

**ANALISIS EFISIENSI PROSES PRODUKSI
MENGUNAKAN *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS*
(Studi Kasus Pada PT. Fumira - Semarang)
Nuzulia Kh, Tedy Mintarto^{*)}**

ABSTRAKSI

Proses pembuatan barang dan jasa memerlukan transformasi dari sumber daya menjadi barang dan jasa. Semakin efisien suatu industri melakukan perubahan maka akan menjadi semakin produktif dan nilai yang ditambahkan pada barang dan jasa yang dihasilkan menjadi lebih tinggi. Produktivitas adalah perbandingan antara output (barang atau jasa) dibagi dengan input (sumber daya seperti tenaga kerja dan modal). Meningkatkan produktivitas berarti meningkatkan efisiensi.

PT. Fumira – Semarang yang merupakan salah satu produsen lembaran tipis baja berlapis seng, sangat memperhatikan hal yang terkait dengan efektifitas dan efisiensi dalam pengelolaan sumber daya di segala departemen, terutama departemen produksinya. Terdapat 3 line produksi dalam departemen produksi, yaitu line 1 (sheet to sheet), line 2 (coil to coil), dan line 3 (colour line). Diperlukan suatu metode yang tepat untuk melakukan perhitungan efisiensi dari sejumlah unit kerja yang ada. Metoda tersebut adalah Data Envelopment Analysis (DEA).

DEA dapat digunakan untuk mengevaluasi efisiensi (produktivitas) ruang lingkup unit kerja yang berbeda-beda, mulai dari level unit kerja yang paling mikro (individu atau kelompok kerja) sampai ke level unit kerja yang paling makro yaitu negara. Dalam DEA efisiensi dinyatakan sebagai rasio antara total output tertimbang dan input tertimbang.

Dari ketiga line yang dianalisa, yaitu line 1 (line sheet to sheet), line 2 (line coil to coil), dan line 3 (line colour line), ternyata line 1 relatif tidak efisien bila dibandingkan dengan line 2 dan 3, karena mempunyai skor efisiensi sebesar 0,9773. Hal ini menunjukkan bahwa pada line 1 tidak terjadi minimasi input untuk menghasilkan output maksimal.

Keywords : Efisiensi, Data Envelopment Analysis, Produktivitas

^{*)} Dosen FTI UNISSULA

I. PENDAHULUAN

PT. Fumira merupakan suatu perusahaan yang memproduksi lembaran tipis baja yang dilapisi seng baik berwarna maupun tidak dan juga panduan seng dan aluminium (*Gavalume*) yang menarik dan tahan korosi. Terdapat tiga buah *line* produksi yaitu *line 1 Sheet to sheet*, *line 2 Coil to coil* dan *line 3 Colour line*. Pada *Line 1* diproduksi seng dengan bahan baku (baja) yang sudah dipotong dalam lembaran-lembaran dengan ukuran sesuai pesanan. Pada *Line 2* diproduksi seng dengan bahan baku (baja) masih dalam gulungan belum dipotong-potong. Sedangkan untuk *Colour Line* diproduksi seng warna. Dalam pembuatan produknya PT.Fumira memerlukan input bahan baku berupa baja, zinc, cat, dan oil.

PT. Fumira menyadari bahwa peningkatan produktivitas sangat penting sekali terutama berkenaan dengan proses produksi untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Kesulitan utama dalam usaha meningkatkan efisiensi adalah menemukan metoda analisis yang tepat. Metoda itu tidak hanya mengukur tingkat efisiensi untuk satu peubah masukan/input dan satu peubah keluaran/output (rasio satu-satu) tetapi juga untuk peubah masukan/input dan peubah keluaran/output yang banyak.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Produktivitas

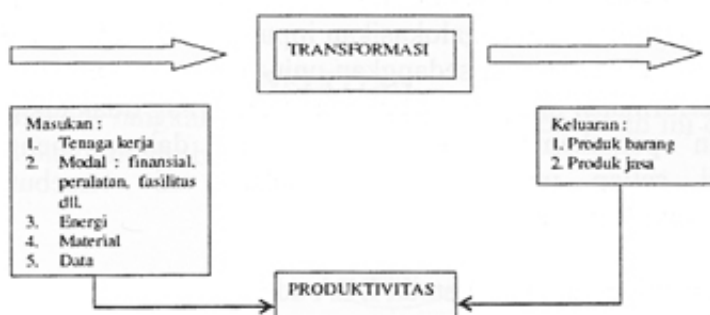
Produktivitas sering diartikan sebagai ukuran sampai sejauh mana sumber-sumber daya yang ada sebagai masukan sistem produksi dikelola sedemikian rupa untuk mencapai hasil atau keluaran pada tingkat kuantitas tertentu.

