

Evaluasi Efisiensi Kinerja Pelabuhan Petikemas Menggunakan Data Envelopment Analysis (Studi Kasus: PT Pelabuhan Indonesia)

Evaluation of Container Port Performance Efficiency Using Data Envelopment Analysis (Case Study: PT Pelabuhan Indonesia)

Intan Nur Widyah^{a,1}, Gita Kurnia^{a,2*}, Harummi Sekar Amarilies^{a,3}

^a Program Studi Teknik Logistik, Universitas Pertamina, Jakarta 12220, Indonesia.

¹ 102418097@student.universitaspertamina.ac.id, ^{2*} gita.kurnia@universitaspertamina.ac.id,

³ harummi.sa@universitaspertamina.ac.id

*corresponding e-mail: gita.kurnia@universitaspertamina.ac.id

ABSTRACT

Ports are the backbone of international trade with more than 90% of global trade using sea transportation. Due to the increasing containerization, container ports have an important role in maritime trade both domestically and globally. During 2016-2019, the overall Indonesian sea transportation index continued to increase. However, when compared to countries in the Southeast Asia Region, in 2018-2019 Indonesia's sea transportation was ranked 77, which is still far below Malaysia (ranked 19th) and Thailand (ranked 54th) out of 141 countries. A country's sea transportation index is influenced by port efficiency. This study aims to analyze the efficiency level of container ports located in the operating area of PT Pelabuhan Indonesia (Persero) using the Data Envelopment Analysis (DEA) method and to determine improvement targets for inefficient ports. In this study, the input used consists of the area of the container stacking yard, the length of the berth, and the number of quay cranes and yard cranes with the output to be generated in the form of the number of container throughput and ship calls. The results showed that Tanjung Priok Port, Pontianak Port, Belawan Port and Tanjung Perak Port were efficient, which means that those ports have utilized their resources (input) optimally so that they can produce maximum output. Meanwhile, Panjang Port, Teluk Bayur Port and Palembang Port are inefficient, thus they need to improve the container throughput according to the projected results of 103%, 112% and 38%, respectively.

Keywords : Container, Data Envelopment Analysis, Efficiency, Port.

ABSTRAK

Pelabuhan merupakan tulang punggung perdagangan internasional dengan lebih dari 90% perdagangan global menggunakan transportasi laut. Sehubungan dengan meningkatnya kontainerisasi, pelabuhan petikemas memiliki peran penting terhadap perdagangan maritim baik domestik maupun global. Pada rentang tahun 2016-2019, indeks transportasi laut Indonesia keseluruhan terus mengalami peningkatan. Akan tetapi, jika dibandingkan dengan negara tetangga di Kawasan Asia Tenggara, pada tahun 2018-2019 posisi transportasi laut Indonesia menempati peringkat 77, dimana masih berada jauh di bawah Malaysia yang menempati peringkat 19 dan Thailand dengan peringkat 54 dari 141 negara. Indeks transportasi laut suatu negara dipengaruhi oleh efisiensi pelabuhan. Penelitian ini bertujuan untuk

menganalisis tingkat efisiensi pelabuhan petikemas yang berada pada wilayah operasi PT Pelabuhan Indonesia (Persero) dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) dan untuk menentukan target perbaikan untuk pelabuhan yang tidak efisien. Pada penelitian ini *input* yang digunakan terdiri dari luas lapangan penumpukan petikemas, panjang dermaga, jumlah *quay crane* dan *yard crane* dengan *output* yang akan dihasilkan berupa jumlah *container throughput* dan *ship calls*. Hasil penelitian menunjukkan Pelabuhan Tanjung Priok, Pelabuhan Pontianak, Pelabuhan Belawan dan Pelabuhan Tanjung Perak sudah efisien, yang artinya pelabuhan sudah memanfaatkan sumber daya (*input*) yang dimiliki dengan optimal sehingga dapat menghasilkan *output* yang maksimal. Sementara Pelabuhan Panjang, Pelabuhan Teluk Bayur dan Pelabuhan Palembang belum efisien dan membutuhkan tindakan perbaikan berupa penambahan jumlah *container throughput* sesuai dengan hasil proyeksi masing-masing sebesar 103%, 112% dan 38%.

