



TUGAS AKHIR – ME184834

**PERANCANGAN SISTEM BONGKAR MUAT BERBASIS *CRANE* DI
DRY PORT STASIUN KALIMAS SURABAYA**

Geraldly Hassema
NRP 0421154000022

Dosen Pembimbing
Raja Oloan Saut Gurning, S.T., M.Sc., Ph.D.
Dr. Dhimas Widhi Handani, S.T., M.Sc.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



TUGAS AKHIR - ME 184834

PERANCANGAN SISTEM BONGKAR MUAT BERBASIS *CRANE* DI *DRY PORT* STASIUN KALIMAS SURABAYA

Gerald Hassema
NRP 0421154000022

Dosen Pembimbing
Raja Oloan Saut Gurning, S.T., M.Sc., Ph.D.
Dr. Dhimas Widhi Handani, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BACHELOR THESIS - ME 184834

CRANE BASED LOADING/UNLOADING SYSTEM DESIGN IN DRY PORT STASIUN KALIMAS SURABAYA

Gerald Hassema
NRP 0421154000022

Supervisors
Raja Oloan Saut Gurning, S.T., M.Sc., Ph.D.
Dr. Dhimas Widhi Handani, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN I

Perancangan Sistem Bongkar Muat Berbasis *Crane* di *Dry Port* Stasiun Kalimas Surabaya

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Reliability, Availability, Management,
and Safety* (RAMS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

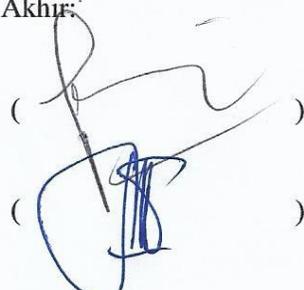
Oleh:

Gerald Hassema

NRP 0421154000022

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Raja Oloan Saut Gurning, S.T., M.Sc., Ph.D.

()

Dr. Dhimas Widhi Handani, S.T., M.Sc.

()

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN II

Perancangan Sistem Bongkar Muat Berbasis *Crane* di *Dry Port* Stasiun Kalimas Surabaya

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Reliability, Availability, Management,
and Safety* (RAMS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Gerald Hassema

NRP 0421154000022

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Perancangan Sistem Bongkar Muat Berbasis *Crane* di *Dry Port* Stasiun Kalimas Surabaya

Nama Mahasiswa : Gerald Hassema
NRP : 0421154000022
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan ITS
Dosen Pembimbing 1 : Raja Oloan Saut Gurning, S.T., M.Sc., Ph.D.
Dosen Pembimbing 2 : Dr. Dhimas Widhi Handani, ST., M.Sc.

Pertumbuhan kebutuhan logistik dan ekonomi di Indonesia tentunya akan meningkatkan peluang naiknya trafik pendistribusian barang melalui kereta api di Stasiun Kalimas. Jika kondisi eksisting dari peralatan bongkar muat yang disediakan tetap dipertahankan maka *dry port* tidak mampu mengalami perkembangan dan berada pada kondisi stagnan kedepannya. Sehingga dilakukan rekonfigurasi susunan fasilitas alat bongkar muat untuk meningkatkan kinerja terminal. Dilakukan pemilihan alat menggunakan *Analytical Hierarchy Process* dengan mempertimbangkan empat kriteria, yaitu *cost* yang dipecah lagi menjadi *procurement cost*, *operational cost*, *yard development cost* serta *maintenance cost*, kemudian lama pembangunan, teknis yang meliputi spesifikasi, fleksibilitas, dan *equipment performance*, serta kriteria yang terakhir yaitu *environment effect*. Setelah itu pada tahap selanjutnya dilakukan pembentukan skenario berdasarkan susunan alat bongkar muat dengan kombinasi antara *crane* dengan *reach stacker* untuk mengetahui susunan mana yang memiliki waktu bongkar muat kereta lebih cepat dengan melakukan simulasi di *software ARENA*. Berdasarkan hasil simulasi dan pemilihan berdasarkan proyeksi pertumbuhan ekonomi dan peningkatan trafik pada Stasiun Kalimas, maka skenario yang terpilih yaitu skenario 1.1 dengan waktu bongkar muat sebesar 110,41 menit dengan konfigurasi fasilitas bongkar muat yang terpilih yaitu 1 unit *RMG*, 3 unit *reach stacker*, dan 3 unit truk internal.

Kata Kunci: Bongkar, Muat, *Crane*, *Dry Port*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

Crane Based Loading/Unloading System Design in Dry Port Stasiun Kalimas Surabaya

Name of Student : Gerald Hassema
NRP : 0421154000022
Department : Marine Engineering
Supervisor 1 : Raja Oloan Saut Gurning, S.T., M.Sc., Ph.D.
Supervisor 2 : Dr. Dhimas Widhi Handani, ST., M.Sc.

The growth of logistic and economic needs in Indonesia will certainly increase the chances of increasing traffic in the distribution of goods through railways in Kalimas Station. If the existing conditions of the loading and unloading equipment provided are maintained, the dry port will not be able to develop in the future. So that a reconfiguration of the facility for loading and unloading equipment is carried out to improve terminal performance. The selection of tools using the Analytical Hierarchy Process is carried out by considering four criteria, namely costs which are broken down into procurement costs, operational costs, yard development costs and maintenance costs, then development time, technical which includes specifications, flexibility, and equipment performance, as well as the last criteria namely environment effect. In the next step, a scenario is formed based on the arrangement of loading and unloading equipment with combination of crane and reach stacker to find out which arrangement has faster loading and unloading times by simulating ARENA software. Based on the results of simulation and selection based on the economic growth and increasing in traffic in Kalimas Station, the selected scenario is scenario 1.1 with loading and unloading time is 110.41 minutes with the chosen loading and unloading facility arrangement consisting of 1 unit of RMG, 3 units reach stacker, and 3 internal truck units.

Keywords: Loading, Unloading, Crane, Dry Port

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala pujian dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan anugerahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Perancangan Sistem Bongkar Muat Berbasis Crane Di Dry Port Stasiun Kalimas Surabaya** dengan baik. Tugas Akhir tersebut diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program studi sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir dan keberhasilan menempuh program studi sarjana, tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak di bawah ini, yaitu :

