

**PENYELESAIAN MASALAH *CUTTING STOCK* DENGAN
PENGELASAN MENGGUNAKAN MODEL *ARC-FLOW* DAN
ALGORITMA *PATTERN GENERATION***

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika Program Studi Matematika



Oleh:

Rifky Anugerah Pratama

1704261

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2021**

1

**PENYELESAIAN MASALAH *CUTTING STOCK* DENGAN PENGELASAN
MENGUNAKAN MODEL *ARC-FLOW* DAN ALGORITMA *PATTERN
GENERATION***

Oleh

Rifky Anugerah Pratama

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Rifky Anugerah Pratama 2021

Universitas Pendidikan Indonesia

April 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau lainnya tanpa izin dari peneliti

Rifky Anugerah Pratama, 2021

PENYELESAIAN MASALAH CUTTING STOCK DENGAN PENGELASAN MENGGUNAKAN MODEL ARC-FLOW DAN ALGORITMA PATTERN GENERATION

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

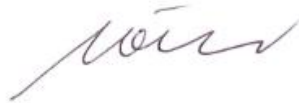
LEMBAR PENGESAHAN

RIFKY ANUGERAH PRATAMA

**PENYELESAIAN MASALAH *CUTTING STOCK* DENGAN PENGELASAN
MENGUNAKAN MODEL *ARC-FLOW* DAN ALGORITMA *PATTERN
GENERATION***

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:


Pembimbing I



Dr. Khusnul Novianingsih, S.Si., M.Si.

NIP. 197711282008122001

Pembimbing II

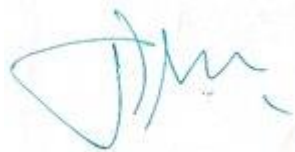


Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.

NIP. 198207282005012001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Matematika



Dr. H. Dadang Juandi, M.Si.

NIP. 196401171992021001

Penyelesaian Masalah *Cutting Stock* dengan Pengelasan Menggunakan Model *Arc-Flow* dan Algoritma *Pattern Generation*

ABSTRAK

Masalah *cutting stock* dengan pengelasan adalah masalah penentuan pola pemotongan dan pengelasan bahan baku untuk memenuhi permintaan dengan bahan baku yang sedikit mungkin. Penelitian ini menggunakan model *Arc-Flow* dan algoritma *Pattern Generation* untuk menyelesaikan permasalahan pemotongan pipa. Model *Arc-Flow* merepresentasikan permasalahan *cutting stock* dengan pengelasan dalam bentuk graf berarah asiklik. Model ini bertujuan untuk menentukan aliran minimum (*flow*) dari simpul awal ke simpul akhir pada graf. Sedangkan, algoritma *Pattern Generation* menghasilkan pola-pola pemotongan yang *feasible* dengan menggunakan pohon pencarian. Pola pemotongan yang telah diperoleh dapat dipilih kembali agar diperoleh pola pemotongan optimal. Hasil implementasi menunjukkan bahwa model *Arc-Flow* dan algoritma *Pattern Generation* dapat menyelesaikan masalah *cutting stock* dengan pengelasan. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa solusi yang dihasilkan model *Arc-Flow* lebih optimal jika dibandingkan dengan solusi hasil implementasi algoritma *Pattern Generation*.

Kata Kunci: Model *Arc-Flow*, algoritma *Pattern Generation*, pola pemotongan, permasalahan *cutting stock* dengan pengelasan.

Problem Solving Cutting Stock with Welding Using Arc-Flow Model and Pattern Generation Algorithm

ABSTRACT

Cutting stock with welding problem is a problem to find the patterns of cutting and welding raw materials to meet demand with as few raw materials as possible. In this research, we use Arc-Flow model and Pattern Generation algorithm to solve the problem. The Arc-Flow Model represents the problem using acyclic directed graphs. Then, we should determine the minimum flow from the initial node to the end node on the graph. On the other hands, the Pattern Generation algorithm produces feasible cutting patterns using a search tree. The cutting patterns that have been obtained can be reselected to an optimal level. Then, we should choose the optimal patterns. The computational results show that the Arc-Flow model and Pattern Generation algorithm can be implemented to solve the cutting stock with welding problem. According to the test data, we can conclude that the solutions of the Arc-Flow model are more optimal than the solutions of the Pattern Generation algorithm.

