

Perencanaan Peningkatan Produktivitas Proses Fabrikasi Dengan Pendekatan Fungsi Produksi Cobb Douglas (STUDI KASUS DI PT. PAL INDONESIA)

Di susun oleh :

Sutrisno dan Ferry Suzantho
Program Studi Magister Teknik Industri
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jalan Arif Rachman Hakim 100 Surabaya
Email: trisnogrs@yahoo.com

ABSTRAK

Permasalahan menurunnya produktivitas yang terjadi pada proses fabrikasi di galangan kapal PT. PAL Indonesia sampai saat ini belum dapat ditemukan solusi penyelesaiannya, hal ini kemungkinan dikarenakan metode pengukuran produktivitasnya masih dilakukan secara tradisional dengan menggunakan rasio output/input, sehingga hasil pengukuran tersebut sulit dipergunakan sebagai acuan untuk membuat perencanaan peningkatan produktivitasnya di masa yang akan datang. Untuk mendapatkan solusi penyelesaian permasalahan tersebut, dilakukan penelitian tentang perencanaan peningkatan produktivitas proses fabrikasi dengan pendekatan Fungsi Produksi Cobb Douglas (FPCD), dimana dengan pendekatan ini dapat dihasilkan model fungsi produksi proses fabrikasi baik *NC plasma cutting* maupun *manual cutting*. Koefisien intersep dari model fungsi produksi tersebut merupakan indeks efisiensi produksi yang secara langsung menggambarkan efisiensi penggunaan input tenaga kerja dan peralatan produksi dalam menghasilkan output dari sistem produksi yang diteliti. Koefisien elastisitas produksi dari model fungsi produksi tersebut juga secara langsung menggambarkan elastisitas produksi dari setiap input yang dipergunakan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses fabrikasi dengan *NC plasma cutting* memiliki skala hasil yang meningkat (*increasing return to scale*), sedangkan proses fabrikasi dengan *manual cutting* memiliki skala hasil yang menurun (*decreasing return to scale*). Berdasarkan model fungsi produksi pada proses produksi tersebut juga dapat dibuat perencanaan peningkatan produktivitasnya di masa yang akan datang dengan mudah.

Kata kunci: produktivitas, fungsi produksi Cobb Douglas, koefisien intersep, koefisien elastisitas produksi, *increasing return to scale*, *decreasing return to scale*.

ABSTRACT

Productivity problem which is arising at fabrication process in PT. PAL Indonesia shipyard have not solved yet until now, this is caused probably due to the productivity is measured traditionally use output/input ratio, therefore the measurement result is difficult to be used as reference to develop how to increase the productivity in the future. To get the problem solving, author takes a research regarding planning of productivity increasing of fabrication process use production function of Cobb Douglas, where this method could developed the production function model both of NC plasma cutting and manual cutting process. Intercept coefficient of the production function model as production efficiency index that directly described the efficiency both input of labor and machine related to produce the output. Coefficient of elasticity production of the model directly described the production elasticity of each input. The result of this research shows that fabrication process of NC plasma cutting has increasing return to scale, and the other hand the fabrication process of manual cutting has decreasing return to scale. Based on this production model then could be made the planning of productivity increasing easily.

Keyword: *productivity, production function of Cobb Douglas, coefficient of intercept, coefficient of production elasticity, increasing return to scale, decreasing return to scale*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara maritim yang memiliki luas wilayah lautan lebih besar dari pada luas wilayah daratan seyogyanya memiliki industri maritim dan galangan kapal yang besar dan kuat. Oleh karena itu pada masa tahun 80-an pemerintah telah merintis pembangunan industri galangan kapal di Indonesia dengan melakukan investasi yang besar untuk membangun beberapa galangan kapal yang dikelola oleh pemerintah. Salah satu industri galangan kapal yang dibangun dan dikelola oleh pemerintah itu adalah PT. PAL INDONESIA.

Pada awal pendiriannya perusahaan ini diharapkan bisa berkembang dengan penguasaan teknologi, peningkatan kemampuan sumber daya manusia dan menjadi industri galangan kapal nasional serta menjadi pusat keunggulan teknologi perkapalan dan teknologi maritim pada umumnya yang menjadi

kebanggaan nasional. Oleh karena itu PT. PAL INDONESIA memiliki *road map* dalam jangka panjangnya untuk melakukan transformasi penguasaan teknologi yang dimulai dari tahap membangun kapal dengan lisensi dari galangan kapal luar negeri, dilanjutkan dengan tahap merancang sendiri desain kapal dan membangunnya sampai dengan tahap pengembangan desain kapal sesuai dengan kebutuhan pasar.

