

Analisis Efisiensi Mesin Fermenter Pada Unit Fermentasi Menggunakan Metode DEA (Studi Kasus: PT. Indo Acidatama)

Pravanasta Rian Setiawan^{*1)} dan Dr. Eko Liquiddanu, S.T., M.T.²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl Ir. Sutami No. 36, Kington, Kec. Jebres, Kota Surakarta, 57126, Indonesia

^{1,2)}Laboratorium Perancangan dan Optmisasi Sistem Industri, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl Ir. Sutami No. 36, Kington, Kec. Jebres, Kota Surakarta, 57126, Indonesia

Email: pravanastarian_21@student.uns.ac.id, ekoliquiddanu@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

PT. Indo Acidatama Tbk adalah perusahaan yang bergerak dibidang industri agro kimia. Proses produksi di PT Indo Acidatama dilakukan dalam 2 area utama yaitu area fermentasi dan area destilasi. Salah satu faktor produksi yang dapat menentukan kelancaran dalam proses produksi adalah mesin fermenter pada unit fermentasi. Mesin fermenter yang digunakan untuk proses produksi haruslah mencapai tingkat efisiensi yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat efisiensi dan melakukan perbaikan efisiensi mesin fermenter dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis*. Perhitungan efisiensi dilakukan dengan identifikasi DMU, indentifikasi *input* dan *output* pembentuk DMU, identifikasi model matematis, perhitungan efisiensi tiap DMU, dan perbaikan efisiensi. Penelitian ini mendapatkan hasil yaitu selama periode satu bulan terdapat 10 *batch* yang mengalami inefisien dan 2 *batch* yang mencapai efisien. Penyebab terjadinya inefisiensi DMU adalah karena penggunaan *input* yang berlebihan. Usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi adalah dengan membuat *target setting* melalui *benchmarking* dan pembelajaran dari DMU yang paling efisien.

Kata kunci: Data Envelopment Analysis (DEA), DMU, Efisiensi

1. Pendahuluan

PT. Indo Acidatama Tbk adalah perusahaan *go public* yang bergerak dibidang industri agro kimia bertaraf internasional. Secara umum proses produksi etanol di PT Indo Acidatama dilakukan dalam 2 area utama yaitu area fermentasi (A-200) dan area destilasi (A-300). Area fermentasi merupakan area yang ditujukan untuk memproses bahan baku yaitu *molasses* menjadi etanol. Sedangkan area distilasi merupakan area yang ditujukan untuk pemurnian mash dari unit fermentasi (A-200) menjadi alkohol dengan kadar tinggi.

Salah satu faktor produksi yang dapat menentukan kelancaran dalam proses produksi adalah mesin fermenter pada unit fermentasi (A-200). Mesin fermenter yang digunakan untuk melakukan proses produksi haruslah mencapai tingkat efisiensi. Secara teknis, efisiensi adalah kemampuan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan benar atau dalam pandangan matematika didefinisikan sebagai perhitungan rasio *output* (keluaran) dan *input* (masuk) yang digunakan (Niswati, 2014). Efisiensi adalah suatu ukuran keberhasilan yang dinilai dari segi besarnya sumber daya untuk mencapai hasil dari kegiatan yang dijalankan (Gusti & Susanti, 2019). Pengukuran efisiensi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana penggunaan *input* dalam menghasilkan *output* atau dapat diartikan apakah kuantitas *output* yang dihasilkan sesuai dengan *input* yang digunakan (Giyanti & Indrasari, 2018). Suatu perusahaan dikatakan efisien apabila mampu menghasilkan *output* maksimal dengan sumber daya (*input*) tertentu atau menghasilkan *output* tertentu dengan sumber daya (*input*) minimal (Zaenal Abidin & Endri Endri, 2009). Oleh karena itu, dalam kondisi apapun perusahaan menginginkan efisiensinya tetap tinggi, untuk memperoleh profitabilitas perusahaan sehingga mampu menjaga kelangsungan hidup perusahaan.

