

FAKULTAS ILMU KOMPUTER | UNIVERSITAS SRIWIJAYA

PROCEEDING

ARS 2016

ANNUAL RESEARCH SEMINAR
COMPUTER SCIENCE AND ICT

FAKULTAS ILMU KOMPUTER | UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Palembang, Desember 06-07, 2016

ISBN : 979-587-626-0



UNIVERSITAS
SRIWIJAYA



Institute of Advanced Engineering and Science

Prosiding Seminar Nasional
Annual Research Seminar (ARS) 2016
Dalam Rangka Dies Natalis Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sriwijaya

Selasa 06 Desember 2016 | Aula MM Universitas Sriwijaya Palembang

ISBN : 979-587-626-0

Diterbitkan oleh :
Program Studi Magister Teknik Informatika
Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sriwijaya
2016

Hak Cipta ©2016 ada pada penulis
artikel pada prosiding ini dapat digunakan, dimodifikasi, dan disebarluaskan secara bebas untuk tujuan bukan komersil (non-profit), dengan syarat tidak menghapus atau mengubah atribut penulis. Tidak diperbolehkan melakukan penulisan ulang kecuali mendapatkan izin terlebih dahulu dari penulis.

Semua naskah akan diproses untuk diseminasi secara nasional



MENDELEY



KOMITE ANNUAL RESEARCH SEMINAR (ARS) 2016

Pengarah

Siti Nurmaini, Universitas Sriwijaya
Saparudin, Universitas Sriwijaya
Darmawijoyo, Universitas Sriwijaya
Jaidan Jauhari, Universitas Sriwijaya
Afriyan Firdaus, Universitas Sriwijaya
Fathoni, Universitas Sriwijaya

Komite Nasional

Rinaldi Munir, Institut Teknologi Bandung
Eko Kuswardono Budiardjo, Universitas Indonesia
Anto Satriyo Nugroho, PTIK-BPPT
Waskitho Wibisono, Institut Teknologi Sepuluh November
Ahmad Nizar Hidayanto, Universitas Indonesia
Teguh Bharata Adji, Universitas Gadjah Mada
Made Sudarma, Universitas Udayana
Reza Pulungan, Universitas Gadjah Mada
Indra Budi, Universitas Indonesia
Noor Akhmad Setiawan, Universitas Gadjah Mada
Sritrusta Sukaridhoto, Politek Elektronika Negeri
Tohari Ahmad, Institut Teknologi Sepuluh November
Suherman, Universitas Sumatera Utara
Ahmad Hoirul Basori, Telkom University
Eko Didik Widiyanto, Universitas Diponegoro
Gembong Edhi Setyawan, Universitas Brawijaya
Arda Yunianta, Universitas Mulawarman
Hargyo Tri Nugroho, Universitas Multimedia Nusantara

Ketua Pelaksana

Deris Stiawan, Universitas Sriwijaya

Wakil Ketua

Erwin, Universitas Sriwijaya

Komite Pelaksana

Reza Fersandaya Malik, Universitas Sriwijaya
Samsuryadi, Universitas Sriwijaya
Ermatita, Universitas Sriwijaya
Sukemi, Universitas Sriwijaya
Iwan Pahendra, Universitas Sriwijaya
Hadipurnawan Satria, Universitas Sriwijaya
Yudha Pratomo, Universitas Sriwijaya
Yusuf Hartono, Universitas Sriwijaya
Rifkie Primartha, Universitas Sriwijaya
Fachrurozi, Universitas Sriwijaya

DAFTAR ISI

1	Literatur Review tingkat kematangan E-Learning di Perguruan Tinggi Indonesia <i>Purwita Sari, Darius Antoni, Syahril Rizal</i>	1
2	Perbandingan Performa Kombinasi Algoritma Pengurutan Quick-Insertion Sort dan Merge-Insertion Sort <i>Muhammad Ezar Al Rivan</i>	6
3	Desain <i>Single Screen Library</i> untuk Meningkatkan Efektivitas Layanan Perpustakaan <i>Dinna Yunika Hardiyanti, Sarifah Putri Raflesia</i>	11
4	Studi Performa Migrasi Ipv4 Ke Ipv6 pada Metode Dual Stack <i>Aan Restu Mukti, Edi Surya Negara</i>	14
5	Estimasi Attitude Quadcopter menggunakan Algoritma Complementary Filter <i>Septiyani, Rossi Passarella, Huda Ubaya</i>	22
6	Identifikasi Digital Literacy untuk mengukur kesiapan Jurnalisme Warga <i>Budi Susanto, Umi Probeykti</i>	33
7	Pelacakan Posisi Tag RFID Menggunakan Algoritma Genetika <i>Ahmad Fali Oklilas, Fachrur Rozi</i>	39
8	Penerapan Case Based Reasoning dan Algoritma Nearest Neighbor untuk Penentuan Lokasi Waralaba <i>Ali Khumaidi</i>	45
9	Robot Swarm <i>Leader Follower</i> Menggunakan Algoritma Logika Fuzzy Interval Tipe 2 <i>Gita Fadila Fitriana, Husnawati, Siti Nurmaini.</i>	52
10	Optimisasi <i>Mobile Robot</i> Pendeteksi Sumber Gas Menggunakan Metode <i>Hybrid</i> <i>Husnawati, Gita Fadila Fitriana, Siti Nurmaini.</i>	56
11	Pengaruh Penggunaan <i>Overlapped Character</i> untuk meningkatkan <i>Robustness</i> CAPTCHA <i>Muhammad Ezar Al Rivan, Sehat Martinus Surya Benediktus</i>	60
12	Implementasi Prosedur Forensik untuk Analisis Artefak Whatsapp pada Ponsel Android <i>Yesi Novaria Kunang, Anggie Khristian</i>	64
13	Perancangan dan Implementasi Website sebagai Media Survei Kualitas Video berdasarkan ITU-P.910 <i>Emanuel Efrat H, Yoanda Alim Syahbana, Heni Rachmawati</i>	74
14	Pengenalan Tulisan Tangan Angka Cina menggunakan Weighted United Moment Invariant dan Self Organizing <i>Kennyicia Susila Dharma, Samsuryadi, Novi Yusliani</i>	79
15	Credit Scoring Menggunakan Algoritma Classification And Regression Tree (CART) <i>Hermawan, Santun Irawan, Reza Firsandaya Malik</i>	82