Keywords: *Arc-Flow model, Pattern Generation algorithm, cutting pattern, cutting stock with welding.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
LANDASAN TEORI	5
2.1 Masalah Cutting Stock.....	5
2.2 Model Arc-Flow.....	6
2.3 Algoritma Pattern Generation	8
BAB III	10
PENERAPAN MODEL <i>ARC-FLOW</i> DAN ALGORITMA <i>PATTERN GENERATION</i> PADA PENYELESAIAN MASALAH <i>CUTTING STOCK</i> DENGAN PENGELASAN	10
3.1 Masalah Cutting Stock dengan Pengelasan	10
3.2 Representasi Pola Pengelasan dan Pemoangan	11
3.3 Model Optimasi Cutting Stock dengan Pengelasan Menggunakan Pendekatan Model Arc-Flow	12
3.3.1 Model Optimisasi Cutting Stock dengan Pengelasan dengan Menggunakan Pendekatan Model Arc-Flow.	12

3.4 Penyelesaian Masalah Cutting Stock dengan Pengelasan Menggunakan Algoritma Pattern Generation	18
BAB IV	27
HASIL IMPLEMENTASI	27
4.1 Data Penelitian	27
4.2 Validasi	27
4.2.1 Validasi Program Model Arc-Flow.....	28
4.2.2 Validasi Program Algoritma Pattern Generation	29
4.3 Tahapan Implementasi	29
4.3.1 Kasus 1.....	30
4.3.2 Kasus 2.....	37
4.4. Analisis Hasil implementasi.....	53
BAB V	59
KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jaringan R	7
Gambar 3. 1 Contoh pengelasan dan pemotongan bahan baku berukuran 2 meter.	11
Gambar 3. 2 Representasi graf berarah dari pola pemotongan pada Contoh 2.	14
Gambar 3. 3 Contoh lintasan yang mewakili pola pemotongan yang mungkin dari masalah pada Contoh 2.	14
Gambar 3. 4 Pohon berakar.	18
Gambar 3. 5 Diagram alir algoritma Pattern Generation.	21
Gambar 3. 6 Pohon pencarian algoritma Pattern Generation.	24
Gambar 4. 1 Graf berarah dari bahan baku pada Kasus 1.	32
Gambar 4. 2 Pohon pencarian algoritma Pattern Generation Kasus 1.	35

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Pola pemotongan bahan baku berukuran 6 meter.	40
Tabel 3. 2 Pola Pemotongan optimal untuk bahan baku 6 meter.	40
Tabel 4. 1 Data Kasus 1.	30
Tabel 4. 2 Solusi masalah Kasus 1 (Model Arc-Flow).	33
Tabel 4. 3 Hasil pola pemotongan menggunakan algoritma Pattern Generation.	35
Tabel 4. 4 Pola pemotongan optimal.	36
Tabel 4. 5 Solusi masalah Kasus 1 (Algoritma Pattern Generation).	37
Tabel 4. 6 Data Kasus 2.	38
Tabel 4. 7 Solusi masalah Kasus 2 (Model Arc-Flow).	43
Tabel 4. 8 Pola pemotongan optimal Kasus 2.	45
Tabel 4. 9 Solusi masalah Kasus 2 (Algoritma Pattern Generation).	51
Tabel 4. 10 Hasil implementasi untuk 15 kasus.	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Pemograman bahasa Python untuk menyelesaikan permasalahan cutting stock dengan pengelasan menggunakan model Arc-Flow.	62
Lampiran 2: Pemograman bahasa Python untuk menyelesaikan permasalahan cutting stock dengan pengelasan menggunakan algoritma Pattern Generation.....	65
Lampiran 3: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 1 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	68
Lampiran 4: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 1 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	71
Lampiran 5: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 2 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	72
Lampiran 6: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 2 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	83
Lampiran 7: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 3 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	88
Lampiran 8: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 3 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	90
Lampiran 9: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 4 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	91
Lampiran 10: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 4 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	95
Lampiran 11: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 5 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	95
Lampiran 12: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 5 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	98
Lampiran 13: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 6 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	98
Lampiran 14: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 6 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	101
Lampiran 15: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 7 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	101
Lampiran 16: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 7 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	105

