

## MODEL OPTIMISASI TARIF DAN PENYIMPANAN KONTAINER IMPOR MENGUNAKAN METODE LINE SEARCH UNTUK MAKSIMISASI KEUNTUNGAN TERMINAL PETI KEMAS

### OPTIMIZATION MODEL OF IMPORT CONTAINER TARIFFS AND STORAGE USING LINE SEARCH METHOD TO MAXIMIZE CONTAINER TERMINAL PROFITS

Veterina Nosadila Riaventin <sup>a,1</sup>, Anisa Nurul Melinia <sup>a,2</sup>, Tedy Herdian <sup>b,3</sup>, Safuan <sup>c,4</sup>

<sup>a</sup> Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Insititut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesa 10, Bandung, Jawa Barat, Indonesia, 40132

<sup>b</sup> Fakultas Transportasi dan Logistik, Institut Transportasi dan Logistik Trisakti,  
Jl. IPN Kebon Nanas No.2, Jakarta, Indonesia, 13410

<sup>c</sup> Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Esa Unggul, Jl. Arjuna Utara No.9, Jakarta, Indonesia, 11510

<sup>1</sup>[veterina@itb.ac.id](mailto:veterina@itb.ac.id), <sup>2</sup>[anisamelinia16@gmail.com](mailto:anisamelinia16@gmail.com), <sup>3</sup>[tedyher@gmail.com](mailto:tedyher@gmail.com), <sup>4</sup>[safuan777@gmail.com](mailto:safuan777@gmail.com)

\*email corresponding: [veterina@itb.ac.id](mailto:veterina@itb.ac.id)

Diterima: 01 September 2025, direvisi: 30 September 2025, disetujui: 10 Oktober 2025, diterbitkan: 30 Oktober 2025

### ABSTRAK

Semakin meningkatnya aktivitas impor secara global, maka semakin tinggi intensitas kegiatan operasional di terminal. Namun, hal ini tidak menjamin bahwa keuntungan yang diterima terminal juga meningkat. Adanya hari bebas di terminal menarik pelanggan untuk menyimpan kontainer impor secara gratis untuk 1 hari sehingga menghambat aliran fisik kontainer baru dan aktivitas di terminal. Oleh karena itu, diusulkan rancangan tarif penyimpanan kontainer impor baru yang dapat memaksimalkan keuntungan terminal dengan menggunakan data dan kondisi yang dimiliki oleh salah satu terminal peti kemas di Pelabuhan Tanjung Priok, Indonesia. Pencarian solusi dari permasalahan ini dilakukan dengan pemodelan matematis menggunakan model optimisasi tak berpembatas. Penyelesaian *unconstrained optimization* ini dilakukan dengan metode *line search*. Variabel keputusan dalam penelitian ini adalah tarif penyimpanan kontainer dan durasi hari bebas atau *free-time period*. Parameter yang dipertimbangkan di antaranya adalah jumlah kontainer impor, jumlah *ground slots* di terminal, tumpukan kontainer, waktu penanganan kontainer menggunakan *quay crane*, serta biaya dan tarif penyimpanan kontainer di Gudang Lini II. Didapatkan nilai optimal dari tarif penyimpanan kontainer adalah Rp50.681/TEU-hari dengan hari bebas sebesar 0 hari atau tidak ada hari bebas. Untuk mengakomodasi rancangan tarif penyimpanan kontainer yang diusulkan, dibuat usulan alur penyimpanan kontainer berdasarkan kepada potensi perubahan perilaku terminal dan pemilik peti kemas. Validasi usulan kemudian dilakukan dengan menggunakan metode survei yang dikirimkan kepada *stakeholder* terminal peti kemas. Usulan rancangan yang dihasilkan pada penelitian diharapkan dapat membantu menyelesaikan masalah dan menjadi gagasan baru untuk terminal peti kemas secara umum.

**Kata kunci:** Terminal Peti Kemas, Model Optimisasi, Tarif Penyimpanan Kontainer, Alur Penyimpanan Kontainer

### **ABSTRACT**

*As global import activities continue to increase, the operational activities at terminals also intensify. However, this does not necessarily guarantee an increase in the terminal's profits. Free days at the terminal attract customers to store imported containers for free for one day, thereby hindering the flow of new container arrivals and terminal operations. Therefore, a proposed design for a new import container storage tariff is put forth, aiming to maximize terminal profit by leveraging data and conditions specific to one of the container terminals in Tanjung Priok, Indonesia. The search for a solution to this problem is carried out using mathematical modeling, using an unconstrained optimization model. This unconstrained optimization solution is solved using the line search method. The decision variables in this research include the container storage tariff and the duration of the free-time period. Considered parameters encompass the count of imported containers, the number of available ground slots at the terminal, container stacks, container handling time using quay cranes, and the costs associated with storing containers in Warehouse Line II. The optimization model yields an optimal container storage tariff of Rp50,681/TEU-day with no free time period. A suggested container storage flow is devised to accommodate the proposed container storage tariff scheme, based on potential changes in terminal behavior and container owners' actions. The proposed scheme is validated through a survey method directed at stakeholders of the container terminal. The proposed design from this research is anticipated to contribute to problem-solving and offer novel insights for container terminals broadly.*

**Keywords:** *Container Terminal, Optimization Model, Container Storage Tariff, Container Storage Flow*

### **Pendahuluan**

Terminal peti kemas merupakan suatu sistem aliran material terbuka dengan dua antarmuka eksternal. Antarmuka ini adalah sisi dermaga tempat pemuatan dan pembongkaran kapal, dan sisi darat tempat peti kemas dimuat dan dibongkar, baik dengan dengan truk maupun kereta api (Steenken dkk., 2004). Aktivitas terminal yang dilakukan bervariasi mulai dari pengecekan keamanan di *gate*, *special handling* yang dilakukan pada suatu area khusus, *stowage planning*, pengaturan *crane*, kegiatan kontrol, *berthing scheduling*, hingga pelaporan. Seiring kenaikan tingkat permintaan kebutuhan barang primer, sekunder, maupun tersier, maka semakin intens aktivitas impor atau ekspor barang secara internasional. Hal ini berarti potensi pembangunan kapal kontainer berukuran besar untuk mengangkut lebih banyak muatan semakin meningkat. Oleh karena itu, tingkat operasi kontainer di terminal juga menjadi semakin padat. Namun demikian, dengan meningkatnya aktivitas di terminal tidak menjamin bahwa keuntungan yang didapatkan di terminal juga meningkat.

Terdapat dua hal yang dapat menyebabkan penurunan keuntungan di terminal peti kemas, di antaranya adalah pendapatan di terminal peti kemas yang tidak maksimal dan terhambatnya aktivitas di terminal peti kemas yang dapat berkontribusi pada keuntungan di terminal. Salah

satu sumber pendapatan yang dimiliki oleh terminal peti kemas adalah kegiatan penyimpanan kontainer di terminal. Maka, salah satu penyebab dari tidak maksimalnya pendapatan di terminal dapat diakibatkan oleh tidak maksimalnya pendapatan dari kegiatan penyimpanan kontainer. Durasi penyimpanan kontainer di terminal peti kemas adalah maksimal 3 hari sebelum dipindahkan ke Gudang Lini II, yaitu lokasi penyimpanan kontainer sekunder, sehingga terminal baru akan mendapatkan pendapatan dari kontainer di hari ke-2 yang menyebabkan kurangnya aliran fisik kontainer baru di terminal. Hal ini juga dapat berpengaruh pada kepadatan penumpukan di terminal. Untuk melihat kepadatan penumpukan kontainer di terminal dapat diukur oleh salah satu ukuran performansi terminal, yaitu *Yard Occupancy Ratio* (YOR) yang menghitung utilitas pemanfaatan ruang yang tersedia di lapangan penumpukan (Suparman dkk., 2023).

Selain nilai YOR, ukuran performansi yang dapat memperlihatkan performansi terminal peti kemas adalah *dwelling time* (Andriyanto & Sinaga, 2023). *Dwelling time* adalah masa petikemas bongkar (impor) dari kapal kemudian disimpan di lapangan (*storage*) sampai keluar dari *gate* terminal peti kemas (Yulianti, 2017). Faktor-faktor yang dapat memengaruhi *dwelling time* antara lain jadwal dan ketersediaan *hinterland*, pengaruh peraturan bea cukai, dan pengaruh terkait rantai pasok, seperti waktu pemilik kontainer memutuskan untuk mengambil kontainer impornya atau memasok kontainernya untuk ekspor (Kim & Günther, 2007). Semakin tinggi *dwelling time*, maka semakin rendah tingkat efisiensi terminal. Apabila dilihat dari angka *dwelling time*, maka sesuai dengan peraturan pemerintah yang menetapkan *dwelling time* pelabuhan untuk tidak lebih dari 3 hari, *dwelling time* di terminal peti kemas sudah dapat dikatakan baik. Salah satu penyebab *dwelling time* di terminal tergolong baik adalah adanya suatu kebijakan penyimpanan yang diterapkan pada aktivitas impor, yaitu ketika kontainer telah berada di terminal selama 3 hari dan belum diambil oleh penerima dengan bantuan truk peti kemas, maka pada hari selanjutnya kontainer tersebut akan dipindahkan ke Gudang Lini II. Namun, dengan maksimal durasi penyimpanan kontainer di terminal 3 hari sebelum dipindahkan ke Gudang Lini II dapat menyebabkan lambatnya aliran fisik kontainer baru di terminal. Hal ini dapat diakibatkan oleh terminal yang terlalu berfokus pada aktivitas penyimpanan kontainer di terminal yang sebetulnya bukan fungsi utama dari adanya terminal peti kemas. Fungsi utama dari adanya terminal peti kemas bukan untuk menyimpan kontainer, tetapi sebagai area transit untuk menunggu pemuatan atau pembongkarannya (PM 25 Tahun 2017). Selama ini, masih banyak peti kemas yang ditumpuk di terminal padahal peti kemas tersebut telah memiliki izin untuk dikeluarkan dari terminal sehingga menjadi penyebab kepadatan penumpukan kontainer di terminal (Hadi & Puspitasari, 2019).