16	Rancang Bangun Aplikasi <i>Push upDetector</i> Untuk Mendeteksi Kesalahan Gerakan <i>Push up</i> <i>Ari Muzakir</i>	86
17	Rancang Bangun Sistem Peringkasan Teks Multi-Dokumen <i>Gilbert Christopher, Novi Yusliani</i>	90
18	Perancangan dan Implementasi Aplikasi Android Penentu Salient Area pada Video dengan Algoritma K-Medoids <i>Dwi Listiyanti, Yoanda Alim Syahbana, Silvana Rasio Henim</i>	96
19	Analisis Forensik Aplikasi Instant Messaging Berbasis Android <i>Guntur Maulana Zamroni, Rusydi Umar, Imam Riadi</i>	102
20	Perbandingan Algoritma <i>Breadth First Search</i> dan <i>Depth First Search</i> Sebagai <i>Focused Crawler</i> <i>Doddy Teguh Yuwono, Abdul Fadlil, Sunardi</i>	107
21	Analisis Forensik Router Untuk Mendeteksi Serangan <i>Distributed Denial of Service (DDoS)</i> Secara <i>Real Time</i> <i>Faizin Ridho, Anton Yudhana, Imam Riadi</i>	112
22	Rancang Bangun Sistem Penghitungan <i>Gross Primary Production Data Sensing</i> <i>Jamaludin Dwi Laspandi, Sunardi, Abdul Fadlil</i>	118
23	Klasifikasi Malware Trojan Ransomware Dengan Algoritma Support Vector Machine (SVM) <i>Erick Lamdompak S</i>	123
24	Identifikasi Tanaman Kamboja menggunakan Ekstraksi Ciri Citra Daun dan Jaringan Syaraf Tiruan <i>Sapriani Gustina, Abdul Fadlil, Rusydi Umar</i>	129
25	Forensik Citra untuk Deteksi Rekayasa File Menggunakan <i>Error Level Analysis</i> <i>Titi Sari, Imam Riadi, Abdul Fadlil</i>	134
26	Perbandingan Desain dan Pemodelan Tangan Robot Lima Jari sebagai Sistem Underactuated <i>Tresna Dewi, Pola Risma, Yurni Oktarina, M. Taufik Roseno</i>	140
27	Ekstraksi Ciri Citra Batik Berdasarkan Tekstur Menggunakan Metode <i>Gray Level Co Occurrence Matrix</i> <i>Rizky Andhika Surya, Abdul Fadlil, Anton Yudhana</i>	147
28	Analisis Perbandingan Algoritma Fuzzy C-Means dan K-Means <i>Yohannes</i>	152
29	Prediksi Kebutuhan Buah dengan Segmentasi Pasar Menggunakan K-Means <i>Jejen Arisandi, Samsuryadi</i>	157
30	Analisis Forensik Digital Pada LineMessenger Untuk Penanganan <i>Cybercrime</i> <i>Ammar Fauzan, Imam Riadi, Abdul Fadlil</i>	160
31	Implementation of Document Classification using Naïve Bayes Classifier for the Performance and Level of Accuracy of Document Searching using Boyer-Moore Algorithm <i>Muhammad Arief Algiffary, Muhammad Fachrurrozi, Novi Yusliani</i>	165

32	Steganografi pada Citra Digital Berwarna 32-Bit Menggunakan <i>Least Significant Bit</i> <i>Ahmad Aidil Fitri MT, Drs. Megah Mulya, M.T., Alfarissi, M.Comp.Sc</i>	170
33	Rancang Bangun Sistem Pengecekan Ambiguitas Kalimat Berbahasa Indonesia Menggunakan <i>Harmony Search Algorithm</i> <i>Tristi Dwi Rizki, Novi Yusliani</i>	174
34	Program Bantu Penyusunan Jadwal Kuliah <i>Katon Wijana</i>	178
35	Kontrol Gerak Robot <i>Line Tracer</i> Menggunakan <i>On-Off Control</i> Berbasis Mikrokontroler Nuvoton ARM <i>Rendyansyah, Junial, Hepiyani</i>	185
36	Strategi Pengembangan <i>E-Culture</i> Berbasis <i>Aplwol</i> Menggunakan <i>Seci Model</i> <i>Melkior N.N Sitokdana</i>	189
37	Kombinasi MSER Dan SURF Dalam Mendeteksi Teks Pada Gambar Natural <i>Kgs Achmad Siddik, Yohannes, Drs. Saparudin, M.T, Ph.D</i>	197
38	Simulasi Sistem Pembaca Beda Fasa Dua Sinyal Sinusoidal Menggunakan Mikrokontroler <i>Luqman Hakim, Syahrizal</i>	202
39	Identifikasi Kalimat Pemborosan Menggunakan <i>Rule Based Reasoning</i> <i>Lucky Valatehan, Muhammad Fachrurrozi, Osvari Arsalan</i>	206
40	Deteksi Spam Email Menggunakan Bayesian Network <i>Dendy Andrian, Muhammad Fachrurrozi, Novi Yusliani</i>	209
41	Perancangan Pengamanan Sistem Informasi <i>Electronic Medical Record (Emr)</i> Dengan Metode Sha- 512 Studi Kasus Pada Klinik Jb Palembang <i>Pacu Putra, Reza Winiarni</i>	212
42	Segmentasi Citra Digital Menggunakan <i>Thresholding Otsu</i> untuk Analisa Perbandingan Deteksi Tepi <i>Ayu Ambarwati, Rossi Passarella, Sutarno</i>	217
43	Penerapan Metode <i>Item Based Collaborative Filtering</i> pada Sistem <i>Electronic Commerce</i> Berbasis Website <i>Fathoni, Pacu Putra, Rio Abdi Sucipta</i>	228
44	Sistem Kendali Fuzzy pada Mobile Robot <i>M. Maulana Aditya, Diah liani, Abdullah Bani Insani, Jefri Al Kausar, Ade Silvia</i>	232
45	Studi Awal Peringkasan Dokumen Bahasa Indonesia Menggunakan Metode <i>Latent Semantik Analysis</i> dan <i>Maximum Marginal Relevance</i> <i>Santun Irawan, Hermawan, Samsuryadi</i>	236
46	Penerapan <i>Ensemble Stacking</i> Untuk Klasifikasi Multi Kelas <i>Rio Ananda Fitriansyah, Saparudin</i>	241
47	Reduksi Pola Pemotongan Kertas pada <i>Cutting Stock Problem (CSP)</i> Satu Dimensi <i>Sisca Octarina, Putra BJ Bangun, Miranda Avifana</i>	245