1. Ayah, Hoksan Sinaga dan Ibu, Caroline Sihombing serta abang, Alexander yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada penulis dalam setiap kegiatan dan aktivitas.
2. Bapak Raja Oloan Saut Gurning, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing pertama dan Bapak Bapak Dr. Dhimas Widhi Handani, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing kedua, yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir, memberikan motivasi, dan pelajaran baik akademik dan non akademik berupa karakter, etika, dan sikap.
3. Bapak A.A.B. Dinariyana D. P., S.T., MES., Ph.D., selaku Kepala Laboratorium RAMS dan Bapak Prof. Dr. Ketut Buda Artana, S.T., M.Sc. selaku dosen pengampu Laboratorium RAMS yang telah membimbing penulis dan memberikan motivasi untuk terus belajar dan mengembangkan diri.
4. Bapak Ir. Hari Prastowo, M.Sc., selaku dosen wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan pendidikan baik akademik maupun non akademik.
5. Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang mendidik dan membimbing penulis.
6. Bapak Yoga Martha selaku Manajer Area, Bapak Koesworo, Bapak Anang, Bapak Machfud dari PT JO Bumi Kalog yang telah membimbing dan membantu dalam banyak hal selama pengerjaan penelitian ini.
7. Bapak Didik selaku VP Container dan Bapak Yudi selaku Wakil KUPT di PT KALOG yang telah membimbing dan membantu dalam banyak hal selama pengerjaan penelitian ini.
8. Kepada Kelompok Kecil Tumbuh Bersama, yaitu Bang Ben, Efrem, Elfri, Ocep, Agra, Alfius, yang menemani dan menerima penulis dari tahun pertama sampai tahun terakhir ini.
9. Teman-teman BPH NAPAS serta Adik-adik dan kakak- kakak PMK yang selalu menyertai penulis.
10. I Gede Widya Mahardika yang membantu penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir, serta kepada seluruh member Lab RAMS yang mengerjakan Tugas Akhir bersama yaitu Almer, Satrio, Nindio, Hugo, Radifan, Ezra, Tyas, Widhi, Dhanang, Dian, Elfri, Dheo, Akbhar, dan Ronald..

11. Teman-teman Soto Djoni Kertajaya yang selalu ada dan menyemangati penulis saat pengerjaan tugas akhir dan seluruh member Lab MMS.
12. Seluruh teman-teman Salvage '15 yang menyertai penulis selama 4 tahun masa perkuliahan.
13. Seluruh kakak tingkat Bismarck '12, Barakuda '13 dan Mercusuar '14 yang telah memberikan teladan dan bagian dari pengalaman penulis dalam belajar menjadi mahasiswa dan anggota yang baik di lingkungan HIMASISKAL FTK-ITS.
14. Seluruh adik-adik angkatan Voyage '16, Badrikara '17, dan angkatan 2018.
15. Kepada pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini jauh dari sebuah kesempurnaan, oleh karenanya kritik dan saran sangat terbuka untuk menjadikan karya yang lebih baik dan memberikan kebermanfaatan. Penulis berharap bahwa karya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi seluruh pembaca di kemudian hari.

Surabaya, 24 Juli 2019

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	v
LEMBAR PENGESAHAN II	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Dry Port.....	5
2.2 Jenis Muatan	5
2.3 Peralatan Bongkar Muat.....	6
2.3.1 Crane.....	7
2.3.2 Reach Stacker atau Container Handler	8
2.3.3 Forklift.....	8
2.3.4 Truk atau Chasis	8
2.3.5 Straddler Carrier	9
2.3.6 Kereta	9
2.4 Analytical Hierarchy Process.....	9
2.5 Simulasi.....	11
2.6 Simulasi <i>Discrete-Event</i>	12
2.7 <i>Software ARENA</i>	12
2.8 Teori Replikasi.....	13
2.9 Uji Kesamaan Dua Rata-Rata (<i>Independent Sample T-Test</i>).....	15
BAB III ALUR PENELITIAN	19
3.1 Umum	19
3.2 Perumusan Masalah.....	20
3.3 Studi Literatur	20
3.4 Pengumpulan Data.....	21
3.5 Pengolahan Data.....	21
3.6 Pemilihan Alat Bongkar Muat	21
3.7 Evaluasi Penggunaan <i>Reach Stacker</i>	21
3.8 Perancangan Skenario Bongkar Muat.....	21
3.9 Pembuatan Model Simulasi Kondisi Sekarang	22
3.10 Pembuatan Model Simulasi Skenario	22
3.11 Simulasi Menggunakan <i>Software ARENA</i>	22

3.12	Verifikasi.....	22
3.13	Validasi	22
3.14	Simulasi Skenario dengan <i>Software Arena</i>	23
3.15	Analisis.....	23
3.16	Kesimpulan.....	23
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		25
4.1	Pengumpulan Data.....	25
4.2	Layout Stasiun Kalimas	25
4.3	Alur Bongkar Muat dan Kegiatan di Stasiun Kamlimas	26
4.4	Data Waktu Kegiatan dan Pengolahan Data.....	33
BAB V PEMILIHAN CRANE, PERANCANGAN MODEL, DAN SIMULASI ...		41
5.1	Perancangan Model Kondisi Eksisting	41
5.1.1	Proses Masuk dan Keluar Container	41
5.1.2	Proses Bongkar dan Muat Kereta	42
5.1.3	Simulasi <i>ARENA</i> Kondisi Eksisting.....	44
5.2	Pemilihan <i>Crane</i>	46
5.2.1	Pembagian Kriteria.....	46
5.2.2	Pemilihan <i>Crane</i> Menggunakan <i>Expert Choice 11</i>	51
5.3	Pendapat Pihak Operator.....	53
5.3.1	Pendapat Mengenai Penggunaan <i>Gantry Crane</i> pada Stasiun Kalimas.....	53
5.3.2	Pendapat Mengenai Rancangan Skenario Usulan.....	54
5.4	Pemilihan <i>RMG (Rail Mounted Gantry) Crane</i>	55
5.5	Analisis Penggunaan <i>Reach Stacker</i> dan <i>RMG Crane</i>	55
5.6	Perancangan Skenario Usulan.....	60
5.5.1	Skenario 3 Truk Internal.....	60
5.5.2	Skenario 4 Truk Internal.....	64
5.5.3	Skenario 5 Truk Internal.....	68
5.7	Analisis Simulasi Usulan dan Perbandingan dengan Kondisi Eksisting.....	71
5.8	Pembuatan <i>SOP</i> Bongkar Muat pada Skenario Terpilih.....	74
5.7.1	Bongkar <i>Container</i> dari Kereta Api.....	74
5.7.2	Muat <i>Container</i> ke Kereta Api.....	75
BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI		77
6.1	Kesimpulan	77
6.2	Rekomendasi.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....		79
LAMPIRAN		81
BIODATA PENULIS.....		137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kinerja logistik nasional Indonesia 2014 hingga 2018	1
Gambar 1.2	Proyeksi Trafik Stasiun Kalimas	2
Gambar 1.3	Rencana Rekonfigurasi Alat Bongkar Muat di Stasiun Kalimas	3
Gambar 2.1	Stasiun Kalimas	5
Gambar 2.2	<i>Rail Mounted Gantry Crane</i>	7
Gambar 2.3	<i>Rubber Tyred Gantry Crane</i>	8
Gambar 2.4	GD 42 Ton	9
Gambar 2.5	Nilai Pembobotan <i>AHP</i>	10
Gambar 2.6	Model Simulasi pada <i>ARENA</i>	12
Gambar 3.1	<i>Flow Chart</i> Penelitian.....	20
Gambar 4.1	Layout Stasiun Kalimas.....	25
Gambar 4.2	Stasiun Kalimas Tampak dari Atas.....	26
Gambar 4.3	Alur <i>Container</i> Masuk untuk <i>Stacking</i>	27
Gambar 4.4	Alur Proses <i>Container</i> Keluar oleh Truk Eksternal	28
Gambar 4.5	Alur Proses Bongkar Kereta oleh Truk Internal.....	29
Gambar 4.6	Alur Proses Muat Kereta oleh Truk Internal	30
Gambar 4.7	Alur Proses Muat Kereta oleh Truk Eksternal	31
Gambar 4.8	Alur Proses <i>Stripping</i>	32
Gambar 4.9	Alur Proses <i>Stuffing</i>	33
Gambar 4.10	Distribusi pada Waktu Truk Masuk	36
Gambar 4.11	Distribusi pada Waktu Bongkar Truk.....	37
Gambar 4.12	Distribusi pada Waktu Muat Truk	38
Gambar 4.13	Distribusi pada Waktu Bongkar Kereta.....	38
Gambar 4.14	Distribusi pada Waktu Muat Kereta.....	39
Gambar 5.1	Model Konseptual Bongkar Muat di <i>Yard</i>	41
Gambar 5.2	Model Konseptual Bongkar Muat di Kereta.....	43
Gambar 5.3	Tahap Verifikasi Model.....	45
Gambar 5.4	Hirarki Pemilihan.....	47
Gambar 5.5	<i>RMG Crane</i> Tampak dari Depan.....	57
Gambar 5.6	Grafik Perbandingan Skenario 1.1	61
Gambar 5.7	Grafik Perbandingan Skenario 1.2	62
Gambar 5.8	Grafik Perbandingan Skenario 1.3	63
Gambar 5.9	Grafik Perbandingan Skenario 2.1	65
Gambar 5.10	Grafik Perbandingan Skenario 2.2	66
Gambar 5.11	Grafik Perbandingan Skenario 2.3	67
Gambar 5.12	Grafik Perbandingan Skenario 3.1	68
Gambar 5.13	Grafik Perbandingan Skenario 3.2	69
Gambar 5.14	Grafik Perbandingan Skenario 3.3	70
Gambar 5.15	Perbandingan Skenario Terpilih	72
Gambar 5.16	Rekonfigurasi Peralatan Bongkar Muat.....	73
Gambar 5.17	Rekonfigurasi Peralatan Bongkar Muat.....	74
Gambar 5.18	Alur Proses Bongkar Kereta Menggunakan <i>Crane</i> dan <i>RS</i>	75
Gambar 5.19	Alur Proses Muat Kereta Menggunakan <i>Crane</i>	76

