

Productivity Analysis Using Data Envelopment Analysis (DEA) and Total Factor Productivity (TFP)

[Analisis Produktivitas Menggunakan Metode Data Envelopment Analysis (DEA) dan Total Factor Productivity (TFP)]

Dhandy Catur Pamungkas¹⁾, Inggit Marodiyah ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: inggit@umsida.ac.id

Abstract. A decline in production output is an important indicator of an imbalance between resource utilization and production performance, which may reduce a company's productivity. PT. TUS, a company producing floor cleaner, experienced a significant decrease in production output by 38.9% during the period of January to October 2025. This study aims to analyze the company's efficiency level and productivity development. The methods applied in this research are Data Envelopment Analysis (DEA) to measure efficiency and Total Factor Productivity (TFP) to evaluate productivity changes across periods. The DEA results show that efficient DMUs occurred in February, March, April, May, and August, with an efficiency score of 1, while the other periods were inefficient with efficiency scores of < 1 . Furthermore, the TFP analysis indicates that productivity fluctuated, with productivity increases in January–February (12,165%), May–June (37,176%), and July–August (16,744%), while productivity decreases occurred in February–March (-1,598%), March–April (-18,407%), April–May (-25,268%), June–July (-19,233%), August–September (-7,298%), and September–October (-8,502%).

Keywords - Productivity; Data Envelopment Analysis; Total Factor Productivity

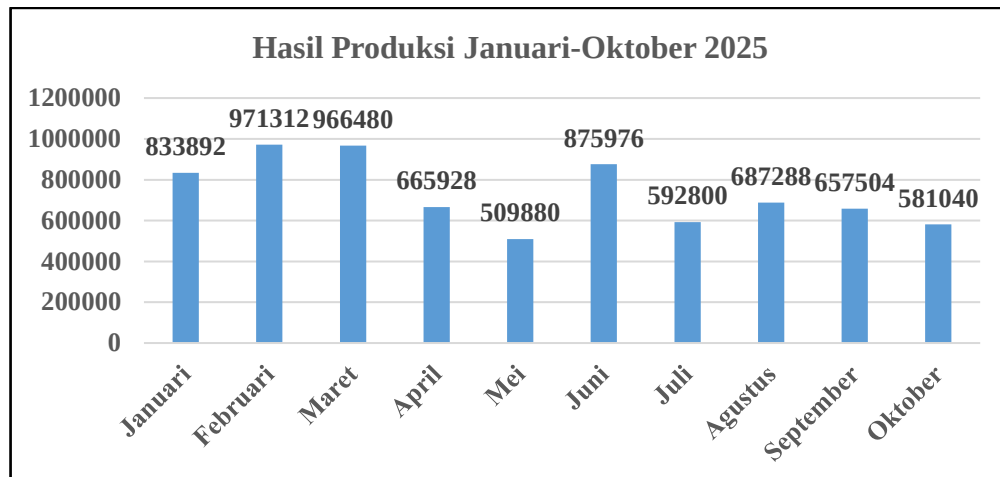
Abstrak. Penurunan output produksi merupakan indikator penting adanya ketidakseimbangan antara pemanfaatan sumber daya dan pencapaian hasil produksi, sehingga menurunkan produktivitas perusahaan. PT. TUS sebagai perusahaan yang memproduksi pembersih lantai mengalami penurunan hasil produksi yang signifikan hingga 38,9% pada periode Januari hingga Oktober 2025. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat efisiensi dan perkembangan produktivitas perusahaan. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah Data Envelopment Analysis (DEA) untuk mengukur efisiensi, serta Total Factor Productivity (TFP) untuk mengukur perubahan produktivitas antar periode. Hasil penelitian dengan metode DEA menunjukkan DMU efisien pada periode Februari, Maret, April, Mei dan Agustus dengan nilai efisiensi 1, sedangkan DMU periode lainnya tidak efisien dengan nilai efisiensi < 1 . Berdasarkan hasil TFP produktivitas mengalami fluktuasi, dengan peningkatan produktivitas pada periode Januari-Februari 12,165%, Mei-Juni 37,176%, dan Juli-Agustus 16,744%, sedangkan penurunan produktivitas terjadi pada periode Februari-Maret -1,598%, Maret-April -18,407%, April-Mei -25,268%, Juni-Juli -19,233%, Agustus-September -7,298% dan September-Oktober -8,502%.

Kata Kunci - Produktivitas; Data Envelopment Analysis; Total Factor Productivity

I. PENDAHULUAN

PT. TUS adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang *home care* dengan salah satu produk yang diproduksi pembersih lantai. Proses produksi pembersih lantai terdiri dari tahap penimbangan bahan baku, pencampuran (*mixing*), pengujian kualitas produk ruahan, proses pengisian (*filling*), pengemasan dan yang terakhir adalah penyimpanan produk. Produktivitas adalah perpaduan antara efektivitas dan efisiensi, efektivitas berkaitan dengan pencapaian hasil yang sesuai dengan target produksi, sedangkan efisiensi merujuk pada upaya meminimalkan penggunaan sumber daya untuk memperoleh hasil yang optimal [1].

Berdasarkan data hasil produksi PT. TUS periode Januari hingga Oktober 2025 pada Gambar 1.1 terlihat adanya penurunan hasil produksi yang signifikan mulai periode Juli 2025. Produksi yang semula mencapai 971.312 pcs pada periode Februari 2025 menurun menjadi 592.800 pcs pada periode Juli 2025, atau mengalami penurunan sebesar 38,97%. Penurunan produksi tersebut menunjukkan bahwa perusahaan belum mampu menjaga kestabilan pencapaian *output* sesuai target. Kondisi ini mengidentifikasi adanya penurunan produktivitas akibat pemanfaatan sumber daya yang belum optimal, sehingga diperlukan penelitian untuk menganalisis efisiensi dan perkembangan produktivitas proses produksi pada perusahaan.



Gambar 1. Hasil Produksi

Dalam penelitian ini digunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) merupakan teknik pemrograman matematis yang dipergunakan untuk menilai tingkat efisiensi relatif dari suatu pembuat keputusan atau *Decision Making Unit* (DMU)[1]. Menurut Fotova Cikovic (2022) metode DEA efektif digunakan untuk pengukuran efisiensi berkelanjutan, serta penting mengevaluasi kinerja produktivitas diberbagai industri [2]. Selain efisiensi, perusahaan juga penting untuk mengetahui perkembangan produktivitas dari waktu ke waktu [3]. Metode *Total Factor Productivity* (TFP) dilakukan melalui perbandingan antara total *output* dan keseluruhan hasil yang digunakan, apabila nilai TFP bernilai positif maka tingkat produktivitas tinggi sebaliknya jika bernilai negatif maka produktivitas rendah [4].

Penelitian terdahulu yang membahas mengenai produktivitas yaitu penelitian oleh Suh (2025) yang mengembangkan *Productivity-Safety Effectiveness Index* (PSEI) dengan metode DEA menunjukkan bahwa metode tersebut efektif dalam mengevaluasi hubungan antara produktivitas dan keselamatan kerja pada 15 industri manufaktur di Korea Selatan, untuk industri *precision instruments*, *basic metal* dan *electrican equipment* efisiensi tinggi sedangkan industri *wood* dan *metal fabrication* rendah sehingga diperlukan perbaikan [5]. Sementara itu, Wafi dan Sari (2021) menemukan bahwa industri tekstil Indonesia mengalami pertumbuhan *Total Factor Productivity* (TFP) negatif selama 2010-2014 akibat penurunan komponen efisiensi teknis, perubahan teknologi, dan efisiensi skala, sehingga daya saing industri melemah [6]. Penelitian lain oleh Hanifa dan Pramono (2025) menggunakan metode DEA dan TFP dengan pendekatan *Malmquist Productivity Index* (MPI) dalam menilai kinerja pengelolaan dana wakaf dan menunjukkan bahwa fluktuasi efisiensi serta produktivitas terutama dipengaruhi oleh rendahnya penerimaan wakaf dan perubahan teknologi, khususnya selama masa pandemi [7].

