

**ANALISA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS MESIN LASER DENGAN
MENGUNAKAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS
(Studi Kasus di PT. Dempo Laser Metalindo Surabaya)**

Mohammad Bagas Aliffianudin

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: mohammadaliffianudin@mhs.unesa.ac.id

Dyah Riandadari

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: dyahriandadari@unesa.ac.id

Abstrak

PT. Dempo Laser Metalindo Surabaya mengoperasikan dua mesin cutting laser untuk proses pemotongan material yaitu Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3030 – TruFlow 3200 (L20) dan Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3040 fiber (L49). Kedua mesin laser cutting tersebut memerlukan banyak input yaitu jam operasi, energi/listrik, material yang akan diproses pemotongan, dan tenaga kerja untuk memproduksi suatu output (unit produk dari sheet metal). Pengukuran efektivitas dan efisiensi pada Kedua mesin laser cutting tersebut diperlukan sebagai evaluasi bagi perusahaan dalam mengelola faktor-faktor produksinya sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja. Metode Data Envelopment Analysis (DEA) adalah suatu metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi efisiensi dari suatu unit pengambilan keputusan (unit kerja) yang bertanggungjawab menggunakan sejumlah input untuk memperoleh suatu Output yang ditargetkan. DEA merupakan model pemrograman fraksional yang bisa mencakup banyak input dan Output tanpa perlu menentukan bobot tiap variable sebelumnya, tanpa perlu penjelasan eksplisit mengenai hubungan fungsional antara input dan Output (tidak seperti regresi). DEA menghitung ukuran efisiensi secara scalar dan menentukan level input dan Output yang efisien untuk unit yang dievaluasi. Jenis penelitian ini adalah Penelitian Evaluasi (evaluation research). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi terhadap peningkatan produktivitas pada mesin laser {Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3030 – TruFlow 3200 (L20) dan Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3040 fiber (L49)} kemudian data dikelolah berupa angka. Alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan bantuan program komputer, pendekatan frontier non-parametrik menggunakan metode Data Envelopment Analysis (DEA) untuk mengukur dan menganalisis efektivitas dan efisiensi teknik industri tahu. Penelitian ini akan menggunakan software DEAP (dengan microsofts excel) untuk pengolahan datanya.

Kata Kunci: Produktivitas, Efektivitas, Efisiensi, Metode DEA Abstract

Abstract

PT. Dempo Laser Metalindo Surabaya operates two laser cutting machines for material cutting process, namely Trumpf Type TruLaser 3030 TruFlow 3200 (L20) and Trumpf Type TruLaser 3040 fiber (L49) Laser Trumpf Machine. Both laser cutting machines require a lot of inputs ie operating hours, energy / electricity, materials to be cut processing, and labor to produce an output (unit of sheet metal products). Measuring the effectiveness and efficiency in both laser cutting machine is needed as an evaluation for the company in managing its production factors so as to increase work productivity. The Data Envelopment Analysis (DEA) method is a methodology used to evaluate the efficiency of a decision-making unit (unit of work) responsible for using a number of inputs to obtain a targeted Output. DEA is a fractional programming model that can include multiple inputs and outputs without the need to determine the weight of each of the previous variables, without the need for explicit explanations of the functional relationship between input and output (unlike regression). DEA calculates the scalar efficiency measure and installs the input level and efficient output for the unit being evaluated. This type of research is Research Evaluation (evaluation research). The aim of this research is to evaluate the increase of productivity on laser machine (Trumpf Type TruLaser 3030 TruFlow 3200 (L20) and Trumpf Type TruLaser 3040 fiber (L49) Laser Tracer} then the data is processed in number. The tool used in this research is by using the help of computer program, nonparametric frontier approach using Data Envelopment Analysis (DEA) method to measure and analyze the effectiveness and efficiency of tofu industry. This research will use DEAP software (with excel microsofts) for data processing.

Keywords: Productivity, Effectiveness, Efficiency, DEA Method.

PENDAHULUAN

Pengukuran efektivitas dan efisiensi mesin laser cutting yang dilakukan perusahaan selama ini adalah dengan metode sederhana, efektivitas dan efisiensi dihitung hanya berdasarkan jam operasi dan riil kapasitas saja tanpa mempertimbangkan input yang lainnya. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode pengukuran efektivitas dan efisiensi yang dapat memadukan semua input dan output secara serentak. Metode DEA dinilai cocok untuk memecahkan permasalahan ini karena DEA dapat memadukan banyak input dan output untuk menghitung efektivitas dan efisiensi kedua mesin *laser cutting* secara serentak serta merangkingnya. Kedua mesin *laser cutting* mempunyai input dan output juga proses yang sama sesuai dengan persyaratan DMU (Decision Making Unit) yang harus dipenuhi dalam DEA (Ramanathan, 2003). Metode DEA dapat menentukan mesin *laser cutting* manakah yang telah efektif dan efisien dan yang belum/kurang efisien (inefisien) pada masing-masing periode, mesin *laser cutting* yang kurang efektivitas dan efisiensi diharapkan dapat mengikuti mesin *laser cutting* yang telah efisien dalam hal pengelolaan dan pemakaian sumber daya yang tersedia.