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ukuran Peti Kemas <i>20 feet</i>	6
Tabel 2.2	Ukuran Peti Kemas <i>40 feet</i>	6
Tabel 2.3	Parameter Estimasi	13
Tabel 4.1	Waktu Kedatangan Truk dan Proses Gate In oleh Admin	34
Tabel 4.2	Waktu Kereta Api ke Truk, Truk ke Kereta Api dan Proses Shifting	35
Tabel 4.3	Waktu Yard ke Truk, Truk ke Yard dan Memposisikan Reach Stacker.	36
Tabel 5.1	Hasil Replikasi pada Software ARENA.....	44
Tabel 5.2	Hasil Perhitungan Replikasi	45
Tabel 5.3	Hasil Validasi.....	46
Tabel 5.4	Perbandingan Biaya	48
Tabel 5.5	Motor Penggerak <i>Crane</i>	50
Tabel 5.6	Hasil Perbandingan Kriteria dan Alternatif Tiap Responden	52
Tabel 5.7	Spesifikasi <i>RMG</i>	55
Tabel 5.8	Hasil Simulasi Bongkar Muat <i>Crane</i>	55
Tabel 5.9	Perhitungan Waktu Bongkar Muat pada Jalur 1	58
Tabel 5.10	Perhitungan Waktu Bongkar Muat pada Jalur 2	59
Tabel 5.11	Perhitungan Waktu Bongkar Muat pada Jalur 3	59
Tabel 5.12	Perhitungan Waktu Bongkar Muat pada Jalur 4	60
Tabel 5.13	Hasil Terbaik Simulasi <i>Arena</i>	71

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

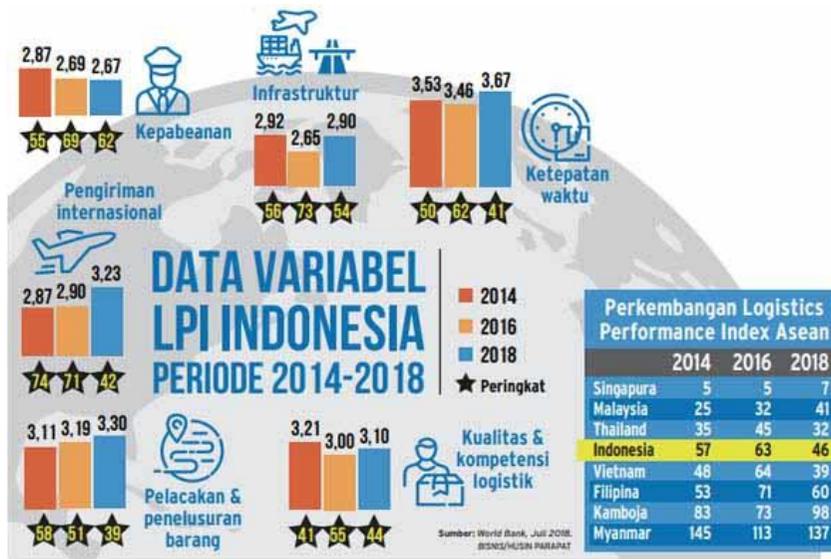
Lampiran 1.	Layout Stasiun Kalimas dengan Penambahan <i>Crane</i>	81
Lampiran 2.	Pemodelan Bongkar Muat di <i>Yard</i> Menggunakan <i>Software ARENA</i> ...	82
Lampiran 3.	Pemodelan Kondisi Eksisting Kedatangan Kereta Menggunakan <i>Software ARENA</i>	83
Lampiran 4.	Pemodelan Kondisi Eksisting Bongkar di Kereta Menggunakan <i>Software ARENA</i>	84
Lampiran 5.	Pemodelan Kondisi Eksisting Muat di Kereta Menggunakan <i>Software ARENA</i>	85
Lampiran 6.	Pemodelan Skenario Usulan Kedatangan Kereta Menggunakan <i>Software ARENA</i>	86
Lampiran 7.	Pemodelan Skenario Usulan 1.1 Bongkar Kereta <i>Software ARENA</i>	87
Lampiran 8.	Pemodelan Skenario Usulan 1.1 Muat Kereta <i>Software ARENA</i>	88
Lampiran 9.	Pemodelan Skenario Usulan 1.2 Bongkar Kereta <i>Software ARENA</i>	89
Lampiran 10.	Pemodelan Skenario Usulan 1.2 Muat Kereta <i>Software ARENA</i>	90
Lampiran 11.	Hasil Responden 1	91
Lampiran 12.	Hasil Responden 2	92
Lampiran 13.	Responden 3	93
Lampiran 14.	Responden 4	94
Lampiran 15.	Responden 5	95
Lampiran 16.	Spesifikasi <i>RMG Crane Liebherr</i>	96
Lampiran 17.	Spesifikasi <i>RMG Crane Liebherr</i>	97
Lampiran 18.	Spesifikasi <i>RMG Crane Konecrane</i>	98
Lampiran 19.	Spesifikasi <i>RMG Crane Konecrane</i>	99
Lampiran 20.	Spesifikasi <i>RMG Crane Weihua</i>	100
Lampiran 21.	Spesifikasi <i>RMG Crane Weihua</i>	101
Lampiran 22.	Spesifikasi <i>RMG Crane Sany</i>	102
Lampiran 23.	Spesifikasi <i>RMG Crane Huada</i>	103
Lampiran 24.	Spesifikasi <i>RMG Crane Huada</i>	104
Lampiran 25.	Hasil Kuisisioner Responden 1	105
Lampiran 26.	Hasil Kuisisioner Responden 1	106
Lampiran 27.	Hasil Kuisisioner Responden 1	107
Lampiran 28.	Hasil Kuisisioner Responden 1	108
Lampiran 29.	Hasil Kuisisioner Responden 1	109
Lampiran 30.	Hasil Kuisisioner Responden 1	110
Lampiran 31.	Hasil Kuisisioner Responden 1	111
Lampiran 32.	Hasil Kuisisioner Responden 2	112
Lampiran 33.	Hasil Kuisisioner Responden 2	113
Lampiran 34.	Hasil Kuisisioner Responden 2	114
Lampiran 35.	Hasil Kuisisioner Responden 2	115
Lampiran 36.	Hasil Kuisisioner Responden 2	116
Lampiran 37.	Hasil Kuisisioner Responden 2	117
Lampiran 38.	Hasil Kuisisioner Responden 2	118
Lampiran 39.	Hasil Kuisisioner Responden 3	119

