

Pengembangan Model Pegelolaan Kontainer Kosong Pada *Surplus Area* Menurut Sudut Pandang Otoritas Terminal

Noveicalistus H. Djunggu

Laboratorium Optimisasi Sistem Industri
Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura
e-mail: noveihdjunggu@gmail.com

Abstract– Ketidak seimbangan volume perdagangan antar wilayah menyebabkan terjadinya kelebihan kontainer kosong pada satu wilayah, dan kekurangan kontainer kosong pada wilayah yang lain. Keterbatasan kapasitas *storage area* pada wilayah yang kelebihan kontainer kosong menyebabkan permasalahan bagi pengelola terminal untuk mengelola kegiatan operasional terminal. Permasalahan ini disebabkan karena keterbatasan ruang gerak pada terminal kontainer. Pihak pengelola terminal kontainer akan melakukan alokasi kontainer kosong agar dapat menjamin kelancaran operasional terminal kontainer. Sebagai pihak yang menggunakan jasa operasional terminal dan memiliki kontainer kosong, *shipping line* akan terkena dampak dari setiap keputusan yang dilakukan oleh otoritas terminal.

Pada penelitian ini objek kajian adalah terminal kontainer pelabuhan Pontianak. Entitas PT Pelindo mewakili sudut pandang pengelola terminal kontainer, dan entitas *shipping line* mewakili sudut pandang pemilik kontainer. Dikembangkan skenario alokasi dengan pendekatan PT Pelindo dominan dalam alokasi kontainer kosong dan *shipping line* sebagai pihak yang terkena dampak pengambilan keputusan dari pengelola terminal.

Keywords– alokasi kontainer kosong, terminal kontainer, *shipping line*, utilisasi *storage area*

1. Pendahuluan

Sebagai salah satu pintu perdagangan, pelabuhan mempunyai pengaruh yang amat sangat penting dalam mempengaruhi tingkat ekonomi suatu daerah. Pelabuhan Pontianak merupakan pintu masuk dan keluar utama barang dari dan ke luar Pontianak. Arus bongkar muat barang pada Pelabuhan Pontianak antara lain adalah kontainer, *general cargo*, curah cair, dan curah kering. Terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada arus dan kegiatan bongkar muat kontainer di pelabuhan Pontianak. Tercatat bahwa pada sepanjang tahun 2010 arus kontainer mencapai 137.168 TEUs, dan terus meningkat sebanyak 20% setiap tahun. Peningkatan jumlah kontainer yang masuk ke pelabuhan Pontianak tidak diimbangi dengan jumlah kontainer yang keluar dari pelabuhan Pontianak. Penyebabnya adalah karena Kalimantan Barat tidak memiliki produk unggulan yang memadai untuk dapat dikirim sebagai produk impor maupun kebutuhan dalam negeri. Ketidakseimbangan ini menyebabkan terjadinya penumpukan kontainer

kosong pada wilayah pelabuhan Pontianak. Li (2004) menyatakan bahwa ketidakseimbangan jumlah dan volume perdagangan menyebabkan terjadinya penumpukan kontainer pada suatu pelabuhan dan kekurangan kontainer pada pelabuhan yang lain. Sehingga menjadi penting untuk menyeimbangkan jumlah kontainer kosong pada setiap pelabuhan. Jumlah kontainer kosong pada Pelabuhan Pontianak saat ini adalah sebanyak 1 banding 2, dimana jumlah kontainer kosong lebih banyak dari pada kontainer isi. Keadaan ini turut mempengaruhi kinerja dari pelabuhan Pontianak, dimana tingkat kepadatan kontainer kosong yang cukup tinggi menyebabkan lambatnya kegiatan bongkar muat kontainer. Hal ini terjadi karena kontainer kosong menggunakan kapasitas dari *storage area* yang disediakan oleh pihak PT Pelindo. Apabila jumlah kontainer kosong terlalu banyak memakai kapasitas *storage area*, maka kontainer dari kapal akan sulit untuk dibongkar karena keterbatasan ruang gerak. Menurut Bin (2007) kontainer kosong tidak memberikan nilai tambah bagi pemilik kontainer, bahkan kontainer kosong hanya akan meningkatkan ongkos operasional. Diperkirakan pada tahun 2012 arus kontainer pada pelabuhan Pontianak mencapai 170.000 TEUs. Peningkatan arus masuk kontainer ini tidak diimbangi dengan peningkatan kapasitas *storage area*, sehingga semakin menghambat kinerja PT Pelindo. Kim (2003) menyatakan bahwa *storage area* merupakan sumber daya yang sangat berharga pada sebuah terminal kontainer. Terbatasnya kapasitas *storage area* pada terminal kontainer menyebabkan masalah kepadatan kontainer kosong semakin sukar untuk dihindari. Permasalahan kepadatan kontainer kosong pada Pelabuhan Pontianak akan berusaha untuk diselesaikan pada penelitian kali ini. Kepadatan kontainer kosong pada wilayah pelabuhan akan menimbulkan ongkos pada pihak pengelola pelabuhan dalam hal ini PT Pelindo. Selain itu kontainer kosong akan memberikan beban pada pihak pemilik kontainer dalam hal ini *shipping line*.