Dari permasalahan di atas, perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai tingkat efisiensi dari mesin fermenter agar proses produksi berjalan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan metode pengukuran efisiensi yang dapat memadukan semua *input* dan *output* (Aliffianudin & Riandadari, 2018). DEA dapat berorientasi terhadap input maupun output. Jika berorientasi pada input, dilakukan perhitungan minimalisasi dari penggunaan input dengan level output ditetapkan dalam kondisi konstan. Jika berorientasi output, dilakukan maksimalisasi dari output pada level input yang konstan (Sirait, 2017). Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) dinilai cocok untuk memecahkan permasalahan ini karena metode DEA dapat memadukan banyak *input* dan *output* untuk menghitung efisiensi.

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). *Data Envelopment Analysis* (DEA) merupakan sebuah metode optimasi program matematika yang mengukur efisiensi teknik suatu *Decision Making Unit* (DMU), dan membandingkan secara relatif terhadap DMU yang lain (Sutawijaya & Lestari, 2009). DMU adalah hasil konversi *input* menjadi *output* yang akan dievaluasi (Wayan Krisna Adi Putra & Ketut Simpen, 2019). DMU yang tidak efisien dapat ditingkatkan efisiensinya dengan cara menetapkan target perbaikan (Yujianto et al., 2019). Perhitungan efisiensi dilakukan dengan cara melakukan rekapitulasi dari data-data yang telah dikumpulkan yaitu data produksi unit fermentasi periode 12 Desember 2022 – 11 Januari 2023 yang dilanjutkan dengan langkah-langkah penyelesaian dengan metode DEA sebagai berikut:

1. Identifikasi DMU

DMU atau *Decision Making Unit* adalah unit yang akan dianalisis nilai efisiensi relatifnya. DMU yang digunakan pada penelitian ini adalah nomor *batch* mesin fermenter yang ada pada proses produksi di unit fermentasi.

2. Identifikasi *Input* dan *Output* Pembentuk DMU

Terdapat 2 kategori variabel yang telah ditentukan yaitu variabel *input* dan variabel *output*.

3. Identifikasi Model Matematis

Identifikasi model matematis adalah penjabaran masalah ke dalam bentuk matematis atau menerjemahkan masalah dari situasi dunia nyata ke masalah matematis melalui penggunaan rangkaian simbol, operasi dan hubungan dalam matematika.

Rumus dari perhitungan DEA dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Max } \sum_{k=1}^p \mu_k y_{k0}$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{k=1}^p \mu_k y_{kj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\mu_k \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon$$

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

$$k = 1, \dots, p$$

$$i = 1, \dots, m$$

x_{ij} adalah nilai *input* yang diamati dengan tipe ke- i dari DMU ke- j dan $x_{ij} > 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$. Demikian juga dengan y_{kj} adalah nilai *output* yang diamati dengan tipe ke- k dari DMU ke- p dan $y_{kj} > 0$ untuk $k = 1, 2, \dots, p$ dan $j = 1, 2, \dots, n$. m menyatakan jumlah *input* dan p menyatakan jumlah *output*. Sedangkan variabel u_k dan v_i masing-masing menyatakan nilai bobot *output* dan *input* untuk menentukan permasalahan program linier di atas.

4. Perhitungan Efisiensi Tiap DMU

Perhitungan Efisiensi dilakukan menggunakan bantuan add-ins Excel yaitu DEA Frontier dan *software LINGO* sebagai alat pengolahan data model DEA. Tujuannya yaitu untuk mendapatkan target *input* dan *output* yang diperlukan untuk mencapai kinerja optimal.

5. Perbaikan Efisiensi

Perhitungan estimasi target atau *target setting* yang bertujuan untuk memperbaiki tingkat *input* dan *output* faktor yang diinginkan agar menjadi efisien.

3. Hasil dan Pembahasan

Data Envelopment Analysis (DEA) merupakan sebuah metode optimasi program matematika yang mengukur efisiensi dari suatu *Decision Making Unit* (DMU), dan membandingkan secara relatif terhadap DMU yang lain. Efisiensi relatif dari DMU diukur dengan memperkirakan rasio bobot *output* untuk suatu *input* dan membandingkannya dengan DMU lainnya. DMU yang mencapai efisiensi 100% dianggap efisien sedangkan DMU dengan nilai dibawah 100% dianggap tidak efisien. DEA mengidentifikasi satu set DMU yang efisien dan digunakan sebagai tolak ukur untuk perbaikan DMU yang tidak efisien. Langkah-langkah perhitungan efisiensi dengan metode DEA yaitu identifikasi DMU, indentifikasi *input* dan *output* pembentuk DMU, identifikasi model matematis, perhitungan efisiensi tiap DMU, dan perbaikan efisiensi.

