

OPTIMASI PERGERAKAN KONTAINER KOSONG MENGUNAKAN MODEL *EMPTY CONTAINER REUSE* DI KOTA PONTIANAK

Willyanto Sahputra

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura
e-mail: willyanto062596@student.untan.ac.id

Abstrak - Pelabuhan Pontianak merupakan pintu keluar masuk dan keluar barang dari dan ke Pontianak. Jumlah kontainer yang tersedia di Pelabuhan Pontianak masih lebih dari cukup, *demand* masih dibawah dari ketersediaan kontainer kosong, sehingga terjadi penumpukkan kontainer kosong di Pelabuhan Pontianak. Semakin banyaknya penumpukkan kontainer kosong menyebabkan semakin tingginya *holding cost* di Pelabuhan. Salah satu cara untuk mengoptimalkan pergerakan kontainer kosong di jalan raya adalah dengan mengurangi pergerakan dari kontainer kosong.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pergerakan kontainer kosong menggunakan model *empty container reuse*. Pencarian solusi dilakukan dengan menggunakan 4 skenario pengujian. Model matematis diselesaikan dengan menggunakan teknik *integer linear programming* untuk mengetahui performansi model.

Hasil pengujian model dengan menggunakan 4 skenario menunjukkan bahwa dengan menggunakan model *empty container reuse* dapat mengoptimalkan biaya pergerakan kontainer kosong yang ada di Kota Pontianak. Skenario pertama menghasilkan total biaya sebesar Rp2.735.076.000,00, total pergerakan sebanyak 3325, dan *inventory* sebesar 245 kontainer. Skenario kedua menghasilkan total biaya sebesar Rp5.832.102.000,00, total pergerakan sebanyak 2746, dan *inventory* sebesar 420 kontainer. Skenario ketiga menghasilkan total biaya sebesar Rp3.220.596.000,00, total pergerakan sebanyak 1186, dan *inventory* sebesar 345 kontainer. Skenario keempat menghasilkan total biaya sebesar Rp6.368.868.000,00, total pergerakan sebanyak 1932, dan *inventory* sebesar 420 kontainer.

Kata Kunci : *Empty Container Reuse*, *Inventory*, *Linear Integer Programming*, Pergerakan Kontainer Kosong, Tipe Kontainer.

1. Pendahuluan

Pelabuhan Indonesia II Cabang Pontianak merupakan salah satu perusahaan pelayaran yang mengatur aktivitas logistik pergerakan kontainer kosong dan menjadi pintu masuk dan pintu keluar utama barang dari dan keluar Pontianak. Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat menyebabkan permintaan untuk barang - barang semakin tinggi. Peningkatan ini berdampak pula terhadap peningkatan aktivitas logistik yang terjadi di jalan raya.

Meningkatnya aktivitas logistik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, berujung dengan semakin banyak pula transportasi yang diperlukan untuk mendistribusikan barang – barang tersebut, sehingga menyebabkan kemacetan, polusi udara, dan kemungkinan terjadi kecelakaan di jalan raya. Permintaan ini dapat terpenuhi secara maksimal, efektif, dan efisien apabila aktivitas logistik yang ada disusun dan direncanakan dengan baik.

Salah satu cara untuk mengurangi terjadinya kemacetan di kota adalah dengan mengurangi jumlah (truk yang membawa kontainer kosong). Kontainer kosong memiliki utilitas rendah karena hanya berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya tanpa membawa muatan. Oleh karena itu, dengan mengefisienkan truk atau kontainer kosong yang bergerak di suatu kota dapat mengurangi biaya transportasi dan juga jumlah kendaraan yang berada di jalan.

Pergerakan kontainer yang terjadi adalah antara *shipper* (pihak pengeksport), *consignee* (pihak pengimpor), depot dan pelabuhan. Pelabuhan menggunakan kapal sebagai moda transportasi utama untuk membawa kontainer dari satu pelabuhan ke pelabuhan lainnya dalam transportasi air. Kapal membawa kontainer bermuatan barang impor dan kontainer kosong yang ditransfer dari pelabuhan sebelumnya. Setelah kapal datang pada terminal, kontainer bermuatan diturunkan dari kapal dan dipindahkan ke tempat tujuan (*consignee*) dengan menggunakan truk. Setelah sampai pada tempat tujuan, kontainer bermuatan tersebut dikeluarkan isinya dan kemudian kontainer kosong tersebut dikembalikan ke perusahaan *shipping*. Perusahaan *shipping* akan menggunakan kembali kontainer kosong tersebut untuk memenuhi permintaan lainnya atau akan menyimpannya untuk kebutuhan yang akan datang. Di lain pihak, permintaan kontainer kosong dibuat oleh *shipper* untuk mengeksport suatu barang. Untuk memenuhi permintaan tersebut, perusahaan *shipping* harus menyediakan kontainer kosong yang cukup bagi *shipper*. Setelah *shipper* mengisi kontainer kosong dengan barang yang akan dieksport, maka kontainer bermuatan tersebut kembali ke terminal pelabuhan. Pergerakan kontainer dimulai dari pelabuhan dengan membawa muatan yang akan diberikan kepada *consignee*. Setelah kontainer bermuatan sampai di *consignee*, dilakukan bongkar muatan dan kontainer kosong tersebut dikirimkan kembali ke pelabuhan atau

