

Pengembangan Model dan Algoritma Heuristik untuk Mengoptimalkan Pengoperasian *Twin Automatic Stacking Crane* pada *Automated Container Yard* dengan Mensinkronisasikan Perencanaan Kedatangan Kapal dan Truk Angkut



Maulin Masyito Putri (2514203008)

Dosen Pembimbing

Dr.Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP

Dosen Ko Pembimbing

Nurhadi Siswanto



PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG



Penghubung antara kapal peti kemas sebagai alat transportasi laut dengan truk sebagai alat transportasi darat (Bose, 2011).

Turn around time

Rata – rata waktu yang dibutuhkan terminal untuk bongkar muat kapal.

Biaya

Dermaga

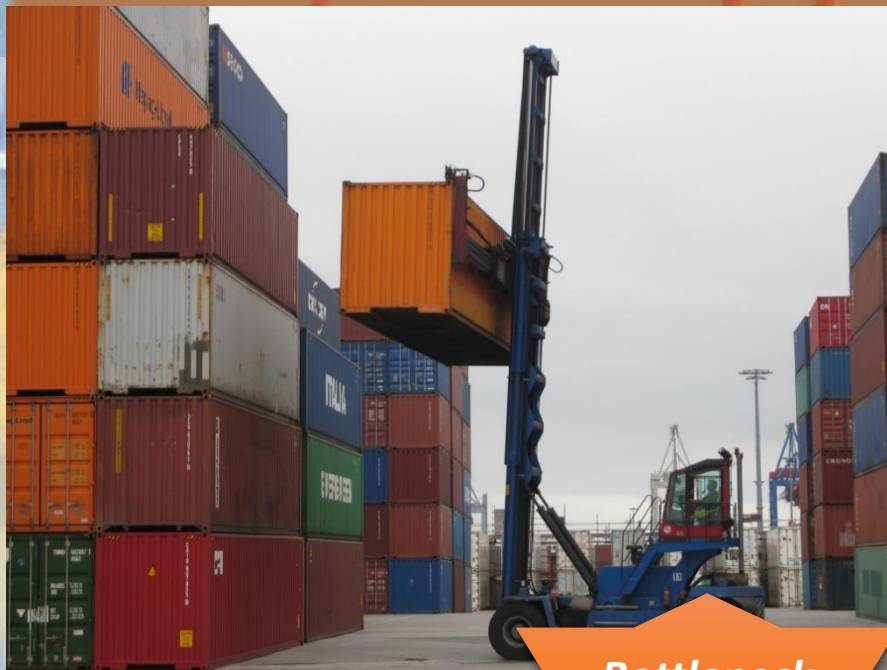
Container Yard

Gate

Informasi Kedatangan Kapal

Informasi Kedatangan Truk

LATAR BELAKANG (CONT)



Bottleneck



***Automated
Container Terminal***

***Twin Automatic
Stacking Crane***

Container Yard (CY)

Tempat penyimpanan peti kemas sementara di terminal peti kemas

Container dwell time

Rata-rata lama peti kemas berada pada CY

Pengoperasian

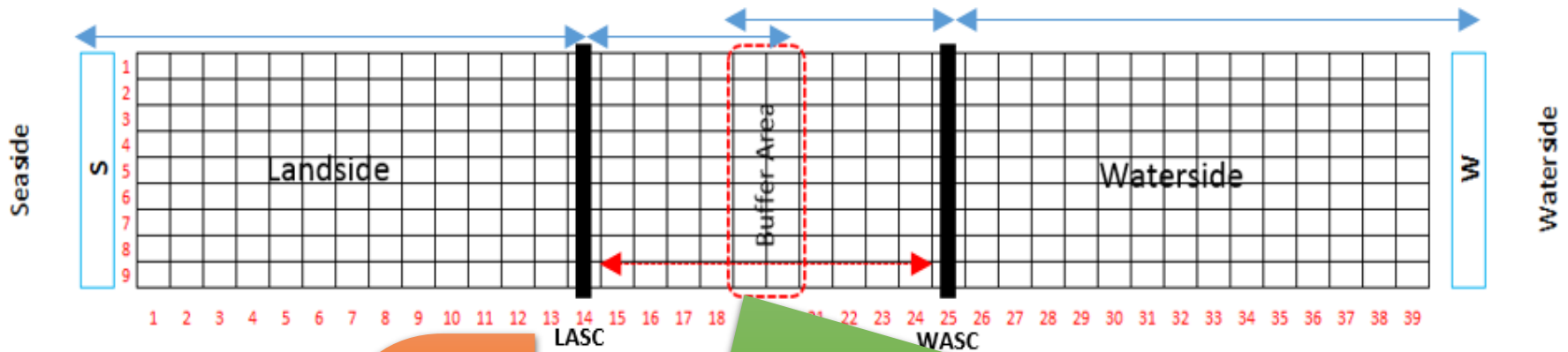
LATAR BELAKANG (CONT)

PT. TERMINAL TELUK LAMONG



PT. TERMINAL
TELUK LAMONG

Automated Container Terminals



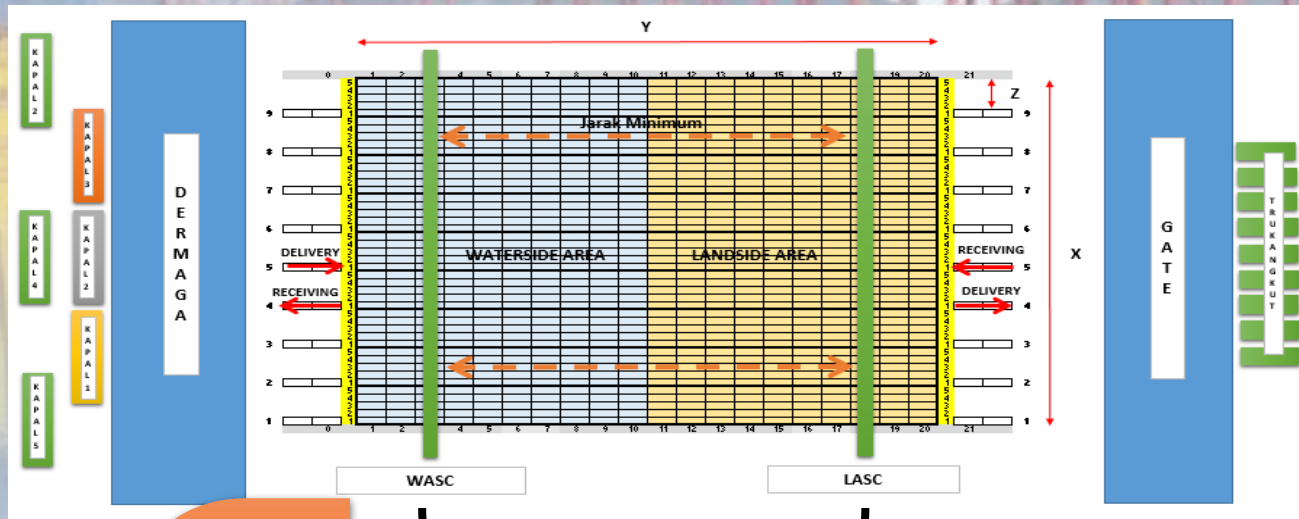
Twin ASC

Jarang diterapkan pelabuhan lain

Buffer area terletak ditengah CY yang membatasi pergerakan ASC dalam memindahkan peti kemas. Ketika salah satu ASC memasuki *buffer area* untuk mengantar atau mengambil peti kemas, maka ASC lain yang akan menuju *buffer area* harus berhenti di luar *buffer area* untuk menunggu ASC tersebut menyelesaikan tugasnya dan keluar dari *buffer area*.