48	Pembangunan Aplikasi Simulasi Ujian Berbasis Aplikasi Perangkat Bergerak <i>M Husni Syahbani</i>	252
49	Arsitektur Teknologi Informasi Berbasis Enterprise Architecture Planning (EAP) di Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (BMKG) <i>Wina Witanti, Asep Id Hadiana, Rinaldi Falah Ramadhan</i>	257
50	Perancangan Sistem Informasi Sumber Daya Manusia (SDM) AKMI Baturaja <i>Muhammad Romzi</i>	269
51	A Reasoning Technique for Taxonomy Expert System of Living Organisms <i>A.Desiani, Firdaus, S. I. Maiyanti</i>	273
52	Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Informasi Sinyal Sensor Kelembaban <i>Anton Yudhana, Muhamad Caesar Febriansyah Putra</i>	278
53	Pengembangan Knowledge Management System dengan model SECI dan pendekatan Soft System Methodology <i>Anugrah Widi, Ermatita</i>	282
54	Sistem Antrian Berbasis Web dengan Notifikasi Estimasi Pemanggilan dan Fitur Prioritas <i>Ardy Hidayat, Samsuryadi</i>	288
55	Pengembangan Sistem Citizen Journalism Berbasis Website dengan Metode Content Based Filtering <i>Muhammad Rendi, Jaidan Jauhari dan Ahmad Rifai</i>	485
56	Pengolahan Sinyal Fleks Sensor pada Sarung Tangan Pintar Penerjemah Bahasa Isyarat <i>Anton Yudhana, Fatria Ramadhan, Abdul Fadlil, Nuryono Satya Widodo</i>	297
57	Analisis Keamanan Webserver Menggunakan Metode Penetrasi Testing (<i>PENTEST</i>) <i>Yunanri W, Imam Riadi, Anton Yudhana</i>	301
58	Analisis Penugasan Sopir Pada Rute Optimal Pengangkutan Sampah Di Kota Palembang Dengan Menggunakan Metode Hungarian <i>Indrawati, Irmeilyana, Ning Eliyati, Agus Lukowi</i>	306
59	Perancangan Sistem Informasi Pelaporan Online KDRS Demam Berdarah di Kota Bandung <i>Dani Hamdani</i>	313
60	Visualisasi Serangan Brute Force Menggunakan Metode K-Means dan Naïve Bayes <i>Sari Sandra, Deris Stiawan, Ahmad Heryanto</i>	316
61	The Influence Of Online Sales Through Social Media and Mobile Applications Of Interest in Buying Customer Case Study ABC Store Palembang <i>Rika Kharlina Ekawati</i>	322
62	Penentuan Zona Wisata Bahari Pantai Rupat Utara Menggunakan Sistem Informasi Geografi <i>Roni Salambue, Nurdin</i>	330
63	Aplikasi Pencarian Merchant EDC Berbasis GIS Menggunakan Android <i>Viddi Mardiansyah, Mochamad Syamsul Ramdhani</i>	337

64	Sistem Rekomendasi Bacaan Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika Universitas Sriwijaya menggunakan Metode <i>Collaborative Filtering</i> dan <i>Naive Bayes</i> <i>Riri Intan Aprilia, Muhammad Fachrurrozi</i>	344
65	Visualisasi Serangan <i>Denial Of Service</i> Dengan <i>Clustering</i> Menggunakan <i>K-Means Algorithm</i> <i>Napsiah, Deris Stiawan, Ahmad Heryanto</i>	349
66	Penggunaan <i>Principal Component Analysis</i> dan <i>Minimum Distance Classifier</i> untuk Pengenalan Citra Buah <i>Bella Adinda Putri, Yulia Hapsari</i>	356
67	Visualisasi Serangan <i>Remote to Local (R2L)</i> Dengan <i>Clustering K-Means</i> <i>Eko Arip Winanto, Ahmad Heryanto, Deris Stiawan</i>	360
68	Identifikasi Tanda Tangan Menggunakan Transformasi Gabor Wavelet dan Jarak Minkowski <i>Junia Kurniati, S.kom</i>	364
69	Pencarian Dan Pemesanan Travel Berbasis <i>Mobile</i> dengan Google Maps API <i>Rasydi Umar, Prasetya Hari Prabowo</i>	370
70	Sistem Navigasi Pada Mobile Robot Dengan <i>Global Positioning System (Gps)</i> <i>Diah Liani, Ade Silvia, Lindawati</i>	374
71	Tracking Markerless Augmented Reality Untuk Design Furniture Room <i>Sri Desy Siswanti, Titpyan</i>	378
72	Rancang Bangun Infrastruktur Sistem Informasi Manajemen Sekolah untuk Pesantren <i>Joy Gabriel</i>	385
73	B-Share Aplikasi Bank Darah Untuk Mempercepat Penyediaan Informasi Darah sebagai pendukung terciptanya Smart City <i>Mutia Fadhila Putri, Indra Maulana, Andini Dwi Lestari, Dr.Ermatita, M.Kom</i>	388
74	Semantic Suffix Tree Clustering untuk Peningkatan Hasil Document Retriever pada Sistem Tanya Jawab Bahasa Indonesia <i>Dininta Isnurthina</i>	393
75	Penyelesaian Algoritma <i>Pattern Generation</i> dengan Model <i>Arc-Flow</i> pada <i>Cutting Stock Problem (CSP)</i> Satu Dimensi <i>Putra BJ Bangun, Sisca Octarina, Rika Apriani</i>	399
76	Peringkasan Otomatis Dengan Ekstraksi Informasi Untuk Dokumen Berita Ter-cluster <i>Ridwan Ilyas, Fajri Umbara</i>	406
77	Studi Pergeseran Paradigma Komputasi Tepat-Waktu <i>Sukemi</i>	410
78	Evaluasi Digital Library AMIK AKMI Baturaja Menggunakan HOT Fit Model <i>Kadarsih, Pujiyanto, Muhajir Arafat</i>	415