Namun dengan adanya perubahan kebijakan pemerintah, dimana perusahaan ini dituntut untuk bisa mandiri dan merubah orientasi pengelolaan perusahaan dari padat teknologi menjadi berorientasi bisnis maka dalam perjalanannya perusahaan ini mengalami kendala dan hambatan yang serius. Kendala dan hambatan yang dialami oleh perusahaan ini mengakibatkan adanya penurunan performansi kinerja perusahaan terus-menerus dari tahun ke tahun, dimana penurunan performansi kinerja perusahaan itu juga terlihat dari sisi tingkat produktivitas perusahaan yang juga mengalami penurunan terus-menerus dari tahun ke tahun.

Dari hasil pra-penelitian diketahui bahwa selama periode tahun 2008 sampai tahun 2011 telah terjadi penurunan tingkat produktivitas tenaga kerja dan produktivitas peralatan produksi pada proses fabrikasi di bengkel Fabrikasi Lambung Divisi Kapal Niaga. Kondisi terus menurunnya tingkat produktivitas tenaga kerja dan peralatan produksi pada proses fabrikasi sebagaimana diketahui pada saat pra-penelitian tersebut dilanjutkan dengan penelitian untuk mengetahui kondisi tingkat produktivitas tenaga kerja dan peralatan produksi pada proses fabrikasi di bengkel Fabrikasi Lambung Divisi Kapal Niaga dengan pendekatan Fungsi Produksi Cobb Douglas serta melakukan analisis untuk membuat perencanaan peningkatan produktivitas pada proses fabrikasi di bengkel Fabrikasi Lambung Divisi Kapal Niaga. Perencanaan peningkatan produktivitas ini selanjutnya diharapkan dapat diimplementasikan dan menjadi acuan untuk melakukan peningkatan produktivitas pada proses produksi yang lain.

IDENTIFIKASI MASALAH

1. Telah terjadi penurunan produktivitas tenaga kerja pada proses fabrikasi di bengkel Fabrikasi Lambung Divisi Kania secara terus menerus tahun 2008, 2009, 2010 dan 2011 masing-masing tingkat produktivitasnya 0,16 Ton/JO, 0,08 Ton/JO, 0,08 Ton/JO dan 0,07 Ton/JO.
2. Telah terjadi penurunan produktivitas peralatan produksi pada proses fabrikasi di bengkel Fabrikasi Lambung Divisi Kania secara terus menerus tahun 2008, 2009, 2010 dan 2011 masing-masing tingkat produktivitasnya 0,20 Ton/JM, 0,08 Ton/JM, 0,07 Ton/JM dan 0,06 Ton/JM.

RUMUSAN MASALAH

1. Berapa tingkat produktivitas tenaga kerja dan peralatan produksi serta angka koefisien intersep dan koefisien elastisitas input tenaga kerja dan peralatan produksi terhadap output pada proses fabrikasi dengan *NC Plasma Cutting* dan *Manual Cutting* di bengkel Fabrikasi Lambung Divisi Kapal Niaga bila dilakukan pengukuran dengan pendekatan Fungsi Produksi Cobb Douglas?
2. Bagaimana membuat perencanaan peningkatan produktivitas tenaga kerja dan peralatan produksi pada proses fabrikasi dengan *NC Plasma Cutting* dan *Manual Cutting* di bengkel Fabrikasi Lambung Divisi Kapal Niaga berdasarkan Model Fungsi Produksi Cobb Douglas?

TUJUAN PENELITIAN

1. Untuk mengetahui tingkat produktivitas tenaga kerja dan produktivitas peralatan produksi serta angka koefisien intersep dan koefisien elastisitas input tenaga kerja dan peralatan produksi terhadap output pada proses fabrikasi dengan *NC Plasma Cutting* dan *Manual Cutting* di bengkel Fabrikasi Lambung Divisi Kapal Niaga dengan pendekatan Fungsi Produksi Cobb Douglas.
2. Untuk membuat perencanaan peningkatan produktivitas tenaga kerja dan produktivitas peralatan produksi pada proses fabrikasi dengan *NC Plasma Cutting* dan *Manual Cutting* di bengkel Fabrikasi Lambung Divisi Kapal Niaga berdasarkan Model Fungsi Produksi Cobb Douglas.