LATAR BELAKANG (CONT)

Automated Container Terminals



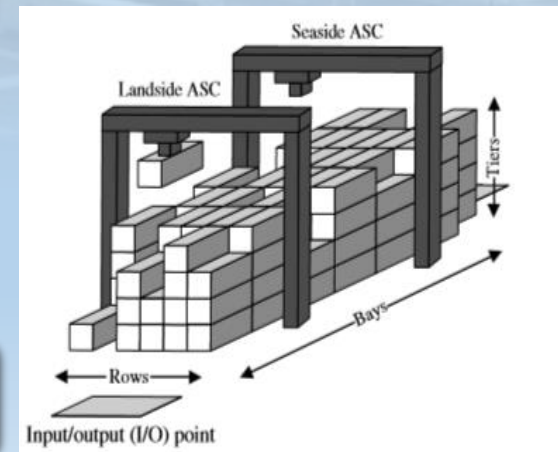
Twin
ASC

Jarak minimum antar ASC

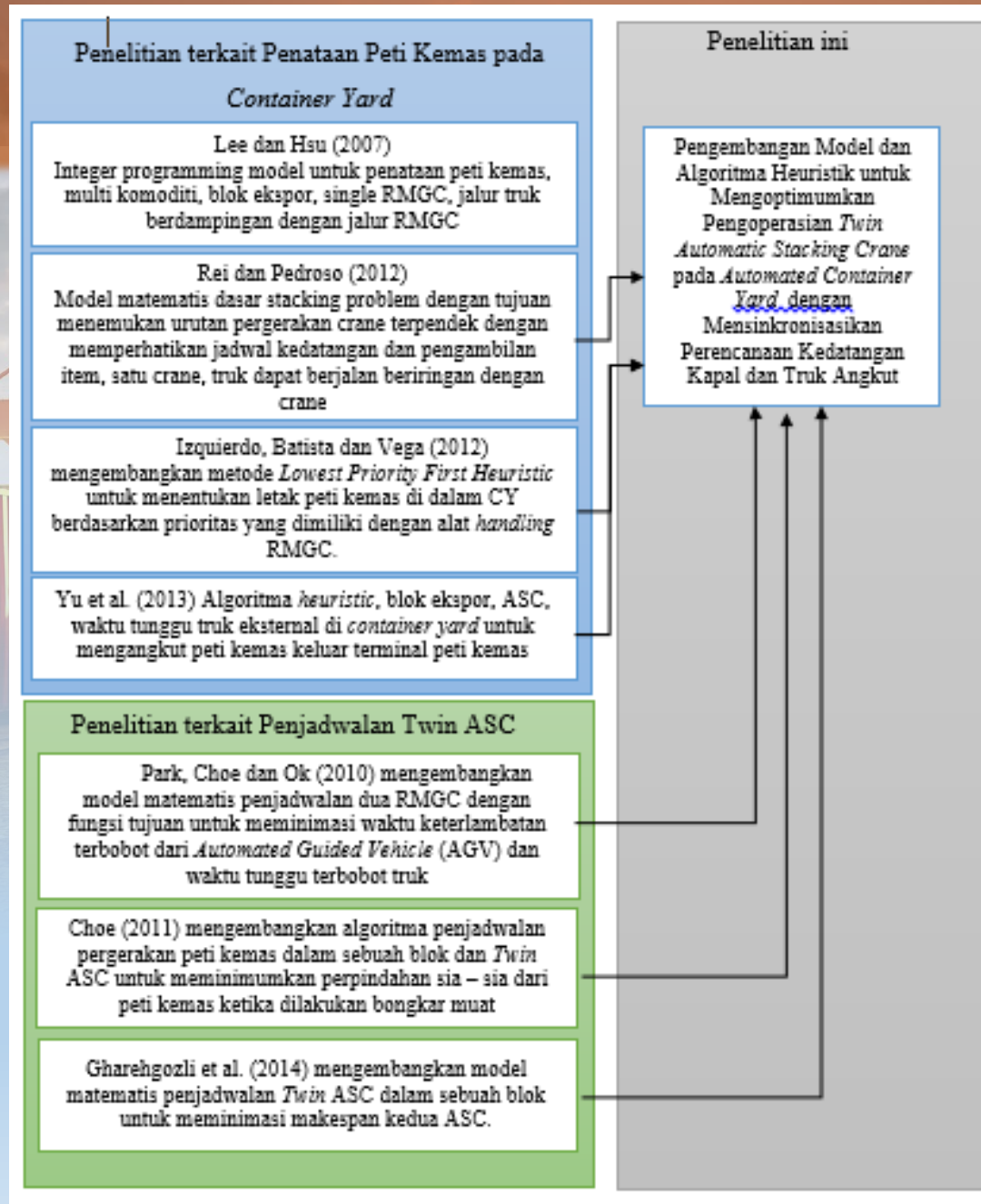
Informasi Kedatangan

Kedatangan Truk

Kedatangan Kapal



Gap Penelitian



RUMUSAN MASALAH

Bagaimana mengembangkan model dan algoritma heuristik untuk mengoptimalkan pengoperasian *Twin* ASC dalam penataan peti kemas pada *automated container yard* dengan mensinkronisasikan terhadap perencanaan kedatangan kapal dan truk angkut. Selain dibatasi oleh dimensi x (*bay*), y (*row*), dan z (*tier*), kedua ASC juga harus berada dalam jarak minimal antar ASC untuk menghindari pertemuan kedua ASC.

TUJUAN PENELITIAN

1

Mengembangkan model dan algoritma untuk mengoptimalkan pengoperasian *Twin ASC* dalam penataan peti kemas pada *automated container yard* dengan mensinkronisasikan terhadap perencanaan kedatangan kapal dan truk angkut.

2

Menganalisis strategi operasi *Twin ASC* dalam penataan peti kemas pada *automated container yard* terhadap perencanaan kedatangan kapal dan truk angkut.

3

Melakukan percobaan numerik dengan data real dan data ekstrim untuk menganalisis algoritma yang telah dikembangkan.

BATASAN

1

Penelitian hanya dilakukan di blok domestik.

2

Jenis petikemas yang digunakan adalah *dry container* dengan ukuran 20 ft dan beratnya termasuk dalam kelompok medium.

3

Panjang slot untuk sumbu x adalah 9 slot, sumbu y adalah 20 slot dan sumbu z adalah 5 slot.

4

Data real yang digunakan untuk percobaan numerik merupakan data sebenarnya.

5

Dalam percobaan numerik digunakan data peti kemas dari enam kapal yang rencana kedatangannya berurutan selama 3 hari.

6

Dalam percobaan numerik digunakan data peti kemas dari truk yang rencana kedatangannya berurutan selama 7 hari.

7

Dalam percobaan numerik hanya dilakukan untuk operasi 1 blok domestik selama 7 hari.

ASUMSI

1

Kecepatan pergerakan ASC 1 dan ASC 2 adalah sama dan konstan.

