

ANALISIS PRODUKTIVITAS PADA PROSES PELAYANAN SUB MATERIAL *LEAF SPRING* DENGAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS(DEA)

Ahmad deddysutendy
PT.Indospring, Tbk
Stenddy@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan dalam penelitian ini adalah menganalisis efisiensi proses pelayanan sub material pada masing – masing DMU (Decision Marking Unit), produktivitas yang telah dicapai sub material pada proses pelayanan. Metode analisis yang digunakan adalah Data Envelopment Analysis (DEA). Analisis DEA di desain secara spesifik untuk mengukur efisiensi relatif suatu unit produksi dalam kondisi terdapat banyak input maupun banyak output, yang biasanya sulit disiasati secara sempurna oleh teknik analisis pengukuran efisiensi lainnya.

Penelitian ini menggunakan metode Data Envelopment Analysis (DEA) dengan asumsi CRS (Constant Return to Scale) Penelitian ini menggunakan variabel input yang terdiri dari jumlah operator, rata – rata material handling, Kuantitas pelayanan, sedangkan Output yang digunakan pendapatan, Prosentase claim, prosentase kemampuan pelayanan dengan cara membandingkan antara jumlah output dibandingkan dengan jumlah input maka akan diketahui besarnya produktivitas pada proses pelayanan sub material.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas untuk masing – masing DMU sudah cukup baik, itu dapat dilihat dari nilai efisiensi relatif pada masing – masing DMU dengan nilai minimum 0,95%, sedangkan hasil pengukuran efisiensi relatif untuk masing – masing DMU dapat disimpulkan bahwa ada enam belas DMU yang efisien adalah sub material 2 untuk produk Bushing, Center bolt, Clip bolt, Spacer center, Silencer dan Pipa klip, dan sub material 3 untuk produk Bushing, Center bolt, Clip bolt, Spacer center, Silencer, Pipa klip dan Clip sedangkan sub material 1 untuk produk Bushing, Center bolt, Spacer center, Silencer, Pipa klip dengan nilai efisiensi relatifnya satu atau lebih dari satu sedangkan untuk sub material yang kurang efisien atau nilainya kurang dari 1 adalah sub material 1 untuk produk clip bolt sebesar 0,95 dan Clip sebesar 0,97 dan untuk sub material 2 produk Clip sebesar 0,98 dan Produktivitas yang telah dicapai Sub material pada proses pelayanan untuk Masing – masing DMU yang kurang efisien dapat dilihat pada nilai Peningkatan efisiensi relatif untuk sub material 1 produk Clip bolt sebesar 1,46, dan Clip sebesar 1,34 sedangkan untuk sub material 2 produk Clip sebesar 1,20. Penetapan target perbaikan produktivitas pada DMU yang kurang efisien sehingga DMU yang efisien menjadi acuan untuk meningkatkan produktivitas dalam group / unit yang sudah ditetapkan dan usulan itu bisa menambah atau menurunkan nilai input dan nilai output.

Kata kunci : Data Envelopment Analysis (DEA), efisiensi teknis, produktivitas

PENDAHULUAN

Produktivitas merupakan rasio sederhana antara output dan input dari suatu perusahaan (Summanth, 1984) banyak metode yang dikemukakan oleh para ahli untuk menjabarkan rasio tersebut. Metode *Data Envelopment Analisis* (DEA) dapat digunakan untuk mengukur sekaligus merangking/membandingkan produktivitas secara baik antara unit – unit yang saling dibandingkan (Dula, 2002). Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan metode DEA dalam pengolahan datanya. Efisiensi yang dihasilkan oleh metode DEA adalah efisiensi relatif (Avenzora dan Moeis, 2008) disamping itu juga, (Ray, 2004) menyebutkan bahwa metode DEA bukanlah fungsi biaya maupun