TINJAUAN PUSTAKA

Fungsi Produksi Cobb Douglas

Vincent Gaspersz (1996) menyatakan bahwa fungsi produksi Cobb Douglas (FPCD) merupakan salah satu bentuk fungsi produksi yang paling banyak dipergunakan dalam analisis produktivitas. Beberapa alasan praktis yang membuat FPCD sering dipergunakan orang adalah:

1. FPCD bentuknya sederhana dan mudah penerapannya yaitu $Q = \delta L^\alpha M^\beta$, dimana dapat menggambarkan sifat dasar fungsi produksi yang diteliti dengan dua masukan yaitu tenaga kerja (L) dan alat utama produksi (M) yang dipergunakan untuk menghasilkan produk (Q).
2. FPCD menggambarkan keadaan skala hasil (*return to scale*), apakah sedang meningkat, menurun atau tetap. Jika delta periode kedua lebih besar dari delta periode pertama, maka sistem produksi mengalami kenaikan produktivitas. Jika delta periode kedua lebih kecil dari delta periode pertama, maka sistem produksi mengalami penurunan produktivitas. Jika delta periode kedua sama dengan delta periode pertama, maka sistem produksi tetap.
3. Koefisien intersep (delta) dari FPCD merupakan indeks efisiensi produksi yang secara langsung menggambarkan efisiensi penggunaan input dalam menghasilkan output dari sistem produksi yang sedang dikaji itu.
4. Koefisien-koefisien FPCD secara langsung menggambarkan elastisitas produksi dari setiap input yang dipergunakan dan dipertimbangkan untuk dikaji dalam FPCD itu.

Bentuk umum dari FPCD adalah sebagai berikut:

$Q = \delta I^\alpha$, dimana Q = output, I = jenis input yang dipergunakan dalam proses produksi dan dipertimbangkan untuk dikaji, δ (baca: delta) = indeks efisiensi penggunaan input dalam menghasilkan output, dan α (baca: alfa) = elastisitas produksi dari input yang digunakan.

Sebagai misal: apabila kita ingin mengkaji hubungan antara input tenaga kerja (L) dan mesin (M) terhadap output dalam suatu proses produksi, bentuk umum dari FPCD itu dapat dinyatakan:

$$Q = \delta L^\alpha M^\beta \dots\dots\dots(1)$$

Bentuk transformasi dinyatakan sebagai berikut:

$$\ln Q_n = \text{konstanta} + L \ln L_n + M \ln M_n \dots\dots\dots (2)$$

Bentuk asli dinyatakan sebagai berikut:

$$Q_n = e^{\text{konstanta}} L_n^L M_n^M \dots\dots\dots (3)$$

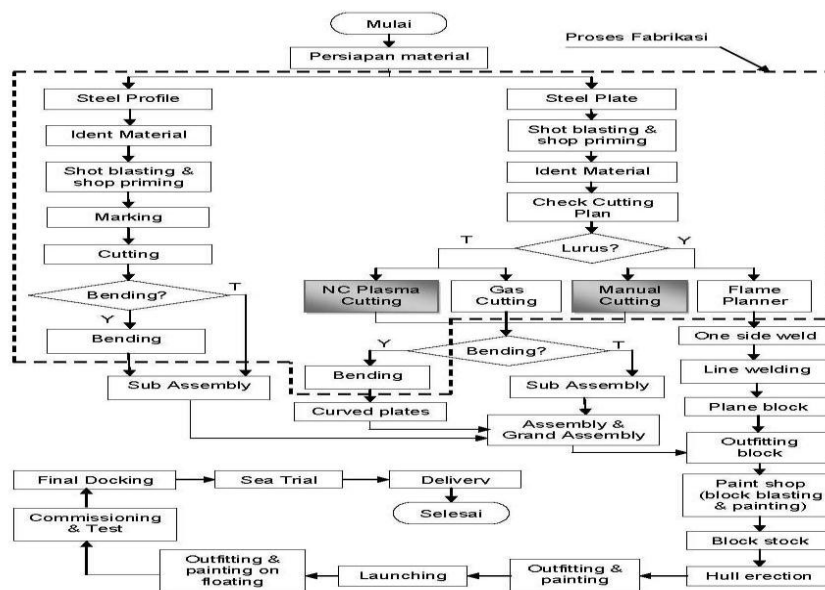
Dimana:

- | | | | |
|-----------------|-----------------------------------|------------------|--|
| Q | = output | L | = input jam kerja efektif (tenaga kerja) |
| M | = input jam mesin efektif | δ (delta) | = koefisien intersep (indeks efisiensi) |
| α (alfa) | = elastisitas output dari input L | β (beta) | = elastisitas output dari input M |