2

Truk *forwarder* yang sama dapat mengangkat semua peti kemas *forwarder* tersebut.

3

Jarak antar kedua ASC adalah 40 ft atau 2 slot.

4

Sebelum ASC sampai di transfer area, peti kemas yang akan diangkat sudah siap di transfer area.

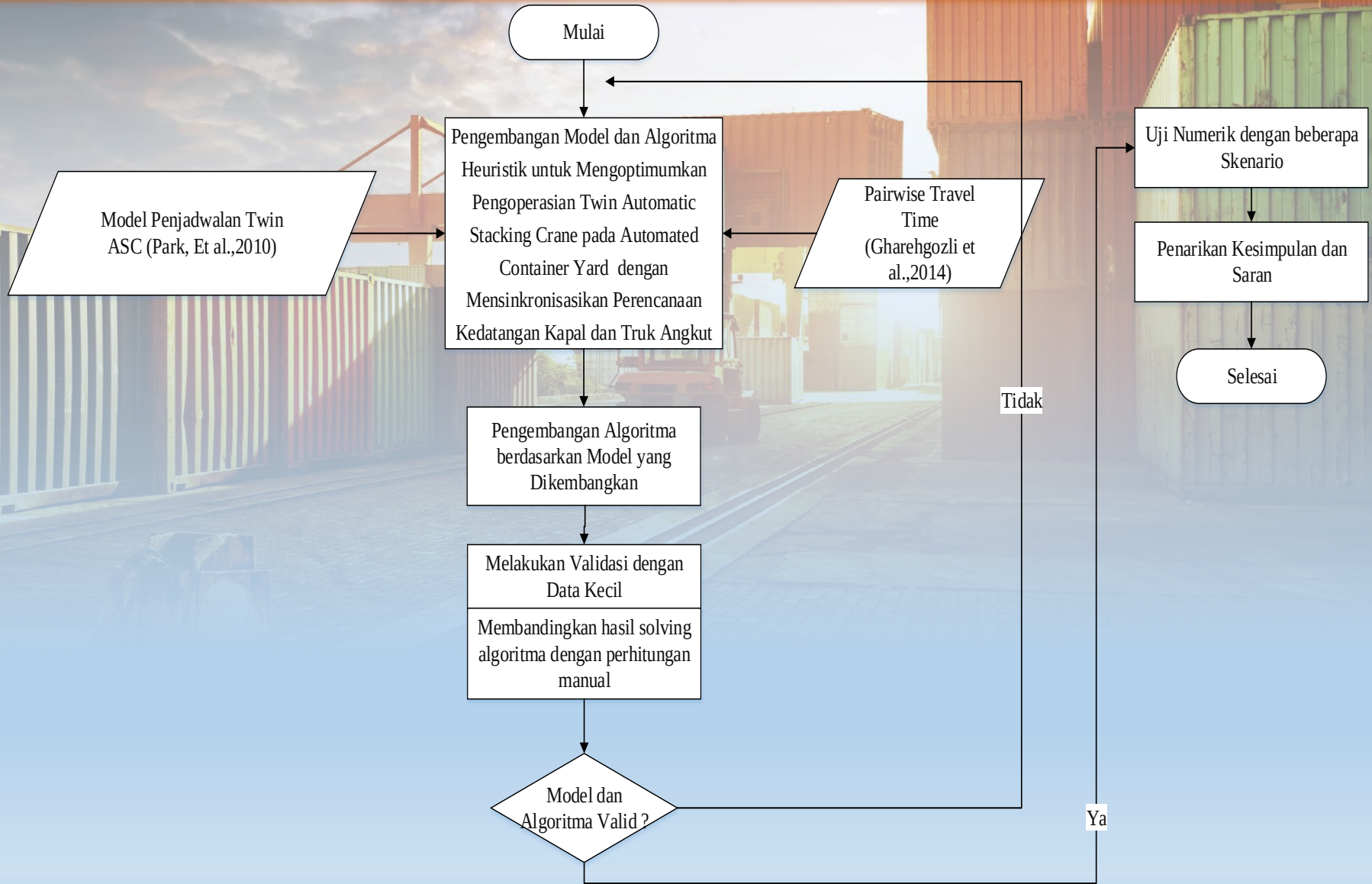
5

Tidak terjadi permasalahan teknis pada kedua ASC sehingga selalu dapat melayani peti kemas



METODOLOGI PENELITIAN

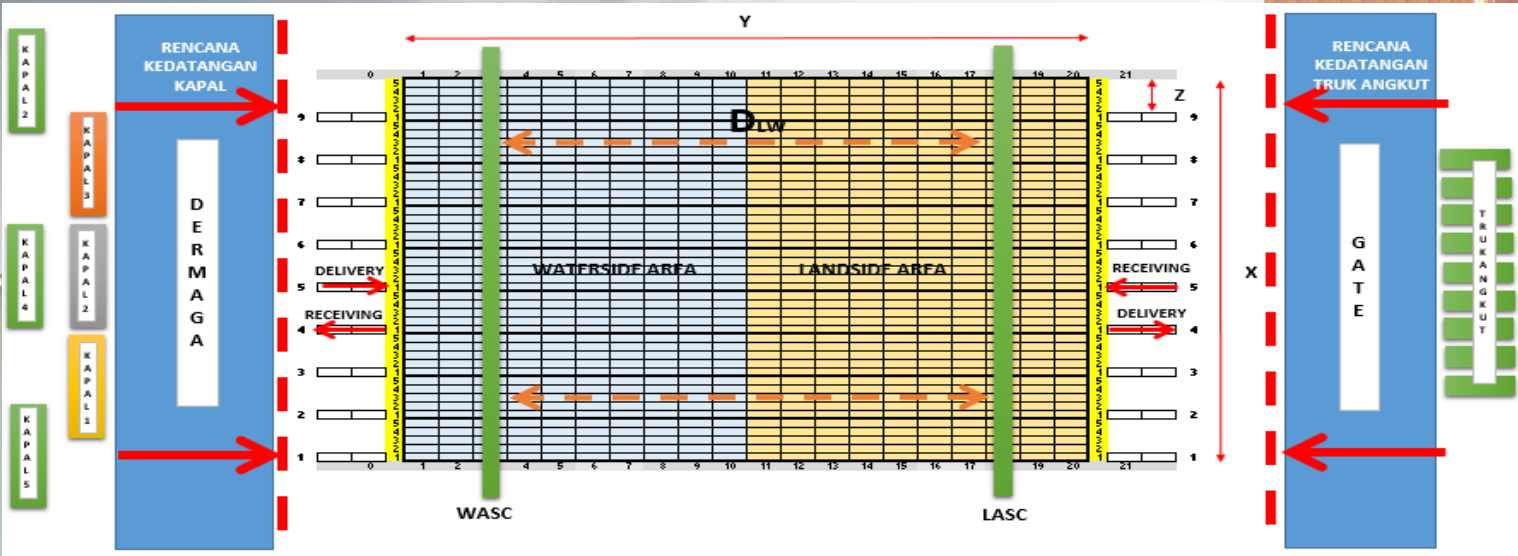
Metodologi Penelitian





PENGEMBANGAN MODEL DAN ALGORITMA AWAL

Gambaran Umum Permasalahan



Customer Booking
Spesifikasi Peti Kemas

Planner merencanakan
penataan peti kemas yang
akan memasuki CY

Planner merencanakan
penjadwalan kedua ASC dengan
memperhatikan slot yang tersedia