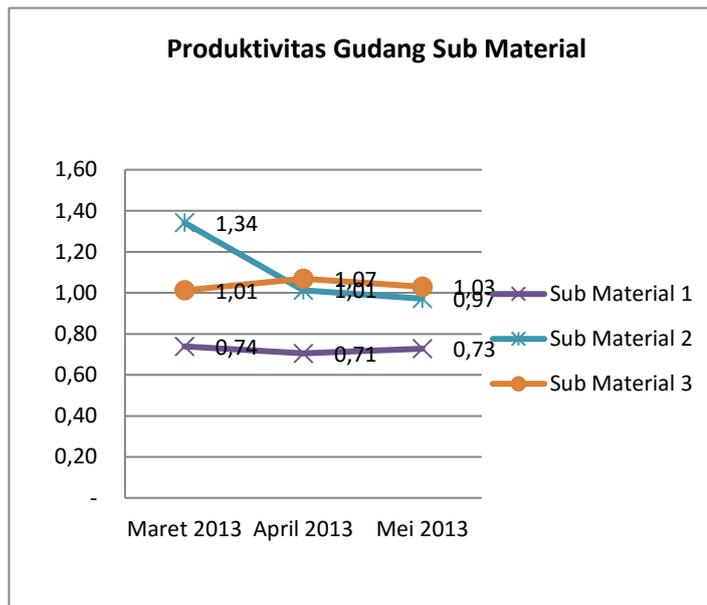
kuntungan, sehingga data keuangan yang sering didapat boleh tidak diikuti.

PT.Indospring.Tbk sebagai badan usaha bersama yang bergerak di bidang otomotif khususnya *leaf spring* (pear daun) pada mobil ini mempunyai beberapa macam leaf dan tipe dengan kekuatan yang teruji dan tipe bermacam – macam sesuai kebutuhan konsumen.

Komponen dalam pembuatan leaf spring ini terdapat berbagai bahan yang harus diketahui ada Raw material, Sub material dan barang setengah jadi (WIP). Didalam bab ini kita akan membahas tentang Sub material dimana sub material mempunyai beberapa bagian seperti bushing, center bolt, clip bolt, pipa klip, spacer center, silencer, clip dengan satuan pcs.

Permasalahan yang terjadisaat ini selain dalam hal stock di gudang sub material juga dalam hal pelayanan sub material yang sering kali masalah yang terjadi di karenakan ada beberapa hal yang mempengaruhi hal tersebut sulit dalam pencarian barang, banyak permintaan diluar jam kerja. Perhitungan produktivitas berdasarkan pada input dan output sub material selama periode maret

2013 sampai Mei 2013. Input yang digunakan meliputi jumlah operator, rata – rata material handling, Kuantitas pelayanan sedangkan Output yang digunakan pendapatan, Prosentase claim, prosentase kemampuan pelayanan. Dengan membandingkan output dan input maka diperoleh produktivitas sub material pada bulan maret sampai mei 2013 adalah 0,71 sampai 1,34.



Gambar 1. Grafik produktivitas Gudang Sub Material

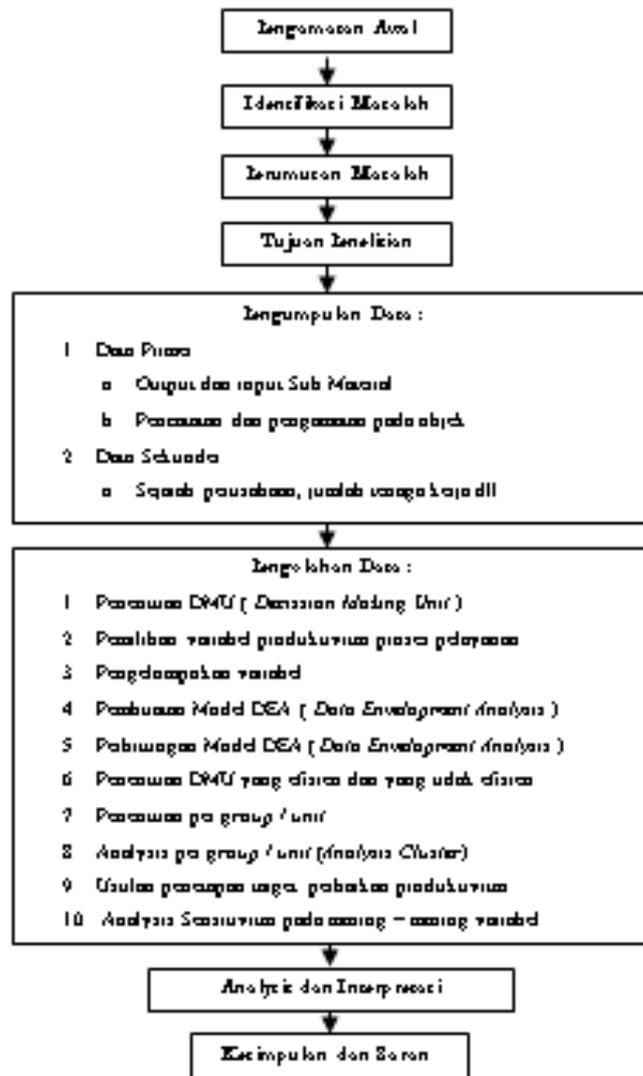
Sumber : data Sub Material Pt.indospring.Tbk

