

EFISIENSI TEKNIS SEKTOR INDUSTRI MANUFAKTUR DI PROVINSI RIAU TAHUN 2022 DENGAN METODE *STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS*

Mewa Azmininovia^{1*}, Nuramaliyah²

^{1,2}Program Studi Statistika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka

*Penulis korespondensi: mewaazmininovia@gmail.com

ABSTRAK

Industri manufaktur memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia terkait tingginya kontribusi sektor industri manufaktur terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan penyerapan tenaga kerja. Penelitian ini bertujuan mengukur efisiensi teknis sektor industri manufaktur di Provinsi Riau pada tahun 2022 menggunakan metode *Stochastic Frontier Analysis (SFA)* dan mengidentifikasi elastisitas input terhadap output sektor industri manufaktur. Data yang digunakan berasal dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) mencakup variabel seperti nilai produksi, jumlah tenaga kerja, pengeluaran untuk pekerja, pemakaian energi listrik, pemakaian bahan bakar dan pelumas, bahan baku dan penolong, pengeluaran lainnya, representasi dan royalti, dan variabel nilai penambahan biaya produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi teknis rata-rata sektor industri manufaktur di Provinsi Riau pada tahun 2022 sebesar 98,43 persen sehingga dikategorikan sangat efisien. Adapun Kota Pekanbaru tercatat sebagai kota dengan efisiensi tertinggi (0,997) dan Kabupaten Kampar memiliki efisiensi terendah (0,945). Elastisitas input terhadap output sektor industri manufaktur menunjukkan bahwa penambahan sebagian besar input (selain variabel bahan baku dan penolong) tidak menghasilkan peningkatan output maksimum yang signifikan secara statistik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi pemangku kebijakan dalam pengembangan sektor industri khususnya di Provinsi Riau dan mendorong peningkatan efisiensi dalam penggunaan faktor produksi untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

Kata kunci: efisensi teknis, industri, *Stochastic Frontier Analysis (SFA)*

1 PENDAHULUAN

Sektor industri manufaktur memegang peranan krusial dalam struktur perekonomian modern. BPS (2025b) mendefinisikan industri manufaktur sebagai aktivitas ekonomi yang mentransformasi bahan baku melalui proses mekanis dan kimiawi serta manual menjadi produk jadi atau setengah jadi sehingga memiliki nilai tambah lebih tinggi. Dikarenakan kemampuannya dalam menciptakan nilai dan menyerap tenaga kerja, Kementerian PPN/Bappenas (2024) dalam Rencana Kerja Pemerintah (RKP) tahun 2025 menempatkan pengembangan dan pembangunan sektor industri sebagai salah satu prioritas nasional. Pada tingkat regional, sektor industri manufaktur Provinsi Riau memegang peranan strategis dalam memajukan pembangunan daerah dan mendorong pertumbuhan sosial ekonomi (BPS, 2025c). Kondisi ideal yang diharapkan adalah sektor industri manufaktur dapat berkontribusi besar dan beroperasi secara efisien untuk menjamin pertumbuhan jangka panjang.

Peran strategis industri manufaktur secara kuantitatif terlihat jelas dalam data perekonomian nasional. Berdasarkan data BPS (2025b) sektor ini menyumbang 18,67 persen terhadap PDB Nasional pada tahun 2023 yang menunjukkan bahwa perekonomian Provinsi Riau didominasi oleh tiga lapangan usaha utama, salah satunya adalah industri pengolahan (manufaktur). Industri pengolahan merupakan lapangan usaha paling dominan pada tahun 2022 dalam pembentukan ekonomi Provinsi Riau dengan kontribusi mencapai 26,11 persen terhadap

total Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) provinsi tersebut. Meskipun memiliki kontribusi dominan, kinerja sektor industri manufaktur menunjukkan adanya tantangan. Secara nasional terjadi perlambatan pertumbuhan sebesar 0,25 persen pada tahun 2023. Tren serupa terjadi di Provinsi Riau yang memperlihatkan bahwa kontribusi sektor manufaktur justru mengalami penurunan dari 27,73 persen pada tahun 2020 menjadi 26,11 persen pada tahun 2022 (BPS, 2025a). Kondisi ini memperlihatkan pentingnya menjaga efisiensi sektor manufaktur sebagai penggerak ekonomi daerah.

Penelitian terdahulu telah menerapkan SFA untuk mengukur efisiensi di berbagai sektor. Evaluasi spesifik mengenai tingkat efisiensi teknis sektor manufaktur di Riau masih terbatas khususnya analisis yang dapat memisahkan ketidakefisienan produksi dari pengaruh faktor stokastik. Untuk mengisi kesenjangan tersebut, penelitian ini menerapkan *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) guna mengestimasi efisiensi teknis secara akurat di bawah ketidakpastian pasar dan variasi input-output. Penelitian mengenai efisiensi industri manufaktur di tingkat regional telah dilakukan Provinsi Jawa Barat oleh Ulkhaq (2022) dan didapatkan perbedaan karakteristik industrial antara industri manufaktur Jawa Barat yang didominasi oleh sektor padat karya dan teknologi (otomotif serta tekstil) sedangkan industri Riau berfokus pada pengolahan sumber daya alam yang bersifat padat modal (CPO serta *pulp & paper*). Rachmawati et al. (2024) menerapkan SFA untuk menganalisis efisiensi biaya pada sektor perbankan syariah berhasil mengidentifikasi tingkat efisiensi bank dari sisi minimalisasi biaya operasional. Penelitian ini juga didukung oleh Hasibuan et al. (2025) dan Putri et al. (2024) yang memanfaatkan SFA sebagai pendekatan untuk menilai efektivitas berbagai kategori bisnis termasuk usaha mikro yang berlandaskan syariah. Mulyana et al. (2022) dengan menggunakan SFA menemukan bahwa industri perbankan nasional mengalami penurunan efisiensi sebagai dampak krisis keuangan dunia tetapi pelan pelan berangsur membaik. Penggunaan SFA juga digunakan Anggraini & Anggraini (2023) dalam penelitiannya dikarenakan SFA memiliki keunggulan dibandingkan model lain yakni variabel lingkungan lebih mudah diolah dan memungkinkan pengujian hipotesis menggunakan statistik serta lebih mudah dalam mengidentifikasi outlier.

