

# ***Linear Programming Model untuk Mencapai Sustainability pada Industri Daur Ulang Kertas***

**Budi Roso<sup>1</sup>, Yun Arifatul Fatimah<sup>2</sup>, dan Affan Rifa'i<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Magelang

Jl. Mayjend. Bambang Soegeng, Mertoyudan, Magelang 56172

Email : [boybudi03@gmail.com](mailto:boybudi03@gmail.com)<sup>1</sup>

---

## **Abstrak**

**Keywords:**  
*Sustainability,*  
*Linear*  
*Programming,*  
efisiensi  
sumberdaya, *profit.*

*Pemborosan dan ketidakefisienan pemanfaatan sumberdaya sering menjadi factor penyebab tidak tercapainya sustainability di suatu industri. Penggunaan sumber daya yang Inefficient mengakibatkan peningkatan biaya produksi yang signifikan sehingga mengurangi keuntungan produksi. Linier Programming Approach telah banyak dibuktikan memberikan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan performan industri. Penelitian ini bertujuan untuk merancang model matematis linear programming untuk mencapai resource efisiensi dan meningkatkan profit dalam mewujudkan sustainability. Sebuah studi kasus pada industri daur ulang kertas dilakukan untuk mengimplementasikan model. Hasil analisa menghasilkan solusi optimal produksi daur ulang kertas yaitu 1154,67 ton chip board, 237,33 ton super chip board, 194,83 ton Core A dan 464 ton Core B. Solusi optimal ini mampu meningkatkan profit sebesar 1,71% dan resource efficiency sebesar 15,80% dari efisiensi awal. Solusi optimal ini mengarahkan pada pencapaian economic sustainability dan environmental sustainability dari industri.*

---

## **1. PENDAHULUAN**

*Sustainability* menjadi kunci penting untuk meningkatkan daya saing industri secara global. Pencapaian *sustainability* yang diartikan sebagai keseimbangan antara performa ekonomi dan performa lingkungan dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan, salah satunya adalah melalui efisiensi sumber daya (*Resource efficiency*). Artikel ini membahas tentang analisa komprehensif dari sebuah penelitian tentang implementasi *Linier Programming Model* untuk mewujudkan *sustainability*, melalui pengoptimalan

*resource efficient* dan profit pada sebuah industry daur ulang kertas.

Pertama, artikel ini secara singkat mendiskusikan masalah masalah yang menjadi dasar pengembangan penelitian dan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian. Selanjutnya, sebuah literature *review* yang membahas tentang landasan teori yang digunakan dalam penelitian ditampilkan secara lugas dan jelas. Ketiga, metode penelitian yang berisikan langkah penelitian dibahas secara detail. Selanjutnya, hasil dan pembahasan menjadi topik utama yang didiskusikan dalam artikel ini.

### 1.1. Rumusan Masalah

Industri daur ulang kertas (*recycled paper*) - PT X, merupakan salah satu industry yang berusaha menerapkan efisiensi sumberdaya dalam proses produksinya. Pabrik ini memproduksi jenis kertas seperti *Chip Board*, *Super Chipboard*, *Core A*, dan *Core B*. Produk tersebut diproses sesuai dengan permintaan pesanan dengan spesifikasi bahan dan ukuran yang telah ditentukan oleh konsumen. Proses produksi dilakukan melalui 2 proses besar yaitu *stock preparation* (penyediaan stok) dan *paper machine* (mesin kertas) untuk membuat lembaran kertas kering yang siap untuk diletakan pada gulungan kertas.

Rata-rata produksi per bulan untuk jenis *chip board* sebesar 1120,9 Ton, *super chip board* sebesar 237,34 Ton, *core A* sebesar 194,73 Ton, dan *core B* sebesar 464 Ton. Namun disisi yang lain, kapasitas sumberdaya untuk memproduksi adalah sangat fluktuatif dan terbatas, sehingga mengakibatkan produksi kurang optimal. Ketidakefisienan dalam pemanfaatan sumber daya ditengarai menjadi salah satu kendala bagi industri untuk mencapai profit yang ditargetkan. Selain itu, keterbatasan jumlah bahan baku utama, bahan pendukung, keterbatasan penggunaan energi, air, jam kerja mesin, dan batasan permintaan konsumen menjadi faktor penting lain yang masih perlu dioptimalkan.