Kata kunci : *Data Envelopment Analysis*, Efisiensi, Pelabuhan, Petikemas

A. Pendahuluan

Pelabuhan merupakan tulang punggung perdagangan internasional dengan lebih dari 90% perdagangan global menggunakan transportasi laut (UNCTAD 2018). UNCTAD dalam (Cabral and Ramos 2018) menyatakan bahwa proporsi pengiriman internasional dalam muatan petikemas meningkat dari 10,5% menjadi 16%, dengan perkiraan tingkat pertumbuhan sebesar 6,6% per tahun atau secara keseluruhan sekitar 1,3 miliar ton muatan diangkut menggunakan petikemas. Pada tahun 2020, Asia mempertahankan posisinya sebagai global *hub* untuk lalu lintas pelabuhan petikemas dengan hampir 70% arus petikemas berasal dari negara Asia (UNCTAD 2021). Dalam Rencana Induk Pembangunan Nasional (RIPN) juga disebutkan bahwa terjadi pertumbuhan volume petikemas yang cukup signifikan yang didorong oleh adanya kontainerisasi terhadap perdagangan global. Hal tersebut menegaskan pentingnya peran

pelabuhan petikemas terhadap perdagangan maritim baik domestik maupun global.

Dalam hal pengelolaan dan pengembangan pelabuhan, Pemerintah (Bappenas serta Kementerian Perhubungan) bekerja sama dengan PT Pelabuhan Indonesia (Persero). PT Pelabuhan Indonesia (Persero) atau Pelindo merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang logistik pengelolaan dan pengembangan pelabuhan di Indonesia. Pelindo merupakan perusahaan hasil integrasi dari empat (4) BUMN Pelabuhan yaitu PT Pelindo I (Persero), PT Pelindo II (Persero), PT Pelindo III (Persero) dan PT Pelindo IV (Persero). Saat ini Pelindo mengelola 96 pelabuhan yang mencakup 32 provinsi.

Berdasarkan Laporan Tahunan Pelindo, arus petikemas terus mengalami peningkatan yang signifikan pada tahun 2017 hingga 2021. Pada tahun 2020 arus petikemas sempat mengalami penurunan sebesar 9,64% akibat pandemi Covid-19. Akan tetapi

sehubungan dengan mulai pulihnya ekonomi global, sepanjang tahun 2021 arus petikemas mengalami peningkatan rata-rata sebesar 7,45% yaitu dari 15,53 menjadi 16,69 juta TEUs. Peningkatan aktivitas ekspor-impor menandakan adanya peningkatan produktivitas pelabuhan (Kaisar et al. 2006). Tren aktivitas ekspor dan impor diperkirakan akan terus meningkat sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi negara (UNCTAD 2021). Berdasarkan laporan “*Review Maritime Transport 2018*” yang dikeluarkan oleh UNCTAD, disebutkan bahwa dalam hal produktivitas suatu pelabuhan tidak terlepas dari tingkat efisiensi dan efektivitas kinerja pelabuhan itu sendiri. Efisiensi juga memainkan peran kunci dalam persaingan pelabuhan (*port competitiveness*) (Luo 2013) dan oleh karena itu, analisis efisiensi pelabuhan petikemas penting untuk meningkatkan daya saing industri maupun global (Cullinane and Wang 2006). Dengan demikian, pengukuran efisiensi pelabuhan petikemas yang berada pada wilayah Pelindo penting dilakukan agar pelabuhan tetap dapat memberikan pelayanan yang optimal serta agar pelabuhan petikemas dapat berkembang secara dinamis sesuai dengan perkembangan lingkungan strategis baik nasional maupun internasional (Luo, Liu, and Gao 2012). Selain itu, evaluasi efisiensi dilakukan untuk menganalisis tingkat kinerja masing-masing pelabuhan untuk kemudian dapat digunakan

sebagai acuan perbaikan efisiensi pelabuhan petikemas yang belum efisien (Cho 2014).