Penelitian Restikasari & Sari (2022) menggunakan pendekatan SFA dalam menganalisis potensi produktivitas pada industri manufaktur di Jawa Timur dan didapatkan bahwa industri di Jawa Timur belum siap untuk dapat bersaing di pasar global. Nainggolan et al. (2023) telah berhasil menggunakan pendekatan SFA untuk menganalisis efisiensi teknis penggunaan input produksi di sektor pertanian dengan studi kasus pada usahatani bawang merah di Kabupaten Kupang yang menunjukkan bagaimana SFA dapat mengidentifikasi tingkat efisiensi para petani dalam mengelola input yang digunakan. Penelitian Sari et al. (2024) juga menggunakan pendekatan SFA untuk mengevaluasi perkembangan total faktor produktivitas (TFP) dalam sektor minyak sawit mentah (CPO) di Indonesia dengan menggunakan data perusahaan dari tahun 2010 hingga 2014. Suyanto et al. (2022) menggunakan metode SFA untuk mengukur inefisiensi teknis pada sembilan klaster industri manufaktur di level nasional dengan memberikan gambaran komprehensif mengenai kinerja sektor manufaktur. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan dengan cara mengadopsi metodologi SFA yang telah teruji untuk diterapkan pada kasus spesifik sektor industri manufaktur di Provinsi Riau.

2 METODE

2.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi BPS Provinsi Riau tahun 2024 dengan variabel yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Nilai Produksi Industri Manufaktur (000)
X ₁	Jumlah Tenaga Kerja
X ₂	Pengeluaran untuk Pekerja (000)
X ₃	Pemakaian Energi Listrik (000)
X ₄	Pemakaian Bahan Bakar dan Pelumas (000)
X ₅	Bahan Baku dan Penolong (000)
X ₆	Pengeluaran lainnya (000)
X ₇	Representasi dan Royalti (000)
X ₈	Penambahan Biaya Produksi (000)

Sumber: BPS Provinsi Riau 2024

Data yang digunakan pada setiap variabel merupakan data pada tingkat kabupaten/kota di Provinsi Riau sejumlah 12 kabupaten/kota. Data tersebut kemudian akan dianalisis menggunakan metode SFA.

2.2 Stochastic Frontier Analysis (SFA)

Fungsi produksi menyatakan hubungan dari faktor produksi (input) dan tingkat produksi yang diciptakan (output). Efisiensi adalah suatu upaya penggunaan input yang minimum untuk mendapatkan output yang maksimum. SFA merupakan salah satu metode utama yang dapat digunakan untuk mengukur efisiensi. Metode ini adalah model untuk pengukuran efisiensi yang menggunakan teknik ekonometrik dan parametrik. SFA menggunakan fungsi produksi yang menggambarkan hubungan antara input dan output untuk menentukan batas fungsi produksi (*frontier*). Metode SFA dipelopori oleh Schmidt et al. (1997) mengasumsikan bahwa *error term* ϵ_i dalam fungsi produksi terdiri dari dua komponen yaitu. inefisiensi teknis (u_i) dan *statistical noise* (v_i). Dalam menganalisis efisiensi dalam SFA, pertama-tama kita harus memilih fungsi produksi, fungsi biaya, atau fungsi keuntungan yang diinginkan. Dalam hal penelitian ini menggunakan fungsi produksi Cobb-Douglass.

2.3 Fungsi Produksi Cobb-Douglass

Soekartawi (2003) menyatakan fungsi produksi Cobb-Douglass adalah fungsi atau persamaan yang melibatkan dua variabel atau lebih, dimana variabel yang satu disebut dengan variabel dependen (Y) atau variabel yang menjelaskan, dan variabel lain disebut dengan variabel independen (X) atau variabel yang menjelaskan. Faktor input produksi yang digunakan untuk menduga efisiensi teknis antara lain jumlah tenaga kerja (X_1), pengeluaran untuk pekerja (X_2), pemakaian energi listrik (X_3), pemakaian bahan bakar dan pelumas (X_4), bahan baku dan penolong (X_5), pengeluaran lainnya (X_6), representasi dan royalti (X_7), dan nilai penambahan biaya produksi (X_8). Variabel output produksi adalah nilai produksi industri manufaktur (Y) berdasarkan data BPS Provinsi Riau (2024). Penelitian ini untuk menentukan variabel independen (X) terhadap dependen (Y). Analisis pengaruh faktor input terhadap output menggunakan fungsi *stochastic frontier* Cobb-Doughlass secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3} X_4^{\beta_4} X_5^{\beta_5} X_6^{\beta_6} X_7^{\beta_7} X_8^{\beta_8} + \epsilon^{v_i u_i} \quad (1)$$

Dalam konteks analisis efisiensi, bentuk log-linear fungsi Cobb-Douglas digunakan sebagai spesifikasi dasar untuk model SFA, dengan $\ln(Y)$ menjadi variabel dependen dan $\ln(L)$ serta $\ln(K)$ menjadi variabel independen (Kumbhakar & Lovell, 2003). Fungsi produksi mengacu pada pendekatan Aigner et al. (2023) ditransformasi menjadi persamaan sebagai berikut.

