

Analisis Efisiensi Industri Manufaktur Besar dan Sedang di Provinsi Jawa Barat (*Analysis of Large and Medium Manufacturing Industry Efficiency in West Java Province*)

M. Mujiya Ulkhaq

Departemen Teknik Industri, Universitas Diponegoro, Jawa Tengah

ulkhaq@live.undip.ac.id



Riwayat Artikel

Diterima pada 28 November 2022

Revisi 1 pada 8 Desember 2022

Revisi 2 pada 14 Desember 2022

Disetujui pada 15 Desember 2022

Abstract

Purpose: This study aims to analyse technical efficiency of large and medium manufacturing industries (LMMIs) in West Java Province, Indonesia.

Method: The slacks-based measure (SBM) of efficiency in data envelopment analysis (DEA) is used to accomplish the objective of the study. The output is measured by total output value in thousand rupiahs; while the inputs are: labour cost, cost of materials, cost of fuels, cost of electricity, and fixed capital cost.

Results: This study uses data from the annual survey held by Statistics Indonesia of Central Java Province for the period of 2019. The LMMIs are divided into 24 different industrial classifications following the International Standard Industrial Classification of all Economic Activities (ISIC) Revision 4. Result shows that among 23 ISIC classifications, five of them are considered as efficient, they are: tobacco products; leather and related products and footwear; paper and paper products; coke, refined petroleum products, and electrical equipment.

Limitations: This study is performed in a cross-sectional setting. It is recommended to conduct similar analysis in a panel data setting since more information of efficiency and changes in efficiency can be obtained.

Contribution: Literature about assessing technical efficiency of manufacturing industry in Indonesia using SBM-DEA is quite limited; therefore, this study contributes to the literature by providing such analysis.

Keywords: *data envelopment analysis, efficiency, large and medium enterprise, manufacturing industry, slacks-based measure.*

How to Cite: Ulkhaq, M. M. (2023). Analisis Efisiensi Industri Manufaktur Besar dan Sedang di Provinsi Jawa Barat. *Studi Akuntansi, Keuangan, dan Manajemen*, 2(2), 113-120.

1. Pendahuluan

Menurut data dari Kementerian Perindustrian, sektor manufaktur memberikan kontribusi terbesar terhadap produk domestik bruto (PDB) nasional pada triwulan II tahun 2021, yaitu sebesar 17,34%, meskipun ada pandemi COVID-19. Pada triwulan III tahun 2021, industri manufaktur tumbuh 3,68% dan berkontribusi 0,75% terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan industri ini masih berada pada jalurnya (*on track*), dan sektor ini ditetapkan untuk menjadi penggerak perekonomian nasional, dengan target kontribusi PDB lebih dari 20% pada tahun 2024. Badan Pusat Statistik (BPS) mengklasifikasikan industri manufaktur menjadi empat kelas berdasarkan skalanya, yaitu industri besar (dengan jumlah tenaga kerja lebih dari 100), industri sedang (jumlah tenaga kerja antara 20 sampai 99), industri kecil (jumlah tenaga kerja antara 5 sampai 19), dan industri mikro (jumlah tenaga kerja kurang dari 5). Pada triwulan I tahun 2019, produksi industri manufaktur besar dan sedang naik 4,45% dibandingkan periode yang sama di tahun lalu. Angka ini juga lebih tinggi dibandingkan rata-rata tahun 2018 yang hanya sebesar 4,07%. Peningkatan produksi tersebut ditopang

oleh sektor industri pakaian jadi yang naik 29,19% karena melimpahnya permintaan terutama dari pasar ekspor. Dari keseluruhan nilai tambah sektor manufaktur, lebih dari 40% disumbang oleh industri manufaktur besar dan sedang. Sebaliknya, industri manufaktur kecil dan mikro pada periode yang sama memberikan kontribusi rata-rata kurang dari 10%.