Berdasarkan penelitian terdahulu, terdapat dua metode yang sering digunakan untuk mengevaluasi efisiensi pelabuhan petikemas yaitu *Data Envelopment Analysis* (DEA) dan *Free Disposal Hull* (FDH). Pada penelitian yang dilakukan oleh (Cabral and Ramos 2018) yang membandingkan efisiensi 44 pelabuhan petikemas di Brazilia dengan metode DEA dan FDH, menyatakan bahwa metode DEA lebih cocok digunakan untuk mengukur efisiensi pelabuhan petikemas jika dibandingkan dengan metode FDH. Kemudian pada penelitian yang dilakukan (Cullinane and Wang 2006, Almawsheki and Shah 2015, Alwaddood et al. 2019) menyatakan bahwa metode DEA merupakan metode paling tepat untuk mengukur dan membandingkan efisiensi pelabuhan petikemas.

Data Envelopment Analysis (DEA) merupakan salah satu metode kuantitatif non-parametrik yang dapat digunakan untuk menganalisis efisiensi kinerja (Israwan, Surarso, and Frikhin 2016). Muharam and Pusvitasari (2007) menjelaskan bahwa DEA merupakan metode optimasi dengan menggunakan teknik program linear yang digunakan untuk mengevaluasi efisiensi relatif terhadap sejumlah *Decision Making Unit* (DMU) dengan cara membandingkan setiap DMU dengan DMU lain. Efisiensi

relatif suatu DMU didefinisikan sebagai rasio dari total *output* terbobot dengan total *input* terbobot (*total weighted output/total weighted input*) (Rios and Maçada 2006). Terdapat dua model dalam DEA yaitu model *Charnes Cooper Rhodes* (CCR) dan model *Banker Charnes Cooper* (BCC). Model CCR mengasumsikan bahwa perbandingan antara penambahan *input* dan *output* adalah sama (*Constant Return to Scale*) dan DMU diasumsikan beroperasi optimal. Model BCC mengasumsikan penambahan *input* dan *output* tidak sama (*Variable Return to Scale*) dan DMU diasumsikan tidak atau belum beroperasi pada skala yang optimal (Pai, Khan, and Kachwala 2020). DEA memiliki dua model perhitungan dengan orientasi *input* (*input oriented*) dan orientasi *output* (*output oriented*) (Ramanathan 2003). Perhitungan DEA dengan *input oriented* bertujuan untuk mengurangi jumlah *input* pada tingkat *output* yang tetap. Sedangkan perhitungan DEA dengan *output oriented* bertujuan untuk mencari *output* yang optimal (*output maximization*) dengan berorientasi pada *input* yang minimum (Umri, Hidayat, and Utami 2011).

Adapun berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi efisiensi relatif terhadap kinerja Pelabuhan Petikemas ekspor-impor yang berada pada wilayah operasional Pelindo dengan rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana efisiensi relatif dari kinerja pelabuhan petikemas wilayah operasi Pelindo?
2. Bagaimana *target* perbaikan efisiensi pelabuhan berdasarkan hasil proyeksi DEA terhadap data aktual variabel *input* dan *output*?

B. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan mengikuti tahapan seperti pada Gambar 1. Adapun metode yang ditetapkan sebagai berikut:

1. Rancangan Penelitian

Jenis dan pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah komparatif dengan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif dipilih karena pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran efisiensi teknis dari pelabuhan petikemas utama yang berada pada wilayah Pelindo. *Tools* yang digunakan untuk mengukur nilai efisiensi kinerja pelabuhan petikemas adalah *software Microsoft Excel* dengan fitur *adds-in solver*.

2. Penentuan *Decision Making Unit* (DMU)

DMU pada penelitian ini adalah tujuh pelabuhan petikemas utama yang berada pada wilayah operasional Pelindo yaitu Pelabuhan Tanjung Priok, Panjang, Pontianak, Teluk Bayur, Palembang, Belawan dan Tanjung Perak. DMU dipilih karena pelabuhan utama berkontribusi setidaknya 80% dari total komoditas

ekspor-impor dan hampir 50% dari seluruh arus barang keluar-masuk Indonesia melewati pelabuhan utama (Badan Pusat Statistik 2021). Selain itu, pemilihan DMU pada penelitian ini didasari untuk memenuhi salah satu syarat konsep DEA yaitu DMU harus bersifat *homegenity*, di mana DMU yang dianalisis harus memiliki variabel *input* dan *output* yang sama dan beroperasi pada lingkup yang sama. Pada penelitian ini, DMU memiliki hierarki peran yang sama yaitu sebagai pelabuhan utama.