2. Pengembangan Model

2.1 Model Konseptual Pihak Pengelola Terminal Kontainer

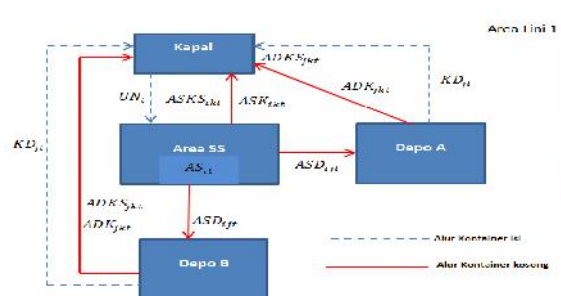
Sebagai pengelola terminal kontainer, maka PT Pelindo memiliki tanggung jawab dalam menjamin kelancaran kegiatan bongkar muat kontainer. Oleh karena itu, maka PT Pelindo perlu menjaga ketersediaan kapasitas

storage area dengan cara melakukan alokasi kontainer kosong. PT Pelindo berupaya agar biaya alokasi kontainer kosong dapat dilakukan dengan biaya yang seminimal mungkin. Berdasarkan kedua tujuan tersebut, maka dikembangkan sebuah model untuk menjawab tujuan utama PT Pelindo yaitu :

1. Minimasi total biaya alokasi kontainer kosong.
2. Menjaga utilitas kapasitas tampung pada *storage area*.

Gambar II.1 merupakan model konseptual yang menjelaskan alur alokasi kontainer kosong di terminal kontainer pelabuhan Pontianak menurut sudut pandang PT Pelindo. Alokasi kontainer kosong ditunjukkan pada garis merah. Garis biru menunjukkan alur alokasi kontainer isi *unloading* dan kontainer isi *loading*. Kontainer isi *loading* dan *unloading* kemudian digunakan untuk menentukan kapasitas tersedia kapal. Garis hijau menunjukkan kawasan lini 1 terminal kontainer. Area SS, Kapal, dan Depo A berada pada Lini 1 terminal kontainer. Depo B dan berada di luar area lini 1. UN_t adalah jumlah kontainer *unloading* yang diturunkan dari kapal dan dikirim ke Area SS. ADK_{jkt} adalah jumlah kontainer kosong yang dialokasikan dari Depo ke kapal. ASK_{ikt} adalah jumlah kontainer kosong yang dialokasikan dari Area SS ke kapal. KD_{jt} adalah jumlah kontainer pada Depo yang digunakan untuk memenuhi *demand* dari pengirim dan dialokasikan ke kapal. PT Pelindo memiliki beberapa aturan dalam melakukan perencanaan alokasi kontainer kosong, antara lain :

- Area SSA digunakan untuk menampung kontainer isi *unloading* yang berasal dari kapal. Kontainer kosong dari Area SSA kemudian ditampung pada Area SS.
- Depo A digunakan untuk menampung kontainer kosong yang berasal dari Area SS.
- Depo B digunakan untuk menampung kontainer kosong yang berasal dari Area SS.
- Kapasitas kapal dapat digunakan sebagai alokasi kontainer kosong yang berasal dari Area SS, Depo A, dan Depo B serta kontainer isi *loading*.
- Kelayakan kapasitas dievaluasi berdasarkan skenario utilitas kapasitas pada setiap Depo.
- Kontainer isi *loading* akan langsung dikirim ke area *loading unloading* dan tidak menggunakan kapasitas Area SS.