Padagambar 1 analisa produktivitas pelayanan Sub material bisa dilihat bahwa sub material 1 pada bulan maret, april, mei 2013 produktivitasnya 0.74 , 0.71, 0.73 untuk sub material 2 pada bulan maret, april, mei 2013 produktivitasnya 1.34 , 1.01, 0.97 dan sub material 3 pada bulan maret, april, mei 2013 produktivitasnya 1.01, 1.07, 1.03 sehingga masih ada beberapa Sub material yang produktivitasnya masih kurang dari 1, dari apa yang ditargetkan oleh pihak management untuk itu perlu dilakukan perbaikan area mana yang efisien dan yang kurang efisien dan bagaimana perbaikan

yang dilakukan agar area tersebut menjadi efisien, sehingga perusahaan dapat meraih peluang – peluang yang ada dan dapat meningkatkan laba perusahaan.

Berkenaan dengan peningkatan produktivitas pada pelayanan Sub material, penulis akan mencoba untuk menganalisis produktivitas proses pelayanan Sub material yang ada dan mengidentifikasi faktor – faktor yang berpengaruh terhadap proses pelayanan dengan menggunakan metode *Data Envlopmnt Analisis* (DEA).

METODE



Gambar 2. Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil adalah data pada bulan maret 2013 sampai dengan mei 2013 di PT.Indospring.Tbk

Penentuan DMU (*Decision Making Unit*) Dalam melakukan penentuan DMU pada area masing – masing dapat dilihat seperti tabel berikut :
Tabel 1. DMU (*Decision Making Unit*)

No.	DMU (<i>Decision Making Unit</i>)
1.	Sub Material 1
2.	Sub Material 2
3.	Sub Material 3

Sumber :Indospring area sub material

Variabel Produktivitas Proses pelayanan

- ✓ *Jumlah operator* didefinisikan sebagai banyaknya operator yang akan melayani sub material dalam satu area operasi.

Tabel 2 Jumlah operator pada masing – masing DMU

No.	DMU (Desiccion Making Unit)	Jumlah Operator
1.	Sub Material 1	26
2.	Sub Material 2	21
3.	Sub Material 3	19

- ✓ *Rata – rata material Handling* didefinisikan sebagai lamanya waktu operator dalam melakukan pelayanan terhadap permintaan sub material. Dalam penelitian ini rata – rata waktu pelayanan mempengaruhi dalam produktivitas proses pelayanan karena skill dan kecepatan operator.

Tabel 3. Rata – rata waktu Pelayanan pada masing – masing DMU (bulan Maret – Mei 2013)

No.	DMU (Desiccion Making Unit)	Rata – rata Material Handling (Jam)
1.	Sub Material 1	6,3
2.	Sub Material 2	3,8
3.	Sub Material 3	3,2

Sumber : Indospring area sub material

- ✓ *Kualitas pelayanan* didefinisikan jumlah permintaan dan

Tabel 6. Pelayanan pada masing – masing DMU

No.	DMU	JUMLAH PELAYANAN (Pcs)													
		Bushing	Defect	Center b	Defect	Clip bolt	Defect	Spacer c	Defect	Silencer	Defect	Pipa klip	Defect	Clip	Defect
1.	Sub Material 1	1.340.050	135	671.200	185	1.171.140	165	1.260.000	180	1.121.000	197	1.141.000	188	1.233.000	220
2.	Sub Material 2	671.000	88	465.250	110	597.000	96	596.500	105	538.000	121	616.000	120	637.000	145
3.	Sub Material 3	441.000	24	220.500	85	259.000	35	278.600	68	248.700	54	282.800	44	311.800	65

- ✓ *Prosentase claim* didefinisikan sebagai prosentase dari produk yang jelek dari masing – masing DMU, banyaknya defect dibagi dengan jumlah pelayanan sub material.

pengeluaran (SPPB) yang sempurna dibagi dengan jumlah total dari permintaan dan pengeluaran (SPPB). Claim adalah SPPB yang tidak bisa dipenuhi secara sempurna.