79	Analisis Popularitas Website Hebat Group dalam Bidang Media, Properti dan Pendidikan <i>Pujianto, Naproni, Kadarsih</i>	420
80	Klasifikasi Trafik Terenkripsi Menggunakan Metode <i>Deep Packet Inspection</i> (Dpi) <i>Tasmi, Sasut Analar Valianta, Deris Stiawan</i>	425
81	Pengaturan Gerakan <i>Hover</i> dan <i>Roll</i> pada <i>Quadcopter</i> dengan Menggunakan Metode PI Ziegler-Nichols dan PID Tyreus-Luyben <i>Huda Ubaya, Bambang Tutuko, Borisman Richardson, Sutrimo</i>	431
82	Asosiasi Rules Dan Moving Average Untuk Memprediksi Persediaan Bahan Baku Produksi <i>Dwi Asa Verano</i>	438
83	Sistem Pemanggilan Antrian Menggunakan Websocket <i>Nur Rachmat, Orissa Octaria, Dwi Meilitasari Tarigan, Samsuryadi</i>	446
84	Penerapan Sequential Pattern Mining pada Data Pemesanan untuk Strategi Penawaran dan Pemasaran Produk <i>Puspita Nurul Sabrina, S.Kom., M.T.</i>	450
85	Deteksi Serangan <i>Denial of Service</i> Menggunakan <i>Artificial Immune System</i> <i>Candra Adi Winanto</i>	457
86	Studi Perbandingan Performansi Antara MongoDB dan MySQL Dalam Lingkungan Big Data <i>Apri Junaidi</i>	461
87	Identifikasi Serangan Port Scanning dengan Metode String Matching <i>Sasut Analar Valianta, Tasmi, Deris Stiawan</i>	467
88	Implementasi Data Mining untuk Menentukan Kombinasi Media Promosi Barang Berdasarkan Perilaku Pembelian Pelanggan Menggunakan Algoritma Apriori <i>Desti Fitriati</i>	473

ISBN : 979-51

Lite

Fakal
Uni
Pale
wita

Abstract—In
disruption pada
sumber daya k
learning yang
sistem e-learning
menggunakan
berjalan untuk
mencapai ting
Pergerakan Te
masuk pada d
kegiatan dan
salah. Penulis
dapat diperoleh
tingkat kema
sudah saat a
dan institusi
(Delivery), 2 k
(Optimization)
tingkat kema
Indonesia.

Keywords—

Saat ini
dalam proses
terjadi di da
berada meng
saja dan ke
informasi tak
learning.
Implement
pembelajaran
termasuk in
teknologi web
keseluruhan ter

Penyelesaian Algoritma *Pattern Generation* dengan Model *Arc-Flow* pada *Cutting Stock Problem* (CSP) Satu Dimensi

Putra BJ Bangun, Sisca Octarina, Rika Apriani
Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya
Indralaya, Indonesia
e-mail: teger4959@ymail.com

Abstract—Permasalahan optimasi dalam kasus pengkombinasian pola pemotongan yang hanya memperhatikan salah satu sisi pemotongan dikenal dengan *Cutting Stock Problem* (CSP) satu dimensi. Penelitian ini menggunakan algoritma *pattern Generation* dan model *arc-flow* untuk menyelesaikan permasalahan pola pemotongan kayu. Berdasarkan hasil dan pembahasan didapatkan bahwa algoritma *pattern generation* menghasilkan pola-pola pemotongan yang optimal tanpa adanya *trim loss*. Pola-pola tersebut selanjutnya dimodelkan ke dalam model *arc-Flow*. Model yang terbentuk hanya menggunakan kendala pemenuhan permintaan dan kendala non negatif, sedangkan kendala yang berkaitan dengan konservasi *flow* tidak digunakan.

Keywords—*cutting stock problem; algoritma pattern generation; model arc-flow; trim loss*

I. PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering dijumpai dalam bidang perindustrian seperti industri kayu, kertas, baja, dan *fiber* adalah meminimumkan bahan baku. Bahan baku dengan ukuran yang lebih besar disebut *stock sheets*, umumnya harus dipotong-potong menjadi bentuk yang lebih kecil yang disebut *item*. Setiap *item* mempunyai jumlah permintaan tertentu, sehingga pola pemotongan sangat diperlukan agar sisa bahan baku dapat seminimal mungkin [6].

Masalah pemotongan bahan baku dalam dunia optimasi dikenal dengan sebutan *Cutting Stock Problem* (CSP) dan sisa pemotongan selanjutnya dikenal dengan istilah *trim loss*. *Trim loss* adalah sisa pemotongan berlebih yang disebabkan oleh peletakan pola pemotongan yang kurang tepat sehingga mengakibatkan ketidakefisienan penggunaan bahan baku [6].

CSP mempunyai 3 jenis yaitu CSP satu dimensi, CSP dua dimensi, dan CSP tiga dimensi. Pendimensian CSP dibedakan berdasarkan sisi *trim loss*. Penelitian ini membahas CSP satu

dimensi pada bidang industri kayu yang hanya melihat permasalahan pada sisi panjang.

CSP satu dimensi pernah dibahas oleh beberapa peneliti sebelumnya dengan menggunakan beberapa teknik dan material yang berbeda. *Column Generation Technique* (CGT) lebih tepat digunakan dalam penyelesaian CSP satu dimensi dibandingkan dengan algoritma Balas yang dimodifikasi karena tidak semua solusi yang dihasilkan berupa solusi biner [8]. Metode lain yang dapat digunakan dalam menyelesaikan CSP adalah model *arc-flow* dengan kendala sisi. Model ini memiliki seperangkat konservasi kendala *flow* dan satu kumpulan kendala permintaan untuk memastikan bahwa permintaan dari setiap *item* terpenuhi [6]. Selanjutnya, formulasi *arc-flow* dengan kompresi grafik untuk menyelesaikan CSP dengan pola biner (0-1) telah dilakukan [4].

Selain itu, algoritma *pattern generation* telah diperkenalkan oleh [9] untuk menyelesaikan masalah pemotongan bahan. Algoritma tersebut dilakukan untuk mengurangi jumlah pemotongan yang tidak layak. Selain itu, prosedur pola sederhana dikembangkan untuk menyelesaikan masalah tambahan. Kelemahan algoritma ini yaitu mengandalkan pohon pencarian dalam pencarian pola pemotongan. Ketika dihadapkan pada kasus yang menghasilkan pola pemotongan yang banyak, pohon pencarian tidaklah selalu efektif. Model *arc-flow* dengan kendala permintaan diharapkan dapat mengoptimalkan pencarian pola optimal dan meminimalkan *trim loss*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini membahas bagaimana penyelesaian algoritma *pattern generation* dengan model *arc-flow* pada CSP satu dimensi. Model ini diuji sebagai CSP satu dimensi material kayu pada permasalahan yang ada di salah satu depot di Indralaya.

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

http://ars.ilkom.unsri.ac.id

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini meneliti tentang pola pemotongan kayu. Data yang diuji berasal dari salah satu depot kayu di Indralaya. Algoritma *pattern generation* diterapkan untuk menentukan pola pemotongan yang optimal. Diagram pohon dibuat dari cabang atas ke bawah dan dari kiri ke kanan. Tabel *trim loss* dibuat berdasarkan gambar pencabangan yang telah dibuat. Data-data tersebut digunakan untuk membuat model *arc-flow* yang selanjutnya diselesaikan menggunakan bantuan program LINDO.