Berdasarkan kondisi perusahaan, maka di perlukan penelitian untuk mengidentifikasi tingkat efisiensi proses produksi, menganalisa faktor penyebab hasil produksi menurun, dan memberikan rekomendasi peningkatan kinerja produksi. Untuk menganalisa produktivitas dengan SDG's 8 (*Decent Work and Economic Growth*) melalui upaya peningkatan produktivitas industri, serta SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*) melalui optimalisasi penggunaan bahan baku, pengurangan pemborosan, dan peningkatan keberlanjutan proses produksi [8].

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. TUS perusahaan yang bergerak di bidang industri *home care* yang berlokasi di Mojokerto, Jawa Timur. Waktu yang digunakan untuk melaksanakan penelitian yaitu selama 6 periode, terhitung mulai periode Juli sampai dengan periode Desember 2025.

B. Pengambilan Data

Prosedur pengambilan atau pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menghimpun laporan per periode PT. TUS. Semua data tersebut ditabulasikan ke dalam perangkat lunak *Microsoft Excel* dan ditampilkan dalam bentuk tabel ataupun gambar sesuai dengan kebutuhan. Dua sumber data yang digunakan pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung dari sumber di lapangan melalui observasi, wawancara kepada Manager produksi dan Supervisor produksi untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi produktivitas, dan pengamatan langsung untuk memperkuat pemahaman kondisi aktual proses produksi.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang diambil dalam penelitian yaitu data hasil produksi periodean mulai periode Januari hingga Oktober 2025 yang digunakan sebagai variabel *output*. Data jumlah tenaga kerja tiap periode, data jumlah bahan baku yang digunakan tiap periode, jam kerja tiap periode, serta jumlah mesin untuk memproduksi pembersih lantai yang akan digunakan sebagai variabel *input*.

C. Data Envelopment Analysis (DEA)

DEA merupakan metode analisis efisiensi yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja relatif dari unit-unit keputusan DMU berdasarkan *input* dan *output* yang digunakan [9]. Pengolahan data menggunakan metode DEA memiliki dua jenis model yaitu *Constant Return to Scale* (CRS) dan *Variable Return to Scale* (VRS) [10]. Model CRS yaitu pengukuran yang mengasumsikan apabila suatu *input* ditambah maka *output* juga akan ikut bertambah. Sedangkan model VRS yaitu perhitungan yang mengasumsikan bahwa jika penambahan suatu *input* tidak di ikuti dengan penambahan *output*, yang artinya jika *input* ditingkatkan maka belum tentu *output* juga ikut meningkat [11]. Langkah-langkah penyelesaian dengan metode DEA meliputi :

1. Mengidentifikasi DMU atau unit yang akan di observasi.
2. Mengidentifikasi *input* dan *output* pembentuk DMU.
3. Menghitung efisiensi tiap DMU, dengan tujuan untuk mendapatkan target *input* dan *output* yang diperlukan untuk mencapai kinerja optimal.

Secara sistematis, efisiensi dalam DEA dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\sum_{i=1}^m U_i Y_{is}}{\sum_{j=1}^m V_j X_{js}} \leq 1, U_i \text{ dan } V_j \geq 1 \quad (1)$$

Sumber : [7], [12], [13], [14], [15]

Keterangan :

m = *output*

i = *input*

U_i = $s \times 1$ jumlah bobot *output*

V_j = $s \times 1$ jumlah bobot *input*

Y_{is} = jumlah *output* yang ke i yang dihasilkan

X_{js} = jumlah *input* yang ke j yang dihasilkan

1. Model CCR (Charnes, Chooper, dan Rhodes)

Model ini mengansumsikan bahwa rasio penambahan antara *input* dan *output* sama, atau biasa disebut dengan CRS (*Constant Return to Scale*). Hasil dari model CCR direfleksikan dengan nilai *Technical Efficiency* yang berperan sebagai variabel independen. Adapun nilai efisiensi dihitung sebagai berikut:

Fungsi tujuan : Maksimasi

$$Z_0 = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^s V_i X_{ij}}$$

Kendala :

$$\sum_{r=1}^s X_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 0 ; j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} = 1$$

$$Z_0, x_r, V_i \geq 0 \quad (2)$$

Sumber: [16]

Dimana :

X_{ij} = nilai *input* yang diamati dengan tiap ke- i dari DMU ke- j

V_i = nilai bobot untuk *input* dengan tipe ke- i

Y_{rj} = nilai *output* yang diamati dengan tipe ke- r dari DMU ke- j

U_r = nilai bobot untuk *output* dengan tipe ke- r

2. Model BCC (Banker, Charnes, dan Cooper)

Model ini mengansumsikan bahwa rasio antara penambahan *input* dan *output* tidak sama atau disebut juga VRS (*Variable Return to Scale*). Nilai efisiensi pengukuran tiap DMU sering disebut dengan *Pure Technical Efficiency* yang berperan sebagai variabel independen. Berikut persamaan model BCC :

Fungsi Tujuan : Max Θ

Kendala :

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - \Theta Y_{rk}, r &= 1, 2, \dots, s \\ X_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} &\geq 0, i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \end{aligned} \quad (3)$$

Sumber : [16]

Dimana :

Θ_0 = *scalar*

n = jumlah DMU

x = input
 y = output
 λ = DMU

Jika DMU memiliki perbedaan antara nilai CRS dan VRS maka DMU tersebut tidak dapat dinyatakan efisien secara skala. Skala efisiensi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$SE = \frac{\text{Technical Efficiency}}{\text{Pure Technical Efficiency}} \quad (4)$$

Sumber : [16]

D. Total Factor Productivity (TFP)

Metode *Total Factor Productivity* (TFP) dengan *pendekatan Malmquist Productivity Index* (MPI) digunakan untuk mengukur perkembangan produktivitas pada suatu perusahaan. Langkah-langkah perhitungan TFP beserta dekomposisinya sebagai berikut :

1. Efisiensi Teknis (*Efficiency Change* / EFFCH), mengukur perubahan efisiensi teknis suatu DMU dari periode t ke periode t+1. EFFCH menunjukkan apakah DMU menjadi lebih efisien dalam memanfaatkan *input* untuk menghasilkan *output*. Adapun rumus EFFCH adalah :

$$EFFCH = \frac{TE_{t+1}}{TE_t} \quad (5)$$

Sumber : [4], [6], [7]

Keterangan :

TE_{t+1} = nilai efisiensi teknis pada periode t

TE_t = nilai efisiensi teknis pada periode berikutnya

2. Perubahan Teknologi (*Technological Change* / TECHCH), menunjukkan pergeseran frontier teknologi dari periode t ke periode t+1. Indeks ini menggambarkan adanya kemajuan atau kemunduran teknologi dalam proses produksi. Rumus perhitungan TECHCH adalah:

$$TECHCH = \sqrt{\frac{D_t(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_t(X_t, Y_t)} \cdot \frac{D_{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_{t+1}(X_t, Y_t)}} \quad (6)$$

Sumber : [4], [6], [7]

Keterangan :

$D_t(X_t, Y_t)$ = fungsi jarak pada periode t

$D_t(X_{t+1}, Y_{t+1})$ = fungsi jarak DMU pada *input-output* periode selanjutnya namun dievaluasi dengan teknologi periode t

$D_{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})$ = fungsi jarak DMU periode sekarang dievaluasi dengan teknologi periode t + 1

3. PECH (*Pure Efficiency Change*), mengukur perubahan efisiensi teknis murni, yaitu efisiensi yang murni berasal dari faktor manajerial, tanpa dipengaruhi oleh skala produksi.