Tabel 4. Kualitas pelayanan pada masing – masing DMU

NO.	DMU (Decision Making Unit)	SPPB (Lmbr)	Claim (Lmbr)	Kualitas Pelayanan (%)
1	Sub Material 1	1200	212	0,82
2	Sub Material 2	750	120	0,84
3	Sub Material 3	360	47	0,87

Sumber : Indospring area sub material

- ✓ *Pendapatan dari kemampuan pelayanan* didefinisikan sebagai hasil dari pelayanan terhadap sub material. Dalam penelitian ini jumlah pemakaian sub material mempengaruhi dalam produktivitas proses pelayanan.

Tabel 5. Pendapatan dari kemampuan pelayanan pada masing – masing DMU

No	DMU	Pendapatan dari kemampuan sub material (\$)						
		Bushing	Center b	Clip b	Spacer c	Silencer	Pipa k	Clip
1	Sub Material 1	98.730	58.350	96.800	106.500	98.700	93.100	98.200
2	Sub Material 2	44.300	31.400	36.100	39.000	34.900	40.200	42.000
3	Sub Material 3	30.500	23.200	32.600	27.000	28.600	26.200	29.800

Sumber : Indospring area sub material

Tabel 7. Prosentase defect pada masing – masing DMU

No	DMU	Prosentase defect (%)						
		Bushing	Center b	Clip b	Spacer c	Silencer	Pipa k	Clip
1	Sub Material 1	0,010	0,028	0,014	0,014	0,018	0,016	0,018
2	Sub Material 2	0,013	0,024	0,016	0,018	0,022	0,019	0,023
3	Sub Material 3	0,005	0,039	0,014	0,024	0,022	0,016	0,021

Sumber: Rekapitulasi pembagian defect dengan jumlah pelayanan

✓ *Prosentase kemampuan pelayanan* merupakan prosentase dari produk yang bagus dari masing – masing DMU, presentase kemampuan didapat dari jumlah produk total dikurangi defect dan dibagi dengan jumlah pelayanan sub material.

Tabel 8.

Prosentase kemampuan pelayanan pada masing – masing DMU

No	DMU	Prosentase kemampuan pelayanan (%)						
		Bushing	Center b	Clip b	Spacer c	Silencer	Pipa k	Clip
1	Sub Material 1	99,990	99,972	99,986	99,986	99,982	99,984	99,982
2	Sub Material 2	99,987	99,976	99,984	99,984	99,978	99,981	99,977
3	Sub Material 3	99,995	99,961	99,986	99,986	99,978	99,984	99,979

Sumber: Rekapitulasi pembagian jumlah pelayanan dengan defect

Pengelompokan variabel input dan output

Variabel yang mempengaruhi produktivitas proses pelayanan sub material dikelompokkan kedalam dua kategori yaitu variabel input dan variabel output.

Pembuatan model DEA (*Data Envelopment Analysis*)

Mengidentifikasi model yang dilakukan berdasarkan spesifikasi model dan sifat dari input dan output data. Model yang

u_r = Nilai bobot output

v_i = Nilai bobot input

y_{rj0} = Nilai output yang diamati dengan tipe ke r dari DMU yang diuji

x_{ij0} = Nilai input yang diamati dengan tipe ke r dari DMU yang diuji

y_{rj} = Nilai output yang diamati dengan tipe ke r dari DMU ke j

x_{ij} = Nilai input yang diamati dengan tipe ke r dari DMU ke j

J = DMU yang diperbandingkan

Sesuai dengan permasalahan produktivitas proses pelayanan Sub material adalah model CRS (*Constant Return to Scale*).

