

Analisis Efisiensi Proses Produksi Storage Bin Menggunakan Data Envelopment Analysis (DEA) Input Oriented

Sudirman¹, Faula Arina², Ratna Ekawati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl.Jend.Sudirman Km.3Cilegon, Banten 42435

sudirman2008@gmail.com¹, faula-arina@ft-untirta.ac.id², ratna.ti@ft-untirta.ac.id³

ABSTRAK

PT.XY memiliki masalah pada proses produksi Storage Bin yang menyebabkan waktu produksi bertambah. Diantaranya mesin yang down dan material yang telat datang. Storage Bin memiliki ukuran yang besar dan proses produksinya memakai semua jenis permesinan. Maka, dalam memproduksinya harus efisien agar biaya produksi yang terpakai minimum dan laba yang dihasilkan maksimum. Tujuan penelitian ini adalah mengukur nilai efisiensi relatif proses produksi Storage Bin, menentukan Storage Bin yang proses produksinya tidak efisien, menentukan usulan biayadengan Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Projection, dan menentukan usulan perbaikan efisiensi dengan 5W+2H. Metode yang digunakan adalah DEA Input Oriented yaitu DEA yang peningkatan efisiensinya dengan cara meminimasi input. Kemudian menggunakan CCR Projection, formula untuk peningkatan nilai efisiensi DMU inefisien dari model CCR. Dari hasil penelitian, didapat nilai efisiensi relatif Storage Bin For Ore 100%; BF Return Fine 96,67%; Limestone 88,16%; Coke 97,72%; dan Antracite 97,37%. Storage Bin yang inefisien yaitu BF Return Fine, Lime Stone, Coke dan Antracite. Besarnya usulan biaya material Storage Bin For BF Return Fine Rp.540.663.258,-; Limestone Rp.1.099.068.758,-; Coke Rp.536.760.896,- dan Antracite Rp.536.742.007,-. Usulan perbaikan proses produksi Storage Bin yaitu memilih supplier yang berkualitas dengan harga minimum, memberikan pelatihan kepada staff Engineering dan PPC, serta merekrut orang berpengalaman pada posisi PPC dan Maintenance.

Kata kunci: CCR Projection, Data Envelopment Analysis, DMU, Storage Bin

ABSTRACT

PT.XY have problems in production process of Storage Bin, cause increased production time. There are engines down and materials came late. Storage Bin has large size and production process taking all kinds of machinery. So, to produce it must be efficient in use minimum production cost and maximum profit generated. The purpose of this study was to measure the relative efficiency value of the production process Storage Bin, determine inefficient Storage Bin, determining the proposed cost use Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Projection and determine the efficiency of the proposed improvements use 5W+2H. The method used is DEA input oriented, which is minimizing the input for improvement. Using CCR Projection, the formula for efficiency improvement of an inefficient DMU from CCR model. From the research, obtained the value of the relative efficiency Storage Bin For Ore 100%; Return BF Fine 96.67%; Limestone 88.16%; Coke 97.72%; and Antracite 97.37%. Storage Bin inefficient are BF Return Fine, Lime Stone, Coke and Antracite. The amount of the proposed cost of materials BF Return Fine Rp.540.663.258,-; Limestone Rp.1.099.068.758,-; Coke Rp.536.760.896,- and Antracite Rp.536.742.007,-. Proposed improvement of the production process Storage Bin is choose a quality supplier with a minimum price, to provide training to the staff of Engineering and PPC, and recruiting an experienced person in the position of PPC and Maintenance.

Keywords: CCR Projection, Data Envelopment Analysis, DMU, Storage Bin

PENDAHULUAN

Efisiensi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam suatu industri. Efisiensi merupakan penggunaan minimum sejumlah *input* tertentu guna menghasilkan sejumlah *output* tertentu (Wulansari, 2010). Salah satu cara untuk mempertahankan kelangsungan perusahaan adalah semakin efisien dalam menggunakan sumber daya, tetapi menghasilkan keuntungan yang sama besar atau lebih besar.

PT. XY berlokasi di kawasan industri Krakatau Steel Cilegon yang bergerak dibidang fabrikasi alat-alat (*Manufacturing*) dan konstruksi baja (*Engineering*), serta memiliki peran yang penting bagi perusahaan lain yang memerlukan jasa konstruksi dan mengalami kekurangan sumber daya dalam memproduksi pesanan yang ada. Terdapat berbagai jenis produk yang dihasilkan dari ukuran kecil sampai ukuran besar, diantaranya *Vibrator Roller*, *Vibrating Rammer*, Mesin Gilas Bergetar, Mesin Pemecah Batu, *Asphalt Sprayer*, *Panmixer*, dan *Storage Bin*. Dari berbagai jenis hasil produksi tersebut, produk yang memiliki berat terbesar yang pernah diproduksi sampai saat ini adalah *Storage Bin*. Dari observasi yang telah dilakukan di PT. XY, diketahui bahwa terdapat masalah dalam proses produksi *Storage Bin* yang menyebabkan waktu produksi bertambah. Diantaranya terdapat beberapa mesin yang *down*, terdapat beberapa material yang mengalami kedatangan yang telat. *Storage Bin* berfungsi sebagai tempat penyimpanan bahan-bahan yang akan diolah dalam *Sinter Plant*.