Secara umum produktivitas dapat diartikan sebagai rasio atau perbandingan antara sejumlah output (keluaran) dengan sejumlah input (masukan).

Konsep produktivitas seperti disebutkan diatas sangat terkait dengan pengertian efisiensi dan efektivitas kerja. Suatu industri dikatakan mempunyai produktivitas tinggi jika dapat memanfaatkan sumber daya secara efektif dan efisien. Efisien dapat diartikan sebagai usaha pengelolaan sumber daya yang maksimal, sedangkan efektif lebih ditekankan pada pencapaian hasil/keluaran. Jadi, pengertian produktivitas dapat dikatakan sebagai perpaduan antara efisiensi dan efektivitas.

Sumber daya sebagai masukan dalam sistem produksi terdiri dari tenaga kerja (sumber daya manusia), modal (fisik dan modal financial),

energi, bahan baku, data, dan sebagainya. Dalam sistem produksi input tersebut diubah menjadi keluaran yang berupa produk dan jasa. Konsep produktivitas secara umum dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Konsep Produktivitas

2.2. Program Linier

Pokok pikiran utama dalam menggunakan program linier ialah merumuskan masalah dengan menggunakan sejumlah informasi yang tersedia, kemudian menerjemahkan masalah tersebut dalam bentuk model matematik. Terdapat tiga tahap dalam penggunaan teknik program linier.

Pertama, masalah harus dapat diidentifikasi sebagai sesuatu yang dapat diselesaikan dengan program linier. Kedua, masalah yang tidak terstruktur harus dapat dirumuskan dalam model matematika, sehingga menjadi terstruktur. Ketiga, model harus diselesaikan dengan teknik matematika yang telah dibuat.

2.3. Data Envelopment Analysis (DEA)

Data Envelopment Analysis (DEA) atau analisa bungkus data merupakan suatu metoda yang digunakan untuk mengevaluasi secara objektif efisiensi operasi relatif dari beberapa unit kerja yang melaksanakan aktivitas yang sama menggunakan input yang sama untuk menghasilkan output yang sama. Metoda ini dikembangkan pertama kali oleh Charnes (1978) Sejak awal diperkenalkan, pendekatan ini telah menjadi metoda yang banyak digunakan dalam mengevaluasi efisiensi (produktivitas) berbagai unit kerja pada berbagai bidang kerja perbankan, rumah sakit, sektor industri, perguruan tinggi dan lain-lain.

DEA dapat digunakan untuk ruang lingkup unit kerja yang berbeda-beda, mulai dari level unit kerja yang paling mikro (individu atau kelompok kerja) sampai ke level unit kerja yang paling makro yaitu negara. DEA memberikan informasi mengenai skor efisiensi setiap unit

kerja, unit-unit kerja yang efisien dan tidak efisien, dan set referensi bagi unit-unit yang tidak efisien. Efisiensi operasi ditentukan berdasarkan referensi terhadap unit-unit kerja yang membentuk selubung performansi. Unit-unit kerja yang berada pada selubung performansi dikatakan sebagai unit yang efisien dalam mengalokasikan input-input yang digunakan dan memproduksi output-output, sedangkan unit-unit yang tidak berada pada selubung performansi dianggap sebagai unit-unit yang tidak efisien. DEA memberikan pemahaman yang lebih baik dalam mengevaluasi performansi setiap unit dan mengarahkan unit tersebut dalam memperbaiki performansinya.

Beberapa keunggulan dari metoda DEA adalah :

1. DEA dapat digunakan untuk mengevaluasi model dengan input majemuk (*multiple inputs*) dan output majemuk (*multiple outputs*).
2. Tidak dibutuhkan asumsi mengenai bentuk fungsional yang menghubungkan antara input dengan output.
3. Input-input dan output-output yang digunakan dapat memiliki unit pengukuran yang sangat berbeda.

Di samping memiliki keunggulan DEA juga memiliki kelemahan, kelemahan DEA adalah :

1. Hanya mengukur produktivitas relatif dari DMU bukan produktivitas absolut.
2. Uji hipotesis secara statistik atas hasil DEA sulit dilakukan.
3. Merupakan *extreme point technique* kesalahan pengukuran bisa berakibat fatal.
4. Menggunakan perumusan linear programming terpisah untuk tiap DMU (perhitungan manual sulit dilakukan apalagi untuk masalah berskala besar).