DMU atau *Decission Making Unit* adalah unit yang akan dianalisis efisiensinya. Pada penelitian ini, DMU berupa nomor *batch* produksi pada unit fermentasi.

Tabel 1. DMU Mesin Fermenter

No Batch	Decision Making Unit (DMU)
18392	B 18392
18397	B 18397
18402	B 18402
18407	B 18407
18412	B 18412
18417	B 18417
18422	B 18422
18427	B 18427
18432	B 18432
18437	B 18437
18442	B 18442
18447	B 18447

Variabel-variabel yang diambil untuk mengukur nilai efisiensi relatif masing-masing DMU dikelompokkan ke dalam dua kategori yaitu variabel *input* dan variabel *output*. Adapun Pengelompokan variabel *input* dan *output* untuk pengukuran nilai efisiensi relatif adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Pengelompokan Variabel *Input* dan *Output*

<i>Inputs</i>		<i>Outputs</i>	
<i>Molasses</i>	X1	Volume Mash	Y1
<i>Yeast</i>	X2	<i>Alkohol Content</i>	Y2
H ₃ PO ₄	X3		
Urea	X4		
Air Proses	X5		
Anti-Foam	X6		
<i>Disinfectant</i>	X7		

Selanjutnya setelah menentukan DMU dan variabel penyusunnya dilakukan identifikasi model matematis. Identifikasi model matematis DEA ini dilakukan untuk memperoleh nilai efisiensi dari masing-masing DMU dengan menggunakan data variabel yang ditentukan sebelumnya. Jenis model yang dipakai dari hasil identifikasi model yaitu model DEA CRS *input oriented*. Model *Constant Return to Scale* (CRS) mengasumsikan bahwa rasio antara penambahan *input* dengan *output* yang dihasilkan adalah sama, artinya jika ada penambahan *input* sebesar X, maka *output* yang dihasilkan akan meningkat sebesar X (Widyastuti & Nurwahyuni, 2021). Berikut merupakan tabel data variabel mesin fermenter yang digunakan untuk membuat model matematis dari tiap DMU:

Tabel 3. Data Variabel Mesin Fermenter

DMU	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y1	Y2
B 18392	285.230	16	70	554	506	16	1,2	703	11,1
B 18397	285.430	16	70	504	506	16	1,2	706	11,9
B 18402	284.830	16	70	504	506	16	1,2	702	11,9
B 18407	285.570	16	70	504	506	16	1,2	701	12,0
B 18412	284.630	16	70	504	506	16	1,2	702	11,9
B 18417	284.560	16	70	504	506	16	1,2	701	11,8
B 18422	284.430	16	70	504	506	16	1,2	706	11,8
B 18427	286.680	16	70	504	506	16	1,2	723	12,0
B 18432	284.760	16	70	554	506	16	1,2	704	11,9
B 18437	285.750	16	70	504	506	16	1,2	704	11,7
B 18442	286.230	16	70	504	506	16	1,2	706	11,7
B 18447	285.720	16	70	554	506	16	1,2	703	11,7

Dari pembuatan model matematis yang telah dilakukan, selanjutnya dilakukan perhitungan efisiensi tiap DMU. Perhitungan efisiensi tiap DMU dilakukan menggunakan bantuan add-ins Excel yaitu DEA Frontier dan sebagai perbandingan digunakan *software* Lingo. Berikut merupakan perhitungan efisiensi dari tiap DMU:

Tabel 4. Hasil Efisiensi Mesin fermenter

DMU	Efisiensi	
	DEA Frontier	Lingo
B 18392	0,97728	0,9772805
B 18397	0,99407	0,9940695
B 18402	0,99545	0,9954550
B 18407	1,00000	1,0000000
B 18412	0,99615	0,9961545
B 18417	0,98890	0,9888951
B 18422	0,99023	0,9902340
B 18427	1,00000	1,0000000
B 18432	0,99605	0,9960541
B 18437	0,97801	0,9780099
B 18442	0,97802	0,9780221
B 18447	0,97794	0,9779360

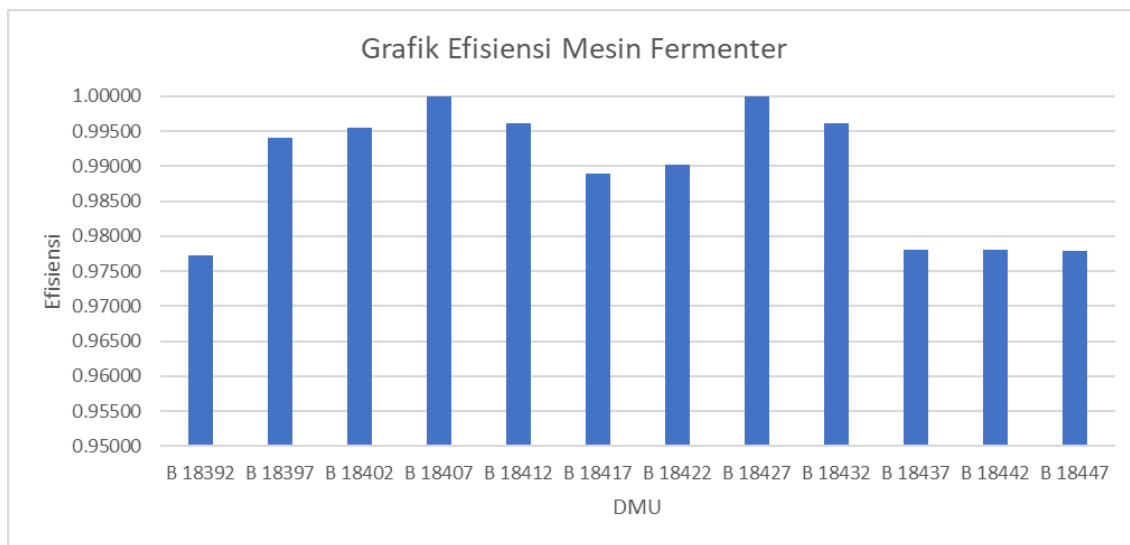
Pada mesin fermenter periode 12 Desember 2022 – 11 Januari 2023 terdapat 10 *batch* yang mengalami inefisien dan 2 *batch* yang mencapai efisien. *Batch* yang mengalami inefisien yaitu pada *batch* 18392, 18397, 18402, 18412, 18417, 18422, 18432, 18437, 18442, dan 18447. Sedangkan *batch* yang mencapai efisien adalah *batch* 18407 dan 18427.

Dari hasil perhitungan efisiensi yang telah dilakukan, selanjutnya dilakukan perbaikan efisiensi. Perbaikan efisiensi dilakukan metode DEA CRS *input* adalah proses untuk mengevaluasi dan memahami bagaimana perbaikan efisiensi telah dicapai dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) dengan asumsi konsep *Returns to Scale Constant* (CRS). Hal ini dikarenakan DEA bersifat *black box* karena hanya melihat *input* dan *output* sebagai keseluruhan, tanpa memeriksa elemen-elemen yang membentuk *input* atau *output*. DEA hanya fokus pada pengukuran efisiensi, yaitu bagaimana memaksimalkan *output* yang dihasilkan dari *input* yang diberikan, tanpa memperhatikan bagaimana *input* tersebut diolah menjadi *output*. Pada tahap perbaikan efisiensi ini dilakukan menggunakan *software* Frontier Analyst Banxia. Berikut merupakan hasil perbaikan efisiensi dari tiap DMU:

Tabel 5. Target Setting Mesin Fermenter

DMU	Input Target							Output Target	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y1	Y2
B 18392	278.749,71	15,56	68,06	490,06	492,00	15,56	1,17	703,00	11,67
B 18397	283.737,26	15,87	69,42	499,80	501,78	15,87	1,19	706,00	11,90
B 18402	283.535,44	15,87	69,42	499,80	501,78	15,87	1,19	702,00	11,90
B 18407	285.570,00	16,00	70,00	504,00	506,00	16,00	1,20	701,00	12,00
B 18412	283.535,44	15,87	69,42	499,80	501,78	15,87	1,19	702,00	11,90
B 18417	281.399,98	15,73	68,83	495,60	497,57	15,73	1,18	701,00	11,80
B 18422	281.652,25	15,73	68,83	495,60	497,57	15,73	1,18	706,00	11,80
B 18427	286.680,00	16,00	70,00	504,00	506,00	16,00	1,20	723,00	12,00
B 18432	283.636,35	15,87	69,42	499,80	501,78	15,87	1,19	704,00	11,90
B 18437	279.466,33	15,60	68,25	491,40	493,35	15,60	1,17	704,00	11,70
B 18442	279.939,25	15,62	68,35	492,15	494,10	15,62	1,17	706,00	11,72
B 18447	279.415,88	15,60	68,25	491,40	493,35	15,60	1,17	703,00	11,70

Hasil perhitungan *target setting* diasumsikan sesuai dengan karakter dari mesin fermenter. Hal ini dikarenakan dasar dari perhitungan *target setting* adalah nilai *slack* variabel yang didapat dari perhitungan DEA pada mesin fermenter yang sama. Nilai *slack* variabel dihitung dengan membandingkan *input* atau *output* aktual dari suatu unit dengan *input* atau *output* yang seharusnya dibutuhkan untuk mencapai efisiensi maksimal. Dengan mengetahui nilai *slack*, manajemen dapat menentukan prioritas dalam meningkatkan *input* atau *output* yang masih memiliki potensi untuk ditingkatkan, sehingga dapat mencapai efisiensi maksimal. Pada *software* Frontier Analyst Banxia *target setting* dilakukan dengan membandingkan atau *benchmarking* kinerja aktual dari masing-masing DMU pada mesin yang sama. Berikut merupakan grafik efisiensi DMU yang perlu dilakukan perbaikan.



Gambar 1. Grafik Efisiensi Tiap DMU

Efisiensi dari *batch* 18392 adalah 0,97728 sehingga diperlukan perbaikan. Perencanaan strategi perbaikan *batch* 18392 adalah *molasses* dari 285230 kg dikurangi menjadi 2788749,71 kg (minimasi 2,27%); *yeast* dari 16 liter dikurangi menjadi 15,56 liter (minimasi 2,77%); H_3PO_4 dari 70 kg dikurangi menjadi 68,06 kg (minimasi 2,77%); Urea dari 554 kg dikurangi menjadi 490,06 kg (minimasi 11,54%); air proses dari 506 m³ dikurangi menjadi 492 m³ (minimasi 2,77%); anti-foam dari 16 liter dikurangi menjadi 15,56 liter (minimasi 2,77%); *disinfectant* dari 1,2 kg dikurangi menjadi 1,17 kg (minimasi 2,77%); volume mash tetap; dan *alcohol content* dari 11,1 % menjadi 11,67%.

Efisiensi dari *batch* 18397 adalah 0,99407 sehingga diperlukan perbaikan. Perencanaan strategi perbaikan *batch* 18397 adalah *molasses* dari 285430 kg dikurangi menjadi 283737,26 kg (minimasi 0,59%); *yeast* dari 16 liter dikurangi menjadi 15,87 liter (minimasi 0,83%); H_3PO_4 dari 70 kg dikurangi menjadi 69,42 kg (minimasi 0,83%); Urea dari 504 kg dikurangi menjadi 499,8 kg (minimasi 0,83%); air proses dari 506 m³ dikurangi menjadi 501,78 m³ (minimasi 0,83%); anti-foam dari 16 liter dikurangi menjadi 15,87 liter (minimasi 0,83%); *disinfectant* dari 1,2 kg dikurangi menjadi 1,19 kg (minimasi 0,83%); volume mash tetap; dan *alcohol content* tetap.

