

SIMULASI SISTEM PENANGANAN DI LAPANGAN PENUMPUKAN PETI KEMAS

Rudy Setiawan, Budisetyono Tedjakusuma, Yoseph Andika Hendrasetia, Fenny Lukito

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131 Surabaya 60236 Telp 031-2983390 Email: rudy@petra.ac.id

Abstrak

Salah satu faktor yang mempengaruhi efektifitas dan efisiensi sistem transportasi laut adalah pengemasan barang sebelum pendistribusian, dimana sistem pengemasan yang banyak dipergunakan pada saat ini adalah berupa peti kemas. Seiring dengan perkembangan industri, arus barang dengan peti kemas juga akan meningkat dengan pesat sehingga dibutuhkan suatu proses penanganan peti kemas yang baik agar lapangan penumpukan peti kemas beserta peralatan penanganan peti kemas dapat dimanfaatkan secara optimal.

Peralatan penanganan peti kemas yang ditinjau dalam penelitian ini adalah Container-Crane, Tractor-Trailer, dan Rubber-Tyred Gantry-Crane. Simulasi sistem penanganan peti kemas dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel pada suatu lapangan penumpukan peti kemas yang direncanakan memiliki 2.838 ground slots.

Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa total jumlah peralatan penanganan peti kemas yang dibutuhkan pada tahun 2010 dan 2015, agar arus peti kemas dapat ditangani dalam waktu kurang dari 1 hari adalah sebanyak 6 unit Container-Crane, 12 unit Tractor-Trailer, dan 15 unit Rubber-Tyred Gantry-Crane. Sedangkan waktu kerja total yang dibutuhkan untuk melakukan proses bongkar dan muat peti kemas pada arus puncak adalah selama 2 shift @ 8 jam pada tahun 2010 serta 3 shift @ 8 jam pada tahun 2015.

Kata kunci: *Peti Kemas, Simulasi Sistem Penanganan.*

Pendahuluan

Negara Indonesia merupakan sebuah negara yang terdiri dari 20% wilayah daratan dan 80% wilayah perairan. Dengan 17.508 pulau yang tersebar di seluruh Indonesia yang dihubungkan dengan wilayah perairan, sehingga dibutuhkan adanya pemerataan pembangunan dan perekonomian di seluruh wilayah Indonesia yang diwujudkan dengan adanya hubungan transportasi yang baik antara pulau yang satu dengan yang lainnya.

Salah satu metode transportasi yang efektif dan efisien untuk kondisi tersebut adalah dengan menggunakan sistem transportasi laut yang tentunya memerlukan adanya pengemasan barang sebelum dilakukan pendistribusian; yaitu berupa peti kemas. Seiring dengan perkembangan industri, arus barang dari dalam dan luar negeri (ekspor-impor) yang menggunakan peti kemas juga akan meningkat dengan pesat sehingga berdampak terhadap menurunnya efektifitas dan efisiensi dari penggunaan peti kemas apabila tidak disertai dengan proses penanganan yang baik.

Keberhasilan penanganan peti kemas dipengaruhi oleh faktor jarak, waktu dan biaya, sehingga dapat memenuhi tuntutan aman, cepat, dan murah. Untuk mencapai tuntutan tersebut secara optimal diperlukan adanya suatu simulasi sistem penanganan angkutan peti kemas yang baik

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan simulasi sistem penanganan peti kemas sehingga diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan alat penanganan peti kemas dan pemanfaatan lapangan peti kemas yang pada akhirnya akan berdampak pada peningkatan profit dari pengelola lapangan peti kemas tersebut.

Dalam penelitian ini peti kemas yang ditinjau tidak memperhatikan jenis (*general cargo, thermal container, tank container, bulk container, dan platform container*), ukuran ($8 \times 8 \times 20 \text{ ft}^3$, $8 \times 8 \times 40 \text{ ft}^3$, dan $8 \times 8 \times 45 \text{ ft}^3$) dan isi (FCL/Full Container Load atau isi kontainer untuk satu tujuan pengiriman dan LCL/Less Than Full Container Load atau isi kontainer untuk lebih dari satu tujuan pengiriman) dari peti kemas tersebut, dan alat penanganan peti kemas yang digunakan untuk menumpuk peti kemas pada lapangan penumpukan peti kemas adalah tipe *Rubber-Tyred Gantry-Crane* (RTGC).