Gambar 1 Model Konseptual Alokasi Kontainer Kosong

2.2 Model Konseptual Pihak Shipping Line

Sebagai pemilik kontainer, *shipping line* akan selalu berusaha untuk mengoptimalkan alokasi kontainer kosong pada setiap wilayah yang dilalui oleh alur pelayaran kapal. Karena terjadi perbedaan volume perdagangan, maka akan ada wilayah yang mengalami kekurangan kontainer kosong (*shortage area*) dan ada wilayah yang mengalami kelebihan kontainer kosong (*surplus area*). *shipping line* dapat mengalami kemungkinan *lost sales* jika jumlah kontainer kosong pada area yang kekurangan kontainer kosong tidak dapat memenuhi *demand* konsumen. *shipping line* akan menanggung *holding cost* yang cukup besar pada area yang kelebihan kontainer kosong.

Shipping line berada pada wilayah yang mengalami kelebihan kontainer kosong (*Surplus Area*). *Shipping line* perlu untuk menyeimbangkan jumlah kontainer kosong antara wilayah yang kelebihan kontainer kosong dan daerah yang kekurangan kontainer kosong. Kapal yang dimiliki oleh *shipping line* akan melalui alur pelayaran yang berbeda. *shipping line* cenderung untuk melakukan alokasi kontainer kosong pada kapal, jika kapal akan bergerak dari area yang mengalami kelebihan kontainer ke area yang kekurangan kontainer kosong. Jika *shipping line* melakukan alokasi kontainer kosong pada kapal, dan kapal berangkat ke wilayah yang kelebihan kontainer kosong maka *shipping line* akan menanggung biaya karena kapasitas kapal terbuang untuk membawa kontainer kosong. Jika kontainer kosong dialokasikan pada kapal yang berangkat dari wilayah yang kelebihan kontainer kosong ke wilayah yang kekurangan kontainer kosong, maka kegiatan alokasi tidak diterjemahkan sebagai biaya. Alokasi tidak diterjemahkan sebagai biaya karena kontainer kosong yang dialokasikan dapat digunakan untuk memenuhi *demand* pada wilayah yang kekurangan kontainer kosong.

Struktur biaya *shipping line* pada kegiatan alokasi kontainer kosong adalah :

- Biaya simpan inventori kontainer kosong pada *storage area*.
- Biaya alokasi kontainer kosong antar wilayah.

2.3 Pengembangan Model Pihak Otoritas Pengelola Terminal Kontainer dan Shipping Line

Berdasarkan pendekatan dari sudut pandang otoritas terminal dan *shipping line*, maka dikembangkan model alokasi kontainer kosong sebagai berikut :

Indeks :

- i : Indeks area Stuffing dan Stripping (Area SS), $i = 1$
 j : Indeks Depo, $j = 1$ (Depo A), $j = 2$ (Depo B)
 k : Indeks jumlah kapal yang berlabuh di dermaga, $k = 1$
 t : Indeks periode perencanaan $t = 1, \dots, T$

Variabel Keputusan :

- ASD_{ijt} = Jumlah alokasi kontainer kosong dari Area SS i ke Depo j pada saat t (TEUs)
 ASK_{ikt} = Jumlah alokasi kontainer kosong dari Area SS i ke Kapal k pada saat t (TEUs)
 AS_{it} = Jumlah kontainer yang akan dialokasikan dari Area SS i saat t (TEUs)
 ADK_{jkt} = Jumlah alokasi kontainer kosong dari Depo j ke Kapal k saat t (TEUs)
TCP = Total Cost PT Pelindo (\$/periode perencanaan)
CASD = Biaya alokasi dari Area SS ke Depo (\$/periode perencanaan)
CASK = Biaya alokasi dari Area SS ke Kapal (\$/periode perencanaan)
CADK = Biaya alokasi dari Depo ke Kapal (\$/periode perencanaan)
TCSL = Total biaya *Shipping Line* (\$/periode perencanaan)
HCSS = Holding cost pada Area SS (\$/periode perencanaan)
HCD = Holding cost pada Depo (\$/periode perencanaan)
PAC = Biaya alokasi antar wilayah (\$/periode perencanaan)