Tabel 9. Pembobotan pada masing-masing variable

Bobot	Description	Nilai
V1.	Jumlah operator	0,172
V2.	Rata – rata material handling	0,187
V3.	Kualitas pelayanan	0,182
U1.	Pendapatan dari kemampuan pelayanan	0,141
U2.	Prosentase defect	0,157
U3.	Prosentase kemampuan pelayanan	0,162

Sumber: Rekapitulasi dari skala likert

Dengan formulasi linier programming sebagai berikut :

$$\text{Maksimisasi } Z_0 = \sum_{r=0}^s x_r y_{rj0}$$

Rumus :

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0} = 1$$

$$y_r \geq 0, r = 1, 2, 3, \dots, s$$

$$x_i \geq 0, i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Keterangan :

J0 = DMU yang diuji

S = Jumlah output yang dihasilkan

M = Jumlah input yang dihasilkan

N = Jumlah DMU yang akan diuji

Penentuan Nilai bobot (u,v) di dapatkan dari hasil kuisisioner yang di sebarakan pada area sub material dan produksi sehingga di dapatkan hasil sebagai berikut :

Perhitungan model DEA (*Data Envelopment Analysis*)

Perhitungan efisiensi relatif dengan model CRS (Constant Return to Scale) dilakukan dengan menggunakan bantuan software LINDO. Penentuan DMU yang efisien dan yang tidak efisien pada hasil perhitungan efisiensi relatif setiap DMU atau area operasi maka dapat pada DMU yang tidak efisien akan ditentukan per group atau unit sebagai acuan dalam melakukan perbaikan produktivitas pada sub

diketahui area operasi yang efisien dan yang tidak efisien, DMU atau area operasi yang efisien dan yang tidak efisien pada sub material 1,2 dan 3 adalah sebagai berikut :

Penentuan per group / unit (*Analysis Cluster*)

material 1,2 dan 3. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan software SPSS 19.

Tabel 10 DMU efisien dan tidak efisien produk sub material

No.	DMU (Decision Making Unit)	Efisien	Tidak efisien
1.	Sub material 1 bushing	1	-
2.	Sub material 2 bushing	1	-
3.	Sub material 3 bushing	1	-
4.	Sub material 1 center bolt	1	-
5.	Sub material 2 center bolt	1	-
6.	Sub material 3 center bolt	1	-
7.	Sub material 1 clip bolt	1	-
8.	Sub material 2 clip bolt	-	0,95
9.	Sub material 3 clip bolt	1	-
10.	Sub material 1 spacer center	1	-
11.	Sub material 2 spacer center	1	-
12.	Sub material 3 spacer center	1	-
13.	Sub material 1 silencer	1	-
14.	Sub material 2 silencer	1	-
15.	Sub material 3 silencer	1	-
16.	Sub material 1 pipa klip	1	-
17.	Sub material 2 pipa klip	1	-
18.	Sub material 3 pipa klip	1	-
19.	Sub material 1 clip	1	-
20.	Sub material 2 clip	-	0,97
21.	Sub material 3 clip	-	0,98
		1	-

Sumber : Pengolahan data LINDO

Usulan penetapan target perbaikan produktivitas
 Usulan penetapan target perbaikan produktivitas untuk memperbaiki produktivitas berdasarkan output dan input. Usulan tersebut dapat berupa penurunan dalam jumlah input atau penurunan dalam jumlah output yang dihasilkan saja. Jumlah usulan target yang dihasilkan pada sub material yang kurang efisien merupakan hasil kali *dual price* sehingga diperoleh target dari masing – masing sub material 1 produk *Clip bolt*, *Clip* yang kurang efisien dan sub material 2 produk *Clip*

1. Sub material 1 Produk Clip bolt

Tabel 11 Usulan penetapan target sub material 1 clip bolt

No.	Variabel	Satuan	Actual	Penetapan target	Peningkatan
1.	Pendapatan kemampuan pelayanan	\$	96.800	106.500	1,1
2.	Prosentase defect	%	0,014	0,014	1
3.	Prosentase kemampuan pelayanan	%	99,986	99,986	1
4.	Jumlah operator	Orang	26	26	1
5.	Rata – rata material handling	Jam	6,3	6,3	1
6.	Kualitas pelayanan	%	0,82	0,82	1