Storage Bin memiliki ukuran yang besar dan berat, yang tentunya berpengaruh juga terhadap biaya bahan baku dan biaya pembuatannya yang besar. Dalam memproduksi *Storage Bin* digunakan semua jenis permesinan yang tersedia di PT. XY. Maka, dalam memproduksi *Storage Bin* harus efisien agar biaya produksi yang terpakai minimum dan laba yang dihasilkan maksimum. Biaya produksi berupa biaya material, biaya permesinan dan biaya operator. Setelah selesai diproduksi, kelima *Storage Bin* ini akan dilakukan pemasangan di tempat pemesanan, pemasangan merupakan penempatan dan pengaturan posisi *Storage Bin* sesuai fungsinya masing-masing dalam sebuah *Sinter Plant*.

Efisiensi dalam Cooper (2007) dapat ditingkatkan melalui dua sisi atau orientasi yaitu *input* dan *output*. Pada orientasi *input* (*Input Oriented*), efisiensi ditingkatkan dengan cara meminimasi *input* dan tidak merubah *output*. Cocok untuk industri dimana manajer memiliki kendali terhadap biaya operasional. Sedangkan pada orientasi *output* (*Output Oriented*), efisiensi ditingkatkan dengan cara memaksimalkan *output*

dan tidak merubah *input*. Cocok untuk industri dimana *Decision Making Units* diberikan kuantitas sumber daya dalam jumlah yang tetap dan diminta untuk memproduksi *output* sebanyak mungkin dari sumber dayatersebut. PT. XY memproduksi berdasarkan jumlah pesanan yang ada, *output* yang berupa harga jual per produk dan harga pemasangan tidak bisa dirubah atau bersifat tetap. Dari argumen tersebut, maka jenis orientasi yang sesuai di PT. XY adalah orientasi *input* (*input oriented*).

Terdapat berbagai pendekatan untuk mengukur berbagai efisiensi dalam Setiawan (2013) yaitu pendekatan rasio, pendekatan regresi dan pendekatan *frontier*. Pada pendekatan rasio dan regresi sama-sama menghitung efisiensi yang menggunakan *input* atau *output* tunggal. Pada pendekatan *frontier* bisa menggunakan banyak *input* atau *output*, pendekatan ini dibagi dua jenis yaitu parametrik dan non parametrik. Pada parametrik data diharuskan berdistribusi normal, lain halnya dengan non parametrik yang tidak mensyaratkan distribusi khusus pada distribusi data. Metode yang sesuai untuk PT. XY yaitu metode yang bisa menangani banyak *input* dan *output* serta tidak berdistribusi. Argumen tersebut mendasari pengukuran efisiensi menggunakan pendekatan non parametrik *Data Envelopment Analysis* (DEA). Sutapa (2001) menyebutkan bahwa DEA dapat digunakan untuk memutuskan bagaimana mengalokasikan biaya secara optimal.

Perhitungan menggunakan DEA akan menghasilkan 2 jenis nilai efisiensi *Decision Making Unit* (DMU) yaitu efisien dan tidak efisien. Untuk DMU yang tidak efisien maka akan ditentukan usulan biaya dengan menggunakan *CCR Projection*. Dalam Cooper (2007) disebutkan *CCR Projection* adalah sebuah formula untuk meningkatkan nilai efisiensi DMU inefisien dari model *Charnes-Cooper-Rhodes* (CCR). Setelah itu akan ditentukan apa usulan perbaikan efisiensinya menggunakan $5W+2H$.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini ada 4. Pertama menghitung nilai efisiensi relatif proses produksi *Storage Bin* di PT. XY dengan menggunakan *Data Envelopment Analysis Input Oriented*. Kemudian yang kedua menentukan *Storage Bin* apa saja yang proses produksinya tidak efisien di PT. XY. Ketiga menentukan besarnya biaya yang dapat diusulkan guna meningkatkan efisiensi proses produksi *Storage Bin* di PT. XY dengan menggunakan *CCR Projection*. Terakhir menentukan usulan perbaikan efisiensi proses produksi *Storage Bin* dengan menggunakan metode $5W+2H$.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahap pendahuluan merupakan langkah pertama dalam melakukan penelitian. Pada tahap ini peneliti melakukan observasi dan studi literatur untuk mendapatkan gambaran tentang perusahaan dan mengetahui permasalahan yang terdapat di perusahaan. Pada tahap studi literatur peneliti mengumpulkan berbagai referensi dan teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan pada penelitian ini yang dapat menjadi panduan dalam melakukan identifikasi permasalahan serta mencoba mencari sumber aktual yang dapat mewakili dalam proses penelitian yang nantinya akan menjadi acuan pengambilan data-data yang diperlukan. Sedangkan pada tahap observasi lapangan peneliti mendatangi langsung perusahaan yang akan diteliti. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang manajemen produksi di perusahaan tersebut.