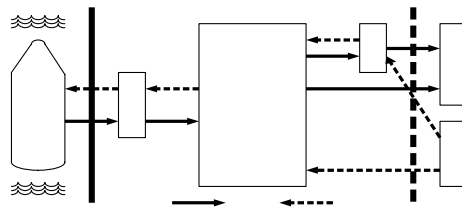
Tinjauan Pustaka

Peti kemas adalah peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan ISO (United Nations, 1978) sebagai alat atau perangkat pengangkutan barang (Revisi Keputusan Menteri Perhubungan No. KM74 Tahun 1990). Peti kemas adalah sebuah kotak besar terbuat dari bahan campuran baja dan tembaga dengan pintu yang dapat dikunci dan pada setiap sisinya dipasang sebuah fitting sudut dan kunci putar sehingga antara satu peti kemas dengan peti kemas lainnya dapat dengan mudah disatukan atau dilepaskan. Pada tempat pengiriman, barang-barang dengan satuan yang lebih kecil dimasukkan kedalam peti kemas kemudian dikunci untuk siap dikirimkan. Gambar 1 memperlihatkan berbagai jenis peti kemas.



Gambar 1. Berbagai Jenis Peti Kemas (www.cavaleacontainer.com, www.shipping-worldwide.com, www.cobracontainers.com, www.jansensanddieperink.com, www.persianggih.com)

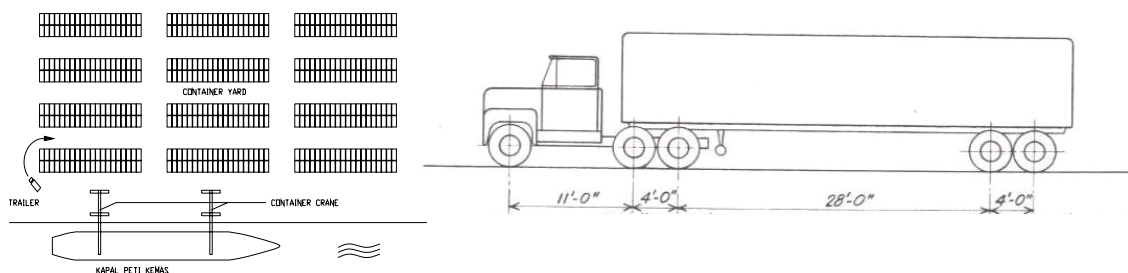
Proses penanganan peti kemas dimulai sejak peti kemas ada di dalam kapal sampai ke tempat penampungan peti kemas (lapangan penumpukan peti kemas) atau sampai keluar dari terminal. Proses penanganan peti kemas di luar perairan dapat menggunakan lebih dari satu jenis alat penanganan. Alat-alat penanganan peti kemas yaitu antara lain *Container-Crane*, *Tractor-Trailer*, *Straddle-Carrier*, *Side Loader*, *Rubber-Tyred Gantry-Crane*, *Top Loader*, *Reach Stacker*, dan lain-lain. Secara umum seluruh proses penanganan peti kemas seperti terlihat pada Gambar 2.



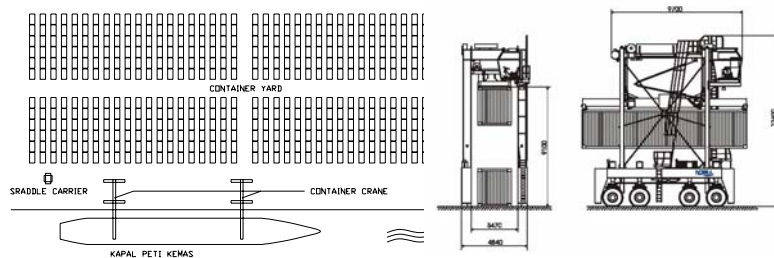
Gambar 2. Proses Penanganan Peti Kemas (Tsinker, Gregory P., 2004)

Tata letak peti kemas di lapangan penumpukan peti kemas atau *Container Yard (CY)* tergantung dari sistem penanganan peti kemas yang digunakan, karena setiap sistem penanganan peti kemas tergantung dari masing-masing jenis alat penanganan peti kemas yang digunakan pada sistem tersebut, yang memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyusun tinggi tumpukan peti kemas. Selain itu, setiap alat memiliki ukuran yang berbeda sehingga memerlukan lebar jalur yang berbeda dalam beroperasi.