3. Identifikasi Variabel

Perhitungan efisiensi pada penelitian ini menggunakan variabel *input* dan *output* yang saling mempengaruhi faktor-faktor tingkat kinerja pelayanan terhadap Pelabuhan Petikemas wilayah operasi Pelindo. *Input* yang digunakan merupakan faktor yang mempengaruhi kinerja Pelabuhan Petikemas sedangkan *output* merupakan hasil dari pemanfaatan *input* yang ada. Penentuan variabel *input* dan *output* yang akan digunakan mengacu pada penelitian terdahulu yang relevan dengan tema penelitian terkait evaluasi efisiensi kinerja Pelabuhan Petikemas.

Tabel 1. Variabel *Input* dan *Output*

No	Variabel	Kategori	Satuan	Referensi
1	Container throughput	Output	TEUs	Rios & Maçada (2006), Munisamy & Jun (2013), Almasheki & Shah (2015), Kutin et al. (2017), Ly et al. (2018), Kalgora (2019), Nguyen et al. (2020), Weerawat (2020), Le et al (2021)
2	Ship calls	Output	Unit	Le et al (2021), Bray et al. (2014), Lozano et al (2010), Tongzon (2001)
3	Luas Lapangan Penumpukan Petikemas	Input	m ²	Rios & Maçada (2006), Munisamy & Jun (2013), Kutin et al. (2017), Ly et al. (2018), Nguyen et al. (2020), Weerawat (2020)
4	Panjang Dermaga	Input	m	Munisamy & Jun (2013), Almasheki & Shah (2015), Kutin et al. (2017), Ly et al. (2018), Kalgora (2019), Alwaddood et al. (2019), Nguyen et al. (2020), Weerawat (2020), Le et al (2021)
5	Quay Crane	Input	Unit	Rios & Maçada (2006), Kutin et al. (2017), Kalgora (2019)
6	Yard Crane	Input	Unit	Weerawat (2020), Kutin et al. (2017)