Untuk pengumpulan data primer, dilakukan wawancara dan tinjauan langsung di PT. XY. Sedangkan, pengumpulan data sekunder menggunakan teknik dokumentasi. Data sekunder yang dikumpulkan sebagai berikut:

1. Harga Material
2. Jumlah Kebutuhan Material
3. Jumlah Jam Kerja
4. Biaya Permesinan Per Jam
5. Biaya Operator Per Jam
6. Berat *Storage Bin*
7. Harga Jual Per Kilogram berat *Storage Bin*
8. Biaya Pemasangan *Storage Bin*

Cara Pengolahan Data

Cara pengolahan data bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan untuk mencapai tujuan penelitian. Pada tujuan pertama menggunakan masukan data dari tahap pengumpulan data. Data - data tersebut kemudian diolah menggunakan *Data Envelopment Analysis*, sedangkan output dari tujuan ini yaitu nilai efisiensi relatif pada lima jenis *Storage Bin* yang terdapat pada PT. XY dengan tahap pengolahannya sebagai berikut :

1. Menghitung Biaya – Biaya Variabel
2. Menentukan *Decision Making Units* (DMU)
3. Mengelompokan Variabel Input Dan Output
4. Membuat model DEA
5. Menghitung Nilai Efisiensi DEA
6. Perbandingan hasil DEA dengan Perhitungan Efisiensi Perusahaan

Dalam tahap keempat yaitu membuat model DEA digunakan persamaan *CCR Input Oriented* dalam Luptacik (2010) dan Haryadi (2011) berikut ini.

$$\text{Fungsi tujuan : } \text{Min } \theta \quad (1)$$

Kendala :

$$\theta X_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} \geq 0 ; i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - Y_{rk} \geq 0 ; r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0$$

Pada tujuan kedua menggunakan masukan data hasil dari tujuan pertama berupa nilai efisiensi relatif kelima jenis *Storage Bin*. Kemudian diolah dengan cara menentukan apakah *Storage Bin* tersebut termasuk efisien atau inefisien. Dengan ketentuan *Storage Bin* yang proses produksinya efisien adalah *Storage Bin* yang memiliki nilai efisiensi relatif sebesar 1 (100%), sedangkan *Storage Bin* yang proses produksinya inefisien adalah *Storage Bin* yang memiliki nilai efisiensi relatif kurang dari 1. Output dari tujuan kedua ini berupa *Storage Bin* yang proses produksinya inefisien.

Tujuan ketiga menggunakan masukan data dari hasil tujuan pertama dan hasil tujuan kedua. Dari hasil tujuan pertama, data yang dipakai yaitu berupa biaya material dan nilai efisiensi relatif. Sedangkan dari hasil tujuan kedua, data yang dipakai berupa *Storage Bin* yang proses produksinya inefisien. Data - data tersebut kemudian diolah dengan 2 tahap yaitu menghitung penurunan biaya material menggunakan persamaan dalam Cooper (2007) sebagai berikut

$$\Delta x_0 = (1 - \theta)x_0 \quad (2)$$

Dengan

Δx_0 = input improvement (penurunan biaya)

x_0 = nilai input

θ = nilai efisiensi DMU

Kemudian menghitung usulan biaya material dengan *CCR Projection* menggunakan persamaan dalam Cooper (2007) berikut ini:

$$\hat{x}_0 = x_0 - \Delta x_0 \quad (3)$$

Output dari tujuan ini yaitu usulan biaya material pada lima jenis *Storage Bin* yang terdapat pada PT. XY.

Tujuan keempat menggunakan masukan data dari tujuan ketiga berupa usulan biaya material. Usulan perbaikan efisiensi diolah menggunakan metode 5W+2H, untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan efisiensi proses produksi di PT. XY. Dalam metode ini digunakan 7 macam pertanyaan yaitu *What, Why, Who, Where, When, How, dan How Much*. Semua pertanyaan tersebut diajukan dan didiskusikan bersama orang (staf PT. XY) yang ahli, mengerti, dan bertanggung jawab atas permasalahan yang akan didiskusikan. *Output* dari tujuan keempat ini berupa usulan – usulan yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi proses produksi *Storage Bin* di PT. XY.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang telah dikumpulkan akan diolah sesuai dengan metodologi penelitian. Pengolahan data bertujuan menyelesaikan permasalahan yang ada untuk mencapai tujuan penelitian. Berikut ini adalah uraian pengolahan data berdasarkan tujuan penelitian.

1. Menghitung Nilai Efisiensi Relatif Proses Produksi *Storage Bin* Di PT. XY Dengan Menggunakan *Data Envelopment Analysis Input Oriented*

Berikut tahap pengolahan untuk memenuhi tujuan pertama:

- a) Menghitung Biaya - Biaya Variabel

Menghitung biaya variabel ini bertujuan untuk mengolah data yang ada agar dapat digunakan dalam perhitungan *Data Envelopment Analysis*. Variabel yang dihitung yaitu Biaya Material, Biaya Permesinan, Biaya Operator, harga Jual Per Produk dan Harga Pemasangan. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 2.