$$PECH = \frac{TE_{VRS_{t+1}}}{TE_{VRS_t}} \quad (7)$$

Sumber : [4], [6], [7]

4. *Total Factor Productivity Change* (TFPCH), merupakan tingkat ukur bagi perusahaan dalam mengoptimalkan kinerja operasional produksinya. Rumus perhitungan TFPCH:

$$TFPCH = EFFCH \times TECHCH \quad (8)$$

Sumber : [6], [7], [17]

Keterangan :

TFPCH = Total perubahan produktivitas

EFFCH = Efisiensi teknis

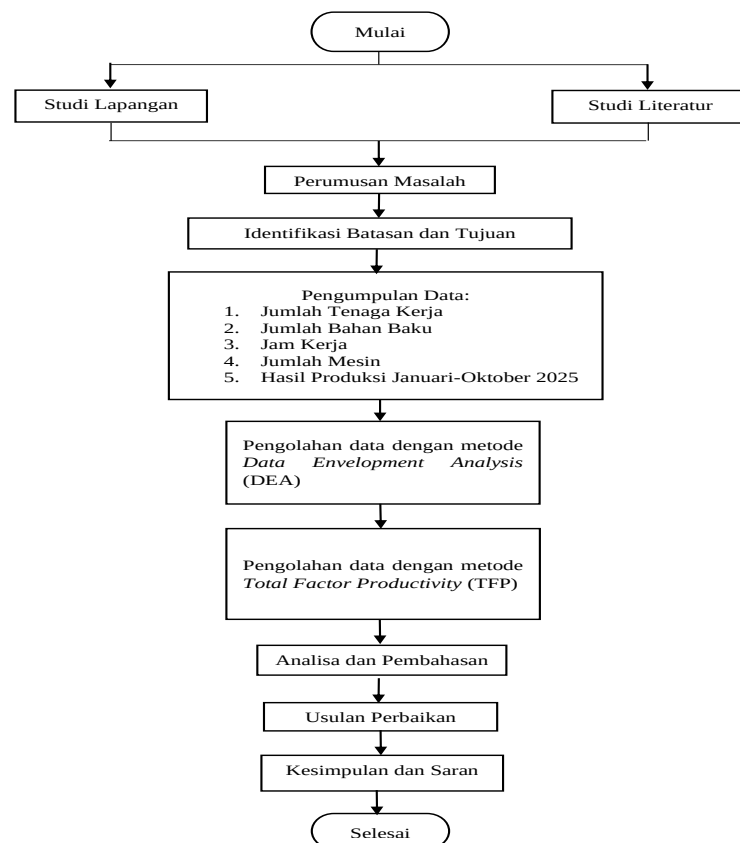
TECHCH = Perubahan teknologi

E. Analisa 5W+1H

Metode 5W+1H adalah metode analisis yang digunakan untuk menggali informasi secara mendalam dengan mengajukan enam pertanyaan dasar, pendekatan ini digunakan untuk merinci langkah-langkah perbaikan yang realistis dan aplikatif terhadap setiap faktor yang mempengaruhi penurunan kinerja operasional [18]. Penelitian ini menggunakan pendekatan 5W+1H untuk mengidentifikasi akar permasalahan secara menyeluruh melalui enam pertanyaan dasar, yaitu *what, why, when, who, dan how* sehingga penyebab utama permasalahan dapat diidentifikasi secara lebih jelas dan terstruktur.

F. Alur Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini disusun secara sistematis dan digambarkan dalam bentuk diagram alir (*flow chart*) sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2. Diagram tersebut menjelaskan urutan kegiatan penelitian yang dilakukan mulai dari studi literatur dan lapangan, perumusan masalah dan batasannya, pengolahan data, analisis dan pembahasan, dan penarikan kesimpulan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Produksi

Data produksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pada periode Januari hingga Oktober 2025. Data yang digunakan dalam perhitungan produktivitas meliputi jumlah bahan baku, jumlah jam kerja, jumlah mesin, jumlah tenaga kerja, dan hasil produksi. Data tersebut memberikan gambaran menyeluruh mengenai kinerja operasional perusahaan, yang dapat dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui nilai efisiensi produktivitas perusahaan.

Tabel 1. Data yang Diperoleh Periode Januari-Oktober 2025

Periode	Bahan Baku (Kg)	Jam Kerja (Jam)	Jumlah Mesin (Unit)	Tenaga Kerja (Orang)	Hasil Produksi (Pcs)
Januari	652000	672	3	420	833892
Februari	703000	672	3	420	971312
Maret	694000	696	3	435	966480
April	495000	552	3	345	665928
Mei	427000	672	3	420	509880
Juni	695000	648	3	405	875976
Juli	425000	744	3	465	592800
Agustus	433000	720	3	450	687288
September	477000	696	3	435	657504
Oktober	416000	744	3	465	581040

Berdasarkan Tabel 1, didapatkan data jumlah bahan baku (kg), jumlah jam kerja (jam), jumlah mesin (unit), jumlah tenaga kerja (orang), dan jumlah hasil produksi (pcs) pada periode Januari hingga Oktober 2025. Data yang terkumpul akan digunakan dalam perhitungan metode DEA dan TFP. Pemilihan metode DEA dan TFP dalam penelitian ini untuk menganalisis tingkat efisiensi produksi serta mengukur tingkat produktivitas perusahaan.

B. Analisa Metode Data Envelopment Analysis (DEA)

Metode DEA yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan model BCC dengan orientasi *output*. Dalam menghitung nilai efisiensi dengan mode BCC dilakukan juga perhitungan dengan model CCR untuk mendapatkan *Scale Efficiency* (SE).

Tabel 2. Data DMU, Variabel *Input* dan *Output*

DMU	Variabel <i>Input</i>	Variabel <i>Output</i>
Januari		
Februari		
Maret		
April	Bahan Baku	
Mei	Jam Kerja	
Juni	Jumlah Mesin	Hasil Produksi
Juli	Tenaga Kerja	
Agustus		
September		
Oktober		

Berdasarkan tabel 2, pada penelitian ini *Decision Making Unit* (DMU) ditetapkan berdasarkan periode waktu yaitu periode Januari hingga Oktober 2025. Variabel *input* yang digunakan meliputi jumlah bahan baku, jam kerja, jumlah mesin, dan jumlah tenaga kerja, sedangkan variabel *output* yang digunakan adalah hasil produksi yang disajikan pada tabel 2 sebagai dasar perhitungan efisiensi menggunakan metode DEA.

1. DEA Model CCR

Pengukuran efisiensi teknis merupakan langkah awal dalam mengevaluasi kinerja proses produksi secara menyeluruh. Pada penelitian ini pengukuran efisiensi teknis dilakukan menggunakan metode DEA dengan asumsi *Constant Return to Scale* (CRS) atau model CCR. Model ini menunjukkan dimana perubahan *input* diasumsikan menghasilkan perubahan *output* secara proposional. Berikut hasil nilai efisiensi DEA model CCR menggunakan software DEAP 2.1:

Tabel 3. Nilai Efisiensi DEA Model CCR

DMU	CRS_TE	Keterangan
Januari	0,911	Inefisien
Februari	1,000	Efisien
Maret	1,000	Efisien
April	0,942	Inefisien
Mei	0,765	Inefisien
Juni	0,935	Inefisien
Juli	0,876	Inefisien
Agustus	1,000	Efisien
September	0,902	Inefisien
Oktober	0,880	Inefisien

Berdasarkan tabel 3, hasil perhitungan efisiensi DEA model CCR menggunakan *software* DEAP 2.1 diketahui bahwa hanya beberapa DMU yang mencapai tingkat efisiensi penuh dengan nilai efisiensi sebesar 1, yaitu pada periode Februari, Maret, dan Agustus. Sementara itu DMU lain menunjukkan nilai efisiensi < 1 yang mengindikasikan bahwa periode tersebut belum beroperasi secara efisien. DMU dengan nilai efisiensi terendah terjadi pada periode Mei menunjukkan adanya potensi perbaikan dalam penggunaan *input* untuk meningkatkan hasil produksi.

