

PENGUKURAN EFISIENSI INDUSTRI MANUFAKTUR BESAR DAN SEDANG DI PROVINSI JAWA TENGAH

M. Mujiya Ulkhaq

Departemen Teknik Industri, Universitas Diponegoro, Semarang,
Indonesia

E-mail: ulkhaq@live.undip.ac.id

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

Cite this chapter (APA):

Ulkhaq, M. M. (2023). Pengukuran efisiensi industri manufaktur besar dan sedang di Provinsi Jawa Tengah. In M. M. Ulkhaq, C. A. P. Hapsari, & F. Azzahra (Eds.), *Several Perspectives in Industrial Engineering. Volume II: Celebrating 25 Years of Industrial Engineering Department of Diponegoro University* (pp. 106-119). Undip Press.

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. 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 menganalisis efisiensi industri manufaktur besar dan sedang khususnya di Provinsi Jawa Tengah.

2. LITERATURE REVIEW

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”). 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 6 (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.

3. DATA DAN VARIABEL

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, 2022b; 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 Lampiran.

4. METODE: DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Efisiensi mengacu pada kemampuan unit pengambil keputusan (*decision making unit* atau DMU), dalam penelitian ini adalah industri besar dan sedang di Provinsi Jawa Tengah, untuk meminimalkan *input* yang digunakan dalam memproduksi *output* pada tingkat tertentu; atau kemampuan untuk mendapatkan *output* maksimum dari input yang diberikan (Ulkhaq, 2022a). Efisiensi secara sederhana didefinisikan sebagai rasio *output* terhadap *input*. 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 DEA untuk mengukur efisiensi. DEA merupakan pendekatan non-parametrik yang membutuhkan 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 (Ulkhag, 2021a, b). Di DEA, kita tidak perlu 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).

Terdapat dua asumsi dalam *classical* DEA, yaitu *constant returns-to-scale* (CRS) atau sering disebut CCR (Charnes et al., 1978) dan *variable returns-to-scale* (VRS) atau sering disebut BCC (Banker et al., 1984). Model CRS mengasumsikan bahwa rasio antara penambahan *input* dan *output* adalah konstan (artinya, jika ada penambahan *input* sebesar x kali, maka *output* akan meningkat sebesar x kali juga). Selain itu, DMU juga diasumsikan beroperasi pada titik optimal (*frontier*). Sebaliknya, model VRS mengasumsikan bahwa DMU tidak beroperasi pada titik optimal. Selain itu, rasio antara penambahan *input* dan *output* tidak konstan tetapi variabel (artinya, penambahan *input* sebesar x kali tidak menyebabkan *output* meningkat sebesar x kali).

Apabila M adalah jumlah *input* dan N adalah jumlah DMU (dalam studi ini, $M = 6$ dan $N = 24$), efisiensi teknis untuk asumsi CRS dapat diestimasi dengan menyelesaikan pemrograman linear sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 & \phi, \\
 \text{Subject to } & X\lambda \leq x_o, \\
 & \phi y_o - Y\lambda \leq 0, \\
 & \lambda \geq 0,
 \end{aligned} \tag{1}$$

di mana $\phi \geq 1$ merupakan *output enlargement rate*, dinyatakan sebagai peningkatan proporsional dalam output yang dapat dicapai oleh DMU ke- i dengan jumlah input yang sama. X adalah matriks input $M \times N$ dan Y adalah vektor input $1 \times N$, λ adalah vektor konstanta $N \times 1$. Efisiensi θ

diberikan oleh $\theta = 1/\phi$. Untuk asumsi VRS, kita perlu menambahkan *constraint (subject to)* $I\lambda = 1$ pada formulasi program linear tersebut, di mana I adalah vektor satu ($1 \times N$). Saya menggunakan model DEA *output-oriented* karena sesuai dengan kondisi perekonomian Indonesia (Setiawan et al., 2012, 2019). Model ini berupaya memaksimalkan *output* saat menggunakan sejumlah *input*.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengukuran efisiensi dengan DEA ditunjukkan pada Tabel 1. Saya menggunakan kode ISIC sebagai nama DMU, misalnya DMU 10 adalah industri manufaktur makanan, DMU 31 berisi perusahaan di sektor furnitur, dan seterusnya (lihat Lampiran). Skor efisiensi ditunjukkan pada kolom efisiensi.

Menurut hasil perhitungan, sektor manufaktur yang paling efisien adalah produk tembakau (kode ISIC: 12); minuman bersoda dan produk minyak olahan (19); produk mineral bukan logam lainnya (23); peralatan listrik (27); kendaraan bermotor, trailer, dan semi-trailer (29); dan perbaikan dan pemasangan mesin dan peralatan (33). Sektor ini memiliki skor efisiensi satu. Sektor lainnya dianggap tidak efisien karena skor efisiensinya kurang dari satu. Antara VRS dan CRS, memberikan hasil yang sama untuk sektor yang efisien, namun tidak untuk sektor yang tidak efisien.