Variabel Antara :

- $KR1_{jt}$ = Kriteria alokasi kontainer kosong dari Area SS ke Depo j (\$/TEUs)
 $KR2_{jk}$ = kriteria alokasi kontainer kosong dari Depo j ke Kapal k (\$/TEUs)
 $KR3_{ik}$ = Kriteria alokasi kontainer kosong dari Area SS i ke Kapal k (\$/TEUs)
 $Y1_t$ = Variabel biner yang menentukan pemilihan alokasi kontainer dari Area SS ke Depo saat t
 $Y2_t$ = Variabel biner yang menentukan pemilihan alokasi kontainer dari Area SS ke Kapal saat t
 X_t = Jumlah nilai status dari Depo A dan Depo B saat t
 SD_{jt} = Nilai status Depo j saat t
 KP_{it} = Kapasitas yang digunakan untuk menampung kontainer kosong pada Area SS i saat t (TEUs)
 KPD_{jt} = Kapasitas yang digunakan untuk menampung kontainer kosong pada Depo j saat t (TEUs)
 $KSAS_{it}$ = Kapasitas tersedia Area SS i saat t (TEUs)
 KD_{jt} = Jumlah konfirmasi demand kontainer kosong yang dipenuhi dari Depo j saat t (TEUs)
 LD_{jt} = Jumlah demand yang dapat dipenuhi dari Depo j saat t (TEUs)

KSD_{jt} = Jumlah kapasitas yang tersedia pada Depo j saat t (TEUs)

KL_{kt} = Jumlah kontainer yang di loading ke Kapal k saat t (TEUs)

UD_{jt} = Nilai utilitas Depo j saat t

Z_{jkt} = Variabel antara yang merepresentasikan kelayakan alokasi kontainer dari Depo j ke Kapal k saat t

KSK_{kt} = Kapasitas tersedia Kapal k saat t (TEUs)

IN_t = Jumlah inventori kontainer kosong pada saat t (TEUs)

$A1_t$ = Variabel antara yang mewakili jumlah kapasitas terpakai Depo A saat t

$B1_t$ = Variabel antara yang mewakili jumlah kapasitas terpakai Depo B saat t

Parameter :

$HC1_t$ = Biaya simpan kontainer kosong pada Area SS saat t (\$/t)

$HC2_t$ = Biaya simpan kontainer kosong pada Depo saat t (\$/t)

AC_t = Biaya alokasi kontainer kosong antar Pelabuhan saat t (\$/TEUs)

SK_t = Nilai status kapal saat t

KM_i = Kapasitas tampung maksimal Area SS i (TEUs)

KMK_{kt} = Kapasitas maksimal Kapal k yang berlabuh pada dermaga saat t

$C1_{ij}$ = Biaya alokasi kontainer kosong dari Area SS i ke Depo j (\$/TEUs)

$C1_{ik}$ = Biaya alokasi kontainer kosong dari Area SS i ke Kapal k (\$/TEUs)

$C3_{jk}$ = Biaya alokasi kontainer kosong dari Depo j ke Kapal k (\$/TEUs)

UN_t = Jumlah kontainer unloading dari Kapal saat t (TEUs)

IK_i = inisial kapasitas Area SS i (TEUs)

KMD_j = Kapasitas maksimal Depo j (TEUs)

IKD_j = Inisial Kapasitas Depo j (TEUs)

A_j = Matriks [1 0]

B_j = Matriks [0 1]

Pembatas Biaya (shipping line)

- $HCSS = \sum_{it} HC1_t \times KP_{it}$, $\forall i \in \{1\}$, $\forall t \in \{1, 2, \dots, T\}$
- $HCD = \sum_{jt} HC2_t \times KPD_{jt}$, $\forall j \in \{1, 2\}$, $\forall t \in \{1, 2, \dots, T\}$
- $PAC = \sum_{ijkt} AC_t \times (ADK_{jkt} + ADKS_{jkt} + ASK_{ikt} + ASKS_{ikt}) \times SK_t$, $\forall i \in \{1\}, \forall j \in \{1, 2\}, \forall k \in \{1\}, \forall t \in \{1, 2, \dots, T\}$

Pembatas Biaya Alokasi (otoritas terminal)