PT. Dempo Laser Metalindo Surabaya, sebagai salah satu industri atau perusahaan yang bergerak dalam pengolahan *sheet metal*, merasa perlu mengusahakan pelayanan terhadap kebutuhan konsumen terutama ketepatan waktu penyelesaian target produksi yang telah ditentukan pihak manajemen, tentunya tidak melupakan kualitas akan produksi yang dihasilkan dan biaya seminimal mungkin. Banyaknya target produksi pada tahun 2015 mencapai 2100 unit mesin *quality control*/Periode dan mengalami peningkatan pada tahun 2016 menjadi 2400 unit mesin *quality control*/Periode serta mengalami peningkatan pada tahun 2017 menjadi 2600 unit mesin *quality control*/Periode. Dengan adanya peningkatan tersebut maka pihak manajemen perlu melakukan penelitian agar menyambut periode yang akan datang lebih maksimal serta dapat mencapai target waktu bahkan lebih cepat sehingga *customer* mendapat kepuasan tersendiri. Dari latar belakang masalah ini, penulis akan melakukan penelitian dengan mengangkat judul “ANALISA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS MESIN LASER DENGAN MENGGUNAKAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu dilakukan pembatasan masalah, agar dalam pelaksanaan penelitian tertuju pada tujuan penelitian ini. Adapun batasan-batasan tersebut sebagai berikut :

Subjek penelitian meliputi data produksi yang dihasilkan dengan Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3030 – TruFlow 3200 (L20) dan Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3040 fiber (L49) yang keduanya terletak di PT. Dempo Laser Metalindo Surabaya.

Tidak membahas pengertian dan spesifikasi Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3030 – TruFlow 3200 (L20) dan Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3040

fiber (L49).

Analisa penelitian menggunakan metode *Data Envelopmen Analysis (DEA)*

Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Bagaimanakah peran dari Metode *Data Envelopmen Analysis (DEA)* bila diterapkan di PT. Dempo Laser Metalindo?

Bagaimanakah produktivitas pada Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3030 – TruFlow 3200 (L20) dan Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3040 fiber (L49)?

Bagaimanakah efektivitas dan efisiensi pada Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3030 – TruFlow 3200 (L20) dan Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3040 fiber (L49)?, mesin laser manakah yang mempunyai efektivitas dan efisiensi paling tinggi?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka dapat diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

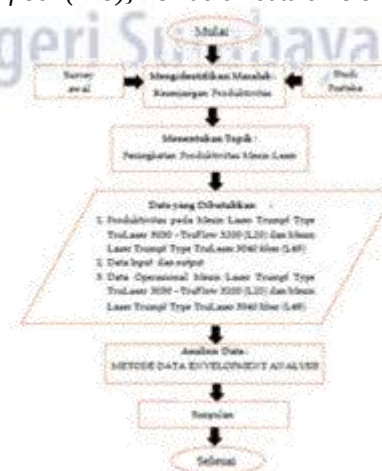
Metode *Data Envelopmen Analysis (DEA)* dapat dijadikan salah satu faktor untuk pengambilan keputusan dalam hal upaya meningkatkan produktivitas.

Mengetahui mesin laser manakah yang memiliki tingkat produktivitas tinggi dan mesin laser mana yang tingkat produktivitas rendah agar dapat ditingkatkan produktivitasnya.

Mengetahui mesin laser manakah yang memiliki tingkat efektivitas dan efisiensi tinggi serta mesin laser mana yang tingkat efektivitas dan efisiensinya rendah agar dapat ditingkatkan efektivitas dan efisiensi.

METODE

Jenis penelitian ini adalah Penelitian Evaluasi (evaluation research). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi terhadap peningkatan produktivitas pada mesin laser {Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3030 – TruFlow 3200 (L20) dan Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3040 fiber (L49)} kemudian data dikelolah berupa angka.



Gambar 1. Flow chart

Teknik Pengumpulan Data

Metode Observasi

Metode observasi adalah metode untuk mencari data

secara langsung mengamati apa yang akan dijadikan sebagai sumber data. Teknik ini menekankan pada pengamatan langsung secara sistematis dan intensif terhadap berbagai aktifitas yang berhubungan dengan obyek penelitian yakni proses produksi yang berlangsung pada *Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3030 – TruFlow 3200 (L20)* dan *Trumpf Type TruLaser 3040 fiber (L49)*.