Terlepas dari peran penting industri manufaktur besar dan sedang dalam perekonomian Indonesia, sektor ini mengalami pertumbuhan yang tidak konsisten baik dalam pertumbuhan output maupun pertumbuhan produktivitas tenaga kerja (Primanthi, 2021). Pertumbuhan output berfluktuasi dari minus 10% menjadi 13% selama 2000-2015. Ketidakstabilan pertumbuhan output dapat dianalisis dengan mengukur sumber pertumbuhan output, baik karena faktor teknologi maupun pembentukan input (Hulten, 2001). Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis efisiensi industri manufaktur besar dan sedang di Indonesia. Efisiensi secara sederhana didefinisikan sebagai rasio output terhadap input (Cooper et al., 2006). Memahami efisiensi menjadi penting karena jika perusahaan melakukannya secara konsisten dengan efisiensi penuh, maka semakin sedikit input yang mereka gunakan, semakin besar pula output yang mereka capai. Efisiensi pada industri manufaktur di Indonesia telah diukur dalam beberapa penelitian. Namun, pada konteks industri manufaktur besar dan sedang, hanya sedikit penelitian mengenai hal ini (lihat Bagian *Literature review*). Oleh karena itu, penelitian ini berupaya untuk mengisi *gap* pada literatur dengan mengkaji efisiensi industri manufaktur besar dan sedang di Provinsi Jawa Barat, Indonesia.

2. Tinjauan pustaka

Efisiensi diukur dengan metode frontier, yang dapat dikategorikan menjadi pendekatan parametrik dan non-parametrik. Dalam pendekatan parametrik, kita harus mendefinisikan fungsi produksi dan mengestimasi parameter dari fungsi produksi tersebut dari data. Di sisi yang lain, pendekatan non-parametrik dianggap lebih sederhana karena tidak mengasumsikan fungsi produksi terlebih dahulu dan mudah untuk menangani banyak output. Di antara pendekatan non-parametrik, data envelopment analysis (DEA) merupakan alat yang paling populer dalam menilai efisiensi. Literatur tentang pengukuran efisiensi pada industri manufaktur di Indonesia dengan menggunakan DEA cukup terbatas. Saya melakukan pencarian di database Scopus untuk memverifikasi klaim ini. *Search query* berikut digunakan: TITLE-ABS-KEY(manufactur* AND industry AND efficien* AND Indonesia* AND (dea OR “data envelopment analysis”))¹. Artinya, artikel yang berisi *search query* ini dalam judul, abstrak, atau kata kunci akan diambil. Jangka waktu tidak dibatasi. Untuk menjamin kualitas, jenis artikel dibatasi untuk artikel penelitian peer-review yang diterbitkan dalam jurnal karena sumber ini paling berguna untuk tinjauan literatur (Saunders et al., 2012). Oleh karena itu, jenis artikel lain seperti buku atau *book chapters*, prosiding konferensi, komunikasi singkat, surat, atau editorial tidak diikutsertakan. Dari sudut pandang pragmatis, hanya artikel yang diterbitkan dalam bahasa Inggris yang akan disertakan.

Pencarian menghasilkan enam artikel. Hasil yang rendah ini menunjukkan bahwa area penelitian ini masih kurang dieksplorasi—khususnya di kalangan ilmuwan di Indonesia, yang membenarkan klaim sebelumnya. Namun, di antara enam artikel yang diekstrak tersebut, saya tidak dapat menemukan teks lengkap Saputra (2011) sehingga artikel ini dikecualikan untuk analisis lebih lanjut. Artikel-artikel yang lain akan dibahas secara singkat sebagai berikut. Sulistyawati and Suryani (2022) menggunakan DEA untuk menilai efisiensi dari 130 perusahaan manufaktur publik yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia pada tahun 2019. Setiawan and Sule (2020) menyelidiki efisiensi industri manufaktur badan usaha milik negara Indonesia. Mereka menggunakan two-stage DEA; tahap pertama dimaksudkan untuk mengukur efisiensi, sedangkan tahap kedua bertujuan untuk menyelidiki faktor-faktor yang berpengaruh pada efisiensi. Setiawan et al. (2019) mengukur efisiensi usaha mikro dan kecil Indonesia. Mereka menggunakan data survei industri mikro dan kecil yang bersumber dari BPS periode 2010–2015. Efisiensi teknis diestimasi menggunakan DEA dengan pendekatan bootstrapping. Van Dijk and Szirmai (2011) menganalisis mikrodinamika produksi kertas di Indonesia menggunakan dataset tingkat

pabrik di Indonesia dan Finlandia untuk periode 1975–1997. Mereka menerapkan DEA untuk mengukur sejauh mana pabrik kertas Indonesia dapat mengejar pabrik Finlandia dalam hal efisiensi.