- $CASD = \sum_{ijt} KR1_{jt} \times ASD_{ijt}$
- $\sum_j ASD_{ijt} = Y1_t \times AS_{it}$, $\forall t \in \{1, 2, \dots, T\}$, $\forall i \in \{1\}, \forall j \in \{1, 2\}$
- $CASK = \sum_{ikt} KR3_{ik} \times ASK_{ikt} + \sum_{ikt} KR3_{ik} \times ASKS_{ikt}$

- d. $\sum_k ASK_{ikt} = Y2_t \times AS_{it} \quad , \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\} \quad , \quad \forall i \in \{1\}, \forall k \in \{1\}$
 e. $CADK = \sum_{jkt} KR2_{jk} \times ADK_{jkt} + \sum_{jkt} KR2_{jk} \times ADKS_{jkt} \quad , \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}, \forall j \in \{1,2\}, \forall k \in \{1\}$

Pembatas Kelayakan Alokasi Depo A/B dan Alokasi Kapal, (otoritas terminal)

- a. $X_t = \sum_{jt} SD_{jt} \times 1, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}, \forall j \in \{1,2\}$
 b. $Y1_t = \begin{cases} 0, & \text{jika : } X_t = 200 \\ 1, & \text{lainnya} \end{cases} \quad , \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$

$$Y2_t = \begin{cases} 1, & \text{jika : } Y1_t = 0 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad , \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$$

$$Y1_t + Y2_t = 1 \quad , \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$$

Pembatas Area SS (otoritas terminal & shipping line)

- a. $UN_t \leq KM_i, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}, \forall i \in \{1\}$
 b. $KMK_{kt} \leq KM_i \quad , \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}, \forall i \in \{1\} \quad , \quad \forall k \in \{1\}$
 c. $KSAS_{it} = KM_i - KP_{it}, \quad \forall i \in \{1\}, t = 1$
 d. $KSAS_{it} = KM_i - KP_{i,t-1} + ASKS_{ik,t-1}, \quad \forall i \in \{1\}, \quad \forall t \in \{2,\dots,T\}$
 e. $KP_{it} = IK_i + UN_t, \quad \forall i \in \{1\}, t = 1$
 f. $KP_{it} = \min [(KP_{i,t-1} + UN_t - ASKS_{ik,t-1}), KM_i] \quad , \quad \forall i \in \{1\}, \quad \forall t \in \{2,3,\dots,T\}$
 saat (t-1)) atau kapasitas maksimal Area SS. Persamaan ini digunakan untuk $t > 1$.
 g. $AS_{it} = \begin{cases} 0, & \text{jika : } KSAS_{it} \geq UN_t \\ UN_t, & \text{lainnya} \end{cases} \quad , \quad \forall i \in \{1\}, t = 1$
 h. $AS_{it} = \begin{cases} 0, & \text{jika : } KSAS_{it} \geq UN_t \\ KP_{i,t-1} - KP_{it} + UN_t, & \text{lainnya} \end{cases} \quad , \quad \forall i \in \{1\}, \quad \forall t \in \{2,3,\dots,T\}$
 i. $KR3_{ik} = C2_{ik} \quad , \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}, \quad \forall i \in \{1\} \quad , \quad \forall k \in \{1\}$
 j. $AS_{it} \in \text{Integer}$

Pembatas Depo (otoritas terminal & shipping line)

- a. $UN_t \leq KMD_j, \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 b. $KMK_{kt} \leq KMD_j, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}, \quad \forall j \in \{1,2\} \quad , \quad \forall k \in \{1\}$
 c. $KPD_{jt} = IKD_j, \quad \forall j \in \{1,2\}, t = 1$
 d. $KPD_{jt} = \min [(KPD_{j,t-1} + ASD_{ijt} - KD_{jt} - ADKS_{jk,t-1} - ADK_{jk,t-1}), KMD_j] \quad , \quad \forall i \in \{1\}, \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall t \in \{2,3,\dots,T\}$
 e. $KSD_{jt} = KMD_j - KPD_{jt}, \quad \forall j \in \{1,2\}, t = 1$
 f. $KSD_{jt} = KMD_j - KPD_{j,t-1} + ADK_{j,k,t-1} + ADKS_{jk,t-1}, \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall t \in \{2,3,\dots,T\}$