Target lokasi peti
kemas

Gambaran Umum Permasalahan

	Jumlah Slot
Row (x)	9
Bay (y)	20
Tier (z)	5

Ukuran Slot	Satuan (ft)	Satuan (m)
Panjang	20	6,096
Lebar	8	2,438
Tinggi	8.5	2,591

	Kecepatan ASC (m/menit)
Angkat Full	45
Angkat Empty	90
Jalan	270

Pairwise Travel Time (Gharehgozli, 2014)

$$t_{ij} = \max\{|x_i - x_j|, |y_i - y_j|\} + z_i + z_j \quad (1)$$

Notasi

- i : indeks lokasi i ($i=1,2,\dots,n$);
- j : indeks lokasi j ($j=1,2,\dots,m$);
- t_{ij} : waktu tempuh ASC dari titik i ke titik j dalam unit
- x : unit bay ($x = 1,2,\dots,9$);
- y : unit row ($y = 0,1,2,\dots,21$); dimana $y=0$ merupakan I/O point *landside*; $y=21$ merupakan I/O point *waterside*;
- z : unit tier ($y=1,2,\dots,5$);
- (x_i, y_i, z_i) : koordinat lokasi i
- (x_j, y_j, z_j) : koordinat lokasi j

PENGEMBANGAN MODEL

Travel Distance

Aktivitas ASC	t_{ij} (meter)
Perpindahan ASC dengan membawa peti kemas	$\max\{ x_i - x_j L_s, y_i - y_j P_s\} + z_iH_s + z_jH_s$
Perpindahan ASC tanpa membawa peti kemas (unnecessary movement)	$\max\{ x_i - x_j L_s, y_i - y_j P_s\} + z_iH_s + z_jH_s$

Travel Time

Aktivitas ASC	t_{ij} (meter)
Perpindahan ASC dengan membawa peti kemas	$\max\{ x_i - x_j L_s, y_i - y_j P_s\} + z_iH_s + z_jH_s$
Perpindahan ASC tanpa membawa peti kemas (unnecessary movement)	$\max\{ x_i - x_j L_s, y_i - y_j P_s\} + z_iH_s + z_jH_s$

Pengembangan Model

Total travel distance

$$= \sum_{n=1}^N \text{necessary movement travel distance}_n + \sum_{u=1}^U \text{unnecessary movement travel distance}_u$$

Total travel time

$$= \sum_{n=1}^N \text{necessary movement travel time}_n + \sum_{u=1}^U \text{unnecessary movement travel time}_u$$

Minimasi Biaya Energi Total

$$= \sum_{a=1}^2 \text{total travel time}_a \times \text{besar konsumsi energi ASC (kWh)} \times \text{biaya energi per kWh}$$



Minimasi Biaya Energi Total

$$= \frac{(\text{Total Travel Time (menit)} + \text{Unnecessary Movement (menit)})}{60} \times 200 \text{ kWh}$$

Batasan Model

- Batasan terkait Peti Kemas
 - Prioritas pelayanan peti kemas didasarkan jenis petkemas, seperti:
 - Peti kemas *delivery* : prioritas pelayanan ditentukan berdasarkan waktu kedatangan kapal bongkar
 - Peti kemas *receiving* : prioritas pelayanan ditentukan berdasarkan waktu kedatangan truk angkut menjemput
 - Pada penelitian ini berat peti kemas sebagai objek peneliti diasumsikan sama semua yaitu pada golongan medium. Sehingga penumpukan peti kemas tidak memperhatikan berat peti kemas.
 - Pada penelitian ini ukuran peti kemas sebagai objek peneliti diasumsikan sama semua yaitu memiliki ukuran 20ft. Hal ini dikarenakan satuan luas CY yang mengguakan ukuan 20 ft untuk satu slotnya dan demand terhadap slot. Sehingga dalam penumpukan peti kemas inidtk memperhatikan berat peti kemas.

Batasan Model

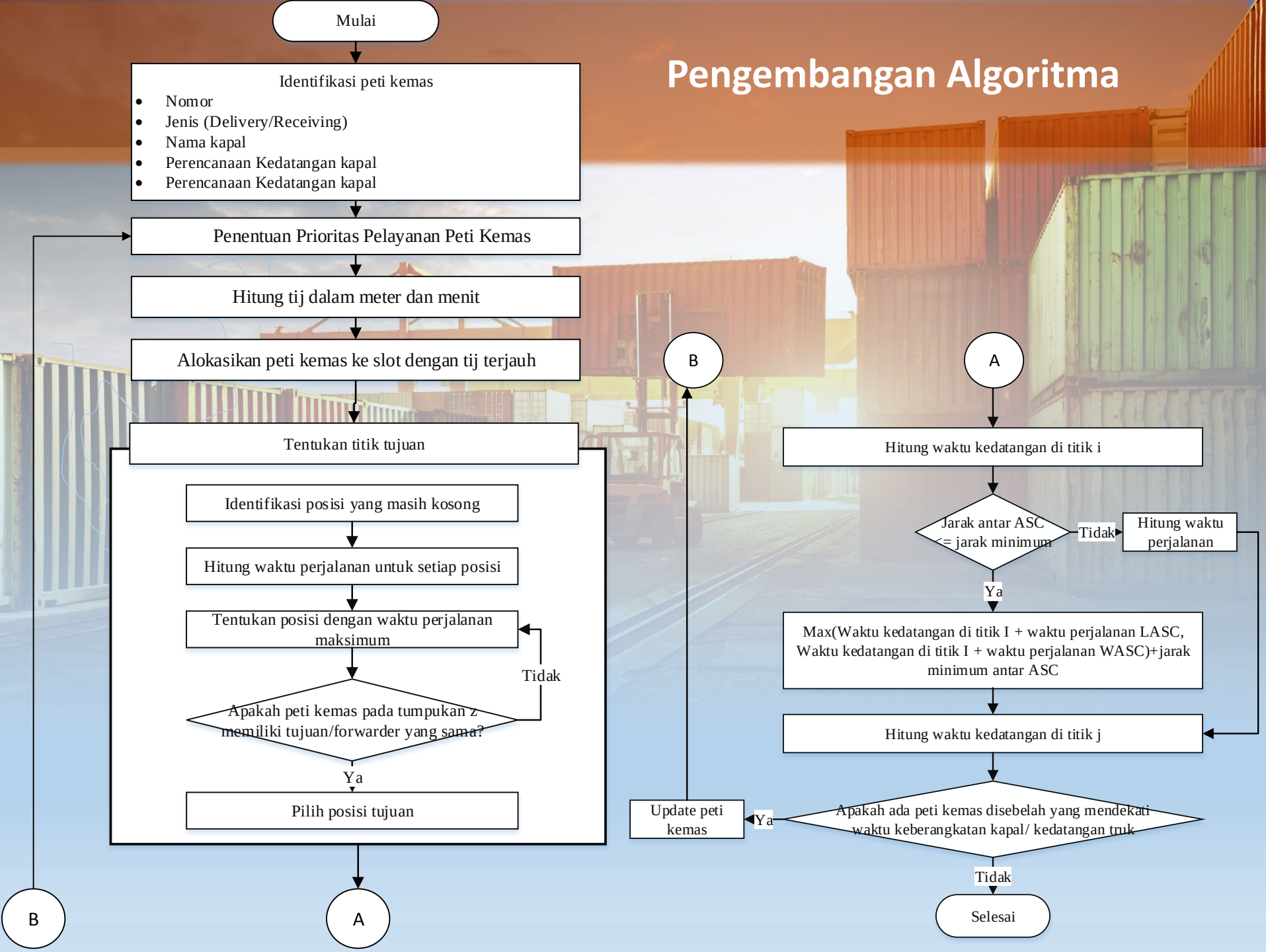
- Batasan terkait ASC dan CY
 - Jarak minimum (D_{LW}) LASC dan WASC sebesar 40 ft.
 - Ketika jarak antar ASC mencapai jarak minimum, maka ASC dengan peti kemas prioritas utama harus didahukan. Sementara ASC lainnya berhenti menunggu hingga pekerjaan ASC tersebut selesai.
 - Posisi peti kemas di transfer area (I/O) point, tidak begitu signifikan berpengaruh pada waktu perjalanan (*travel time*)
 - Ketika ASC kembali ke transfer point, diasumsikan terdapat peti kemas menunggu dan sudah siap diangkut.