METODOLOGI PENELITIAN

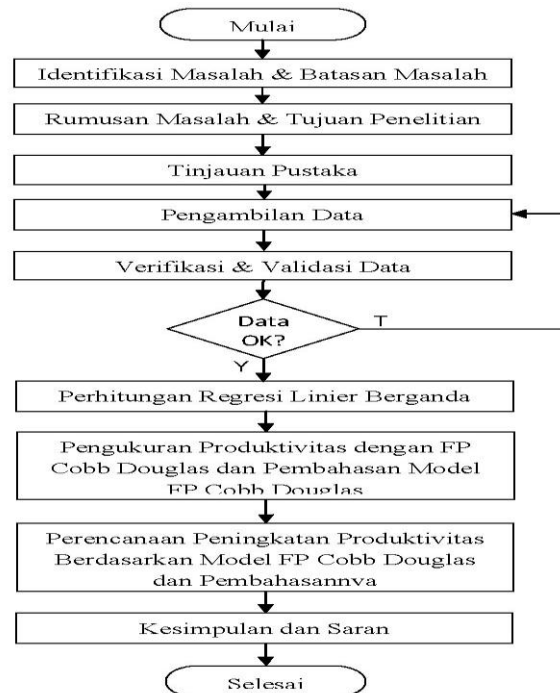
Alur Proses Produksi Pembangunan Kapal di PT. PAL INDONESIA

Untuk memberikan gambaran umum tentang permasalahan yang akan diteliti, dijelaskan alur proses produksi pembangunan kapal di PT. PAL INDONESIA (Gambar 1.) sebagai berikut :



Gambar 1 Proses Produksi Pembangunan Kapal di PT. PAL Indonesia

Alur Proses Penelitian



Gambar 2 Alur Proses Penelitian

Pengambilan Data Penelitian

1. Data output berat (Q) pada proses fabrikasi dengan mesin *NC Plasma Cutting*.
2. Data jam kerja orang efektif (L) pada proses fabrikasi dengan mesin *NC Plasma Cutting*.
3. Data jam kerja mesin efektif (M) pada proses fabrikasi dengan mesin *NC Plasma Cutting*.
4. Data output berat (Q) pada proses fabrikasi dengan proses *Manual Cutting*.
5. Data jam kerja orang efektif (L) pada proses fabrikasi dengan proses *Manual Cutting*.
6. Data jam kerja mesin efektif (M) pada proses fabrikasi dengan proses *Manual Cutting*.

Alasan Pemilihan Proses *NC Plasma Cutting* dan *Manual Cutting* serta Pendekatan FPCD

1. Proses fabrikasi sebagai inputan pada proses *sub-assembly* dan *assembly* memegang peranan yang signifikan, sehingga proses fabrikasi perlu ditingkatkan kapasitas output dan produktivitasnya.
2. Tingkat produktivitas proses fabrikasi terus menurun mulai tahun 2008 sampai tahun 2011, sehingga perlu ditingkatkan produktivitasnya.
3. Proses *assembly* sudah pernah diteliti oleh peneliti sebelumnya.
4. Proses pemotongan plat di bengkel fabrikasi dikelompokkan 2 (dua) yaitu: (1) potongan tidak lurus dengan *NC Plasma Cutting* (13%) dan *NC Gas Cutting* (7%), dan (2) potongan lurus dengan *Flame Planner* (20%) dan *Manual Cutting* (60%), sehingga presentase terbesar tiap kelompok dipilih sebagai obyek penelitian yaitu *NC Plasma Cutting* (13%) dan *Manual Cutting* (60%).
5. Selama ini pengukuran produktivitas di bengkel Fabrikasi Lambung menggunakan pendekatan rasio output/input sehingga sulit digunakan untuk perencanaan peningkatan produktivitas.
6. FPCD memiliki bentuk sederhana dan mudah penerapannya serta menghasilkan model fungsi produksi yang dapat digunakan untuk membuat perencanaan peningkatan produktivitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Fabrikasi dengan *NC Plasma Cutting*

Data penelitian pada proses fabrikasi dengan *NC Plasma Cutting* selama 12 (dua belas) minggu yang dicatat tiap hari kerja mulai Senin sampai dengan Jumat pada jam 07.30 WIB sampai jam 16.00

WIB, dengan waktu istirahat jam 11.30 WIB – 13.00 WIB mulai minggu ke-18 sampai dengan minggu ke-29 tahun 2012 ditabulasikan dan dihitung logaritma naturalnya seperti Tabel 1.