Lampiran 40.	Hasil Kuisisioner Responden 3	120
Lampiran 41.	Hasil Kuisisioner Responden 3	121
Lampiran 42.	Hasil Kuisisioner Responden 3	122
Lampiran 43.	Hasil Kuisisioner Responden 3	123
Lampiran 44.	Hasil Kuisisioner Responden 3	124
Lampiran 45.	Hasil Kuisisioner Responden 4	125
Lampiran 46.	Hasil Kuisisioner Responden 4	126
Lampiran 47.	Hasil Kuisisioner Responden 4	127
Lampiran 48.	Hasil Kuisisioner Responden 4	128
Lampiran 49.	Hasil Kuisisioner Responden 4	129
Lampiran 50.	Hasil Kuisisioner Responden 4	130
Lampiran 51.	Hasil Kuisisioner Responden 5	131
Lampiran 52.	Hasil Kuisisioner Responden 5	132
Lampiran 53.	Hasil Kuisisioner Responden 5	133
Lampiran 54.	Hasil Kuisisioner Responden 5	134
Lampiran 55.	Hasil Kuisisioner Responden 5	135
Lampiran 56.	Hasil Kuisisioner Responden 5	136

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baik buruknya kinerja logistik dari sebuah negara dapat diukur melalui besarnya Indeks Kinerja Logistik (*Logistics Performance Index/LPI*). Indeks logistik tersebut didapat dari beberapa faktor pengukuran seperti kepabeanaan, infrastruktur, pengiriman barang internasional, kualitas dan kompetensi logistik, pelacakan dan penelusuran barang, serta ketepatan waktu. Indeks tersebut bertujuan untuk membandingkan kinerja logistik dari suatu negara dengan negara lainnya guna mengetahui kualitas kinerja logistik dari negara tersebut. Pada tahun 2018, Indonesia masih berada pada peringkat ke-empat dari negara-negara di ASEAN dengan perolehan nilai sebesar 3,15. Hal tersebut membuktikan bahwa Indonesia masih tertinggal dari negara-negara tetangganya (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Kinerja logistik nasional Indonesia 2014 hingga 2018

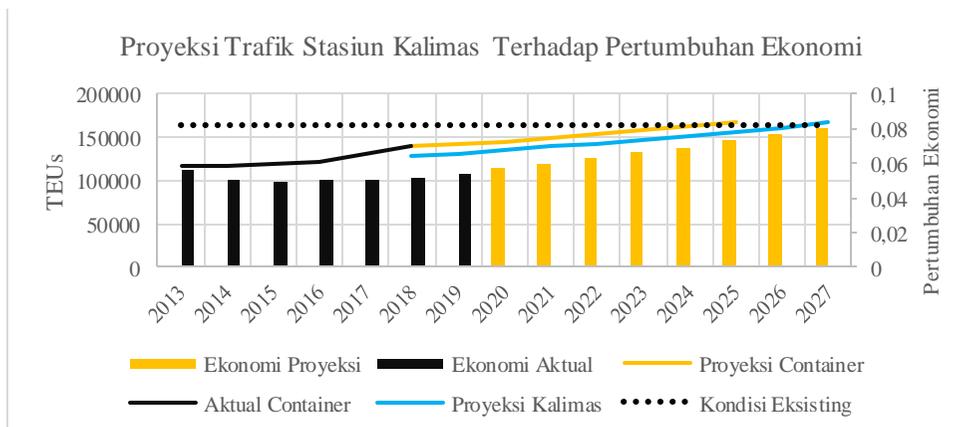
Sumber: bisnis.com

Rendahnya Indeks Kinerja Logistik tersebut dilatarbelakangi oleh sistem logistik Indonesia yang masih belum optimal sehingga menyebabkan biaya logistik yang tinggi. Hal tersebut dapat dilihat dari ketersediaan infrastruktur dan layanan operasional yang masih kurang baik. Oleh sebab itu biaya yang tinggi itu haruslah ditekan dengan mengoptimalkan sistem kinerja logistik yang ada di Indonesia. Penekanan biaya tersebut dapat dilakukan dengan cara memperbaiki sistem serta meminimalisir waktu pendistribusian logistik ke konsumen.

Pada era ini penggunaan peti kemas sudah menjadi favorit para pengguna jasa layanan angkutan barang. Hal tersebut dikarenakan penggunaannya yang aman dan proses bongkar muat yang cepat, dan selain itu transportasi yang digunakan untuk

mengangkut peti kemas juga berbagai macam, mulai dari truk, kereta api, sampai dengan kapal. Penggunaan truk sebagai transportasi di darat sekarang ini masih mendominasi dalam pendistribusian barang. Namun sayangnya karena penggunaan truk yang tinggi tersebut menyebabkan volume kendaraan meningkat sehingga terjadi kemacetan di jalan raya dan berdampak pada waktu pengiriman yang menjadi semakin lama, dan pada akhirnya biaya logistik juga makin meningkat. Disinilah peran kereta api dibutuhkan, Selain memangkas biaya transportasi, dengan penggunaan kereta api untuk distribusi logistik ini tentunya dapat meminimalisir waktu perjalanan yang ditempuh dibanding dengan penggunaan truk yang hanya bisa membawa satu atau dua peti kemas saja.