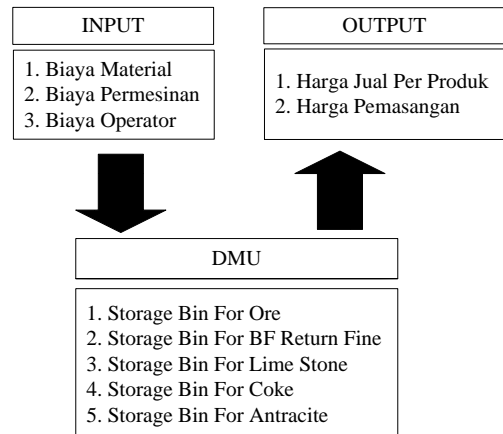
- b) Menentukan *Decision Making Unit* (DMU)

DMU adalah unit yang akan dianalisis efisiensinya. Pada penelitian ini, DMU berupa hasil produksi untuk proyek *Sinter Plant* yaitu *Storage Bin*. Ada 5 jenis *Storage Bin* yang digunakan dalam penelitian ini, seperti pada Tabel 1.

No	Produk
1	Storage Bin For Ore
2	Storage Bin For BF Return Fine
3	Storage Bin For Lime Stone
4	Storage Bin For Coke
5	Storage Bin For Antracite

- c) Mengelompokkan *Variabel Input* Dan *Output*

Variabel yang mempengaruhi efisiensi di PT. XY dikelompokkan menjadi dua, yaitu variabel input dan variabel output. Adapun pengelompokannya dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Pengelompokan Variabel DEA

Input yang digunakan ada 3 yaitu Biaya Material, Biaya Permesinan dan Biaya Operator. Ketiga jenis *input* ini merupakan biaya-biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi *Storage Bin*. Sedangkan *output* yang digunakan yaitu Harga Jual Per Produk dan Biaya Pemasangan. Kedua jenis *output* ini merupakan nilai jual atau harga dari hasil produksi yang akan menghasilkan laba bagi perusahaan. Hasil perhitungan biaya – biaya variabel yang telah dikelompokkan berdasarkan *Variabel Input* Dan *Output* dapat dilihat pada Tabel 2.

- d) Membuat Model DEA

Pembuatan model DEA terdiri dari identifikasi model dan formulasi model untuk setiap DMU. Jenis model yang dipakai dari hasil identifikasi model berdasarkan orientasi model dan model DEA adalah model CCR *input oriented*. Formulasi model yang digunakan berdasarkan persamaan (1).

- e) Menghitung Nilai Efisiensi DEA

Dari pembuatan model yang telah dilakukan, dapat dihitung nilai efisiensi DEA menggunakan bantuan *Solver Excel* dan sebagai perbandingan digunakan *software DEAP2.1*, diperoleh hasil dalam Tabel 3.

Tabel 2 Pengelompokan Biaya Variable *Input* Dan *Output*

DMU (j)	Input (Rp)			Ouput (Rp)	
	Biaya Material (X ₁)	Biaya Permesinan (X ₂)	Biaya Operator (X ₃)	Harga Jual Per Produk (Y ₁)	Harga Pemasangan (Y ₂)
Storage Bin For Ore	3.345.361.512	60.725.300	97.217.760	4.561.386.785	1.066.298.209
Storage Bin For BF Return Fine	559.268.777	12.145.060	19.443.552	737.192.148	172.330.632
Storage Bin For Lime Stone	1.246.568.706	24.290.120	38.887.104	1.498.575.771	350.316.414
Storage Bin For Coke	549.279.314	12.145.060	19.443.552	731.871.294	171.086.796
Storage Bin For Antracite	551.238.999	12.145.060	19.443.552	731.845.538	171.080.775

Tabel 3 Nilai Efisiensi Relatif

DMU (j)	Nilai Efisiensi Relatif	
	Solver Excel	DEAP 2.1
Storage Bin For Ore	1	1
Storage Bin For BF Return Fine	0,966732420	0,967
Storage Bin For Lime Stone	0,881675236	0,882
Storage Bin For Coke	0,977209377	0,977
Storage Bin For Antracite	0,973701076	0,974

f) Perbandingan hasil DEA dengan Perhitungan Efisiensi Perusahaan

Perhitungan efisiensi di perusahaan menggunakan variabel sederhana yaitu berat bahan baku atau material (*input*) dan berat produk hasil produksi (*output*). Perhitungan ini didasarkan pada pendekatan rasio yaitu berat yang keluar permesinan dibanding berat yang masuk permesinan. Hasil perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan Hasil Perhitungan Efisiensi

Nama Produk	Efisiensi Perusahaan (%)	Efisiensi dengan DEA (%)	Selisih (%)
Storage Bin For Ore	75,81	100,00	24,19
Storage Bin For BF Return Fine	73,41	96,67	23,26
Storage Bin For Lime Stone	67,96	88,17	20,20
Storage Bin For Coke	73,99	97,72	23,73
Storage Bin For Antracite	73,75	97,37	23,62