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \dots + \beta_n \ln X_n + (v_i - u_i) \quad (2)$$

keterangan:

- Y_i = Nilai output unit ke- i
- X_i = Input variabel X_n pada unit ke- i
- β_0 = Konstanta (*intercept*)
- β_n = Koefisien elastisitas dari masing-masing variabel input
- v_i = Komponen error stokastik (*statistical noise*)
- u_i = Komponen inefisiensi teknis (*technical inefficiency*)

Komponen *error* stokastik (v_i) mewakili faktor-faktor acak yang tidak dapat dikendalikan oleh unit produksi dan menyebabkan penyimpangan dari *frontier* (batas maksimum) produksi. Komponen inefisiensi teknis (u_i) secara spesifik mewakili jumlah output yang hilang atau tidak tercapai oleh unit produksi karena inefisiensi dalam menggunakan teknologi dan sumber daya yang ada. v_i menciptakan batas produksi yang stokastik (*stochastic frontier*), sedangkan v_i mengukur seberapa jauh output unit i berada di bawah batas stokastik tersebut. SFA memisahkan v_i dan u_i untuk menghitung seberapa besar variasi dalam output disebabkan oleh faktor yang tidak dapat dihindari dibandingkan faktor yang dapat diperbaiki (u_i).

Penyelesaian fungsi produksi *stochastic Frontier* menggunakan *software Frontier 4.1* dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Pada model ini menggunakan uji t untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel independen yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0: b_i = 0$ (tidak terdapat hubungan yang signifikan antara faktor produksi terhadap nilai output)

$H_1: b_i \neq 0$ (terdapat hubungan yang signifikan antara faktor produksi terhadap nilai output) dengan rumus t_{hitung} sebagai berikut.

$$t_{hitung} = \left| \frac{b_i}{sb_i} \right| \quad (3)$$

keterangan:

- b_i = Koefisien regresi unit ke- i
- sb_i = *Standard error* pada unit ke- i

Kriteria pengujian dalam uji t adalah sebagai berikut:

- a. Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya secara individual variabel independen (X) berpengaruh nyata terhadap variabel dependen (Y).
- b. Jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$, maka gagal tolak H_0 artinya secara individual variabel independen (X) berpengaruh tidak nyata terhadap variabel dependen (Y).

Derajat bebas dalam pengujian ini dirumuskan sebagai berikut.

$$df = n - k \quad (4)$$

keterangan:

- df = Derajat bebas (*degree of freedom*)
- n = Jumlah sampel yang digunakan
- k = Jumlah variabel yang digunakan

Pendugaan fungsi *stochastic frontier* Cobb-Doughlass menggunakan program Frontier Version 4.1. Menurut Coelli et al. (2005) rumus matematis *Technical Efficiency* (TE) adalah sebagai berikut.

$$TE_i = \frac{E(Y_i|u_i, X_i)}{E(Y_i|U_i = 0, X_i)} = E[e^{-u_i}|\epsilon_i] \quad (5)$$

keterangan:

- TE_i = Efisiensi teknis unit ke- i
- Y_i = Output aktual yang diharapkan
- U_i = Komponen inefisiensi teknis
- ϵ_i = Total error (*noise* dan inefisiensi)
- X_i = Vektor input

Kategori nilai efisiensi teknis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Nilai Efisiensi	
Kategori	Rentang Nilai
Sangat Efisien	$0,80 < TE \leq 1,00$
Efisien	$0,60 < TE \leq 0,80$
Cukup Efisien	$0,40 < TE \leq 0,60$
Kurang Efisien	$0,20 < TE \leq 0,40$
Sangat Tidak Efisien	$0,00 < TE \leq 0,20$

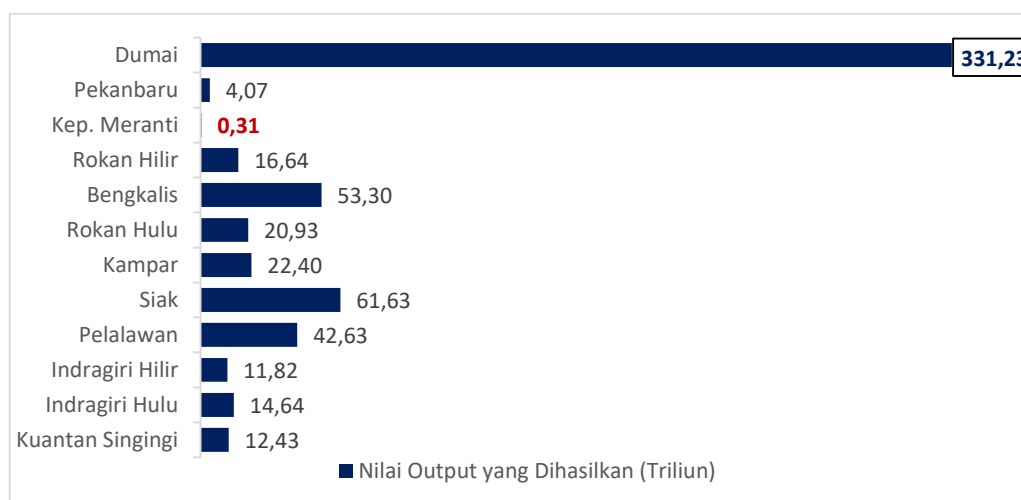
Sumber: Aigner et al. (2023)

Variabel acak U_i bertanda negatif karena variabel acak ini adalah random error yang membuat sampel ke- i tidak mampu mencapai output *frontier* atau output potensialnya. Adanya inefisiensi teknis dalam proses produksi menyebabkan output sampel akan berada pada atau di bawah output potensialnya

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Sektor Industri Manufaktur di Provinsi Riau Tahun 2022