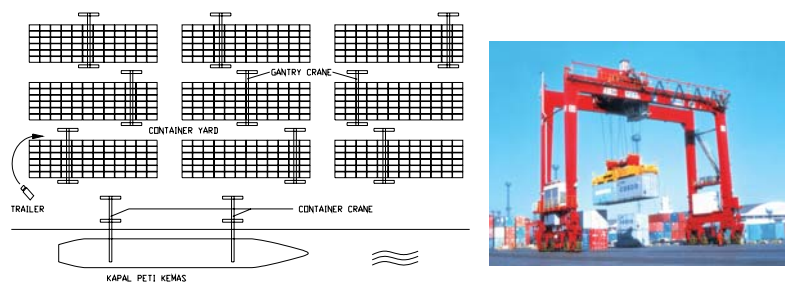
Berbagai macam tata letak peti kemas pada lapangan peti kemas berdasarkan alat penanganan peti kemas yaitu: **Tractor-Trailer System**, Tata letak peti kemas pada lapangan peti kemas dengan alat penanganan *Tractor-Trailer* dapat dilihat pada Gambar 3, **Straddle-Carrier System**, Tata letak peti kemas pada lapangan peti kemas dengan alat penanganan *Straddle-Carrier* dapat dilihat pada Gambar 4, dan **Rubber-Tyred Gantry-Cranes System**, Tata letak peti kemas pada lapangan peti kemas dengan alat penanganan *Rubber-Tyred Gantry-Crane* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3. Tata Letak Peti Kemas dengan Alat Penanganan *Tractor-Trailer*



Gambar 4. Tata Letak Peti Kemas dengan Alat Penanganan *Straddle-Carrier* (www.terrikon.spb.ru)



Gambar 5. Tata Letak Peti Kemas dengan Alat Penanganan *Rubber-Tyred Gantry-Crane* (www.zpmc.com)

Untuk melakukan bongkar muat dari kapal ke dermaga atau dari dermaga ke kapal digunakan *Container-Crane* yang diletakkan di tepi dermaga. Untuk melakukan pengangkutan peti kemas dari dermaga ke lapangan peti kemas maupun sebaliknya dari lapangan peti kemas ke dermaga digunakan *Tractor-Trailer*. Contoh alat penanganan peti kemas *Container-Crane* dapat dilihat pada Gambar 6.

Kelebihan dari *Container-Crane* adalah: mempunyai kemampuan penanganan rata-rata 20-25 buah peti kemas/jam dan posisi operator *Container-Crane* berada di atas sehingga memiliki akurasi tinggi untuk meletakkan peti kemas.



Gambar 6. *Container-Crane* (www.ccsautomation.com)

Metodologi

Tata letak peti kemas pada lapangan penumpukan peti kemas menggunakan tata letak dengan sistem perletakan berdasarkan alat *Rubber-Tyred Gantry-Crane*. Dengan *ground slots* (suatu petak untuk menumpuk peti kemas pada lapangan peti kemas) sebanyak 2.838 *ground slots* dan dengan tumpukan mencapai maksimal 4 tumpukan (rata-rata tinggi tumpukan sebanyak 3,5 tumpukan), sehingga dengan sistem ini pada luas lapangan yang sama dapat ditumpuk peti kemas dalam jumlah yang lebih banyak daripada dengan tata letak dengan sistem yang lain. Pemilihan pemakaian tata letak sistem ini juga memperhatikan efisiensi dari alat-alat yang akan digunakan untuk menangani peti kemas.