ke depo kontainer. Apabila akan dilakukan ekspor barang maka kontainer kosong dapat diambil dari pelabuhan atau depo kontainer kepada *shipper* (pihak pengeksport) sehingga pergerakan kontainer kosong dilakukan dari pelabuhan atau depot ke *shipper*. Setelah sampai di *shipper* maka dilakukan *loading* barang ke kontainer, dan kontainer bermuatan tersebut dikirimkan ke pelabuhan.

Penelitian yang berhubungan dengan kontainer kosong telah dilakukan oleh Crainic, Gendreau and Dejax (1993), Cheung, et al (1998), Choong, et al (2002), Jula, et al (2006) dan Sari (2010). Masing-masing penelitian memiliki perbedaan tersendiri, yang akan dijelaskan pada pembahasannya. “Penelitian Terdahulu” pada bab berikutnya. Berdasarkan masalah yang telah diteliti oleh peneliti-peneliti terdahulu, maka pada penelitian ini akan dibuat pengembangan model yang optimal untuk kontainer kosong dengan mempertimbangkan *inventory*, tipe kontainer dan depot untuk pelabuhan.

Penelitian yang berhubungan dengan kontainer kosong telah dilakukan oleh Crainic, Gendreau and Dejax (1993) yang berusaha mengembangkan model *stochastic* dan *dynamic* untuk mengalokasikan kontainer yang kosong pada sistem transportasi. Tetapi pada penelitian ini tidak dikembangkan teknik untuk penggunaan kembali kontainer yang kosong sehingga hanya memodelkan alokasi kontainer kosong.

Penelitian Cheung dan Chen (1998) melakukan formulasi *dynamic container* dengan menggunakan model *network two stage stochastic*. Model yang dibangun tersebut digunakan untuk mengalokasikan kontainer kosong yang pada akhirnya mengurangi biaya.

Penelitian Choong, et al (2002) mencoba mengetahui efek dari panjang *planning horizon* terhadap manajemen kontainer kosong, dari hasil penelitiannya didapatkan bahwa dengan *planning horizon* yang lebih panjang maka biaya yang dikeluarkan akan semakin rendah.

Penelitian Jula, et al (2006) membuat permodelan pergerakan kontainer kosong di Los Angeles dan Long Beach untuk mengurangi kemacetan dengan mengoptimalkan penggunaan kontainer yang kosong. Model yang dikembangkan adalah *dynamic empty container*, dengan pengembangan model penggunaan kembali kontainer ini, maka biaya transportasi dapat berkurang sekitar 50% dari biaya transportasi sebelumnya.

Penelitian Sari (2010) telah mengembangkan model *dynamic empty container reuse* dengan mempertimbangkan *inventory* dan tipe kontainer, sehingga alokasi kontainer kosong dari depot, pelabuhan atau *consignee* tercapai dengan biaya yang minimal, serta mempertimbangkan ketersediaan *inventory* kontainer kosong sesuai dengan tipenya.

2. Teori Dasar

Teori-teori yang mendasari penelitian diantaranya adalah Kontainer, Inventory, dan Model *Empty Container Reuse*.

Kontainer

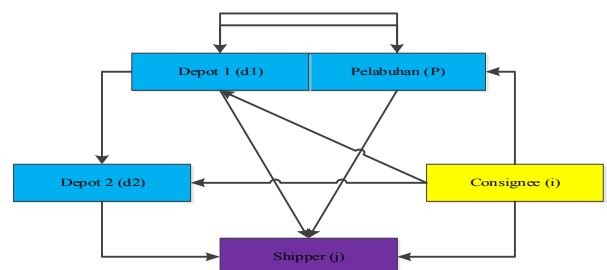
Kontainer merupakan satu kemasan yang dirancang secara khusus dengan ukuran tertentu, dapat dipakai berulang kali, digunakan untuk menyimpan dan sekaligus mengangkut muatan yang ada di dalamnya. (Suryono, 2005). Badan *International Standard Operational* (ISO) telah menetapkan ukuran-ukuran *container* terbagi 3, yaitu *Container 20' Dry freight* (20 feet), *Container 40' Dry freight* (40 feet), dan *Container 40' High Cube Dry*

Inventory

Inventory merupakan suatu aktiva yang meliputi barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha tertentu, atau persediaan barang-barang yang masih dalam pengerjaan atau proses produksi, ataupun persediaan bahan baku yang menunggu penggunaannya dalam suatu proses produksi. Persediaan atau *inventory* adalah stock bahan yang digunakan untuk memudahkan produksi atau untuk memuaskan permintaan pelanggan. (Rangkuti, 2004). Tujuan persediaan adalah untuk merencanakan tingkat optimal investasi persediaan, dan mempertahankan tingkat optimal tersebut melalui persediaan. (Adisaputro, et al 2007).