Teknik Analisis Data

Alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan bantuan program komputer, pendekatan *frontier* non-parametrik menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) untuk mengukur dan menganalisis efektivitas dan efisiensi teknik. Penelitian ini akan menggunakan *software* DEAP (dengan microsoft excel) untuk pengolahan datanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Pada Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3030 – TruFlow 3200 (L20)

Variabel Produksi Pada Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3030 – TruFlow 3200 (L20) yang merupakan variabel bebas pertama dari data dokumentasi yang didapatkan oleh peneliti di PT Dempo Laser Metalindo Surabaya.

Produksi Pada Produksi Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3040 fiber (L49)

Variabel Produksi Pada Produksi Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3040 fiber (L49) yang merupakan variabel bebas kedua dari data dokumentasi yang didapatkan oleh peneliti di PT Dempo Laser Metalindo Surabaya

PENGUMPULAN DATA

Pada penelitian ini penulis menggunakan teknik pengumpulan data dengan Metode Observasi dan dilanjutkan dengan Metode *Data Envelopment Analysis* sebagai alat pengolahan data yang telah dikumpulkan.

Tabel 1. Data Produksi Periode Januari 2018

Unit Mesin Laser	Keterangan yang Dibutuhkan					
	Hasil Produksi	Jumlah energi yang digunakan	Jumlah Jobsheet	Luasan Produksi	Waktu Pengerjaan	Waktu Operasional mesin
Mesin laser L20	1565 unit	150l (He) 75l (N ₂) 25l (CO ₂)	143	10,9	993.600 detik	1.076.400 detik
Mesin laser L49	3801 unit	150l (Ar) 75l (N ₂) 15l (O ₂)	200	19	952.200 detik	1.076.400 detik

Mencari Efektivitas Mesin Laser L20

$$Efektivitas = \frac{W_{bst}}{W_{bmax}} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

W_{bst} = waktu operasional mesin

W_{bmax} = waktu pengerjaan

$$Efektivitas = \frac{1.076.400 \text{ detik}}{993.600 \text{ detik}} \times 100\% = 108.3\%$$

Mencari Efisiensi Mesin Laser L20

Output : jumlah unit yang dihasilkan dari gas yang tersedia

Input : jumlah unit yang dihasilkan tiap bulan

- Perhitungan berapa liter gas / bulan
150l He → 1bulan → 150 l/bulan
75l N₂ → 2bulan → 37,5 l/bulan
25l CO → 6bulan → 4,16 l/bulan
Total liter gas yang digunakan = 150 l/bulan + 37,5 l/bulan + 4,16 l/bulan = 191,66 l/bulan
- Perhitungan unit tiap bulan
He = 1224,82 unit / bulan

$$N_2 = 306,2 \text{ unit / bulan}$$

$$CO = 33,97 \text{ unit / bulan}$$

- Perhitungan unit tiap liter gas
150 liter/bulan (He) = 1224,82 unit / bulan

$$He = 8,16 \text{ unit / liter} =$$

$$37,5 \text{ liter/bulan (N}_2\text{)} = 306,2 \text{ unit / bulan}$$

$$N_2 = 8,16 \text{ unit / liter}$$

$$4,16 \text{ liter/bulan (CO)} = 33,97 \text{ unit / bulan}$$

$$CO = 8,16 \text{ unit / liter}$$

Tiap bulan input gas sebesar 191,66 liter/bulan dengan spesifikasi 150 liter/bulan (He), 37,5 liter/bulan (N₂), 4,16 liter/bulan (CO), serta unit yang dihasilkan yaitu 1565 unit (input).

Gas yang tersedia 250 liter → 150 liter (He), 75 liter (N₂), 25 liter (CO)

Unit yang dapat dihasilkan dari gas tersebut adalah :

$$150 \text{ liter (He)} = 150 \text{ liter} \times 8,16 \text{ unit / liter} = 1224 \text{ unit}$$

$$75 \text{ liter (N}_2\text{)} = 75 \text{ liter} \times 8,16 \text{ unit / liter} = 612 \text{ unit}$$

$$25 \text{ liter (CO)} = 25 \text{ liter} \times 8,16 \text{ unit / liter} = 204 \text{ unit}$$

$$\text{Total unit yang dihasilkan : } 1224 \text{ unit} + 612 \text{ unit} + 204 \text{ unit} = 2040 \text{ unit (Output)}$$

$$Efisiensi = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana :

Output : Jumlah unit yang dihasilkan dari gas yang tersedia

Input : Jumlah unit yang dihasilkan tiap bulan

$$Efisiensi = \frac{2040 \text{ unit}}{1565 \text{ unit}} \times 100\% = 130,3 \%$$

Mencari Produktivitas Mesin Laser L20

Setelah nilai efisiensi dan efektivitas dari mesin laser L20 pada produksi periode Januari 2018 maka nilai dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Produktivitas = \frac{\text{Efisiensi menghasilkan output}}{\text{Efektivitas menggunakan input}} \times 100\%$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{130,3\%}{108,3\%} \times 100\% = 120,3\% \quad (3)$$