Efisiensi dari *batch* 18402 adalah 0,99545 sehingga diperlukan perbaikan. Perencanaan strategi perbaikan *batch* 18402 adalah *molasses* dari 284830 kg dikurangi menjadi 283535,44 kg (minimasi 0,45%); *yeast* dari 16 liter dikurangi menjadi 15,87 liter (minimasi 0,83%); H_3PO_4 dari 70 kg dikurangi menjadi 69,42 kg (minimasi 0,83%); Urea dari 504 kg dikurangi menjadi 499,8 kg (minimasi 0,83%); air proses dari 506 m³ dikurangi menjadi 501,78 m³ (minimasi 0,83%); anti-foam dari 16 liter dikurangi menjadi 15,87 liter (minimasi 0,83%); *disinfectant* dari

1,2 kg dikurangi menjadi 1,19 kg (minimasi 0,83%); volume mash tetap; dan *alcohol content* tetap.

Efisiensi dari *batch* 18412 adalah 0,99615 sehingga diperlukan perbaikan. Perencanaan strategi perbaikan *batch* 18412 adalah *molasses* dari 284630 kg dikurangi menjadi 283535,44 kg (minimasi 0,38%); *yeast* dari 16 liter dikurangi menjadi 15,87 liter (minimasi 0,83%); H₃PO₄ dari 70 kg dikurangi menjadi 69,42 kg (minimasi 0,83%); Urea dari 504 kg dikurangi menjadi 499,8 kg (minimasi 0,83%); air proses dari 506 m³ dikurangi menjadi 501,78 m³ (minimasi 0,83%); anti-foam dari 16 liter dikurangi menjadi 15,87 liter (minimasi 0,83%); *disinfectant* dari 1,2 kg dikurangi menjadi 1,19 kg (minimasi 0,83%); volume mash tetap; dan *alcohol content* tetap.

Efisiensi dari *batch* 18417 adalah 0,98890 sehingga diperlukan perbaikan. Perencanaan strategi perbaikan *batch* 18417 adalah *molasses* dari 284560 kg dikurangi menjadi 281399,98 kg (minimasi 1,11%); *yeast* dari 16 liter dikurangi menjadi 15,73 liter (minimasi 1,67%); H₃PO₄ dari 70 kg dikurangi menjadi 68,83 kg (minimasi 1,67%); Urea dari 504 kg dikurangi menjadi 495,6 kg (minimasi 1,67%); air proses dari 506 m³ dikurangi menjadi 497,57 m³ (minimasi 1,67%); anti-foam dari 16 liter dikurangi menjadi 15,73 liter (minimasi 1,67%); *disinfectant* dari 1,2 kg dikurangi menjadi 1,18 kg (minimasi 1,67%); volume mash tetap; dan *alcohol content* tetap.

Efisiensi dari *batch* 18422 adalah 0,99023 sehingga diperlukan perbaikan. Perencanaan strategi perbaikan *batch* 18422 adalah *molasses* dari 284430 kg dikurangi menjadi 281652,25 kg (minimasi 0,98%); *yeast* dari 16 liter dikurangi menjadi 15,73 liter (minimasi 1,67%); H₃PO₄ dari 70 kg dikurangi menjadi 68,83 kg (minimasi 1,67%); Urea dari 504 kg dikurangi menjadi 495,6 kg (minimasi 1,67%); air proses dari 506 m³ dikurangi menjadi 497,57 m³ (minimasi 1,67%); anti-foam dari 16 liter dikurangi menjadi 15,73 liter (minimasi 1,67%); *disinfectant* dari 1,2 kg dikurangi menjadi 1,18 kg (minimasi 1,67%); volume mash tetap; dan *alcohol content* tetap.

Efisiensi dari *batch* 18432 adalah 0,99605 sehingga diperlukan perbaikan. Perencanaan strategi perbaikan *batch* 18432 adalah *molasses* dari 284760 kg dikurangi menjadi 283636,35 kg (minimasi 0,39%); *yeast* dari 16 liter dikurangi menjadi 15,87 liter (minimasi 0,83%); H₃PO₄ dari 70 kg dikurangi menjadi 69,42 kg (minimasi 0,83%); Urea dari 554 kg dikurangi menjadi 499,8 kg (minimasi 9,78%); air proses dari 506 m³ dikurangi menjadi 501,78 m³ (minimasi 0,83%); anti-foam dari 16 liter dikurangi menjadi 15,87 liter (minimasi 0,83%); *disinfectant* dari 1,2 kg dikurangi menjadi 1,19 kg (minimasi 0,83%); volume mash tetap; dan *alcohol content* tetap.

