

PENGUKURAN EFISIENSI SEKTOR LOGISTIK MENGGUNAKAN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

M. Mujiya Ulkhaq^{1*}

¹Departemen Teknik Industri, Universitas Diponegoro, Tembalang, Semarang 50275

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

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis efisiensi sektor logistik suatu negara dengan menggunakan *data envelopment analysis* (DEA). Penelitian ini memanfaatkan data *logistics performance index* (LPI) tahun 2023 dari Bank Dunia. Terdapat enam indikator LPI, tiga indikator berfungsi sebagai output (yaitu, pengiriman internasional, ketepatan waktu, serta pelacakan dan pemantauan) dan tiga indikator lainnya berfungsi sebagai input (yaitu, kualitas dan kompetensi layanan logistik, infrastruktur, dan kepabeanaan). DEA dengan *constant returns-to-scale* dan *input-oriented* diaplikasikan dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Singapura mempunyai nilai efisiensi tertinggi dibanding 139 negara lainnya yang disurvei pada LPI 2023, sementara Libya mempunyai nilai efisiensi paling rendah. Indonesia duduk pada peringkat 63 dengan nilai efisiensi 0,279. Penelitian ini memungkinkan sebagai alat perbandingan (*benchmarking*) secara internasional karena membandingkan kinerja logistik dengan pada berbagai negara.

Kata kunci: data envelopment analysis, efisiensi, logistics performance index, logistik

1. PENDAHULUAN

Kinerja sektor logistik suatu negara dapat dianggap sebagai fasilitator sektor perdagangan [1]. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa logistik merupakan salah satu elemen kunci dalam perdagangan [2], dan kinerja logistik secara signifikan mempengaruhi volume perdagangan bilateral. Selain itu, industri logistik diakui sebagai salah satu pilar pengembangan utama oleh para pembuat kebijakan di seluruh dunia. Lebih lanjut, *logistics performance index* (LPI) yang dikeluarkan oleh Bank Dunia dianggap sebagai *proxy* yang baik untuk mengukur kinerja logistik suatu negara [2]. Hal ini disebabkan oleh kemampuan LPI untuk membedakan atribut kualitas logistik antarnegara dan memberikan gambaran tentang prosedur kepabeanaan, biaya logistik, serta kualitas infrastruktur yang diperlukan untuk transportasi darat dan laut. LPI juga dianggap sebagai alat *benchmarking* yang membantu negara-negara mengidentifikasi peluang serta tantangan yang mereka hadapi dalam kinerja logistik dan upaya perbaikan yang dapat dilakukan. Ketika LPI pertama kali dirilis pada tahun 2007, hal ini memicu diskusi mengenai peran logistik dalam ekspansi ekonomi global. LPI juga semakin sering digunakan oleh otoritas politik untuk mengembangkan strategi. Sebagai contoh, *European Commission* telah menggunakan LPI dalam *Transport Evaluation Panel*, serta dalam evaluasi kinerjanya di Customs Union [3]. LPI ini dikembangkan dengan memasukkan enam indikator berikut: infrastruktur, kepabeanaan, kualitas dan kompetensi layanan logistik, pengiriman internasional, ketepatan waktu, serta pelacakan dan pemantauan.

Kinerja sektor logistik berkaitan dengan seberapa efisien rantai pasokan menghubungkan perusahaan dengan peluang domestik dan internasional [4]. Kinerja sektor logistik yang tidak efisien meningkatkan biaya perdagangan dan membatasi potensi integrasi global. Bagi negara-negara berkembang yang berusaha berpartisipasi dalam pasar global, hal ini menjadi beban yang cukup signifikan.

Literatur menyarankan untuk mengukur efisiensi dengan menggunakan metode *frontier*, baik dalam bentuk non-parametrik, seperti *data envelopment analysis* (DEA), *free disposal hull* (FDH), atau bentuk parametrik, seperti *stochastic frontier analysis* (SFA). Metode frontier telah menarik perhatian dari para peneliti karena konsep frontier secara akurat menggambarkan karakteristik penting dalam pengukuran efisiensi. Metode ini berusaha menilai seberapa baik suatu organisasi mencapai output maksimum dengan konsumsi input yang minimum. SFA telah lama dikritik karena bergantung pada asumsi parametrik yang cukup membatasi, seperti fungsi produksi dan asumsi terkait inefisiensi dan *random noise*. Di sisi lain, DEA “melonggarkan” asumsi-asumsi tersebut; selain itu, DEA dapat menangani banyak output dengan lebih sederhana dibandingkan dengan SFA. Karena alasan-alasan inilah, metode non-parametrik, yaitu DEA, digunakan dalam penelitian ini. DEA telah banyak digunakan untuk menilai efisiensi di berbagai sektor, seperti pendidikan [5, 6, 7], sektor industri [8, 9, 10, 11], usaha kecil dan menengah [12, 13], dan perbankan [14, 15, 16].