Dalam DEA perhitungan nilai efisiensi relatif menggunakan *solver excel* dengan 5 DMU dan masing-masing 5 kendala. Efisiensi relatif artinya nilai efisiensi suatu obyek tidak dibandingkan dengan kondisi ideal 100% tetapi dibandingkan dengan nilai efisiensi obyek lain yang sejenis. Sedangkan dengan perhitungan perusahaan digunakan pendekatan rasio yaitu menghitung efisiensi berdasarkan yang keluar permesinan dibanding yang masuk permesinan. Secara konsep baik perhitungan dengan DEA maupun rasio menggunakan konsep yang sama yaitu *output* dibagi *input*. Perbedaan kedua metode ini terletak pada variabel yang digunakan dalam *input* dan *output*nya. Jika pada DEA menggunakan biaya produksi pada variabel *input* serta harga jual dan harga pemasangan pada variabel *output*, maka pada pendekatan rasio menggunakan berat material pada variabel *input* dan berat produk hasil produksi pada variabel *output*.

Nilai efisiensi *Storage Bin For Ore* (DMU₁) pada perhitungan DEA yaitu 100% artinya penggunaan sumber daya pada proses produksinya sudah 100% atau efisien. Sedangkan pada perhitungan rasio didapat nilai efisiensi 75,81% yang merupakan nilai efisiensi tertinggi pada perhitungan rasio. Baik pada

perhitungan DEA maupun rasio menempatkan *Storage Bin For Ore* sebagai DMU yang paling efisien.

Storage Bin For BF Return Fine atau DMU₂ menurut perhitungan DEA memiliki nilai efisiensi relatif 96,67%, artinya penggunaan sumber daya pada proses produksinya baru 96,67%, masih kurang 3,33% agar menjadi efisien. Sedangkan menurut perhitungan rasio di perusahaan didapat nilai efisiensi 73,41%. Jika dilihat dari nilai efisiensinya, DMU₂ ini menempati urutan keempat di atas DMU₃.

Hasil perhitungan DEA untuk *Storage Bin For Limestone* (DMU₃) menghasilkan nilai efisiensi relatif 88,17%. Artinya penggunaan sumber daya pada proses produksi baru 88,17%, masih kurang 11,83% agar menjadi efisien. Menurut pihak perusahaan hal ini dikarenakan *Storage Bin For Limestone* memiliki jumlah bahan buangan/sisa (*scrap*) yang paling banyak dibanding 5 lainnya, sehingga baik pada perhitungan DEA maupun rasio menempatkannya sebagai DMU yang paling inefisien. Hal ini juga dibuktikan dengan perhitungan efisiensi di perusahaan didapat nilai efisiensi 67,96% yang merupakan nilai efisiensi terendah pada perhitungan rasio.

Selanjutnya, nilai efisiensi relatif *Storage Bin For Coke* (DMU₄) menurut perhitungan DEA yaitu 97,72%. Artinya penggunaan sumber daya pada proses produksi baru mencapai 97,72%, masih kurang 2,28% agar menjadi efisien. Sedangkan menurut perhitungan rasio di perusahaan didapat nilai efisiensi 73,99%. Jika dilihat dari nilai efisiensinya, DMU₄ ini menempati urutan kedua setelah DMU₁.

Sedangkan nilai efisiensi relatif menurut perhitungan DEA untuk *Storage Bin For Antracite* (DMU₅) yaitu 97,37%. Artinya penggunaan sumber daya pada proses produksi baru 97,37%, masih kurang 2,63% agar menjadi efisien. Sedangkan menurut perhitungan rasio di perusahaan didapat nilai efisiensi 73,75%. Jika dilihat dari nilai efisiensinya, DMU₅ ini menempati urutan ketiga di bawah DMU₄.

2. Menentukan *Storage Bin* Apa Saja Yang Proses Produksinya Tidak Efisien Di PT. XY

Dari hasil perhitungan efisiensi DEA didapat nilai efisiensi relatif kelima jenis *Storage Bin*. *Storage Bin* yang proses produksinya inefisien adalah *Storage Bin* yang memiliki nilai efisiensi relatif kurang dari 1. Hasil penentuan status efisiensi dari 5 jenis *Storage Bin* dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 DMU Efisien dan Inefisien

DMU (j)	Efisiensi Relatif	Persentase Efisiensi (%)	Keterangan
Ore	1	100,00	Efisien
Storage Bin For BF Return Fine	0,966732420	96,67	Inefisien
Storage Bin For Lime Stone	0,881675236	88,17	Inefisien
Coke	0,977209377	97,72	Inefisien
Storage Bin For Antracite	0,973701076	97,37	Inefisien

Penilaian DMU inefisien ini berdasarkan nilai efisiensi relatif pada metode DEA. Storage Bin yang proses produksinya inefisien ada 4 yaitu Storage Bin For BF Return Fine, Storage Bin For Limestone, Storage Bin For Coke dan Storage Bin For Antracite. Hal ini dikarenakan terdapat kendala dalam proses produksi keempat Storage Bin tersebut. Sedangkan Storage Bin yang proses produksinya efisien hanya satu yaitu Storage Bin For Ore. Hal ini dikarenakan pada kondisi di perusahaan Storage Bin For Ore memiliki jumlah bahan buangan/sisa (scrap) yang paling sedikit dibanding 5 lainnya, yang berarti merupakan Storage Bin yang paling efisien. Hal ini juga dibuktikan dengan perhitungan efisiensi di perusahaan dengan nilai efisiensi terbesar yaitu 75,81%.