Pembatas Kapal (shipping line & otoritas terminal)

- a. $KL_{kt} \leq KMK_{kt}, \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall k \in \{1\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 b. $KSK_{kt} = KMK_{kt} - LD_{jt} \quad , \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall k \in \{1\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 c. $KSKS_{kt} = KMK_{kt} - KL_{kt} \quad , \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall k \in \{1\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 d. $KL_{kt} = LD_{jt} + ADK_{jkt} + ASK_{ikt}, \quad \forall i \in \{1\}, \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall k \in \{1\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 e. $KL_{kt} \in \text{Integer}$
 f. $ADK_{jkt} \in \text{Integer}$
 g. $ASK_{ikt} \in \text{Integer}$
 h. $LD_{jt} \in \text{Integer}$

Pembatas Pemilihan Tujuan Alokasi Depo dan Kapal (otoritas terminal)

- a. $UD_{jt} = KSD_{jt} - AS_{it}, \quad \forall i \in \{1\}, \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall k \in \{1\}, t = 1$
 b. $UD_{jt} = \begin{cases} 1, & \text{jika : } AS_{it} = 0 \\ KSD_{jt} - AS_{it}, & \text{lainnya} \end{cases} \quad , \quad \forall i \in \{1\}, \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall t \in \{2,3,\dots,T\}$
 c. $SD_{jt} = \begin{cases} 1, & \text{jika : } UD_{jt} \geq 0 \\ 100, & \text{lainnya} \end{cases} \quad , \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 d. $KR1_{jt} = C1_{ij} \times SD_{jt}, \quad \forall i \in \{1\}, \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 e. $UD_{jt} \in \text{Free Variable}$

Pembatas Penentuan Alokasi Depo ke Kapal (otoritas terminal)

- a. $Z_{jkt} = SD_{jt}, \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall k \in \{1\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 b. $ADK_{jkt} = \begin{cases} \min [KSK_{kt}, KPD_{jt}], & \text{jika : } Z_{jkt} = 100 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad , \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall k \in \{1\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 c. $KR2_{jk} = C3_{jk}, \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall k \in \{1\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$

Pembatas Pemenuhan Demand (otoritas terminal)

- a. $IN_t = \sum_{jt} KPD_{jt} \quad , \quad \forall i \in \{1\}, \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 b. $A1_t = \sum_{jt} A_j \times KPD_{jt} \quad , \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 c. $B1_t = \sum_{jt} B_j \times KPD_{jt} \quad , \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 d. $KD_{jt} = \begin{cases} A_j \times LD_{jt}, & \text{jika : } A1_t \geq B1_t \\ B_j \times LD_{jt}, & \text{lainnya} \end{cases} \quad , \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 e. $LD_{jt} = \min [KMK_{kt}, IN_t, D_t] \quad , \quad \forall j \in \{1,2\}, \quad \forall k \in \{1\}, \quad \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 f. $KD_{jt} \in \text{integer}$

- g. $LD_{jt} \in \text{integer}$
 h. $IN_t \in \text{integer}$

Pembatas Alokasi dari Area SS ke Kapal & Depo ke Kapal (shipping line)

- a. $ALO_{jt} = \begin{cases} MAX [A1_t, B1_t], & \text{jika } SK_t = 0 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$,
 $\forall j \in \{1,2\}, \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 b. $KADKS_{jt} = \begin{cases} A_j \times ALO_{jt}, & \text{jika } A1_t \geq B1_t \\ B_j \times ALO_{jt}, & \text{lainnya} \end{cases}$,
 $\forall j \in \{1,2\}, \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 c. $KASKS_{it} = \begin{cases} KP_{it}, & \text{jika } SK_t = 0 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$, $\forall i \in \{1\}$,
 $\forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 d. $ASKS_{ikt} = MIN [KSKS_{kt}, Z1 \times KASKS_{it}]$
 $\forall i \in \{1\}, \forall k \in \{1\}, \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 e. $ADKS_{jkt} = \begin{cases} MIN [KSKS_{kt}, Z2 \times KADKS_{jt}, & \text{jika } SK_t = 0 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$
 $\forall j \in \{1,2\}, \forall k \in \{1\}, \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 f. $Z1_t = \begin{cases} 1, & \text{jika : } KSKS_{kt} > IN_t \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$, $\forall i \in \{1\}$,
 $\forall j \in \{1,2\}, \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 $Z2_t = \begin{cases} 1, & \text{jika : } Z1_t = 0 \\ 1, & \text{lainnya} \end{cases}$, $\forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 g. $Z1_t + Z2_t = 1, \forall t \in \{1,2,\dots,T\}$
 h. $ASKS_{ikt} \in \text{integer}$
 i. $ADKS_{jkt} \in \text{integer}$