Selain kurangnya aliran fisik kontainer baru di terminal, hal yang dapat menyebabkan tidak maksimalnya pendapatan di terminal adalah kebijakan penyimpanan yang diterapkan di terminal peti kemas. Pada kebijakan yang berlaku saat ini, pemilik peti kemas memiliki masa gratis penyimpanan kontainer atau *free-time period* selama 1 hari atau 24 jam sebelum dikenakan tarif dengan persentase yang berlaku pada tarif progresif. Dengan adanya pemanfaatan masa gratis ini, maka terminal telah kehilangan pendapatan untuk sejumlah kontainer pada hari pertama kontainer sampai di terminal dan semakin lama juga durasi suatu kontainer berada di terminal. Penyebab lain dari penurunan keuntungan terminal adalah terhambatnya aktivitas di terminal peti kemas yang dapat diakibatkan oleh kemacetan di terminal. Kemacetan di terminal ini dapat diakibatkan oleh kepadatan truk peti kemas yang berfungsi untuk memindahkan kontainer dari terminal menuju Gudang Lini II atau truk eksternal yang berfungsi untuk mengambil kontainer menuju tujuan lainnya yang ditentukan oleh pemilik peti kemas. Dengan kebijakan yang berlaku pada saat ini, maka saat kontainer sampai di terminal, truk eksternal akan bertugas untuk mengambil kontainer ke terminal.

Kemudian, untuk kontainer-kontainer yang dimanfaatkan masa gratisnya selama 1 hari penyimpanan di terminal, maka keesokan harinya truk eksternal akan bertugas lagi untuk mengambil sisa kontainer ke terminal yang disimpan terlebih dahulu. Kemudian, untuk sisa kontainer yang sudah melebihi durasi maksimal penyimpanan di terminal (3 hari), maka truk peti kemas *drayage inbound* akan bertugas untuk memindahkan kontainer dari terminal ke Gudang Lini II. Maka, dengan adanya masa gratis pada kebijakan penyimpanan di terminal peti kemas ini membuat tidak efisiennya tugas truk dalam mengambil atau memindahkan kontainer yang menyebabkan kepadatan truk di terminal. Kepadatan truk di terminal dapat diukur dengan menggunakan salah satu ukuran performansi terminal peti kemas, yaitu waktu putar truk yang di dalamnya terdapat waktu tunggu truk eksternal (Abdelmagid dkk., 2021).

Adanya kebijakan hari bebas yang dimiliki pada kebijakan saat ini memang menarik pelanggan untuk menyimpan kontainer terlebih dahulu di terminal dimana hari bebas ini dapat dimanfaatkan oleh pemilik peti kemas untuk mematangkan proses penjadwalan pengambilan peti kemas ke terminal. Namun, dengan adanya hari bebas ini yang menjadikan kepadatan penumpukan kontainer dan kepadatan truk di terminal. Hal ini berarti penerapan kebijakan tarif maupun periode penyimpanan kontainer impor di terminal dapat dikatakan belum optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu kebijakan tarif dan periode penyimpanan kontainer impor yang baru sehingga dapat membantu mempercepat pendapatan yang diterima oleh terminal dan mempercepat aktivitas penyimpanan di terminal sehingga dapat membantu dalam meningkatkan keuntungan di terminal peti kemas dan menyelesaikan masalah yang ditemukan. Dengan adanya suatu bentuk kebijakan tarif penyimpanan kontainer impor tidak hanya untuk mengurangi kepadatan penumpukan di terminal tetapi juga dapat membantu untuk memaksimalkan keuntungan yang diperoleh terminal dalam aktivitas proses penyimpanan kontainer sehingga terminal dapat kembali berfokus pada aktivitas transit dan bukan pada penyimpanan kontainer. Dengan begitu, fungsi awal dari adanya suatu peti kemas dapat kembali. Untuk aktivitas penyimpanan kontainer, terminal dapat menjalin kerja sama dengan fasilitas yang memang diperuntukkan untuk menyimpan kontainer, seperti Gudang Lini II. Sejak tahun 2012, terminal sudah tidak menjalin kerja sama dengan Gudang Lini II lagi. Hal ini juga dapat menjadi salah satu alasan mengapa terminal berfokus pada aktivitas penyimpanan kontainer.

Pada penelitian kali ini, akan diusulkan suatu kebijakan tarif penyimpanan kontainer baru yang dapat memaksimalkan keuntungan terminal sekaligus membantu untuk mengurangi kepadatan penumpukan kontainer di terminal dari studi kasus terminal peti kemas di Pelabuhan Tanjung Priok. Skenario aktivitas impor yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah kedatangan kapal yang membawa 1339 TEU ke salah satu terminal peti kemas Tanjung Priok pada bulan Februari 2023. Pendekatan yang digunakan dalam penentuan tarif penyimpanan kontainer impor adalah dengan *unconstrained optimization* atau model optimisasi tidak berpembatas untuk mengakomodasi kondisi yang dimiliki oleh terminal peti kemas. Kebijakan tarif penyimpanan dan alur penyimpanan kontainer yang diusulkan juga akan memberikan rekomendasi yang dapat membantu mengembalikan fungsi awal dari adanya peti kemas dengan memasukkan Gudang Lini II sebagai entitas internal dari terminal peti kemas. Parameter biaya dan tarif penyimpanan di Gudang Lini II diestimasi dan kemudian menjadi parameter yang digunakan pada model penentuan tarif penyimpanan kontainer impor di terminal. Usulan kebijakan tarif penyimpanan dan alur penyimpanan kontainer yang diusulkan diharapkan dapat menyelesaikan masalah kepadatan penumpukan kontainer di terminal, memaksimalkan keuntungan terminal, dan pada akhirnya mengembalikan fungsi awal terminal peti kemas.

## Metode Penelitian

Pada penelitian kali ini, tujuan yang ingin dicapai adalah menentukan usulan kebijakan tarif penyimpanan kontainer impor di terminal beserta alur penyimpanan kontainer impor di terminal. Adanya kebijakan tarif penyimpanan kontainer impor di terminal dibuat untuk membantu mengurangi kepadatan penumpukan kontainer impor di terminal. Kebijakan tarif penyimpanan kontainer impor di terminal yang diusulkan pada penelitian ini juga dapat memaksimalkan keuntungan yang diperoleh terminal dengan memasukkan Gudang Lini II sebagai bagian dari entitas internal terminal peti kemas. Model matematis yang digunakan pada penelitian ini adalah model keuntungan dari aktivitas penyimpanan kontainer yang dikembangkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Kim & Kim (2007) dan penelitian yang dilakukan oleh Martin dkk. (2014) yang melibatkan Gudang Lini II sebagai lokasi penyimpanan kontainer sekunder. Metode penelitian dapat digambarkan dalam bentuk *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.