Peti Kemas	Koordinat (x,y,z)	
	Posisi saat Menunggu Kedatangan ASC	Posisi saat Menunggu Kedatangan Truk Angkut
Peti Kemas Delivery	(5,21,1)--WASC	(4,0,1)--LASC
Peti Kemas Receiving	(5,0,1)--LASC	(4,21,1)--WASC

Batasan Model

- Batasan terkait ASC dan CY
 - Karena adanya jarak minimum ntar ASC sebesar 2 jalur slot, maka koordinat y yang bisa dijangkau LASC adalah 1 hingga 18, sedangkan koordinat y yang bisa dijangkau WASC adalah 3 hingga 20.
 - Seluruh truk angkut dari sebuah perusahaan dapat mengangkut seluruh peti kemas yang masih di masih di CY
 - Alokasi peti kemas dalam CY :
 1. Peti kemas dialokasikan pada slot dengan jarak terjauh dari titik awal
 2. Peti kemas dialokasikan pada slot mendekati I/O point sebaliknya
 3. Peti kemas dengan kapal yang sama akan ditumpuk pada satu stack.
 4. Slot atau bay terdekat dengan I/O point akan dialokasikan terlebih dahulu.
 5. Row dan tier yang akan dialokasikan terlebih dahulu adalah row dan tier terendah
 6. Row selanjutnya akan dialokasikan jika stack pada row saat ini sudah maksimum
 7. Peti kemas dengan waktu keberangkatan lebih rendah harus berada pada tier tinggi.

Pengembangan Algoritma

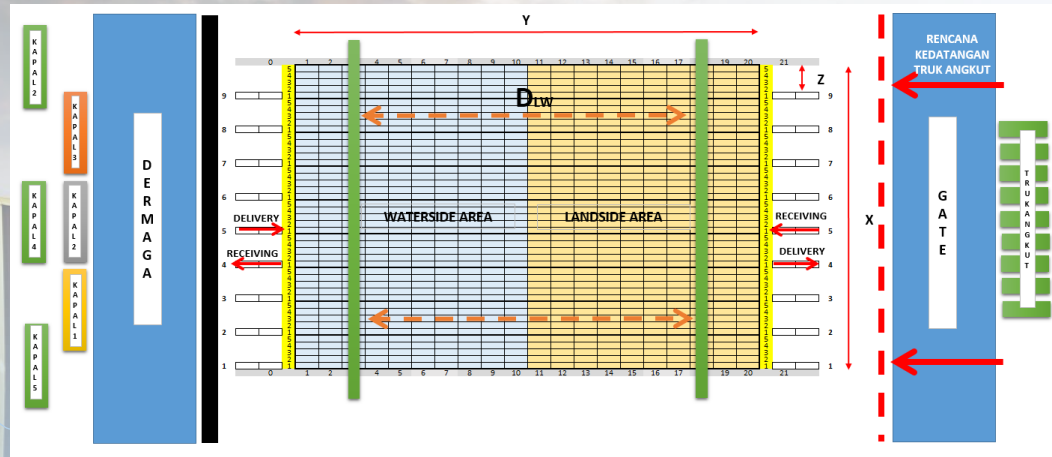




HASIL PERCOBAAN NUMERIK

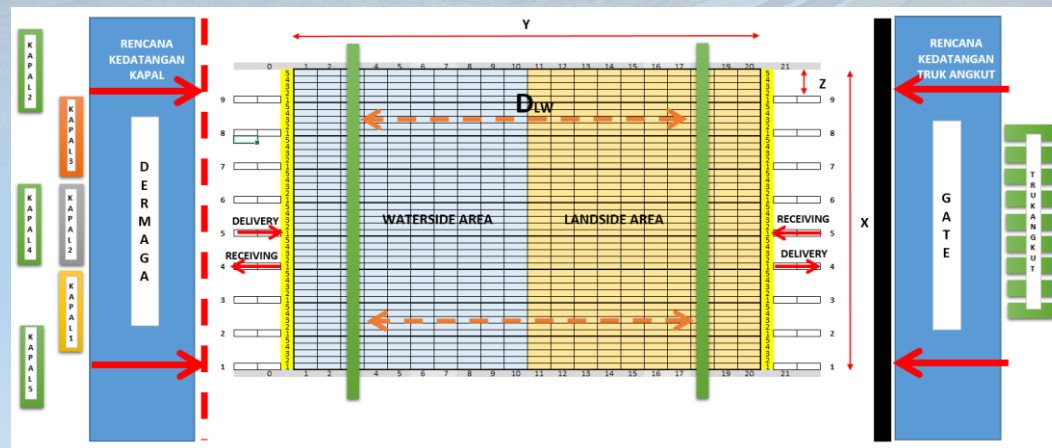
PERCOBAAN NUMERIK

1



Menjalankan program dengan mengetahui rencana kedatangan truk angkut tanpa mengetahui rencana kedatangan kapal.

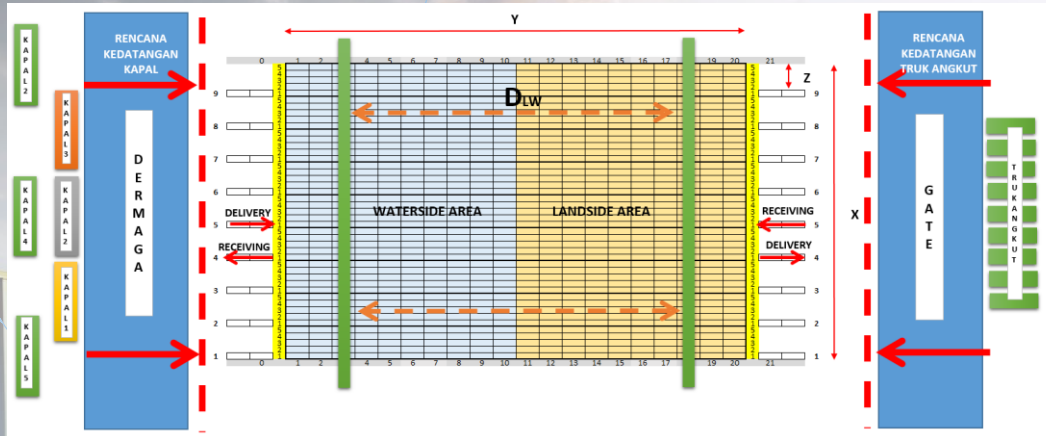
2



Menjalankan program dengan mengetahui rencana kedatangan kapal tanpa mengetahui rencana kedatangan truk angkut.

