

USULAN PERBAIKAN METODE PEMILIHAN ALTERNATIF PEMOTONGAN ROLL DENGAN MODEL TRIM LOSS - *INTEGER LINEAR PROGRAMMING* (STUDI KASUS : PT PELITA CENGKARENG PAPER & CO, TANGERANG)

Vivi Triyanti dan Orlena Tirtasari

Jurusan Teknik Industri - Universitas Katolik Unika Atma Jaya

Jl. Jend. Sudirman 51 Jakarta 12930

viv_triyanti@atmajava.ac.id

Abstrak

Dalam industri kertas seperti yang ditekuni oleh PT. Pelita Cengkareng Paper & Co. pemotongan roll sesuai permintaan dilakukan dengan mempertimbangkan alternatif alternatif yang mungkin dengan sisa pemotongan seminimal mungkin. Selama in metode yang digunakan adalah dengan cara trial and error. Akibatnya, dibutuhkan waktu cukup lama dengan hasil yang belum tentu optimal, artinya sisa pemotongan mungkin akan berlebihan. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan suatu dasar matematis untuk masalah Trimloss. Model yang dibuat berdasarkan 2 fungsi tujuan yaitu minimasi sisa pemotongan untuk Model I dan makasimasi keuntungan dalam bentuk bobot keuntungan. Hasil penelitian berupa tabel alternatif potongan dan jumlah roll awal yang harus dipotong dengan satu set alternatif tertentu, yang diharapkan dapat membantu perusahaan dalam perencanaan produksi kertas jenis medium 125 gsm dalam memenuhi permintaan yang ada. Berdasarkan hasil dari penelitian ini, total sisa dari model minimasi sisa adalah sebesar 1790 cm dan total keuntungan dari model maksimasi keuntungan adalah sebesar 16777,5 dalam bobot keuntungan yang meningkat dari 14643,75 dengan menggunakan sistem sekarang. Perusahaan belum memiliki data sisa pemotongan dari metode saat ini.

Kata kunci : model trimloss, minimasi sisa, maksimasi keuntungan, integer linier programming.

Abstract

In the paper industry, cutting stock is done by considering all the alternatives possible in cutting the jumbo roll into rolls with smaller widths. The method used now is trial and error which results with long hours of work with no guarentee of optimality, meaning that the trim loss could be excessive which then cause loss to the customers. This research's goal is to use a method with mathematical basis for the trim loss problem. The model would have 2 objectives, one for the trim loss model an, as a comparison, is to maximize the benefit shown in ranks instead of the actual benefit. The result of this research is a table consisting of all cutting alternatives made by trial and error dan the number of the jumbo rolls cut according to some alternatives. This research is expected to be able to help the company to decide which alternative to use due to the demand. This research yields 1790 cm of trim loss with no record of it from the method used now and 16777,5 in rank of benefit, increasing from 14643,75 from the method used now.

Key words : minimum trim loss, maximum benefit, integer linear programming

PENDAHULUAN

Masalah *cutting stock* dalam industri kertas adalah masalah pemilihan alternatif pemotongan suatu *stock roll* menjadi roll dengan lebar yang lebih kecil sesuai permintaan. Ada beberapa alternatif pemotongan yang akan menyebabkan terdapat sisa pemotongan kertas yang tidak dapat dijual kembali sebagai produk, yang disebut dengan sisa atau kerugian pemotongan (*trim loss*). Selama ini perusahaan menentukan alternatif pemotongan yang akan digunakan dengan cara *trial and error* sehingga tidak semua kombinasi turut dipertimbangkan dalam pemilihan alternatif yang akan digunakan. Kombinasi pemotongan yang dipilih semata dengan syarat mampu memenuhi pesanan tersebut, tanpa mengkombinasikan ketersediaan kapasitas mesin dan permintaan itu sendiri. Perusahaan belum memiliki dasar matematis untuk mengatur kombinasi pemotongan yang akan dilakukan pada mesin tertentu yang sesuai dengan jumlah permintaan.