Mengingat bahwa penelitian ini memungkinkan adanya perbandingan internasional, maka penelitian ini diharapkan dapat berfungsi sebagai alat *benchmarking*, membandingkan kinerja logistik pada negara-negara yang berbeda. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menunjukkan bahwa proses pengambilan keputusan dapat difasilitasi oleh penggunaan *big data* seperti ini [17]. Selain itu, penelitian ini juga dapat berfungsi sebagai *updating* pada penelitian sebelumnya, yang menggunakan data LPI versi sebelumnya, misalnya [2, 18, 19].

2. METODE

DEA merupakan *tools* yang digunakan untuk mengukur efisiensi dari unit pengambil keputusan (*decision-making unit*/DMU). Secara khusus, DEA menilai kemampuan sebuah DMU untuk memperoleh output yang maksimum dari suatu input yang diberikan, atau secara ekuivalen, meminimalkan input untuk menghasilkan output yang sudah ditentukan [20]. DEA mempunyai dua asumsi: *constant returns-to-scale* (CRS) sebagaimana diusulkan oleh [21] dan *variable returns-to-scale* (VRS) oleh [22]. Model VRS mengasumsikan bahwa pengembalian skala yang variabel (berubah-ubah), sedangkan model CRS didasarkan pada asumsi pengembalian skala yang konstan. Selain itu, terdapat dua spesifikasi yang berbeda, yaitu *input-oriented* (IO) dan *output-oriented* (OO). Dalam spesifikasi IO, DMU meminimalkan input sambil mempertahankan tingkat output yang sama. Di sisi lain, dalam spesifikasi OO, DMU memaksimalkan output mereka dengan mempertahankan input tetap. Dalam studi ini, spesifikasi CRS-IO digunakan, mengikuti [2] karena negara-negara diasumsikan berusaha meminimalkan input mereka dan tidak dapat dengan mudah meningkatkan output mereka, setidaknya dalam jangka pendek.

Production possibility set untuk CRS (P_{CRS}) didefinisikan sebagai:

$$P_{CRS} = \{(x, y) \mid x \geq \mathbf{X}\lambda, y \leq \mathbf{Y}\lambda, \lambda \geq \mathbf{0}\}, \quad (1)$$

di mana (x, y) adalah aktivitas yang termasuk dalam P , \mathbf{X} adalah matriks input berukuran $m \times N$, \mathbf{Y} adalah matriks output berukuran $s \times N$, s adalah jumlah output, m adalah jumlah input, N adalah jumlah DMU, dan λ adalah vektor intensitas non-negatif. CRS-DEA dengan spesifikasi IO mengevaluasi efisiensi DMU_o ($o = 1, 2, \dots, N$) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta \\ \text{subject to} \quad & \theta x_o - \mathbf{X}\lambda \geq 0 \\ & \mathbf{Y}\lambda \geq y_o \\ & \lambda \geq \mathbf{0}, \end{aligned} \quad (2)$$

di mana θ ($0 \leq \theta \leq 1$) adalah nilai efisiensi untuk setiap DMU.

3. DATA

Data diambil dari data LPI 2023 yang terbaru. LPI yang dikeluarkan oleh Bank Dunia didasarkan pada survei global terhadap para profesional bidang logistik yang mengumpulkan informasi tentang “kemudahan” logistik (yaitu, seberapa mudah atau sulit mereka dalam menghadapi permasalahan logistik) di negara tempat mereka beroperasi. Dalam edisi LPI 2023, sebanyak 139 terlibat dalam survei.