2. DEA Model BCC

Setelah dilakukan pengukuran efisiensi teknis menggunakan metode DEA dengan asumsi *Constant Return to Scale* (CRS), analisis selanjutnya yaitu pengukuran efisiensi teknis murni menggunakan metode DEA dengan asumsi *Variable Return to Scale* (VRS) atau model BCC. Nilai efisiensi mencerminkan kemampuan manajerial DMU dalam mengelola *input* menjadi *output* secara optimal. Berikut hasil analisis DEA model BCC menggunakan *software* DEAP 2.1:

Tabel 4. Nilai Efisiensi DEA Model BCC

DMU	VRS_TE	Keterangan
Januari	0,914	Inefisien
Februari	1,000	Efisien
Maret	1,000	Efisien
April	1,000	Efisien
Mei	1,000	Efisien
Juni	0,962	Inefisien

Juli	0,930	Inefisien
Agustus	1,000	Efisien
September	0,907	Inefisien
Oktober	1,000	Efisien

Berdasarkan tabel 4, hasil perhitungan efisiensi DEA model BCC menggunakan *software* DEAP 2.1 diketahui bahwa beberapa DMU telah mencapai tingkat efisiensi teknis murni (VRS) dengan nilai efisiensi sebesar 1 yaitu pada DMU Februari, Maret, April, Mei dan Agustus. Sementara DMU lainnya menunjukkan nilai efisiensi < 1 yang menandakan bahwa periode tersebut belum beroperasi secara efisien. Nilai efisiensi terendah terjadi pada periode September yaitu sebesar 0.907 yang menunjukkan masih adanya potensi perbaikan dalam pengelolaan *input* agar kinerja produksi dapat ditingkatkan secara optimal.

3. Scale Efficiency (SE)

Skala efisiensi digunakan untuk mengidentifikasi apakah suatu DMU telah beroperasi pada skala produksi yang optimal. Dalam analisis DEA, skala efisiensi dihitung dengan membandingkan efisiensi teknis total yang diperoleh dari model *Constant Return to Scale* (CRS) dan efisiensi teknis murni yang diperoleh dari *Variable Return to Scale* (VRS).

$$\begin{aligned}
 \text{SE Januari} &= \frac{\text{CRS_TE}}{\text{VRS_TE}} = \frac{0.911}{0.914} = 0,997 \\
 \text{SE Februari} &= \frac{\text{CRS_TE}}{\text{VRS_TE}} = \frac{1}{1} = 1 \\
 \text{SE Maret} &= \frac{\text{CRS_TE}}{\text{VRS_TE}} = \frac{1}{1} = 1 \\
 \text{SE April} &= \frac{\text{CRS_TE}}{\text{VRS_TE}} = \frac{0.942}{1} = 0,942 \\
 \text{SE Mei} &= \frac{\text{CRS_TE}}{\text{VRS_TE}} = \frac{0.765}{1} = 0,765 \\
 \text{SE Juni} &= \frac{\text{CRS_TE}}{\text{VRS_TE}} = \frac{0.935}{0.962} = 0,972 \\
 \text{SE Juli} &= \frac{\text{CRS_TE}}{\text{VRS_TE}} = \frac{0.876}{0.930} = 0,942 \\
 \text{SE Agustus} &= \frac{\text{CRS_TE}}{\text{VRS_TE}} = \frac{1}{1} = 1 \\
 \text{SE September} &= \frac{\text{CRS_TE}}{\text{VRS_TE}} = \frac{0.902}{0.907} = 0,994 \\
 \text{SE Oktober} &= \frac{\text{CRS_TE}}{\text{VRS_TE}} = \frac{0.880}{1} = 0,880
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Nilai *Scale Efficiency* (SE)

DMU	CRS_TE	VRS_TE	SE	RTS
Januari	0,911	0,914	0,997	irs
Februari	1,000	1,000	1,000	-
Maret	1,000	1,000	1,000	-
April	0,942	1,000	0,942	irs
Mei	0,765	1,000	0,765	irs
Juni	0,935	0,962	0,972	irs
Juli	0,876	0,930	0,942	irs
Agustus	1,000	1,000	1,000	-
September	0,902	0,907	0,994	irs
Oktober	0,880	1,000	0,880	irs

Berdasarkan tabel 5, hasil perhitungan skala efisiensi diketahui bahwa DMU Februari, Maret, dan Agustus memiliki nilai SE sebesar 1. Sementara DMU lainnya memiliki nilai SE < 1 yang mengindikasikan adanya skala produksi yang belum optimal. Selain itu hasil *Return to Scale* (RTS) menunjukkan bahwa sebagian besar DMU berada pada kondisi *increasing return to scale* (irs) pada periode Januari, April, Mei, Juni, Juli, September, dan Oktober yang menandakan bahwa peningkatan *input* masih berpotensi menghasilkan *output* lebih besar.

4. Evaluasi Perbaikan DMU Inefisien

Berdasarkan nilai efisiensi DEA model BCC pada tabel 4, didapatkan bahwa DMU Januari, Juni, Juli dan September berada pada kondisi inefisien dengan nilai efisiensi <1. Dengan demikian untuk keempat DMU tersebut perlu dilakukan evaluasi DMU untuk memperbaiki *input-output* agar yang inefisien menjadi efisien. Perbaikan variabel *input* dan *output* pada DMU yang inefisien tersebut dibandingkan dengan *peer group*-nya. *Peer group* tersebut dapat menjadi acuan bagi DMU yang inefisien. Nilai bobot *peer group* yang paling besar menjadi acuan bagi DMU yang inefisien untuk melakukan perbaikan.

1. DMU Januari ($\lambda = 0,914$)

Peer group dari λ :

Februari = 0,798

Agustus = 0,144

April = 0,058

Output peer group:

Februari = 971312 pcs

Agustus = 687288 pcs

April = 665928 pcs

Target output kombinasi peer group:

$$Y^* = (\lambda_{\text{Feb}} \times \text{Output}_{\text{Feb}}) + (\lambda_{\text{Ags}} \times \text{Output}_{\text{Ags}}) + (\lambda_{\text{Apr}} \times \text{Output}_{\text{Apr}})$$

$$Y^* = (0,798 \times 971312) + (0,144 \times 687288) + (0,058 \times 665928)$$

$$Y^* = 912662,347 \text{ pcs}$$

2. DMU Juni ($\lambda = 0,962$)

Peer group dari λ :

Februari = 0,800

April = 0,200

Output peer group:

Februari = 971312 pcs

April = 665928 pcs

Target output kombinasi peer group:

$$Y^* = (\lambda_{\text{Feb}} \times \text{Output}_{\text{Feb}}) + (\lambda_{\text{Apr}} \times \text{Output}_{\text{Apr}})$$

$$Y^* = (0,800 \times 971312) + (0,200 \times 665928)$$

$$Y^* = 910235,2 \text{ pcs}$$

3. DMU Juli ($\lambda = 0,930$)

Peer group dari λ :

Agustus = 0,529

Oktober = 0,471

Output peer group:

Agustus = 687288 pcs

Oktober = 581040 pcs

Target output kombinasi peer group:

$$Y^* = (\lambda_{\text{Ags}} \times \text{Output}_{\text{Ags}}) + (\lambda_{\text{Okt}} \times \text{Output}_{\text{Okt}})$$

$$Y^* = (0,592 \times 687288) + (0,471 \times 581040)$$

$$Y^* = 637288,941 \text{ pcs}$$

4. DMU September ($\lambda = 0,907$)

Peer group dari λ :