Efisiensi dari *batch* 18437 adalah 0,97801 sehingga diperlukan perbaikan. Perencanaan strategi perbaikan *batch* 18437 adalah *molasses* dari 285750 kg dikurangi menjadi 279466,33 kg (minimasi 2,20%); *yeast* dari 16 liter dikurangi menjadi 15,6 liter (minimasi 2,50%); H₃PO₄ dari 70 kg dikurangi menjadi 68,25 kg (minimasi 2,50%); Urea dari 504 kg dikurangi menjadi 491,4 kg (minimasi 2,50%); air proses dari 506 m³ dikurangi menjadi 493,35 m³ (minimasi 2,50%); anti-foam dari 16 liter dikurangi menjadi 15,6 liter (minimasi 2,50%); *disinfectant* dari 1,2 kg dikurangi menjadi 1,17 kg (minimasi 2,50%); volume mash tetap; dan *alcohol content* tetap.

Efisiensi dari *batch* 18442 adalah 0,97802 sehingga diperlukan perbaikan. Perencanaan strategi perbaikan *batch* 18442 adalah *molasses* dari 286230 kg dikurangi menjadi 279939,25 kg (minimasi 2,20%); *yeast* dari 16 liter dikurangi menjadi 15,62 liter (minimasi 2,32%); H₃PO₄ dari 70 kg dikurangi menjadi 68,35 kg (minimasi 2,35%); Urea dari 504 kg dikurangi menjadi 492,15 kg (minimasi 2,35%); air proses dari 506 m³ dikurangi menjadi 494,1 m³ (minimasi 2,35%); anti-foam dari 16 liter dikurangi menjadi 15,62 liter (minimasi 2,35%); *disinfectant* dari

1,2 kg dikurangi menjadi 1,17 kg (minimasi 2,35%); volume mash tetap; dan *alcohol content* dari 11,7% menjadi 11,72%.

Efisiensi dari *batch* 18447 adalah 0,97794 sehingga diperlukan perbaikan. Perencanaan strategi perbaikan *batch* 18447 adalah *molasses* dari 285720 kg dikurangi menjadi 279415,88 kg (minimasi 2,21%); *yeast* dari 16 liter dikurangi menjadi 15,6 liter (minimasi 2,50%); H_3PO_4 dari 70 kg dikurangi menjadi 68,25 kg (minimasi 2,50%); Urea dari 554 kg dikurangi menjadi 491,4 kg (minimasi 11,30%); air proses dari 506 m³ dikurangi menjadi 493,35 m³ (minimasi 2,50%); anti-foam dari 16 liter dikurangi menjadi 15,6 liter (minimasi 2,50%); *disinfectant* dari 1,2 kg dikurangi menjadi 1,17 kg (minimasi 2,50%); volume mash tetap; dan *alcohol content* tetap.

Berdasarkan hasil diskusi dengan *unit chief* fermentasi, *target setting* berdasarkan perhitungan DEA dengan *software* Frontier Analyst Banxia masih bisa diterapkan dan masuk akal untuk mesin fermenter. Hal ini dikarenakan kapasitas mesin fermenter yang masih memungkinkan untuk mengolah bahan baku berdasarkan *target setting* yang telah dibuat. Usulan *target setting* telah diberikan kepada perusahaan, sehingga diharapkan terjadi peningkatan efisiensi mesin fermenter berdasarkan bahan baku digunakan dan mengoptimalkan *output* yang dihasilkan.

4. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan metode DEA CRS *input* didapatkan rata-rata efisiensi tiap DMU pada mesin fermenter FB 214 yaitu sebesar 0,98934. Mesin fermenter mencapai efisiensi pada *batch* 18407 dan 18427. Sedangkan *batch* yang mengalami inefisien yaitu pada *batch* 18392, 18397, 18402, 18412, 18417, 18422, 18432, 18437, 18442, dan 18447.