2.3 Pengujian Model Minimasi Total Biaya Otoritas Terminal Kontainer

Pada model ini PT Pelindo sebagai pihak pengelola terminal memiliki dominasi penuh untuk menentukan tujuan alokasi kontainer kosong agar kelancaran arus masuk dan arus keluar kontainer dapat terjamin. Alokasi kontainer kosong dilakukan dengan memperhatikan utilitas kapasitas Depo dan minimasi biaya alokasi. Skenario yang dilakukan pada model ini adalah PT Pelindo menjadi entitas yang dominan dalam mengambil keputusan.

Keputusan alokasi yang diambil hanya ditujukan untuk menjaga utilitas tampung depo dan minimasi total biaya alokasi tanpa memperhatikan dampak pengambilan keputusan terhadap entitas *shipping line*. Setiap variabel keputusan yang dihasilkan oleh model PT Pelindo akan menjadi parameter dan *input* bagi model *Shipping Line*. Variabel keputusan tersebut kemudian akan membentuk struktur biaya bagi PT Pelindo dan *shipping line*. Pada skenario PT Pelindo dominan, model *shipping line* tidak dilibatkan dalam pengambilan keputusan.

Tabel 1. Hasil alokasi kontainer berdasarkan kepentingan otoritas terminal kontainer

t	1	2	3	4	5	6	7
(TEUs)	0	100	100	100	100	100	100
(TEUs)	0	89	0	100	0	100	100
(TEUs)	0	11	100	0	100	0	0
(TEUs)	0	0	0	0	0	0	0
(TEUs)	0	0	0	0	190	0	0
(TEUs)	0	0	0	151	0	0	0

Jumlah alokasi pada setiap depo, yard dan kapal dapat dilihat pada tabel 1. Jumlah alokasi kontainer kosong hanya memperhatikan kepentingan otoritas terminal tanpa memperhatikan kepentingan *shipping line*.

Tabel 2. Struktur biaya yang dihasilkan berdasarkan kepentingan otoritas terminal kontainer

STRUKTUR BIAYA	JUMLAH (\$)
TOTAL COST SYSTEM	56381
TOTAL COST PELINDO	2326
COST ALO SS DEPO	811
COST ALO SS KAPAL	0
COST ALO DEPO KAPAL	1515
TOTAL COST SHIPPING LINE	54055
HOLDING COST AREA SS	21000
HOLDING COST DEPO	28305
PORT ALLOCATION COST	4750

Minimasi biaya alokasi kontainer kosong yang dilakukan oleh otoritas terminal, menyebabkan meningkatnya biaya yang ditanggung oleh pihak *Shipping Line*. Pada penelitian ini *shipping line* menerima semua keputusan yang diambil oleh pihak otoritas terminal.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan adalah :

1. Model alokasi kontainer kosong pada *surplus area* berhasil dikembangkan dan dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk melakukan kegiatan alokasi kontainer kosong.
2. Optimalisasi sumber daya yang dilakukan oleh pihak otoritas terminal akan meningkatkan biaya operasional dari pihak *shipping line*.