Enam indikator LPI adalah: (1) efisiensi pengelolaan bea dan proses perbatasan (CUSTOMS); (2) kualitas infrastruktur perdagangan dan transportasi (INFRASTRUCTURE); (3) kemudahan dalam mengatur pengiriman dengan harga yang kompetitif (SHIPMENTS); (4) kompetensi dan kualitas layanan logistik (QUALITY); (5) frekuensi pengiriman yang mencapai penerima dalam waktu pengiriman yang dijadwalkan atau diharapkan (TIMELINESS); dan (6) kemampuan untuk melacak dan memantau kiriman (TRACKING-TRACING). Skor untuk setiap indikator berkisar antara 1 hingga 5, di mana skor tertinggi (atau lima) mewakili kinerja logistik terbaik. Indikator-indikator ini dikelompokkan menjadi dua kategori [4]: (1) input ke dalam rantai pasokan (yaitu: CUSTOMS, INFRASTRUCTURE, dan QUALITY), dan (2) output atau hasil kinerja rantai pasokan (yaitu: SHIPMENTS, TIMELINESS, dan TRACKING-TRACING).

Statistik deskriptif dari input dan output yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan dalam Tabel 1. Dari 139 negara yang disurvei, Singapura mendapatkan nilai tertinggi di semua input dan output kecuali SHIPMENTS, di mana Finlandia mendapatkan ranking tertinggi dalam SHIPMENTS dan TIMELINESS (bersama dengan Singapura). Di sisi lain, negara terburuk kinerjanya adalah: Somalia untuk CUSTOMS dan QUALITY, Afghanistan dan Libya untuk INFRASTRUCTURE, Afghanistan untuk SHIPMENTS dan TRACKING-TRACING, serta Angola dan Kamerun untuk TIMELINESS.

Tabel 1. Statistika Deskriptif Input dan Output

Variabel	Mean	Median	Std. Dev.	Min.	Max
CUSTOMS	2,8	2,7	0,6	1,5	4,2
INFRASTRUCTURE	2,9	2,7	0,7	1,7	4,6
QUALITY	3,0	2,9	0,6	1,8	4,4
SHIPMENTS	2,9	2,9	0,5	1,7	4,1
TIMELINESS	3,2	3,2	0,6	2,1	4,3
TRACKING-TRACING	3,1	3,0	0,7	1,6	4,4

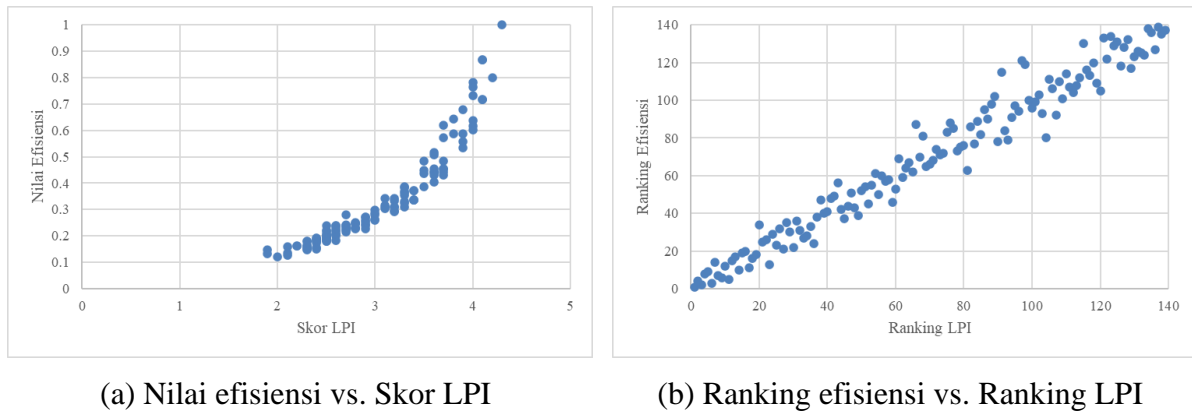
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

DEA dengan IO dan asumsi CRS digunakan untuk mengukur efisiensi masing-masing negara yang disurvei dalam LPI edisi 2023. Perlu dicatat bahwa input diukur dengan asumsi transformasi menurun monoton (yaitu, skor maksimum lima dikurangi dengan skor aktual, lihat [2]). Tabel 2 menunjukkan hasil untuk dua puluh negara terbaik dan terburuk berdasarkan kinerja logistik mereka. Dapat diamati bahwa negara terbaik umumnya berasal dari negara-negara berpenghasilan tinggi. Di sisi lain, dua puluh negara terburuk sebagian besar terletak di benua Afrika (misalnya, Somalia, Angola, Libya). Indonesia duduk pada peringkat 63 dengan nilai efisiensi 0,279.