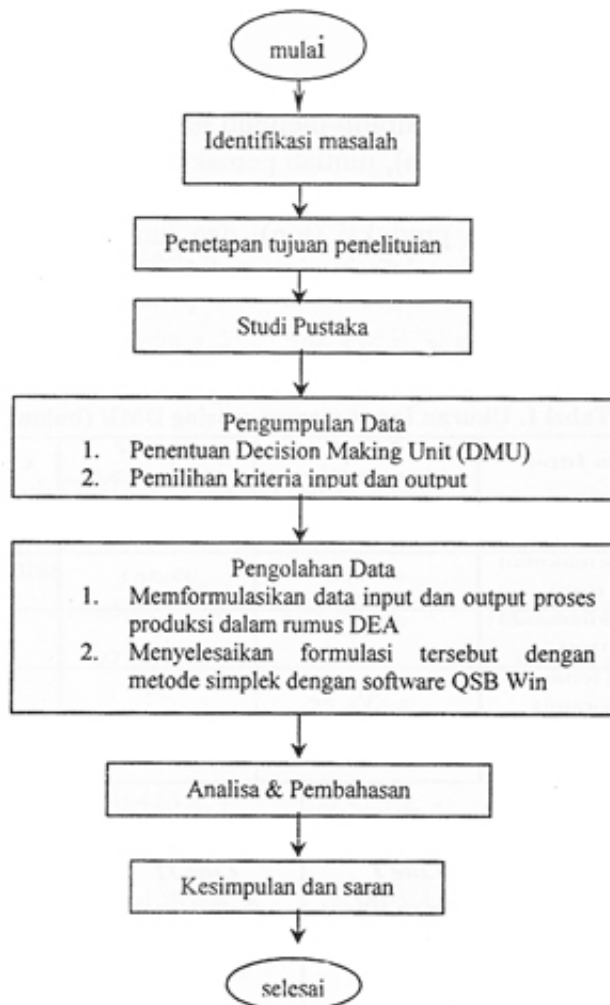
Analisa dengan DEA didesain secara spesifik untuk mengukur efisiensi relatif suatu unit produksi dalam kondisi terdapat banyak output maupun banyak input, yang biasanya sulit disiasati oleh teknik analisis pengukuran efisiensi rasio ataupun analisis regresi.

Dalam DEA, efisiensi dinyatakan sebagai rasio antara total output tertimbang dan input tertimbang. Dimana setiap unit produksi, yang lazim disebut dengan unit pengambil keputusan (UPK), diasumsikan bebas menentukan bobot untuk setiap variabel-variabel output maupun input yang ada, asalkan mampu memenuhi dua kondisi yang disyaratkan, yaitu :

1. Bobot tidak boleh negatif.
2. Bobot harus bersifat universal atau tidak menghasilkan indikator efisiensi di atas normal atau lebih besar dari nilai satu bilamana dipakai UPK yang lain.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah- langkah yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan melalui diagram alir berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Penentuan Unit Pengambilan Keputusan (UPK)/ *Decision Making Unit* (DMU)

Di dalam penelitian ini akan ditentukan Unit Pengambilan Keputusan (UPK) atau *Decision Making Unit* (DMU) yaitu tiga *Line* produksi yang ada didalam PT. Fumira. Tiga *Line* tersebut adalah *Line I Sheet to sheet*, *Line II Coil to coil* dan *Colour Line*. Dengan demikian dalam penelitian ini terdapat tiga UPK/DMU yang akan dianalisa efisiensinya, *Line I* sebagai DMU 1, *Line II* sebagai DMU 2 dan *Colour Line* sebagai DMU 3.

2. Pemilihan Kriteria Input dan Output Proses Produksi

Kriteria input yang dipilih meliputi jumlah pemakaian baja (MT), jumlah pemakaian Zinc (ton), jumlah pemakaian cat (kg), jumlah tenaga kerja (orang), dan energi (kwh). Sedangkan untuk kriteria output yang dipilih meliputi jumlah produksi (ton), dan jumlah scrap (ton). Untuk nilai-nilai masing-masing kriteria input dan output ditampilkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 1. Ukuran Input masing-masing DMU (bulan I)

Kriteria Input	<i>Line I Sheet to Sheet</i>	<i>Line II Coil to Coil</i>	<i>Colour Line</i>
Jumlah pemakaian Baja (MT)	422,047	1063,815	289,862
Jumlah pemakaian Zinc (ton)	43,124	97,561	-
Jumlah pemakaian Cat (kg)	-	-	25,486
Jumlah tenaga kerja (orang)	21	24	33
Energi (Kwh)	150,425	150,425	150,425

Tabel 2. Ukuran Output masing-masing DMU (bulan I)