III. ALGORITMA PATTERN GENERATION

Pemotongan pada CSP biasanya merupakan ukuran bahan baku dengan lebar standar w dibawa ke n ukuran dengan lebar dan panjang tertentu dari w dan l masing-masing. Bahan baku dengan lebar standar w_k ($k = 1, 2, \dots, h$) dipotong ke n ukuran dengan lebar w_i dan panjang l_i ($i = 1, 2, \dots, n$). Tidak ada batasan pada panjang potongan standar. Untuk kepentingan tertentu, panjang potongan dapat digabungkan untuk menghasilkan panjang yang diinginkan. Tujuannya untuk menentukan pola pemotongan yang dapat meminimumkan *trim loss* dengan memenuhi permintaan. Model CSP dapat dilihat pada model (1).

Fungsi tujuan :

Minimumkan

$$z = \sum_{k=1}^h \sum_{j=1}^{m_k} c_{jk} x_{jk} + \sum_{i=1}^n w_i s_i \quad (1)$$

dengan kendala

$$\sum_{k=1}^h \sum_{j=1}^{m_k} a_{ijk} x_{jk} - s_i = l_i \quad \text{untuk semua } i \quad (2)$$

$$x_{jk}, s_i, c_{jk}, a_{ijk} \geq 0 \quad \text{untuk semua } i, j \text{ dan } k \quad (3)$$

dengan :

a_{ijk} adalah jumlah unit dengan lebar w_i yang akan dipotong menurut pola ke j dari potongan ke k ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$; $k = 1, 2, \dots, h$).

x_{jk} adalah panjang potongan ke k yang akan dipotong menurut pola ke j .

c_{jk} adalah sisa pemotongan dari potongan ke k yang akan dipotong menurut pola ke j .

s_i adalah panjang yang berlebih/kelebihan panjang yang akan menghasilkan potongan dengan lebar ke w_i .

m_k adalah jumlah pola pemotongan yang dapat menghasilkan potongan ke k .

Pembangkitan pola pemotongan yang fisibel diperoleh melalui sebuah pohon pencarian. Level dari pohon menyatakan lebar yang diperlukan disusun dengan urutan menurun dimana ukuran terbesar di level pertama sedangkan ukuran terkecil diletakkan di level terendah dari pohon. Verteks awal dari level I menyatakan lebar standar dari potongan ke k (w'_k) yang digunakan untuk membangkitkan pola. Oleh karena itu, pohon pencarian terpisah digunakan untuk membangkitkan pola tergantung dengan masing-masing lebar standar.

Cabang dari level i pada pohon pencarian menyatakan perkalian antara jumlah unit dengan lebar i yang dipotong menurut pola ke j dengan lebar ke w_i . Perkalian ini menyatakan jumlah lebar yang dipotong dari potongan ke k untuk memenuhi lebar ke w_i . Verteks awal pada level ke i menyatakan sisa lebar setelah memenuhi pemotongan tertentu dari cabang $i - 1$ sebelumnya. Verteks akhir pada level tertinggi dari pohon menunjukkan sisa pemotongan yang dihasilkan dari pola pemotongan yang berbeda.

Misalkan $w_1 > w_2 > w_3 > \dots > w_n$. Untuk setiap gulungan ke k , sebuah matriks $[a_{ijk}]$ dengan elemen $n \times m_k$ harus diketahui.

Untuk elemen pertama di kolom pertama :

$$a_{11k} = \left\lfloor \frac{w'_k}{w_1} \right\rfloor \quad (4)$$

Untuk elemen ke dua di kolom pertama :

$$a_{21k} = \left\lfloor \frac{w'_k - a_{21k} w_1}{w_2} \right\rfloor \quad (5)$$

Untuk elemen ke i di kolom pertama :

$$a_{i1k} = \left\lfloor \frac{(w'_k - \sum_{z=1}^{i-1} a_{z1k} w_z)}{w_i} \right\rfloor \quad (6)$$

Untuk elemen ke i di kolom ke j , dirumuskan :

$$a_{ijk} = \left\lfloor \frac{(w'_k - \sum_{z=1}^{i-1} a_{zjk} w_z)}{w_i} \right\rfloor \quad (7)$$

Trim Loss pola pemotongan dapat ditentukan oleh :

$$c_{jk} = w'_k - \sum_{i=1}^n a_{ijk} w_i \quad (8)$$

Secara terperinci langkah-langkah pada algoritma *pattern generation* diuraikan sebagai berikut :

1. Susun ukuran lebar yang diperlukan w_i ($i = 1, 2, \dots, n$) dengan urutan menurun.
2. Gunakan Persamaan (7) untuk mengisi kolom pertama ($j = 1$) dari matriks.
3. Gunakan Persamaan (8) untuk mencari sisa pemotongan yang dihasilkan dari pola pemotongan.
4. Atur level indeks (indeks baris) i ke $n - 1$.
5. Periksa verteks sekarang pada level i , misal verteks (i, j) . Jika verteks memiliki nilai sama dengan nol ($a_{ijk} = 0$), lanjut ke Langkah 7. Jika tidak bangkitkan kolom baru $j = j + 1$ dengan elemen-elemen berikut :
 - $a_{zjk} = a_{zi-1k}$ ($z = 1, \dots, i - 1$) elemen untuk mengisi verteks yang mendahului verteks sekarang i, j .
 - $a_{ijk} = a_{ij-1k} - 1$ elemen untuk mengisi verteks sekarang i, j .
 - Isi sisa verteks dari kolom j . Misalnya $a_{i+1jk}, a_{i+2jk}, \dots, a_{njk}$ dengan Persamaan (7).
6. Gunakan Persamaan (8) untuk mencari *trim loss* yang dihasilkan dari pola pemotongan ke j . Kembali ke Langkah 4.
7. Pengurangan i , misal $i = 1 - i$. Jika $i > 0$ ulangi ke Langkah 5. Jika tidak, berhenti.