TINJAUAN PUSTAKA

Bentuk Umum Program Linier

Dalam menyajikan masalah yang akan dipecahkan, dalam program linier ada dua macam fungsi, yaitu fungsi tujuan (*objective functions*) dan fungsi batasan (*constraint functions*).

Pada umumnya nilai yang akan dioptimalkan dinyatakan sebagai Z . Sementara fungsi batasan adalah bentuk penyajian secara matematis batasan kapasitas yang akan dialokasikan secara optimal dalam berbagai kegiatan. Istilah umum dalam program linier yang diuraikan di atas dapat diringkas sebagai berikut : [5, hlm 12]

1. Fungsi yang akan dioptimalkan:

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \text{ disebut sebagai fungsi tujuan (objective function). ... (1)}$$

2. Fungsi batasan dapat dikelompokkan menjadi 2 macam, yaitu :

- a. Fungsi batasan fungsional yaitu fungsi batasan sebanyak m (yaitu $a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{im}X_n$) (2)

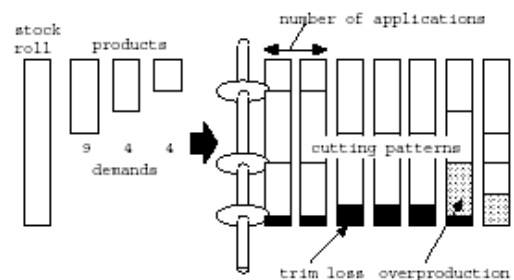
- b. Fungsi batasan non negatif (*non-negative constraints*) yaitu fungsi batasan yang dinyatakan dengan : $X_i \geq 0$ (3)

3. Variabel X_j disebut variabel keputusan (*decision variables*).

4. a_{ij} , b_i , dan c_j , yaitu masukan (*input*) konstan, disebut sebagai parameter model.

Model TRIM LOSS

Pemrograman linier dengan metode simpleks sering digunakan untuk menyelesaikan banyak model, salah satu yang paling sering digunakan adalah dalam masalah *cutting stock* dengan model kerugian pemotongan (*trim loss*). Model ini bertujuan untuk mencari kombinasi susunan pisau yang akan memenuhi pesanan yang diperlukan dengan bidang kerugian pemotongan yang terkecil [6, hlm 42] sesuai dengan tujuan model I.



Gambar 1 Model Trim Loss

Model *trim loss* dapat digunakan untuk pemotongan mulai dari pemotongan 1 dimensi sampai 3 dimensi, dengan tingkat kesulitan yang meningkat pula. Gambar 1 adalah ilustrasi untuk model pemotongan dengan 1 dimensi, masalahnya adalah ada sejumlah atau satu roll awal (*parent roll*) yang akan dipotong dengan kombinasi-kombinasi (*cutting patterns*) untuk menghasilkan produk-produk dengan ukuran lebar yang lebih kecil. Cara pemotongan ini akan menghasilkan sisa pemotongan (*trim loss*) dan juga kelebihan produksi roll dari permintaan.

Secara umum, bentuk model *trim loss* memiliki notasi sebagai berikut:

l_i : lebar pesanan

d_i : jumlah yang dibutuhkan dari pesanan dengan lebar l_i

U_j : Panjang roll awal, $j = 1, \dots, m$

p_{ij} : jumlah dari pesanan dengan lebar li yang dipotong dari lebar awal U_j

Fungsi Tujuan :

$$\text{Minimasi } \sum_{j=1}^m t_j \quad (4)$$

(meminimasi *trim loss* lebih besar atau sama dengan $\max li$)

Fungsi Batasan :

$$\sum p_{ij} = d_i \quad \forall i \quad (5)$$

(batasan permintaan – hasil pemotongan harus sama jumlahnya dengan permintaan)

$$p_{ij} \geq 0 \quad (6)$$

(batasan nilai variabel non-negatif)