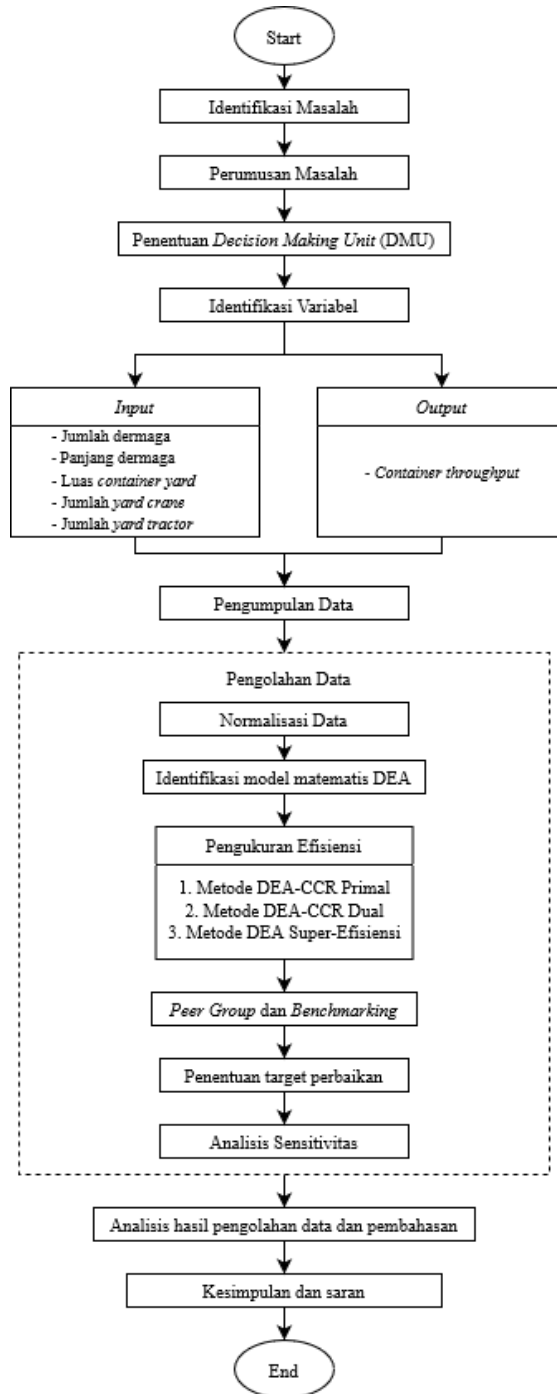
4. Pengumpulan Data

Data yang digunakan diidentifikasi melalui penerapan metode DEA dalam pengukuran tingkat efisiensi pelabuhan petikemas wilayah operasi Pelindo. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari Laporan Tahunan PT Pelabuhan Indonesia.

5. Pengolahan Data

Pada penelitian ini, pengukuran efisiensi akan dilakukan dengan menggunakan model DEA-BCC dan DEA-CCR Orientasi yang digunakan adalah *output oriented*. Setelah melakukan perhitungan nilai efisiensi, selanjutnya dilakukan perhitungan skala efisiensi dan variabel *slack* untuk mengetahui penyebab ketidakefisienan pelabuhan berdasarkan *input* dan *output* yang berpengaruh.

6. Analisis hasil penelitian
7. Penarikan kesimpulan dan saran



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

C. Hasil dan Pembahasan

Setelah mengetahui nilai *input* dan *output* dari masing-masing DMU, tahap pertama

yaitu melakukan normalisasi pada setiap nilai untuk menyamakan besaran nilai *range* pada setiap variabel *input* dan *output* yang memiliki satuan yang berbeda. Normalisasi data *input* dan *output* pada setiap DMU akan dilakukan dengan membagi nilai variabel dengan nilai maksimum masing-masing variabel. *Range* yang akan dihasilkan dari hasil normalisasi data adalah 0-1.

Tabel 2. Hasil Normalisasi Data *Input* dan *Output*

ID	Input				Output	
	Luas Lapangan Penumpukan	Panjang Dermaga	Quay Crane	Yard Crane	Container Throughput	Ship Calls
	I1	I2	I3	I4	O1	O2
P1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P2	0,082	0,135	0,391	0,102	0,020	0,114
P3	0,081	0,126	0,217	0,163	0,039	0,191
P4	0,068	0,130	0,304	0,061	0,016	0,119
P5	0,059	0,105	0,261	0,061	0,021	0,119
P6	0,151	0,289	0,435	0,082	0,074	0,283
P7	0,434	0,119	0,522	0,612	0,231	0,520

Perhitungan Nilai Efisiensi

Pengukuran tingkat efisiensi pada 7 pelabuhan petikemas wilayah Pelindo dilakukan dengan menggunakan *tools solver* pada *software Microsoft Excel*. Model yang digunakan dalam perhitungan ini adalah model DEA-BCC dan DEA-CCR dengan memaksimalkan fungsi objektif berbasis *output oriented*.

Perhitungan Nilai Efisiensi dengan Model CCR

Fungsi Tujuan:

$$Max z = \sum_{r=1}^2 y_{rj} u_r \quad (1)$$

Batasan:

$$\sum_{r=1}^s y_{rj} u_r \leq \sum_{i=1}^m x_{ij} v_i$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ijo} v_i = 1$$

$$v_i, u_i \geq \varepsilon, \varepsilon \geq 0$$

Berikut merupakan nilai efisiensi masing-masing DMU dengan model CCR:

Tabel 3. Nilai Efisiensi DMU Berdasarkan PerhitunganDEA-CCR

ID	DMU	Efficiency Score (θ)	Indikator	Ket.
P1	Pelabuhan Tanjung Priok	1	$\theta = 1$	Efisien
P2	Pelabuhan Panjang	0.679	$\theta < 1$	Inefisien
P3	Pelabuhan Pontianak	1	$\theta = 1$	Efisien
P4	Pelabuhan Teluk Bayur	0.875	$\theta < 1$	Inefisien
P5	Pelabuhan Palembang	0.990	$\theta < 1$	Inefisien
P6	Pelabuhan Belawan	1	$\theta = 1$	Efisien
P7	Pelabuhan Tanjung Perak	1	$\theta = 1$	Efisien