Alat-alat penanganan peti kemas pada lapangan penumpukan peti kemas yang digunakan adalah sebagai berikut:

- *Rubber-Tyred Gantry-Crane* (RTGC atau GC), yang digunakan sebagai alat untuk menumpuk dan mengambil peti kemas pada lapangan peti kemas, memiliki kelebihan-kelebihan antara lain:
 - a. Dengan roda karet yang dapat berputar 90°, maka alat ini memiliki mobilitas yang tinggi untuk menumpuk maupun mengambil peti kemas pada tumpukan peti kemas.
 - b. Dapat menumpuk peti kemas hingga 4 tumpukan (maksimal), sehingga dapat lebih menghemat penggunaan lahan pada lapangan penumpukan peti kemas.
 - c. Memiliki umur yang panjang.
 - d. Perawatan dan perbaikan roda karet yang mudah.
 - e. Biaya perawatan dan perbaikan yang rendah.
 - f. Tingkat keamanan yang tinggi.
 - g. Tidak memerlukan adanya rel untuk pergerakannya.
- *Container-Crane* (CC), yang digunakan sebanyak 6 unit, yang siap untuk melayani proses bongkar muat untuk 3 kapal yang bertambat (1 kapal dilayani oleh 2 unit *Container-Crane*). Dengan *service time* ±3 menit/peti kemas, sehingga 1 unit *Container-Crane* dapat melayani 20-25 peti kemas dalam 1 jam. Untuk pemakaian 2 unit *Container-Crane* maka terdapat *configuration factor* sebesar 0.9 (United Nations, 1978).
- *Tractor-Trailer* (TT), untuk 1 unit *Container-Crane* dilayani oleh 2 sampai 3 unit *Tractor-Trailer*. Proses pemindahan peti kemas dalam terminal dengan *Tractor-Trailer* dibatasi pada kecepatan 20 km/jam.

Untuk menentukan *service time* masing-masing alat diperlukan waktu operasi dari masing-masing alat penanganan peti kemas yang digunakan. Pertama-tama, untuk menurunkan peti kemas dari kapal ke dermaga untuk kemudian ditumpuk di lapangan penumpukan peti kemas, digunakan *Container-Crane*. Dari data spesifikasi *Container-Crane* yang digunakan, dapat ditentukan waktu pelayanan maksimum *Container-Crane* untuk mengangkat peti kemas dari kapal dan menurunkannya ke atas *Tractor-Trailer* (TT) adalah ± 3 menit/ peti kemas. Dengan rincian waktu pelayanan sebagai berikut:

• Mengunci peti kemas di kapal	→ 10 detik
• Mengangkat peti kemas dari kapal	→ 25 detik
• Menggeser peti kemas dari posisi kapal ke posisi <i>Tractor-Trailer</i>	→ 30 detik
• Menurunkan peti kemas ke atas <i>Tractor-Trailer</i>	→ 10 detik
• Melepaskan kunci di atas <i>Tractor-Trailer</i>	→ 10 detik
Sub Total	→ 85 detik
• Mengembalikan posisi <i>spreader</i> ke atas peti kemas di dalam kapal	→ 60 detik
Total	→ 145 detik

Kemudian setelah peti kemas berada diatas *Tractor-Trailer*, peti kemas kemudian dibawa ke salah satu blok pada lapangan penumpukan peti kemas. Karena berada di dalam dermaga, maka kecepatan *Tractor-Trailer* dibatasi pada 20 km/jam. Setelah sampai di lokasi penumpukan, peti kemas tersebut ditumpuk oleh *Rubber-Tyred Gantry-Crane* (RTGC) dengan waktu pelayanan sebagai berikut:

• Mengunci peti kemas di atas <i>Tractor-Trailer</i>	→ 10 detik
• Mengangkat peti kemas dari <i>Tractor-Trailer</i>	→ 20 detik
• Menggeser peti kemas dari atas <i>Tractor-Trailer</i> ke lokasi penumpukan	→ 15 detik
• Menurunkan peti kemas di lokasi penumpukan	→ 10 detik
• Meletakkan peti kemas diatas lokasi penumpukan	→ 10 detik
Sub Total	→ 65 detik
• Mengembalikan posisi <i>spreader</i> ke atas <i>Tractor-Trailer</i>	→ 40 detik
Total	→ 105 detik

Selain itu, *Rubber-Tyred Gantry-Crane* juga dapat bergerak sepanjang blok penumpukan peti kemas dengan kecepatan ± 120 m/menit, sehingga waktu bergerak ini dapat digunakan untuk menambah waktu pelayanan dari *Rubber-Tyred Gantry-Crane*.

Simulasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel* (Hesse, Rick., 1996). sehingga dapat diperoleh produktifitas setiap alat penanganan peti kemas dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Produktifitas Alat (\%)} = \left[1 - \frac{\sum \text{waktu_tunggu_alat}}{\text{waktu_operasi}} \right] \times 100\% \quad (1)$$

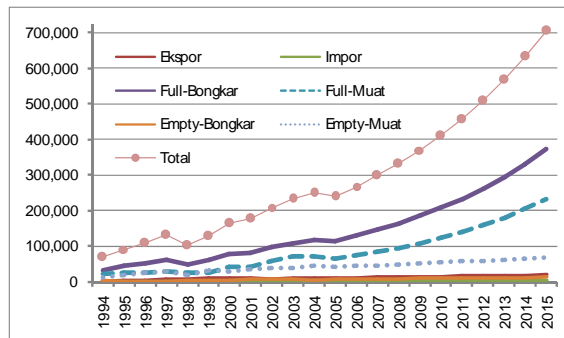
Dimana total waktu operasi diperoleh dari waktu pada akhir proses penanganan semua peti kemas yang ada (pada saat semua peti kemas telah dibongkar).

Perbedaan simulasi memuat peti kemas dengan simulasi membongkar peti kemas terletak pada jumlah dan jenis peti kemas yang ditangani. Jenis peti kemas yang dimuat adalah *export*, *full*, dan *empty*. Meskipun *full* dan *empty* merupakan jenis yang sama dengan yang dibongkar, tetapi pada simulasi memuat peti kemas, peti kemas tersebut berasal dari blok yang berbeda.

Selain itu, tambahan peti kemas pada simulasi memuat ini memiliki kode “In” yaitu peti kemas yang dibawa truk dari luar untuk ditumpuk pada lapangan penumpukan, untuk kemudian dimuat ke kapal sesuai dengan jadwal yang ditentukan untuk masing-masing peti kemas.

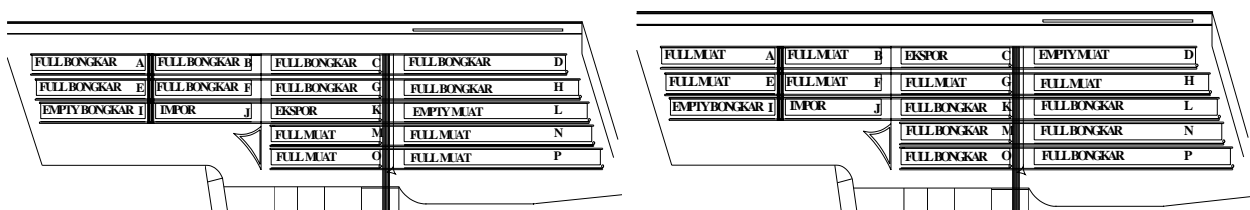
Analisa dan Pembahasan

Untuk melakukan simulasi sistem penanganan peti kemas dibutuhkan proyeksi pertumbuhan arus bongkar muat peti kemas hingga tahun 2015 yang diperoleh berdasarkan *time series analysis* (Levine, David. M., 2002) terhadap data arus peti kemas tahun 1994 s/d 2004 (Gunawan, D.W., dan Limpo, Andries., 2002) sebagaimana terlihat pada Gambar 7.

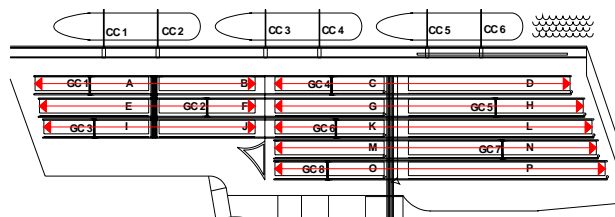


Gambar 7. Proyeksi Pertumbuhan Arus Bongkar Muat Peti Kemas

Gambar 8 memperlihatkan dua macam *layout* blok penempatan peti kemas untuk perbandingan simulasi sistem penanganan peti kemas, dengan penempatan dan daerah pelayanan alat penanganan peti kemas sebelum dilakukan penambahan alat atau hanya mengandalkan 8 unit *Rubber-Tyred-Gantry-Crane* (GC) seperti terlihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Blok Penempatan Peti Kemas *Layout A* dan *Layout B*