ILP dengan Branch and Bound

Pemrograman linier integer (integer linear programming) pada intinya berkaitan dengan program linier dimana beberapa atau semua variabel memiliki nilai integer (bulat). Model matematis untuk pemrograman linier integer serupa dengan model pemrograman linier, perbedaannya hanya pada penambahan 1 batasan bahwa variabelnya harus berupa bilangan bulat. [3, hlm 456]

Perhitungan pemrograman linier integer memiliki beberapa kesulitan, yaitu banyaknya variabel bilangan bulat dan struktur masalah. Selain itu, jumlah dari batasan juga penting, seringkali penambahan banyak batasan akan mengurangi waktu perhitungan karena banyaknya penyelesaian layak dapat dikurangi.

Untuk masalah pemrograman linier integer ada beberapa pendekatan yang sering dipakai, seperti metode percabangan dan pembatasan (*branch and bound*) serta algoritma bidang pemotong. Dengan kedua metode ini, batasan yang ditambahkan secara efektif akan menyingkirkan beberapa bagian dari ruang pemecahan tetapi tidak menyingkirkan satu pun dari titik integer yang layak. Dari kepentingan praktisnya, metode *branch and bound* lebih sering digunakan.

Langkah-langkah Algoritma Branch And Bound

Pengolahan model dengan menggunakan algoritma ini dimulai dengan penyelesaian model sebagai *linear programming* biasa dan kemudian solusi yang tidak berbentuk integer akan melalui perhitungan *branch and bound*. Langkah kerja algoritma *branch and bound* ini dengan asumsi masalah maksimasi, definisikan z sebagai batas bawah dari pemecahan pemrograman integer linier yang optimum, pada awalnya tetapkan $z = -\infty$ dan $i = 0$ [6, hlm 329]

Langkah 1

Ukur (batasi). Pilih LPi sebagai bagian dari masalah berikutnya untuk diteliti. Pecahkan LPi dan coba ukur bagian masalah itu dengan kondisi yang sesuai.

- Jika LPi terukur (menghasilkan pemecahan integer yang layak dan tidak dapat menghasilkan pemecahan yang lebih baik daripada yang telah ada), perbarui batas bawah z jika pemecahan pemrograman integer linier yang lebih baik ditemui; jika tidak pilih masalah baru i dan ulangi langkah 1. Jika semua bagian masalah telah diteliti, hentikan; Pemrograman integer linier optimum berkaitan dengan batas bawah z terakhir, jika ada. Jika tidak,
- Jika LP1 tidak terukur, lanjutkan ke langkah 2 untuk melakukan percabangan LPi.

Langkah 2: Percabangan.

Pilih satu variabel x_j yang nilai optimumnya x_j^* dalam pemecahan LPi tidak memenuhi batasan integer. Singkirkan bidang $[x_j^*] < x_j < [x_j^* + 1]$ (dimana $[A]$ mendefinisikan integer terbesar $\leq A$) dengan membuat dua bagian masalah LP yang berkaitan dengan dua batasan yang tidak dapat dipenuhi secara bersamaan ini :

$$x_j \leq [x_j^*] \text{ dan } x_j \geq [x_j^*] + 1$$

Kembali ke langkah 1.

METODOLOGI

Pengumpulan Data

Pada tahap ini, pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dengan pihak perusahaan, melihat dokumentasi agar dapat memperoleh data-data parameter-parameter

model. Data yang diperlukan adalah data sekunder yang terdiri dari :

1. Data permintaan untuk kertas Medium 125gsm
2. Data historis produksi kertas tahun 2005
3. Data ukuran roll
4. Data kapasitas mesin, keuntungan

Data-data ini yang mempengaruhi nilai parameter pada pembuatan model matematis.

Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data dilakukan beberapa langkah yaitu :

1. Identifikasi Kebutuhan dan Tujuan Model
2. Identifikasi Parameter Model
3. Perhitungan Parameter Model
4. Pembangunan Fungsi Tujuan Model
5. Pembangunan Fungsi Batasan Model
6. Verifikasi dan validasi Model
7. Penyelesaian Model dengan Alat Bantu *Solver*

HASIL PENELITIAN

Identifikasi Kebutuhan Pihak yang Terkait

Untuk setiap pihak yang terkait dalam permasalahan optimasi alternatif pemotongan ini, tiap pihak tersebut memiliki kebutuhan dan kepentingan yang berbeda atas model pemecahan permasalahan alternatif pemotongan ini tetapi memiliki tujuan yang sama dalam permodelannya. Baik pihak perusahaan, yaitu pihak PPIC dan pihak marketing, pihak konsumen menginginkan pemilihan alternatif pemotongan dengan kerugian pemotongan yang seminimal mungkin.

Identifikasi Parameter Terkait

Ada dua model terpisah yang akan dibuat dengan sasaran yang berbeda, yaitu minimasi sisa pemotongan (Model I) dan maksimasi keuntungan (Model II). Fungsi-fungsi batasan serta variabel dari kedua model adalah sama, perbedaannya semata hanya terletak pada fungsinya.

Untuk membantu pemahaman akan parameter yang mempengaruhi metode pemilihan alternatif pemotongan dapat

dilihat pada gambar Logika Pemilihan Alternatif Pemotongan (lampiran)

Parameter-parameter yang terkait dalam sistem beserta perubahan kondisi yang menyebabkan perubahan nilai parameter tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sisa pemotongan yang akan diperoleh dari identifikasi alternatif .

Sisa pemotongan yang digunakan adalah dalam 1 (satu) dimensi yaitu dimensi panjang saja, walau secara aktual sisa pemotongan juga dalam bentuk roll berdiameter 120 cm. Sisa pemotongan dalam notasi berupa :

s_j : kerugian pemotongan dari cara pemotongan ke-j

2. Jumlah pesanan per-roll pada Machine III dan V. Parameter ini bersifat tetap apabila tidak terjadi perubahan yang sangat besar terhadap permintaan produk, dengan notasi :

b_i : jumlah pesanan ukuran ke-i

3. Faktor konversi untuk roll

Pada fungsi batasan jumlah permintaan, satuan yang digunakan adalah dalam roll ukuran ke-j sementara dalam fungsi batasan kapasitas mesin satuan yang digunakan adalah dalam ton karena massa kertas per roll berbeda menurut ukuran rollnya. Faktor konversi akan dijumlahkan menurut cara pemotongannya. Notasi untuk faktor konversi adalah :

d_j : faktor konversi untuk roll dengan cara pemotongan ke-j

4. Besar keuntungan yang diperoleh perusahaan dalam fungsi tujuan model II merupakan selisih antara harga jual dengan roll dengan *scrap* yang dihasilkan menurut cara pemotongan ke-j. Besar keuntungan ini tidak berubah selama perusahaan tidak menerapkan harga baru untuk penjualan roll maupun *scrap*nya. Harga jual perusahaan telah memperhitungkan sumber daya yang digunakan sehingga perkiraan keuntungan perusahaan per-cara pemotongan dapat diperhitungkan sebagai selisih antara harga jual roll dengan *scrap* yang dihasilkan.

u_j : keuntungan (benefit) dari cara pemotongan ke-j

- Kapasitas mesin yang dimiliki oleh perusahaan. Dalam hal ini adalah kapasitas Paper Machine III dan V. Dengan notasi kapasitas ini dinotasikan dengan :

c_k : kapasitas mesin ke-k

- Jumlah roll kertas ukuran ke-i dan pemotongan ke-j juga merupakan parameter yang didapatkan dari identifikasi alternatif pemotongan dan akan bersifat tetap selama ukuran roll standar awal perusahaan dan roll standar yang ditawarkan perusahaan bersifat tetap. Notasinya berupa :

a_{ij} : jumlah roll kertas ukuran ke-i dengan cara pemotongan ke-j

Identifikasi Alternatif Pemotongan

Pengidentifikasi alternatif pemotongan yang mungkin (*cutting patterns*) yang mungkin dari jumbo roll dilakukan dengan cara *trial and error* dengan membagi stock roll menjadi roll yang lebih kecil sesuai dengan demand. Penjelasan tentang alternatif pemotongan ini terdapat pada gambar 2. Alternatif yang mungkin diidentifikasi dengan cara manual dengan cara *trial and error*.