- Menentukan Besarnya Biaya Yang Dapat Diusulkan Guna Meningkatkan Efisiensi Proses Produksi *Storage Bin* Di PT. XY Dengan Menggunakan *CCRProjection*.

Untuk menentukan usulan biaya dari DMU yang inefisien dilakukan 2 tahap yaitu Menghitung Penurunan Biaya Material kemudian Menghitung Usulan Biaya Material dengan *CCRProjection*. Berikut ini Pemaparannya.

a) Menghitung Penurunan Biaya Material
 Menghitung Penurunan biaya bertujuan untuk mengetahui seberapa besar biaya yang harus diturunkan agar DMU inefisien menjadi DMU yang efisien. Variabel yang akan dihitung penurunan biayanya adalah yang memiliki nilai slack nol (*zero-slack*). Pada Lampiran 3, nilai slack nol yang didapat dalam penelitian ini hanya terdapat pada biaya material pada variabel *input*, harga jual per produk dan harga pemasangan pada variabel *output*. Berdasarkan orientasi

Maka, penurunan biaya yang dihitung yaitu biaya material menggunakan persamaan (2). Hasil Perhitungan penurunan biaya material dapat dilihat pada Tabel 6.

- Menghitung Usulan Biaya Material dengan *CCRProjection*

Usulan biaya material yang akan dihitung yang didapat dari Biaya Material Awal dikurangi dengan Penurunan Biaya Material, berdasarkan persamaan (3). Dengan usulan ini dapat merubah nilai efisiensi relatif DMU yang inefisien menjadi efisien. Hasil perhitungan usulan biaya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Usulan Biaya Material

DMU (j)	Biaya Material Awal (x_0) (Rp)	Penurunan Biaya (Δx_0) (Rp)	Usulan Biaya Material (\hat{x}) (Rp)
Storage Bin For BF Return Fine	559.268.777	18.605.519	540.663.258
Storage Bin For Limestone	1.246.568.706	147.499.948	1.099.068.758
Storage Bin For Coke	549.279.314	12.518.418	536.760.896
Storage Bin For Antracite	551.238.999	14.496.992	536.742.007

Penurunan biaya bertujuan untuk mengetahui seberapa besar biaya yang harus diturunkan agar DMU inefisien menjadi DMU yang efisien. Semakin kecil nilai efisiensinya maka akan semakin besar penurunan biayanya. Dalam penurunan biaya ini yang dijadikan usulan untuk meningkatkan efisiensi adalah biaya material. Hal ini dikarenakan biaya material akan menghasilkan peningkatan efisiensi yang besar, jauh lebih besar dibandingkan jika menggunakan biaya permesinan maupun biaya operator.

Dari Tabel 6 dapat diketahui penurunan biaya material *Storage Bin For Lime Stone* merupakan yang terbesar penurunannya. Hal ini dikarenakan jenis dan jumlah bahan yang dipakai lebih besar dan merupakan yang paling berat dibanding 4 *Storage Bin* lainnya. *Storage Bin For Lime Stone* membutuhkan 18 jenis material dan memiliki berat 95.453,40 Kg. Nilai efisiensinya merupakan yang paling rendah, sehingga butuh penurunan biaya yang besar agar menjadi efisien. Usulan biaya materialnya juga merupakan yang terbesar.

Penurunan biaya material *Storage Bin For BF Return*

DMU (j)	Tabel 6 Perhitungan Penurunan Biaya Material Untuk DMU Inefisien	x_0 (Rp)	$1 - \theta$	Δx_0
Storage Bin For BF Return Fine	0,966732420	559.268.777	0,033267580	Rp 18.605.519
Storage Bin For Lime Stone	0,881675236	1.246.568.706	0,118324764	Rp 147.499.948
Storage Bin For Coke	0,977209377	549.279.314	0,022790623	Rp 12.518.418
Storage Bin For Antracite	0,973701076	551.238.999	0,026298924	Rp 14.496.992

dari model yaitu *input oriented*, berarti yang dapat dibuat usulan biayanya hanya pada variabel *input*.

Fine merupakan yang terbesar kedua setelah *Storage Bin For Lime Stone*. Tetapi memiliki selisih yang

cukup jauh. Jenis bahan yang dipakai 15 jenis material, dan jumlah bahannya juga terbesar kedua dengan berat 86.939,95 Kg. Nilai efisiensinya merupakan terkecil kedua, agar menjadi efisien hanya dibutuhkan penurunan biaya material sekitar 8 kali lebih kecil dibanding *Storage Bin For Lime Stone*. Untuk usulan biaya materialnya juga merupakan yang terbesar kedua.