Kriteria Output	<i>Line I Sheet to Sheet</i>	<i>Line II Coil to Coil</i>	<i>Colour Line</i>
Jumlah Produksi (ton)	482,613	1244,673	296,525
Jumlah Scrap (ton)	-	4,978	2,3895

3. Pengolahan Data

Dari data-data pada tabel 1 dan tabel 2 dibuat formulasi untuk masing-masing DMU menggunakan persamaan sebagai berikut :

Minimalkan θ

dengan batasan

$$\sum \lambda_i x_i \leq \theta x_o$$

$$\sum \lambda_i y_i \geq y_o$$

$$\lambda \geq 0$$

berdasarkan rumus diatas dan nilai-nilai kriteria input dan output diperoleh formulasi untuk masing-masing DMU sebagai berikut :

Formulasi untuk DMU 1 (*Line I Sheet to sheet*) :

Min θ

dengan pembatas

$$422,047 \lambda_1 + 1063,815 \lambda_2 + 289,862 \lambda_3 - 422,047 \theta \leq 0$$

$$43,124 \lambda_1 + 97,561 \lambda_2 - 43,124 \theta \leq 0$$

$$25,486 \lambda_3 \leq 0$$

$$21 \lambda_1 + 24 \lambda_2 + 33 \lambda_3 - 21 \theta \leq 0$$

$$150,425 \lambda_1 + 150,425 \lambda_2 + 150,425 \lambda_3 - 150,425 \theta \leq 0$$

$$482,613 \lambda_1 + 1244,673 \lambda_2 + 296,525 \lambda_3 \geq 482,613$$

$$4,978 \lambda_2 + 2,3895 \lambda_3 \geq 0$$

Formulasi untuk DMU 2 (*Line II Coil to coil*)

Min θ

dengan pembatas

$$422,047 \lambda_1 + 1063,815 \lambda_2 + 289,862 \lambda_3 - 1063,815 \theta \leq 0$$

$$43,124 \lambda_1 + 97,561 \lambda_2 - 97,561 \theta \leq 0$$

$$25,486 \lambda_3 \leq 0$$

$$21 \lambda_1 + 24 \lambda_2 + 33 \lambda_3 - 24 \theta \leq 0$$

$$150,425 \lambda_1 + 150,425 \lambda_2 + 150,425 \lambda_3 - 150,425 \theta \leq 0$$

$$482,613 \lambda_1 + 1244,673 \lambda_2 + 296,525 \lambda_3 \geq 1244,673$$

$$4,978 \lambda_2 + 2,3895 \lambda_3 \geq 4,978$$

Formulasi untuk DMU 3 (*Line III Colour Line*)

Min θ

dengan pembatas

$$\begin{aligned}
 422.047 \lambda_1 + 1063.815 \lambda_2 + 289.862 \lambda_3 - 289.862 \theta &\leq 0 \\
 43.124 \lambda_1 + 97.561 \lambda_2 &\leq 0 \\
 &25.486 \lambda_3 - 25.486 \theta \leq 0 \\
 21 \lambda_1 + 24 \lambda_2 + 33 \lambda_3 - 33 \theta &\leq 0 \\
 150.425 \lambda_1 + 150.425 \lambda_2 + 150.425 \lambda_3 - 150.425 \theta &\leq 0 \\
 482.613 \lambda_1 + 1244.673 \lambda_2 + 296.525 \lambda_3 &\geq 295.525 \\
 &4.978 \lambda_2 + 2.3895 \lambda_3 \geq 2.3895
 \end{aligned}$$

dengan bantuan *software* komputer program QSBwin dilakukan pengolahan dari ketiga formulasi DMU tersebut, dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil pengolahan DMU 1

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1 Lambda 1	0	0	0	0.0227	at bound	-0.0227	M
2 Lambda 2	0.3877	0	0	0	basic	-2.5206	0.0324
3 Lambda 3	0	0	0	0.0223	at bound	-0.0223	M
4 Theta	0.9773	1.0000	0.9773	0	basic	0	M
Objective Function		(Min) =	0.9773				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1 C1	0.0000	>=	0	0	0.0024	-42.2650	M
2 C2	4.3186	>=	0	4.3186	0	-M	4.3186
3 C3	0	>=	0	0	0	-M	0
4 C4	11.2185	>=	0	11.2185	0	-M	11.2185
5 C5	88.6913	>=	0	88.6913	0	-M	88.6913
6 C6	482.6130	>=	482.6130	0	0.0020	0	M
7 C7	1.9302	>=	0	1.9302	0	-M	1.9302