Mencari Efektivitas Mesin Laser L49

$$\text{Efektivitas} = \frac{W_{bst}}{W_{bmax}} \times 100\%$$

Dimana :

W_{bst} = waktu operasional mesin

W_{bmax} = waktu pengerjaan

$$\text{Efektivitas} = \frac{1.076.400 \text{ detik}}{952.200 \text{ detik}} \times 100\% = 113\%$$

Mencari Efisiensi Mesin Laser L49

Output : jumlah unit yang dihasilkan dari gas yang tersedia

Input : jumlah unit yang dihasilkan tiap bulan

- Perhitungan berapa liter gas / bulan
 $150l \text{ Ar} \rightarrow 1 \text{ bulan} \rightarrow 150 \text{ l/bulan}$
 $75l \text{ N}_2 \rightarrow 2 \text{ bulan} \rightarrow 37,5 \text{ l/bulan}$
 $15l \text{ O}_2 \rightarrow 6 \text{ bulan} \rightarrow 2,5 \text{ l/bulan}$
 Total liter gas yang digunakan = $150 \text{ l/bulan} + 37,5 \text{ l/bulan} + 2,5 \text{ l/bulan} = 190 \text{ l/bulan}$

- Perhitungan unit tiap bulan

$$\text{Ar} = 3000,78 \text{ unit / bulan}$$

$$\text{N}_2 = 750,19 \text{ unit / bulan}$$

$$\text{O}_2 = 50,1 \text{ unit / bulan}$$

- Perhitungan unit tiap liter gas
 $150 \text{ liter/bulan (Ar)} = 3000,78 \text{ unit / bulan}$

$$\text{Ar} = 20 \text{ unit / liter}$$

$$37,5 \text{ liter/bulan (N}_2) = 750,19 \text{ unit / bulan}$$

$$\text{N}_2 = 20 \text{ unit / liter}$$

$$2,5 \text{ liter/bulan (O}_2) = 1220 \text{ unit / bulan}$$

$$\text{O}_2 = 20,04 \text{ unit / liter}$$

Tiap bulan input gas sebesar 190 liter/bulan dengan spesifikasi 150 liter/bulan (Ar), 37,5 liter/bulan (N₂), 2,5 liter/bulan (O₂), serta unit yang dihasilkan yaitu 3801 unit (input).

Gas yang tersedia 250 liter $\rightarrow$ 150 liter (Ar), 75 liter (N₂), 15 liter (O₂)

Unit yang dapat dihasilkan dari gas tersebut adalah :

$$150 \text{ liter (Ar)} = 150 \text{ liter} \times 20 \text{ unit / liter} = 3000 \text{ unit}$$

$$75 \text{ liter (N}_2) = 75 \text{ liter} \times 20 \text{ unit / liter} = 1500 \text{ unit}$$

$$15 \text{ liter (O}_2) = 15 \text{ liter} \times 20,04 \text{ unit / liter} = 300,6 \text{ unit}$$

$$\text{Total unit yang dihasilkan : } 3000 \text{ unit} + 1500 \text{ unit} + 300,6 \text{ unit} = 4800,6 \text{ unit (Output)}$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

Dimana :

Output : Jumlah unit yang dihasilkan dari gas yang tersedia

Input : Jumlah unit yang dihasilkan tiap bulan

$$\text{Efisiensi} = \frac{4800,6 \text{ unit}}{3801 \text{ unit}} \times 100\% = 126,3\%$$

Mencari Produktivitas Mesin Laser L49

Produktivitas

$$= \frac{\text{Efisiensi menghasilkan output}}{\text{Efektifitas menggunakan input}} \times 100\%$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{126,3\%}{113\%} \times 100\% = 111,76\%$$

Tabel 2. Data Produksi Periode Februari 2018

Unit Mesin Laser	Keterangan yang Dibutuhkan					
	Hasil Produksi	Jumlah energi yang digunakan	Jumlah Jobsheet	Luasan Produksi	Waktu Pengerjaan	Waktu Operasional mesin
Mesin laser L20	767 unit	100l (He) 65l (N ₂) 15l (CO ₂)	104	7,3	928.800 detik	936.000 detik
Mesin laser L49	868 unit	100l (Ar) 50l (N ₂) 15l (O ₂)	203	4,2	792.000 detik	936.000 detik

Mencari Efektivitas Mesin Laser L20

$$\text{Efektivitas} = \frac{W_{bst}}{W_{bmax}} \times 100\%$$

Dimana :

W_{bst} = waktu operasional mesin

W_{bmax} = waktu pengerjaan

$$\text{Efektivitas} = \frac{936.000 \text{ detik}}{928.800 \text{ detik}} \times 100\% = 108,3\%$$