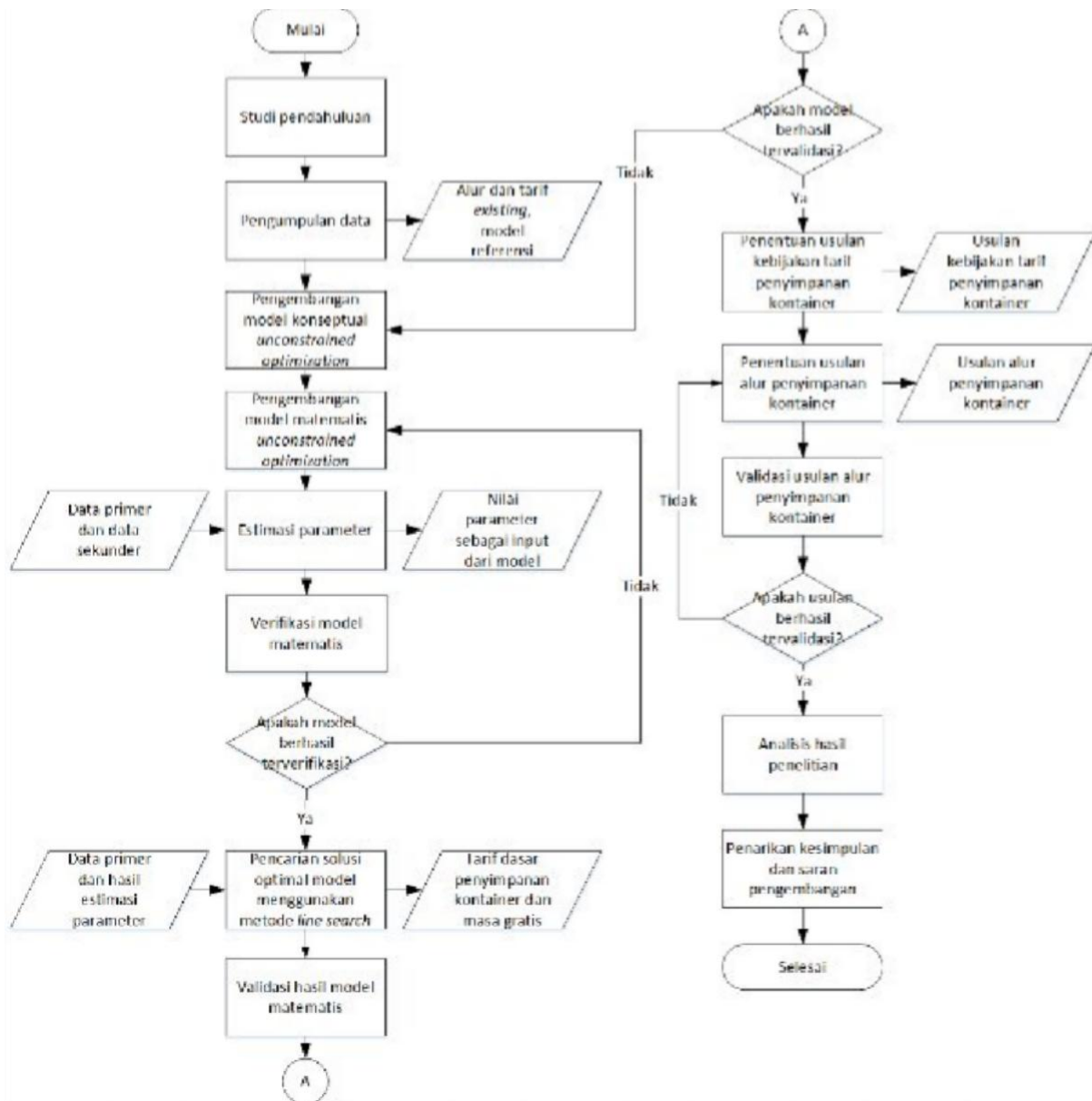
## Hasil dan Pembahasan

Untuk mendapatkan tarif penyimpanan kontainer impor yang optimal, digunakan metodologi *unconstrained optimization*. Metodologi ini dapat mengakomodasi kondisi saat ini terminal untuk dapat menyelesaikan masalah. *Unconstrained optimization* merupakan model optimisasi yang termasuk ke dalam model pemrograman nonlinear yang melibatkan penemuan nilai maksimum atau minimum dari turunan pertama suatu fungsi yang memiliki suatu set variabel (Taha, 2017). Penyelesaian *unconstrained optimization* ini dilakukan dengan metode *line search*.

### Penyesuaian Model Optimisasi Tarif Penyimpanan Kontainer di Terminal untuk Maksimasi Keuntungan Terminal

Terdapat dua kemungkinan alur penyimpanan kontainer impor di terminal. Kontainer yang datang dari kapal dapat ditumpuk di lapangan penumpukan di terminal untuk sementara sebelum kemudian diambil langsung oleh pemilik peti kemas. Selain itu, kontainer juga dapat disimpan di terminal terlebih dahulu selama masa *free-time period* (hari bebas) di terminal sebelum kemudian dipindahkan ke Gudang Lini II yang dikelola oleh perusahaan swasta untuk disimpan dalam periode waktu tertentu sebelum diambil oleh pemilik peti kemas (Kim & Kim, 2007). Untuk menentukan tarif penyimpanan kontainer impor di terminal dapat digunakan suatu struktur dimana tarif penyimpanan proporsional dengan durasi penyimpanan kontainer di terminal setelah hari bebas berakhir. Struktur ini dapat diekspresikan dengan *free-time period* ( $F$ ) dan tarif penyimpanan kontainer per satuan waktu ( $S$ ) untuk tarif penyimpanan setelah hari bebas berakhir.

Ketika suatu terminal menawarkan kebijakan tarif penyimpanan dengan nilai  $S$  yang lebih rendah dan nilai  $F$  yang lebih tinggi, maka durasi kontainer di terminal menjadi lebih lama. Hal ini akan berdampak pada tumpukan kontainer yang juga akan menjadi semakin banyak sehingga aktivitas penanganan kontainer menjadi lebih banyak dan waktu penanganan kontainer di terminal juga menjadi lebih besar. Model ini memaksimalkan ekspektasi keuntungan terminal untuk kontainer impor. Fungsi objektif dalam model mencakup pendapatan yang akan diterima oleh terminal beserta biaya operasional yang dikeluarkan oleh terminal dalam menangani kontainer impor menggunakan *crane*. Pada model ini, pendapatan dan biaya yang diterima di Gudang Lini II menjadi acuan dari penentuan tarif di terminal sehingga keuntungan di terminal dapat menjadi maksimal. Berdasarkan model yang dikembangkan penelitian sebelumnya (Kim & Kim, 2007), persamaan dari fungsi objektif diperlihatkan pada persamaan (1).



Gambar 1. Flowchart metodologi penelitian

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } E(PF(F,S)) \\
 & = \int_F^{t_s} S(x - F) f(x) dx - [C_c \gamma \{E(T_d) + E(T_R) + E(T_t)\}] \quad (1)
 \end{aligned}$$

Keterangan:

$PF(F,S)$  : keuntungan yang diperoleh terminal dalam menangani kontainer impor  
 $F$  : free-time period (hari bebas)

$S$  : tarif penyimpanan kontainer impor di terminal

$\gamma$  : faktor konversi nilai TEU menjadi jumlah kontainer

|        |   |
|--------|---|
| $X$    | : waktu dari selesainya operasi pembongkaran hingga saat peti kemas diambil untuk dikirim ke pemilik peti kemas, yang merupakan variabel acak kontinu |
| $f(X)$ | : fungsi densitas dari $X$  |
| $C_o$  | : biaya transportasi dari terminal menuju Gudang Lini II beserta biaya penanganan kontainer impor di Gudang Lini II                                   |
| $S_o$  | : tarif penyimpanan kontainer impor di Gudang Lini II   |
| $C_c$  | : biaya penanganan kontainer menggunakan <i>crane</i> di terminal   |
| $T_d$  | : waktu penanganan kontainer di terminal menggunakan <i>crane</i>   |
| $T_r$  | : waktu relokasi kontainer di terminal menggunakan <i>crane</i>   |
| $T_R$  | : waktu relokasi kontainer ke tumpukan kontainer di terminal  |
| $T_t$  | : waktu perpindahan <i>gantry</i> dalam menangani kontainer di terminal   |

Model matematis yang digunakan pada penelitian kali ini termasuk ke dalam model optimisasi tidak berpembatas (*unconstrained optimization*) yang artinya model ini memiliki fungsi objektif beserta variabel keputusan, tetapi tidak memiliki fungsi pembatas untuk membatasi pencarian solusi optimal dari model matematis tersebut. Pada penelitian ini, fungsi objektif dalam model mencakup pendapatan yang akan diterima oleh terminal  $R(F,S)$  beserta biaya operasional yang dikeluarkan oleh terminal dalam menangani kontainer impor menggunakan *quay crane*  $C(F,S)$ . Dengan menggunakan model optimisasi tarif penyimpanan kontainer di Terminal yang dikembangkan penelitian sebelumnya (Kim & Kim, 2007) untuk maksimasi keuntungan terminal kemudian disesuaikan dengan kondisi terminal peti kemas di Pelabuhan Tanjung Priok, maka persamaan fungsi objektif yang digunakan pada penelitian kali ini diperlihatkan pada persamaan (2). Penurunan persamaan matematis untuk fungsi objektif diperlihatkan pada Appendix I.