PERCOBAAN NUMERIK

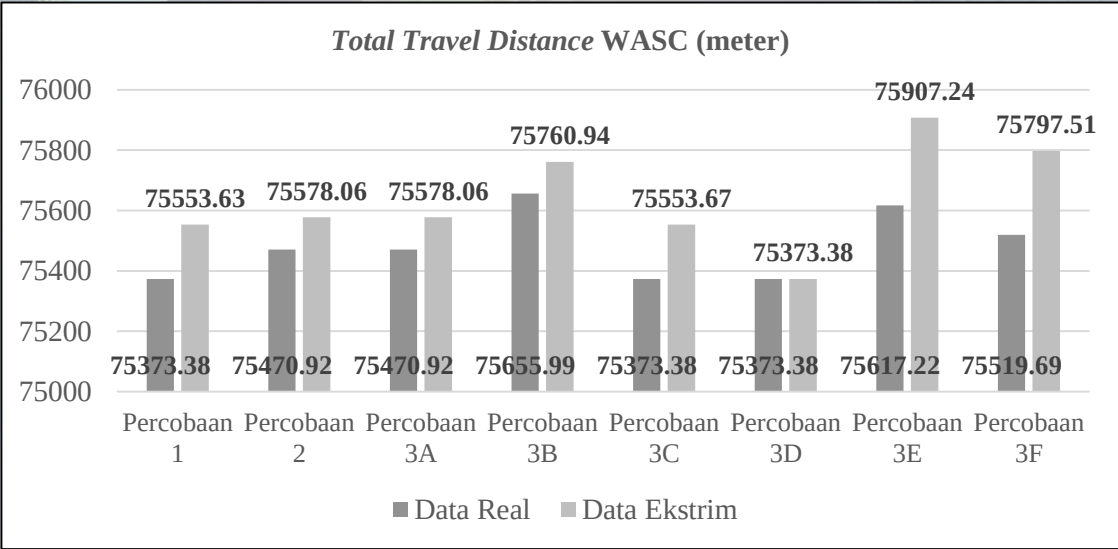
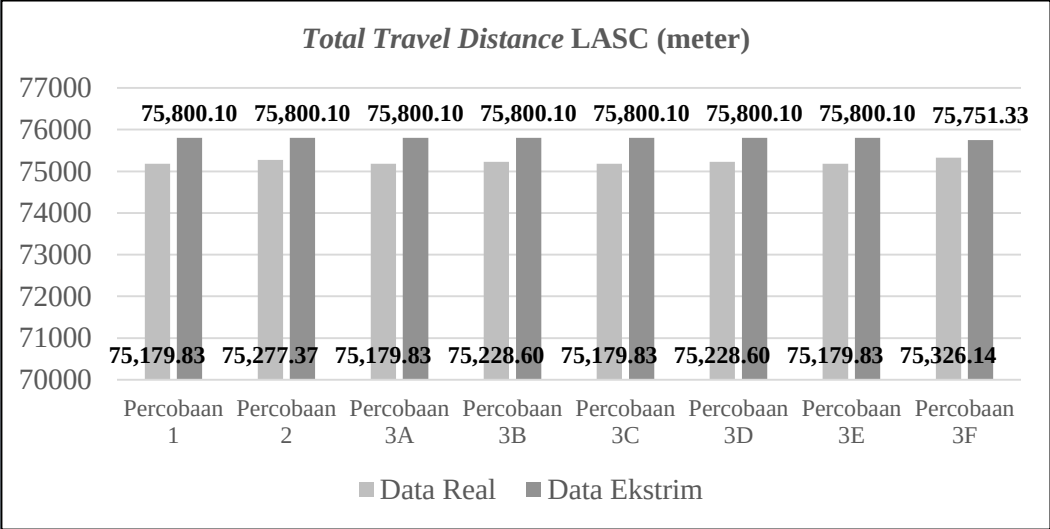
3



Menjalankan program dengan mengetahui rencana kedatangan kapal dan truk angkut.

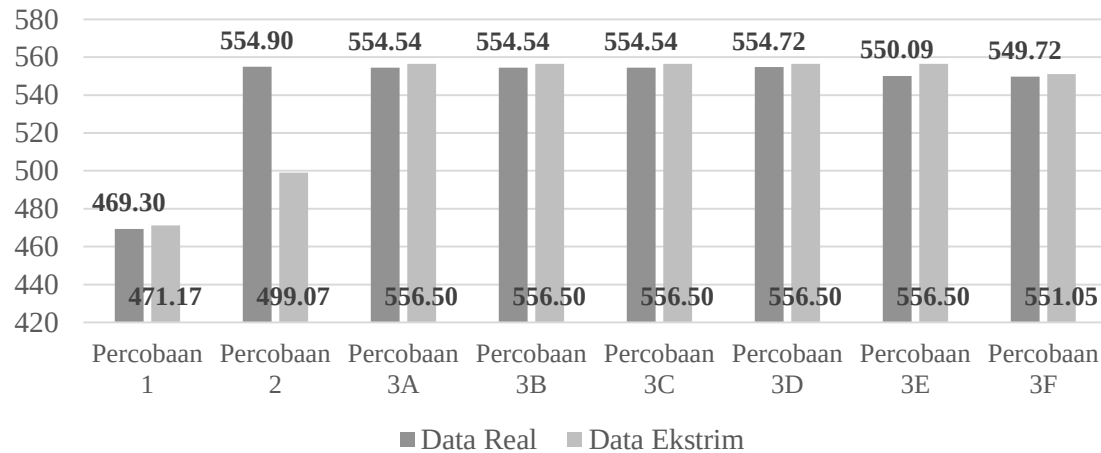
No.	Urutan Kapal Bersandar di Dermaga		
	Urutan ke-1	Urutan ke-2	Urutan ke-3
A	LUZON	PAHALA	MARINA STAR 1
B	LUZON	MARINA STAR 1	PAHALA
C	PAHALA	LUZON	MARINA STAR 1
D	PAHALA	MARINA STAR 1	LUZON
E	MARINA STAR 1	LUZON	PAHALA
F	MARINA STAR 2	PAHALA	LUZON