Mencari Efisiensi Mesin Laser L20

Output : jumlah unit yang dihasilkan dari gas yang tersedia

Input : jumlah unit yang dihasilkan tiap bulan

- Perhitungan berapa liter gas / bulan
 $100l \text{ He} \rightarrow 1 \text{ bulan} \rightarrow 100 \text{ l/bulan}$
 $65l \text{ N}_2 \rightarrow 2 \text{ bulan} \rightarrow 32,5 \text{ l/bulan}$
 $15l \text{ CO} \rightarrow 6 \text{ bulan} \rightarrow 2,5 \text{ l/bulan}$
 Total liter gas yang digunakan = $100 \text{ l/bulan} + 32,5 \text{ l/bulan} + 2,5 \text{ l/bulan} = 135 \text{ l/bulan}$

- Perhitungan unit tiap bulan
 $\text{He} = 568,14 \text{ unit / bulan}$

$$\text{N}_2 = 184,64 \text{ unit / bulan}$$

$$\text{CO} = 14,2 \text{ unit / bulan}$$

$$\text{Perhitungan unit tiap liter gas}$$

$$100 \text{ liter/bulan (He)} = 568,14 \text{ unit / bulan}$$

$$\text{He} = 5,68 \text{ unit / liter}$$

$$32,5 \text{ liter/bulan (N}_2) = 184,64 \text{ unit / bulan}$$

$$N_2 = 5,68 \text{ unit / liter}$$

$$2,5 \text{ liter/bulan (CO)} = 14,2 \text{ unit / bulan}$$

$$CO = 5,68 \text{ unit / liter}$$

Tiap bulan input gas sebesar 135 liter/bulan dengan spesifikasi 100 liter/bulan (He), 32,5 liter/bulan (N₂), 2,5 liter/bulan (CO), serta unit yang dihasilkan yaitu 767 unit (input).

Gas yang tersedia 180 liter → 100 liter (He), 65 liter (N₂), 15 liter (CO)

Unit yang dapat dihasilkan dari gas tersebut adalah :
 100 liter (He) = 100 liter x 5,68 unit / liter = 568 unit
 65 liter (N₂) = 65 liter x 5,68 unit / liter = 369,2 unit
 15 liter (CO) = 15 liter x 5,68 unit / liter = 85,2 unit
 Total unit yang dihasilkan : 568 unit + 369,2 unit + 85,2 unit = 1022,4 unit (Output)

Setelah nilai Input dan Output dapat diketahui maka dapat dihitunglah nilai efektivitasnya sebagai berikut :

$$Efisiensi = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

Dimana :

Output : Jumlah unit yang dihasilkan dari gas yang tersedia

Input : Jumlah unit yang dihasilkan tiap bulan

$$Efisiensi = \frac{1022,4 \text{ unit}}{767 \text{ unit}} \times 100\% = 133,3 \%$$

Mencari Produktivitas Mesin Laser L20

Produktivitas

$$= \frac{\text{Efisiensi menghasilkan output}}{\text{Efektifitas menggunakan input}} \times 100\%$$

$$Produktivitas = \frac{133,3 \%}{108,3 \%} \times 100\% = 123,08 \%$$

Mencari Efektivitas Mesin Laser L49

$$Efektivitas = \frac{W_{bst}}{W_{bmax}} \times 100\%$$

Dimana :

W_{bst} = waktu operasional mesin

W_{bmax} = waktu pengerjaan

$$Efektivitas = \frac{936.000 \text{ detik}}{792.000 \text{ detik}} \times 100\% = 118,2\%$$

Mencari Efisiensi Mesin Laser L49

Output : jumlah unit yang dihasilkan dari gas yang tersedia

Input : jumlah unit yang dihasilkan tiap bulan

- Perhitungan berapa liter gas / bulan
 100l Ar → 1bulan → 100 l/bulan
 50l N₂ → 2bulan → 25 l/bulan
 15l O₂ → 6bulan → 2,5 l/bulan
 Total liter gas yang digunakan = 100 l/bulan + 25 l/bulan + 2,5 l/bulan = 127,5 l/bulan

- Perhitungan unit tiap bulan

$$Ar = 680,78 \text{ unit / bulan}$$

$$N_2 = 134,5 \text{ unit / bulan}$$

$$O_2 = 17,01 \text{ unit / bulan}$$

- Perhitungan unit tiap liter gas

$$100 \text{ liter/bulan (Ar)} = 680,78 \text{ unit / bulan}$$

$$Ar = 6,8 \text{ unit / liter}$$

$$25 \text{ liter/bulan (N}_2\text{)} = 134,5 \text{ unit / bulan}$$

$$N_2 = 5,38 \text{ unit / liter}$$

$$2,5 \text{ liter/bulan (O}_2\text{)} = 17,01 \text{ unit / bulan}$$

$$O_2 = 6,8 \text{ unit / liter}$$

Tiap bulan input gas sebesar 127,5 liter/bulan dengan spesifikasi 100 liter/bulan (Ar), 25 liter/bulan (N₂), 2,5 liter/bulan (O₂), serta unit yang dihasilkan yaitu 868 unit (input).

