

# ANALISA EFISIENSI RELATIF PADA PERUSAHAAN KERAMIK DENGAN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Moses L. Singgih

e-mail: [moses@ie.its.ac.id](mailto:moses@ie.its.ac.id)

Jurusan Teknik Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 60111

## Abstrak

PT X memiliki empat pabrik dalam memproduksi keramik, dimana masih terdapat ketidakefisienan pada proses produksinya. Untuk meningkatkan efisiensi, pada penelitian ini digunakan metode *Data Envelopment Analysis (DEA)* dengan masing – masing pabrik dijadikan sebagai *Decision Making Unit (DMU)* dan dengan 6 faktor output dan 4 faktor input yang berpengaruh.

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan model DEA CCR Primal, DEA CCR Dual dan DEA BCC dengan software Lindo.

Dari 4 pabrik untuk proses produksinya terdapat 1 pabrik yang inefisien. Penelitian ini menghasilkan perencanaan pada pabrik yang inefisien dalam meningkatkan output yang pada awalnya 6.4 mm untuk ketebalan, 460 gram untuk berat, 18 N/mm<sup>2</sup> untuk bending strength, 477 N/mm<sup>2</sup> untuk breaking strength 0.6 mm untuk beda size menjadi 7.719 mm untuk ketebalan, 801.770 gram untuk berat, 20 N/mm<sup>2</sup> untuk bending strength, 544.268 N/mm<sup>2</sup> untuk breaking strength 0.8386 mm untuk beda size atau mengurangi input yang pada awalnya 7704.964 ton untuk bahan keras dan 501.2948 ton untuk EGP menjadi 6040.811 ton untuk bahan keras dan 107.149 ton untuk EGP.

Kata kunci: *Data Envelopment Analysis (DEA)*, *Decision Making Unit (DMU)*, efisiensi relatif, output, input.

## 1. Latar Belakang

Peningkatan efisiensi merupakan salah satu cara untuk membantu perusahaan yang mengalami masalah khususnya proses produksi, permasalahan ini juga terjadi pada bagian proses produksi pada PT. X, dimana masih adanya ketidakefisienan (inefisiensi) unit produksi pada pabriknya. Salah satu cara didalam meningkatkan efisiensi adalah dengan *Data Envelopment Analysis (DEA)*, dimana dengan DEA akan diketahui faktor apa saja yang menyebabkan inefisiensi produksi, sehingga nantinya dapat dilakukan langkah-langkah perbaikan yang dapat meningkatkan efisiensi produksi.

Permasalahan yang ingin diselesaikan dalam penelitian ini adalah “Bagaimana menggunakan pendekatan Data Envelopment Analysis dalam meningkatkan efisiensi unit produksi di PT. X.” Dengan batasan yang digunakan adalah penelitian yang dilakukan hanya bagian produksi.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah merencanakan perbaikan produktivitas DMU yang kurang efisien.

## 2 Data Envelopment Analysis

Data Envelopment Analysis (DEA) merupakan pendekatan non parametric yang pada dasarnya merupakan teknik berbasis linear programming. DEA dapat berorientasi input dan berorientasi output. Beberapa isu penting yang harus diperhatikan dalam penggunaan DEA adalah sebagai berikut (Coelli, et. Al., 2005):

- *Positivity* : DEA menuntut semua variabel *input & output* bernilai positif ( $> 0$ )
- *Isotonicity*: variabel input dan *output* harus punya hubungan *isotonicity* yang berarti untuk setiap kenaikan pada variabel *input* apapun harus menghasilkan kenaikan setidaknya satu variabel *output* dan tidak ada variabel *output* yang mengalami penurunan.

- *Jumlah DMU*: dibutuhkan setidaknya 3 DMU untuk setiap variabel *input* dan *output* yang digunakan dalam model.
- *Window analysis* : perlu dilakukan jika terjadi pemecahan data DMU (misalnya tahunan menjadi triwulan) yang biasanya dilakukan untuk memenuhi syarat jumlah DMU. Analisis ini dilakukan untuk menjamin stabilitas nilai produktivitas dari DMU yang bersifat *time dependent*.
- *Penentuan bobot*: walaupun DEA menentukan bobot yang seringan mungkin untuk setiap unit relatif terhadap unit yang lain dalam 1 set data, terkadang dalam praktek manajemen dapat menentukan bobot sebelumnya.
- *Homogeneity*: DEA menuntut seluruh DMU yang dievaluasi memiliki variabel input dan output yang sama jenisnya.