Tabel 1 Perhitungan Logaritma Natural Data Proses *NC Plasma Cutting*

Tanggal (Th 2012)	Minggu ke-	Q (Kg)	L (Jam)	M (Jam)	ln Q	ln L	ln M
1-4 Mei	18	17182.23	91	24	9.751630989	4.510859507	3.17805383
7-11 Mei	19	19801.2	96	32	9.893497821	4.564348191	3.465735903
14-18 Mei	20	12126.41	64	19	9.403140998	4.158883083	2.944438979
21-25 Mei	21	14239.15	73	32	9.563750492	4.290459441	3.465735903
28 Mei-1Juni	22	12523.72	66	29	9.435379725	4.189654742	3.36729583
4-8 Juni	23	13462.22	63	28	9.507642523	4.143134726	3.33220451
11-15 Juni	24	13524.23	62	25	9.51223817	4.127134385	3.218875825
18-22 Juni	25	13391.38	62	28	9.502366495	4.127134385	3.33220451
25-29 Juni	26	10606.65	53	22	9.269236442	3.970291914	3.091042453
2-6 Juli	27	13621.45	57	28	9.519401035	4.043051268	3.33220451
9-13 Juli	28	18516.57	88	38	9.826421286	4.477336814	3.63758616
16-20 Juli	29	21794.79	94	40	9.989426229	4.543294782	3.688879454

Hasil verifikasi dan validasi data dengan metode uji Kolmogorov-Smirnov, R Square, F hitung dan pengujian signifikansi disajikan pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 2 Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov Data *NC Plasma Cutting*

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
lnQ	.229	12	.082	.925	12	.329
lnL	.219	12	.116	.887	12	.107
lnM	.156	12	.200*	.974	12	.946

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tabel 3 Model Summary *NC Plasma Cutting*Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.960 ^a	.922	.904	.0672631888	1.723

a. Predictors: (Constant), lnM, lnL

b. Dependent Variable: lnQ

Tabel 4 ANOVA *NC Plasma Cutting*ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.480	2	.240	53.059	.000 ^a
	Residual	.041	9	.005		
	Total	.521	11			

a. Predictors: (Constant), lnM, lnL

b. Dependent Variable: lnQ

Pengukuran Produktivitas Proses *NC Plasma Cutting* dengan Pendekatan FPCD

Dengan menggunakan Software SPSS 16 dilakukan perhitungan pendugaan parameter regresi dengan metode regresi linier berganda dengan hasil disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Koefisien Regresi Linier *NC Plasma Cutting*

		Coefficients ^a				
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
Model		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	5.245	.423		12.394	.000
	lnL	.795	.122	.763	6.538	.000
	lnM	.289	.119	.283	2.428	.038

a. Dependent Variable: lnQ

Dari Tabel 5 Koefisien Regresi Linier diperoleh tabel yang memuat nilai koefisien regresi dari setiap variable bebas pada persamaan regresi linier berganda, yaitu:

(1) Nilai konstanta = 5,245 dengan besaran nilai penyimpangan $\pm 0,423$

(2) Nilai koefisien regresi variabel bebas L= 0,795 dengan besaran nilai penyimpangan $\pm 0,122$

(3) Nilai koefisien regresi variabel bebas M=0,289 dengan besaran nilai penyimpangan $\pm 0,119$

sehingga dapat dibuat Fungsi Produksi Cobb Douglas dalam bentuk sebagai berikut:

Bentuk Umum : $Q = \delta L^\alpha M^\beta$

Bentuk transformasi dinyatakan sebagai berikut:

$$\ln Q_n = \text{konstanta} + L \ln L_n + M \ln M_n$$

$$\ln Q_0 = 5,245 + 0,795 \ln L_0 + 0,289 \ln M_0$$

Bentuk asli dinyatakan sebagai berikut:

$$Q_n = e^{\text{konstanta}} L_n^L M_n^M$$

$$Q_0 = e^{5,245} L_0^{0,795} M_0^{0,289}$$

$$Q_0 = (2,71828)^{5,245} L_0^{0,795} M_0^{0,289}$$

$$Q_0 = 189,615 L_0^{0,795} M_0^{0,289} \dots \dots \dots \text{Model FPCD Proses NC Plasma Cutting}$$

Pembahasan Hasil Pengukuran Produktivitas Proses *NC Plasma Cutting*

1. Analisis produktivitas (koefisien intersep = 189,615)

Berdasarkan nilai koefisien intersep tersebut diatas, dapat diketahui bahwa produktivitas total untuk tenaga kerja dan mesin produksi (input jam kerja orang dan jam kerja mesin) adalah sebesar indeks efisiensi produksi atau koefisien intersep sebesar 189,615.

2. Analisis produktivitas tenaga kerja (elastisitas output dari variable L = 0,795)

Produktivitas tenaga kerja sebesar koefisien elastisitas jam kerja efektif yaitu 0,795. Dalam meramalkan output di masa akan datang, hal ini diartikan bahwa penambahan jam kerja efektif sebesar 1% dari jam kerja efektif akan memberikan tambahan output produksi sebesar 0,795%.

3. Analisis produktivitas peralatan produksi (elastisitas output dari variable M = 0,289)

Produktivitas peralatan produksi adalah sebesar koefisien elastisitas dari jam kerja mesin efektif yaitu 0,289. Artinya apabila di masa akan datang dilakukan penambahan jam kerja mesin efektif sebesar 1% dari jam kerja mesin efektif akan memberikan tambahan output produksi 0,289%.