Gas yang tersedia 165 liter → 100 liter (Ar), 50 liter (N₂), 15 liter (O₂)

Unit yang dapat dihasilkan dari gas tersebut adalah :
 100 liter (Ar) = 100 liter x 6,8 unit / liter = 680 unit
 50 liter (N₂) = 50 liter x 5,38 unit / liter = 269 unit
 15 liter (O₂) = 15 liter x 6,8 unit / liter = 102 unit
 Total unit yang dihasilkan : 680 unit + 269 unit + 102 unit = 1051 unit (Output)

$$Efisiensi = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

Dimana :

Output : Jumlah unit yang dihasilkan dari gas yang tersedia

Input : Jumlah unit yang dihasilkan tiap bulan

$$Efisiensi = \frac{1051 \text{ unit}}{868 \text{ unit}} \times 100\% = 121,08 \%$$

Mencari Produktivitas Mesin Laser L49

Produktivitas

$$= \frac{\text{Efisiensi menghasilkan output}}{\text{Efektifitas menggunakan input}} \times 100\%$$

$$Produktivitas = \frac{121,08 \%}{118,2 \%} \times 100\% = 102,34 \%$$

Tabel 3. Data Produksi Periode Maret 2018

Unit Mesin Laser	Keterangan yang Dibutuhkan					
	Hasil Produksi	Jumlah energi yang digunakan	Jumlah Jobsheet	Luasan Produksi	Waktu Pengerjaan	Waktu Operasional mesin
Mesin laser L20	249 unit	75l (He) 20l (N ₂) 8l (CO ₂)	84	3,96	792.000 detik	871.200 detik
Mesin laser L49	337 unit	55l (Ar) 15l (N ₂) 6l (CO ₂)	52	6,4	712.800 detik	871.200 detik

Mencari Efektivitas Mesin Laser L20

$$Efektivitas = \frac{W_{bst}}{W_{bmax}} \times 100\%$$

Dimana :

W_{bst} = waktu operasional mesinW_{bmax} = waktu pengerjaan

$$Efektivitas = \frac{871.200 \text{ detik}}{792.000 \text{ detik}} \times 100\% = 110\%$$

Mencari Efisiensi Mesin Laser L20

Output : jumlah unit yang dihasilkan dari gas yang tersedia

Input : jumlah unit yang dihasilkan tiap bulan

- Perhitungan berapa liter gas / bulan
75l He → 1bulan → 75 l/bulan
20l N₂ → 2bulan → 10 l/bulan
8l CO → 6bulan → 1,3 l/bulan
Total liter gas yang digunakan = 75 l/bulan + 10 l/bulan + 1,3 l/bulan = 86,3 l/bulan

- Perhitungan unit tiap bulan
He = 216,4 unit / bulan

$$N_2 = 28,8 \text{ unit / bulan}$$

$$CO = 3,75 \text{ unit / bulan}$$

- Perhitungan unit tiap liter gas
75 liter/bulan (He) = 216,4 unit / bulan

$$He = 2,8 \text{ unit / liter}$$

$$10 \text{ liter/bulan (N}_2\text{)} = 28,8 \text{ unit / bulan}$$

$$N_2 = 2,8 \text{ unit / liter}$$

$$1,3 \text{ liter/bulan (CO)} = 3,75 \text{ unit / bulan}$$

$$CO = 2,8 \text{ unit / liter}$$

Tiap bulan input gas sebesar 86,3 liter/bulan dengan spesifikasi 75 liter/bulan (He), 10 liter/bulan (N₂), 1,3 liter/bulan (CO), serta unit yang dihasilkan yaitu 249 unit (input).

Gas yang tersedia 178 liter → 75 liter (He), 20 liter (N₂), 8 liter (CO)

Unit yang dapat dihasilkan dari gas tersebut adalah :

75 liter (He) = 75 liter x 2,8 unit / liter = 210 unit

20 liter (N₂) = 20 liter x 2,8 unit / liter = 56 unit

8 liter (CO) = 8 liter x 2,8 unit / liter = 22,4 unit

Total unit yang dihasilkan : 210 unit + 56 unit + 22,4 unit = 288,4 unit (Output)

Setelah nilai Input dan Output dapat diketahui maka dapat dihitunglah nilai efektivitasnya sebagai berikut :

$$Efisiensi = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

Dimana :

Output : Jumlah unit yang dihasilkan dari gas yang tersedia

Input : Jumlah unit yang dihasilkan tiap bulan

$$Efisiensi = \frac{288,4 \text{ unit}}{249 \text{ unit}} \times 100\% = 115,8 \%$$

Mencari Produktivitas Mesin Laser L20

Produktivitas

$$= \frac{\text{Efisiensi menghasilkan output}}{\text{Efektifitas menggunakan input}} \times 100\%$$

$$Produktivitas = \frac{115,8 \text{ \%}}{110 \text{ \%}} \times 100\% = 105,27 \%$$