Tabel 2. Dua Puluh Negara Terbaik dan Terburuk dalam Efisiensi Sektor Logistik

Peringkat	Negara	Nilai Efisiensi	Peringkat	Negara	Nilai Efisiensi
Dua puluh negara terbaik:					
1	Singapura	1.000	11	Korea Selatan	0.643
2	Denmark	0.869	12	Hong Kong	0.636
2	Swiss	0.869	13	Norwegia	0.620
4	Finlandia	0.800	14	Austria	0.615
4	Swedia	0.781	15	Uni Emirat Arab	0.601
6	Kanada	0.764	16	Amerika Serikat	0.587
7	Belgia	0.733	17	Perancis	0.587
8	Jerman	0.716	18	Australia	0.573
8	Belanda	0.716	19	Spanyol	0.558
10	Jepang	0.678	20	Taiwan	0.533
Dua puluh negara terburuk:					
120	Guyana	0.179	130	Bolivia	0.157
121	Albania	0.179	131	Gambia	0.151
122	Sudan	0.173	131	Madagaskar	0.151
123	Syria	0.166	133	Liberia	0.150
124	Yaman	0.163	134	Burkina Faso	0.149
125	Kuba	0.161	135	Afghanistan	0.148
126	Venezuela	0.160	136	Kamerun	0.135
126	Haiti	0.160	137	Libya	0.132
128	Kirgiztan	0.159	138	Angola	0.127
129	Fiji	0.158	139	Somalia	0.122

Hasil DEA (nilai efisiensi) dibandingkan dengan skor LPI. Dua analisis dilakukan. Yang pertama adalah menggunakan koefisien korelasi Pearson untuk mengukur asosiasi antara skor efisiensi dan skor LPI. Hasil menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif yang kuat antara kedua skor ini ($r = 0,9285$), lihat Gambar 1 (a) untuk pemetaan dua dimensi. Analisis kedua dilakukan dengan menggunakan koefisien korelasi peringkat Spearman untuk mengukur asosiasi antara peringkat DEA dan peringkat LPI. Hasil menunjukkan bahwa korelasi juga kuat dan positif ($r_s = 0,9811$), lihat Gambar 1 (b).



Gambar 1. Run Chart

5. KESIMPULAN

Dengan menggunakan DEA, tingkat efisiensi negara-negara yang berpartisipasi dalam LPI tahun 2023 sudah diketahui. Metode ini memberikan informasi yang menarik tentang posisi benchmarking negara-negara terkait kinerja sektor logistiknya. Hasilnya mengungkapkan bahwa lima negara Singapura memiliki efisiensi (relatif) terbaik di antara negara-negara lainnya, sementara Somalia dianggap mempunyai tingkat efisiensi yang paling rendah. Indonesia duduk pada peringkat 63 dengan nilai efisiensi 0,279

Untuk penelitian di masa depan, disarankan untuk mengidentifikasi determinan (faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi) nilai efisiensi. Peneliti bisa jadi tidak hanya ingin mengetahui tingkat efisiensi untuk setiap negara, tetapi juga faktor-faktor yang mempengaruhinya. Selanjutnya, penelitian yang menarik lainnya adalah dengan melakukan analisis terhadap edisi LPI sebelumnya (menggunakan data panel). Salah satu keunggulan utama menggunakan data panel adalah bahwa data tersebut mengandung lebih banyak informasi dibandingkan dengan data *cross-sectional*, karena pengamatan dilakukan secara berulang. Hal ini memungkinkan peneliti untuk mempertimbangkan heterogenitas yang mungkin terjadi, yang tidak dapat diukur jika menggunakan data *cross-sectional*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Korinek and P. Sourdin, "To what extent are high-quality logistics services trade facilitating?" *OECD Trade Policy Papers*, No. 108, OECD Publishing, Paris, 2011.
- [2] L. Martí, R. Puertas, and L. García, "The importance of the Logistics Performance Index in international trade," *Applied Economics*, vol. 46, no. 24, pp. 2982-2992, 2014.
- [3] H. X. das Chagas, V. A. de Moura, R. M. N. de Oliveira, N. de Macedo Ferreira, and G. K. Akabane, "Brazilian foreign trade: a logistics performance index analysis into the global environment," In *POMS International Conference*, PUC-Rio December 10-12, Rio de Janeiro, Brazil, 2018.
- [4] J. -F. Arvis, L. Ojala, C. Wiederer, B. Shepherd, A. Raj, K. Dairabayeva, and T. Kiiski, *Connecting to Compete 2018 Trade Logistics in the Global Economy: The Logistics Performance Index and Its Indicators*. Washington, D.C.: World Bank Group, 2018.
- [5] M. M. Ulkhaq, G. Oggioni, and R. Riccardi, "Two-stage super-efficiency model for measuring efficiency of education in South-East Asia," *Decisions in Economics and Finance*, in-press, 2024.
- [6] R. Purwaningsih, H. Prastawa, F. Azzahra, N. P. Maypemi, and M. M. Ulkhaq, "A resource allocation model for higher education based on the combination of efficiency measurement and market position mapping," *3rd Asia Pacific Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Johor Bahru, Malaysia September 13-15, 2022.
- [7] T. Agasisti and P. Zoido, "The efficiency of schools in developing countries, analysed through PISA 2012 data," *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 68, p. 100711, 2019.