Storage Bin For Antracite berada pada posisi ketiga untuk penurunan biaya materialnya. *Storage Bin For Antracite* merupakan terkecil ketiga dalam hal nilai efisiensinya, dan terbesar ketiga dalam hal jumlah bahannya dengan berat 86.939,95 Kg. Penurunan biaya material yang dibutuhkan tidak terlalu besar agar menjadi efisien. Untuk usulan biaya materialnya merupakan yang terkecil, lebih kecil dari *Storage Bin For Coke* yang memiliki penurunan biaya material terkecil. Hal ini dikarenakan jumlah material yang dipakai sama sehingga ada kemungkinan, dan juga hanya memiliki perbedaan usulan biaya material yang tipis.

Sedangkan *Storage Bin For Coke* merupakan penurunan biaya material yang terkecil. Hal ini dikarenakan jumlah bahan yang dipakai paling sedikit diantara 4 lainnya, merupakan yang paling ringan dengan berat 85.637,36 Kg dan membutuhkan 14 jenis material sama seperti *Storage Bin For Antracite*. Nilai efisiensinya adalah yang paling tinggi diantara DMU inefisien atau yang paling mendekati efisien sehingga membutuhkan penurunan biaya yang kecil agar menjadi efisien. Tetapi usulan biaya materialnya merupakan yang terkecil kedua setelah *Storage Bin For Antracite*.

4. Menentukan Usulan Perbaikan Efisiensi Proses Produksi *Storage Bin* Dengan Menggunakan Metode 5W+2H

Metode 5W+2H ini akan membantu untuk mengidentifikasi permasalahan pada objek yang diteliti dengan cara bertanya. Pada penelitian ini proses pengidentifikasi penyebab permasalahan dituangkan

dalam sebuah tabel menggunakan metode 5W+2H. 5W+2H merupakan pertanyaan yang akan mengkaitkan permasalahan yang terjadi. Pertanyaan tersebut memiliki tujuan agar setiap menjawab pertanyaan dapat tepat sasaran. Pada Tabel 8 berikut ini dapat dilihat usulan perbaikan menggunakan 5W+2H. Dari Tabel 8 dapat dilihat usulan perbaikan menggunakan 5W+2H. Untuk permasalahan pertama yang menjadi masalah (*What*) adalah lebih selektif lagi dalam memilih supplier material, dengan alasan perbaikan (*Why*) adalah agar memperoleh harga material yang optimal dan agar tidak ada material yang telat datang. Tempat terjadinya masalah (*Where*) yaitu di gudang, orang yang bertanggung jawab atas perbaikan (*Who*) ini adalah divisi *Purchasing*. Waktu perbaikan ini dapat mulai dijalankan (*When*) yaitu dalam proyek berikutnya, cara melaksanakan perbaikan (*How*) yaitu memilih *supplier* yang berkualitas dengan harga minimum. Besarnya biaya yang akan berkurang jika perbaikan dilakukan (*How Much*) yaitu biaya material *Storage Bin For BF Return Fine* turun Rp. 18.605.519,- ; *Storage Bin For Limestone* turun Rp. 147.499.948,- ; *Storage Bin For Coke* turun Rp. 12.518.418,-; dan *Storage Bin For Antracite* turun Rp. 14.496.992,-.

Permasalahan kedua dapat dilihat pada Tabel 8 dengan hal menjadi masalah (*What*) adalah penggunaan bahan baku masih bisa dioptimalkan, dengan alasan perbaikan (*Why*) adalah agar sumber daya efisien. Tempat terjadinya masalah (*Where*) yaitu di area produksi, orang yang bertanggung jawab atas perbaikan (*Who*) ini adalah divisi *Engineering* dan *PPC*. Waktu perbaikan ini dapat mulai dijalankan (*When*) yaitu secepatnya, cara melaksanakan perbaikan (*How*) yaitu dengan memberikan pelatihan kepada *staff Engineering* dan *PPC*, serta besarnya biaya yang akan berkurang jika perbaikan dilakukan (*How Much*) yaitu dapat mengoptimalkan penggunaan bahan baku. Permasalahan selanjutnya yang juga dapat dilihat pada Tabel 8 yaitu permasalahan ketiga. Hal yang menjadi masalah (*What*) adalah kekurangan orang yang menangani pengukuran efisiensi, dengan alasan