Mencari Efektivitas Mesin Laser L49

$$Efektivitas = \frac{W_{bst}}{W_{bmax}} \times 100\%$$

Dimana :

W_{bst} = waktu operasional mesinW_{bmax} = waktu pengerjaan

$$Efektivitas = \frac{871.200 \text{ detik}}{712.800 \text{ detik}} \times 100\% = 122,2\%$$

Mencari Efisiensi Mesin Laser L49

Output : jumlah unit yang dihasilkan dari gas yang tersedia

Input : jumlah unit yang dihasilkan tiap bulan

- Perhitungan berapa liter gas / bulan

$$55l \text{ Ar} \rightarrow 1\text{bulan} \rightarrow 55 \text{ l/bulan}$$

$$15l \text{ N}_2 \rightarrow 2\text{bulan} \rightarrow 7,5 \text{ l/bulan}$$

$$6l \text{ O}_2 \rightarrow 6\text{bulan} \rightarrow 1 \text{ l/bulan}$$

$$\text{Total liter gas yang digunakan} = 55 \text{ l/bulan} + 7,5 \text{ l/bulan} + 1 \text{ l/bulan} = 63,5 \text{ l/bulan}$$

- Perhitungan unit tiap bulan

$$Ar = 291,88 \text{ unit / bulan}$$

$$N_2 = 39,8 \text{ unit / bulan}$$

$$O_2 = 5,3 \text{ unit / bulan}$$

- Perhitungan unit tiap liter gas

$$55 \text{ liter/bulan (Ar)} = 291,88 \text{ unit / bulan}$$

$$Ar = 5,3 \text{ unit / liter}$$

7,5 liter/bulan (N_2) = 39,8 unit / bulan

$N_2 = 5,3 \text{ unit / liter}$

1 liter/bulan (O_2) = 5,3 unit / bulan

$O_2 = 5,3 \text{ unit / liter}$

Tiap bulan input gas sebesar 63,5 liter/bulan dengan spesifikasi 55 liter/bulan (Ar), 7,5 liter/bulan (N_2), 1 liter/bulan (O_2), serta unit yang dihasilkan yaitu 337 unit (input).

Gas yang tersedia 165 liter $\rightarrow$ 100 liter (Ar), 50 liter (N_2), 15 liter (O_2)

Unit yang dapat dihasilkan dari gas tersebut adalah :

55 liter (Ar) = 55 liter x 5,3 unit / liter = 292 unit

7,5 liter (N_2) = 7,5 liter x 5,3 unit / liter = 40 unit

1 liter (O_2) = 1 liter x 5,3 unit / liter = 5,3 unit

Total unit yang dihasilkan : 291,5 unit + 39,75 unit + 5,3 unit = 337,3 unit (Output)

$$Efisiensi = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

Dimana :

Output : Jumlah unit yang dihasilkan dari gas yang tersedia

Input : Jumlah unit yang dihasilkan tiap bulan

$$Efisiensi = \frac{337,3 \text{ unit}}{337 \text{ unit}} \times 100\% = 100,08 \%$$

Mencari Produktivitas Mesin Laser L49

Setelah nilai efisiensi dan efektivitas dari mesin laser l49 pada produksi periode Maret 2018 maka nilai dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

Produktivitas

$$= \frac{\text{Efisiensi menghasilkan output}}{\text{Efektifitas menggunakan input}} \times 100\%$$

$$Produktivitas = \frac{100,08 \ \%}{122,2 \ \%} \times 100\% = 82 \ \%$$

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian menggunakan Metode *Data Envelopmen Analysis (DEA)* dapat memberitahukan bahwa adanya penurunan tingkat efisiensi, efektivitas dan produktivitas mesin laser L20 dan L49 sehingga pihak PT Dempo Laser Metalindo dapat mengambil keputusan atau tindakan untuk melakukan penekanan atau cara menghemat pada penggunaan energi gas yang dapat menghasilkan output (unit produk yang dihasilkan).

Berdasarkan dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa mesin laser yang memiliki tingkat rata - rata produktivitas tinggi ialah mesin laser L20 dengan nilai produktivitasnya mencapai 116,2%.

Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa mesin laser yang memiliki tingkat efektivitas tinggi

ialah mesin laser L49, sedangkan mesin yang tingkat efisiensi yang lebih tinggi ialah mesin laser L20.