Perhitungan Nilai Efisiensi dengan Model BCC

Fungsi Tujuan:

$$\text{Max } \theta \quad (2)$$

Batasan:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \theta y_{rjo} \geq 0$$

$$x_{ijo} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

Berikut merupakan nilai efisiensi masing-masing DMU dengan model BCC:

Tabel 4. Nilai Efisiensi DMU Berdasarkan Perhitungan DEA-BCC

ID	DMU	Efficiency Score (θ)	Indikator	Ket.
P1	Pelabuhan Tanjung Priok	1	$\theta = 1$	Efisien
P2	Pelabuhan Panjang	0.683		Inefisien
P3	Pelabuhan Pontianak	1	$\theta < 1$	Efisien
P4	Pelabuhan Teluk Bayur	1	$\theta = 1$	Efisien

P5	Pelabuhan Palembang	1	$\theta = 1$	Efisien
P6	Pelabuhan Belawan	1	$\theta = 1$	Efisien
P7	Pelabuhan Tanjung Perak	1	$\theta = 1$	Efisien

Perhitungan Nilai Scale Efficiency (SE)

Nlai SE merupakan rasio antara nilai efisiensi model CCR dengan nilai efisiensi model BCC. *Scale efficiency* menggambarkan seberapa dekat efisiensi pelabuhan petikemas dengan skala optimal (Charnes, Cooper, and Rhodes 1978). Jika nilai $SE < 1$ maka DMU tersebut tidak efisien serta perlu dilakukan evaluasi perbaikan.

$$SE = \frac{\theta_{CCR}}{\theta_{BCC}} \quad (3)$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Skala Efisiensi

ID	DMU	θ_{CCR}	θ_{BCC}	SE	Ket.
P1	Pelabuhan Tanjung Priok	1	1	1	Efisien
P2	Pelabuhan Panjang	0.679	0.683	0.995	Inefisien
P3	Pelabuhan Pontianak	1.000	1	1	Efisien
P4	Pelabuhan Teluk Bayur	0.875	1	0.875	Inefisien
P5	Pelabuhan Palembang	0.990	1	0.990	Inefisien
P6	Pelabuhan Belawan	1.000	1	1	Efisien
P7	Pelabuhan Tanjung Perak	1	1	1	Efisien

Berdasarkan hasil *SE* yang ditunjukkan pada Tabel 4, DMU P1, P3, P6 dan P7 memiliki skala efisiensi sama dengan 1, yang artinya menunjukkan bahwa DMU tersebut beroperasi pada skala optimal. Sementara DMU yang memiliki nilai *SE* kurang dari 1 yaitu P2 (0,995), P4 (0,875) dan P5 (0,990)

menunjukkan bahwa DMU tersebut belum beroperasi pada skala optimal.

Peer Group dan Benchmarking

Peer group berisi beberapa DMU efisien yang digunakan sebagai acuan atau *benchmark* untuk memperbaiki nilai efisiensi DMU yang tidak efisien. Pelabuhan petikemas yang tidak efisien (DMU inefisien) dapat memperbaiki nilai efisiensinya dengan mengacu pada *peer* DMU-nya. *Peer group* dilakukan dengan cara melihat bobot λ pada perhitungan setiap DMU dari hasil perhitungan DEA-BCC. Bobot λ (bobot *peer*) digunakan untuk menentukan besaran acuan *target* perbaikan DMU yang tidak efisien.

Adapun berikut merupakan rekapitulasi *peer group* DMU inefisien beserta bobot λ setiap DMU.

Tabel 6. *Peer Group* DMU Inefisien

DMU Inefisien	Peer DMU	Bobot DMU
P2	P3	0,3141
	P5	0,5467
	P6	0,1280
	P7	0,0112
P4	P3	0,2702
	P6	0,4415
	P7	0,0129
P5	P3	0,3450
	P6	0,2025

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa DMU P2 memiliki 4 (empat) *peer* DMU atau DMU acuan yaitu P3 (0,314), P5 (0,547), P6 (0,128) dan P7 (0,011). DMU P4 memiliki 3 (tiga) *peer* DMU yaitu P3 (0,2702), P6 (0,4415) dan P7 (0,0129). DMU P5 memiliki

2 (dua) *peer* DMU yaitu P3 (0,3450) dan P6 (0,2025).