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } PF(F,S) \\
 & = \left[ - \left\{ e^{-\alpha \left( \frac{F+C_g}{c} \right)} \left( \frac{SC_g}{c} + \frac{S}{c} \right) \right\} + \frac{S}{\alpha} e^{-\alpha F} \right] \\
 & - \left[ C_c \gamma \left\{ E(T_l) + T_m \left[ \frac{h(F,S) - 1}{16e} + \frac{h(F,S) + 2}{16e} \right] \right\} + E(T_d) \right]
 \end{aligned} \quad (2)$$

Dengan fungsi yang memisalkan suatu kontainer diambil secara acak dari tumpukan  $h(F,S)$  untuk mengestimasi jumlah penanganan kontainer menuju lapangan penumpukan diperlihatkan pada persamaan (3).

$$h(F,S) = - \left\{ \frac{2m}{g\alpha} e^{-\left\{ F + \left( \frac{C_g}{S-S_n} \right) \right\}} \left( \frac{\alpha C_g}{c} + 1 \right) \right\} + \frac{2m}{g\alpha} \quad (3)$$

## Pencarian Solusi Optimal Model

Untuk menjalankan metode *line search*, dapat dilakukan dengan bantuan penggunaan bahasa pemrograman Python. Maka, diperlukan penyesuaian antara persamaan dalam bentuk model matematis menjadi model komputasi. Hasil translasi model matematis menjadi Bahasa Pemrograman Python. Dengan seluruh persamaan yang diperlukan telah ditranslasi menjadi bahasa pemrograman Python, maka sudah lebih mudah untuk melakukan pencarian solusi optimal. Untuk memudahkan proses identifikasi nilai parameter yang telah dilakukan dari pengambilan data primer dan estimasi parameter, maka rangkuman nilai parameter dapat dibuat dalam bentuk yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rangkuman parameter model

| Notasi   | Parameter   | Nilai   | Satuan      |
|----------|---|---------|-------------|
| $m$      | Jumlah kontainer impor yang dibawa oleh kapal                         | 1339    | TEU         |
| $\gamma$ | Nilai faktor konversi TEU menjadi jumlah kontainer                    | 0,625   | -           |
| $e$      | Maksimal tumpukan kontainer di lapangan penumpukan kontainer terminal | 6       | Unit        |
| $g$      | Jumlah <i>ground slots</i> yang ada di terminal                       | 5628    | Unit        |
| $\alpha$ | 0,25  | 0,25    | -           |
| $C_c$    | Biaya penanganan kontainer menggunakan <i>quay crane</i> di terminal  | 12,730  | Rp/detik    |
| $C_g$    | Biaya operasional di Gudang Lini II                                   | 61.690  | Rp/TEU      |
| $S_g$    | Tarif penyimpanan kontainer di Gudang Lini II                         | 21.250  | Rp/TEU-hari |
| $T_l$    | Waktu <i>lifting</i> kontainer menggunakan <i>quay crane</i>          | 183,163 | Detik       |
| $T_m$    | Waktu <i>moving</i> kontainer menggunakan <i>quay crane</i>           | 183,163 | Detik       |
| $T_d$    | Waktu <i>loading</i> kontainer menggunakan <i>quay crane</i>          | 503,397 | Detik       |
| $e$      | Maksimal tumpukan kontainer di lapangan penumpukan kontainer terminal | 6       | Unit        |
| $g$      | Jumlah <i>ground slots</i> yang ada di terminal                       | 5628    | Unit        |
| $\alpha$ | 0,25  | 0,25    | -           |
| $C_c$    | Biaya penanganan kontainer menggunakan <i>quay crane</i> di terminal  | 12,730  | Rp/detik    |

|       |  |         |             |
|-------|--|---------|-------------|
| $C_g$ | Biaya operasional di Gudang Lini II                          | 61.690  | Rp/TEU      |
| $S_g$ | Tarif penyimpanan kontainer di Gudang Lini II                | 21.250  | Rp/TEU-hari |
| $T_l$ | Waktu <i>lifting</i> kontainer menggunakan <i>quay crane</i> | 183,163 | Detik       |
| $T_m$ | Waktu <i>moving</i> kontainer menggunakan <i>quay crane</i>  | 183,163 | Detik       |
| $T_d$ | Waktu <i>loading</i> kontainer menggunakan <i>quay crane</i> | 503,397 | Detik       |

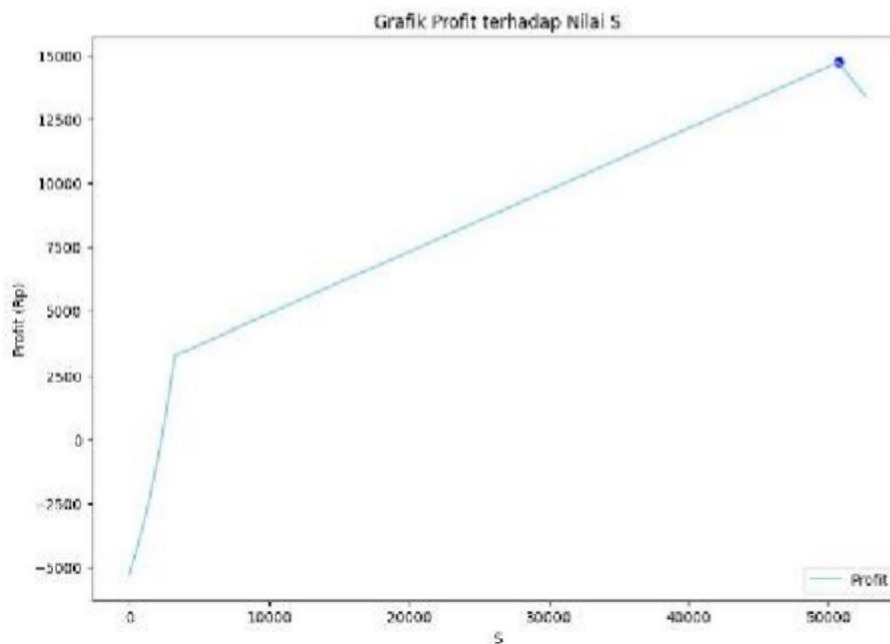
Terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimisasi tidak berpembatas, di antaranya adalah *line search method*, *Newton method*, *quasi-Newton method*, *gradient descent*, dan lain sebagainya. Metode yang umum digunakan untuk menyelesaikan model *unconstrained optimization* adalah metode *line search*. Metode ini disebut juga dengan metode *gradient ascent*. Metode ini digunakan untuk model optimisasi nonlinear dengan fungsi objektif yang bersifat *smooth* dan kontinyu. Pendekatan yang digunakan pada metode *line search* adalah dengan mencari nilai minimum atau maksimum dari suatu fungsi  $f(x)$  secara iteratif sepanjang arah pencarian tertentu (Djordjevic, 2019). Tahapan pencarian solusi optimal dengan metode *line search* dengan bantuan bahasa pemrograman Python. Hasil optimal dari model yang diselesaikan dengan metode *line search* berupa tarif penyimpanan optimal, *free-time period* optimal, beserta keuntungan maksimal yang diperoleh terminal diperlihatkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil optimal model tarif penyimpanan kontainer impor di terminal

| Notasi                    | Keterangan  | Nilai Optimal | Satuan      |
|---------------------------|---|---------------|-------------|
| <b>Variabel Keputusan</b> |   |               |             |
| $F$                       | <i>Free-time period</i>   | 0             | Hari        |
| $S$                       | Tarif penyimpanan dasar kontainer impor di terminal setelah <i>free-time period</i> | Rp50.681,488  | Rp/TEU-hari |
| <b>Ukuran Performansi</b> |   |               |             |
| $R(F,S)$                  | Pendapatan terminal   | Rp19.780,348  | Rp/TEU      |
| $C(F,S)$                  | Biaya operasional kontainer impor menggunakan <i>quay crane</i>                     | Rp5.051,934   | Rp/TEU      |
| $PF(F,S)$                 | Keuntungan yang diperoleh terminal  | Rp14.728,414  | Rp/TEU      |

## Validasi Model Matematis

Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil yang didapatkan pada model dengan hasil pada sistem nyata. Hal ini dapat dilakukan dengan melihat hubungan antara hasil dari variabel keputusan dengan ukuran performansi penelitian. Untuk melihat hubungan antara variabel keputusan (tarif dan *free time period*) dengan ukuran performansi (keuntungan terminal) dapat diperlihatkan dalam bentuk grafik. Grafik nilai keuntungan terhadap nilai  $S$  diperlihatkan pada Gambar 2.