Saran

Dari simpulan diatas, peneliti menyampaikan beberapa saran yang bisa dijadikan bahan pertimbangan guna meningkatkan produktivitas perusahaan dalam bidang produksi. Adapun saran yang ingin diberikan peneliti kepada pihak PT Dempo Laser Metalindo yaitu :

- Berdasarkan dari hasil penelitian menggunakan Metode *Data Envelopmen Analysis (DEA)* jika terjadi penurunan produksi maka DMU (*Decision Making Unit*) atau Unit Pembuatan Keputusan (UPK) harus segera diadakan oleh pihak PT Dempo Laser Metalindo agar pada produksi periode selanjutnya dapat mengalami peningkatan.
- Untuk dapat meningkatkan produktivitas pada periode selanjutnya maka pihak PT Dempo Laser Metalindo haruslah lebih bijaksana dalam penggunaan gas pemotongan agar sumber daya yang digunakan lebih efisien.
- Perusahaan harus mengurangi atau menghindari terjadinya mesin berhenti akibat kerusakan mesin atau pun meluapnya bahan baku yang masuk pada mesin .

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahmat. 2003. Pengertian Efektivitas. Universitas Negeri Yogyakarta: Lumbung Pustaka
- Abidin, Zaenal dan Endri. 2009. *Kinerja Efisiensi Teknis Bank Pembangunan Daerah: Pendekatan Data Envelopment Analysis (DEA)*. Jurnal Akuntansi dan Keuangan, vol. 11, no. 1
- Adler, Nicole, Lea Friedman dan Zilla Sinuany-Stern. 2002. *Review of Ranking Methods in The Data Envelopment Analysis Context*. European Journal of Operational Research 140 (2002) 249–265
- Ahyari, Agus. 1987. Manajemen Produksi Buku I. Yogyakarta: BPFE.
- Aliffianudin, Mohammad Bagas. *Perawatan Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3030 – TruFlow 3200 di PT Dempo Laser Metalindo Surabaya*. Laporan Praktik Industri Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNESA. 2017
- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : Rineka cipta
- Banker, Rajiv D dan Richard C. Morey. 1986. *Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs*. Operations Research Vol. 34, No. 4. July- August 1986
- Baroto, Teguh. 2006. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Coelli, T. 1996. *A guide to DEAP version 2.1: A data envelopment analysis (computer) Program*. CEPA Working Paper 96/08, Department of Econometrics, University of New England, Armidale

- Dirgantoro, Crown. 2002. *Keunggulan Bersaing Melalui Proses Bisnis*. Jakarta : Grasindo
- Dula, Jose H dan Fransisco J. Lopez. 2002. *Data Envelopment Analysis (DEA) in Massive Data Sets*. Kluwer Academic Publishers
- Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Haedar Ali, Tubagus. 1986. *Prinsip-Prinsip Network Planning*. Jakarta : PT. Gramedia.
- Handoko, T. Hani. 1984. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi Dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE.
- HURI, Mumu Daman and SUSILOWATI, Indah (2004) PENGUKURAN EFISIENSI RELATIF EMITEN PERBANKAN DENGAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) (Studi Kasus: Bank-Bank yang Terdaftar di Bursa Efek Jakarta Tahun 2002). *Jurnal Dinamika Pembangunan (JDP)*, Volume 1 (Nomor 2). pp. 95-110. ISSN 1829-7617
- Jay Heizer, Barry Render. 2005. *Manajemen Operasi – Edisi Tujuh*. Jakarta : Salemba Empat.
- Maulana, Achmad. 2004. *Kamus Ilmiah Populer Lengkap*. Yogyakarta : Absolut
- MUHAR Harjum (2007) *Analisis Perbandingan Efisiensi Bank Syariah di Indonesia Dengan Metode Data Envelopment Analysis (periode Tahun 2005)*. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Islam* , II (3). pp. 80-166.
- Numinato, Eko. 2004. *Ergonomi Konsep Dasar Dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya
- Ray, Subhash C. 2004. *Data Envelopment Analysis Theory and Techniques for Economics and Operations Research*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Samosir, Agunan P. 2005. *Analisis Kelayakan Penggabungan Usaha PT Pelindo I (Persero) dan PT Pelindo II (Persero)*. *Kajian Ekonomi dan Keuangan*, Volume 9, Nomor 4
- Setiawati, Wiwit. 2006. *Analisis Pengaruh Faktor Produksi Terhadap Produksi Industri Pengasapan Ikan Di Kota Semarang*. Skripsi tidak diterbitkan. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang
- Sinulingga, Sukaria. 2009. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Soeharto, Imam. 1998. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyono. 2011. *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta
- Sugiyono. 2013. *Statistik untuk penelitian*. Bandung : Alfabeta
- Summmanth, D.J. 1984. *Productivity Engineering and Management*. McGraw – Hill Book Company
- Tim Penyusun. 2014. *Buku Pedoman Penulisan Skripsi*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya, Unipress.
- Trumpf, Werkzeugmaschinen. *Manual logbook operation and maintenance ,Mesin Laser Trumpf Type TruLaser 3030 – TruFlow 3200*.
- Wong, Wai Peng dan Kuan Yew Wong. 2007. *Supply Chain Performance Measurement System Using Dea Modeling*. *Industrial Management & Data Systems* Vol. 107 No. 3, 2007 pp. 361-