Referensi

- [1] Bielza, C., Gomez, M., Shenoy, P.P., (2010): Modeling challenges with influence diagrams : Constructing probability and utility models, *Decision Support Systems* 49 (2010) 354-364.
- [2] Boutilier, C., Patrascu, R., Pouprat, P., Schuurmans, D., (2006): Constraint base optimization and utility elicitation using the minimax decision criterion, *Artificial Intelligence* 170 (2006) 686-713.
- [3] Bin, W., Zhongchen, W., (2007): Research on the Optimization of Intermodal Empty Container Reposition of Land-carriage, *Journal Of Transportation Systems Engineering And Information Technology* 2007, 7(3), 29-33.
- [4] Bose, J.W., (2011): *Handbook of Terminal Planning*, Springer, 25-39, URL: <http://www.springer.com/978-1-4419-8407-4>
- [5] Bazzazi, M., Safaei, N., Javadian, N., (2009): A genetic algorithm to solve the storage space allocation problem in a container terminal, *Computer & Industrial Engineering* 56 (2009) 44-52.
- [6] Chang, C.T., (2011): Multi choice goal programming with utility functions, *European Journal of Operational Research* 215 (2011) 439-445.
- [7] Daellenbach, H.G. dan McNickle, D.C. (2005): *Management Science: Decision Making Through System Thinking*, Palgrave MacMillan, New York.
- [8] Daellenbach, H.G (1979): A family of inventory models with demand met either from stock or by special production runs, *Engineering and Process Economics*, 4(1979) 141-146.
- [9] Daellenbach, H.G (1974): Dynamic programming model for optimal location of runway exits, *Transportation Research*, Vol 8, pp.225-232.
- [10] Dong, J.X., Song, D.P., (2009): Container fleet sizing and empty repositioning in linear shipping system, *Transportation Research part E* 45 (2009) 860-877.
- [11] Dang, Q.V., Yun, W.Y., Kopfer, H., (2012): Positioning empty containers under dependent demand process, *Computers & Industrial Engineering* 62 (2012) 708-715.
- [12] Goodwin, P., Wright, G., (2004): *Decision Analysis for Management Judgment*, John Wiley & Sons Ltd, England.
- [13] Igor, G., Stephen, G.N., dan Ariela, S., (2009): *Linear and Nonlinear Optimization*, Siam, Philadelphia.
- [14] Kim, K.H., Park, K.T., (2003): A note on dynamic space-allocation method for outbound containers, *European Journal of Operational Research* 148 (2003) 92-101.
- [15] Kemme, N., (2013): *Design and Operation Automated Container Storage Systems*, Springer, 9-52, URL: <http://www.springer.com/978-3-7908-2884-9>
- [16] Lee, B.K., Kim, K., (2010): Optimizing the block size in container yards, *Transportation Research Part E* 46 (2010) 120-135.
- [17] Li, J.A., (2004): Empty container management in a port with long run average criterion, *Mathematical and Computer Modelling* 40 (2004) 85-100.
- [18] Nicholson, W., (2005): *Microeconomic Theory : Basic Principles and Extensions*, Thomson Corporation, United States of America.
- [19] Nur Bahagia, S. (2006), *Sistem Inventori*, Penerbit ITB, Bandung.
- [20] Sauri, S., Martin, E., (2011): Space allocating strategies for improving import yard performance at marine terminals, *Transportation Research Part E* 47 (2011) 1038-1057.
- [21] Vemuri, V., (1978) : *Modeling Of Complex System*, Acedemic Press INC, New York.
- [22] Woo, Y.J., Kim, K.H., (2011): Estimating the space requirement for outbound container inventories in port container terminals, *Int.J.Production Economics* 133 (2011) 293-201.
- [23] Wolf J., Herz, N., Flamig H., (2011), *Report on Empty Container Management in the Baltic Sea Region*, Hamburg University of Technology, Institute for Transport Planning and Logistics, diunduh pada Januari 2013, 1-99.
- [24] Yun, W.Y., Lee, Y.M., Choi, Y.S., (2011): Optimal inventory control of empty containers in inland transportation system, *Int.J. Production Economics* 133 (2011) 451-457.

Biography.

Noveicalistus H. Djanggu, lahir di Pontianak 11 Nopember 1983. Penulis memperoleh gelar Sarjana dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2007 dari jurusan Teknik Industri. Bidang keahlian yang di tekuni saat menempuh pendidikan S1 adalah Optimasi. Pada tahun 2011 penulis menempuh pendidikan S2 di Institut Teknologi Bandung dan memperoleh gelar Master pada tahun 2013. Bidang yang ditekuni saat menempuh pendidikan S2 adalah Optimasi dan Rantai Pasok. Penulis aktif mengajar pada Program Studi Teknik Industri Universitas Tanjungpura. Bidang Optimasi, Simulasi, dan Rantai Pasok merupakan fokus penelitian yang ditekuni