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
 6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

http://ars.ilkom.unsri.ac.id

IV. MODEL ARC FLOW

Model *arc-flow* yang bertujuan meminimumkan masalah *flow* (aliran) satu dimensi CSP dikenalkan [6]. Setiap pemotongan sesuai dengan jalan asiklik yang digambarkan oleh graf $G = (V, A)$, dengan $V = \{0, 1, \dots, W\}$ sebagai himpunan dari $W+1$ verteks yang menentukan posisi dari *stock sheet*, dan $A = \{(u, v) : 0 \leq u < v \leq W \text{ dan } u - v = w_i, \forall i = 1, \dots, m\}$ sebagai himpunan dari busur. Model tersebut dirumuskan sebagai permasalahan minimum *flow*, dengan variabel f_{uvi} bersesuaian dengan busur (u, v) , misalnya jumlah dari lebar *item* $v - u$ ditempatkan pada jarak dari u unit dari awal *stock sheet* yang diberikan, dan variabel z sesuai dengan total *flow* yang bergerak sepanjang graf dan dapat dilihat sebagai aliran (*flow*) balik dari verteks W ke verteks 0. Formulasi umum *arc-flow* adalah sebagai berikut :

Maksimumkan/minimumkan z (9)

dengan kendala

$$\sum_{(u,v,i) \in A} f_{uvi} - \sum_{(v,u',i) \in A} f_{uv'i} = \begin{cases} -z & \text{jika } v = S, \\ z & \text{jika } v = T, \\ 0 & \text{untuk } v \in V \setminus \{S, T\}, \end{cases} \quad (10)$$

$$\sum_{(u,v,i) \in A} f_{uvi} \geq b_i \quad i \in \{1, \dots, m\}, \quad (11)$$

$$f_{uvi} \geq 0 \text{ dan integer, } \forall (u, v, i) \in A, \quad (12)$$

dengan :

z adalah variabel yang dapat dilihat sebagai busur umpan balik dari verteks T ke S ;

b_i adalah permintaan dari *item* ke- i ;

A adalah himpunan dari busur yang memiliki komponen (u, v, i) ;

f_{uvi} adalah jumlah aliran di sepanjang busur (u, v, i) ;

m adalah jumlah *item* yang berbeda;

S adalah verteks awal; dan

T adalah verteks akhir.

Kendala (10) berkaitan dengan konservasi *flow* dan kendala (11) memastikan bahwa semua permintaan tercukupi.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kasus yang digunakan pada penelitian ini adalah pemotongan kayu untuk membuat kusen pintu dan jendela. Setiap kusen terdiri dari beberapa potongan kayu dengan bermacam-macam ukuran. Tabel 1 menjelaskan jumlah potongan kayu yang dibutuhkan untuk membuat setiap jenis pintu dan jendela.

Tabel 1. Nama-Nama Produk dan Ukuran Potongan Kayu yang Dibutuhkan

Nama Produk	Jumlah Potongan Kayu yang Dibutuhkan (Buah)					
	2 m	1,6 m	1 m	0,8 m	0,5 m	0,4 m
Kusen Pintu Jenis ke-1	2	-	1	-	-	-
Kusen Pintu Jenis ke-2	2	-	-	1	-	-
Kusen Jendela Jenis ke-1	-	2	-	-	-	2
Kusen Jendela Jenis ke-2	-	2	-	-	2	-
Kusen Jendela Jenis ke-3	-	3	-	2	-	-
Kusen Pintu Lengkung	2	3	-	-	-	2

Sedangkan data jumlah kusen yang dipesan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis-Jenis Kusen dan Jumlah Kusen yang Dipesan

Jenis-Jenis Kusen	Jumlah
Kusen Pintu Jenis ke-1	5
Kusen Pintu Jenis ke-2	15
Kusen Jendela Jenis ke-1	32
Kusen Jendela Jenis ke-2	2
Kusen Jendela Jenis ke-3	2
Kusen Pintu Lengkung	1

Ukuran standar kayu persediaan yang digunakan Depot Kusen memiliki panjang 4 meter, lebar 0,12 meter dan tinggi 0,06 meter. Berdasarkan data pada Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dikelompokkan ukuran potongan-potongan kayu yang dibutuhkan untuk membuat kusen pintu dan kusen jendela serta jumlah masing-masing potongan.

Jumlah total potongan kayu didapat dengan cara menghitung potongan yang dibutuhkan untuk membuat semua kusen yang dipesan yang dapat dilihat pada Tabel 3. Jumlah total setiap potongan kayu yang dibutuhkan adalah nilai dari variabel b_i pada setiap kendala yang bersesuaian.

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
 6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

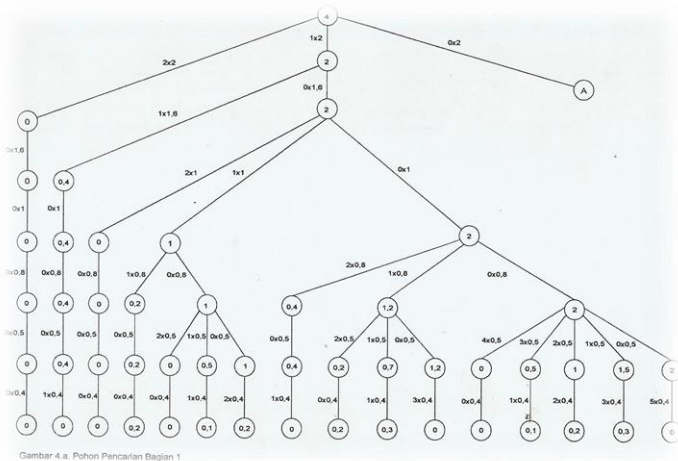
ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

<http://ars.ilkom.unsri.ac.id>

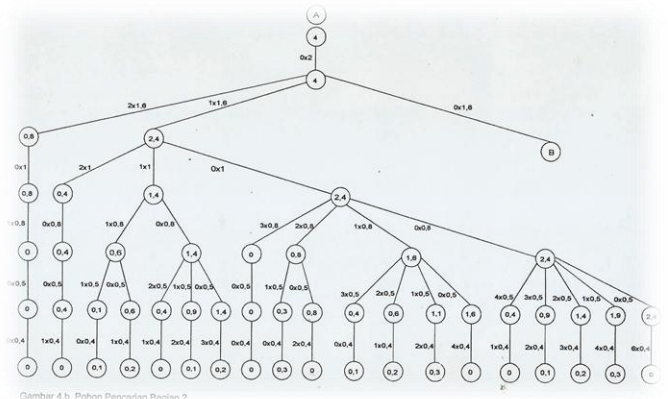
Tabel 3. Data Ukuran Potongan-Potongan Kayu dan Jumlahnya yang Dibutuhkan