Tabel 4. Hasil pengolahan DMU 1

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	Lambda 1	0	0	0	0.0090	at bound	-0.0090	M
2	Lambda 2	1.0000	0	0	0	basic	-1.0000	0.0232
3	Lambda 3	0	0	0	0.0350	at bound	-0.0350	M
4	Tetha	1.0000	1.0000	1.0000	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Min.) =	1.0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	0	>=	0	0	0.0009	0	M
2	C2	0	>=	0	0	0	-M	0
3	C3	0	>=	0	0	0	-M	0
4	C4	0	>=	0	0	0	-M	0
5	C5	0	>=	0	0	0	-M	0
6	C6	1,244.6730	>=	1,244.6730	0	0.0008	1,244.6730	M
7	C7	4.9780	>=	4.9780	0	0	-M	-4.9780

Tabel 5. Hasil pengolahan DMU 1

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	Lambda 1	0	0	0	0.0616	at bound	-0.0616	M
2	Lambda 2	0	0	0	0	basic	-M	0.1394
3	Lambda 3	1.0000	0	0	0	basic	-0.1257	M
4	Tetha	1.0000	1.0000	1.0000	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Min.) =	1.0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	0	>=	0	0	0.0034	0	M
2	C2	0	>=	0	0	0.0054	0	0
3	C3	0	>=	0	0	0	-M	0
4	C4	0	>=	0	0	0	-M	0
5	C5	0	>=	0	0	0	-M	0
6	C6	296.5250	>=	296.5250	0	0.0034	296.5250	M
7	C7	2.3895	>=	2.3895	0	0	-M	2.3895

Pengolahan di atas menggunakan model orientasi input untuk perbandingan akan dihitung dengan menggunakan model orientasi output. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

Formulasi untuk DMU 1 (*Sheet to sheet*)

Minimumkan $E = 422,047v_1 + 43,124v_2 + 21v_4 + 150,425v_5$

dengan batasan

$$482,613u_1 = 1$$

$$482,613u_1 - 422,047v_1 - 43,124v_2 - 21v_4 - 150,425v_5 \leq 0$$

$$1244,673u_1 + 4,978u_2 - 1063,815v_1 - 97,561v_2 - 24v_4 - 150,425v_5 \leq 0$$

$$296,525u_1 + 2,3895u_2 - 289,862v_1 - 25,486v_3 - 33v_4 - 150,425v_5 \leq 0$$

Formulasi untuk DMU 2 (*Coil to coil*)

Maksimumkan $E = 1063,815v_1 + 97,561v_2 + 24v_4 + 150,425 v_5$

dengan batasan

$$1244,673u_1 + 4,978u_2 = 1$$

$$482,613u_1 - 422,047v_1 - 43,124v_2 - 21v_4 - 150,425v_5 \leq 0$$

$$1244,673u_1 + 4,978u_2 - 1063,815v_1 - 97,561v_2 - 24v_4 - 150,425v_5 \leq 0$$

$$296,525u_1 + 2,3895u_2 - 289,862v_1 - 25,486v_3 - 33v_4 - 150,425v_5 \leq 0$$

Formulasi untuk DMU 3 (*Colour line*)

Maksimumkan $E = 289,862v_1 + 25,486v_3 + 33v_4 + 150,425 v_5$

dengan batasan

$$296,525u_1 + 2,3895u_2 = 1$$

$$482,613u_1 - 422,047v_1 - 43,124v_2 - 21v_4 - 150,425v_5 \leq 0$$

$$1244,673u_1 + 4,978u_2 - 1063,815v_1 - 97,561v_2 - 24v_4 - 150,425v_5 \leq 0$$

$$296,525u_1 + 2,3895u_2 - 289,862v_1 - 25,486v_3 - 33v_4 - 150,425v_5 \leq 0$$

Tabel 6. Hasil pengolahan model orientasi output DMU 1

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	v1	0.0024	422.0470	1.0232	0	basic	0	470.2285
2	v2	0	43.1240	0	4.4187	at bound	38.7053	M
3	v3	0	0	0	0	at bound	0	M
4	v4	0	21.0000	0	11.4785	at bound	9.5215	M
5	v5	0	150.4250	0	90.7469	at bound	59.6781	M
6	u1	0.0021	0	0	0	basic	-M	M
7	u2	0	0	0	1.9749	at bound	-1.9749	M
	Objective Function (Min.) =		1.0232		(Note: Alternate Solution Exists!)			
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	1.0000	=	1.0000	0	1.0232	0	M
2	C2	0.0232	>=	0	0.0232	0	-M	0.0232
3	C3	0.0000	>=	0	0	0.3967	-0.0584	M
4	C4	0.0883	>=	0	0.0883	0	-M	0.0883