Berdasarkan Kinerja Operasional PT KALOG Tahun 2017, diketahui bahwa realisasi volume angkutan barang peti kemas menggunakan kereta bernilai 76.693 *TEUs* dan hasil tersebut masih terbelah jauh dari target yang telah ditentukan yaitu sebesar 102.885 *TEUs*. Hal ini dapat kita simpulkan bahwa pengangkutan logistik menggunakan kereta api sampai saat ini masih kurang efektif. Contohnya yaitu pada *dry port* Stasiun Kalimas, Surabaya. Proses bongkar muat yang dilakukan di Stasiun Kalimas ini masih menggunakan alat bongkar muat *reach stacker* dengan jumlah 4 unit serta 3 unit truk internal.



Gambar 1.2 Proyeksi Trafik Stasiun Kalimas

Berdasarkan dari perhitungan data yang didapat dari *World Bank* (Gambar 1.2), dengan bertumbuhnya kebutuhan logistik dan ekonomi di Indonesia serta peluang meningkatnya trafik pendistribusian barang melalui kereta api di Stasiun Kalimas, bila kondisi yang sekarang ini tetap dipertahankan maka *dry port* tidak mampu mengalami perkembangan dan berada pada kondisi stagnan kedepannya. Sehingga, untuk meningkatkan kinerja *dry port* dan memperkecil waktu bongkar muat yang dibutuhkan, maka diperlukan rekonfigurasi fasilitas pendukung berupa peralatan bongkar muat yang memadai dari segi kecepatan, dimensi serta jangkauannya.

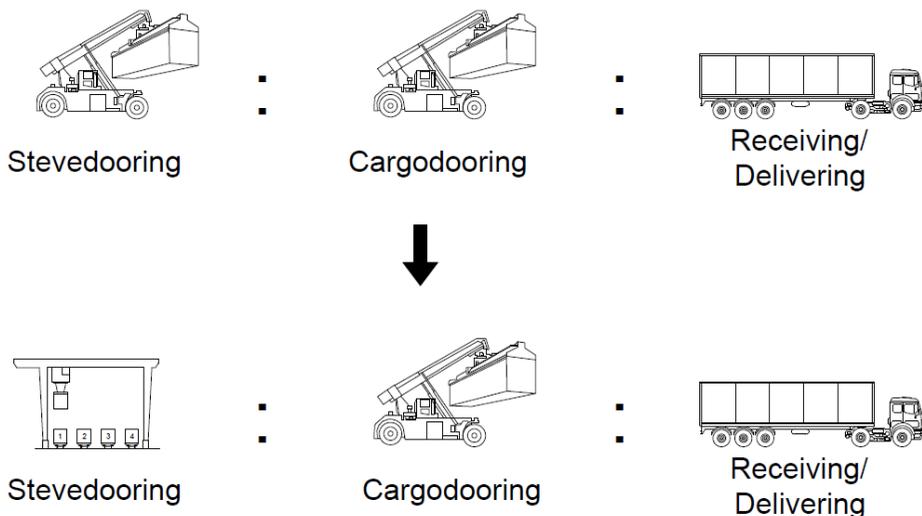
Salah satu alat bongkar muat peti kemas yang sering dipakai pada moda transportasi kereta adalah *gantry crane*. *Gantry crane* sendiri memiliki dua tipe *crane* yang berbeda, yaitu *Rail Mounted Gantry (RMG) Crane* dan *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane*. *Gantry crane* memiliki dimensi yang cukup besar yang melingkupi tinggi dan

lebar dari sebuah blok di *stacking yard* guna mengefisienkan peletakan dari peti kemas. Oleh karena itu penggunaan *RMG (Rail Mounted Gantry) Crane* dan *RTG (Rubber Tyred Gantry) crane* diharapkan mampu mengatasi kecepatan proses bongkar muat dengan meminimalisir jumlah pergerakan yang dilakukan oleh menggunakan *reach stacker*.

Dengan peningkatan efektivitas proses bongkar muat pada *dry port*, maka permintaan pengguna jasa layanan kereta api akan meningkat dan diharap angkutan barang dari jalan raya akan pindah ke rel kereta api, sehingga volume kendaraan di jalan raya akan berkurang, risiko kecelakaan di jalan raya berkurang, adanya penghematan bahan bakar dan pengurangan polusi udara, serta jalan raya tidak mudah rusak akibat beban peti kemas yang melebihi kapasitas dari jalan raya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang sudah ditinjau, kondisi alat bongkar muat yang digunakan saat ini berupa *reach stacker* dan truk, tidak akan mampu untuk mengakomodasi peningkatan trafik peti kemas di Stasiun Kalimas seiring dengan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Sehingga perlu dilakukan rekonfigurasi terhadap peralatan bongkar muat seperti pada Gambar 1.3 yang terdiri dari *crane*, *reach stacker*, dan truk yang kiranya mampu mengatasi peningkatan trafik tersebut.



Gambar 1.3 Rencana Rekonfigurasi Alat Bongkar Muat di Stasiun Kalimas

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditentukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian dan pengambilan data dilakukan pada Stasiun Kalimas, Surabaya.
2. Penelitian dilakukan pada proses bongkar muat peti kemas di kereta.
3. Penelitian dilakukan dengan membandingkan waktu bongkar muat, dari skenario terbaru bongkar muat menggunakan *crane* dengan kondisi yang sudah ada.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mendesain proses bongkar muat peti kemas di Stasiun Kalimas, Surabaya menggunakan *Crane*.
2. Melakukan pemilihan *gantry crane* menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* dengan *software Expert Choice 11*.
3. Melakukan simulasi model proses bongkar muat di Stasiun Kalimas, Surabaya menggunakan *software ARENA*
4. Menentukan konfigurasi paling optimal dari penggunaan *gantry crane* berdasarkan skenario yang sudah dirancang di Stasiun Kalimas, Surabaya dengan kondisi sekarang.