Fungsi-Fungsi Batasan dan Tujuan Model

Parameter-parameter model berdasarkan parameter yang telah dihitung sebelumnya berdasarkan tabel 2 adalah sebagai berikut :

- Variabel keputusan (*decision variables*)
Variabel keputusan adalah apa yang ingin ditentukan dalam model ini, dalam permasalahan metode pemilihan alternatif ini variabel keputusannya adalah X_j dengan satuan roll yaitu banyaknya roll awal standar yang harus dipotong dengan cara pemotongan ke- j dimana $j = 1, 2, 3, \dots, 471$
- Fungsi Tujuan (*objective function*)
Tujuan dari model yang akan dibuat adalah sasaran yang ingin dicapai untuk menentukan pemecahan optimum dari semua nilai yang layak dari variabel. Tujuan dari model yang akan dibuat adalah minimasi kerugian pemotongan untuk model I, sementara untuk model II

tujuannya adalah maksimasi keuntungan dimana keuntungan adalah selisih antara harga jual per roll dengan *scrapnya*. Model II dibuat sebagai model pembandingan *output* dari kedua model tersebut.

- Untuk Model Minimasi Sisa Pemotongan (Model I) :

$$\text{Minimasi } Z = \sum s_j x_j \quad (\text{dalam satuan cm}) \quad (7)$$

$$Z = 10 x_1 + 5 x_2 + 0 x_3 + \dots + 10 x_{469} + 5 x_{470} + 0 x_{471} \quad (8)$$

- Untuk Model Maksimasi Keuntungan (Model II) :

$$\text{Maksimasi } Z = \sum u_j x_j \quad (\text{satuan: koefisien keuntungan}) \quad (9)$$

$$Z = 1 x_1 + 1,25 x_2 + 1,5 x_3 + \dots + 4,5x_{469} + 4x_{470} + 4,25x_{471} \quad (10)$$

- Fungsi Batasan (*constraints*)

Batasan adalah kondisi-kondisi yang membatasi nilai-nilai variabel sehubungan dengan keterbatasan sumber daya dari perusahaan. Batasan dalam metode pemilihan alternatif pemotongan adalah berupa batasan ketersediaan kapasitas, batasan permintaan yang harus dipenuhi, dan batasan variabel yang bernilai integer. *Constraint* (batasan) secara matematis dari model terdiri dari dua macam, yaitu :

- Fungsi Batasan berdasarkan permintaan yang harus dipenuhi (dalam satuan roll)

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 + \dots + a_{1j} x_j \geq b_1 \quad (11)$$

- Untuk permintaan roll 70 cm :

$$4 x_1 + 3 x_2 + 3 x_3 + \dots + 1 x_{469} + 1 x_{470} + 1 x_{471} \geq 0 \quad (12)$$

- Untuk permintaan roll 90 cm :

$$0x_1 + 0 x_2 + 0 x_3 + \dots + 1 x_{469} + 1 x_{470} + 1 x_{471} \geq 15 \quad (13)$$

Demikian seterusnya untuk fungsi batasan permintaan roll yang lain.