Tabel 7. Hasil pengolahan model orientasi output DMU 2

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(i)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(i)	Allowable Max. c(i)	
1	v1	0.0009	1,063.8150	1.0000	0	basic	0	1,063.8150
2	v2	0	97.5610	0	0	at bound	97.5610	M
3	v3	0	0	0	0	at bound	0	M
4	v4	0	24.0000	0	0	at bound	24.0000	M
5	v5	0	150.4250	0	0	at bound	150.4250	M
6	u1	0.0008	0	0	0	basic	-M	0
7	u2	0	0	0	0	at bound	0	M
Objective	Function	(Min.) =	1.0000	(Note:	Alternate	Solution	Exists!)	
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	C1	1.0000	=	1.0000	0	1.0000	0	M
2	C2	0.0090	>=	0	0.0090	0	-M	0.0090
3	C3	0.0000	>=	0	0	1.0000	-0.0227	M
4	C4	0.0342	>=	0	0.0342	0	-M	0.0342

Tabel 8. Hasil pengolahan model orientasi output DMU 3

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(i)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(i)	Allowable Max. c(i)	
1	v1	0.0034	289.8620	1.0000	0	basic	0	289.8620
2	v2	0.0054	0	0	0	basic	0	0
3	v3	0	25.4860	0	0	at bound	25.4860	M
4	v4	0	33.0000	0	0	at bound	33.0000	M
5	v5	0	150.4250	0	0	at bound	150.4250	M
6	u1	0.0034	0	0	0	basic	-M	0
7	u2	0	0	0	0	at bound	0	M
Objective	Function	(Min.) =	1.0000	(Note:	Alternate	Solution	Exists!)	
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	C1	1.0000	=	1.0000	0	1.0000	0	M
2	C2	0.0616	>=	0	0.0616	0	-M	0.0616
3	C3	0.0000	>=	0	0	0	-0.1394	M
4	C4	0.0000	>=	0	0	1.0000	-1.0000	0.1437

V. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Suatu DMU dikatakan relatif efisien apabila mempunyai nilai skor efisiensi sama dengan 1. Dengan skor efisiensi sama dengan 1 berarti sesuai dengan fungsi tujuannya yaitu minimasi input DMU tersebut telah menggunakan input minimal untuk menghasilkan output maksimal. Hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya menunjukkan bahwa DMU 1 relatif tidak efisien bila dibandingkan dengan DMU 2 dan DMU 3. Hal ini dikarenakan DMU 1 mempunyai skor efisiensi yang ditunjukkan pada nilai fungsi tujuannya (*Objective Function*) sebesar 0,9773 sedangkan untuk DMU 2 dan DMU 3 mempunyai skor efisiensi sama dengan 1.

Untuk hasil perhitungan dengan model orientasi output juga menunjukkan DMU 1 relatif tidak efisien bila dibandingkan dengan DMU 2 dan 3. Nilai fungsi tujuan DMU 1 sebesar 0,9773 menunjukkan bahwa input yang digunakan lebih besar dari pada output yang dihasilkan. Ini berarti pada DMU 1 tidak terjadi minimasi input sehingga bisa dikatakan relatif tidak efisien secara DEA. Sedangkan untuk DMU 2 dan 3 telah terjadi minimasi input karena mempunyai skor efisiensi sama dengan 1 sehingga DMU 2 dan 3 relatif efisien secara DEA.

Nilai variabel *slack or surplus* dari masing-masing fungsi pembatas memberikan informasi tambahan mengenai DMU yang relative tidak efisien. Untuk DMU yang relatif efisien akan mempunyai nilai *Slack or Surplus* sama dengan 0. Hal ini bisa dilihat untuk DMU 2 dan DMU 3. Pada kolom *Slack or Surplus* bernilai 0 untuk masing-masing fungsi pembatas ini berarti DMU 2 dan DMU 3 telah menghasilkan output sebesar nilai input yang digunakannya. Untuk DMU 1 nilai *Slack or Surplus* yang sama dengan 0 hanya terdapat pada fungsi pembatas 1 dan 3. Ini berarti pada fungsi pembatas tersebut tidak ada sumber yang tidak terpakai. Pada fungsi pembatas 2, 4 dan 5 DMU 1 nilai variabel *Slack or Surplus* tidak sama dengan 0. Hal ini berarti ada sumber daya yang tidak terpakai. Ini menunjukkan ketidakefisienan pada sumber daya Zinc, tenaga kerja dan energi. Karena dengan jumlah output yang dihasilkan pada periode waktu tersebut DMU 1 seharusnya membutuhkan input yang lebih sedikit atau minimal untuk kriteria input Zinc, tenaga kerja dan energi sehingga tidak ada sumber daya yang tidak terpakai.