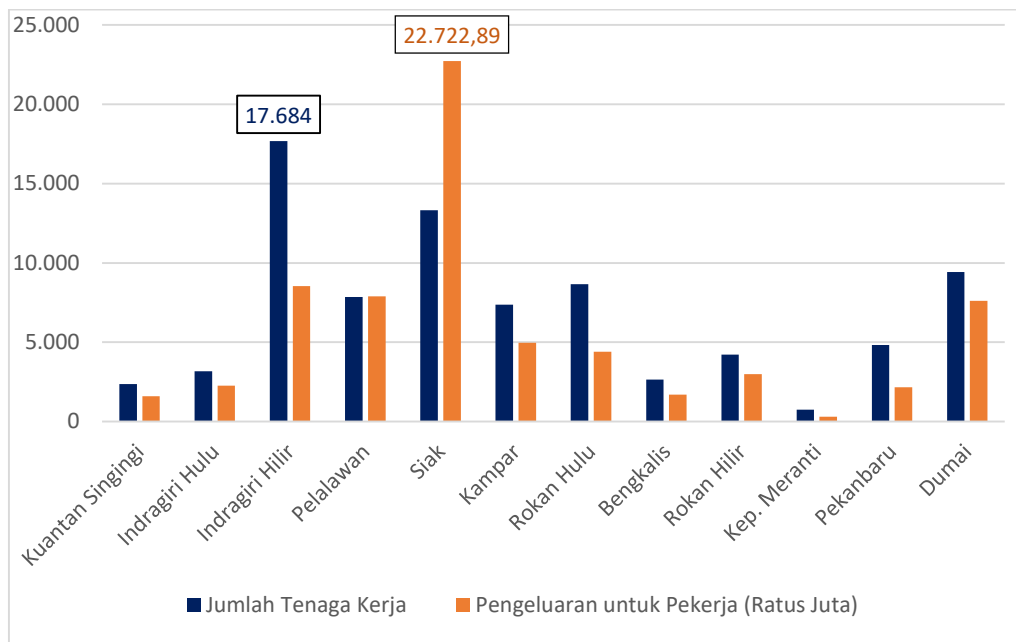
Gambaran umum sektor industri manufaktur di Provinsi Riau tahun 2022 disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai Output Sektor Industri Manufaktur di Provinsi Riau Tahun 2022 (Triliun)

Sektor industri merupakan salah satu penggerak utama berkontribusi signifikan terhadap PDRB dan penyerapan tenaga kerja (BPS, 2025a). Secara regional, pada tahun 2022 sektor

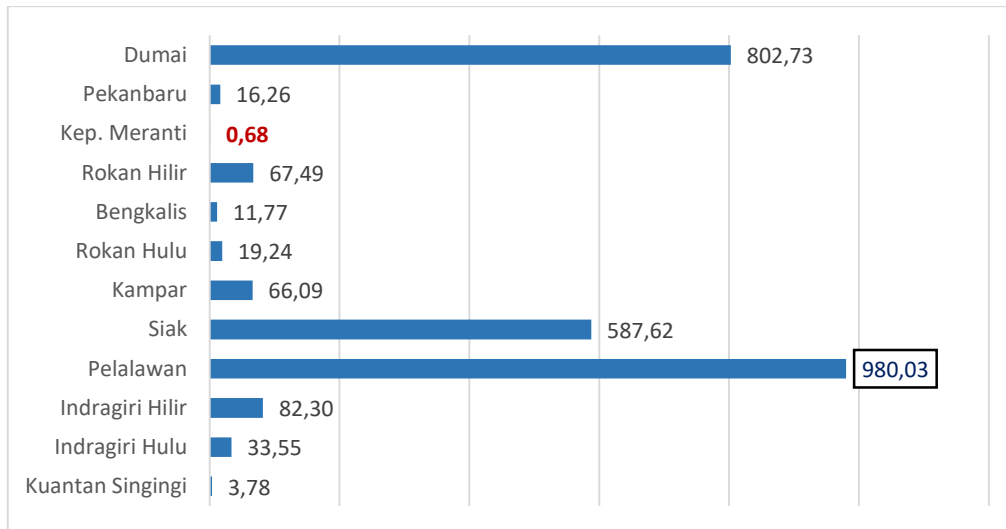
industri manufaktur Provinsi Riau menghasilkan total nilai output sebesar 591,999 triliun. Pada level kabupaten/kota, Kota Dumai mendominasi sektor industri manufaktur dengan kontribusi output sebesar 331,225 triliun (55,95 persen) disusul Kabupaten Siak sebesar 61,625 triliun (10,41 persen), dan Kabupaten Bengkalis sebesar 53,297 triliun. Adapun kabupaten/kota dengan kontribusi terendah pada sektor industri manufaktur di Provinsi Riau adalah Kabupaten Kepulauan Meranti dengan total nilai output sebesar 306,594 miliar (0,005 persen), kemudian Kota Pekanbaru dengan total nilai output sebesar 4,066 triliun (0,69 persen) dan Kabupaten Indragiri Hilir dengan total nilai output sebesar 11,817 triliun (2,00 persen).



Gambar 2. Nilai Input Tenaga Kerja Sektor Industri Manufaktur di Provinsi Riau Tahun 2022

Berdasarkan Gambar 2. diketahui pada tahun 2022 nilai pengeluaran untuk pekerja sektor industri manufaktur di Provinsi Riau bernilai 6,715 triliun dengan jumlah pekerja sebesar 82.268 orang. Jika dirinci berdasarkan kabupaten/kota maka Kabupaten Siak, Kabupaten Indragiri Hilir, dan Kabupaten Pelalawan merupakan tiga kabupaten dengan nilai pengeluaran untuk pekerja tertinggi dengan nilai masing-masing sebesar 2.272,3 miliar (33,84 persen), 854,3 miliar (12,72 persen), dan 788,4 miliar (11,74 persen), sedangkan jika dilihat dari input jumlah tenaga kerja Kabupaten Indragiri Hilir, Kabupaten Siak, dan Kota Dumai merupakan tiga kabupaten/kota dengan input banyaknya tenaga kerja tertinggi dengan jumlah masing-masing sebesar 17.684 orang (21,50 persen), 13.313 orang (16,18 persen), dan 9.429 (11,45 persen).