Penyebab terjadinya inefisiensi DMU pada mesin fermenter adalah karena penggunaan *input* yang berlebihan. Terjadi pemborosan *input* yang digunakan yaitu dapat berupa *molasses*, *yeast*, H_3PO_4 , urea, air proses, anti-foam, dan *disinfectant*. Hal ini dikarenakan DEA menilai efisiensi unit produksi dengan membandingkan *input* yang digunakan dan *output* yang dihasilkan. Jika unit produksi menggunakan *input* yang berlebihan, maka hasil analisis DEA akan menunjukkan DMU tersebut tidak efisien karena *input* yang digunakan lebih besar daripada yang dibutuhkan untuk menghasilkan *output* tertentu. Oleh karena itu, penting bagi unit produksi untuk memastikan bahwa *input* yang digunakan tidak berlebihan dan sesuai dengan kebutuhan produksi.

Solusi untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan membuat *target setting* untuk meningkatkan efisiensi melalui *benchmarking* dan pembelajaran dari unit produksi yang paling efisien. Perbaikan *input* dan *output* dilakukan dengan menetapkan target *input* dan *output* untuk meningkatkan efisiensi DMU.

Daftar Pustaka

- Aliffianudin, M. B., & Riandadari, D. (2018). *ANALISA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS MESIN LASER DENGAN MENGGUNAKAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (Studi Kasus di PT. Dempo Laser Metalindo Surabaya)*. 3200, 153–160.
- Giyanti, I., & Indrasari, A. (2018). Model Pengukuran Efisiensi Perusahaan Berbasis Fuzzy Data Envelopment Analysis. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC, 2008*, 7–8. <https://idec.ft.uns.ac.id/wp-content/uploads/2018/05/ID049.pdf>
- Gusti, L., & Susanti, N. (2019). Analisa Pengukuran Produktivitas Mesin Cnc Milling Dengan Menggunakan Metode Data Envelopment Analysis Di Pt . Pal Indonesia. *JPTM. Volume 09 Nomor 01 Tahun 2019, 09(01)*, 151–156.
- Niswati, Z. (2014). Analisis Efisiensi Kinerja Menggunakan Model Data Envelopment Analysis (DEA) Pada PT XYZ. *Factor Exacta*, 7(2), 113–125.
- Sirait, T. V. (2017). *PENGUKURAN TINGKAT EFISIENSI PADA PROSES PRODUKSI GULA DENGAN PENDEKATAN MODEL DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) (Studi Kasus di Pabrik Gula Kremboong, Sidoarjo)*. 44(8), 1–88. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Sutawijaya, A., & Lestari, E. P. (2009). Efisiensi Teknik Perbankan Indonesia Pascakrisis Ekonomi: Sebuah Studi Empiris Penerapan Model Dea. *Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi Dan Pembangunan*, 10(1), 49. <https://doi.org/10.23917/jep.v10i1.808>
- Wayan Krisna Adi Putra, I., & Ketut Simpen, I. (2019). *Pengukuran Tingkat Efisiensi Produksi Dengan Menggunakan Metode Data Envelopment Analysis*. 2(2).
- Widyastuti, P., & Nurwahyuni, A. (2021). Systematic Review: Penilaian Efisiensi Rumah Sakit dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA). *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 10(04), 258–268. <https://doi.org/10.33221/jikm.v10i04.939>
- Yujianto, Y., Sudri, N. M., Theresia, L., & Widianty, Y. (2019). Meningkatkan Efisiensi Proses Produksi Pada Industri Tekstil Dengan Data Envelopment Analysis. *Jurnal IPTEK*, 3(2), 239–244. <https://doi.org/10.31543/jii.v3i2.154>
- Zaenal Abidin, & Endri Endri. (2009). Kinerja Efisiensi Teknis Bank Pembangunan Daerah: Pendekatan Data Envelopment Analysis (DEA). *Jurnal Akuntansi Dan Keuangan*, 11(1), 21–29. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/aku/article/view/17863>