Model Empty Container Reuse

Permintaan dari *shipper* pada model *empty container reuse* ini dapat dipenuhi langsung dari *consignee* tanpa harus kembali lagi ke depot ataupun *port*. Penelitian ini akan mengembangkan *empty container reuse* dengan adanya *update inventory* dan adanya penambahan index tipe kontainer (n). Tipe kontainer ini digunakan untuk mengakomodasi permintaan *shipper* akan jenis kontainer tertentu. Biasanya *shipper* tidak memperbolehkan tipe kontainer yang dipesannya ditukar dengan kontainer tipe lain walaupun kontainer tersebut ekuivalen dengan kontainer yang dipesan. Model yang digunakan ini diadopsi dari model yang dikembangkan oleh Sari (2010) dan diterapkan pada sistem nyata di Kota Pontianak. Gambar 1 berikut ini merupakan model konseptual untuk pergerakan kontainer kosong pada studi kasus ini.



Variabel keputusan pada permodelan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- $x_{ijn}^{kk'}$: jumlah kontainer kosong tipe n yang bergerak atau pindah dari *consignee* $i \in I$ pada waktu k ke *shipper* $j \in J$ pada waktu k' .
- $x_{ipn}^{kk'}$: jumlah kontainer kosong tipe n yang bergerak atau pindah dari *consignee* $i \in I$ pada waktu k ke pelabuhan $p \in P$ pada waktu k' .
- $x_{idn}^{kk'}$: jumlah kontainer kosong tipe n yang bergerak atau pindah dari *consignee* $i \in I$ pada waktu k ke depot $d \in D$ pada waktu k' .
- $x_{pjn}^{kk'}$: jumlah kontainer kosong tipe n yang bergerak atau pindah dari pelabuhan $p \in P$ pada waktu k ke *shipper* $j \in J$ pada waktu k' .
- $x_{djn}^{kk'}$: jumlah kontainer kosong tipe n yang bergerak atau pindah dari depot $d \in D$ pada waktu k ke *shipper* $j \in J$ pada waktu k' .
- $x_{ddn}^{kk'}$: jumlah kontainer kosong tipe n yang bergerak atau pindah dari depot $d \in D$ pada waktu k ke depot lain $d' \in D$ pada waktu k' .
- $x_{pdn}^{kk'}$: jumlah kontainer kosong tipe n yang bergerak atau pindah dari pelabuhan $p \in P$ pada waktu k ke depot $d \in D$ pada waktu k' .
- $x_{dpn}^{kk'}$: jumlah kontainer kosong tipe n yang bergerak atau pindah dari depot $d \in D$ pada waktu k ke pelabuhan $p \in P$ pada waktu k' .
- S_{pn}^k : jumlah *inventory* kontainer kosong tipe n yang disimpan di pelabuhan $p \in P$ pada waktu k.
- S_{dn}^k : jumlah *inventory* kontainer kosong tipe n yang disimpan di depot $d \in D$ pada waktu k

Fungsi tujuan dari model pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Minimize :

$$\begin{aligned} & \sum_{k=1..T} \sum_n \left[\left(\sum_{k' \geq k}^{k=1..T} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ijn} x_{ijn}^{kk'} \right) \right. \\ & + \left(\sum_{k' \geq k}^{k=1..T} \sum_{i \in I} \sum_{p \in P} c_{ipn} x_{ipn}^{kk'} \right) \\ & + \left(\sum_{k' \geq k}^{k=1..T} \sum_{i \in I} \sum_{d \in D} c_{idn} x_{idn}^{kk'} \right) \\ & + \left(\sum_{k' \geq k}^{k=1..T} \sum_{p \in P} \sum_{j \in J} c_{pjn} x_{pjn}^{kk'} \right) \\ & + \left(\sum_{k' \geq k}^{k=1..T} \sum_{d \in D} \sum_{j \in J} c_{djn} x_{djn}^{kk'} \right) \\ & + \left(\sum_{k' \geq k}^{k=1..T} \sum_{d \in D} c_{ddn} x_{ddn}^{kk'} \right) \\ & + \left(\sum_{k' \geq k}^{k=1..T} \sum_{d \in D} c_{d'dn} x_{d'dn}^{kk'} \right) \\ & + \left(\sum_{k' \geq k}^{k=1..T} \sum_{p \in P} \sum_{d \in D} c_{pdn} x_{pdn}^{kk'} \right) \\ & + \left(\sum_{k' \geq k}^{k=1..T} \sum_{d \in D} \sum_{p \in P} c_{dpn} x_{dpn}^{kk'} \right) \\ & \left. + \left(\sum_{p \in P} h_{pn}^k s_{pn}^k \right) + \left(\sum_{d \in D} h_{dn}^k s_{dn}^k \right) \right] \end{aligned}$$