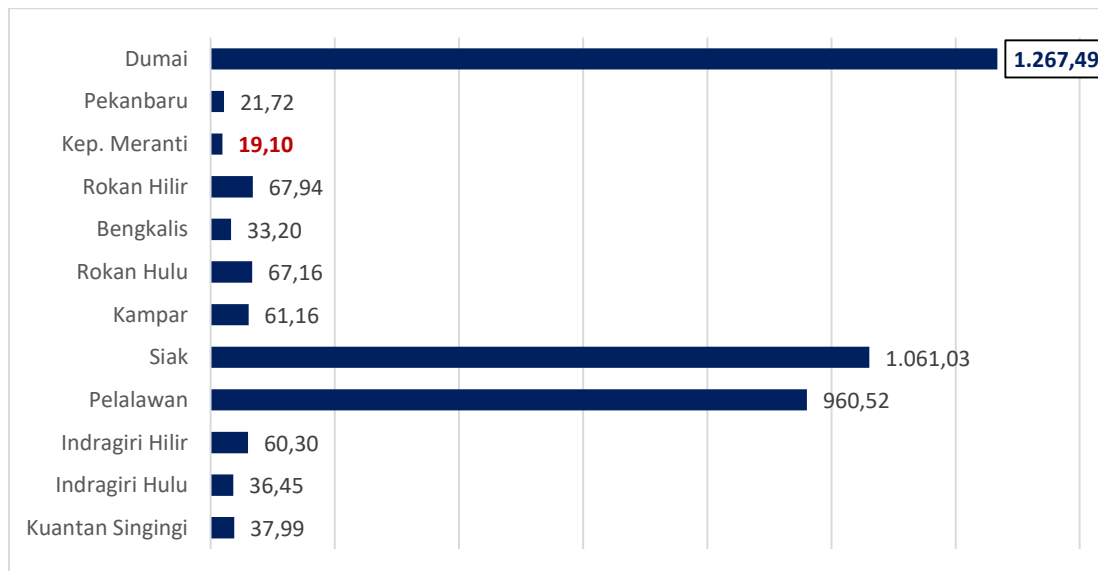
Jika melihat tiga kabupaten/kota dengan nilai input tenaga kerja terendah maka dapat dilihat bahwa Kepulauan Meranti, Kuantan Singingi, dan Bengkalis merupakan tiga kabupaten dengan nilai pengeluaran untuk pekerja terendah dengan nilai masing-masing sebesar 30,111 miliar (0,45 persen), 158,666 miliar (2,36 persen), dan 170,331 miliar (2,54 persen). Sedangkan jika dilihat dari input jumlah tenaga kerja, maka Kepulauan Meranti, Kuantan Singingi, dan Bengkalis merupakan tiga kabupaten/kota dengan input jumlah tenaga kerja terendah dengan nilai masing-masing sebesar 748 orang (0,91 persen), 2.363 orang (2,87 persen), dan 2.646 orang (3,22 persen).



Gambar 3. Nilai Input Pemakaian Energi Listrik Sektor Industri Manufaktur di Provinsi Riau Tahun 2022 (Miliar Rupiah)

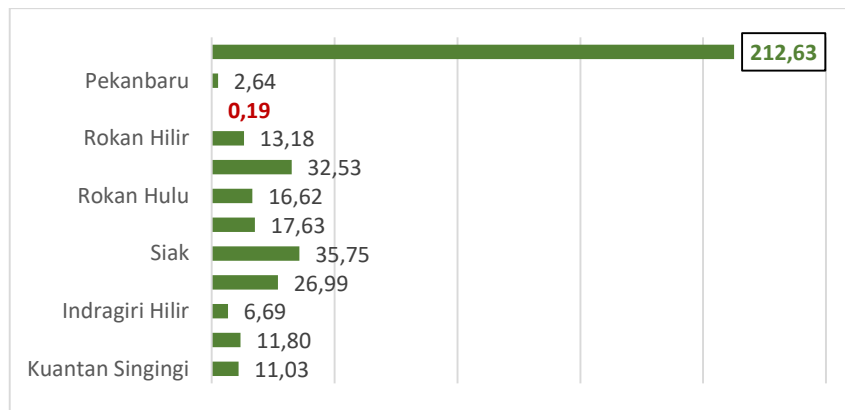
Berdasarkan Gambar 3. diketahui input modal sektor industri terdiri dari nilai pemakaian energi listrik sebesar 2,671 triliun, nilai pemakaian bahan bakar dan pelumas sebesar 3,694 triliun, nilai bahan baku dan penolong sebesar 387,664, serta nilai penambahan modal sebesar 176,663 triliun.

Jika dirinci berdasarkan kabupaten/kota dengan pemakaian energi listrik tertinggi, maka Kabupaten Palalawan, Kota Dumai, dan Kabupaten Siak merupakan tiga teratas penggunaan listrik tertinggi dengan nilai masing-masing sebesar 980,034 miliar (36,68 persen), 802,727 miliar (30,02 persen), dan 587,622 miliar (22,00 persen).



Gambar 4. Nilai Input Pemakaian Bahan Bakar dan Pelumas Sektor Industri Manufaktur di Provinsi Riau Tahun 2022 (Miliar Rupiah)

Berdasarkan Gambar 4. diketahui nilai input penggunaan bahan bakar Kota Dumai, Kabupaten Siak, dan Kabupaten Palalawan merupakan tiga teratas nilai penggunaan bahan bakar dan pelumas dengan nilai masing-masing sebesar 1,267 triliun (34,31 persen), 1,061 triliun (28,72 persen), dan 960,52 miliar (26,00 persen).