4. Analisis skala nilai

Nilai koefisien $\alpha = 0,795$ lebih besar dari nilai koefisien $\beta = 0,289$ artinya sistem produksi fabrikasi dengan *NC Plasma Cutting* ini faktor input jam kerja orang efektif lebih dominan dibandingkan faktor jam kerja mesin efektif. Jumlah koefisien $\alpha + \beta = 0,795 + 0,289 = 1,084 > 1$. Hal ini dapat diartikan bahwa skala hasil pada bagian ini menunjukkan skala hasil yang meningkat, dimana integritas antara input jam kerja orang efektif dan jam kerja mesin efektif, memberikan pengaruh yang dapat meningkatkan skala hasil (meskipun tidak terlalu signifikan).

Proses Fabrikasi dengan *Manual Cutting*

Dengan cara yang sama dilakukan pengolahan data pada proses fabrikasi dengan *Manual Cutting* dihasilkan Model Fungsi Produksi Cobb Douglas sebagai berikut:

Bentuk Umum : $Q = \delta L^\alpha M^\beta$

Bentuk transformasi dinyatakan sebagai berikut:

Created with



download the free trial online at nitropdf.com/professional

$$\ln Q_n = \text{konstanta} + L \ln L_n + M \ln M_n$$

$$\ln Q_0 = 5,213 + 5,184 \ln L_0 - 4,373 \ln M_0$$

Bentuk asli dinyatakan sebagai berikut:

$$Q_n = e^{\text{konstanta}} L_n^L M_n^M$$

$$Q_0 = e^{5,213} L_0^{5,184} M_0^{-4,373}$$

$$Q_0 = (2,71828)^{5,213} L_0^{5,184} M_0^{-4,373}$$

$$Q_0 = 183,644 L_0^{5,184} M_0^{-4,373} \dots\dots\dots \text{Model FPCD Proses Manual Cutting}$$

Pembahasan Hasil Pengukuran Produktivitas Proses Manual Cutting

1. Analisis produktivitas (koefisien intersep =183,644)
Berdasarkan nilai koefisien intersep tersebut diatas, dapat diketahui bahwa produktivitas total untuk tenaga kerja dan mesin produksi (input jam kerja orang dan jam kerja mesin) adalah sebesar indeks efisiensi produksi atau koefisien intersep sebesar 183,644.
2. Analisis produktivitas tenaga kerja (elastisitas output variable L = 5,184)
Produktivitas tenaga kerja sebesar koefisien elastisitas dari jam kerja efektif yaitu 5,184. Dalam meramalkan output di masa akan datang, hal ini dapat diartikan bahwa penambahan jam kerja efektif sebesar 1% dari jam kerja efektif akan memberikan tambahan output produksi 5,184%.
3. Analisis produktivitas mesin produksi (elastisitas output variable M = -4,373)
Produktivitas mesin produksi adalah sebesar koefisien elastisitas jam kerja mesin efektif yaitu - 4,373. Artinya apabila di masa akan datang dilakukan penambahan jam kerja mesin efektif sebesar 1% dari jam kerja mesin efektif akan memberikan pengurangan output produksi 4,373%.
4. Analisis skala nilai
Nilai koefisien $\alpha = 5,184$ lebih besar dari nilai koefisien $\beta = -4,373$ artinya sistem produksi fabrikasi dengan *Manual Cutting* ini faktor input jam kerja orang efektif lebih dominan dibandingkan faktor jam kerja mesin efektif. Jumlah koefisien $\alpha + \beta = 5,184 + (- 4,373) = 0,811 < 1$. Hal ini dapat diartikan bahwa skala hasil pada bagian ini menunjukkan skala hasil yang menurun, dimana integritas antara input jam kerja orang efektif dan jam kerja mesin efektif, memberikan pengaruh yang dapat menurunkan skala hasil.

Perencanaan Peningkatan Produktivitas Proses NC Plasma Cutting

Melakukan perhitungan dan simulasi dengan kombinasi penambahan input jam orang (L) dan input jam mesin (M) berdasarkan model FPCD dengan mempertimbangkan kondisi jam kerja yang memungkinkan dilakukan, maka dibuat dengan 4 (empat) kondisi yaitu:

- a. Perhitungan dan simulasi dengan 1 shift, 5 hari kerja dalam seminggu.
- b. Perhitungan dan simulasi dengan 2 shift, 5 hari kerja dalam seminggu.
- c. Perhitungan dan simulasi dengan 1 shift, 6 hari kerja dalam seminggu.
- d. Perhitungan dan simulasi dengan 2 shift, 6 hari kerja dalam seminggu.