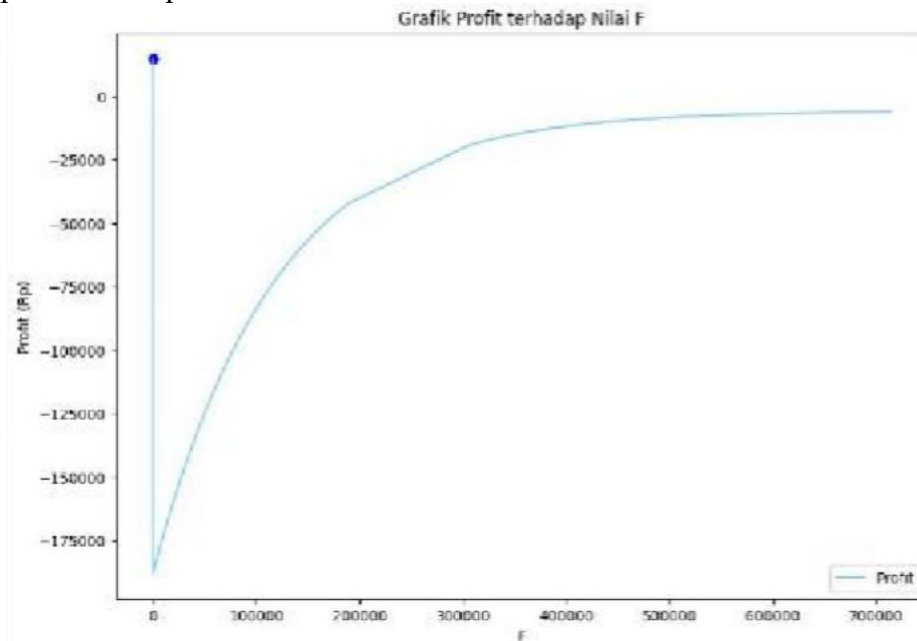


**Gambar 2. Grafik keuntungan terminal terhadap nilai  $S$**

Diperlihatkan pada Gambar 2 bahwa seiring kenaikan nilai tarif, maka nilai keuntungan terminal juga akan semakin besar hingga pada titik tertentu, yaitu ketika nilai tarif Rp50.681,00 per TEU-hari, didapatkan nilai maksimum dari keuntungan yang diperoleh terminal, yaitu Rp14.728,414 per TEU. Hubungan antara tarif dan keuntungan yang didapatkan pada model ini merepresentasikan kondisi nyata dimana seiring kenaikan nilai tarif, maka nilai yang dibayarkan kepada terminal juga menjadi semakin besar sehingga keuntungan yang diperoleh terminal semakin besar. Setelah pencarian solusi optimal bergerak dari iterasi tersebut ke iterasi selanjutnya dengan nilai tarif yang lebih besar, didapatkan bahwa nilai keuntungan menjadi lebih kecil daripada iterasi sebelumnya sehingga disimpulkan bahwa nilai tarif sebesar Rp50.681,00/TEU-hari tersebut merupakan nilai optimal dari tarif. Kemudian, untuk melihat hubungan antara variabel keputusan *free-time period* dengan ukuran performansi keuntungan terminal digambarkan grafik keuntungan terminal terhadap nilai  $F$  yang diperlihatkan pada Gambar 3.

Diperlihatkan pada Gambar 3 bahwa seiring kenaikan nilai *free-time period*, nilai keuntungan terminal akan selalu negatif dan tidak akan melebihi titik puncak, yaitu ketika nilai *free-time period* adalah 0. Hubungan antara nilai *free-time period* dan keuntungan yang didapatkan pada model ini merepresentasikan kondisi nyata dimana seiring kenaikan nilai *free-time period* atau

semakin banyak masa gratis yang diperoleh pemilik peti kemas, maka semakin kecil nilai yang diterima oleh terminal. Adanya penurunan keuntungan yang diterima oleh terminal peti kemas yang salah satu penyebabnya adalah kebijakan penerapan *free-time period*. Dengan penghapusan *free-time period* atau nilai *free-time period* adalah 0, maka nilai keuntungan yang diperoleh akan maksimum seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3 dimana nilai  $F$  sama dengan 0 merupakan nilai optimal model.



**Gambar 3. Grafik keuntungan terminal terhadap nilai  $F$**

### Usulan Kebijakan Tarif Penyimpanan Kontainer Impor di Terminal

Dari hasil optimal model yang diperlihatkan pada Tabel 2 dapat dijadikan acuan dari usulan kebijakan tarif penyimpanan kontainer impor di terminal peti kemas. Usulan kebijakan ini diharapkan membantu dalam mengembalikan fungsi terminal peti kemas ke fungsi awal adanya sebuah terminal peti kemas untuk menjadi tempat singgah dan bukan sebagai tempat penyimpanan kontainer sehingga dapat mendorong pemilik peti kemas untuk tidak menyimpan kontainer di terminal lebih dari 1 hari.

#### 1. Tarif dasar penumpukan di terminal peti kemas

Berdasarkan hasil optimal yang telah didapatkan, maka usulan tarif dasar penumpukan kontainer impor dari salah satu terminal peti kemas Tanjung Priok Indonesia diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Usulan tarif dasar penumpukan kontainer di terminal peti kemas

| Pelayanan Jasa   | Tarif Dasar Penumpukan |
|------------------|------------------------|
| Peti kemas 20 ft | Rp50.681,00            |

Pada penelitian ini memang hanya difokuskan pada peti kemas berukuran 20 ft karena limitasi data peti kemas yang berukuran 40 ft. Namun, untuk melakukan implementasi tarif usulan ini, perusahaan dapat menggunakan model yang diusulkan dan menginput data untuk kontainer berukuran 40 ft sehingga dapat diperoleh tarif optimal untuk kontainer berukuran 40 ft.

## 2. Kebijakan tarif penyimpanan di terminal peti kemas berdasarkan durasi penyimpanan kontainer di terminal

Dari hasil optimal model, didapatkan bahwa *free-time period* (hari bebas) bernilai 0, artinya kondisi optimal diperoleh ketika *free-time period* bernilai 0 atau tidak ada hari bebas. Hal ini akan berdampak pada kebijakan tarif penyimpanan kontainer saat ini sehingga diusulkan suatu kebijakan tarif penyimpanan yang diperlihatkan pada Tabel 4. Kebijakan ini diharapkan dapat mendorong pemilik peti kemas yang ingin menyimpan kontainer terlebih dahulu sebelum diambil untuk tidak menyimpan kontainer di terminal, melainkan langsung memindahkannya ke Gudang Lini II untuk mengurangi kepadatan terminal sekaligus memaksimalkan keuntungan di terminal sebagaimana hasil yang didapatkan dari model.

Tabel 4. Usulan kebijakan tarif penyimpanan kontainer terminal peti kemas

| Jumlah Hari Penyimpanan    | Tarif                 |
|----------------------------|-----------------------|
| Hari pertama               | 100% dari tarif dasar |
| Hari kedua                 | 300% dari tarif dasar |
| Hari ketiga dan seterusnya | 600% dari tarif dasar |

## 3. Tarif tambahan penyimpanan kontainer di terminal peti kemas

Pada penelitian kali ini hanya difokuskan pada tarif dasar penumpukan kontainer sehingga untuk tarif tambahan penyimpanan kontainer dapat disesuaikan dengan *decision maker* dan pihak terminal peti kemas lainnya. Dikarenakan pada model tidak menggunakan parameter tarif tambahan, maka adanya perubahan terhadap tarif tambahan untuk penyimpanan kontainer di terminal tidak akan mempengaruhi hasil model secara signifikan kepada terminal. Maka, perusahaan dapat melakukan perubahan pada tarif tambahan dengan menyesuaikan dengan kebutuhan.

### Usulan Alur Penyimpanan Kontainer Impor di Terminal

Potensi perubahan perilaku pelanggan impor akan terjadi pada berkurangnya pemilik peti kemas yang memilih untuk menyimpan kontainer di terminal terlebih dahulu seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4 yang dilingkari warna merah. Dengan penerapan tidak adanya *free-time period* di terminal, maka diharapkan dapat mendorong *consignee* untuk tidak menyimpan kontainer di terminal sehingga dapat mengurangi kepadatan penumpukan kontainer di terminal. Namun, apabila kontainer memang perlu untuk disimpan terlebih dahulu di terminal, maka terminal akan dapat langsung memperoleh pendapatan karena peniadaan masa gratis pada kebijakan penyimpanan kontainer di terminal. Dengan demikian, diharapkan pemilik peti kemas (*consignee*) akan langsung mengambil kontainer yang baru tiba di dermaga. Apabila kontainer perlu disimpan terlebih dahulu, maka truk peti kemas akan membawanya ke Gudang Lini II untuk disimpan. Selain potensi perubahan perilaku pelanggan impor di terminal, penerapan tidak adanya *free-time period* di terminal meningkatkan kecenderungan kontainer untuk langsung dipindahkan ke Gudang Lini II apabila diperlukan untuk disimpan sehingga interaksi antara terminal dan Gudang Lini II juga akan meningkat. Perbedaan signifikan dari fungsi Gudang Lini II pada kondisi saat ini dan usulan adalah pada kondisi saat ini, Gudang Lini II baru akan digunakan apabila penyimpanan kontainer di terminal melebihi 3 hari, sedangkan pada usulan, Gudang Lini II akan langsung berperan sebagai lokasi

penyimpanan utama sesaat setelah kontainer sampai di terminal. Hal ini akan meningkatkan efisiensi pekerjaan truk eksternal dimana truk eksternal tidak perlu melakukan penjemputan kontainer di terminal lebih dari 1 kali.

Untuk mempermudah penanganan kontainer untuk disimpan di Gudang Lini II, maka akan lebih baik untuk terminal kembali menjalin kerja sama dengan Gudang Lini II sehingga akan saling menguntungkan pihak terminal dan Gudang Lini II dalam hal meningkatkan pendapatan masing-masing entitas. Usulan ini juga dapat membantu mengurangi tingkat kompetitif antara terminal dan Gudang Lini II dalam aktivitas penyimpanan kontainer karena masing-masing dari terminal dan Gudang Lini II dapat berfokus pada fungsi utamanya masing-masing yang berbeda. Oleh karena itu, akan lebih baik apabila terminal dapat menjalin kerja sama. Selain menjalin kerja sama dengan Gudang Lini II, kerja sama atau kemitraan pada saat ini antara terminal dan perusahaan truk pengelola truk peti kemas *drayage inbound* dapat dibuat dengan lebih baik dan diperkuat sehingga proses perpindahan kontainer dari terminal menuju Gudang Lini II dapat menjadi lebih mudah dalam hal transportasi, operasional, dan penjadwalan kedatangan truk sehingga dapat membantu untuk mengurangi kepadatan atau kemacetan di terminal. Usulan ini ditandai pada Gambar 4. yang dilingkari warna biru untuk menandakan bahwa Gudang Lini II menjadi bagian dari entitas internal terminal peti kemas.