Sumber : Pengolahan data penetapan target perbaikan produktivitas

Tabel 12 DMU perroup/unit pada sub material

No.	DMU (Decision Making Unit)	Efisiensi Relatif	Group / unit (cluster)
1.	Sub material 1 bushing	1	1
2.	Sub material 2 bushing	1	3
3.	Sub material 3 bushing	1	2
4.	Sub material 1 center bolt	1	3
5.	Sub material 2 center bolt	1	2
6.	Sub material 3 center bolt	1	2
7.	Sub material 1 clip bolt	0,95	1
8.	Sub material 2 clip bolt	1	2
9.	Sub material 3 clip bolt	1	2
10.	Sub material 1 spacer center	1	1
11.	Sub material 2 spacer center	1	3
12.	Sub material 3 spacer center	1	2
13.	Sub material 1 silencer	1	1
14.	Sub material 2 silencer	1	2
15.	Sub material 3 silencer	1	2
16.	Sub material 1 pipa klip	1	1
17.	Sub material 2 pipa klip	1	3
18.	Sub material 3 pipa klip	1	2
19.	Sub material 1 clip	0,97	1
20.	Sub material 2 clip	0,98	3
21.	Sub material 3 clip	1	2

Sumber : Pengolahan data analisis *Hierarchical Cluster*

2. Sub material 1 Produk Clip

Tabel 13 Usulan penetapan target sub material 1 Clip

No.	Variabel	Satuan	Actual	Penetapan target	Peningkatan (%)
1.	Pendapatan kemampuan pelayanan	\$	98.200	106.500	1,08
2.	Prosentase defect	%	0,018	0,014	0,78
3.	Prosentase kemampuan pelayanan	%	99,982	99,986	1,0006
4.	Jumlah operator	Orang	26	26	1
5.	Rata – rata material handling	Jam	6,3	6,3	1
6.	Kualitas pelayanan	%	0,82	0,82	1

Sumber : Pengolahan data penetapan target perbaikan produktivitas

3. Sub material 2 Produk Clip

Tabel 14 penetapan target sub material 2 Clip

No.	Variabel	Satuan	Actual	Penetapan target	Peningkatan (%)
1.	Pendapatan kemampuan pelayanan	\$	42.000	39.000	0,92
2.	Prosentase defect	%	0,023	0,018	0,78
3.	Prosentase kemampuan pelayanan	%	99,977	99,982	1,0005
4.	Jumlah operator	Orang	21	21	1
5.	Rata – rata material handling	Jam	3,8	3,8	1
6.	Kualitas pelayanan	%	0,84	0,84	1

Sumber : Pengolahan data penetapan target perbaikan produktivitas

Analisis Sensitivitas

Tabel 15 Peningkatan efisiensi relatif

No	DMU yang kurang efisien	Efisiensi relatif	Kontribusi	Peningkatan efisiensi relatif
1	Sub material 1 Clip Bolt	0,95	0,51	1,46
2	Sub material 1 Clip	0,97	0,37	1,34
3	Sub material 2 Clip	0,98	0,22	1,20

Sumber : Pengolahan data peningkatan efisiensi

KESIMPULAN

Dengan menganalisis produktivitas pelayanan sub material pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa produktivitas untuk masing – masing DMU sudah cukup baik, itu dapat dilihat dari nilai efisiensi relatif pada masing – masing DMU dengan nilai minimum 0,95%.
2. Hasil pengukuran efisiensi relatif untuk masing – masing DMU dapat disimpulkan bahwa ada enam belas DMU yang efisien adalah sub material 2 untuk produk *Bushing, Center bolt, Clip bolt, Spacer center, Silencer* dan *Pipa klip*, dan sub material 3 untuk produk *Bushing, Center bolt, Clip bolt, Spacer center, Silencer, Pipa klip* dan *Clip* sedangkan sub material 1 untuk produk *Bushing, Center bolt, Spacer center, Silencer, Pipa klip* dengan nilai efisiensi relatifnya satu atau lebih dari satu sedangkan untuk sub material yang kurang efisien atau nilainya kurang dari 1 adalah sub material 1 untuk produk *clip bolt* sebesar 0,95 dan *Clip* sebesar 0,97 dan untuk sub material 2 produk *Clip* sebesar 0,98.
3. Produktivitas yang telah dicapai Sub material pada proses pelayanan untuk Masing – masing DMU yang kurang efisien dapat dilihat pada nilai Peningkatan efisiensi relatif untuk sub material 1 produk *Clip bolt* sebesar 1,46, dan *Clip* sebesar 1,34 sedangkan untuk sub material 2 produk *Clip* sebesar 1,20.
4. Menetapkan target perbaikan produktivitasnya pada DMU yang kurang efisien sehingga DMU yang efisien menjadi acuan untuk meningkatkan produktivitas dalam group / unit yang sudah ditetapkan dan usulan itu bisa menambah atau menurunkan nilai input dan nilai output.

Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

DMU yang kurang efisien untuk sub material 1 adalah produk *Clip bolt, Clip*, oleh karena itu

perlu dilakukan penurunan terhadap prosentase defect pada pelayanan sub material tersebut.

DMU yang kurang efisien untuk sub material 2 adalah produk *Pipa klip*, oleh karena itu perlu dilakukan peningkatan pada prosentase dari kemampuan pelayanan.

DAFTAR PUSTAKA

Agoest D. Irawan, Nyoman Pujawa, Nurhadi Siswanto. 2006.

Evaluasi Produktivitas Rumah Sakit Menggunakan Data Envelopment Analysis (DEA). *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi IV. Program Studi MMT-ITS.*

Avenzora & Moeis, 2008. **Analisis Efisiensi dan Produktivitas dengan Menggunakan Metode Data Envelopment Analisis dan Malquist Productivity Index.** *Penelitian Ilmiah Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.*

Dula, 2002. **Analisis Efisiensi dan Produktivitas dengan Menggunakan Metode Data Envelopment Analisis dan Malquist Productivity Index.** *Jurusan Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.*

Dwi Mirafi Orita, 2005. **Penerapan Metode Data Envelopment Analysis Dalam Mengevaluasi Efisiensi Unit Produk Guna Meningkatkan Produktivitas.** *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi II. Program Studi MMT-ITS.*

Elfisa K, 2009. **Analisa Produktivitas proses pelayanan pada website Telkom flexi dengan metode data envelopment analisis (DEA) di PT. Telkom. Tbk.**

<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-24608-1310105004-Paper.pdf> Tanggal 04 Maret 2013.
<http://megasuryonop.blogspot.com/2012/03/mengukur-efisiensi-organisasi-dengan.html>. Tanggal 04 Maret 2013.

<http://www.divshare.com/download/2821258-012> Tanggal 04 Maret 2013.

Kavaldar, Krishana. 2005. **Industrial Marketing 2nd Edition**, Singapore: Mc. Graw-Hill.

Kotler, Phillip. 2005, **Manajemen Pemasaran jilid 1&2**, Prehallindo, Jakarta.

Lovelock, Chistopher and Jochen Wirtz. 2004. **Service Marketing: People, Technology, Strategy.** Fifth Edition. Pearson Education.

- Moses L. Singgih & Muhamad Zakaria. 2001. **Analisa Produktivitas Proses Pelayan Telkomflexi Dengan Pendekatan Data Envelopment Analysis**. Jurusan teknik industri FTI. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nasution, 2006. **metode Reseach (Penelitian Ilmiah)** cet.8. Jakarta : PT. Bumi Aksara.
- Ray, 2004. **Analisis Efisiensi dan Produktivitas dengan Menggunakan Metode Data Envelopment Analysis dan Malquist Productivity Index**. Teknik industri Fakultas Sains dan Teknologi universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Schroeder, Roger G. 1994. **Manajemen Operasi Jilid 2**. Jakarta: Erlangga
- Siswanto, Drs. MSc. **Opertion Research Jilid 1**. 2004. Jakarta :Erlangga.
- Srinivas Talluri. **Data Envelopment Analysis**. 2005. **Models and Extensions**, Silberman **College of Business Administration**, Fairleigh Dickinson University.
- Sumanth, David J. (1985). **Productivity Engineering and Management**. Mc Graw Hill Book Company.
- Uma, Sekaran. 2004. **Research Methods For Business**. Jakarta : PT. Salemba Empat.
- Umar, Drs. Husein. S.E., M.M., M.B.A. 1998, **Metodologi Penelitian untuk kripsi dan tesis bisnis**. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- William W. Cooper, Lawrence M. Seiford and Joe Zhu. 2003. **Data envelopment analysis history, models and interpretations department of industrial and operations engineering, university of Michigan**.
- Yeni, Suparno, Nurhadi Siswanto. 2005. **Penerapan Data Envelopment Analysis Dalam Pemilihan Supplier dan Perbaikan Performansi Supplier**. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi II. Program Studi MMT-IT*.