Gambar 9. Penempatan dan Daerah Pelayanan Alat Penanganan Peti Kemas Sebelum Dilakukan Penambahan Alat

Tabel 1 dan Tabel 2 memperlihatkan bahwa untuk tahun 2010 dan 2015 dibutuhkan penambahan alat penanganan peti kemas karena utilitas sebagian besar *Rubber-Tyred Gantry-Crane* untuk sistem penanganan peti kemas telah mencapai 100%, bahkan pada kondisi 3 unit *Tractor-Trailer* untuk setiap 1 unit *Container-Crane*. Demikian pula waktu operasionalnya telah melampaui 24 jam pada tahun 2015 baik untuk *layout A* maupun *layout B*, sehingga diperlukan penambahan alat sebagaimana terlihat pada Gambar 10.

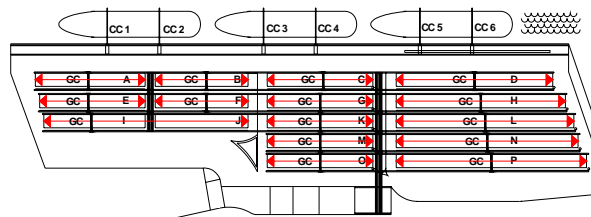
Tabel 1 Utilitas Alat Penanganan Peti Kemas Hasil Simulasi dengan *Layout A* dan *Layout B* Tanpa Penambahan Alat untuk Tahun 2010 dan 2015

Jml TT/CC	<i>Layout A</i>						<i>Layout B</i>						
	Tahun 2010			Tahun 2015			Tahun 2010			Tahun 2015			
	1 TT	2 TT	3 TT	1 TT	2 TT	3 TT	1 TT	2 TT	3 TT	1 TT	2 TT	3 TT	
CC (%)	50.1	90.6	100.0	61.3	96.1	100.0	52.2	90.0	98.8	50.0	90.2	100.0	
TT (%)	100.0	91.1	79.2	100.0	89.0	73.1	100.0	91.8	80.5	100.0	91.2	78.8	
RTGC (%)	A-B	70.8	100.0	100.0	68.6	100.0	100.0	54.1	94.0	100.0	57.7	100.0	100.0
	C-D	77.0	98.5	98.6	76.3	99.8	99.8	81.7	99.9	99.9	68.8	100.0	100.0
	E-F	69.0	100.0	100.0	75.0	99.6	99.6	58.9	99.9	99.8	59.3	99.7	99.7
	G-H	70.9	100.0	100.0	77.3	99.8	99.8	68.3	99.8	100.0	66.2	100.0	100.0
	I-J	14.5	24.3	28.3	12.4	21.6	24.6	12.7	22.7	25.8	12.1	21.4	24.5
	K-L	83.1	100.0	100.0	67.5	100.0	100.0	85.6	100.0	100.0	85.5	100.0	100.0
	M-N	87.5	100.0	100.0	86.3	100.0	100.0	93.7	99.7	99.7	94.6	99.8	99.8
	O-P	87.6	99.3	99.7	86.8	100.0	100.0	95.9	100.0	100.0	94.9	100.0	100.0

Tabel 2 Waktu Operasional Alat Penanganan Peti Kemas Hasil Simulasi dengan *Layout A* dan *Layout B* Tanpa Penambahan Alat untuk Tahun 2010 dan 2015

Model	CC (jam)		TT (jam)		RTGC (jam)		Total Jam Kerja Alat Penanganan Peti Kemas (jam)
	Bongkar	Muat	Bongkar	Muat	Bongkar	Muat	
<i>Layout A</i> Tahun 2010							
1 TT	8.23	10.15	8.23	10.15	18.28	18.54	18.54
2 TT	6.91	7.05	6.91	7.05	12.70	16.05	16.05
3 TT	7.30	6.47	7.30	6.47	12.42	16.00	16.00
<i>Layout A</i> Tahun 2015							
1 TT	16.52	15.34	16.52	15.34	31.81	31.92	31.92
2 TT	12.90	10.86	12.90	10.86	22.58	25.71	25.71
3 TT	12.93	10.63	12.93	10.63	22.33	25.62	25.62
<i>Layout B</i> Tahun 2010							
1 TT	11.58	8.25	11.58	8.25	20.79	18.87	20.79
2 TT	8.38	6.87	8.38	6.87	17.38	12.48	17.38
3 TT	7.79	6.90	7.79	6.90	17.09	12.28	17.09
<i>Layout B</i> Tahun 2015							
1 TT	19.83	13.01	19.83	13.01	33.03	32.64	33.03
2 TT	13.72	10.27	13.72	10.27	27.38	20.58	27.38
3 TT	12.99	10.68	12.99	10.68	26.80	20.54	26.80