Pada usulan alur penyimpanan kontainer impor di terminal peti kemas, dapat diidentifikasi aktor yang berperan dalam kegiatan operasional sebagai berikut.

1. Terminal sebagai tempat kapal sandar dan sebagai salah satu tempat penyimpanan sementara untuk kontainer impor.
2. Gudang Lini II sebagai tempat penyimpanan kontainer impor setelah kontainer sampai di terminal peti kemas.

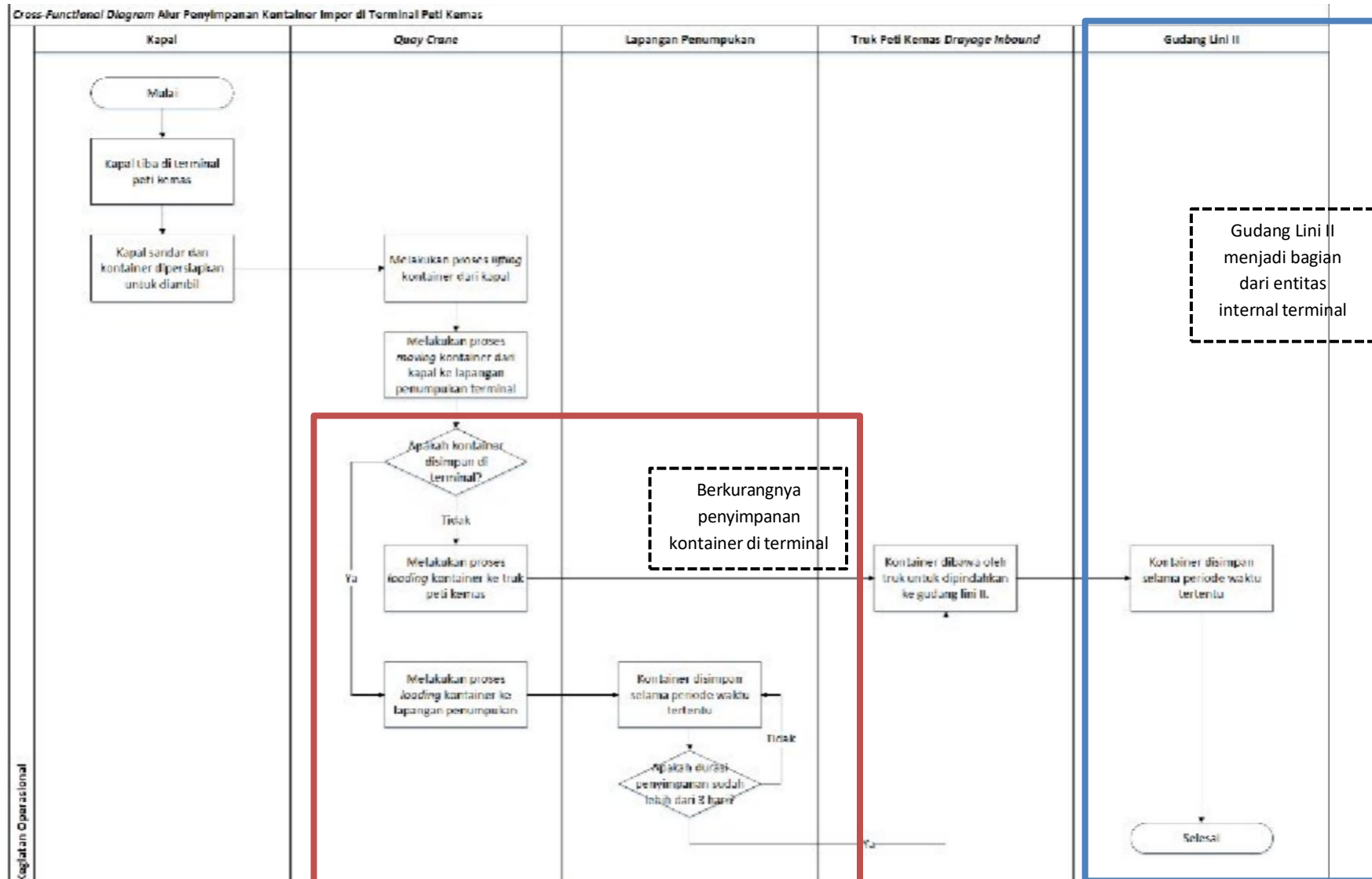
Fasilitas pendukung yang digunakan dalam usulan alur penyimpanan kontainer impor di terminal peti kemas di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Kapal sebagai alat transportasi yang membawa kontainer impor.
2. *Quay crane* sebagai fasilitas pendukung utama untuk memindahkan kontainer dari kapal menuju lapangan penumpukan kontainer di terminal.
3. Lapangan penumpukan di terminal sebagai area penyimpanan kontainer di terminal.
4. Truk peti kemas *drayage inbound* sebagai alat transportasi yang digunakan untuk mengambil kontainer dan memindahkannya ke Gudang Lini II atau tujuan lainnya.

Untuk memperjelas usulan alur kegiatan penyimpanan kontainer impor di terminal peti kemas, digunakan *Cross-Functional Diagram* (CFD) yang diperlihatkan pada Gambar 4.

Usulan alur penyimpanan kontainer impor di terminal peti kemas dengan kebijakan tarif penyimpanan kontainer yang baru dapat dibagi menjadi 2 skenario yang berbeda. Penjelasan dari setiap skenario usulan dijelaskan pada Tabel 5.

Dari penjelasan masing-masing skenario tersebut, perbedaan signifikan antara kedua skenario adalah jumlah kontainer yang dipindahkan ke Gudang Lini II setelah kapal datang di terminal. Skenario pertama berarti sebagian kontainer disimpan di terminal terlebih dahulu sebelum dipindahkan ke Gudang Lini II, sedangkan pada skenario kedua berarti seluruh kontainer langsung dipindahkan ke Gudang Lini II sesaat setelah kapal datang di terminal.



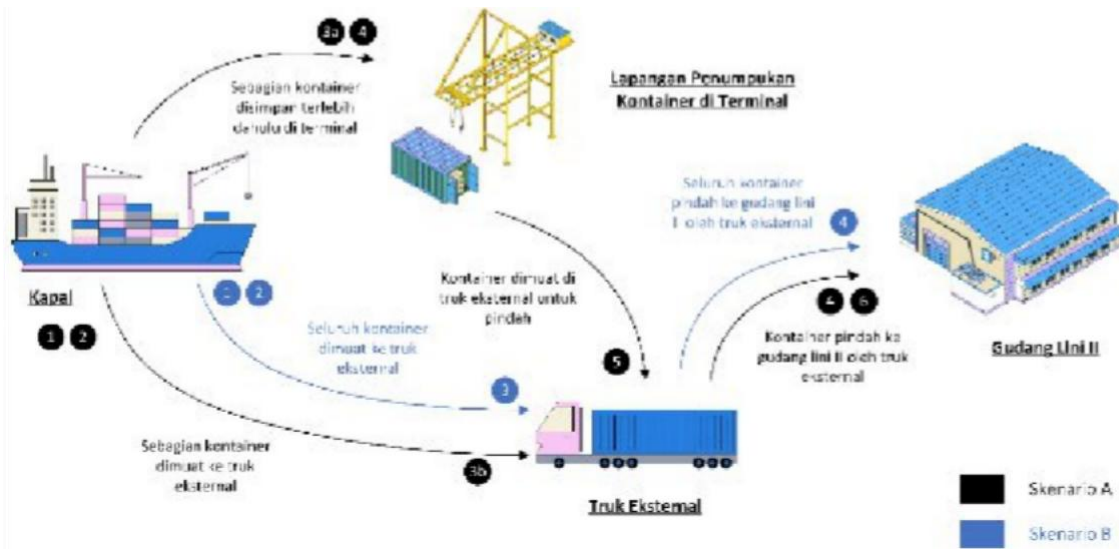
Gambar 4. CFD alur penyimpanan kontainer impor usulan

Tabel 5. Usulan skenario alur penyimpanan kontainer impor di terminal peti kemas

| <b>Skenario A</b>   | <b>Skenario B</b>   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Kontainer tiba di terminal peti kemas.</li><li>2. Kapal sandar dan kontainer dipersiapkan untuk diambil.</li><li>3. Kontainer dipindahkan dari kapal menuju tempat penyimpanan sementara.<ol style="list-style-type: none"><li>a. Untuk sebagian kecil kontainer yang akan disimpan terlebih dahulu di lapangan penumpukan di terminal, kontainer dipindahkan dari kapal menuju lapangan penumpukan dengan bantuan <i>quay crane</i> dan fasilitas pendukung lainnya.</li><li>b. Untuk sebagian besar kontainer yang akan langsung dipindahkan ke Gudang Lini II, kontainer akan diambil oleh truk peti kemas untuk dikeluarkan dari terminal menuju Gudang Lini II.</li></ol></li><li>4. Kontainer disimpan di tempat penyimpanan sementara masing-masing selama periode waktu tertentu hingga diambil oleh pemilik peti kemas.</li><li>5. Setelah lebih dari 3 hari, kontainer yang disimpan di terminal kemudian akan dijemput oleh truk peti kemas untuk</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Kontainer tiba di terminal peti kemas.</li><li>2. Kapal sandar dan kontainer dipersiapkan untuk diambil.</li><li>3. Seluruh kontainer yang datang langsung dipindahkan ke Gudang Lini II untuk disimpan sementara. Kontainer diambil oleh truk peti kemas untuk dikeluarkan dari terminal menuju Gudang Lini II.</li><li>4. Kontainer disimpan di tempat penyimpanan sementara masing-masing selama periode waktu tertentu hingga diambil oleh pemilik peti kemas.</li></ol> |

dipindahkan ke Gudang Lini II.