Februari = 0,139

Agustus = 0,758

April = 0,103

Output peer group:

Februari = 971312 pcs

Agustus = 687288 pcs

April = 665928 pcs

Target output kombinasi peer group:

$$Y^* = (\lambda_{\text{Feb}} \times \text{Output}_{\text{Feb}}) + (\lambda_{\text{Ags}} \times \text{Output}_{\text{Ags}}) + (\lambda_{\text{Apr}} \times \text{Output}_{\text{Apr}})$$

$$Y^* = (0,139 \times 971312) + (0,758 \times 687288) + (0,103 \times 665928)$$

$$Y^* = 724650,618 \text{ pcs}$$

Tabel 6. Evaluasi Perbaikan DMU Inefisiensi Hasil DEA Model BCC

DMU Inefisien	Aktual Output (Pcs)	DMU Acuan	Peer Group			Target Output Kombinasi Peer (Y^*)	Kenaikan Output (Pcs)
			Output DMU Acuan	Bobot λ	$\sum \lambda$		
Januari	833892	Februari	971312	0,798	1	912662,347	78770,347
		Agustus	687288	0,144			
		April	665928	0,058			
Juni	875976	Februari	971312	0,800	1	910235,200	34259,200
		April	665928	0,200			

Juli	592800	Agustus Oktober	687288 581040	0,529 0,471	1	637288,941	44488,941
September	657504	Februari Agustus April	971312 687288 665928	0,139 0,758 0,103	1	724650,618	67146,618

Berdasarkan tabel 6, DMU yang memiliki nilai efisiensi < 1 masih berpotensi meningkatkan *output* produksinya. DMU Januari dengan aktual *output* 833892 pcs memiliki target *output* berdasarkan kombinasi *peer group* Februari, Agustus, dan April sebesar 912662,347 pcs dengan kenaikan *output* 78770,347 pcs. DMU Juni dengan aktual *output* 875976 pcs memiliki target *output* berdasarkan kombinasi *peer group* Februari dan April sebesar 910235,200 pcs dengan kenaikan *output* 34259,200 pcs. DMU Juli dengan aktual *output* 592800 pcs memiliki target *output* berdasarkan kombinasi *peer group* Agustus, Oktober, dan Februari sebesar 637288,941 pcs dengan kenaikan *output* 44488,941 pcs. DMU September dengan aktual *output* 657504 pcs memiliki target *output* berdasarkan kombinasi *peer group* Agustus dan April sebesar 724650,618 pcs dengan kenaikan *output* 67146,618 pcs.

C. Analisa Metode Total Factor Productivity (TFP)

Perhitungan *Total Factor Productivity* (TFP) dengan pendekatan *Malmquist Index* dalam penelitian ini dilakukan menggunakan *software* DEAP 2.1 untuk menghitung perubahan produktivitas antar periode dengan mendekomposisi TFP menjadi beberapa komponen utama yaitu, *Technological Change* (TECHCH), *Efficiency Change* (EFFCH), *Pure Efficiency Change* (PECH), dan *Scale Efficiency Change* (SECH). Hasil perhitungan TFP disajikan pada tabel 7, dapat diketahui bahwa nilai EFFCH sebesar 1 pada semua periode yang mengindikasikan bahwa tingkat efisiensi teknis relative tidak berubah dari satu periode ke periode berikutnya. Selanjutnya, nilai PECH sebesar 1 menunjukkan bahwa kemampuan manajerial dalam mengelola input menjadi output bersifat stabil antar periode. Sementara itu nilai SECH sebesar 1 menunjukkan bahwa skala produksi yang digunakan berada pada kondisi yang relatif sama dan tidak mengalami perubahan signifikan selama periode pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan produktivitas total faktor pada perusahaan lebih dipengaruhi oleh faktor teknologi dibandingkan oleh faktor efisiensi karena nilai TECHCH > 1 menunjukkan adanya kemajuan teknologi, dan nilai TECHCH < 1 menunjukkan kemunduran teknologi. Sehingga perhitungan nilai TFPCH selama periode pengamatan sebagai berikut:

1. Periode Januari-Februari:

$$\begin{aligned} \text{TECHCH} &= \sqrt{\frac{D_t(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_t(X_t, Y_t)}} \cdot \frac{D_{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_{t+1}(X_t, Y_t)} = \sqrt{\frac{1,165}{1}} \cdot \frac{1}{0,926} = \sqrt{1,165 \times 1,0799} = \sqrt{1,258} = 1,12165 \\ \text{EFFCH} &= \frac{TE_{t+1}}{TE_t} = \frac{1}{1} = 1 \\ \text{PECH} &= \frac{TE_VRS_{t+1}}{TE_VRS_t} = \frac{1}{1} = 1 \\ \text{SECH} &= \frac{\text{EFFCH}}{\text{PECH}} = \frac{1}{1} = 1 \\ \text{TFPCH} &= \text{EFFCH} \times \text{TECHCH} = 1 \times 1,12165 = 1,12165 \end{aligned}$$

2. Periode Februari-Maret:

$$\begin{aligned} \text{TECHCH} &= \sqrt{\frac{D_t(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_t(X_t, Y_t)}} \cdot \frac{D_{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_{t+1}(X_t, Y_t)} = \sqrt{\frac{1,008}{1}} \cdot \frac{1}{1,041} = \sqrt{1,008 \times 0,9606} = \sqrt{0,968} = 0,98402 \\ \text{EFFCH} &= \frac{TE_{t+1}}{TE_t} = \frac{1}{1} = 1 \\ \text{PECH} &= \frac{TE_VRS_{t+1}}{TE_VRS_t} = \frac{1}{1} = 1 \\ \text{SECH} &= \frac{\text{EFFCH}}{\text{PECH}} = \frac{1}{1} = 1 \\ \text{TFPCH} &= \text{EFFCH} \times \text{TECHCH} = 1 \times 0,98402 = 0,98402 \end{aligned}$$

3. Periode Maret-April:

$$\begin{aligned} \text{TECHCH} &= \sqrt{\frac{D_t(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_t(X_t, Y_t)}} \cdot \frac{D_{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_{t+1}(X_t, Y_t)} = \sqrt{\frac{0,966}{1}} \cdot \frac{1}{1,451} = \sqrt{0,966 \times 0,6885} = \sqrt{0,666} = 0,81593 \\ \text{EFFCH} &= \frac{TE_{t+1}}{TE_t} = \frac{1}{1} = 1 \\ \text{PECH} &= \frac{TE_VRS_{t+1}}{TE_VRS_t} = \frac{1}{1} = 1 \\ \text{SECH} &= \frac{\text{EFFCH}}{\text{PECH}} = \frac{1}{1} = 1 \\ \text{TFPCH} &= \text{EFFCH} \times \text{TECHCH} = 1 \times 0,81593 = 0,81593 \end{aligned}$$

4. Periode April-Mei:

$$\text{TECHCH} = \sqrt{\frac{D_t(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_t(X_t, Y_t)}} \cdot \frac{D_{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_{t+1}(X_t, Y_t)} = \sqrt{\frac{0,888}{1}} \cdot \frac{1}{1,590} = \sqrt{0,888 \times 0,6289} = \sqrt{0,558} = 0,74732$$

$$\begin{aligned}
\text{EFFCH} &= \frac{TE_{t+1}}{TE_t} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{PECH} &= \frac{TE_VRS_{t+1}}{TE_VRS_t} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{SECH} &= \frac{\text{EFFCH}}{\text{PECH}} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{TFPCH} &= \text{EFFCH} \times \text{TECHCH} = 1 \times 0,74732 = 0,74732
\end{aligned}$$