Gambar 10 memperlihatkan penempatan dan daerah pelayanan alat penanganan peti kemas setelah dilakukan penambahan alat atau mengoperasikan 15 unit *Rubber-Tyred-Gantry-Crane* (GC) untuk tahun 2010 dan 2015.



Gambar 10. Penempatan dan Daerah Pelayanan Alat Penanganan Peti Kemas Setelah Dilakukan Penambahan Alat

Tabel 3 dan Tabel 4 memperlihatkan bahwa untuk tahun 2010 dan 2015 setelah dilakukan penambahan alat penanganan peti kemas, utilitas semua *Rubber-Tyred Gantry-Crane* belum mencapai 100% bahkan untuk sistem penanganan peti kemas yang hanya menggunakan 2 unit *Tractor-Trailer* untuk setiap 1 unit *Container-Crane*. Demikian pula dengan waktu operasionalnya masih dapat dilayani dengan 2 shift @ 8jam untuk tahun 2010 dan 3 shift @ 8jam untuk tahun 2015 baik untuk *layout A* maupun *layout B*.

Tabel 3 Utilitas Alat Penanganan Peti Kemas Hasil Simulasi dengan *Layout A* dan *Layout B* Setelah Dilakukan Penambahan Jumlah *Rubber-Tyred Gantry-Crane* untuk Tahun 2010 dan 2015

Jml TT/CC	<i>Layout A</i>						<i>Layout B</i>						
	Tahun 2010			Tahun 2015			Tahun 2010			Tahun 2015			
	1 TT	2 TT	3 TT	1 TT	2 TT	3 TT	1 TT	2 TT	3 TT	1 TT	2 TT	3 TT	
CC (%)	49.9	87.7	100.0	61.2	94.9	100.0	49.0	87.2	98.1	49.8	87.2	100.0	
TT (%)	100.0	88.4	69.5	100.0	85.6	60.2	100.0	89.2	70.0	100.0	88.0	68.3	
RTGC (%)	A	31.2	54.4	62.5	31.1	54.0	62.0	30.7	53.6	61.0	27.7	49.5	57.2
	B	30.4	53.3	61.3	27.6	48.5	55.9	23.7	41.5	47.5	26.7	47.2	54.5
	C	33.3	56.9	65.2	31.8	55.7	63.3	16.2	28.1	32.6	12.3	21.7	25.1
	D	32.0	55.6	63.8	32.3	56.9	64.8	67.1	100.0	100.0	48.3	84.9	95.1
	E	30.6	53.3	61.7	34.1	59.5	68.8	24.5	40.8	46.3	24.4	43.1	50.2
	F	31.0	53.5	61.5	31.9	55.1	63.1	19.8	35.4	40.7	25.8	45.9	52.9
	G	31.2	53.9	61.2	31.9	55.0	63.4	24.1	43.1	50.0	25.4	45.1	51.9
	H	29.2	51.3	58.1	32.5	56.5	64.0	27.5	49.2	56.2	27.4	48.3	55.5
	I-J	14.5	24.3	28.3	12.4	21.6	24.6	14.0	25.0	28.9	12.2	21.5	24.5
	K	16.3	28.1	31.8	12.5	21.6	24.9	40.9	73.1	84.4	40.2	71.5	81.9
	L	65.3	99.8	99.9	47.7	83.1	94.5	40.7	70.4	78.5	42.9	75.7	84.4
	M	36.2	62.9	72.2	37.8	66.2	74.7	41.9	74.7	86.3	40.6	72.0	82.7
	N	41.1	70.4	82.6	42.7	74.8	84.0	41.5	73.2	83.7	46.3	81.6	93.6
	O	35.5	61.5	71.2	39.7	69.0	79.7	40.4	71.7	82.9	41.8	73.6	85.1
P	41.3	72.3	82.0	42.0	72.9	82.9	48.9	86.3	92.9	48.6	84.1	94.4	