Lampiran 17: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 8 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	106
Lampiran 18 : Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 8 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	109
Lampiran 19: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 9 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	110
Lampiran 20: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 9 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	113
Lampiran 21: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 10 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	114
Lampiran 22: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 10 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	118
Lampiran 23: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 11 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	119
Lampiran 24: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 11 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	123
Lampiran 25: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 12 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	124
Lampiran 26: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 12 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	128
Lampiran 27: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 13 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	130
Lampiran 28: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 13 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	134
Lampiran 29: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 14 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	135
Lampiran 30: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 14 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	139
Lampiran 31: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 15 menggunakan Lingo 18. (Arc-Flow).	141
Lampiran 32: Implementasi model permasalahan cutting stock dengan pengelasan Kasus 15 menggunakan Lingo 18. (Pattern Generation).	147
Lampiran 33 : Validasi software Lingo.	149

DAFTAR PUSTAKA

- Agoston. (2019). The Effect of Welding on the One-Dimensional Cutting-Stock Problem: The Case of Fixed Firefighting System in the Construction Industry. *Hindawi*.
- Ahuja, R. K., Magnanti, T. L., & Orlin, J. B. (1993). *Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications*. Prentice-Hall.
- Amor, H. B., & Carvalho, J. V. (2004). Cutting Stock Problems. *Les Cahiers du GERAD*.
- Araujo, S. A. (2011). An evolutionary algorithm for the one-dimensional cutting stock problem. *International Transaction in Operations Research* , 115-127.
- Cui, Y. d. (2010). A heuristic for one-dimensional cutting stock using useable leftover. *European Journal of Operations Research*, 245-250.
- Gerald J, L. F. (2000). *Introduction to Operations Research: 7th Edition*. HcGrwa-Hill.
- Gilmore, P. C. dan Gomory, R. C. (1961). A Linear Programming Approach to the Cutting-Stock Problem. *Operation Research*, 9, 849-859.
- JM., V. d. (1999). Exact solution of bin-packing problems using column generation and branch-and-bound. *Annals of Opperation Research*, 629-659.
- Kantorovich, L. (1960). Mathematical methods of organizing and planning production. *Management Science* 6, 366-422.
- Levine, J. d. (2004). Ant colony Optimization and local search for bin packing and cutting stock problems. *Journal of the Operasional Research Society*, 705-716.
- Macedo. (2010). Arc-flow model for the two-dimensional guillotine cutting stock problem. *Computer & Operations Research*, 991-1001.
- Martinivic, J. d. (2016). Integer linear programming models for the skiving stock problem. *European Journal of Operations Research*, 356-368.
- Novianingsih, K. (2009). Perluasan model cutting stock dua dimensi. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika 2009*.

- Novianingsih, K. H. (2007). Column generation technique for solving two-dimensional cutting stock problem. *Journal of Indonesian Mathematical Society*, 161-172.
- Octarina. (2016). Penyelesaian Algoritma Pattern Generation dengan Model Arc-Flow pada Cutting Stock Problem (CSP) Satu Dimensi. *Annual Research Seminar 2016*.
- R.W. Haessler and P.E. Sweeney. (1991). Cutting stock problems and solution procedures. *European Journal of Operational Research*, 141-150.
- Rodrigo, W. N., Daundasekera, W. B., & Perera, A. A. (2012). Pattern Generation for Two Dimensional Cutting Stock Problem. *International Journal of Mathematics Trends and Technology*.
- Suliman. (2001). Pattern generating procedure for the cutting stock problem. *international journal of production economics*, 293-301.
- Tanir D., U. O. (2016). One dimensional cutting stock problem with divisible items.
- Vance, P. H. (1994). Solving binary cutting stock problems by column generation and branch-and-bound. *Computational Optimization and Applications*, 111-130.
- Vanderbeck. (1999). Computational study of column generation Algorithm for bin packing and cutting stock problems. *Mathematical Programming*, 565-594.
- Wascher G, H. H. (2007). An improvement typology of cutting and packing problems. *European Journal of Operations Research*, 1109-1130.
- Zak. (2003). The skiving stock problem as a counterpart of the cuttingstock problem. *International Transactions In Operational Research*, 637-650.