Fungsi kendala dari model pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$\sum_{j \in J} x_{ijn}^{kk'} + \sum_{p \in P} x_{ipn}^{kk'} + \sum_{d \in D} x_{idn}^{kk'} = s_{in}^k$$

$\forall i \in I; n \in N; k, k' = 1 \dots T$

$$\sum_{i \in I} x_{ijn}^{kk'} + \sum_{p \in P} x_{pjn}^{kk'} + \sum_{d \in D} x_{djn}^{kk'} = d_{jn}^k$$

$\forall j \in J; n \in N; k, k' = 1 \dots T$

$$S_{pn}^{min} \leq S_{pn}^k \leq S_{pn}^{max}$$

$\forall p \in P; n \in N; k, k' = 1 \dots T$

$$S_{dn}^{min} \leq S_{dn}^k \leq S_{dn}^{max}$$

$\forall d \in D; n \in N; k, k' = 1 \dots T$

$$S_{pn}^k = S_{pn}^{k-1} + R_{pn}^k - O_{pn}^k - \sum_{i \in I} x_{pin}^{kk'} - \sum_{d \in D} x_{pdn}^{kk'} - \sum_{i \in I} x_{ipn}^{kk'} + \sum_{d \in D} x_{dpn}^{kk'}$$

$\forall j \in J; n \in N; k, k' = 1 \dots T$

$$S_{dn}^k = S_{dn}^{k-1} - \sum_{i \in I} x_{din}^{kk'} - \sum_{p \in P} x_{dpn}^{kk'} - \sum_{d' \in D} x_{dd'n}^{kk'} + \sum_{i \in I} x_{idn}^{kk'} + \sum_{p \in P} x_{pdn}^{kk'} + \sum_{d \in D} x_{d'dn}^{kk'}$$

$\forall d \in D; n \in N; k, k' = 1 \dots T$

$$x_{ijn}^{kk'}, x_{ipn}^{kk'}, x_{idn}^{kk'}, x_{pjn}^{kk'}, x_{djn}^{kk'} \geq 0 \text{ dan integer}$$

$\forall i \in I; j \in J; k, k' = 1 \dots T$

$$\sum_{d' \in D} x_{dd'n}^{kk'} + \sum_{p \in P} x_{dpn}^{kk'} = \begin{cases} S_{dn}^k - S_{dn}^{max} \\ 0 \end{cases}$$

If $S_{pn}^k > S_{pn}^{max}$

$$\sum_{d' \in D} x_{dd'n}^{kk'} + \sum_{p \in P} x_{dpn}^{kk'} = \begin{cases} S_{dn}^{min} - S_{dn}^k \\ 0 \end{cases}$$

If $S_{pn}^k < S_{pn}^{min}$

Dimana :

T : panjang *planning horizon*

I : kumpulan dari *consignee* yang kelebihan kontainer kosong pada horizon T

J : *shipper* yang meminta kontainer kosong pada horizon T

P : pelabuhan

D : kumpulan depot

N : kumpulan tipe kontainer

k' : merupakan $k + t_{ijn}^k$ dimana $k' \geq k$

c_{ijn} : biaya pergerakan kontainer kosong tipe n yang bergerak atau pindah dari *consignee* $i \in I$ ke *shipper* $j \in J$

c_{ipn} : biaya pergerakan kontainer kosong tipe n yang bergerak dari *consignee* $i \in I$ ke pelabuhan $p \in P$

c_{idn} : biaya pergerakan kontainer kosong tipe n yang bergerak dari *consignee* $i \in I$ ke depot $d \in D$

c_{pjn} : biaya pergerakan kontainer kosong tipe n yang bergerak dari pelabuhan $p \in P$ ke *shipper* $j \in J$

c_{djn} : biaya pergerakan kontainer kosong tipe n yang bergerak dari depot $d \in D$ ke *shipper* $j \in J$