Evaluasi DMU Inefisien

Dari hasil perhitungan *peer group* dan *benchmarking* kemudian didapatkan target perbaikan untuk masing-masing pelabuhan petikemas yang tidak efisien yang kemudian dapat digunakan untuk melakukan evaluasi perbaikan.

Tabel 7. Target Perbaikan Variabel Pelabuhan Panjang (P2)

Variabel	Actual Value	DEA Projection	Persen Perubahan
Container throughput (O1)	120.969	246.086	103%
Ship calls (O2)	1.264	1.264	0%
Luas Lapangan Penumpukan Petikemas (I1)	75.000	75.000	0%
Panjang Dermaga (I2)	1.644	1.644	0%
Quay crane (I3)	9	5	(44%)
Yard crane (I4)	5	5	0%

Tabel 7 menunjukkan target perbaikan Pelabuhan Panjang. Berdasarkan tabel tersebut, perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan *output container throughput* sebesar 103% atau dari 120.969 TEUs menjadi 246.086 TEUs. Selain itu, dari hasil perhitungan terdapat pengurangan *input* jumlah *quay crane* sebesar 44% atau dari 9 unit menjadi 5 unit yang artinya Pelabuhan Panjang belum memanfaatkan peralatan *quay crane* yang dimilikinya dengan baik atau terdapat *underutilization resources*. Hal tersebut

terjadi karena jumlah alat bongkar muat atau *quay crane* tidak sebanding dengan jumlah *container throughput* atau petikemas yang ditanganinnya. Pada penelitian berbasis *output oriented*, perbaikan lebih difokuskan untuk memaksimalkan *output* dengan penggunaan *input* yang ada.

Tabel 8. Target Perbaikan Variabel Pelabuhan Teluk Bayur (P4)

Variabel	Actual Value	DEA Projection	Persen Perubahan
<i>Container throughput</i> (O1)	96.601	204.918	112%
<i>Ship calls</i> (O2)	1.324	1.324	0%
Luas Lapangan Penumpukan Petikemas (I1)	62.520	62.520	0%
Panjang Dermaga (I2)	1.578	1.522	(4%)
<i>Quay crane</i> (I3)	7	4	(36%)
<i>Yard crane</i> (I4)	3	3	0%

Berdasarkan Tabel 8, perbaikan untuk Pelabuhan Teluk Bayur dapat dilakukan dengan meningkatkan *container throughput* sebesar 112% atau dari 96.601 TEUs menjadi 204.918 TEUs. Kemudian Pelabuhan Teluk Bayur juga perlu mengurangi panjang dermaga sebesar 4% atau sebesar 56 m.

Tabel 9. Target Perbaikan Variabel Pelabuhan Palembang (P5)

Variabel	Actual Value	DEA Projection	Persen Perubahan
<i>Container throughput</i> (O1)	129.408	178.088	38%
<i>Ship calls</i> (O2)	1.316	1.316	0%
Luas Lapangan Penumpukan Petikemas (I1)	54.328	54.328	0%
Panjang Dermaga (I2)	1.275	1.275	0%
<i>Quay crane</i> (I3)	6	4	(37%)

<i>Yard crane</i> (I4)	3	3	0%
------------------------	---	---	----

Tabel 9 menunjukkan target perbaikan untuk Pelabuhan Palembang. Pelabuhan Palembang perlu meningkatkan *container throughput* sebesar 38% yaitu sebesar 48.680 TEUs atau dari 129.408 TEUs menjadi 178.088 TEUs. Kemudian dari hasil perhitungan juga menunjukkan bahwa Pelabuhan Palembang juga perlu melakukan pengurangan jumlah *quay crane* sebanyak 2 unit.

D. Simpulan

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa pelabuhan petikemas yang tidak efisien adalah Pelabuhan Panjang, Pelabuhan Teluk Bayur dan Pelabuhan Palembang. Adapun target perbaikan untuk Pelabuhan Panjang dengan meningkatkan *output container throughput* sebesar 103% dan melakukan pengurangan *input* jumlah *quay crane* sebesar 44% atau dari 9 unit menjadi 5 unit. Perbaikan untuk Pelabuhan Teluk Bayur dapat dilakukan dengan meningkatkan *container throughput* sebesar 112%, mengurangi panjang dermaga sebesar 4% atau sebesar 56 m dan pengurangan jumlah *quay crane* sebesar 36% atau dari 6 unit menjadi 4 unit. Pelabuhan Palembang perlu meningkatkan *container throughput* sebesar 38% dan melakukan pengurangan jumlah

quay crane sebesar 37% atau sebanyak 2 unit.