Terakhir, Halim (2010) mengevaluasi efisiensi dan produktivitas pemasaran perusahaan manufaktur publik Indonesia yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia selama periode 2001–2007. Dari tinjauan pustaka ini, terlihat bahwa belum ada penelitian yang dilakukan, khususnya yang menyelidiki efisiensi teknis industri manufaktur besar dan sedang. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha untuk mengisi kesenjangan dalam literatur. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran industri manufaktur besar dan sedang di Indonesia, mengingat peran industri tersebut dalam perekonomian Indonesia.

Studi ini menggunakan data survei tahunan yang diselenggarakan oleh BPS Provinsi Jawa Barat periode tahun 2019. Sektor industri manufaktur besar dan sedang dibagi menjadi 24 klasifikasi industri yang berbeda mengikuti International Standard Industrial Classification of all Economic Activities (ISIC) Revisi 4. BPS mendefinisikan industri sedang dan besar sebagai perusahaan dengan jumlah tenaga kerja 20 sampai dengan 99; dan jumlah tenaga kerja lebih dari 100 orang. Output (O) dalam penelitian ini diukur dengan nilai total output dalam ribuan rupiah, yang terdiri dari: (i) nilai barang yang dihasilkan dari proses produksi, (ii) nilai listrik yang dihasilkan oleh perusahaan dan sebagian dijual ke pihak lain, (iii) nilai jasa industri yang diberikan (artinya bahan disediakan oleh pihak lain, sedangkan perusahaan hanya melakukan proses pengolahan dengan imbalan sejumlah uang atau barang sebagai kompensasi), (iv) peningkatan stok barang setengah jadi (yaitu selisih nilai stok produk setengah jadi pada akhir tahun dikurangi dengan stok awal tahun), dan (v) penerimaan dari jasa non-industri yang diberikan. Dalam literatur pengukuran efisiensi industri manufaktur, nilai total output semacam ini umum digunakan, misalnya dalam Esquivias and Harianto, 2020; Margono and Sharma, 2006; Sugiharti et al., 2017; Ulkhaq, 2022; Ulkhaq and Pratiwi, 2022.

Saya menggunakan enam input dalam penelitian ini. Yang pertama adalah biaya tenaga kerja (L), yang merupakan total pengeluaran yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk mempekerjakan karyawan, termasuk biaya tenaga kerja langsung dan tidak langsung. Berikutnya adalah biaya bahan baku (R) dan biaya bahan lainnya (M), yang mewakili biaya bahan yang digunakan untuk memproduksi suatu produk. Berikutnya adalah biaya bahan bakar, (F) misalnya bensin, solar, minyak tanah, dan batu bara yang digunakan selama proses produksi. Selanjutnya adalah biaya listrik (E). Dan yang terakhir adalah biaya modal tetap (C), seperti bangunan, mesin, dan peralatan. Input tersebut juga biasa digunakan dalam studi pengukuran efisiensi industri manufaktur. Biaya tenaga kerja digunakan dalam Esquivias and Harianto (2020) dan Sugiharti et al. (2017); biaya material digunakan di Setiawan and Sule (2020), Setiawan et al. (2019), Esquivias and Harianto (2020), Margono and Sharma (2006), Ikhsan (2007); biaya energi digunakan dalam Esquivias and Harianto (2020), Ikhsan (2007); dan biaya modal tetap digunakan di Setiawan and Sule (2020), Setiawan et al. (2019), Esquivias and Harianto (2020), Margono and Sharma (2006), Ikhsan (2007). Data ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data