## 2.1 Model Matematis DEA

### 1. Model DEA CCR PRIMAL (Talluri, 2000)

$$\text{Max } \sum_{r=1}^s V_r Y_{rk} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{S.T } \sum_{i=1}^m U_i X_{ik} = 1 \dots\dots\dots (2)$$

$$\sum_{r=1}^s V_r Y_{rk} - \sum_{i=1}^m U_i X_{ik} \leq 0 \dots\dots\dots (3)$$

### 2. Model CCR DUAL

$$\text{Minimize } :Z = \theta - \varepsilon \sum_{j=1}^s s_j^+ - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- \dots\dots(4)$$

$$\text{Subject to : } \theta x_{ic} - s_i^- = \sum_{k=1}^n x_{ik} z_k \dots (5)$$

$$\sum_{k=1}^n y_{jk} z_k - s_j^+ = y_{jc} \dots\dots (6)$$

### 1. Model Banker, Charnes, Cooper (BCC)

$$\text{Minimize } :Z = \theta - \varepsilon \sum_{j=1}^s s_j^+ - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- \dots(7)$$

$$\text{S.T : } \theta x_{ic} - s_i^- = \sum_{k=1}^n x_{ik} z_k \dots\dots\dots (8)$$

$$\sum_{k=1}^n y_{jk} z_k - s_j^+ = y_{jc} \dots\dots\dots(9)$$

$$\sum_{k=1}^n z_k = 1 \dots\dots\dots (10)$$

$$z_k, s_i^-, s_j^+ \geq 0 \dots\dots\dots (11)$$

Dengan :

k = DMU<sub>s</sub>, k = 1, ..., n

r = Output, r = 1, ..., s

I = Input, I = 1, ..., m

Y<sub>rk</sub> = nilai output ke – r dari DMU ke – k

X<sub>ik</sub> = nilai input ke – I dari DMU ke – k

V<sub>r</sub>, U<sub>i</sub> = bobot untuk output r, input i (≥ ε)

h<sub>k</sub> = efisiensi relatif DMU<sub>k</sub>

θ = merupakan ukuran dari efficiency score

z<sub>k</sub> = aktivitas level untuk input dan output dari masing-masing DMU

## 2.2 Keunggulan dan Keterbatasan DEA

Keunggulan DEA:

1. Bisa menangani banyak input dan output.
2. Tidak butuh asumsi hubungan fungsional antara variabel input dan output
3. DMU dibandingkan secara langsung dengan sesamanya.
4. Input dan output dapat memiliki satuan pengukuran yang berbeda.

Keterbatasan DEA:

1. DEA mensyaratkan semua input dan output harus spesifik dan dapat diukur (demikian pula dengan analisis rasio dan regresi). Kesalahan dalam memasukkan input dan output yang valid akan memberikan hasil yang bias.
2. DEA berasumsi bahwa setiap unit input atau output identik dengan unit lain dalam tipe yang sama, tanpa mampu mengenali perbedaan-perbedaan tersebut, DEA akan memberi hasil yang bias.
3. Dalam bentuk dasarnya DEA berasumsi adanya *constant return to scale* (CRTS). CRTS menyatakan bahwa perubahan proporsional pada semua tingkat input akan menghasilkan perubahan proporsional yang sama pada tingkat output.
4. Bobot input dan output yang dihasilkan oleh DEA tidak dapat ditafsirkan dalam

nilai ekonomi, meskipun koefisien tersebut memiliki formulasi matematik yang sama. Tetapi hal ini bukan merupakan kendala yang serius, sebab DEA bertujuan mengukur efisiensi relatif.

### 3 Metodologi Penelitian

Data yang digunakan pada proses perhitungan setelah perhitungan DMU adalah dengan mengetahui korelasi faktor, dimana dengan korelasi faktor akan diketahui hubungan antara masing – masing faktor, semakin mendekati satu maka hubungan yang dimiliki semakin kuat. Untuk mengetahui tingkat efisiensi relatif dari masing – masing DMU adalah dengan menggunakan model DEA CCR Primal, dimana DMU yang bernilai satu berarti memiliki efisiensi relatif yang efisien, sedangkan yang bernilai kurang dari satu berarti inefisien. Untuk memperbaiki DMU yang inefisien digunakan model CCR Dual dan model BCC, hasil dari perhitungan nilai efisiensi relatif dari DMU yang inefisien akan meningkat dengan nilai perbaikan untuk masing – masing faktor akan terlihat pada hasil perhitungan.

### 4 Proses Produksi di PT. X

PT. X memiliki empat pabrik didalam proses produksi pembuatan keramik,. Masing-masing pabrik menggunakan lima proses produksi untuk memproduksi keramik, yaitu :

1. Unit Body Preparation
2. Proses Press
3. Proses Kiln
4. Unit Glazing Line
5. Unit Grading

Setiap unit produksi mempunyai alat-alat atau mesin-mesin tersendiri yang masing-masing telah dijadwalkan urutan dan waktu menyelesaikan pekerjaannya.