Sedangkan untuk pembatas 7 dengan nilai *Slack or Surplus* tidak sama dengan 0 ini menunjukkan bahwa DMU 2 dan DMU 3 mampu memproduksi minimal sejumlah output yang dihasilkan oleh DMU 1. Kemudian untuk DMU 2 dan DMU 3 sebagai DMU yang relative efisien dianalisis tingkat sensitivitasnya untuk mengetahui dampak perubahan parameter terhadap solusi optimum. Ada dua model perubahan parameter yang akan dianalisis yaitu yang pertama perubahan pada koefisien fungsi tujuan dan yang kedua perubahan pada nilai kuantitas batasan yaitu nilai sebelah kanan dari tanda pertidaksamaan dari batasan.

Jarak sensitivitas untuk nilai bagian kanan adalah jarak nilai dimana nilai kuantitas dapat berubah tanpa mengubah kombinasi variabel solusi, termasuk variabel slack. Jarak sensitivitas ini akan valid hanya untuk satu nilai dan mengasumsikan nilai yang lain tetap konstan. Untuk DMU 2 pada kolom *Allowable Min (Cj)* dan *Allowable Max (Cj)* dapat ditentukan jarak sensitivitas untuk koefisien fungsi tujuan adalah $0 \leq C_j \leq$

M. C_j merupakan variabel fungsi tujuan sedangkan M adalah bilangan positif tak terhingga. Ini berarti selama nilai koefisien fungsi tujuan tersebut berubah dari 0 sampai tak terhingga maka DMU 2 solusinya akan tetap optimal dan efisien. Kemudian untuk sensitivitas nilai batasan dapat dilihat pada kolom *Allowable Min RHS* dan *Allowable Max RHS*. Jarak sensitivitas untuk masing-masing kendala ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 9. Sensitivitas nilai batasan DMU 2

Pembatas	Jarak sensitivitas	
	Min	Max
1	0	M
2	-M	0
3	-M	0
4	-M	0
5	-M	0
6	1244,673	M
7	-M	4,978

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa selama nilai batasan tersebut berubah tidak melebihi batas minimal dan maksimal maka solusi untuk DMU 2 akan tetap optimal dan efisien. Misal pada pembatas 1 solusi akan tetap optimal dan efisien apabila nilai batasan sebelah kanan berubah dari batasan minimal 0 sampai batas maksimal tak terhingga (M). Pada pembatas 2 jarak sensitivitasnya dari bilangan negatif tak terhingga (-M) sampai 0.

Kemudian untuk DMU 3 jarak sensitivitas untuk nilai koefisien fungsi tujuan adalah $0 \leq C_j \leq M$ Sama seperti jarak sensitivitas untuk DMU 2 selama nilai koefisien fungsi tujuan tersebut berubah dari 0 sampai tak terhingga (M) maka DMU 3 solusinya akan tetap optimal dan efisien. Kemudian untuk sensitivitas nilai batasan dapat dilihat pada kolom *Allowable Min RHS* dan *Allowable Max RHS*. Jarak sensitivitas untuk masing-masing kendala ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 10. Sensitivitas nilai batasan DMU 3

Pembatas	Jarak sensitivitas	
	Min	Max
1	0	M
2	0	0
3	-M	0
4	-M	0
5	-M	0
6	296,525	M
7	-M	2,3895

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa selama nilai batasan tersebut berubah tidak melebihi batas minimal dan maksimal maka solusi untuk DMU 3 akan tetap optimal dan efisien. Misal pada pembatas 3 mempunyai jarak sensitivitas negatif tak terhingga (-M) sampai 0 yang akan mempertahankan solusi tetap optimal dan efisien. Pada proses produksi DMU 1 yang merupakan unit yang relative tidak efisien perlu diperhatikan dan ditingkatkan nilainya. Dari pembahasan sebelumnya, DMU 2 dan 3 menghasilkan output yang lebih banyak dari DMU 1 maka untuk DMU 1 perlu adanya upaya untuk meningkatkan jumlah produksi yang dihasilkan. Hal ini dapat dilakukan dengan menambahkan nilai atau perbaikan untuk kriteria inputnya.