Tabel 6 Hasil Perhitungan dan simulasi Proses NC Plasma Cutting

No.	Kondisi	Output (Ton)	Input JO/Minggu	Input JM/Minggu
1	1 shift, 5 hari kerja	23,109	110	40
2	2 shift, 5 hari kerja	48,988	220	80
3	1 shift, 6 hari kerja	28,158	132	48
4	2 shift, 6 hari kerja	59,693	264	96

Perencanaan Peningkatan Produktivitas Proses Manual Cutting

Untuk mengetahui pemakaian jumlah torch yang paling optimal dilakukan perhitungan dan simulasi dengan hasil pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Hasil Simulasi Manual Cutting - 6 dan 7 Torch

No.	Diskripsi	Output/Input Per Minggu			
		6T, 5HK	7T, 5HK	6T, 6HK	6T, 6HK

1	Output	53,108 Ton	50,559 Ton	61,571 Ton	58,616 Ton
2	Input Jam Orang (JO)	255 JO	285 JO	306 JO	342 JO
3	Input Jam Mesin/ Peralatan (JM)	195 JM	225 JM	234 JM	270 JM
Ket : 6T,5HK=6 torch-1 shift, 5 hari kerja; 7T,5HK=7 torch-1 shift, 5 hari kerja 6T,6HK=6 torch-1 shift, 6 hari kerja; 7T,6HK=7 torch-1 shift, 6 hari kerja					

Dengan cara perhitungan yang sama dengan proses *NC Plasma Cutting* diperoleh hasil perhitungan dan simulasi pada proses *Manual Cutting* seperti disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan dan simulasi Proses *Manual Cutting*

No.	Kondisi	Output (Ton)	Input JO/Minggu	Input JM/Minggu
1	1 shift, 5 hari kerja	53,108	255	195
2	2 shift, 5 hari kerja	93,174	510	390
3	1 shift, 6 hari kerja	61,571	306	234
4	2 shift, 6 hari kerja	108,021	612	468

Pembahasan Perencanaan Peningkatan Produktivitas Proses *NC Plasma Cutting* dan *Manual Cutting*

1. Proses fabrikasi dengan proses *NC Plasma Cutting* saat ini masih bisa ditingkatkan karena pemakaian JO dan JM belum optimal, dimana untuk menghasilkan output 21,795 ton/minggu diperlukan input 94 JO/minggu dan input 40 JM/minggu.
2. Pemberlakuan kerja 2 shift pada proses *NC Plasma Cutting*, dimana dengan penambahan JO dan JM masing-masing 100% dari kerja 1 shift ternyata meningkatkan output 111,99% dari output kerja 1 shift. Hal ini lebih optimal dibandingkan kondisi kerja 1 shift dan penambahan hari kerja (lembur hari Sabtu), dimana dengan penambahan JO dan JM masing-masing 20% dari hari kerja normal hanya memberikan peningkatan output 21,85% dari output dengan hari kerja normal.
3. Proses fabrikasi dengan proses *Manual Cutting* saat ini masih bisa ditingkatkan karena pemakaian JO dan JM belum optimal, dimana untuk menghasilkan output 31,108 ton/minggu, diperlukan input 106 JO/minggu dan input 80 JM/minggu.
4. Pemakaian 6 set torch pada *Manual Cutting* memberikan output yang paling optimal, sedangkan penambahan torch menjadi 7 set justru menghasilkan output yang lebih rendah, sehingga diketahui bahwa pemakaian torch yang paling optimal adalah 6 set torch.
5. Pemberlakuan 2 shift pada *Manual Cutting*, dimana dengan penambahan JO dan JM masing-masing 100% dari kerja 1 shift ternyata memberikan peningkatan output hanya 75,44% dari output kerja 1 shift. Hal ini kurang optimal dibandingkan dengan kondisi kerja 1 shift dan penambahan hari kerja (lembur hari Sabtu), dimana dengan penambahan JO dan JM masing-masing 20% dari hari kerja normal ternyata mampu memberikan peningkatan output 15,94% dari output hari kerja normal.