### 5 Pemilihan DMU

Tahap pemilihan DMU merupakan tahap untuk mengidentifikasi DMU yang digunakan untuk melakukan proses pengolahan data. Ada 4 (empat) DMU yang akan diteliti seperti dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pemilihan DMU

Symbol	DMU	Keterangan
u1	DMU 1	Pabrik 1
u2	DMU 2	Pabrik 2
u3	DMU 3	Pabrik 3

u4	DMU 4	Pabrik 4
----	-------	----------

Setelah dilakukan pemilihan DMU maka langkah berikutnya adalah melakukan klasifikasi DMU dan penentuan faktor yang berpengaruh, baik itu input maupun output. Penentuan faktor input dan output dipilih berdasarkan data – data yang bisa dihitung (diukur). Adapun faktor –faktor tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Data masing-masing DMU

Data Faktor	Simbol	DMU 1	DMU 2	DMU 3	DMU 4
<b>OUTPUT</b>					
Ketebalan (mm)	r1	6,4	7,9	6,6	9
Berat (gram)	r2	460	486	465	2300
Bending strength (N/mm <sup>2</sup> )	r3	18	20	20	20
Breaking strength (N/mm <sup>2</sup> )	r4	477	500	542	668,3
Kuantitas produk (10000m <sup>2</sup> )	r5	53,2993	4,4756	18,9207	24,0550
Beda size (mm)	r6	0,6	0,8	0,8	1
<b>INPUT</b>					
Bahan Keras (ton)	i1	7704,964	829,008	2789,506	5067,052
EGP (ton)	i2	501,2948	33,9796	125,5229	277,1456
Kadar air (%)	i3	8,7	8,9	8,15	8,72
Temperatur (°C)	i4	1115	1075	1140	1145

Dengan :

Ketebalan : tebal minimal dari keramik yang memenuhi standard.

Berat : berat minimal keramik yang dinilai memenuhi standard.

Bending Strength : kelenturan (kuat tekan) minimal keramik dalam menerima tekanan.

Breaking Strength : kuat minimal keramik dalam menerima pukulan.

Kuantitas : jumlah keramik yang dihasilkan pada masing-masing pabrik.

Bedasize : toleransi maksimal ukuran sisi yang masih bisa diterima.

Bahan keras : input untuk pembuatan keramik yang terdiri dari bahan – bahan keras seperti kuarsa, chamote, clay, dan bahan keras lainnya.

EGP : engobe, glaze, pasta yang digunakan pada proses pengglazuran.

Kadar air : prosentase air yang diperbolehkan pada pembuatan keramik.

Temperatur : suhu yang dibutuhkan untuk memanaskan keramik.

## 6 Perhitungan Efisiensi Relatif

Untuk perhitungan efisiensi relatif dari masing – masing DMU digunakan model CCR Primal, dengan hasil perhitungan ditabelkan pada tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai Efisiensi Relatif Tiap DMU

DMU	Nilai Efisiensi Relatif	Efisien
DMU 1	0.8898762	Inefisien
DMU 2	1	Efisien
DMU 3	1	Efisien
DMU 4	1	Efisien

Setelah dilakukan pengolahan data maka nilai efisiensi relatif dapat diketahui. Sehingga dengan melihat nilai efisiensi relatif dapat diketahui DMU mana yang efisien dan inefisien seperti yang terlihat pada tabel 3.

## 7 Peningkatan Produktivitas

Untuk proses peningkatan produktivitas dilakukan dengan memperbaiki tingkat output dan input dari masing – masing DMU. Bagi DMU yang inefisien diusahakan untuk menjadi efisien, dan bagi DMU yang sudah efisien diusahakan untuk tetap dipertahankan.

Dalam peningkatan performansi DMU dilakukan dengan menetapkan target dari masing – masing input dan output dengan menggunakan CCR Dual dan BCC.

Tabel 4. Nilai Variabel Optimal dari Model DEA CCR Dual

DMU	Efisiensi	$\theta$	Slack
1	0.8925607	0.894706	$S_1^+ = 0.590823$ $S_2^+ = 322.332947$ $S_4^+ = 16.212225$ $S_6^+ = 0.158621$ $S_1^- = 1458.010864$ $S_2^- = 347.623535$
2	1	1	
3	1	1	
4	1	1	

Tabel diatas menjelaskan faktor – faktor yang sangat mempengaruhi inefisien dari DMU 1. Untuk model CCR Dual diatas faktor – faktor yang mempengaruhi adalah ketebalan, berat, breaking strength, beda size, bahan keras, dan EGP.