CRS mengasumsikan DMU berada pada *optimal scale*. DMU dengan *scale* yang besar akan bisa mendapatkan hasil (output) yang lebih besar dibandingkan dengan DMU dengan *scale* yang lebih kecil. Hal ini dapat diilustrasikan sebagai berikut. Misalkan industri dengan *scale* yang besar bisa membeli mesin yang menghasilkan output lebih banyak dibandingkan dengan industri kecil yang hanya mengandalkan tangan manusia (manual). Tidaklah bijaksana untuk membandingkan dua industri ini, sehingga asumsi CRS hanya masuk akal jika dan hanya jika diaplikasikan ke DMU pada *scale* yang sama.

Tabel 1. Skor efisiensi untuk sektor manufaktur besar dan menengah di Provinsi Jawa Tengah

DMU (ISIC Rev. 4)	Efisiensi (VRS)	Efisiensi (CRS)	Scale Efficiency
10	0.832	0.747	0.898
11	0.718	0.670	0.933
12	1.000	1.000	1.000
13	0.611	0.511	0.836
14	0.972	0.915	0.941
15	0.974	0.973	0.999
16	0.566	0.556	0.982
17	0.420	0.408	0.971
18	0.468	0.468	1.000
19	1.000	1.000	1.000
20	0.702	0.689	0.981
21	0.743	0.743	1.000
22	0.492	0.492	1.000
23	1.000	1.000	1.000
24	0.515	0.482	0.936
25	0.531	0.527	0.992
26	0.678	0.612	0.903
27	1.000	1.000	1.000
28	0.529	0.526	0.994
29	1.000	1.000	1.000
30	0.586	0.537	0.916
31	0.529	0.522	0.987
32	0.711	0.709	0.997
33	1.000	1.000	1.000

Dengan VRS, asumsi DMU berada pada *optimal scale* boleh tidak diaplikasikan (*can be relaxed*), sehingga kita bisa membandingkan DMU dengan *scale* yang berbeda-beda. DMU kemudian akan dibandingkan dengan DMU lain dengan *scale* yang “sama” atau “mirip” atau “sejenis”, tidak dibandingkan dengan *scale* yang sangat berbeda. Hal ini kemudian melatarbelakangi munculnya istilah *scale efficiency* (SE). Efisiensi pun kemudian dibagi menjadi dua: SE dan “*pure*” *technical efficiency*. SE dihitung dengan membagi nilai efisiensi yang diperoleh dengan asumsi CRS dan nilai efisiensi yang diperoleh dengan asumsi VRS ($SE = CRS/VRS$). Sedangkan “*pure*” *efficiency* adalah nilai

efisiensi dengan menggunakan asumsi VRS. Secara umum, nilai efisiensi CRS tidak melampaui nilai efisiensi VRS ($CRS \leq VRS$).

SE DMU_A akan diinterpretasikan sebagai rasio rata-rata output DMU yang beroperasi pada *scale* tertentu (yang mempunyai *scale* yang sama/mirip dengan DMU_A) terhadap rasio rata-rata output semua DMU yang sedang diteliti (yang bisa jadi mempunyai *scale* yang berbeda dengan DMU_A). Nilai efisiensi VRS DMU_A adalah rasio rata-rata output DMU yang beroperasi pada *scale* tertentu (yang mempunyai *scale* yang sama/mirip dengan DMU_A) terhadap DMU_A itu sendiri. Kemudian, nilai efisiensi CRS DMU_A adalah rasio rata-rata output semua DMU yang sedang diteliti (yang bisa jadi mempunyai *scale* yang berbeda dengan DMU_A) terhadap DMU_A itu sendiri. Apabila SE mendekati 1, maka DMU tersebut *scale*-nya sama/mirip dengan rata-rata DMU yang sejenis/mirip. Apabila SE mendekati 1 tetapi nilai efisiensinya kecil, maka meskipun DMU tersebut efisien ketika dibandingkan dengan DMU yang sejenis, namun ketika dibandingkan dengan DMU lainnya yang *scale*-nya berbeda, maka efisiensi DMU tersebut kecil. Apabila diterapkan pada penelitian ini, maka DMU yang mempunyai sifat seperti ini adalah industri *printing and reproduction of recorded media; pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products; dan rubber and plastic products*.

6. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efisiensi industri manufaktur besar dan sedang di Provinsi Jawa Tengah. DEA dengan asumsi VRS dan CRS digunakan untuk mencapai tujuan penelitian. Hasil menunjukkan bahwa dari 24 DMU yang diteliti, enam di antaranya dianggap paling efisien (lihat Tabel 1). 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.