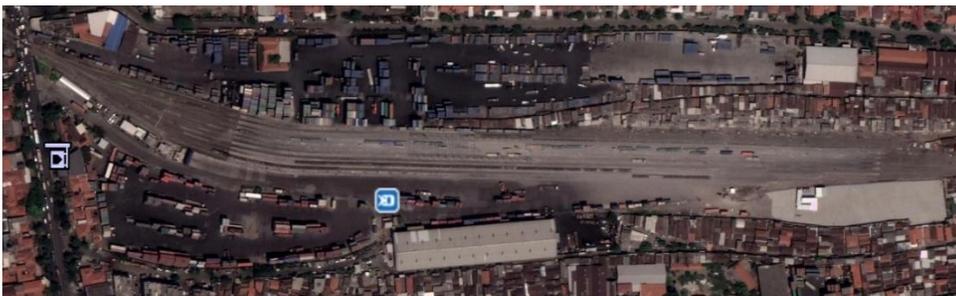
1.5 Manfaat Penelitian

1. Penelitian dapat memberikan informasi tentang solusi agar dapat meminimalisir waktu yang digunakan pada proses bongkar muat serta meningkatkan kapasitas peti kemas di *dry port*.
2. Memberikan rekomendasi penggunaan alat bongkar muat berupa *crane* untuk *dry port*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dry Port

Dry port atau bisa disebut juga dengan pelabuhan kering merupakan pelabuhan yang langsung terhubung dengan rel kereta api ke terminal intermoda di darat, dimana *shipper* dapat meninggalkan dan atau mengumpulkan barang-barang mereka di unit pemuatan intermodal secara langsung seperti di pelabuhan laut (Roso & Lumsden, 2009). Dry port menghubungkan pelabuhan laut dengan kota-kota sekitarnya sehingga barang-barang yang berasal dari pelabuhan dapat didistribusikan dengan merata ke kota-kota yang tidak memiliki pelabuhan. Pendistribusian barang-barang atau logistik tersebut didistribusikan menggunakan transportasi kereta api, dimana muatan-muatan yang ingin diantar diletakan di atas gerbong kereta.



Gambar 2.1 Stasiun Kalimas
Sumber: google earth

PT KALOG (Kereta Api *Logistics*) Stasiun Kalimas, Surabaya merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pendistribusian logistik menggunakan transportasi berupa kereta api. Logistik yang didistribusikan oleh perusahaan ini berupa petikemas, logistik *oil & gas*, serta curah kering. Stasiun kereta api barang Kalimas ini memiliki lokasi yang cukup strategis karena berdekatan dengan Pelabuhan Tanjung Perak, dimana melalui stasiun ini petikemas dapat didistribusikan dari pelabuhan ke kota-kota sekitarnya atau sebaliknya. Stasiun Kalimas juga menyediakan jasa *stuffing/stripping*, *storage*, bongkar muat peti kemas, dan lainnya. Sama seperti dengan terminal angkutan kereta api barang Sungai Lagoa, terminal angkutan kereta api barang Kalimas melakukan penataan infrastruktur secara terpadu seluas 32 hektar yang mampu menampung lebih dari 1.000 TEUs per hari.

2.2 Jenis Muatan

Logistik yang didistribusikan oleh PT KALOG berupa peti kemas, logistik *oil & gas*, serta curah kering. Namun, pada Stasiun Kalimas Surabaya ini logistik yang didistribusikan yaitu hanya dalam bentuk peti kemas. Jenis peti kemas yang digunakan yaitu berupa *dry container*, *iso tank*, serta *refrigerated container*. *Dry Cargo Container* merupakan unit peti kemas yang paling umum digunakan dalam industri. Peti kemas ini digunakan untuk pengiriman barang-barang kering seperti tekstil, elektronik dan lainnya.

ISO Tanks Container merupakan peti kemas yang digunakan untuk pengangkutan muatan cair. Peti kemas ini biasanya terbuat dari baja yang kuat atau bahan anti korosif. *Refrigerated Container* merupakan peti kemas yang memiliki alat pendingin untuk menjaga muatannya untuk tetap berada pada suhu rendah (dingin) yang terkontrol. Biasanya digunakan untuk pengiriman barang-barang *perishable*/ yang mudah rusak atau busuk seperti daging, ikan, sayur dan buah buahan agar dapat lebih tahan lama. Dalam pengiriman logistik, dimensi dari sebuah muatan merupakan hal yang penting untuk dijadikan sebuah pertimbangan karena mempengaruhi biaya yang harus dikeluarkan. Terdapat berbagai macam ukuran peti kemas yang ada di pasaran, namun hanya beberapa ukuran saja yang paling umum digunakan di bidang pengiriman barang berdasarkan ISO 668 dan terdapat pada Stasiun Kalimas, yaitu ukuran 20 *feet*, dan 40 *feet*. (Budiyanto & Gurning, 2017)

a. 20 *feet*

Tabel 2.1 Ukuran Peti Kemas 20 *feet*

	Eksternal	Internal
Panjang (m)	6,058	5,867
Lebar (m)	2,438	2,330
Tinggi (m)	2,591	2,350

b. 40 *feet*

Tabel 2.2 Ukuran Peti Kemas 40 *feet*

	Eksternal	Internal
Panjang (m)	12,192	11,998
Lebar (m)	2,438	2,330
Tinggi (m)	2,591	2,350

2.3 Peralatan Bongkar Muat

Proses bongkar muat yang cepat dipengaruhi oleh jenis serta jumlah alat bongkar muat yang tersedia pada suatu terminal. Alat bongkar muat yang sesuai dan memiliki jumlah yang optimal akan memaksimalkan fungsi dari sebuah terminal peti kemas. Dalam hal ini dimensi dari peralatan bongkar muat sangatlah berpengaruh pada kapasitas dari *container yard*, dimana semakin besar dimensi dari alat bongkar muat maka semakin kecil kapasitas yang dimiliki oleh sebuah *container yard*.

Pada dasarnya peralatan bongkar muat untuk peti kemas dibagi menjadi dua jenis, yaitu peralatan angkat dan peralatan angkut. Peralatan angkat merupakan peralatan yang digunakan untuk mengangkat peti kemas, contohnya yaitu *crane*, *reach stacker*, *forklift*, atau *container handler*. Sedangkan peralatan angkut merupakan kendaraan yang digunakan untuk memindahkan peti kemas dari satu tempat ke tempat yang lain dengan cara mengangkutnya di atas kendaraan tersebut. Peralatan angkat dan angkut yang pada umumnya berada pada sebuah terminal peti kemas adalah sebagai berikut.

2.3.1 Crane

Pada terminal peti kemas umumnya *crane* digunakan karena memiliki jangkauan angkat yang luas sehingga sangat cocok untuk terminal peti kemas yang juga luas. Namun, tidak selalu hal tersebut berlaku di setiap terminal peti kemas, karena jenis dan ukuran *crane* juga akan berpengaruh pada cocok atau tidaknya sebuah *crane* dapat terpasang pada terminal peti kemas. Terdapat dua *crane* yang sering digunakan pada terminal peti kemas, yaitu *mobile crane* dan *gantry crane*. *Mobile crane* merupakan *crane* yang mampu berpindah karena *crane* tersebut memiliki konstruksi yang meyatu dengan kendaraan, sehingga memiliki dimensi yang cukup besar. Lain halnya dengan *gantry crane* yang bentuk dari konstruksinya mengikuti bentuk dari *block* penumpukan peti kemas, sehingga penggunaannya lebih efisien terhadap tempat dan kapasitas tentunya akan menjadi lebih besar. *Gantry* sendiri dapat dibagi menjadi dua jenis lagi, yaitu

a. Rail-Mounted Gantry (RMG) Crane



Gambar 2.2 Rail Mounted Gantry Crane
Sumber: konecranes.com

Rail Mounted Gantry (RMG) Crane merupakan *crane* bertipe *gantry* yang beroperasi di atas jalur khusus dimana pergerakannya hanya terbatas pada panjang rel tersebut. Dengan konstruksi yang besar dan cukup rumit, RMG ditopang oleh roda baja yang bergerak di atas rel/jalur yang tetap. *Crane* ini dapat bergerak karena disuplai oleh energi listrik dari *power plant* yang ada sebagai sumber tenaga utamanya dan hal tersebut dapat mengurangi emisi gas buang yang dikeluarkan apabila menggunakan *RTG*. Dalam hal lain, energi listrik dapat meningkatkan kapasitas angkut serta kecepatan *gantry* pada saat membawa beban. Pada umumnya RMG dapat digunakan di segala tempat baik itu di pelabuhan laut maupun pelabuhan kering.