ISIC, Rev.4		Costs (million rupiahs)						Output (million rupiahs)
		Labor	Materials	Fuel, electricity, and gas	Fixed capital	Representation and royalty	Industrial service	
10	Food	7,224,572	114,949,841	2,238,169	12,695	483,672	28,436,806	234,915,547
11	Beverage	1,674,304	9,881,642	338,822	846	24,409	3,684,462	28,533,595
12	Tobacco products	96,008	507,047	2,912	5	434	40,447	1,095,906
13	Textiles	16,165,011	129,824,886	7,192,132	6,052	137,448	32,926,822	260,894,928
14	Wearing apparels	14,669,931	51,379,363	1,726,171	39,904	711,901	12,859,215	160,661,360

ISIC, Rev.4		Costs (million rupiahs)						Output (million rupiahs)
		Labor	Materials	Fuel, electricity, and gas	Fixed capital	Represen- tation and royalty	Industrial service	
15	Leather and related products and footwear	6,619,417	13,022,383	3,587,856	3,670	20,665,002	7,471,763	90,032,709
16	Wood and products of wood and cork, except furniture, and articles of straw and plaiting materials, bamboo, rattan, and the like	867,822	3,790,537	124,043	1,259	8,818	1,124,326	9,358,828
17	Paper and paper products	2,523,502	32,911,757	515,974	574	59,463	5,710,509	60,680,144
18	Printing and reproduction of recorded media	1,112,182	11,170,566	141,038	1,482	38,799	1,649,942	21,523,195
19	Coke, refined petroleum products	251,526	17,947,928	151,367	1,154	5,423	12,466,370	41,942,739
20	Chemicals and chemical products	5,858,058	97,506,528	5,977,688	29,390	205,117	20,750,608	207,545,921
21	Pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products	2,979,094	15,264,796	236,307	3,414	34,670	5,973,390	47,896,520
22	Rubber and plastic products	7,460,645	43,791,100	833,379	90,921	120,677	6,749,306	98,666,368
23	Other non-metallic mineral products	3,242,799	36,191,826	8,034,944	7,173	177,470	14,877,681	100,839,604
25	Fabricated metal products, except machinery and equipment	5,207,541	29,152,686	606,305	2,971	109,013	4,471,266	69,135,759
26	Computers, electronic and optical products	5,429,299	53,761,156	384,757	4,797	94,564	9,249,912	104,219,834
27	Electrical equipment	4,255,288	55,855,769	587,621	6,367	98,314	10,146,547	205,815,672
28	Machinery and equipment	3,039,139	48,273,511	689,943	11,754	119,777	8,777,774	108,990,631
29	Motor vehicles, trailers, and semi-trailers	11,842,309	130,678,078	4,173,894	19,636	599,162	39,644,518	344,082,935
30	Others transport equipment	5,742,843	49,111,941	801,035	86,976	112,586	9,461,098	110,868,891
31	Furniture	1,365,434	6,571,313	77,361	1,680	11,505	1,002,325	15,619,689
32	Others	2,663,197	6,804,602	125,263	62,249	16,937	1,202,430	18,848,293
33	Repair and installation of	213,979	785,746	59,316	360	5,550	340,488	2,772,210

ISIC, Rev.4		Costs (million rupiahs)						Output (million rupiahs)
		Labor	Materials	Fuel, electricity, and gas	Fixed capital	Representation and royalty	Industrial service	
	machinery and equipment							