No	Jenis-jenis Kusen	Jumlah Kusen yang Dipesan	Jumlah Potongan Kayu yang Dibutuhkan untuk Membuat Kusen yang Dipesan (Buah)					
			2 m	1,6 m	1 m	0,8 m	0,5 m	0,4 m
1	Kusen Pintu Jenis ke-1	5	10	-	5	-	-	-
2	Kusen Pintu Jenis ke-2	15	30	-	-	15	-	-
3	Kusen Jendela Jenis ke-1	32	-	64	-	-	-	64
4	Kusen Jendela Jenis ke-2	2	-	4	-	-	4	-
5	Kusen Jendela Jenis ke-3	2	-	6	-	4	-	-
6	Kusen Lengkung	1	2	3	-	-	-	2
Jumlah			42	77	5	19	4	66

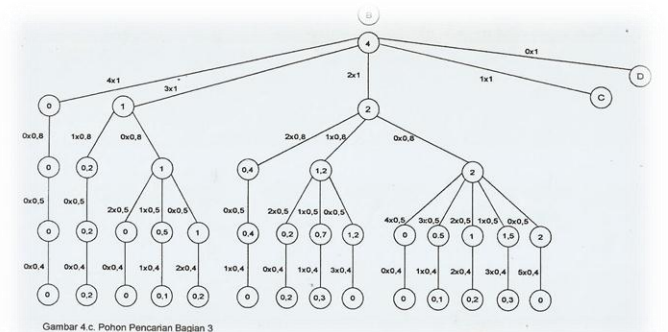
Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa potongan kayu berukuran 0,4 meter dibutuhkan sebanyak 66 buah. Pohon pencarian digunakan untuk menentukan pola pemotongan yang sesuai dengan panjang dan ukuran yang diminta agar menghasilkan *trim loss* yang minimum. Penerapan algoritma *pattern generation* dalam menentukan pola pemotongan untuk kayu dengan panjang standar 4 meter, dihasilkan pada Gambar 1.



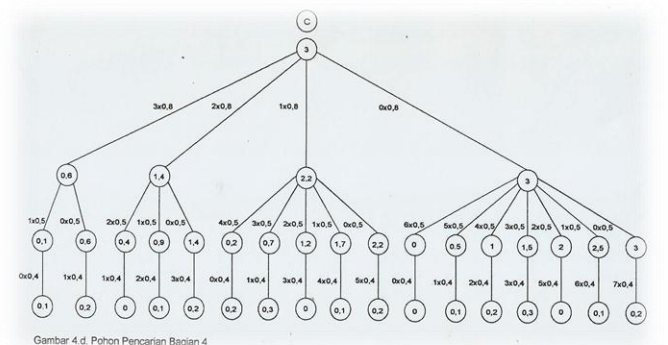
Gambar 1. Pohon Pencarian Bagian 1



Gambar 2. Pohon Pencarian Bagian 2



Gambar 3. Pohon Pencarian Bagian 3

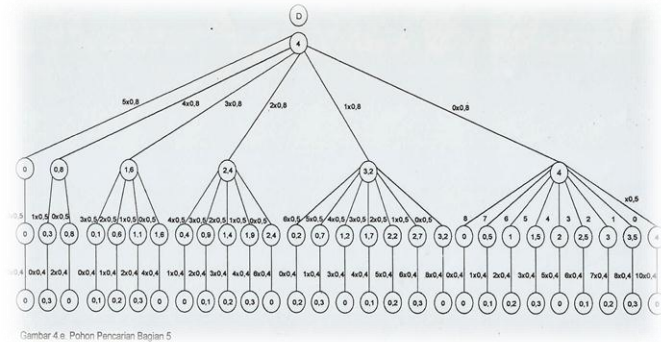


Gambar 4. Pohon Pencarian Bagian 4

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

<http://ars.ilkom.unsri.ac.id>



Gambar 5. Pohon Pencarian Bagian 5

Algoritma *pattern generation* yang telah digunakan untuk menentukan pola pemotongan menghasilkan *trim loss* masing-masing yaitu 0; 0,1; 0,2 dan 0,3 meter. Dari 94 pola pemotongan yang diperoleh, dipilih pola pemotongan dengan *trim loss* yang paling minimum yaitu 0 meter seperti pada Tabel 4 dan selanjutnya akan diimplementasikan ke dalam model *arc-flow*.

Tabel 4. Tabel Pola-Pola Pemotongan

Pola ke-j	Jumlah Potongan						Trim Loss (m)
	2 m	1,6 m	1 m	0,8 m	0,5 m	0,4 m	
1	2	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	1	0
3	1	0	2	0	0	0	0
4	1	0	1	0	2	0	0
5	1	0	0	2	0	1	0
6	1	0	0	1	0	3	0
7	1	0	0	0	4	0	0
8	1	0	0	0	0	5	0
9	0	2	0	1	0	0	0
10	0	1	2	0	0	1	0
11	0	1	1	0	2	1	0
12	0	1	0	3	0	0	0
13	0	1	0	2	0	2	0
14	0	1	0	1	0	4	0
15	0	1	0	0	4	1	0
16	0	1	0	0	0	6	0
17	0	0	4	0	0	0	0
18	0	0	3	0	2	0	0
19	0	0	2	2	0	1	0
20	0	0	2	1	0	3	0
21	0	0	2	0	4	0	0
22	0	0	2	0	0	5	0
23	0	0	1	2	2	1	0
24	0	0	1	1	2	3	0
25	0	0	1	0	6	0	0
26	0	0	1	0	2	5	0
27	0	0	0	5	0	0	0
28	0	0	0	4	0	2	0
29	0	0	0	3	0	4	0
30	0	0	0	2	4	1	0
31	0	0	0	2	0	6	0
32	0	0	0	1	4	3	0
33	0	0	0	1	0	8	0
34	0	0	0	0	8	0	0
35	0	0	0	0	4	5	0
36	0	0	0	0	0	10	0

Tabel 4 menggambarkan bahwa, apabila 1 buah kayu persediaan berukuran standar 4 meter dipotong menggunakan pola pemotongan ke-j, maka dihasilkan sejumlah potongan kayu berukuran K_i , dengan $K_1 = 2$ meter, $K_2 = 1,6$ meter, $K_3 = 1$ meter, $K_4 = 0,8$ meter, $K_5 = 0,5$ meter, dan $K_6 = 0,4$ meter. Data pada tabel pola pemotongan tersebut selanjutnya digunakan untuk membentuk model *arc-flow* seperti pada Model (13) sebagai berikut:

Minimumkan

$$z = 4x_1 + 4x_2 + 4x_3 + 4x_4 + 4x_5 + 4x_6 + 4x_7 + 4x_8 + 4x_9 + 4x_{10} + 4x_{11} + 4x_{12} + 4x_{13} + 4x_{14} + 4x_{15} + 4x_{16} + 4x_{17} + 4x_{18} + 4x_{19} + 4x_{20} + 4x_{21} + 4x_{22} + 4x_{23} + 4x_{24} + 4x_{25} + 4x_{26} + 4x_{27} + 4x_{28} + 4x_{29} + 4x_{30} + 4x_{31} + 4x_{32} + 4x_{33} + 4x_{34} + 4x_{35} + 4x_{36}$$

dengan kendala

$$2x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \geq 84$$

$$x_2 + 2x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} \geq 123,2$$

$$2x_3 + x_4 + 2x_{10} + x_{11} + 4x_{17} + 3x_{18} + 2x_{19} + 2x_{20} +$$

$$2x_{21} + 2x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} \geq 5$$

$$2x_5 + x_6 + x_9 + 3x_{12} + 2x_{13} + x_{14} + 2x_{19} + x_{20} + 2x_{23} +$$

$$x_{24} + 5x_{27} + 4x_{28} + 3x_{29} + 2x_{30} + 2x_{31} + x_{32} + x_{33} \geq 15,2$$

$$2x_4 + 4x_7 + 2x_{11} + 4x_{15} + 2x_{18} + 4x_{21} + 2x_{23} + 2x_{24} +$$

$$6x_{25} + 2x_{26} + 4x_{30} + 4x_{32} + 8x_{34} + 4x_{35} \geq 2$$

$$x_2 + x_5 + 3x_6 + 5x_8 + x_{10} + x_{11} + 2x_{13} + 4x_{14} + x_{15} +$$

$$6x_{16} + x_{19} + 3x_{20} + 5x_{22} + x_{23} + 3x_{24} + 5x_{26} + 2x_{28} +$$

$$4x_{29} + x_{30} + 6x_{31} + 3x_{32} + 8x_{33} + 5x_{35} + 10x_{36} \geq 26,4$$

$$x_j \geq 0 \text{ dan integer, } j = 1, 2, 3, \dots, 36 \quad (13)$$

Fungsi tujuan z pada Persamaan (13) menyatakan banyak kayu yang akan dipotong untuk membuat kusen pintu dan jendela. Kendala yang digunakan hanya kendala untuk memastikan permintaan pemesanan terpenuhi dan kendala nonnegatif, untuk kendala yang berkaitan dengan konservasi *flow* tidak digunakan karena dalam pemilihan pola pemotongan yang digunakan adalah pola pemotongan dengan *trim loss* yang paling minimum yaitu 0 meter, sehingga tidak ada fungsi yang menyatakan panjang *trim loss*.

Model *arc-flow* yang sudah terbentuk selanjutnya diselesaikan dengan menggunakan metode *Branch and Bound* dan program LINDO 6.1 untuk mendapatkan hasil akhir. Berdasarkan hasil penyelesaian Model (13) diperoleh solusi optimal yaitu $x_2 = 82$, $x_3 = 2$, $x_4 = 1$ dan $x_9 = 21$. Hal ini berarti dalam memenuhi permintaan pemesanan kusen pintu dan kusen jendela dapat digunakan pola pemotongan ke 2 sebanyak 82 kali, pola pemotongan ke 3 sebanyak 2 kali, pola pemotongan ke 4 sebanyak 1 kali dan pola pemotongan ke 9 sebanyak 21 kali. Panjang total kayu yang diperoleh untuk membuat kusen yang dipesan adalah 424 meter artinya jumlah total kayu persediaan panjang 4 meter yang dipotong adalah 106 buah.

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

<http://ars.ilkom.unsri.ac.id>

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah dicapai, dapat diambil kesimpulan bahwa algoritma *pattern generation* dapat menentukan semua pola pemotongan dengan terperinci hingga menghasilkan *trim loss* 0 meter. Proses pencabangan membutuhkan iterasi yang cukup panjang dan algoritma ini tidak memberikan total *trim loss* yang dihasilkan. Ketika, pola-pola pemotongan yang terbentuk dimodelkan ke dalam model *arc-flow*, total *trim loss* dan jumlah kayu yang dibutuhkan dapat diketahui. Model *arc-flow* yang terbentuk hanya menggunakan kendala pemenuhan permintaan dan kendala nonnegatif, sedangkan kendala yang berkaitan dengan konservasi *flow* tidak digunakan karena dalam pemilihan pola pemotongan yang digunakan adalah pola pemotongan dengan *trim loss* yang paling minimum yaitu 0 meter, sehingga tidak ada fungsi yang menyatakan panjang *trim loss*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Aldridge, S.J. Chapman, R. Gower, R. Leese, C. McDiarmid, M. Shepherd, H. Tuentner, H. Wilson and A. Zinober, "Pattern reduction in paper cutting," in Report of the 29th European Study Group with Industry, University of Oxford, 1996.
- [2] C. Antens, T. Gustaffson, A. Paulshus, C. Stroh, and M. Wiese, "Pattern reduction in the paper cutting problem," in The Ninth ECMI Modelling Week. Penn State A Publication Research, 1996.
- [3] D.S. Chen, R.G. Batson, and Y. Dang, Applied Integer Programming Modeling and Simulation. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.
- [4] F. Brandao and J.P. Perdroso, "Cutting stock with binary patterns: arc-flow formulation with graph compression," in Technical Report Series : DCC-2013-09., 2013.
- [5] J. Karehlati, "Solving the cutting stock problem in the steel industry," in Master's Thesis Submitted in Partial Fulfillment of The Requirements for degree of Master of Science in Technology, Helsinki University of Technology, 2002.
- [6] R. Macedo, C. Alves, and J.M.V. Carvalho, "Arc flow model for the two-dimensional guillotine cutting stock problem," in Computers & Operational Research, Volume 37 Issues 6, pp. 991-1001, June 2010.
- [7] R.W. Haessler and P.E. Sweeney, "Cutting stock problems and solution procedures," in European Journal of Operational Research, Vol. 54, pp. 141-150, 1991.
- [8] S. Octarina, P.B.J. Bangun, and D. Setiadi, "Optimasi trim loss pada cutting stock problem menggunakan column generation technique dan algoritma balas yang dikembangkan," in Proceeding Annual Research Seminar, Vol. 1 No. 1, pp. 57-58, 2015.
- [9] S.M.A. Suliman, "Pattern generating procedure for the cutting stock problem," in International Journal of Production Economics, vol. 74, pp. 293-301, 2001.