DAFTAR PUSTAKA

- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Models for the estimation of technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30, 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- 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.
- Sulistiyawati, 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. (2021a). Metode stochastic frontier analysis untuk mengukur efisiensi di sektor pendidikan. *Sainteknologi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 19(2), 65-73.
- Ulkhaq, M. M. (2021b). Efficiency analysis of Indonesian schools: A stochastic frontier analysis using OECD PISA 2018 data. In *2nd*

- International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Asia Pacific Conference*, Surakarta, Indonesia.
- Ulkhaq, M. M. (2022a). Efisiensi vs. Efektivitas. In M. M. Ulkhaq, C. A. P. Hapsari, & F. Azzahra (Eds.), *Several Perspectives in Industrial Engineering. Volume I: A Tribute to Dr. Bambang Purwanggono Sukarsono* (pp. 313-328). Undip Press.
- Ulkhaq, M. M. (2022b). *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.

Lampiran. Data yang digunakan

ISIC, Rev. 4	Number of companies	Number of employees	Cost (in thousand rupiahs)						Total output value (in thousand rupiahs)
			Labour	Raw materials	Fuel	Other materials	Electricity	Fixed capital	
10 Food	934	90,990	2,988,292,182	50,007,181,547	708,194,530	7,591,093,309	658,195,912	401,108,872	99,724,280,045
11 Beverage	60	6,893	290,880,724	2,237,859,449	32,342,391	677,423,682	53,057,413	9,905,854	5,850,236,875
12 Tobacco products	207	145,878	4,112,428,689	31,956,306,193	120,932,479	2,066,786,935	70,409,191	7,890,842	124,537,499,574
13 Textiles	442	148,914	5,137,080,406	38,082,123,156	379,975,313	4,428,032,606	2,523,191,483	21,571,064	76,057,805,806
14 Wearing apparels	569	276,211	9,723,146,027	17,488,321,181	224,618,139	3,515,790,449	300,543,210	180,458,861	66,657,476,414
15 Leather and related products and footwear	56	78,469	2,964,590,308	3,861,803,358	29,685,956	1,211,506,117	303,679,496	82,285,514	15,078,864,186
16 Wood and products of wood and cork, except furniture, and articles of straw and plaiting materials, bamboo, rattan, and the like	281	73,082	2,397,639,749	9,971,413,899	88,958,267	1,268,355,541	242,761,172	36,306,716	22,377,364,261
17 Paper and paper products	81	16,277	704,190,873	5,632,790,526	99,913,559	610,917,742	227,757,501	41,425,654	8,832,170,173
18 Printing and reproduction of recorded media	151	17,149	736,971,019	4,237,297,402	84,772,172	453,061,685	109,301,562	26,531,645	7,853,883,948
19 Coke, refined petroleum products	15	1,766	96,535,119	67,650,782,305	373,542,474	4,280,535,250	30,027,655	13,594,405	107,656,123,516
20 Chemicals and chemical products	117	17,111	744,762,187	11,064,629,581	65,894,814	1,768,119,820	546,994,700	44,197,683	21,271,982,752
21 Pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products	64	58,437	999,009,849	5,839,291,923	79,511,810	3,239,447,074	142,370,617	22,268,725	17,173,839,121
22 Rubber and plastic products	237	58,437	2,051,123,268	10,703,157,925	61,605,391	798,101,670	505,438,168	176,465,456	20,639,335,682
23 Other non-metallic mineral products	175	16,923	794,482,442	10,202,494,979	867,541,511	11,108,122,924	1,606,332,950	181,640,156	33,312,742,922
24 Basic metals	36	7,347	362,909,179	2,832,146,642	18,856,931	230,971,063	26,706,902	1,887,743	5,310,712,864

ISIC, Rev. 4	Number of companies	Number of employees	Cost (in thousand rupiahs)						Total output value (in thousand rupiahs)	
			Labour	Raw materials	Fuel	Other materials	Electricity	Fixed capital		
25	Fabricated metal products, except machinery and equipment	101	6,791	305,536,186	1,325,036,814	11,569,864	157,887,141	16,558,247	3,413,545	2,807,248,255
26	Computers, electronic and optical products	17	6,768	260,533,632	2,661,828,981	5,333,986	362,422,087	16,714,078	1,375,241	4,202,273,658
27	Electrical equipment	17	13,685	214,349,641	3,096,020,947	2,435,709	177,806,713	10,257,573	1,202,574	5,200,377,392
28	Machinery and equipment n.e.c	46	4,701	247,051,186	792,176,845	40,564,885	243,315,032	60,983,671	17,037,776	1,734,788,108
29	Motor vehicles, trailers, and semi-trailers	21	13,685	853,493,825	1,752,842,193	37,613,613	517,848,990	35,726,311	10,727,151	7,741,654,440
30	Others transport equipment	24	5,163	271,361,530	1,203,395,046	6,348,810	233,899,910	57,858,878	3,845,578	2,548,143,912
31	Furniture	496	55,090	1,811,280,516	5,973,216,655	60,172,589	891,844,437	97,725,520	34,197,620	12,739,355,735
32	Others	206	58,665	1,955,575,229	2,166,036,151	13,096,877	315,270,016	36,362,451	5,367,609	6,085,926,384
33	Repair and installation of machinery and equipment	19	1,193	61,454,856	134,744,517	3,034,258	48,749,610	11,788,748	476,571	568,232,220