- Fungsi Batasan berdasarkan Kapasitas Paper Machine (dalam satuan ton).

$$d_1 x_1 + d_2 x_2 + d_3 x_3 + \dots + d_j x_j \leq c_k \quad (14)$$

- Untuk Paper Machine III :

$$2,3 x_1 + 2,3 x_2 + 2,3 x_3 + \dots + 2,88 x_{126} \leq 1539 \quad (15)$$

- Untuk Paper Machine V :

$$2,89 \times 127 + \dots + 2,68 \times 469 + 2,11 \times 470 + 2,1 \times 471 \leq 3078 \quad (16)$$

4. Fungsi batasan variabel integer
 $X_{ij} = \text{integer} \quad (17)$

ANALISIS

Analisis Output Model

Dengan menggunakan metode Integer Linear Programming, berdasarkan model yang telah ditetapkan sebelumnya, didapatkanlah satu set alternatif pemotongan yang harus dilakukan menurut permintaan pada bulan Februari 2006 masing-masing untuk tiap model. Alternatif pemotongan yang harus dilakukan berdasarkan model minimasi sisa pemotongan terdapat dalam tabel 1, sedangkan output model maksimasi keuntungan terdapat dalam tabel 2.

Tabel 1 Rekap Output dari Solver Model Minimasi Sisa

Alternatif ke-	Banyak Roll Awal (roll)	Sisa Total (cm)	
9	54		0
12	1		0
:	:		:
443	19		0
449	48		0
453	49		0
455	184		0
Total Sisa :			1790

Tabel 2 Rekap Output Solver Model Maksimasi Keuntungan

Alternatif ke-	Banyak Roll Awal (roll)	Keuntungan (koefisien)
10	50	375
11	67	519,25
12	126	1008
:	3	:
452	15	123,75
453	29	239,25
Total Keuntungan :		16777,5

Analisis Perbandingan Metode Sekarang dan Usulan

Analisis metode yang akan dilakukan adalah terhadap kondisi dari metode sekarang dengan metode usulan dari Model I dan Model II. Perbandingan yang akan dilakukan adalah berdasarkan utilisasi mesin, jumlah dan jenis roll yang diproduksi, waktu penyusunan alternatif, dan keuntungan yang diberikan oleh hasil produksi. Berdasarkan perbandingan tersebut kemudian akan dilihat sistem mana yang lebih menguntungkan bagi perusahaan. Perbandingannya dapat dilihat dalam tabel Perbandingan Metode Sekarang dan Usulan (Lampiran)

Utilisasi Mesin

Berdasarkan segi utilisasi mesin, model II yang memiliki nilai utilisasi tertinggi yaitu 100 % karena semua kapasitas mesin yang tersedia habis digunakan baik untuk PM III dan PM V, sementara untuk sistem yang ada sekarang serta model I masing-masing kapasitasnya adalah 88,6 % dan 69,6%. Masing-masing dari nilai utilisasi mesin ini sudah relatif cukup tinggi namun dari segi utilisasi penggunaan mesin, sistem yang dapat menggunakan seluruh kapasitas yang tersedia untuk memproduksi produk adalah lebih baik. Perbedaan nilai dari utilisasi masing-masing model cukup wajar mengingat total produksi dari masing-masing model juga berbeda.

Volume Produksi (roll)

Volume produksi berpengaruh pada sistem karena volume produksi mempengaruhi utilisasi mesin dan keuntungan dari hasil produksi. Volume produksi berbanding lurus dengan utilisasi mesin karena semakin besar produk yang diproduksi, semakin besar volume produksi maka akan membutuhkan sumber daya yang semakin banyak sehingga utilitasnya semakin tinggi.

Volume produksi (roll) berbanding lurus dengan keuntungan dari hasil produksi namun juga dipengaruhi oleh faktor koefisien harga karena semakin besar lebar roll yang dihasilkan akan memberikan

keuntungan yang lebih besar daripada roll dengan lebar yang kecil.

Keuntungan dari Hasil Produksi

Keuntungan dari hasil produksi yang dihasilkan sebenarnya juga berpengaruh dari dengan jenis dan jumlah produksi dari tiap model. Keuntungan yang dianalisis adalah keuntungan dari seluruh produk yang diproduksi oleh model, dengan memperhitungkan produk tidak sesuai permintaan juga memberikan keuntungan.

