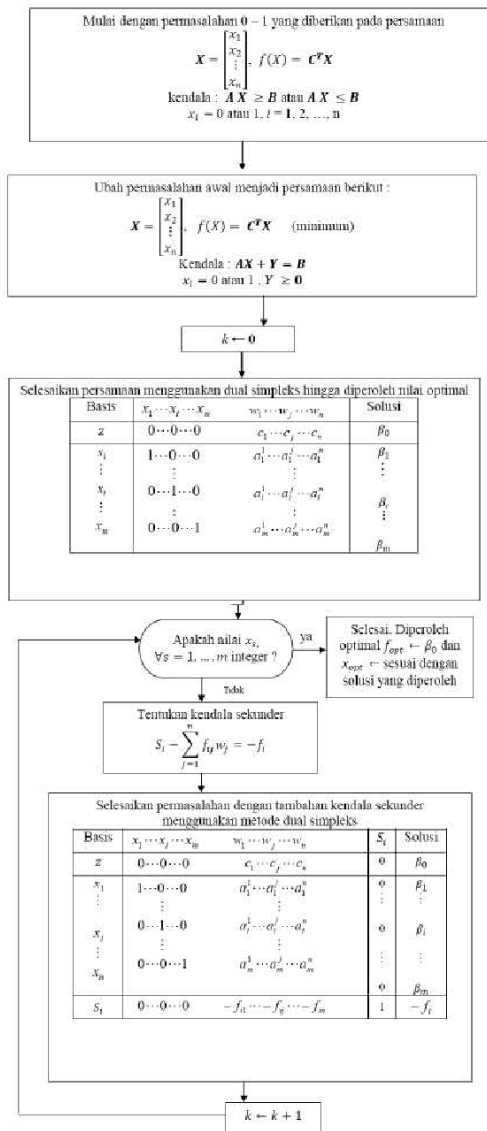
II. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian adalah membuat model persamaan ILP, menyelesaikan model dengan metode CGT dan algoritma Balas yang Dimodifikasi. Bagan alur penyelesaian dengan metode CGT dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alur metode CGT

Sedangkan bagan alur penyelesaian dengan algoritma Balas yang Dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alur algoritma Balas yang Dimodifikasi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyelesaian CSP satu dimensi dilakukan dengan mengubah CSP satu dimensi ke dalam bentuk model ILP berdasarkan banyaknya pola pemotongan yang layak (*feasible*). Pada umumnya CSP satu dimensi menghasilkan bahan sisa pemotongan (*trim loss*), yang dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$S_j = LW - \sum_{i=1}^m l_i w_i a_{ij}, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

Setiap pola pemotongan akan berbeda dari satu dengan yang lain sehingga *trim loss* yang dihasilkan pun berbeda. *Trim loss* setiap pola pemotongan pada Persamaan (1) dijadikan sebagai parameter fungsi tujuan untuk setiap pola pemotongan sehingga fungsi tujuan dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{Minimumkan } z = \sum_{j=1}^n \{LW - \sum_{i=1}^m l_i w_i a_{ij}\} x_j$$

dengan kendala $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq d_{ib}$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Keterangan:

L adalah panjang objek besar atau panjang kertas bahan baku;

W adalah lebar objek besar atau lebar kertas bahan baku;

l_i adalah panjang potongan kecil atau panjang produk ke- i ;

w_i adalah lebar potongan kecil atau lebar produk ke- i ;

a_{ij} adalah jumlah produk ke- i yang terpotong pada pola pemotongan ke- j ; dan

x_j adalah pola pemotongan ke- j .

Berdasarkan hasil perhitungan dan implementasi kedua metode ke dalam kasus CSP maka dapat disimpulkan bahwa CGT memberikan solusi di setiap permasalahan program linear CSP sehingga CGT merupakan metode yang tepat dalam menentukan kombinasi pola pemotongan. Sedangkan algoritma Balas yang Dimodifikasi tidak memberikan solusi di setiap permasalahan pemrograman linear CSP karena tidak semua permasalahan pemrograman linear memberikan solusi bilangan bulat 0-1. Dengan kata lain algoritma Balas yang Dimodifikasi mungkin dapat digunakan dalam memecahkan permasalahan kombinasi pola pemotongan CSP satu dimensi tergantung dengan bentuk permasalahan yang ada. Selain itu, pola pemotongan yang dihasilkan oleh kedua metode tidaklah selalu sama. Menurut analisis yang telah dilakukan, metode CGT memberikan solusi berdasarkan pola pemotongan yang paling optimal.

REFERENCES

- [1] R.W. Haessler and P.E. Sweeney, "Cutting stock problem and solution procedure", *European Journal of Operation Research*, 1991, Vol 54, pp: 141-150.
- [2] H. Javanshir and M. Shadaloee, "The trim loss concentration in one dimensional cutting stock problem (1D-CSP) by defining a virtual cost", *Journal of Industrial Engineering International*, 2007, Vol 3, No.4. 51-58.
- [3] H. Mahayekti, "Pendekatan column generation pada cutting stock problem", Skripsi, Universitas Indonesia, 2007.
- [4] E. Roflin, S. Octarina, P.B.J. Bangun, C. R. Atmanegara and F.E. Zulvia, "Substituting gomory cutting plane method towards balas algorithm for solving binary linear programming", *Asian Journal of Mathematics and Applications*, Volume 2014, Article ID 0156.