No.	What	Why	Where	Who	When	How	How Much
1	Lebih selektif lagi dalam memilih <i>supplier</i> material	agar memperoleh harga material yang optimal	gudang	<i>Purchasing</i>	dalam proyek berikutnya	memilih <i>supplier</i> yang berkualitas dengan harga minimum	biaya material <i>Storage Bin For BF Return Fine</i> turun Rp. 18.605.519,- ; <i>Storage Bin For Limestone</i> turun Rp. 147.499.948,- ; <i>Storage Bin For Coke</i> turun Rp. 12.518.418,- ; <i>Storage Bin For Antracite</i> turun Rp. 14.496.992,-
2	penggunaan bahan baku masih bisa dioptimalkan	agar sumber daya efisien	area produksi	<i>Engineering</i> , <i>PPC</i>	secepatnya	memberikan pelatihan kepada <i>staff Engineering</i> dan <i>PPC</i>	penggunaan bahan baku menjadi optimal
3	kekurangan orang yang menangani pengukuran efisiensi	agar efisiensi produksi dapat terjaga	kantor	HRD, <i>PPC</i>	secepatnya	merekrut orang yang berpengalaman pada posisi <i>PPC</i>	besarnya biaya seleksi
4	kekurangan orang yang menangani pemeriksaan rutin mesin	agar mesin yang <i>down</i> dapat ditangani dengan cepat dan baik	kantor	HRD, <i>Maintenance</i>	secepatnya	merekrut orang yang berpengalaman pada posisi <i>Maintenance</i>	besarnya biaya seleksi

perbaikan (*Why*) adalah agar efisiensi produksi dapat terjaga. Tempat terjadinya masalah (*Where*) yaitu di kantor, orang yang bertanggung jawab atas perbaikan (*Who*) ini adalah divisi HRD dan PPC. Waktu perbaikan ini dapat mulai dijalankan (*When*) yaitu secepatnya, cara melaksanakan perbaikan (*How*) yaitu dengan merekrut orang yang berpengalaman pada posisi PPC, serta biaya yang dikeluarkan dalam aktivitas perbaikan (*How Much*) yaitu berupa biaya pengadaan seleksi.

Sedangkan pada permasalahan keempat dari Tabel 8, hal yang menjadi masalah (*What*) adalah kekurangan orang yang menangani pemeriksaan rutin mesin. Alasan perbaikan atas masalah ini (*Why*) adalah agar mesin yang *down* dapat ditangani dengan cepat dan baik. Tempat terjadinya masalah (*Where*) yaitu di kantor, orang yang bertanggung jawab atas perbaikan (*Who*) ini adalah divisi HRD dan *Maintenance*. Waktu perbaikan ini dapat mulai dijalankan (*When*) yaitu secepatnya, cara melaksanakan perbaikan (*How*) yaitu dengan merekrut orang yang berpengalaman pada posisi *Maintenance*, serta biaya yang dikeluarkan dalam aktivitas perbaikan (*How Much*) yaitu berupa biaya pengadaan seleksi.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil pengolahan data dan analisa Nilai efisiensi relatif *Storage Bin For Ore* 100%; *Storage Bin For BF Return Fine* 96,67% artinya penggunaan sumber daya pada proses produksi baru 96,67%; *Storage Bin For Limestone* 88,16% artinya penggunaan sumber dayanya baru 88,16%; *Storage Bin For Coke* 97,72% artinya penggunaan sumber dayanya baru 97,72%; dan *Storage Bin For Antracite* 97,37% artinya penggunaan sumber dayanya baru 97,37%. Kemudian *Storage Bin* yang proses produksinya tidak efisien di PT. XY berdasarkan nilai efisiensi relatif ada 4 yaitu *Storage Bin For BF Return Fine*, *Storage Bin For Limestone*, *Storage Bin For Coke*, dan *Storage Bin For Antracite*. Besarnya biaya yang diusulkan guna meningkatkan efisiensi proses produksi *Storage Bin* di PT. XY yaitu biaya material *Storage Bin For BF Return Fine* Rp.540.663.258,-; *Storage Bin For Limestone* Rp.1.099.068.758,-; *Storage Bin For Coke* Rp. 536.760.896,- dan *Storage Bin For Antracite* Rp.536.742.007,-. Usulan perbaikan efisiensi proses produksi *Storage Bin* PT. XY dengan 5W+2H yaitu memilih *supplier* yang berkualitas dengan harga minimum, memberikan pelatihan kepada *staff Engineering* dan PPC, serta merekrut orang yang berpengalaman pada posisi PPC dan *Maintenance*.

DAFTAR PUSTAKA

Cooper, W.W., Seiford, L.M., dan Tone, K. 2007. *Data Envelopment Analysis : A Comprehensive Text With Models, Applications, References and DEA-Solver Software 2nd Edition*. New York :Springer.

Haryadi, A.2011. *Analisa Efisiensi Bidang Pendidikan. Tesis*. Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia, Depok

Luptacik, M. 2010. *Mathematical Optimization and Economic Analysis*. New York :Springer.

Setiawan, A. 2013. *Analisis Perbandingan Efisiensi Bank Konvensional Dan Bank Syariah Dengan Menggunakan Metode Data Envelopment Analysis (DEA) Periode 2008-2012. Skripsi*. Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta

Sutapa, I. N. 2001. *Pengalokasian Anggaran Dengan Mempertimbangkan Multi-Input/Output Menggunakan Data Envelopment Analysis. Jurnal Teknik Industri*, Volume 3, hlm 26-34

Wulansari, R. 2010. *Efisiensi Relatif Operasional Puskesmas-Puskesmas Di Kota Semarang Tahun 2009. Tesis*. Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia, Depok