5. Periode Mei-Juni:

$$\begin{aligned}
\text{TECHCH} &= \sqrt{\frac{D_t(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_t(X_t, Y_t)}} \cdot \frac{D_{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_{t+1}(X_t, Y_t)} = \sqrt{\frac{1,782}{1}} \cdot \frac{1}{0,947} = \sqrt{1,782 \times 1,0559} = \sqrt{1,881} = 1,37176 \\
\text{EFFCH} &= \frac{TE_{t+1}}{TE_t} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{PECH} &= \frac{TE_VRS_{t+1}}{TE_VRS_t} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{SECH} &= \frac{\text{EFFCH}}{\text{PECH}} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{TFPCH} &= \text{EFFCH} \times \text{TECHCH} = 1 \times 1,37176 = 1,37176
\end{aligned}$$

6. Periode Juni-Juli:

$$\begin{aligned}
\text{TECHCH} &= \sqrt{\frac{D_t(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_t(X_t, Y_t)}} \cdot \frac{D_{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_{t+1}(X_t, Y_t)} = \sqrt{\frac{1,107}{1}} \cdot \frac{1}{1,697} = \sqrt{1,107 \times 0,5893} = \sqrt{0,652} = 0,80767 \\
\text{EFFCH} &= \frac{TE_{t+1}}{TE_t} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{PECH} &= \frac{TE_VRS_{t+1}}{TE_VRS_t} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{SECH} &= \frac{\text{EFFCH}}{\text{PECH}} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{TFPCH} &= \text{EFFCH} \times \text{TECHCH} = 1 \times 0,80767 = 0,80767
\end{aligned}$$

7. Periode Juli-Agustus:

$$\begin{aligned}
\text{TECHCH} &= \sqrt{\frac{D_t(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_t(X_t, Y_t)}} \cdot \frac{D_{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_{t+1}(X_t, Y_t)} = \sqrt{\frac{1,198}{1}} \cdot \frac{1}{0,879} = \sqrt{1,198 \times 1,377} = \sqrt{1,363} = 1,16744 \\
\text{EFFCH} &= \frac{TE_{t+1}}{TE_t} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{PECH} &= \frac{TE_VRS_{t+1}}{TE_VRS_t} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{SECH} &= \frac{\text{EFFCH}}{\text{PECH}} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{TFPCH} &= \text{EFFCH} \times \text{TECHCH} = 1 \times 1,168 = 1,16744
\end{aligned}$$

8. Periode Agustus-September:

$$\begin{aligned}
\text{TECHCH} &= \sqrt{\frac{D_t(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_t(X_t, Y_t)}} \cdot \frac{D_{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_{t+1}(X_t, Y_t)} = \sqrt{\frac{0,990}{1}} \cdot \frac{1}{1,152} = \sqrt{0,990 \times 0,8681} = \sqrt{0,859} = 0,92702 \\
\text{EFFCH} &= \frac{TE_{t+1}}{TE_t} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{PECH} &= \frac{TE_VRS_{t+1}}{TE_VRS_t} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{SECH} &= \frac{\text{EFFCH}}{\text{PECH}} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{TFPCH} &= \text{EFFCH} \times \text{TECHCH} = 1 \times 0,92702 = 0,92702
\end{aligned}$$

9. Periode September-Oktober:

$$\begin{aligned}
\text{TECHCH} &= \sqrt{\frac{D_t(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_t(X_t, Y_t)}} \cdot \frac{D_{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_{t+1}(X_t, Y_t)} = \sqrt{\frac{1,013}{1}} \cdot \frac{1}{1,210} = \sqrt{1,013 \times 0,8264} = \sqrt{0,837} = 0,91498 \\
\text{EFFCH} &= \frac{TE_{t+1}}{TE_t} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{PECH} &= \frac{TE_VRS_{t+1}}{TE_VRS_t} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{SECH} &= \frac{\text{EFFCH}}{\text{PECH}} = \frac{1}{1} = 1 \\
\text{TFPCH} &= \text{EFFCH} \times \text{TECHCH} = 1 \times 0,91498 = 0,91498
\end{aligned}$$

Tabel 7. Hasil Perhitungan TFP

Periode	TECHCH	EFFCH	PECH	SECH	TFPCH
Januari-Februari	1,12165	1	1	1	1,12165
Februari-Maret	0,98402	1	1	1	0,98402
Maret-April	0,81593	1	1	1	0,81593
April-Mei	0,74732	1	1	1	0,74732
Mei-Juni	1,37176	1	1	1	1,37176
Juni-Juli	0,80767	1	1	1	0,80767

Juli-Agustus	1,16744	1	1	1	1,16744
Agustus-September	0,92702	1	1	1	0,92702
September-Oktober	0,91498	1	1	1	0,91498

Berdasarkan tabel 7, hasil perhitungan TFP *Malmquist Index* menunjukkan bahwa perubahan produktivitas total faktor (TFPCH) antar periode mengalami fluktuasi. Peningkatan produktivitas TFPCH > 1 terjadi pada periode Januari-Februari sebesar 1,12165, periode Mei-Juni sebesar 1,37176, dan periode Juli-Agustus sebesar 1,16744 sedangkan penurunan produktivitas TFPCH < 1 terjadi pada periode Februari-Maret sebesar 0,984402, Maret-April sebesar 0,81593, April-Mei sebesar 0,74732, Juni-Juli sebesar 0,80767, Agustus-September sebesar 0,92702, dan September-Oktober sebesar 0,91498. Nilai EFFCH, PECH, dan SECH pada seluruh periode bernilai 1, yang mengindikasikan bahwa perubahan produktivitas tidak dipengaruhi oleh perubahan efisiensi teknis, maupun efisiensi skala, melainkan sepenuhnya ditentukan oleh perubahan teknologi (TECHCH).

1. Persentase Perubahan TFP

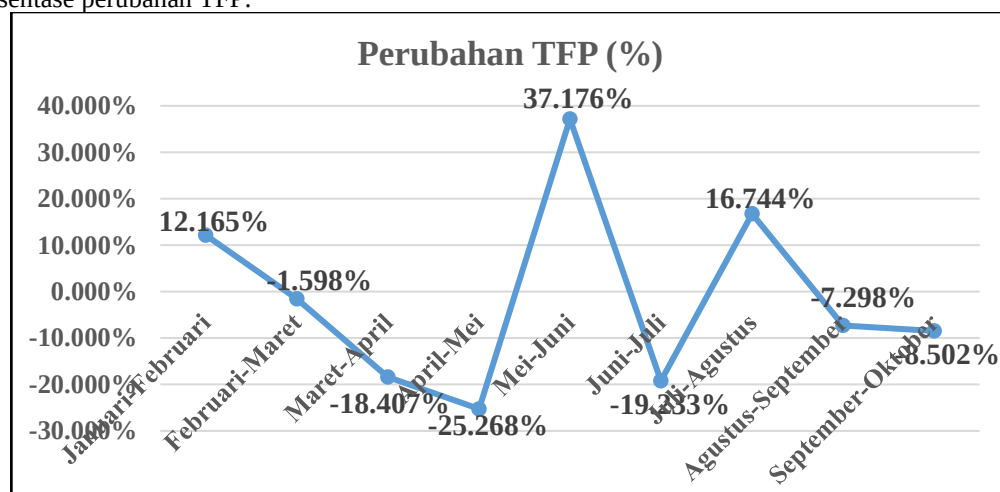
Sebelum dilakukan interpretasi lebih lanjut, nilai TFPCH yang diperoleh dari perhitungan *Malmquist Index* perlu dikonversi ke dalam bentuk persentase perubahan produktivitas. Dengan tujuan untuk mempermudah pemahaman mengenai besarnya peningkatan atau penurunan produktivitas dari satu periode ke periode berikutnya. Perubahan persentase TFP dihitung dengan membandingkan nilai indeks TFPCH terhadap kondisi dasar (nilai 1) sehingga dapat diketahui tingkat pertumbuhan produktivitas oada setiap periode pengamatan.