b. Rubber-Tyred Gantry (RTG) Crane



Gambar 2.3 *Rubber Tyred Gantry Crane*
 Sumber: *alibaba.com*

Berbeda dengan *RMG*, *Rubber Tyred Gantry Crane* merupakan *crane* bertipe *gantry* yang memiliki ban karet dan memiliki kemampuan untuk bermanuver pada *container yard*. *Crane* ini memiliki konstruksi yang sederhana dibandingkan dengan *RMG* sehingga bobotnya pun menjadi lebih ringan dan pergerakannya menjadi lebih cepat. *Crane* ini memiliki motor diesel yang digunakan sebagai sumber energi utamanya, sehingga alat ini menghasilkan emisi gas buang yang dapat mencemari lingkungan sekitar.

2.3.2 *Reach Stacker* atau *Container Handler*

Reach stacker merupakan alat bongkar muat yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan peti kemas dengan menggenggam sisi atas peti kemas dan mengangkatnya di *container yard* atau untuk memuat peti kemas pada truk atau kereta.

2.3.3 *Forklift*

Forklift merupakan alat bongkar muat yang juga digunakan untuk mengangkat dan memindahkan peti kemas di *container yard*. Selain itu forklift juga berguna untuk membongkar muatan berat yang ada di dalam peti kemas sehingga tidak perlu menggunakan tenaga manusia yang banyak.

2.3.4 *Truk* atau *Chasis*

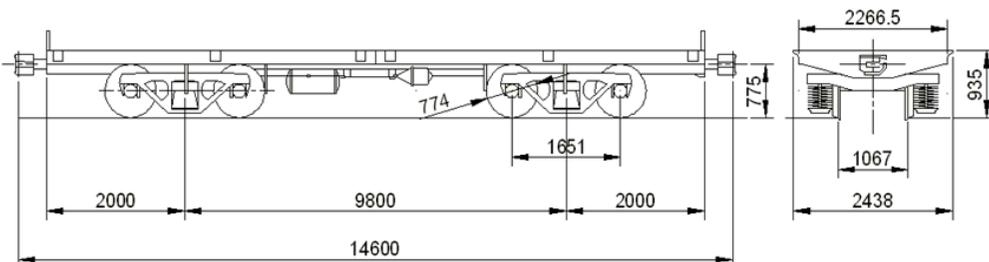
Truk atau *chasis* merupakan kendaraan yang digunakan untuk mengangkut atau memindahkan peti kemas ke tempat yang diinginkan. Pada terminal peti kemas tertentu terdapat *internal truck* yang bekerja di dalam terminal saja dan ada *road truck* yang digunakan untuk melakukan pengiriman peti kemas dari satu terminal ke terminal lainnya.

2.3.5 Straddler Carrier

Straddler carrier merupakan peralatan bongkar muat berupa kendaraan yang digunakan untuk memindahkan atau mengangkut peti kemas dengan diangkat di antara empat kakinya. Kaki dari *straddle carrier* memiliki *span* yang cukup untuk satu peti kemas dan tinggi tertentu yang bertujuan agar dapat menumpuk peti kemas di *container yard*. Namun pada *dry port* yang memiliki area yang tidak cukup besar, *straddler carrier* ini tidak cocok digunakan karena dimensinya yang lebih besar dan harganya yang lebih mahal dari pada truk.

2.3.6 Kereta

Pada stasiun Kalimas, pendistribusian peti kemas dilakukan menggunakan kereta api. Lokomotif membawamembawa peti kemas dengan menariknya pada gerbong datar yang memiliki kapasitas khusus.



Gambar 2.4 GD 42 Ton

Sumber: cargo.kai.id

Kereta pengangkut petikemas dirancang khusus untuk menahan beban dari petikemas itu sendiri. Sehingga PT KAI membuat beberapa *boogie* berdasarkan ukuran dan kapasitas maksimum angkutnya untuk mengangkut petikemas. Terdapat tiga jenis *boogie* yang dimiliki oleh PT KAI, yaitu GD 54 TON, GD 42 TON, dan GD 45 TON. Pada Stasiun Kalimas, *boogie* yang banyak digunakan yaitu GD 42 TON karena bobotnya yang lebih ringan dan cukup untuk mengangkut peti kemas tipe *dry*. *Boogie* ini memiliki kapasitas maksimum sebesar 42 ton yang mampu bergerak dengan kecepatan maksimum sebesar 80 km/jam. Lokomotif yang menarik satu rangkaian kereta ini adalah bertipe CC206 yang mampu menarik sebanyak 30 *boogie* atau dapat mengangkut sebanyak 60 buah peti kemas tipe 20 feet.

2.4 Analytical Hierarchy Process

Analytical hierarchy process merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk suatu sistem pengambilan keputusan terhadap lebih dari satu pilihan yang memperhatikan faktor-faktor yang dapat dipertimbangkan untuk mendukung pengambilan keputusan tersebut. Faktor-faktor tersebut akan dibandingkan satu per satu.

Dalam memperoleh suatu keputusan, penggunaan suatu pertimbangan dianggap sebagai metode dengan nilai obyektivitas yang masih dipertanyakan. Bahkan ketika angka-angka diperoleh dari skala standar yang dianggap obyektif, proses perolehan data

itu sendiri dapat dikatakan subyektif karena melibatkan interpretasi. AHP membantu pembuat keputusan dalam memvalidasi gagasan yang diperoleh dari pertimbangan yang subjektif menjadi gagasan yang mengandung nilai-nilai nyata sehingga memberikan kepercayaan yang lebih besar untuk menggunakan penilaian ketika tidak mengandung nilai-nilai nyata.