- $c_{dd'n}$: biaya pergerakan kontainer kosong tipe n yang bergerak dari depot $d \in \mathbf{D}$ ke depot lain $d' \in \mathbf{D}$
- c_{pdn} : biaya pergerakan kontainer kosong tipe n yang bergerak dari pelabuhan $p \in \mathbf{P}$ ke depot $d \in \mathbf{D}$
- c_{dpn} : biaya pergerakan kontainer kosong tipe n yang bergerak dari depot $d \in \mathbf{D}$ ke pelabuhan $p \in \mathbf{P}$
- h_{pn}^k : biaya penyimpanan *inventory* kontainer kosong tipe n yang disimpan di pelabuhan $p \in \mathbf{P}$ pada waktu k
- h_{dn}^k : biaya penyimpanan *inventory* kontainer kosong tipe n yang disimpan di pelabuhan $d \in \mathbf{D}$ pada waktu k
- t_{ijn}^k : waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan untuk memindahkan sebuah kontainer kosong tipe n (*lead time*) antara *consignee* $i \in \mathbf{I}$ ke *shipper* $j \in \mathbf{J}$ yang dimulai pada waktu k . Waktu disini sudah termasuk waktu *pick up* pada *consignee* dan waktu *drop-off* pada *shipper*
- s_{in}^k : jumlah kontainer kosong tipe n yang tersedia pada *consignee* $i \in \mathbf{I}$ pada waktu k
- d_{in}^k : jumlah kontainer kosong tipe n yang tersedia pada *shipper* $j \in \mathbf{J}$ pada waktu k
- R_{in}^k : jumlah kontainer kosong tipe n yang di-*unload* ke kapal di terminal pada periode k
- O_{in}^k : jumlah kontainer kosong tipe n yang di-*loading* ke kapal di terminal pada periode k
- S_{pn}^{min} : batas bawah *inventory* kontainer kosong tipe n di pelabuhan
- S_{pn}^{max} : batas atas *inventory* kontainer kosong tipe n di pelabuhan
- S_{dn}^{min} : batas bawah *inventory* kontainer kosong tipe n di depot
- S_{dn}^{max} : batas atas *inventory* kontainer kosong tipe n di depot

3. Hasil Penelitian

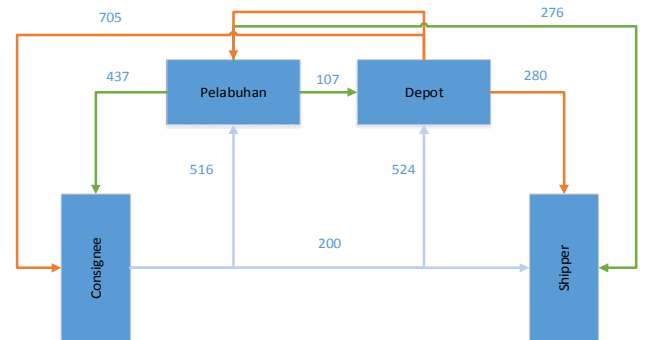
Pencarian hasil yang paling optimal dilakukan dengan melakukan 4 skenario yang berbeda, yang nantinya akan menghasilkan total biaya, total pergerakan kontainer kosong, dan total *inventory*. Skenario yang dibuat adalah skenario *reuse* dengan 1 depot, *reuse* dengan 2 depot, tanpa *reuse* dengan 1 depot, dan tanpa *reuse* dengan 2 depot.

Reuse 1 Depot

Hasil *running* di *software* LINGO untuk skenario *reuse* dengan 1 depot menghasilkan total biaya sebesar Rp2.735.076.000,00, total variabel sebanyak 1.626 dan

total *constraints* sebanyak 170 dengan *model class* MILP (*Mix Integer Programming*).

Gambar 2 berikut ini merupakan model konseptual untuk skenario *reuse* 1 depot :

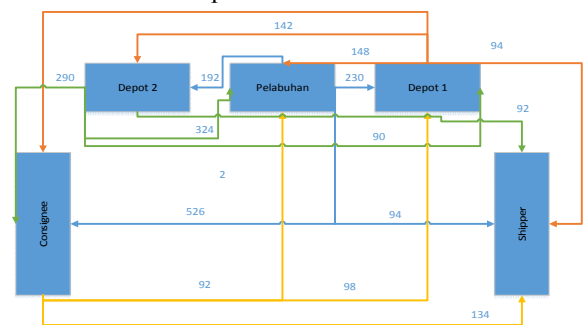


Pergerakan kontainer kosong yang terjadi di skenario *reuse* 2 depot dimulai dari pelabuhan ke depot sebanyak 107 kontainer, pelabuhan ke *consignee* sebanyak 437 kontainer, pelabuhan ke *shipper* sebanyak 276 kontainer, depot ke pelabuhan sebanyak 280 kontainer, depot ke depot tidak ada pergerakan, depot ke *consignee* sebanyak 705 kontainer, depot ke *shipper* sebanyak 280 kontainer, *consignee* ke pelabuhan sebanyak 516 kontainer, *consignee* ke depot sebanyak 524 kontainer, *consignee* ke *consignee* tidak ada pergerakan, dan *consignee* ke *shipper* sebanyak 200 kontainer. Total pergerakan adalah sebanyak 3325 pergerakan.