Periode Januari-Februari	= % Δ TFP = (TFPCH - 1) $\times$ 100% = (1.12165 - 1) $\times$ 100% = 12,165%
Periode Februari-Maret	= % Δ TFP = (TFPCH - 1) $\times$ 100% = (0.98402 - 1) $\times$ 100% = -1,598%%
Periode Maret-April	= % Δ TFP = (TFPCH - 1) $\times$ 100% = (0.81593 - 1) $\times$ 100% = -18,407%
Periode April-Mei	= % Δ TFP = (TFPCH - 1) $\times$ 100% = (0.74732 - 1) $\times$ 100% = -25,268%
Periode Mei-Juni	= % Δ TFP = (TFPCH - 1) $\times$ 100% = (1.37176 - 1) $\times$ 100% = 37,176%
Periode Juni-Juli	= % Δ TFP = (TFPCH - 1) $\times$ 100% = (0.80767 - 1) $\times$ 100% = -19,233%
Periode Juli-Agustus	= % Δ TFP = (TFPCH - 1) $\times$ 100% = (1.16744 - 1) $\times$ 100% = 16,744%
Periode Agustus-September	= % Δ TFP = (TFPCH - 1) $\times$ 100% = (0.92702 - 1) $\times$ 100% = -7,298%
Periode September-Oktober	= % Δ TFP = (TFPCH - 1) $\times$ 100% = (0.91498 - 1) $\times$ 100% = -8,502%

Tabel 8. Persentase Perubahan TFP

Periode	TFPCH	Perubahan TFP (%)	Keterangan
Januari-Februari	1,12165	12,165%	Produktivitas Meningkat
Februari-Maret	0,98402	-1,598%	Produktivitas Menurun
Maret-April	0,81593	-18,407%	Produktivitas Menurun
April-Mei	0,74732	-25,268%	Produktivitas Menurun
Mei-Juni	1,37176	37,176%	Produktivitas Meningkat
Juni-Juli	0,80767	-19,233%	Produktivitas Menurun
Juli-Agustus	1,16744	16,744%	Produktivitas Meningkat
Agustus-September	0,92702	-7,298%	Produktivitas Menurun
September-Oktober	0,91498	-8,502%	Produktivitas Menurun

Grafik persentase perubahan TFP:



Gambar 3. Grafik Perubahan TFP %

Berdasarkan tabel 8, persentase perubahan TFPC dapat diketahui bahwa perubahan produktivitas total selama periode Januari hingga Oktober 2025 menunjukkan pola yang fluktuatif. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas terjadi pada periode Januari-Februari sebesar 12.165%, Mei-Juni sebesar 37.176%, dan Juli-Agustus sebesar 16,744%. Sedangkan penurunan produktivitas terjadi pada periode Februari-Maret sebesar -1.598%, Maret-April sebesar -18.407%, April-Mei sebesar -25.268%, Juni-Juli -19.233%, Agustus-September -7.298%, dan September-Oktober sebesar -8.502%. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa sistem produksi pada periode penelitian masih dipengaruhi oleh faktor-faktor yang menyebabkan ketidakonsistenan dari sisi internal maupun eksternal. Dengan demikian, diperlukan upaya perbaikan dan evaluasi operasional secara berkelanjutan agar produktivitas dapat dipertahankan pada tren yang lebih stabil.

D. Analisis 5W+1H

Analisis akar permasalahan menggunakan pendekatan 5W+1H disusun untuk mengidentifikasi penyebab utama terjadinya inefisiensi dan fluktuasi produktivitas berdasarkan hasil Analisa metode DEA dan TFP. Hasil dari 5W+1H ini menjadi dasar dalam merumuskan rekomendasi perbaikan yang lebih terarah dan berbasis kondisi aktual sistem produksi.

Tabel 9. Analisis 5W+1H

No	What	Why	Where	When	Who	How
1	Kinerja produksi tidak stabil antar periode	Tidak adanya standar kinerja produksi antar periode	Sistem perencanaan dan pengendalian produksi	Terjadi sepanjang periode pengamatan	Manajemen produksi dan PPIC	Menelusuri perbedaan target dan realisasi tiap periode, menyusun standar kinerja periodik, dan melakukan evaluasi berbasis data historis
2	Skala produksi belum optimal	Perencanaan kapasitas tidak disesuaikan dengan permintaan aktual	Tahap perencanaan produksi	Pada periode dengan RTS = IRS	PPIC dan manajemen puncak	Menganalisis perbandingan kapasitas terpasang dan <i>output</i> aktual, kemudian mengevaluasi kebijakan penentuan volume produksi
3	Ketergantungan produktivitas pada faktor teknologi	Tidak adanya standar teknologi minimum yang diterapkan secara konsisten	Mesin produksi dan sistem teknologi	Sepanjang periode pengamatan	<i>Engineering</i> dan <i>maintenance</i>	Menginventarisasi kondisi mesin per periode, membandingkan performa teknologi antar periode, dan menetapkan standar teknologi
4	Produktivitas menurun pada periode tertentu	Kurangnya monitoring performa mesin secara berkala	Sistem pemeliharaan mesin	Pada periode dengan TECHCH < 1	<i>Maintenance</i> dan <i>engineering</i>	Menelusuri histori perawatan mesin, mengevaluasi jadwal <i>maintenance</i> , dan mengaitkannya dengan penurunan produktivitas
5	<i>Input</i> tinggi tidak menghasilkan <i>output</i> sebanding	Tidak adanya sistem pengendalian pemakaian <i>input</i> yang terukur	Gudang bahan baku dan proses produksi	Pada periode inefisien	PPIC, gudang, operator	Membandingkan standar pemakaian <i>input</i> dengan realisasi, serta melakukan audit pemakaian bahan baku

6	Produk cacat memengaruhi <i>output</i> efektif	Sistem pengendalian mutu belum terintegrasi dengan produksi	Proses QC dan produksi	Pada periode produktivitas rendah	QC dan supervisor produksi	Menelusuri titik cacat dominan, mengevaluasi prosedur inspeksi, dan mengintegrasikan QC ke proses produksi
7	Perubahan metode kerja tidak terdokumentasi	Tidak adanya SOP baku yang diperbarui secara berkala	Sistem dokumentasi proses	Sepanjang periode	Manajemen dan supervisor	Mengidentifikasi perbedaan metode kerja antar periode, meninjau SOP, dan memperbarui dokumentasi proses
8	Hasil perbaikan tidak berkelanjutan	Tidak adanya sistem evaluasi dan umpan balik berkelanjutan	Sistem manajemen kinerja	Setelah periode evaluasi	Manajemen puncak	Menyusun indikator evaluasi berkala, melakukan review hasil perbaikan, dan menetapkan mekanisme umpan balik

E. Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil identifikasi menggunakan metode 5W+1H pada tabel 9, ditemukan beberapa faktor utama yang menyebabkan fluktuasi produktivitas pada proses produksi. Sebagai upaya perbaikan, tabel 10 menyajikan solusi yang diusulkan untuk masing-masing penyebab tersebut.