Tabel 4 Waktu Operasional Alat Penanganan Peti Kemas Hasil Simulasi dengan *Layout A* dan *Layout B* Setelah Dilakukan Penambahan Jumlah *Rubber-Tyred Gantry-Crane* Tahun 2010 dan 2015

Model	CC (jam)		TT (jam)		RTGC (jam)		Total Jam Kerja Alat Penanganan Peti Kemas (jam)
	Bongkar	Muat	Bongkar	Muat	Bongkar	Muat	
<i>Layout A</i> Tahun 2010							
1 TT	8.20	10.12	8.20	10.12	18.24	18.40	18.40
2 TT	5.25	5.40	5.25	5.40	10.47	10.83	10.83
3 TT	4.95	4.47	4.95	4.47	9.12	9.69	9.69
<i>Layout A</i> Tahun 2015							
1 TT	16.48	15.30	16.48	15.30	31.77	31.81	31.81
2 TT	9.89	8.32	9.89	8.32	18.19	18.24	18.24
3 TT	8.74	7.18	8.74	7.18	15.87	15.99	15.99
<i>Layout B</i> Tahun 2010							
1 TT	10.85	7.96	10.85	7.96	18.80	18.81	18.81
2 TT	5.87	4.83	5.87	4.83	10.57	10.80	10.80
3 TT	5.02	4.45	5.02	4.45	9.31	9.62	9.62
<i>Layout B</i> Tahun 2015							
1 TT	19.62	12.72	19.62	12.72	32.31	32.38	32.38
2 TT	10.45	7.82	10.45	7.82	18.27	18.29	18.29
3 TT	8.77	7.21	8.77	7.21	16.02	15.94	16.02

Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi sistem penanganan peti kemas yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Diperoleh utilitas alat penanganan peti kemas yang relatif sama, antara *layout A* dan *layout B*.
- Pada tahun 2010 dan 2015 dibutuhkan penambahan alat penanganan peti kemas dari kondisi asal dengan jumlah alat 6 unit *Container-Crane*, 12 unit *Tractor-Trailer* (2 unit *Tractor-Trailer* untuk setiap 1 unit *Container-Crane*), dan 8 unit *Rubber-Tyred Gantry-Crane*, diperlukan penambahan jumlah alat *Rubber-Tyred Gantry-Crane* sebanyak 7 unit, sehingga jumlah alat-alat yang digunakan adalah sebanyak 6 unit *Container-Crane*, 15 unit *Rubber-Tyred Gantry-Crane*, dan 12 unit *Tractor-Trailer* (2 unit *Tractor-Trailer* untuk setiap 1 unit *Container-Crane*).
- Diperoleh waktu operasional alat penanganan peti kemas pada arus puncak tahun 2010 digunakan 2 shift x 8 jam, dan pada tahun 2015 digunakan 3 shift x 8 jam.

Daftar Pustaka

- American Association of Port Authorities. (1973). *“Port Planning Design and Construction : a Manual Prepared by Standing Committee IV Construction and Maintenance”*. Washington D.C.
- Dally, H. K. (1983). *“Container Handling and Transport, a Manual of Current Practice”*. England: CS Publications Ltd.
- Gunawan, D.W., dan Limpo, Andries. (2002). *“Optimasi Pemakaian Terminal Peti Kemas Makassar”*. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Hesse, Rick. (1996). *“Managerial Spreadsheet Modelling and Analysis”*. United States of America: Irwin Book Team.
- Levine, David. M. (2002). *“Statistics for Managers Using Microsoft Excel”*. New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- Tsinker, Gregory P. (2004). *“Port Engineering: Planning, Construction, Maintenance and Security”*. New Jersey: Hoboken.
- United Nations. Department of Economic and Social Affairs. (1978). *“Physical Requirements of Transport System for Large Freight Containers”*. New York.
- www.cavaleacontainer.com
- www.ccsautomation.com
- www.cobracontainers.com
- www.jansensanddieperink.com
- www.persianggih.com
- www.shipping-worldwide.com
- www.terrikon.spb.ru
- www.zpmc.com