Metode LP merupakan model matematis yang efektif digunakan untuk memecahkan masalah pengalokasian sumber daya terbatas secara optimal. Penerapan model *linear programming* pada bagian produksi kertas di industri ini dapat memberikan solusi optimal untuk mencapai *resource* efisiensi dan profit di PT X.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model matematis *linear programming* untuk mengotimalkan

*resource* efisiensi dan profit pada indsturi daur ulang kertas PT X?

2. Bagaimana solusi yang optimal untuk pengalokasian sumber daya pada proses produksi kertas di PT X?

### 1.2. Tujuan Penelitian

Berdasar rumusan permasalahan diatas, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang model matematis *linear programming* untuk mengoptimalkan *resource* efisiensi dan profit pada industry daur ulang kertas PT X.

Mendapatkan solusi optimal untuk efisiensi sumber daya pada proses produksi pada industry daur ulang kertas PT X.

## 2. METODE

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian adalah pengumpulan data terdiri dari data primer yaitu data jenis produk, komposisi bahan, biaya produksi dan keuntungan, jam kerja mesin, sedangkan data sekunder meliputi data produksi dan permintaan konsumen.

### 2.1. Penentuan Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan yang akan dicapai yaitu memaksimalkan laba/keuntungan dari ke empat produk, sehingga formulasi *linear programming* dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Maksimumkan } Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + C_4 X_4$$

Dimana:

$Z$  : Nilai maksimal yang didapatkan

$C_j$  : Kontribusi margin ke-j (Rp/ton)

$X_1$  : jumlah chip board (ton/bulan)

$X_2$  : jumlah super chip board (ton/ bulan)

$X_3$  : jumlah jenis core A (ton/ bulan)

$X_4$  : jumlah jenis core B (ton/ bulan)

### 2.2. Penentuan Fungsi batasan

Fungsi batasan yang digunakan yaitu penggunaan bahan baku utama dan pendukung, penggunaan air, energi, batubara, jam kerja mesin, dan peramalan permintaan

pasar, sedangkan ruas kanan adalah kapasitas sumber per bulan.

Batasan Penggunaan bahan utama dan pendukung dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:

Batasan OCC	: $a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + a_{14}X_4 \leq$ Kapasitas OCC
Batasan MW	: $a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + a_{24}X_4 \leq$ kapasitas MW
Aluminium sulfat	: $a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + a_{34}X_4 \leq$ kapasitas aluminium
Rosin	: $a_{41}X_1 + a_{42}X_2 + a_{43}X_3 + a_{44}X_4 \leq$ kapasitas Rosin
Tapioka	: $a_{51}X_1 + a_{52}X_2 + a_{53}X_3 + a_{54}X_4 \leq$ kapasitas tapioka
Drewflock	: $a_{61}X_1 + a_{62}X_2 + a_{63}X_3 + a_{64}X_4 \leq$ kapasitas Drewflocks
Praestafix	: $a_{71}X_1 + a_{72}X_2 + a_{73}X_3 + a_{74}X_4 \leq$ kapasitas Praestafix
Waterglass	: $a_{81}X_1 + a_{82}X_2 + a_{83}X_3 + a_{84}X_4 \leq$ kapasitas waterglass

**Gambar 1** penggunaan bahan baku

Batasan penggunaan energi, air, dan batubara dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:

Penggunaan Listrik	: $a_{91}X_1 + a_{92}X_2 + a_{93}X_3 + a_{94}X_4 \leq$ kapasitas listrik
Penggunaan Air	: $a_{101}X_1 + a_{102}X_2 + a_{103}X_3 + a_{104}X_4 \leq$ kapasitas Air
Penggunaan Batubara	: $a_{111}X_1 + a_{112}X_2 + a_{113}X_3 + a_{114}X_4 \leq$ kapasitas batubara

**Gambar 2** penggunaan energi, air, dan batubara

Jam kerja mesin unit Paper Machine dan mesin rewinder dapat dilihat pada gambar 3 berikut:

Waktu kerja Paper machine	: $a_{121}X_1 + a_{122}X_2 + a_{123}X_3 + a_{124}X_4 \leq$ waktu mesin
Waktu kerja mesin rewinder	: $a_{131}X_1 + a_{132}X_2 + a_{133}X_3 + a_{134}X_4 \leq$ waktu mesin

**Gambar 3** Waktu kerja mesin

Batasan permintaan konsumen didasarkan pada peramalan bulan berikutnya yang ditunjukkan pada Gambar 4 berikut:

$X_1 \leq$ permintaan produk <i>chip board</i> per bulan
$X_2 \leq$ permintaan produk <i>super chip board</i> per bulan
$X_3 \leq$ permintaan produk <i>core A</i> per bulan
$X_4 \leq$ permintaan produk <i>core B</i> per bulan

**Gambar 4** permintaan konsumen

### 3.3. Analisis efisiensi Resource

Analisis efisiensi sumber daya dilakukan dengan menggunakan pendekatan rasio *input per input*, yang didasarkan pada perhitungan produktivitas parsial dari sumber daya yang meliputi penggunaan material, penggunaan

energi, penggunaan air, penggunaan batubara, dan perhitungan produktivitas totalnya (Sarjono, 2001).

## 4. KESIMPULAN

Berdasar hasil analisa dan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengolahan data dengan metode *linear programming* menghasilkan solusi kombinasi optimum jenis kertas chip diproduksi sebesar 1154,67 Ton, kertas super chip board sebesar 237,33 Ton, kertas Core A diproduksi sebesar 194,83 Ton dan kertas Core B sebesar 464 Ton. kombinasi produksi kertas tersebut menghasilkan total keuntungan sebesar Rp.1.002.058.000,00. Rata-rata produksi aktual per bulan dengan total 2017,06 Ton menghasilkan keuntungan sebesar Rp. 985.174.734,00. Hal ini menunjukkan bahwa perhitungan dengan metode *linear programming* meningkatkan keuntungan sebesar 1,71% dari keuntungan produksi aktual.
2. Solusi optimal dalam pengalokasian sumber daya untuk menghasilkan keuntungan yang maksimal yaitu Occ sebesar 1.598,59 Ton, mix 885,78 Ton, aluminium 37,12 Ton, rosin 40,19 ton, tapioka 77,13 ton, drewflok 0,49 ton, waterglass 41,01 ton, listrik 9.044 kwh, air 61.524,9 m<sup>3</sup>, batubara 1.640 Ton, jam kerja paper machine 45.399,92 menit, dan jam kerja mesin rewinder 12.254,02 menit. Dengan jumlah penggunaan sumber daya tersebut, efisiensi akan meningkat sebesar 15,80% dari produksi sebelumnya.
3. Dari kesimpulan diatas, dapat dilihat bahwa, terjadi peningkatan performa ekonomi yang berdampak positive pada performa lingkungan secara tidak langsung. Efisiensi sumber daya mampu mengurangi jumlah *resource* yang digunakan, sehingga akan mengurangi polusi dan emisi lingkungan.

**REFERENSI**

- [1] Adolph Matz & Milton F. Usry, (Sirait-Wibowo), 1994, *Akuntansi Biaya Perencanaan dan Pengendalian*, Edisi kedelapan, Jakarta: Erlangga.
- [2] Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [3] Dimiyati, T., & Dimiyati, A. (2013). *Operations Research model-model pengambilan keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- [4] Gitosudarmo, & Reksohardiprojo. (1980). *manajemen Produksi*. Yogyakarta: BPF.
- [5] Handoko, T. H. (1999). *Dasar-dasar Manajemen Operasi dan Produksi*. Yogyakarta: BPF.
- [6] Nasution, A. H. (2006). *Manajemen Industri*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- [7] Sarjono, H. (2001). *Model Pengukuran Produktivitas Berdasarkan Pendekatan Rasio Output per Input*. *Jurnal the Winner* Vol.2 No.2, 130-136.
- [8] Sumarni. Murti, John Soeprihanto.1998. *Pengantar Bisnis*.Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.