Tabel 10. Rekomendasi Perbaikan

No	Permasalahan Utama	Rekomendasi Perbaikan
1	Kinerja produksi tidak stabil antar periode	Menyusun standar kinerja produksi periodik berdasarkan periode DMU yang efisien (Februari, Maret, April, Mei, dan Agustus) sebagai acuan target <i>output</i> dan pemakaian <i>input</i>
2	Skala produksi belum optimal	Melakukan evaluasi kapasitas produksi dan menyesuaikan <i>volume</i> produksi pada periode dengan kondisi <i>increasing return to scale</i> (irs) agar pemanfaatan sumber daya lebih optimal
3	Produktivitas sangat bergantung pada faktor teknologi	Menetapkan standar performa teknologi dan melakukan pencatatan kinerja mesin per periode sebagai dasar evaluasi produktivitas
4	Penurunan produktivitas pada periode tertentu	Menerapkan sistem <i>preventive maintenance</i> terjadwal dan monitoring downtime mesin untuk menjaga stabilitas proses produksi
5	Penggunaan <i>input</i> tinggi tidak menghasilkan <i>output</i> sebanding	Menetapkan standar pemakaian bahan baku per <i>unit</i> produk serta melakukan audit pemakaian input secara berkala
6	<i>Output</i> efektif menurun	Mengintegrasikan sistem <i>quality control</i> dengan proses produksi untuk mengidentifikasi dan menekan tingkat produk cacat
7	Metode kerja tidak konsisten antar periode	Melakukan peninjauan dan pembaruan SOP produksi serta memastikan implementasinya melalui sosialisasi dan pelatihan operator
8	Hasil perbaikan tidak berkelanjutan	Menetapkan indikator kinerja utama (KPI) produksi dan melakukan evaluasi kinerja secara periodik sebagai dasar pengambilan keputusan manajerial

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) dan *Total Factor Productivity* (TFP) pada periode Januari hingga Oktober 2025 diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil analisis metode DEA menunjukkan bahwa DMU efisien pada periode Februari, Maret, April, Mei, dan Agustus dengan nilai efisiensi 1, sedangkan DMU inefisien pada periode Januari, sebesar 0.911, Juni sebesar

- 0.935, Juli sebesar 0.979, dan September sebesar 0.902 sehingga periode tersebut memerlukan peningkatan *output* agar dapat mencapai nilai target *projected value* DEA.
2. Berdasarkan hasil TFP produktivitas mengalami fluktuasi, dengan peningkatan produktivitas pada periode Januari-Februari sebesar 12.165%. Mei-Juni sebesar 37.176%, dan Juli-Agustus sebesar 16.744%, sedangkan penurunan produktivitas terjadi pada periode Februari-Maret -1.598%, Maret-April -18.407%, April-Mei sebesar -25.268%, Juni-Juli sebesar -19.233%, Agustus-September sebesar -7.298%, dan September-Oktober sebesar -8.502%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) dan PT. TUS atas kesempatan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] D. H. Wunu and L. H. S. Kelen, "Analisis Efisiensi Usaha Pande Besi dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA)," Aug. 2023.
- [2] K. Fotova Čiković, I. Martinčević, and J. Lozić, "Application of Data Envelopment Analysis (DEA) in the Selection of Sustainable Suppliers: A Review and Bibliometric Analysis," Jun. 01, 2022, *MDPI*. doi: 10.3390/su14116672.
- [3] I. Marodiyah, "Green Productivity To Increase The Productivity Of Sugarcane Farmers With Cobb-Douglass Method," *Journal for Technology and Science*, vol. 1, no. 2, pp. 86–97, Jul. 2024, doi: 10.61796/ipteks.v1i2.190.
- [4] D. Wulan Sari, A. Khofi Aji, W. Sylviana, and H. Azzahra Tarbiyah Islamiya, "Total Faktor Produktivitas Industri Minyak Sawit Mentah: Apakah Penggunaan Mesin Lama Masih Mendukung Efisiensi Produksi?," *Jurnal Ekonomi Indonesia*, vol. 13, no. 1, pp. 1–23, 2024.
- [5] Y. Suh, "Developing Productivity–Safety Effectiveness Index Using Data Envelopment Analysis (DEA)," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 15, no. 4, Feb. 2025, doi: 10.3390/app15041989.
- [6] M. Nur Wafi and D. Wulan Sari, "Total Factor Productivity Analysis Of Indonesian Textiles And Textile Products Industry," *Jurnal Ilmu Ekonomi Terapan*, vol. 6, no. 1, pp. 15–31, 2021, doi: 10.20473/jiet.v6.i1.26770.
- [7] H. Hanifa and S. Eko Pramono, "Analisis Efisiensi dan Produktivitas Pengelolaan Dana Wakaf di Indonesia: Pendekatan Data Envelopment Analysis (DEA) dan Malmquist Productivity Index (MPI)," *Ekonomis: Journal of Economics and Business*, vol. 9, no. 1, p. 92, Mar. 2025, doi: 10.33087/ekonomis.v9i1.2061.
- [8] A. Sutopo, D. F. Artahti, and U. A. Rahmi, *Kajian Indikator Sustainable Development Goals (SDGs)*. Badan Pusat Statistik, 2024.
- [9] T. Nabiilah Mumtaz and N. Marlyana, "Analisis Penilaian Supplier Telur Bebek Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Data Envelopment Analysis (DEA) pada UKM Telur Asin Norce," Sep. 2025. [Online]. Available: <https://journal.hasbaedukasi.co.id/index.php/jurmie>
- [10] A. Pamurah and K. Muhammad, "Analisis Tingkat Produktivitas Tenaga Kerja Dalam Project PT XYZ Menggunakan Metode Data Envelopment Analysis," *Jurnal Sistem Dan Teknik Industri*, vol. 3, no. 1, 2022.
- [11] N. Azizah, Encep Abdul Rojak, and Akhmad Yusuf, "Efisiensi Penerimaan Dana Zakat Baznas Provinsi Jawa Barat dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA)," *Bandung Conference Series: Sharia Economic Law*, vol. 2, no. 1, Jan. 2022, doi: 10.29313/bcssel.v2i1.228.
- [12] I. Prakoso, M. Baharuddin, W. Tosaili, and T. P. Adhiana, "Analisis Perbandingan Produktifitas dan Efisiensi Pengiriman Material pada Sistem Aging dan Sistem Scheduling Route Menggunakan Analisis Produktifitas dan Data Envelopment Analysis (DEA)," *SPECTA Journal of Technology*, vol. 5, no. 1, Apr. 2021, [Online]. Available: <https://journal.itk.ac.id/index.php/sjt>
- [13] M. Khairul Anam, "Efisiensi Perusahaan Pengolahan Perikanan Di Indonesia Menggunakan Data Envelopment Analysis (DEA)," *Jurnal Agribisnis Perikanan*, vol. 14, no. 2, 2021, doi: 10.52046/agribisnis.v14i2.704-712.
- [14] A. Akhsanul Kholikin, E. Novia Ananta, and M. Ilmia Wachdah, "Analisis Efisiensi Kinerja Keuangan Koperasi Mahasiswa UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Periode 2018-2022 dengan Menggunakan Pendekatan Data Envelopment Analysis (DEA)," *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 3, no. 2, Jun. 2025, doi: 10.62138/tuhenori.v3i2.176.
- [15] W. Habsari, M. F. F. Mu'tamar, and A. A. Jakfar, "Analisa Kinerja Rantai Pasok Ikan Bandeng Dengan Metode Data Envelopment Analysis," *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 4, no. 2, pp. 17–28, Mar. 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i2.1323.

- [16] D. Abdullah Meilyana Muhammad Syahrul Kahar Bunyamin, *Penerapan Metode Data Envelopment Analysis Untuk Pengukuran Efisiensi Kinerja Pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri*. 2020.
- [17] S. Faradila and N. Imaningsih, “Faktor-Faktor Kemiskinan di Kabupaten Sampang,” *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan*, vol. 5, no. 1, pp. 28–35, Jan. 2022, doi: 10.33005/jdep.v5i1.313.
- [18] D. Chandrahadinata, E. Jainul Hayat, and L. Zulvia Risti, “Perencanaan Peningkatan Produktivitas Dengan Menggunakan Metode American Productivity Center (APC),” *Jurnal Kalibrasi*, vol. 23, no. 2, Nov. 2025, doi: 10.33364/kalibrasi/v.23-2.2620.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.