E. Daftar Pustaka

- Almawsheki, Ebrahim Sharaf, and Muhammad Zaly Shah. 2015. "Technical Efficiency Analysis of Container Terminals in the Middle Eastern Region." *Asian Journal of Shipping and Logistics* 31(4):477–86. doi: 10.1016/j.ajsl.2016.01.006.
- Alwadood, Zuraida, Nurul Fadhila, Ahmad Salehin, and Nur Izzati Mahadhir. 2019. "Performance Measure of Malaysian Seaports Using Data Envelopment Analysis (DEA)." 1(1):1–9.
- Badan Pusat Statistik. 2021. "Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan III-2021." *Www.Bps.Go.Id* (17/02/Th. XXIV):1–12.
- Cabral, Alexandra Maria Rios, and Fransisco S. Ramos. 2018. "Efficiency Container Ports in Brazil: A DEA and FDH Approach."
- Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes. 1978. "Measuring the Efficiency of Decision Making Units." *European Journal of Operational Research* 2 429–44.
- Cho, Hyuk-soo. 2014. "Determinants and Effects of Logistics Costs in Container Ports : The Transaction Cost Economics Perspective G." *The Asian Journal of Shipping and Logistics* 30(2):193–215. doi: 10.1016/j.ajsl.2014.09.004.
- Cullinane, Kevin P. B., and Teng-Fei Wang. 2006. "The Efficiency of European Container Ports: A Cross-Sectional Data Envelopment Analysis." *International Journal of Logistics Research and Applications* 9(1):19–31. doi: 10.1080/13675560500322417.
- Israwan, LM Fajar, Bayu Surarso, and Farikhin Frikhin. 2016. "Implementasi Model CCR Data Envelopment Analysis (DEA) Pada Pengukuran Efisiensi Keuangan Daerah." *Jurnal Sistem Informasi Bisnis* 6(1):76. doi: 10.21456/vol6iss1pp76-83.
- Kaisar, Evangelos, Somchai Pathomsiri, Ali Haghani, and Pantelis Kourkounakis. 2006. "Developing Measures of Us Ports Productivity and Performance: Using DEA and FDH Approaches." *47th Annual Transportation Research Forum 2006* 1:269–80.
- Luo, Han. 2013. "An Analysis of Port Competitiveness through User's Perception Measurement." 73.
- Luo, Meifeng, Liming Liu, and Fei Gao. 2012. "Post-Entry Container Port Capacity Expansion." *Transportation Research Part B: Methodological* 46(1):120–38. doi: 10.1016/j.trb.2011.09.001.
- Muharam, Haryum, and Rizki Pusvitasari. 2007. "Analisis Perbandingan Efisiensi

- Bank Syariah Di Indonesia Dengan Metode Data Envelopment Analysis (Periode Tahun 2005).” *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Islam* II(3):80–116.
- Pai, Pradeep, Bilal Mustafa Khan, and T. Kachwala. 2020. “Data Envelopment Analysis - Is BCC Model Better than CCR Model? Case of Indian Life Insurance Companies.” *Nmims Management Review* 38(1):17–35.
- Ramanathan, R. 2003. *An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement*. New Delhi: Sage Publications.
- Rios, Leonardo Ramos, and Antonio Carlos Gastaud Maçada. 2006. “Analysing the Relative Efficiency of Container Terminals of Mercosur Using DEA.” *Maritime Economics and Logistics* 8(4):331–46. doi: 10.1057/palgrave.mel.9100168.
- Umri, Nazmil, Rachmad Hidayat, and Issa Dyah Utami. 2011. “Kinerja Efisien Biaya Dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA).” *Jurnal Teknik Industri* 1(2):216–23.
- UNCTAD. 2018. “Review of Maritime Transport 2018.”
- UNCTAD. 2021. *Review of Maritime Transport 2021*.