Ilustrasi dari kedua skenario yang dijelaskan pada Tabel 5 diperlihatkan pada Gambar 5.



**Gambar 5. Ilustrasi usulan alur penyimpanan kontainer impor di terminal peti kemas**

### Validasi Usulan Alur Penyimpanan berdasarkan Survei Rating

Usulan alur penyimpanan kontainer impor yang diusulkan dalam penelitian ini perlu dipastikan sudah baik untuk diterapkan di terminal atau tidak. Oleh karena itu, dilakukan validasi usulan yang dilakukan untuk mendapatkan penilaian para ahli atau *stakeholder* operasional terminal peti kemas terhadap usulan sehingga ketika diterapkan di terminal akan sesuai dengan kondisi dan kebutuhan yang dimiliki oleh terminal peti kemas. Metode yang digunakan untuk mendapatkan opini ahli pada penelitian ini adalah dengan survei *rating* skala numerik. Survei dilakukan dengan pemberian kuesioner *online* kepada *stakeholder* dari terminal peti kemas Tanjung Priok untuk menilai usulan berdasarkan kriteria evaluasi. *Stakeholder* adalah para supervisor dengan pengalaman di terminal peti kemas > 10 tahun. Proses validasi yang dilakukan untuk menguji kelayakan usulan didasari oleh suatu kriteria evaluasi yang dinilai oleh setiap para ahli. Kriteria evaluasi kegiatan operasional di terminal dapat dibagi menjadi 2, yaitu implementasi dan manfaat.

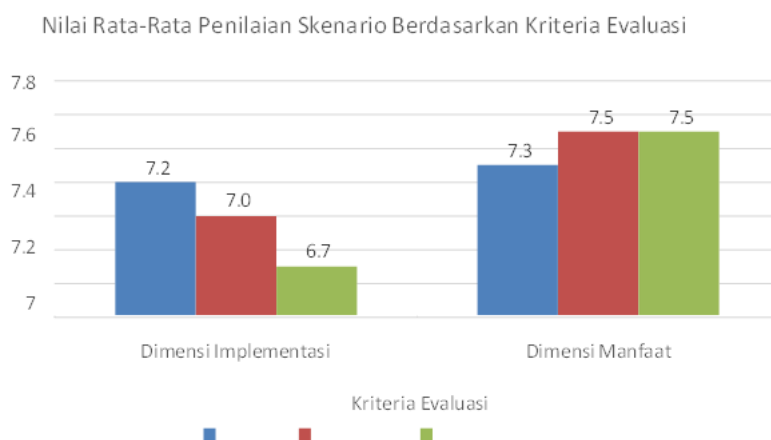
Setelah dilaksanakan survei yang diberikan kepada *stakeholder* operasional terminal, didapatkan hasil penilaian dan masukan dari usulan yang ditawarkan. Hasil dari survei yang dilakukan dirangkum dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Dikarenakan masing-masing dari kriteria evaluasi tidak memiliki bobot, maka dapat diasumsikan bahwa setiap kriteria evaluasi sama signifikannya antara satu sama lain. Oleh karena itu, dapat dicari nilai rata-rata setiap skenario berdasarkan setiap kriteria evaluasi. Nilai rata-rata tersebut diperlihatkan pada Gambar 6.

Tabel 6. Hasil penilaian usulan oleh *stakeholder* operasional terminal peti kemas

| Elemen Kriteria Evaluasi                                  | Responden 1:<br><i>Supervisor<br/>Customer<br/>Service</i> | Responden 2:<br><i>Supervisor<br/>Environment</i> | Rata-Rata |
|---|--|---|-----------|
| <b>A. Implementasi</b>                                    |  |   |           |
| <b>a. Fisibilitas</b>                                     |  |   |           |
| • Saat ini  | 7  | 7   | 7,0       |
| • Skenario A  | 7  | 6   | 6,5       |
| • Skenario B  | 7  | 6   | 6,5       |
| <b>b. Kemudahan/penerimaan</b>                            |  |   |           |
| • Saat ini  | 7  | 7   | 7,0       |
| • Skenario A  | 7  | 6   | 6,5       |
| • Skenario B  | 7  | 6   | 6,5       |
| <b>c. Implikasi</b>                                       |  |   |           |
| • Saat ini  | 8  | 7   | 7,5       |
| • Skenario A  | 8  | 8   | 8,0       |
| • Skenario B  | 8  | 6   | 7,0       |
| <b>B. Manfaat</b>   |  |   |           |
| <b>1. Efektivitas dan efisiensi penyimpanan kontainer</b> |  |   |           |
| <b>o Yard Occupancy Ratio (YOR)</b>                       |  |   |           |
| • Saat ini  | 8  | 7   | 7,5       |
| • Skenario A  | 8  | 8   | 8,0       |
| • Skenario B  | 8  | 8   | 8,0       |
| <b>o Dwelling time</b>                                    |  |   |           |
| • Saat ini  | 8  | 7   | 7,5       |
| • Skenario A  | 8  | 8   | 8,0       |
| • Skenario B  | 8  | 8   | 8,0       |
| <b>2. Bentuk kemitraan</b>                                |  |   |           |
| • Saat ini  | 7  | 7   | 7,0       |
| • Skenario A  | 7  | 6   | 6,5       |
| • Skenario B  | 7  | 5   | 6,0       |

Dilihat dari dimensi implementasi, fisibilitas dan kemudahan untuk melakukan implementasi untuk kedua skenario cukup rendah dan lebih kecil daripada kondisi saat ini. Hal ini dikarenakan terminal tidak dapat menentukan tarif penyimpanannya sendiri sehingga diperlukan persetujuan dan pertimbangan dari pihak regulator. Oleh karena itu, proses dari pergantian tarif penyimpanan ini memerlukan proses dan birokrasi yang cukup panjang. Dampak positif yang dapat diberikan dengan adanya usulan skenario B juga dinilai lebih kecil daripada kondisi saat ini. Walaupun demikian, dampak positif yang dapat diterima dengan adanya usulan skenario A lebih besar daripada kondisi saat ini.



**Gambar 6. Grafik rata-rata nilai setiap skenario berdasarkan kriteria evaluasi**

Dilihat dari dimensi manfaat, nilai *YOR* dan *dwelling time* akan berkurang dengan adanya usulan skenario A maupun B karena pada usulan skenario ini penumpukan peti kemas yang berada di terminal menjadi jauh lebih sedikit sehingga nilai *YOR* dan *dwelling time*. Dengan adanya skenario A dan B, dampak positif yang didapatkan dengan kemitraan Gudang Lini II lebih kecil daripada kondisi saat ini. Hal ini dapat diindikasikan karena adanya bentuk kemitraan baru antara terminal dan Gudang Lini II untuk mengakomodasi usulan dapat berpotensi untuk melukai kemitraan pada saat ini yang telah dimiliki oleh terminal walaupun sebetulnya ini merupakan risiko yang perlu diambil untuk meningkatkan performansi dan *sustainability* dari kemitraan secara jangka panjang. Berdasarkan kepada hasil penilaian usulan dari *stakeholder* operasional terminal peti kemas dan analisis interpretasi hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa alternatif skenario usulan yang dapat memberikan performansi yang lebih baik adalah skenario B dengan seluruh kontainer yang hendak disimpan seluruhnya disimpan di Gudang Lini II. Maka, ketika kontainer datang di terminal, kontainer yang dijadwalkan untuk disimpan terlebih dahulu akan dibawa langsung ke Gudang Lini II untuk disimpan.

### **Implementasi Tarif Penyimpanan Kontainer Impor di Terminal Indonesia**

Hal yang menghambat implementasi rancangan usulan tarif dan periode penyimpanan di terminal peti kemas adalah adanya birokrasi dari penentuan tarif penyimpanan yang dikeluarkan oleh regulator. Regulator yang memegang tanggung jawab untuk menentukan tarif penyimpanan di terminal peti kemas di Indonesia adalah pemerintah, spesifiknya Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 72 Tahun 2017 tentang Jenis, Struktur, Golongan, dan Mekanisme Penetapan Tarif Jasa Kepelabuhan mengatur segala hal mengenai penentuan tarif pelayanan kepelabuhan yang juga merupakan standar acuan yang digunakan dalam penelitian kali ini. Di dalam dokumen tersebut, terdapat poin yang ditujukan untuk mendorong iklim investasi dan menciptakan tarif jasa kepelabuhan yang efisien dan kompetitif, perlu dilakukan penataan kembali jenis, struktur,

golongan mekanisme penetapan tarif jasa kepelabuhan. Terminal peti kemas termasuk ke dalam infrastruktur yang berperan di jasa kepelabuhan sehingga penentuan tarif penyimpanan kontainer berada di bawah peraturan tersebut.