3. Metode penelitian

Efisiensi mengacu pada kemampuan unit pengambil keputusan (DMU), dalam penelitian ini adalah industri besar dan sedang di Provinsi Jawa Barat, untuk meminimalkan input yang digunakan dalam memproduksi output pada tingkat tertentu; atau kemampuan untuk mendapatkan output maksimum dari input yang diberikan (Cooper et al., 2006). Konsekuensinya, suatu DMU secara teknis disebut efisien jika menghasilkan output semaksimal mungkin dari tingkat input yang tetap (*output-oriented*), atau jika menggunakan tingkat input yang seminimal mungkin untuk menghasilkan tingkat output tertentu (*input-oriented*). Studi ini menggunakan *slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis* (SBM-DEA) untuk mengukur efisiensi. DEA merupakan pendekatan non parametrik yang membutuhkan sangat sedikit asumsi dalam mengukur efisiensi dibandingkan dengan pendekatan parametrik seperti stochastic frontier analysis (SFA). Di SFA, kita harus mendefinisikan fungsi produksi terlebih dahulu dan memperkirakan parameter dari data. Selain itu, karena penggunaan metode *maximum likelihood*, distribusi inefisiensi harus ditentukan terlebih dahulu. Di DEA, kita tidak mempertimbangkan hal ini. DEA telah banyak digunakan untuk menilai efisiensi teknis sektor industri, misalnya usaha kecil dan menengah (Pramono et al., 2019; Sari et al., 2018) dan industri kreatif (Handayani et al., 2020).

Berbeda dengan DEA constant returns-to-scale (CRS) dan variable returns-to-scale (VRS) yang didasarkan pada pengurangan (atau pembesaran) secara proporsional vektor input (output) dan tidak memperhitungkan slacks, SBM-DEA secara langsung mempertimbangkan kelebihan input dan kekurangan output yang disebut slacks (Tone, 2001). SBM-DEA mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: unit-invariance (yaitu, ukurannya invarian sehubungan dengan unit data), monotone (yaitu, ukurannya monoton menurun di setiap slacks input dan output), dan translation invariant (yaitu, ukurannya invarian di bawah *parallel translation* dari sistem koordinat yang diterapkan, lihat Ali and Seiford, 1990; Pastor, 1996). Selain itu, SBM DEA adalah *reference-set dependent*, yang menunjukkan bahwa ukuran ditentukan hanya oleh reference-set dan tidak dipengaruhi oleh statistik di seluruh kumpulan data. Apabila M adalah jumlah input dan N adalah jumlah DMU (dalam studi ini, $M = 6$ dan $N = 24$), untuk mengukur efisiensi, pemrograman fraksional berikut dirumuskan

$$\begin{aligned}
 \text{Min} \quad & \rho = \frac{1 - \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{s_i^-}{x_{io}}}{1 + \frac{s^+}{y_o}} \\
 \text{Subject to} \quad & x_o = \mathbf{X} \boldsymbol{\lambda} + s^- \\
 & y_o = \mathbf{Y} \boldsymbol{\lambda} - s^+ \\
 & \boldsymbol{\lambda} \geq \mathbf{0}, s^- \geq \mathbf{0}, s^+ \geq \mathbf{0},
 \end{aligned} \tag{1}$$

di mana $1 \geq \rho > 0$ adalah indeks yang memenuhi sifat unit-invariance dan monotone; \mathbf{X} adalah matriks input $M \times N$; \mathbf{Y} adalah vektor output $1 \times N$; $\boldsymbol{\lambda}$ adalah $N \times 1$ vektor konstanta; x_o dan y_o adalah input dan output dari DMU yang diselidiki; s^- dan s^+ masing-masing menunjukkan kelebihan input dan kekurangan output, yang disebut slacks.

Model (1) dapat diubah menjadi pemrograman linier menggunakan transformasi Charnes-Cooper (lihat Charnes and Cooper, 1962; Charnes et al., 1978) sebagai berikut. Mari kita kalikan Model (1) dengan variabel skalar $t (> 0)$. Hal ini menyebabkan tidak ada perubahan pada ρ . Kita akan menyesuaikan t sehingga penyebutnya menjadi 1 dengan tujuan untuk meminimalkan pembilangnya sebagai berikut

$$\begin{aligned}
\text{Min} \quad & \tau = t - \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{ts_i^-}{x_{io}} \\
\text{Subject to} \quad & 1 = t + \frac{ts^+}{y_o} \\
& \mathbf{x}_o = \mathbf{X} \boldsymbol{\lambda} + \mathbf{s}^- \\
& y_o = \mathbf{Y} \boldsymbol{\lambda} - \mathbf{s}^+ \\
& \boldsymbol{\lambda} \geq \mathbf{0}, \mathbf{s}^- \geq \mathbf{0}, \mathbf{s}^+ \geq \mathbf{0}, t > 0.
\end{aligned} \tag{2}$$