Gambar 5. Nilai Input Pemakaian Bahan Baku dan Penolong Sektor Industri Manufaktur di Provinsi Riau Tahun 2022 (Triliun Rupiah)

Berdasarkan Gambar 5. diketahui input nilai bahan baku dan penolong, tiga kabupaten/kota teratas yakni Kota Dumai senilai 212,627 triliun (54,85 persen), selanjutnya Kabupaten Siak senilai 35,745 triliun (9,22 persen), dan Kabupaten Bengkalis senilai 32,527 triliun (8,39 persen).

Jika melihat tiga kabupaten/kota dengan nilai input modal terendah diketahui bahwa Kepulauan Meranti, Kuantan Singingi, dan Bengkalis merupakan tiga kabupaten dengan nilai penggunaan listrik terendah dengan nilai masing-masing sebesar 681,937 juta (0,03 persen), 3,781 miliar (0,14 persen), dan 11,766 miliar (0,44 persen). Sedangkan berdasarkan input nilai penggunaan bahan bakar dan pelumas, maka Kabupaten Kepulauan Meranti, Kota Pekanbaru, dan Kabupaten Bengkalis merupakan tiga wilayah dengan nilai penggunaan bahan bakar terendah dengan nilai masing-masing sebesar 19,095 miliar (0,52 persen), 21,718 miliar (0,59 persen), dan 33,201 miliar (0,90 persen). Pada input bahan baku dan penolong, 3 kabupaten/kota terendah diantaranya Kabupaten Kepulauan Meranti sebesar 186,970 miliar (0,05 persen), Kota Pekanbaru sebesar 2,638 triliun (0,68 persen) dan Kabupaten Indragiri Hilir sebesar 6,692 triliun (1,73 persen). Secara keseluruhan Kabupaten Kepulauan Meranti konsisten memberikan kontribusi terkecil di semua kategori input modal.



Gambar 6. Sebaran Nilai Input Lainnya Sektor Industri Manufaktur di Provinsi Riau Tahun 2022

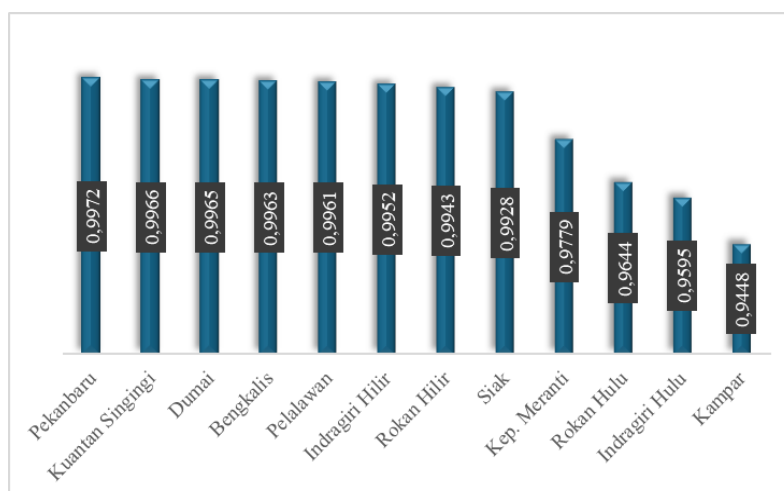
Berdasarkan Gambar 6. nilai batas atas penambahan modal sebesar 19,55 triliun oleh Kabupaten Siak dan nilai terendah sebesar 0,09 triliun oleh Kabupaten Kepulauan Meranti. Rata-rata nilai penambahan modal kabupaten/kota se-Provinsi Riau tahun 2022 adalah 17,32 triliun dengan Dumai sebagai kabupaten dengan nilai penambahan modal ekstrem yaitu sebesar 105,96 triliun (59,97) persen terhadap nilai penambahan modal Provinsi Riau sebesar 176,66 triliun rupiah.

Pada nilai batas atas pengeluaran lainnya sebesar 1227,18 miliar oleh Kabupaten Palalawan dan batas bawah sebesar 12,02 miliar dengan rata-rata nilai se-Provinsi Riau sebesar 1517,23. Nilai yang tergolong ekstrem disumbangkan oleh Kabupaten Siak dan Kabupaten Dumai masing-masing sebesar 3,96 triliun dan 10,25 triliun terhadap nilai pengeluaran lainnya Provinsi Riau sebesar 18,21 triliun.

Berdasarkan biaya representasi dan royalti dengan rata-rata se-Provinsi Riau sebesar 17,24 Miliar, nilai ekstrem disumbangkan oleh Kabupaten Dumai sebesar 45 miliar dan Kabupaten Siak sebesar 120,05 miliar (58,04 persen) terhadap total biaya representasi Provinsi Riau sebesar 206,86 triliun. Kota Dumai konsisten menunjukkan kontribusi terbesar terutama dominan dalam nilai input lainnya dari sektor industri manufaktur di Provinsi Riau tahun 2022.

3.2 Efisiensi Teknis Sektor Industri Manufaktur di Provinsi Riau

Efisiensi digunakan untuk melihat perbandingan antara input yang dipakai dengan output yang dihasilkan. Nilai efisiensi teknis berkisar 0-1 artinya semakin tinggi nilainya, maka semakin baik proses teknis yang dilakukan pelaku industri manufaktur. Efisiensi teknis sektor industri manufaktur di Provinsi Riau secara keseluruhan memiliki nilai sebesar 0,9. Secara rinci, nilai efisiensi teknis sektor industri manufaktur di Provinsi Riau berdasarkan kabupaten/kota disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Efisiensi Teknis Fungsi Produksi *Frontier* Stokastik Sektor Industri Manufaktur di Provinsi Riau Tahun 2022

Berdasarkan Gambar 7., Kota Pekanbaru merupakan wilayah yang memiliki nilai efisiensi teknis tertinggi sebesar 0,9972 dan Kabupaten Kampar merupakan wilayah dengan nilai efisiensi teknis terendah sebesar 0,9448 di Provinsi Riau.