Pada dokumen peraturan tersebut, dikatakan bahwa penetapan besaran tarif jasa kepelabuhan pada terminal yang pelayanan jasanya diusahakan oleh Badan Usaha Pelabuhan (BUP) ditetapkan oleh BUP dengan berpedoman pada peraturan ini. Ketika suatu terminal hendak mengajukan kebijakan tarif pelayanan terminal, maka dapat dilakukan proses konsultasi yang diatur dalam peraturan tersebut. Langkah dan hal-hal yang harus diperhatikan dalam proses konsultasi diantaranya adalah sebagai berikut.

1. BUP menyusun konsep usulan tarif dengan memperhatikan kepentingan pelayanan umum, peningkatan mutu pelayanan jasa, kepentingan pemakai jasa, peningkatan mutu pelayanan jasa, kepentingan pemakai jasa, peningkatan kelancaran pelayanan jasa, pengembalian biaya dan pengembangan usaha dengan kelengkapan data sebagai berikut.
  - a. Hasil perhitungan biaya pokok
  - b. Telaah dan justifikasi usulan kenaikan tarif
  - c. Penerapan *Service Level Agreement* (SLA), *Service Level Guarantee* (SLG), dan Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan
  - d. Berita acara kesepakatan dengan asosiasi pengguna jasa
2. Konsep usulan besaran tarif pelayanan jasa dikonsultasikan terlebih dahulu kepada BUP dan asosiasi pengguna jasa terkait jenis pelayanan dan tarif sebelum dikonsultasikan kepada Menteri Perhubungan. Sosialisasi dilakukan kepada Asosiasi Perusahaan Bongkar Muat Indonesia (APBMI), Asosiasi Logistik dan *Forwarder* Indonesia (ALFI/ILFA), dan Gabungan Importir Nasional Seluruh Indonesia (GINSI).
3. Kesepakatan yang telah diambil kemudian dituangkan dalam suatu berita acara yang ditandatangani bersama serta diketahui oleh penyelenggara terminal.
4. BUP menyampaikan usulan besaran tarif yang telah disepakati secara tertulis kepada Menteri disertai data pendukung.
5. Usulan tarif dibahas oleh unit kerja terkait di lingkungan Kementerian Perhubungan bersama BUP.
6. Menteri memberikan arahan dan pertimbangan secara tertulis kepada BUP dalam jangka waktu 30 hari kerja sejak diterimanya usulan tersebut.
7. BUP dalam menetapkan besaran tarif pelayanan perlu memperhatikan dan menyesuaikan usulan dengan arahan dan pertimbangan Menteri.
8. Apabila dalam jangka waktu tersebut belum ada arahan dan pertimbangan secara tertulis, maka BUP dapat menetapkan besar tarif sesuai hasil kesepakatan pengguna jasa.
9. BUP wajib mengumumkan dan melakukan kegiatan sosialisasi besaran tarif kepada seluruh pengguna jasa dalam jangka waktu paling lambat 1 bulan.
10. Besaran tarif pelayanan jasa di terminal telah ditetapkan oleh BUP dan dilaporkan kepada Menteri Perhubungan.

## Simpulan

Penyelesaian masalah penentuan tarif penyimpanan kontainer impor di terminal yang dapat memaksimalkan keuntungan terminal sekaligus membantu mengurangi penumpukan kontainer di terminal dilakukan dengan menggunakan model *unconstrained optimization* yang diselesaikan dengan metode *line search*. Penyelesaian model dilakukan dengan bantuan

algoritma yang dijalankan pada bahasa pemrograman Python. Berdasarkan hasil penyelesaian model, tarif penyimpanan dasar kontainer impor di terminal yang optimal didapatkan dari model *unconstrained optimization* adalah sebesar Rp50.681,00/TEU-hari. *Free-time period* atau hari bebas penyimpanan kontainer impor di terminal yang optimal didapatkan dari model *unconstrained optimization* adalah 0 hari atau dapat dikatakan tidak ada *free-time period*. Berdasarkan kepada tarif penyimpanan dasar kontainer dan *free-time period* optimal yang didapatkan dari model *unconstrained optimization* dapat dibuat menjadi usulan kebijakan tarif penyimpanan kontainer impor di terminal yang baru. Untuk mengakomodasi implementasi usulan kebijakan tarif penyimpanan kontainer impor di terminal, dibuat usulan alur penyimpanan kontainer impor yang dapat diterapkan pada terminal peti kemas dengan melibatkan kemitraan Gudang Lini II dan truk peti kemas.

Penelitian ini dapat dikembangkan dengan melakukan hal-hal berikut. Aspek regulator berperan penting dalam keputusan penentuan tarif penyimpanan kontainer di terminal sehingga pada penelitian selanjutnya disarankan untuk memasukkan aspek regulator kepada model. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan penggunaan data yang lebih variatif pada model sehingga dapat merepresentasikan sistem nyata dengan lebih baik, seperti menggunakan variasi fasilitas pendukung dalam kegiatan operasional kontainer. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan kemitraan yang dapat diterapkan oleh terminal peti kemas yang saling menguntungkan untuk kedua pihak sehingga dapat meningkatkan performansi kedua pihak. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan aspek bisnis dan perspektif pemilik peti kemas pada model sehingga tidak hanya menguntungkan kepada terminal, tetapi juga kepada pemilik peti kemas, dan bisnis kegiatan impor secara keseluruhan. Penelitian selanjutnya dapat melakukan eksplorasi pada metode-metode pencarian solusi optimal untuk model *unconstrained optimization* untuk melihat perbedaan solusi optimal yang didapatkan dengan macam-macam metode yang digunakan.

## Daftar Pustaka

- Abdelmagid, A. M., Gheith, M. S., & Eltawil, A. B. (2021). A comprehensive review of the truck appointment scheduling models and directions for future research. *Transport Reviews*. <https://doi.org/10.1080/01441647.2021>.
- Andriyanto, A., & Sinaga, C. A. G. (2023). Pengaruh Dwelling Time Terhadap Yard Occupancy Ratio Dengan Menggunakan Metode Regresi Linear Sederhana di PTP Terminal Nonpetikemas Multipurpose Cabang Tanjung Priok. *Jurnal Logistik Bisnis*, 13(2), 35–39. <https://doi.org/10.46369/LOGISTIK.V13I2.3361>
- Djordjevic, S. S. (2019). Unconstrained Optimization Methods: Conjugate Gradient Methods and Trust-Region Methods. *Applied Mathematics*. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.84374>
- Hadi, W., & Puspitasari, D. (2019). Analisis Penerapan Tarif Progresif Dalam Upaya Menekan Dwelling Time Impor Di Pt. Jakarta International Container Terminal. *LOGISTIK*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/10.21009/LOGISTIK.V12I1.13710>
- Kim, K. H., & Günther, H. O. (2007). Container terminals and cargo systems: Design, operations management, and logistics control issues. *Container Terminals and Cargo Systems: Design, Operations Management, and Logistics Control Issues*, 1–381. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-49550-5/COVER>

- Kim, K. H., & Kim, K. Y. (2007). Optimal price schedules for storage of inbound containers. *Transportation Research Part B: Methodological*, 41(8), 892–905. <https://doi.org/10.1016/J.TRB.2007.02.001>
- Martín, E., Salvador, J., & Saurí, S. (2014). Storage pricing strategies for import container terminals under stochastic conditions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 68, 118–137. <https://doi.org/10.1016/J.TRE.2014.05.009>
- [Kemenhub RI] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. 2017. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 25 Tahun 2017 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 116 Tahun 2016 tentang Pemindahan Barang yang Melewati Batas Waktu Penumpukan (Long Stay) di Pelabuhan Utama Belawan, Pelabuhan Utama Tanjung Priok, Pelabuhan Utama Tanjung Perak, dan Pelabuhan Utama Makassar. Jakarta: *Kemenhub RI*.
- Steenken, D., Voß, S., & Stahlbock, R. (2004). Container terminal operation and operations research - A classification and literature review. In *OR Spectrum* (Vol. 26, Issue 1, pp. 3–49). Springer. <https://doi.org/10.1007/s00291-003-0157-z>
- Suparman, A., Darmawan, A. A., Marline, D. R., & Azzahra, T. (2023). Yard Occupancy Ratio Insights: Investigating Dwelling Time and Throughput at Jakarta International Container Terminal. *Advances in Transportation and Logistics Research*, 6(0), 576–595. <https://proceedings.itltrisakti.ac.id/index.php/ATLR/article/view/613>
- Taha, H. A. (2017). *Operations Research An Introduction (9<sup>th</sup> Edition)*. New Jersey: Prentice Hall
- Yulianti, F. (2017). Pengembangan model koordinasi multi agen dalam pengelolaan aliran peti kemas impor [Disertasi]. Bandung: Teknik dan Manajemen Industri