Dari kolom *Slack or Surplus* dapat diketahui kriteria input yang perlu dilakukan perbaikan agar DMU 1 dapat ditingkatkan efisiensinya yaitu untuk kriteria input jumlah Zinc, tenaga kerja dan energi. Karena pada sumber daya Zinc, tenaga kerja dan energi ada kelebihan sumber daya yang digunakan maka untuk meningkatkan efisiensi dapat dilakukan dengan mengurangi pemakaian sumber daya tersebut minimal dengan sejumlah sumber daya yang tidak terpakai. Dari usaha tersebut diharapkan akan terjadi penurunan jumlah sumber daya yang tidak terpakai sehingga tingkat efisiensi untuk proses produksi periode waktu berikutnya bisa ditingkatkan.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari ketiga DMU yang di analisa, DMU 1 (*Line I Sheet to sheet*) relatif tidak efisien bila dibandingkan dengan DMU 2 (*Line II Coil to coil*) dan DMU 3 (*Colour Line*) karena mempunyai skor efisiensi 0,9773.
2. DMU 1 menggunakan input lebih banyak sehingga tidak terjadi minimasi input untuk menghasilkan output maksimal.
3. DEA han ya membandingkan efisiensi relatif dari unit yang dianalisa.
4. Penggunaan metode DEA baik untuk menganalisa efisiensi relative unit kerja yang terdiri dari *multiple* input dan *multiple* output yang tidak membutuhkan satuan pengukuran yang sama.

2. Saran

1. Hasil analisa menunjukkan bahwa DMU 1, *Line I Sheet to sheet* sebagai unit kerja yang relatif tidak efisien terjadi kelebihan input maka untuk peningkatan efisiensi perlu adanya pengurangan penggunaan input agar dihasilkan output yang maksimal dengan input minimal.
2. Metode DEA merupakan metode analisa efisiensi relative yang menggunakan multiple input dan multiple output sebagai kriteria pengukurannya maka penentuan kriteria input dan output yang sesuai sangat penting untuk menghasilkan analisa yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, Sweeney, Williams, *Manajemen Sains Pendekatan Kuantitatif untuk Pengambilan Keputusan Manajemen*, Edisi Ketujuh, Erlangga, 1997.
- D. Wahyu Ariani & Y. Sri Susilo, *Kajian Efisiensi Teknis : Kasus pada Industri Rokok Kretek Indonesia*, Proceeding Seminar Nasional Teknik Industri dan Manajemen Produksi, 2001.
- Daniel H.F. Manongga, *Penggunaan Analisa Bungkus Data untuk Pengukuran Efisiensi Organisasi*, Pemberdayaan Disiplin Teknik Industri, 1997, hal.127-135.
- Della Y.A. Temenggung, *Pengukuran Performansi Operasi Industri Kecil Manufaktur dengan Metoda Data Envelopment Analysis (DEA)*, Proceeding Seminar Sistem Produksi V, 2001, hal.292-301.
- Dewi L, Grace CD, SG Feryanto, Stevanus A. Tjandra, *Pendekatan Baru Pengukuran Efisiensi Teknis dan Ekonomis suatu Proses Produksi*, Pemberdayaan Disiplin Teknik Industri, 1997, hal.191-203.
- Dimiyati Tjutju Tarliah, Dimiyati Ahmad, *Operation Research : Modelmodel Pengambilan Keputusan*, Edisi Kedua, Sinar Algesindo, Bandung, 1999.

Purnomo Hari, *Pengantar Teknik Industri*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.

Purwantoro Nugroho, *Penerapan Data Envelopment Analysis (DEA) dalam Kasus Pemilihan Produk Inkjet Personal Printer*, Usahawan No.10 TH XXXII Oktober 2003.

Sutapa Nyoman, Raharjo Jani, *Analisis Efisiensi Proses Produksi dengan Mempertimbangkan Aspek Teknis dan Ekonomis Menggunakan Data Envelopment Analysis*, Proceeding Seminar Nasional Teknik Industri dan Manajemen Produksi, 2001. Taylor III, Benard W, *Introduction to Management Science*, Eighth Edition, Salemba Empat, 2005.

Widodo Erwin, Supriyanto Hari, M Husni S., *Penerapan Data Envelopment Analysis untuk Memilih Pemasok Bahan Baku Produksi*, Proceeding Seminar Nasional Teknik Industri dan Manajemen Produksi, 2001.

CURRICULUM VITAE

Nama : Nuzulia Khoiriyah, ST
Tempat & Tanggal Lahir : Yogyakarta, 24 Mei 1979
Pekerjaan : Staf Pengajar Jur. Teknik Industri FTI
UNISSULA
Alamat : Griya Arteri Baru Kav. 5 Tlogosari
Kulon Semarang
E-mail : nks79@yahoo.com