3.3 Elastisitas Sektor Industri Manufaktur di Provinsi Riau

Elastisitas sektor industri manufaktur diartikan sebagai respon yang terjadi pada output sektor industri manufaktur terhadap perubahan 1% pada komponen input. Nilai elastisitas fungsi produksi *Frontier* Stokastik sektor industri manufaktur di Provinsi Riau disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Estimasi Fungsi Produksi *Frontier* Stokastik Industri Manufaktur di Provinsi Riau

Variabel	Paramete r	Koefisien	Standar Error	t hitung
Konstans	β_0	0,5890	0,9957	0,5915
Ln_Jumlah Tenaga Kerja	β_1	-0,0268	0,7206	-0,0371
Ln_Pengeluaran untuk Pekerja (000)	β_2	0,0419	0,4346	0,0964
Ln_Pemakaian Energi Listrik (000)	β_3	-0,0026	0,1663	-0,0155
Ln_Bahan Bakar dan Pelumas (000)	β_4	0,0022	0,2330	0,0096
Ln_Bahan Baku dan Penolong (000)	β_5	0,7380	0,1309	5,6380*
Ln_Pengeluaran Lainnya (000)	β_6	0,0384	0,2363	0,1626
Ln_Biaya Reperesentasi dan Royalti (000)	β_7	-0,0069	0,0796	-0,0872
Ln_Penambahan Biaya Produksi (000)	β_8	0,2096	0,1922	1,0907
<i>Sigma-squared</i>		0,0007	0,0072	0,0947
Gamma		0,9842	0,9366	1,0509

Keterangan:

* : signifikan pada $\alpha = 5 \%$

Berdasarkan hasil estimasi model frontier stokastik yang diperoleh, maka fungsi produksi industri manufaktur di Provinsi Riau dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\ln Y_i = 0,5890 - 0,0268 \ln X_1 + 0,0419 \ln X_2 - 0,0026 \ln X_3 + 0,0022 \ln X_4 + 0,7380 \ln X_5 + 0,0384 \ln X_6 - 0,0069 \ln X_7 + 0,2096 \ln X_8 + (v_i - u_i)$$

Berdasarkan hasil estimasi model elastisitas tersebut diperoleh nilai konstanta yang berpengaruh signifikan pada output sektor industri yakni input bahan baku dan penolong sebesar 0,738 menandakan perubahan 1% penggunaan bahan baku dan penolong pada sektor industri akan direspon dengan peningkatan sebesar 0,738 persen output sektor industri manufaktur. Hal ini menggambarkan pada tahun 2022 total output untuk sektor industri di Provinsi Riau sebesar 591,999 triliun serta nilai penggunaan bahan baku dan penolong untuk sektor industri sebesar 387,644 triliun, maka peningkatan satu persen penggunaan bahan baku dan penolong (3,876 triliun) akan direspon oleh peningkatan output sektor industri sebesar 0,738 persen (4,369 triliun) dengan asumsi input lainnya tetap.

Input jumlah tenaga kerja ($\beta_1 = -0,0268$) bertanda negatif menunjukkan bahwa penambahan jumlah pekerja cenderung menurunkan output. Penambahan pekerja justru meningkatkan biaya koordinasi atau menurunkan produktivitas, sehingga tidak signifikan atau bahkan kontraproduktif pada frontier produksi. Pada input pengeluaran untuk pekerja ($\beta_2 = 0,0419$) bertanda positif menunjukkan peningkatan pengeluaran untuk pekerja (berupa upah atau tunjangan yang lebih tinggi) cenderung meningkatkan output. Variabel ini memiliki korelasi yang tinggi dengan jumlah tenaga kerja (β_1) sehingga model kesulitan memisahkan efek jumlah pekerja dari efek biaya per pekerja (multikolinearitas kuat). Pada input pemakaian energi listrik ($\beta_3 = -0,0026$) menunjukkan dampak yang sangat kecil, hampir nol, dan bernilai negatif dikarenakan energi listrik bukan faktor pembatas utama (*non-binding input*) dalam produksi manufaktur di wilayah tersebut. Unit sudah memiliki pasokan listrik yang memadai, sehingga peningkatan konsumsi listrik tidak lagi menghasilkan lonjakan output. Bahan bakar dan pelumas ($\beta_4 = 0,0022$) dan pengeluaran lainnya ($\beta_6 = 0,0384$) bernilai positif dan berdampak relatif kecil dengan dampak marginalnya terhadap produksi secara keseluruhan sangat minim dan tidak terdeteksi secara signifikan dalam model. Input biaya representasi dan royalti ($\beta_7 = -0,0069$) merupakan biaya tetap atau biaya *overhead* yang tidak secara langsung memengaruhi proses produksi di pabrik (seperti mesin atau bahan baku), dikarenakan tidak terlibat langsung dalam transformasi input menjadi output, maka biaya ini memiliki elastisitas

yang mendekati nol dan tidak signifikan terhadap frontier produksi. Pada input penambahan biaya produksi ($\beta_8 = 0,2096$) memiliki nilai koefisien yang cukup besar tetapi tidak signifikan, variabel tersebut penting tetapi model tidak dapat menetapkan kontribusi uniknya. Biaya ini berkorelasi kuat dengan semua input variabel lainnya yang sudah ada (tenaga kerja, bahan bakar, bahan baku, dll.).

Berdasarkan nilai gamma sebesar 0,9842 dapat diambil kesimpulan bahwa 98,42 persen variasi output sektor industri manufaktur di Provinsi Riau disebabkan oleh perbedaan efisiensi teknis, sedangkan 1,58 persen sisanya disebabkan oleh pengaruh eksternal yang tidak dapat dikendalikan. Nilai mendekati 1 mengindikasikan bahwa hampir seluruh variasi dalam total error disebabkan oleh inefisiensi teknis (u_i), bukan *statistical noise* (v_i).