Reuse 2 Depot

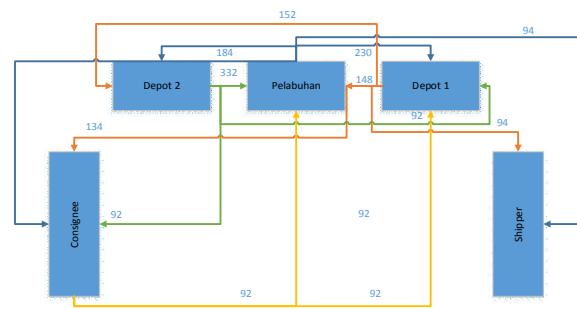
Hasil *running* di *software* LINGO untuk skenario *reuse* dengan 2 depot menghasilkan total biaya sebesar Rp5.832.102.000,00, total variabel sebanyak 2523 dan total *constraints* sebanyak 212 dengan *model class* MILP (*Mix Integer Programming*).

Gambar 3 berikut ini merupakan model konseptual untuk skenario *reuse* 2 depot :



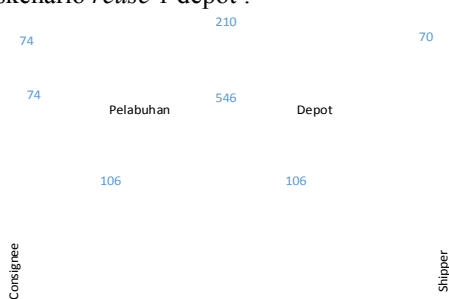
Pergerakan kontainer kosong yang terjadi pada skenario *reuse* 2 depot dimulai pergerakan dari pelabuhan ke depot 1 sebanyak 230 kontainer, pelabuhan ke depot 2 sebanyak 192 kontainer, pelabuhan ke *consignee* sebanyak 526 kontainer, pelabuhan ke *shipper* sebanyak 94 kontainer, depot 1 ke pelabuhan sebanyak 148 kontainer, depot 1 ke depot 2 sebanyak 142 kontainer, depot 1 ke *consignee* sebanyak 134 kontainer, depot 1 ke *shipper* sebanyak 94 kontainer,

depot 2 ke pelabuhan sebanyak 324 kontainer, depot 2 ke depot 1 sebanyak 90 kontainer, depot 2 ke depot 2 tidak ada pergerakan, depot 2 ke *consignee* sebanyak 290 kontainer, depot 2 ke *shipper* sebanyak 92 kontainer, *consignee* ke pelabuhan sebanyak 92 kontainer, *consignee* ke depot 1 sebanyak 98 kontainer, *consignee* ke depot 2 tidak ada pergerakan, *consignee* ke *consignee* tidak ada pergerakan, dan *consignee* ke *shipper* sebanyak 200 kontainer. Total pergerakan adalah sebanyak 2746 pergerakan.



Tanpa Reuse 1 Depot

Hasil *running* di *software* LINGO untuk skenario *reuse* dengan 1 depot menghasilkan total biaya sebesar Rp3.220.596.000,00, total variabel sebanyak 1.626 dan total *constraints* sebanyak 170 dengan *model class* MILP (*Mix Integer Programming*). Gambar 3 berikut ini merupakan model konseptual untuk skenario *reuse* 1 depot :



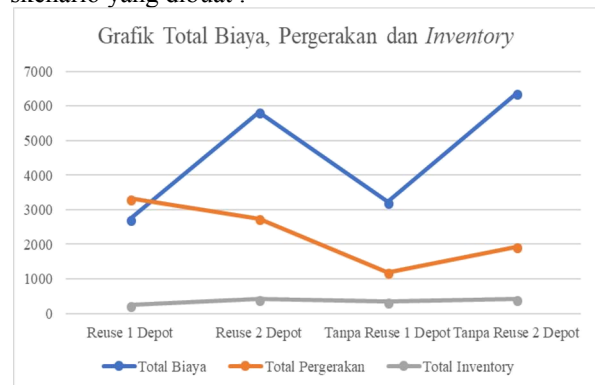
Pergerakan kontainer kosong yang terjadi pada skenario tanpa *reuse* 1 depot dimulai dari pergerakan dari pelabuhan ke depot sebanyak 546 kontainer, pelabuhan ke *consignee* sebanyak 74 kontainer, pelabuhan ke *shipper* sebanyak 70 kontainer, depot ke pelabuhan sebanyak 210 kontainer, depot ke depot tidak ada pergerakan, depot ke *consignee* sebanyak 74 kontainer, depot ke *shipper* tidak ada pergerakan, *consignee* ke pelabuhan sebanyak 106 kontainer, *consignee* ke depot sebanyak 106 kontainer, *consignee* ke *consignee* tidak ada pergerakan, dan *consignee* ke *shipper* tidak ada pergerakan. Total pergerakan adalah sebanyak 1186 pergerakan.