Berdasarkan keuntungan tersebut model II lah yang memiliki nilai tertinggi yang sesuai dengan fungsi tujuannya yaitu untuk memaksimalkan keuntungan. Model II lebih memfokuskan untuk memproduksi roll dengan ukuran besar karena semakin besar lebar roll, semakin besar pula keuntungan yang dihasilkannya.

Jenis dan Jumlah Produksi roll

Kriteria ini diikutsertakan dalam kriteria pembandingan untuk ketiga sistem ini karena kriteria ini dimaksudkan sebagai alat bantu dalam mengukur ketepatan masing-masing sistem dalam memenuhi pesanan. Roll kelebihan pesanan dalam jumlah besar kurang baik bagi perusahaan karena membutuhkan ruang di gudang barang jadi.

Semakin kecil nilai jenis produksi yang berlebih ataupun kurang dari permintaan serta jumlah produksi tersebut dapat menggambarkan apakah alternatif yang digunakan dari masing-masing model cukup tepat untuk memenuhi pesanan. Dalam hal ini, baik model I dan model II memiliki keunggulan yang relatif sama dibandingkan dengan sistem yang ada sekarang karena kedua model tersebut telah menggunakan dasar matematis yang menjadikannya lebih mudah untuk mengalternatifkan sumber daya yang ada dengan pesannya.

Berdasarkan kriteria ini, model I adalah model yang lebih baik karena walaupun jenis roll yang berlebihnya lebih banyak dibandingkan model II tapi model I unggul dalam jumlah roll berlebih yang lebih kecil.

Waktu Penyusunan Alternatif

Waktu untuk menyusun alternatif yang sesuai dengan permintaan adalah kriteria yang paling membedakan antara sistem sekarang dengan sistem usulan yang menggunakan alat bantu berupa *software*. Walaupun pihak perusahaan telah memiliki daftar alternatif yang mungkin dari pemotongan roll awal tersebut, namun masih memakan waktu yang cukup lama karena harus mengalternatifkan daftar alternatif tersebut dengan permintaan dan ketersediaan kapasitas yang ada.

Dengan menggunakan model matematis seperti model I dan model II, waktu pemilihan alternatif tersebut dapat dikurangi. Waktu 25 menit dan 30 menit untuk model I dan II termasuk proses input permintaan dan kapasitas yang tersedia, proses perhitungan dengan alat bantu *software* serta interpretasi *output* dari *software* tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil identifikasi secara *trial and error* dan manual, diperoleh 124 alternatif kombinasi dari pemotongan roll awal PM III dan 347 alternatif kombinasi dari pemotongan roll awal PM V dengan lebar sisa pemotongan maksimal masing-masing kombinasi adalah 10 cm

Model matematis memiliki 37 fungsi batasan yang terdiri dari 34 fungsi batasan berdasarkan permintaan sesuai dengan jenis produk yang ditawarkan perusahaan, 2 fungsi batasan berdasarkan kapasitas Paper Machine III dan V, dan 1 fungsi batasan variabel integer.

Ada 2 jenis model matematis yang disusun dengan metode integer linear programming dengan fungsi objektif berupa minimasi sisa pemotongan dan maksimasi bobot keuntungan.

Bobot keuntungan dari sistem lama dapat ditingkatkan sebesar 14,57 % dengan menggunakan model maksimasi keuntungan.

Banyaknya roll yang diproduksi berlebih dari permintaan dapat dikurangi 36 % dari 2145 roll menjadi 1359 roll dengan menggunakan model minimasi sisa pemotongan.