Koefisien input yang tidak signifikan tidak secara langsung menghilangkan temuan efisiensi teknis yang tinggi. Koefisien β hanya menjelaskan faktor-faktor yang membentuk batas produksi maksimal. Efisiensi teknis tinggi menjelaskan bahwa unit-unit produksi sangat baik dalam mencapai batas tersebut, terlepas dari seberapa kuat masing-masing input memengaruhi batas itu sendiri.

4 KESIMPULAN

Sektor industri manufaktur Provinsi Riau mendapatkan nilai efisiensi teknis mendekati 1 sehingga dikategorikan sangat efisien. Elastisitas input terhadap output sektor industri manufaktur menunjukkan bahwa penambahan sebagian besar input (selain variabel bahan baku dan penolong) tidak menghasilkan peningkatan output maksimum yang signifikan secara statistik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi pemangku kebijakan dalam pengembangan sektor industri khususnya di Provinsi Riau dan mendorong peningkatan efisiensi dalam penggunaan faktor produksi untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi kepada BPS Provinsi Riau selaku penyedia data dan informasi akurat serta relevan sebagai dasar utama penelitian ini, terima kasih juga ditujukan kepada Universitas Terbuka yang memberikan wadah dalam bentuk dukungan teknis maupun moral. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi, bantuan, saran, dan dukungan dalam berbagai bentuk selama proses penyusunan dan pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aigner, D., Lovell, C. A. K., & Schmidt, P. (2023). Reprint of: Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 234, 15–24.
- Anggraini, S., & Anggraini, T. (2023). Analisis Efisiensi Bank Aceh Syariah di Kota Aceh Tenggara dengan Stochastic Frontier Approach (SFA). *Jurnal Ilmiah Ekonomi Islam*, 9(2), 2834–2842. <https://doi.org/10.29040/jiei.v9i2.8840>
- BPS. (2025a). *Produk Domestik Regional Bruto Provinsi-Provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha 2020-2024*. Badan Pusat Statistik.
- BPS. (2025b). *Statistik Industri Manufaktur Indonesia 2023*. Badan Pusat Statistik.
- BPS. (2025c). *Tinjauan Regional Berdasarkan PDRB Kabupaten/Kota 2020-2024 Buku 1 Pulau Sumatera*. Badan Pusat Statistik.
- BPS Provinsi Riau. (2024). *Statistik Industri Besar dan Sedang Provinsi Riau 2022*. Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.

- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell Christopher J., & Battese, George. E. (Eds.). (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Springer.
- Hasibuan, M. R. A., Lubis, M. A. A.-H., & Hasibuan, R. R. A. (2025). Analisis Efisiensi Usaha Mikro Berbasis Syariah dengan Pendekatan Stochastic Frontier Analysis. *Journal of Economic and Management*, 1(2), 51–53.
- Kementerian PPN/Bappenas. (2024). *Rencana Kerja Pemerintah Tahun 2025- Akselerasi Pertumbuhan Ekonomi yang Inklusif dan Berkelanjutan*. Kementerian PPN/Bappenas.
- Kumbhakar, S. C., & Lovell, C. A. Knox. (2003). *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press.
- Mulyana, R., Achsani, N. A., Andati, T., Maulana, T. N. A., & Pratama, A. Y. (2022). Estimasi Efisiensi Teknis Perbankan Indonesia Berbasis Stochastic Frontier Analysis. *Technomedia Journal (TMJ)*, 7(2), 2528–6544. <https://doi.org/10.33050/tmj.v7i2>
- Nainggolan, V., Proklamita, T. L., & Rihi, M. S. R. (2023). Analisis Efisiensi Teknis Penggunaan Input Produksi Usahatani Bawang Merah di Kabupaten Kupang (Pendekatan Stochastic Frontier Analysis). *Seminar Nasional Politani Kupang*.
- Putri, S. G. D., Kamarni, N., & Primayesa, E. (2024). Efisiensi Perbankan Syariah di Negara Asean: Stochastic Frontier Analysis (SFA). *Journal of Education Research*, 5(4), 5259–5271.
- Rachmawati, E. N., Hanafi, I., & Tun Munawaroh, S. (2024). Analisis efisiensi biaya dengan metode Stochastic Frontier Approach (SFA) pada Bank Umum Syariah. *Jurnal Ekonomi KIAT*, 35(1). <https://journal.uir.ac.id/index.php/kiat>
- Restikasari, W., & Sari, D. W. (2022). Akselerasi Pengembangan Industri Potensial Jawa Timur Pasca Pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmu Ekonomi (JIE)*, 1(1), 58–70.
- Sari, W. D., Aji, A. K., Sylviana, W., & Islamiya, H. A. T. (2024). Total Faktor Produktivitas Industri Minyak Sawit Mentah: Apakah Penggunaan Mesin Lama Masih Mendukung Efisiensi Produksi? *Jurnal Ekonomi Indonesia*, 13, 1–23.
- Schmidt, P., Lovell, K., Aigner, D., Lovell, C. A. K., & Schmidt, P. (1997). *Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Pproduction Function Models*. <https://www.researchgate.net/publication/240321479>
- Soekartawi. (2003). *Teori Ekonomi Produksi dengan Pokok Bahasan Analisis Fungsi Produksi Cobb-Douglas*. Rajawali.
- Suyanto, S., Astanto, T. J., Santoso, H. W., & Salim, R. (2022). Technical Inefficiency in Nine Clusters of Indonesian Manufacturing Firms And its Determinants: Stochastic Frontier Analysis. *Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi Dan Pembangunan*, 241–253. <https://doi.org/10.23917/jep.v23i2.18113>
- Ulkhag, M. M. (2022). Analisis Efisiensi Industri Manufaktur Besar dan Sedang di Provinsi Jawa Barat. *Studi Akuntansi, Keuangan, Dan Manajemen*, 2(2), 113–120. <https://doi.org/10.35912/sakman.v2i2.1669>