- [8] N. U Handayani, D. P. Sari, M. M. Ulkhaq, Y. Widharto, and R. C. A. Fitriani, "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*, vol. 2217, no. 1, p. 030038, 2020.
- [9] M. M. Ulkhaq, "Assessing technical efficiency of large and medium manufacturing industry in West Java Province, Indonesia: a data envelopment analysis approach," *The ES Management and Business*, vol. 1, no. 1, pp. 24-30, 2022.
- [10] M. M. Ulkhaq, "Pengukuran efisiensi industri manufaktur besar dan sedang di Provinsi Jawa Tengah," In *Several Perspectives in Industrial Engineering. Volume II: Celebrating 25 Years of Industrial Engineering Department of Diponegoro University* (pp. 106-119). Undip Press, 2023.
- [11] M. M. Ulkhaq, and T. N. Pratiwi, "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*, vol. 1, no. 2, pp. 54-65, 2022.
- [12] D. P. Sari, N. U. Handayani, M. M. Ulkhaq, W. Budiawan, D. L. Maharani, and F. Ardi, "A data envelopment analysis approach for assessing the efficiency of small and medium-sized wood-furniture enterprises: a case study," *MATEC Web of Conferences*, vol. 204, p. 0101, 2018.
- [13] S. N. W. Pramono, M. M. Ulkhaq, D. Pujotomo, and M. A. Ardhini, "Assessing the efficiency of small and medium industry: an application of data envelopment analysis," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 598, no. 1, p. 012043, 2019.
- [14] M. M. Ulkhaq, "Technical efficiency of Indonesian sharia banks: A data envelopment analysis approach," *Al-Muhasib: Journal of Islamic Accounting and Finance*, vol. 3, no. 1, pp. 86-99, 2023.
- [15] M. M. Ulkhaq, "A slack-based measure of efficiency in data envelopment analysis to assess efficiency of Indonesian sharia banks," *Khatulistiwa*, vol. 13, no. 1, pp. 37-46, 2023.
- [16] M. M. Ulkhaq, "Measuring the efficiency of sharia business units of Indonesian private banks: a data envelopment analysis approach," *Journal of Islamic Economics, Management, and Business*, vol. 4, no. 2, pp. 207-214, 2022.
- [17] V. K. Ojha, S. Goyal, and M. Chand, "A Review of Data Driven Decision Making in Advance Manufacturing Systems," *Computer Integrated Manufacturing Systems*, vol. 28, no. 11, pp. 172-182, 2022.
- [18] L. Martí, J. C. Martín, and R. Puertas, "A DEA-logistics performance index," *Journal of Applied Economics*, vol. 20, no. 1, pp. 169-192, 2017.
- [19] M. M. Ulkhaq, "A slack-based measure of efficiency to assess logistics performance," in C.R. Zahra, R.I. Liperda, and H.M. Aqil (Eds.), *Sustainable Supply Chain towards Circular Economy in SMEs* (pp. 125-139). UNDIP Press, 2024.
- [20] W. W. Cooper, L. M. Seiford, and K. Tone, *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA-solver Software and References*. Springer, 2006.
- [21] A. Charnes, W. W. Cooper, and E. Rhodes, "Measuring the efficiency of decision making units," *European Journal of Operational research*, vol. 2, no. 6, pp. 429-444, 1978.
- [22] R. D. Banker, A. Charnes, and W. W. Cooper, "Models for the estimation of technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis," *Management Science*, vol. 30, pp. 1078-1092, 1984.