Waktu pemilihan alternatif kombinasi yang akan digunakan untuk

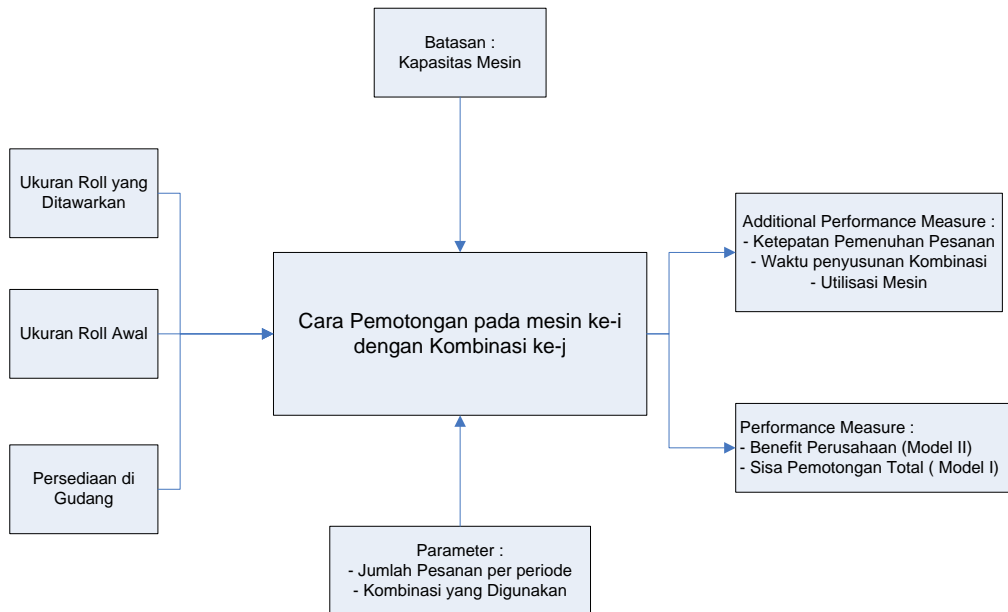
memenuhi permintaan dapat dikurangi hingga 1/32 kali waktu sistem yang sekarang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Askin, Ronald G and Charles Standridge, (1993), *Modelling and Analysis of Manufacturing Systems*, John Wiley & Sons Inc., Canada.
2. Gradisar, Miro and Gortan Resinovic, *Evaluation of Algorithms for One-Dimensional Cutting*, Computer and Operations Research Journal
3. Hillier, Frederick and Gerald Lieberman, (1990), *Pengantar Riset Operasi*, 5th Edition, Erlangga, Jakarta.
4. Mulyono, Sri, (1991), *Operations Research*, Lembaga Penerbit FE – UI, Jakarta.
5. Subagyo, Pangestu, Marwan Asri, dan T. Hani Handoko, (1985), *Dasar-dasar Operations Research*, edisi ke-2, Yogyakarta: BPF.
6. Taha, Hamdy A, (1996), *Riset Operasi : Suatu Pengantar*, edisi ke-5, Binarupa Aksara, Jakarta.

LAMPIRAN

1. Gambar Logika Pemilihan Alternatif Pemotongan



2. Tabel Perbandingan antara Metode Sekarang dan Metode Usulan

Kriteria	Metode Sekarang		Metode Usulan			
	<i>Trial and Error</i>	Keterangan	Model I	Keterangan	Keterangan	
Persentase Utilisasi Mesin (%)	88,6	Bagian 6.1	69,6	Bagian 6.5	100	Bagian 6.5
Keuntungan dari Hasil Produksi (Kofisien)	14643,75	Tabel 5.9	10170,5	Lampiran 7.1	16777,5	Lampiran 7.2
Volume Produksi (roll)	3882		3368		4268	
Jenis Produksi Roll Lebih(buah)	27	Tabel 5.10	14	Bagian 6.3.3	11	Bagian 6.4.3
Jenis Produksi Roll Kurang(buah)	5		0		0	
Banyak Produksi Roll Lebih (roll)	2145		1359		2259	
Banyak Produksi Roll Kurang (roll)	272		0		0	
Waktu Penyusunan Kombinasi	16 jam	Wawancara dengan pihak perusahaan	25 menit	Pengamatan Langsung	30 menit	Pengamatan Langsung