Model (2) adalah pemrograman nonlinier karena mengandung suku nonlinier ts^+ . Namun, kita dapat mengubahnya menjadi pemrograman linier sebagai berikut. Mari kita definisikan $S^- = ts^-$, $S^+ = ts^+$, dan $A = t\lambda$. Maka Model (2) menjadi:

$$\begin{aligned}
\text{Min} \quad & \tau = t - \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \frac{S_i^-}{x_{io}} \\
\text{Subject to} \quad & 1 = t + \frac{S^+}{y_o} \\
& t\mathbf{x}_o = \mathbf{X}\mathbf{A} + \mathbf{S}^- \\
& ty_o = \mathbf{Y}\mathbf{A} - \mathbf{S}^+ \\
& \mathbf{A} \geq \mathbf{0}, \mathbf{S}^- \geq \mathbf{0}, \mathbf{S}^+ \geq \mathbf{0}, t > 0.
\end{aligned} \tag{3}$$

Solusi optimalnya adalah $(\tau^*, t^*, \mathbf{A}^*, \mathbf{S}^*, \mathbf{S}^{+*})$. Kemudian kita memiliki solusi optimal dari Model 1 seperti yang didefinisikan oleh: $\rho^* = \tau^*$, $\lambda^* = \mathbf{A}^*/t^*$, $\mathbf{s}^{-*} = \mathbf{S}^*/t^*$, $\mathbf{s}^{+*} = \mathbf{S}^{+*}/t^*$. DMU disebut SBM-efisien jika $\rho^* = 1$; jika tidak, DMU dianggap tidak efisien. Pada penelitian ini, Asumsi VRS digunakan, karena asumsi ini relevan diterapkan dalam perekonomian Indonesia yang banyak mengalami distorsi.

4. Hasil dan pembahasan

Hasil dari pengukuran efisiensi dengan SBM-DEA ditunjukkan pada Tabel 2. Saya menggunakan kode ISIC sebagai nama DMU, misalnya DMU 10 adalah industri manufaktur makanan, DMU 31 berisi perusahaan di sektor furnitur, dan seterusnya. Skor efisiensi ditunjukkan pada kolom efisiensi. Menurut SBM-DEA, sektor manufaktur yang paling efisien adalah produk tembakau (kode ISIC: 12); kulit dan produk terkait serta alas kaki (15); kertas dan produk kertas (17); minuman bersoda dan produk minyak olahan (19); dan peralatan listrik (27). Sektor ini memiliki skor efisiensi satu. Sektor lainnya dianggap tidak efisien karena skor efisiensinya kurang dari satu.

Tabel 2. Hasil penelitian

DMU (ISIC Rev. 4)	Efficiency	DMU (ISIC Rev. 4)	Efficiency
10	0.456	22	0.395
11	0.565	23	0.413
12	1.000	25	0.505
13	0.598	26	0.575
14	0.365	27	1.000
15	1.000	28	0.523
16	0.376	29	0.466
17	1.000	30	0.416
18	0.453	31	0.527
19	1.000	32	0.440
20	0.434	33	0.373
21	0.542		

Sumber: Data diproses menggunakan Rstudio (2022)

5. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efisiensi industri manufaktur besar dan sedang di Provinsi Jawa Barat, Indonesia. SBM-DEA dengan pendekatan VRS digunakan untuk mencapai tujuan penelitian. Hasil menunjukkan bahwa dari 23 DMU yang diteliti, lima di antaranya dianggap paling efisien (lihat Tabel 2). Penelitian ini memerlukan penelitian selanjutnya dengan membandingkan temuan ini dengan penelitian tentang pengukuran efisiensi industri manufaktur kecil dan mikro karena hal ini dapat memberikan gambaran yang lebih holistik tentang kondisi industri manufaktur di Indonesia. Arah penelitian masa depan lainnya adalah melakukan analisis dengan menggunakan data panel. Dengan menggunakan data panel, lebih banyak informasi yang dapat diuraikan, dan dapat pula menjelaskan perubahan efisiensi. Sebaliknya, dalam data cross-sectional (seperti dalam penelitian ini), hanya dapat memberikan gambaran efisiensi yang sifatnya statis.