Tanpa Reuse 2 Depot

Hasil *running* di *software* LINGO untuk skenario tanpa *reuse* dengan 2 depot menghasilkan total biaya sebesar Rp6.368.868.000,00, total variabel sebanyak 2523 dan total *constraints* sebanyak 212 dengan *model class* MILP (*Mix Integer Programming*). Gambar 5 berikut ini merupakan model konseptual untuk skenario *reuse* 2 depot :

Pergerakan kontainer kosong yang terjadi pada skenario tanpa *reuse* 2 depot dimulai dari pergerakan dari pelabuhan ke depot 1 sebanyak 230 kontainer, pelabuhan ke depot 2 sebanyak 184 kontainer, pelabuhan ke *consignee* sebanyak 134 kontainer, pelabuhan ke *shipper* sebanyak 94 kontainer, depot 1 ke pelabuhan sebanyak 210 kontainer, depot 1 ke depot 1 tidak ada pergerakan, depot 1 ke depot 2 sebanyak 152 kontainer, depot 1 ke *consignee* sebanyak 134 kontainer, depot 1 ke *shipper* sebanyak 94 kontainer, depot 2 ke pelabuhan sebanyak 332 kontainer, depot 2 ke depot 1 sebanyak 92 kontainer, depot 2 ke depot 2 tidak ada pergerakan, depot 2 ke *consignee* sebanyak 92 kontainer, depot 2 ke *shipper* tidak ada pergerakan, *consignee* ke pelabuhan sebanyak 92 kontainer, *consignee* ke depot 1 sebanyak 92 kontainer, *consignee* ke depot 2 tidak ada pergerakan, *consignee* ke *consignee* tidak ada pergerakan, dan *consignee* ke *shipper* tidak ada pergerakan. Total pergerakan adalah sebanyak 1932 pergerakan.

Gambar 6 berikut ini merupakan grafik untuk total biaya, total pergerakan dan total *inventory* dari keempat skenario yang dibuat :



Berdasarkan hasil-hasil di atas, terdapat perbedaan nilai antara masing-masing skenario. Skenario pertama (*reuse* dengan 1 depot) total biaya pergerakan kontainer kosong adalah Rp2.735.076.000,00 dengan total pergerakan sebanyak 3325 dan *inventory* sebesar 245 kontainer. Skenario kedua (*reuse* dengan 2 depot) total pergerakan kontainer kosong adalah Rp5.832.102.000,00 dengan total pergerakan sebanyak 2746 dan *inventory* sebesar 420 kontainer. Skenario ketiga (tanpa *reuse* dengan 1 depot) total biaya pergerakan kontainer kosong adalah Rp3.220.596.000,00 dengan total pergerakan sebanyak 1186 dan *inventory* sebesar 345 kontainer. Skenario keempat (tanpa *reuse* dengan 2 depot) total pergerakan

kontainer kosong adalah Rp6.368.868.000,00 dengan total pergerakan sebanyak 1932 dan *inventory* sebesar 420 kontainer.

Berdasarkan *inventory* yang dihasilkan dari masing-masing skenario yaitu skenario *reuse* 1 depot sebanyak 345 kontainer, *reuse* 2 depot 420 kontainer, tanpa *reuse* 1 depot sebanyak 428 kontainer, dan tanpa *reuse* 2 depot sebanyak 420 kontainer. *Inventory* disini sangat berpengaruh untuk alternatif penggunaan metode yang akan dilakukan pelabuhan, hal ini dikarenakan semakin besar *inventory* yang ada maka *holding cost* akan semakin besar.