KESIMPULAN

1. Tingkat produktivitas proses fabrikasi di bengkel Fabrikasi Lambung dengan *NC Plasma Cutting* diketahui sebagai sebuah Model Fungsi Produksi, yaitu: $Q_0 = 189,6151 L_0^{0,795} M_0^{0,289}$.
2. Model FPCD proses fabrikasi dengan *NC Plasma Cutting* tersebut menunjukkan bahwa:
 - a. Produktivitas total tenaga kerja dan mesin produksi sebesar koefisien intersep yaitu 189,615.
 - b. Produktivitas tenaga kerja sebesar koefisien elastisitas dari JO efektif yaitu 0,795.
 - c. Produktivitas peralatan produksi sebesar koefisien elastisitas JM efektif yaitu 0,289.
 - d. Proses fabrikasi *NC Plasma Cutting* ini faktor input JO efektif lebih dominan dibandingkan faktor JM efektif serta memiliki skala hasil yang meningkat (*increasing return to scale*).
3. Proses fabrikasi dengan proses *NC Plasma Cutting* saat ini masih bisa ditingkatkan karena pemakaian jam orang dan jam mesin belum optimal.
4. Peningkatan produktivitas *NC Plasma Cutting* paling optimal dilakukan dengan pemberlakuan kerja 2 shift, dimana dengan penambahan JO dan JM masing-masing 100% dari kerja 1 shift akan memberikan peningkatan output 111,99% dari output kerja 1 shift.
5. Tingkat produktivitas dengan proses *Manual Cutting* diketahui sebagai sebuah Model Fungsi Produksi, yaitu: $Q_0 = 183,6435 L_0^{5,184} M_0^{-4,373}$.

6. Model FPCD proses fabrikasi dengan *Manual Cutting* tersebut menunjukkan bahwa:
 - a. Produktivitas total tenaga kerja dan mesin produksi sebesar koefisien intersep yaitu 183,644.
 - b. Produktivitas tenaga kerja sebesar koefisien elastisitas dari jam kerja efektif yaitu 5,184.
 - c. Produktivitas mesin produksi sebesar koefisien elastisitas dari JM efektif yaitu -4,373.
 - d. Proses fabrikasi *Manual Cutting* ini faktor input JO efektif lebih dominan dibandingkan faktor JM efektif serta menunjukkan skala hasil yang menurun (*decreasing return to scale*).
7. Proses fabrikasi dengan proses *Manual Cutting* saat ini masih bisa ditingkatkan karena pemakaian jam orang dan jam mesin belum optimal.
8. Peningkatan produktivitas proses *Manual Cutting* paling optimal dilakukan dengan pemakaian torch 6 set torch dan pemberlakuan kerja 1 shift dan penambahan hari kerja (lembur hari Sabtu), dimana dengan penambahan JO dan JM masing-masing 20% dari hari kerja normal akan memberikan peningkatan output 15,94% dari output hari kerja normal.

SARAN

1. Pengukuran produktivitas proses fabrikasi dengan pendekatan FPCD agar dipergunakan periodik dan konsisten untuk mengetahui perubahan tingkat produktivitas baik total maupun parsial.
2. Model FPCD proses *NC Plasma Cutting* maupun *Manual Cutting* serta perencanaan peningkatan produktivitasnya yang dihasilkan agar dilengkapi dengan perhitungan ekonomisnya.
3. Selanjutnya masih diperlukan langkah-langkah lain yang relevan untuk terus melakukan peningkatan produktivitas sehingga dihasilkan Model Fungsi Produksi baru yang lebih baik.
4. Kepada para peneliti yang lain disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan untuk membuat perencanaan peningkatan produktivitas untuk masa jangka panjang (*long term period*).
5. Kepada para peneliti yang lain juga disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan pendekatan FPCD pada proses *erection* maupun *outfitting installation* sehingga dapat diketahui tingkat produktivitasnya serta dapat dibuat perencanaan peningkatan produktivitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Lincoln** (2008), *Ekonomi Manajerial*, Edisi Keempat, BPFE Fakultas Ekonomi UGM, Yogyakarta.
- Gaspersz, Vincent** (1996), *Ekonomi Manajerial*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Mutmmainah** (2011), *Diktat Analisa Produktivitas-Modul VII*, Pusat Pengembangan Bahan Ajar Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Pappas, James L., Hirschey, Mark** (1995), *Ekonomi Manajerial, Jilid I*, Edisi Keenam, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Priyatno, Duwi** (2009), *SPSS untuk Analisis Korelasi, Regresi dan Multivariate*, Penerbit Gava Media, Yogyakarta.
- Schlott, Hans W** (1984), *Lecture Notes – Plant Layout and Equipment for a Shipyard*, Faculty of Marine Technology, ITS, Surabaya.
- Storch, Ricard Lee at all** (1995) *Ship Production, Second Edition, Cornell Maritime Press*, Centreville, Maryland.
- Sumanth., David J.**(1995), *Productivity Engineering and Management*, McGraw-Hill.
- Walpole, Ronald E** (1995), *Pengantar Statistik, Edisi ke-3*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wignjosebroto, Sritomo** (2009), *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*, Edisi ketiga, Penerbit Guna Widya, Surabaya.