Referensi

- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA- solver Software and References*, Springer.
- Esquivias, M. A. & Harianto, S. K. (2020). Does competition and foreign investment spur industrial efficiency?: firm-level evidence from Indonesia. *Heliyon*, 6(8), e04494.
- Halim, R. E. (2010). Marketing productivity and profitability of Indonesian public listed manufacturing firms: An application of data envelopment analysis (DEA). *Benchmarking*, 17(6), 842-857.
- Handayani, N. U., Sari, D. P., Ulkhaq, M. M., Widharto, Y., & Fitriani, R. C. A. (2020). A data envelopment analysis approach for assessing the efficiency of sub-sectors of creative industry: A case study of batik enterprises from Semarang, Indonesia, *AIP Conference Proceedings*, 2217(1), 030038.
- Hulten, C. R. (2001). *Total factor productivity. A short biography*, in *New Developments in Productivity Analysis*, C. R. Hulten, E. R. Dean, and M. J. Harper (Eds.), University of Chicago Press, pp. 1-54.
- Ikhsan, M. (2007). Total factor productivity growth in Indonesian manufacturing: a stochastic frontier approach. *Global Economic Review*, 36(4), 321-342.
- Margono, H. & Sharma, S. C. (2006). Efficiency and productivity analyses of Indonesian manufacturing industries. *Journal of Asian Economics*, 17(6), 979-995.
- Pramono, S. N. W., Ulkhaq, M. M., Pujotomo, D., & Ardhini, M. A. (2019). Assessing the efficiency of small and medium industry: an application of data envelopment analysis, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 598(1), 012043.
- Primanthi, M. R. (2021). Characteristics of Indonesia's large and medium scale manufacturing industries: an exploratory analysis. (Ph.D. Dissertation). The Australian National University, Australia.
- Saputra, P. M. A. (2011). Analysis of technical efficiency of Indonesian manufacturing industries: An application of DEA. *International Research Journal of Finance and Economics*, 66, 107-116.
- Sari, D. P., Handayani, N. U., Ulkhaq, M. M., Budiawan, W., Maharani, D. L., & Ardi, F. (2018). A data envelopment analysis approach for assessing the efficiency of small and medium-sized wood-furniture enterprises: a case study, *MATEC Web of Conferences*, 204, 01015.
- Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2012). *Research Methods for Business Students (6th ed.)*. Pearson.
- Setiawan, M. & Sule, E. T. (2020). Technical efficiency and its determinants of the state- owned enterprises in the Indonesian manufacturing industry. *International Journal of Economics and Management*, 14(3), 331-342.
- Setiawan, M. Effendi, N. Heliati, R., & Waskito, A. S. A. (2019). Technical efficiency and its determinants in the Indonesian micro and small enterprises. *Journal of Economic Studies*, 46(6), 1157-1173.
- Sugiharti, L., Purwono, R., Primanthi, M. R., & Padilla, M. A. E. (2017). Indonesian productivity growth: evidence from the manufacturing sector in Indonesia. *Pertanika Journal of Social Science and Humanities*, 25, 29-44.
- Sulistyawati, S. N., & Suryani, A. W. (2022). Achieving operational efficiency through risk disclosure. *Asian Journal of Business and Accounting*, 15(1), 149-178.

- Ulkhaq, M. M. (2022). Assessing technical efficiency of large and medium manufacturing industry in West Java Province, Indonesia: A data envelopment analysis approach. *The ES Management and Business*, 1(1), 24-30.
- Ulkhaq, M. M., & Pratiwi, T. N. (2022). A data envelopment analysis approach to assess technical efficiency of large and medium manufacturing industry in Central Java Province, Indonesia. *International Economic and Finance Review*, 1(2), 54-65.
- Van Dijk, M., & Szirmai, A. (2011). The micro-dynamics of catch- up in Indonesian paper manufacturing. *Review of Income and Wealth*, 57(1), 61-83.