Tabel 5. Nilai Variabel Optimal dari Model DEA BCC

DMU	Efisiensi	$\theta$	Slack
1	0.9909241	0.993360	$S_1^+ = 1.319447$ $S_2^+ = 361.770203$ $S_3^+ = 2.000000$ $S_4^+ = 67.267830$ $S_6^+ = 0.237711$ $S_1^- = 1612.991577$ $S_2^- = 390.817383$
2	1	1	
3	1	1	
4	1	1	

Tabel diatas menjelaskan faktor – faktor yang sangat mempengaruhi inefisien dari DMU 1. Untuk model CCR Dual diatas faktor – faktor yang mempengaruhi adalah ketebalan, berat, bending strength, breaking strength, beda size, bahan keras, dan EGP.

Dalam usaha peningkatan performansi DMU, dilakukan dengan memperbaiki tingkat output dan input dengan menetapkan target dari masing – masing input dan output.

## 8 Penetapan Target

Penetapan target dipergunakan bagi unit yang tidak efisien (DMU 1) untuk memperbaiki produktivitas. Ada beberapa model yang digunakan pada penetapan target baik model CCR dual maupun BCC yaitu berdasar pada output oriented dan input oriented. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

Berdasarkan output oriented

$$(Y_i) = Y_{i0} + S_i^+$$

Dengan :

$Y_i$  = hasil yang ingin dicapai

$Y_{i0}$  = data output awal yang dapat dilihat pada tabel 2.

$S_i^+$  = slack untuk output (tabel 4 dan tabel 5)

Sehingga hasilnya adalah :

✓ Pada pengolahan data dengan model CCR dual untuk DMU 1

1. Ketebalan menjadi 6.991 mm

2. Berat (792.333 gram)
  3. Breaking strength (493.212 N/mm<sup>2</sup>)
  4. Beda size (0.759 mm)
- ✓ Pada pengolahan data dengan model BCC untuk DMU 1
1. Ketebalan menjadi 7.719 mm
  2. Berat (821.770 gram)
  3. Bending strength (20 N/mm<sup>2</sup>)
  4. Breaking strength (544.268 N/mm<sup>2</sup>)
  5. Beda size (0.838 mm)

Berdasarkan input oriented

$$(X_i) = \theta * X_{i0} - S_i^-$$

Dengan :

$X_i$  = hasil yang ingin dicapai

$X_{i0}$  = data input awal yang dapat dilihat pada tabel 2.

$S_i^-$  = slack untuk input (tabel 4 dan tabel 5)

Sehingga hasilnya adalah :

- ✓ Pada pengolahan data dengan model CCR dual untuk DMU 1
1. Bahan Keras menjadi 5435.659 ton
  2. EGP (100.88 ton)
- ✓ Pada pengolahan data dengan model BCC untuk DMU 1
1. Bahan keras menjadi 6040.811 ton
  2. EGP (107.149 ton)

Setelah melakukan perhitungan target untuk masing – masing faktor input dan output dari DMU 1, maka diharapkan DMU 1 mengalami peningkatan untuk output atau penurunan untuk input.

## 9 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah :

- ❖ Ada 6 faktor output dan 4 faktor input yang berpengaruh terhadap efisiensi produktivitas pabrik. Keenam faktor output tersebut adalah ketebalan, berat, bending strength, breaking strength, kuantitas produk, dan beda size. Dan faktor input yang berpengaruh adalah bahan keras, EGP, kadar air dan temperature.
- ❖ Ada 1 pabrik yang inefisien yaitu pabrik 1, dan ada 3 pabrik yang efisien yaitu pabrik 2, 3 dan pabrik 4. Untuk pabrik yang inefisien, perencanaan perbaikannya sebagai berikut:
  1. Meningkatkan jumlah output seperti menambah ketebalan,

berat, bending strength, breaking strength dan beda size.

2. Mengurangi input yaitu mengurangi jumlah bahan keras dan EGP.

## DAFTAR PUSTAKA

- Coelli, T.J., D.S.P. Rao, C.J. O'Donnell and G.E. Bateese, 2005, **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**, 2<sup>nd</sup> edition, Springer,
- Matthews, Kent and Ismail, Mahadzir, (2006), *Efficiency and Productivity Growth of Domestic and Foreign Commercial Banks in Malaysia*, Cardiff Economics Working Papers, Cardiff Business School, Cardiff University.
- Purwantoro, R. Nugroho (2003), Penerapan *Data Envelopment Analysis (DEA)* dalam Kasus Pemilihan Produk Inkjet Personal Printer, USAHAWAN NO. 10 TH XXXII OKTOBER, hal 36-41.
- Sengupta, Jati. K, *New efficiency theory: Extensions and New Applications of data Envelopment Analysis*, department of economics, university of California, Santa Barbara.
- Sumanth, David J (1985), *Productivity Engineering and Management : Productivity Measurement, Evaluation, Planning and Improvement in Manufacturing and Service Organizations*, McGraw-Hill Company Book.
- Talluri, Srinivas (2000), *Data Envelopment Analysis : Models and Extensions*, Decision Line, Pennsylvania State University.