Analisis Hasil Percobaan-*Total Travel Distance*

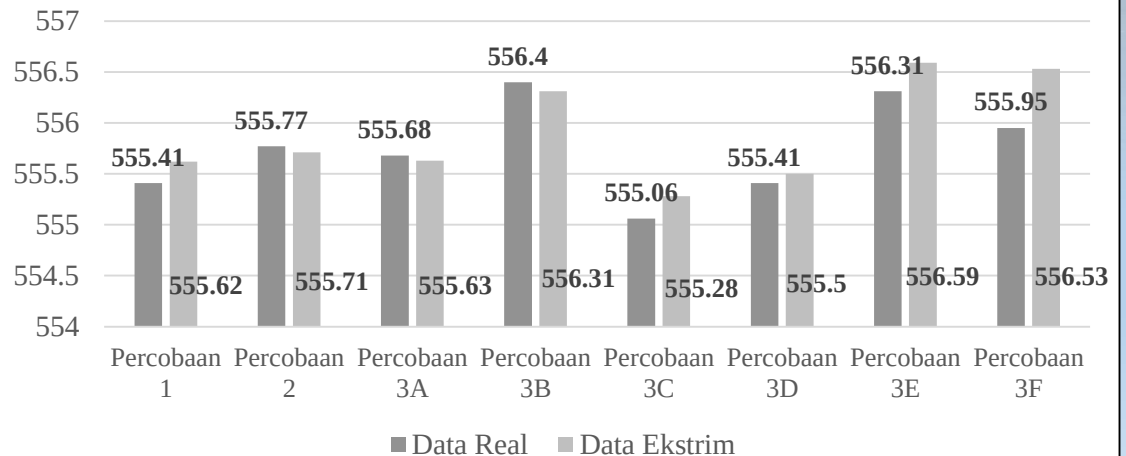


Analisis Hasil Percobaan-*Total Travel Time*

Total Travel Time LASC (menit)

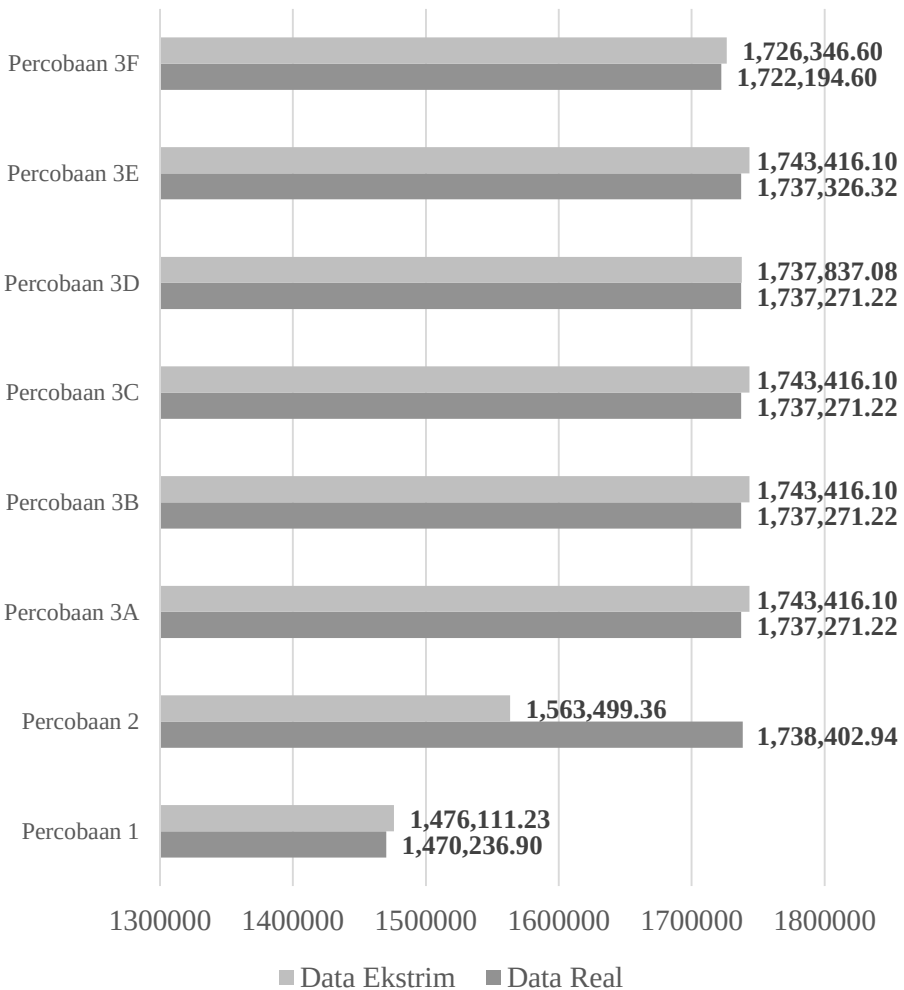


Total Travel Time WASC (menit)