Nilai-nilai di atas dapat menunjukkan skenario mana yang lebih optimal, untuk total biaya yang paling rendah adalah skenario pertama yaitu Rp2.735.076.000,00 dengan pergerakan sebanyak 3325, dan *inventory* paling sedikit yaitu 345 kontainer. Skenario yang dilakukan oleh pelabuhan di Kota Pontianak adalah menyerupai skenario nomor ketiga, sehingga dengan alternatif menggunakan strategi *reuse* dan 1 depot, dapat mengoptimalkan pergerakan kontainer kosong di pelabuhan Kota Pontianak.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pergerakan kontainer kosong menggunakan model *empty container reuse* dan analisa terhadap 4 skenario yang telah dikembangkan dapat diambil kesimpulan bahwa model *empty container reuse* dapat mengoptimalkan pergerakan kontainer kosong di Kota Pontianak. Pergerakan kontainer kosong menggunakan model *reuse* dengan 1 depot menghasilkan biaya sebesar Rp2.735.076.000,00, pergerakan sebanyak 3325, dan *inventory* sebesar 245 kontainer. Pergerakan kontainer kosong menggunakan model *reuse* dengan 2 depot menghasilkan biaya sebesar Rp5.832.102.000,00, pergerakan sebanyak 2746, dan *inventory* sebesar 420 kontainer. Pergerakan kontainer kosong menggunakan model tanpa *reuse* dengan 1 depot menghasilkan biaya sebesar Rp3.220.596.000,00, pergerakan sebanyak 1186, dan *inventory* sebesar 345 kontainer. Pergerakan kontainer kosong menggunakan model tanpa *reuse* dengan 2 depot menghasilkan biaya sebesar Rp6.368.868.000,00, pergerakan sebanyak 1932, dan *inventory* sebesar 420 kontainer. Berdasarkan keempat skenario diatas yang paling optimal adalah dengan menggunakan model *empty container reuse* dengan 1 depot. Pelabuhan Kota Pontianak dapat menerapkan metode ini untuk mengoptimal biaya pergerakan dan *inventory* kontainer kosong.

Penelitian yang dilakukan tidak mempertimbangkan keputusan untuk pelabuhan jika menggunakan depot-depot milik swasta, belum menggunakan batas atas dan batas bawah kapasitas dari pelabuhan ataupun depot sesuai dengan data pada sistem nyata. Penelitian berikutnya dapat dikembangkan dengan mereduksi beberapa asumsi yang ada pada penelitian ini, penelitian selanjutnya

juga dapat digabungkan antara kontainer kosong dan kontainer bermuatan.

Referensi

- [1] Adisaputro, Anggarini, 2007. *Anggaran Bisnis Analisis, Perencanaan, dan Pengendalian Laba*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN
- [2] Bin, Wang, and Wang Zhongchen. 2007. Research On The Optimization Of Intermodal Empty Container Reception Of Land-carriage. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology* , 7 (3), 29-33.
- [3] Chang, Hwan, Jula Hossein, Chassiakos Anastasios, and Ioannou Petros. 2008. A Heuristic Solution For The Empty Container Substitution Problem. *Transportation Research Part E* , 44(2), 203-216.
- [4] Choong, Sook Tying, Michael H. Cole, and Erhan Kutanoglu. 2002. *Empty Container Management For Intermodal Transportation Networks*. *Transportation Research Part E*, 38 (6), 423-438.
- [5] Crainic, T.G., M. Gendreau, and P. Dejax. 1993. Dynamic And Stochastic Models For The Allocation Of Empty Containers. *Operation Research*, 41, 102-126.
- [6] Djanggu, Noveicalistus H. 2011. *Pengembangan Model Pengelolaan Kontainer Kosong Pada Surplus Area Menurut Sudut Pandang Otoritas Terminal*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- [7] Handoko, T. Hani. 1999. *Manajemen*. Yogyakarta : BPFE Yogyakarta.
- [8] Jula, Hossein, Chassiakos Anastasios, and Ioannou Petros. 2006. Port Dynamic Empty Container Reuse. *Transportation Research Part E*, 42 (1), 43-60.
- [9] Li, Jing-An, Stephen C.H. Leung, Yue Wu, and Ke Liu. 2007. Allocation Of Containers Between Multi-Ports. *European Journal of Operational Research*, 182 (1), 400-412.
- [10] Muslich, Masnur. 2009. *Melaksanakan PTK (Penelitian Tindakan Kelas) itu Mudah*. Jakarta : Bumi Aksara
- [11] Rangkuti, Freddy. 2004. *Manajemen Persediaan Aplikasi di Bidang Bisnis*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- [12] Raymond K. Cheung, Chuen-Yih Chen. 1998. A Two-Stage Stochastic Network Model and Solution Methods for the Dynamic Empty Container Allocation Problem. *Transportation Science*, 32(2), 142-162.
- [13] Sari, Ratih Ardia. 2010. *Pengembangan Model Dynamic Empty Container Reuse Dengan Mempertimbangkan Inventory Empty Container*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- [14] Suyono, R.P. 2003. *Shipping Pengangkutan Intermodal Ekspor – Impor Melalui Laut*. PPM. Jakarta.
- [15] Tampubolon (2004). *Manajemen Operasional*. (Jakarta: PT. Ghalia Indonesia).

- [16] Yun, Won Young, Yu Mi Lee, and Yong Seok Choi. 2011. Optimal Inventory Control Of Empty Containers In Inland Transportation System. *International Journal of Production Economics*, 133, 451-457.

Biografi

Willyanto Sahputra lahir di Sambas, 9 Agustus 1996. Penulis masuk di perguruan tinggi pada tahun 2013 dan merupakan mahasiswa Teknik Industri di Universitas Tanjungpura.