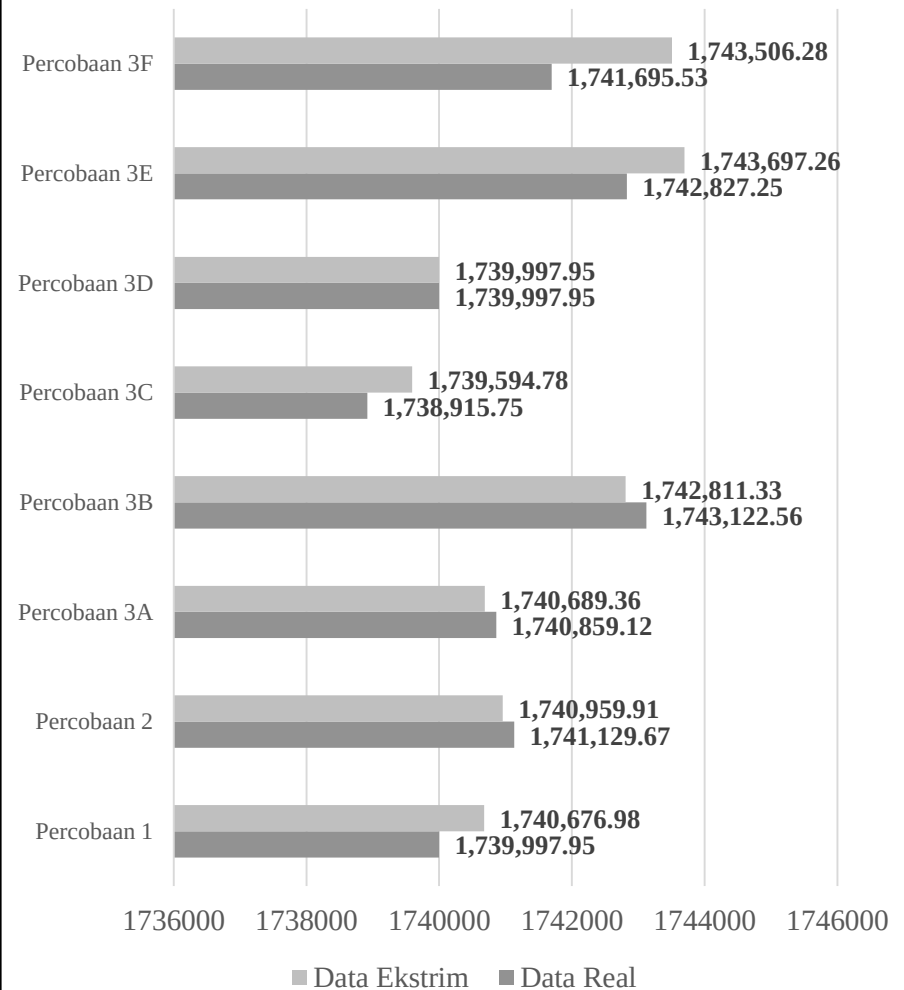


Analisis Hasil Percobaan-Total Biaya Energi

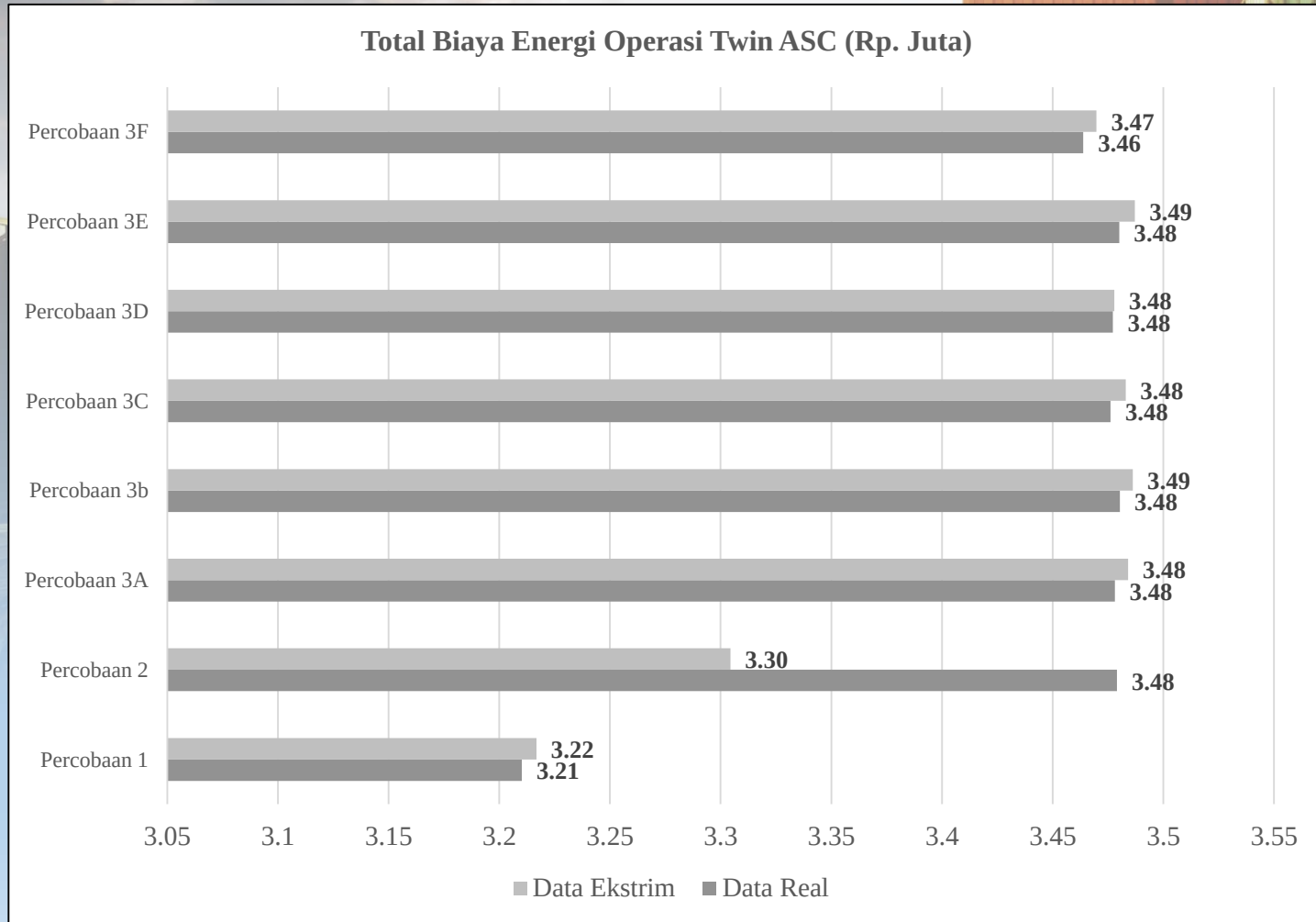
Total Biaya Energi LASC (Rp.)



Total Biaya Energi WASC (Rp.)



Analisis Hasil Percobaan-Total Biaya Energi





KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

- Penelitian ini dapat menghasilkan model untuk mengoptimalkan pengoperasian *Twin* ASC dalam penataan peti kemas pada *automated container yard*.
- Penelitian ini menghasilkan algoritma untuk mengoptimalkan pengoperasian *Twin* ASC dalam penataan peti kemas pada *automated container yard* dengan mensinkronisasikan terhadap perencanaan kedatangan kapal dan truk angkut. Algoritma terbagi dalam 2 tahapan utama yakni menentukan prioritas pelayanan dan mengalokasikan slot.
- Hasil dari percobaan numerik telah menunjukkan bahwa algoritma yang dikembangkan telah memenuhi batasan-batasan yang diterapkan pada model.
- Berdasarkan hasil percobaan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:
 1. Pada percobaan 1 menunjukan bahwa memperhatikan tingginya variasi waktu kedatangan truk angkut dan kapal yang digunakan tanpa memperhatikan waktu kedatangan kapal dapat mengefisiensikan alokasi slot *container yard* sehingga meminimumkan jarak pergerakan ASC.

KESIMPULAN

2. Karena lebih tingginya variasi waktu kedatangan truk angkut dari pada waktu kedatangan kapal, alokasi slot dengan memperhatikan waktu kedatangan truk angkut lebih menghasilkan *total travel distance*, *total travel time* dan biaya energi operasi ASC lebih minimum.
3. Dari percobaan 3 dapat disimpulkan bahwa urutan bersandarnya kapal di dermaga dapat mempengaruhi alokasi slot dan *total travel distance* dan *total travel time* ASC dalam periode pengamatan.
4. Kebijakan penentuan urutan bersandarnya kapal secara random dapat berdampak negative terhadap *total travel distance* dan *total travel time* ASC. Hal ini terlihat dari kombinasi percobaan 3.
5. Semakin panjang periode pengamatan maka semakin besar kemungkinan kapal dan truk angkut dapat datang dan meninggalkan pelabuhan tepat waktu.

SARAN

- Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:
- Menggunakan peti kemas dengan berbagai golongan berat : ringan, medium dan ringan,
- Menggunakan dua jenis ukuran peti kemas yaitu 20 ft dan 40 ft,
- Menggunakan beberapa jenis peti kemas tidak hanya *dry container*.

DAFTAR PUSTAKA

- Archetti, C. B. (2012). A Hybrid Heuristic for an Inventory Routing Problem. *NFORMS Journal on Computing*, 101–116.
- Bose, J. W. (2011). *Handbook of Terminal Planning Operations Research/Computer Science Vol. 49*. New York: Springer Science+Business Media.
- Brinkmann, B. (2005). *Seehäfen Planung und Entwurf*. Berlin: Springer.
- Choe, R. P. (2011). Generating a Rehandling Free Intra Block Remarshaling Plan for an Automated Container Yard. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 201 - 217.
- Dekker R, V. P. (2006). Advanced Methods for Container Stacking. *OR Spectrum Vol. 28*, 563–586.
- Gendreau, M. P. (2010). *Handbook of Metaheuristics Second Edition*. New York: Springer Science + Business Media.
- Gharehgozli, A. H. (2014). Scheduling Twin Yard Cranes in a Container Block. *Transportation Science*, 1 - 20.
- Glover, F. (1990). *Tabu Search : A Tutorial*. Colorado: enter of Applied Artificial Intilligence University of Colorado.
- Huang, S.-H. L.-H. (2012). Heuristic Algorithms for Container Pre-Marshalling Problem. *Computers & Industrial Engineering Vol.62*, 13 - 20.



TERIMA KASIH