Thomas L. Saaty menguraikan bahwa metode *Analytical Hierarchy Process* mencakup empat langkah terstruktur untuk mendapatkan keputusan sesuai prioritas. Langkah pertama adalah mendefinisikan masalah dan menentukan tujuan yang ingin dicapai. Kemudian, penilaian bobot berupa menyusun hirarki keputusan dari atas dengan tujuan keputusan mendasar, kemudian tujuan dari perspektif yang luas, hingga tingkat menengah ke tingkat terendah. (Saaty, 2008)

<i>Intensity of Importance</i>	<i>Definition</i>	<i>Explanation</i>
1	Equal Importance	Two activities contribute equally to the objective
2	Weak or slight	
3	Moderate importance	Experience and judgement slightly favour one activity over another
4	Moderate plus	
5	Strong importance	Experience and judgement strongly favour one activity over another
6	Strong plus	
7	Very strong or demonstrated importance	An activity is favoured very strongly over another; its dominance demonstrated in practice
8	Very, very strong	
9	Extreme importance	The evidence favouring one activity over another is of the highest possible order of affirmation
Reciprocals of above	If activity <i>i</i> has one of the above non-zero numbers assigned to it when compared with activity <i>j</i> , then <i>j</i> has the reciprocal value when compared with <i>i</i>	A reasonable assumption
1.1–1.9	If the activities are very close	May be difficult to assign the best value but when compared with other contrasting activities the size of the small numbers would not be too noticeable, yet they can still indicate the relative importance of the activities.

Gambar 2.5 Nilai Pembobotan AHP

Sumber: Thomas L. Saaty

Langkah berikutnya adalah akumulasi bobot, dengan mensintesis prioritas lokal di semua kriteria untuk menentukan prioritas global. Setiap elemen pada tingkat atas disusun pada satu set matriks perbandingan berpasangan terhadap elemen di tingkat bawahnya. Hingga langkah terakhir adalah menggunakan prioritas yang diperoleh dari matriks perbandingan untuk menimbang prioritas di tingkat tepat dibawahnya hingga mendapatkan prioritas global. Langkah ini dilanjutkan sampai prioritas akhir dari alternatif di tingkat terbawah diperoleh dan dapat dimodifikasi untuk mengamati dampak pada hasil data.

2.5 Simulasi

Dalam memodelkan sebuah sistem terdapat dua cara yang dapat dilakukan, yaitu memodelkan secara fisik dan secara matematis. Pemodelan secara matematis kemudian dapat dibagi lagi menjadi dua cara yang dapat dilakukan, yaitu dengan metode analisis dan metode simulasi. Simulasi sendiri merupakan metode yang dapat digunakan untuk meniru perilaku dari sebuah sistem nyata menggunakan perangkat lunak komputer yang sesuai (Law & Kelton, 1991).

Simulasi ini merupakan metode yang paling tepat untuk digunakan untuk merancang sebuah sistem yang baru. Dapat dikatakan seperti itu karena dalam penggunaan metode simulasi ini hanya menggunakan software komputer saja dan tidak memerlukan biaya yang besar seperti melakukan pemodelan secara fisik. Terutama dalam penelitian ini, perancangan sistem bongkar muat tidak perlu dilakukan secara fisik, sehingga dapat melakukan beberapa skenario yang disimulasikan agar memperoleh rancangan yang optimal dan memberikan solusi bagi masalah kurang efektifnya sistem bongkar muat yang saat ini masih menggunakan *reach stacker*.

Terdapat beberapa jenis simulasi yang masing-masing digunakan pada jenis sistem yang sesuai (Law & Kelton, 1991), yaitu :

1. Simulasi Statis dan Dinamis

Simulasi yang dibedakan berdasarkan pengaruh terhadap waktu. Simulasi statis merupakan simulasi pada suatu sistem yang tidak mempunyai pengaruh terhadap waktu. Sedangkan simulasi dinamis adalah simulasi suatu sistem yang memiliki pengaruh terhadap waktu.

2. Simulasi Stokastik dan Deterministik

Simulasi yang dibedakan berdasarkan sifat probabilistik. Simulasi deterministik merupakan simulasi pada suatu sistem yang tidak mengandung variabel yang bersifat probabilistik. Model simulasi stokastik adalah simulasi yang memiliki variabel yang bersifat probabilistik. Keluaran dari model simulasi stokastik adalah random dan oleh karena itu hanya merupakan perkiraan dari karakteristik sesungguhnya dari model. Maka diperlukan beberapa kali melakukan *running* model dan hasilnya hanya merupakan perkiraan dari performansi yang diharapkan dari model atau sistem yang diamati.

3. Simulasi Kontinyu dan Diskrit

Simulasi yang dibedakan berdasarkan perubahan waktu. Simulasi diskrit merupakan simulasi dimana variabel dari sistem dapat berubah-ubah pada titik-titik tertentu. Kebanyakan dari sistem manufaktur dimodelkan sebagai simulasi kejadian dinamis, diskrit, stokastik, dan menggunakan variabel random untuk memodelkan rentang kedatangan, antrian, proses, dan sebagainya. Sedangkan simulasi kontinyu adalah simulasi dimana variabel berubah-ubah terus menerus dalam skala waktu tertentu.

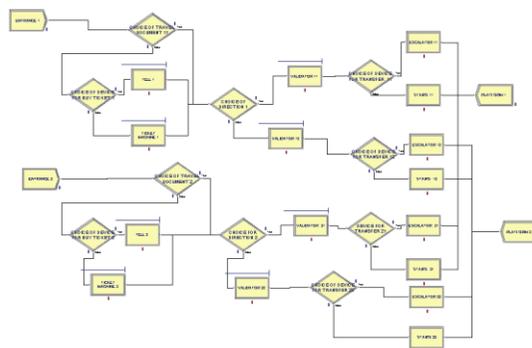
2.6 Simulasi *Discrete-Event*

Simulasi *Discrete-event* merupakan seperangkat alat dan metode yang biasa digunakan untuk membantu para peneliti dan praktisi, mengenai analisis dan pengambilan keputusan, untuk investasi dan alokasi sumber daya dalam sistem baru atau yang sudah ada (de Sousa Junior, et al., 2018).

Simulasi kejadian diskrit adalah simulasi dimana perubahan statusnya terjadi pada titik-titik diskrit dalam waktu yang dipicu oleh kejadian (Harrel, et al., 2003). Pemodelan sistem ini ada ketika variabel keadaan berubah pada set waktu yang diskrit. Simulasi kejadian diskrit mengenai pemodelan sistem adalah kejadian yang melampaui waktu yang representatif dimana keadaan variable berubah seketika dan terpisah per titik waktu. Dalam istilah matematik disebut sebagai sistem yang dapat berubah hanya pada bilangan yang dapat dihitung per titik waktu. Titik waktu disini adalah bentuk kejadian yang terjadi seketika dan dapat merubah keadaan pada sistem.

2.7 *Software ARENA*

ARENA adalah *software* simulasi yang dibuat oleh perusahaan Rockwell yang dapat teraplikasi ke dalam ilmu teknik industri, dari ilmu manufaktur hingga ilmu *supply chain* (termasuk logistik, pergudangan, dan pendistribusian).



Gambar 2.6 Model Simulasi pada *ARENA*

Sumber: *researchgate.net*

Software simulasi *ARENA* merupakan perangkat lunak simulasi yang berbasis *Graphical User Interface (GUI)*. Pembuat model tidak lagi harus membuat perangkat lunak berupa baris perintah, tetapi cukup menggambar dan memasukkan variabel dan parameternya. Disamping itu *software ARENA* ini dapat melakukan animasi setiap kali simulasi dijalankan, sehingga perilaku sistem dapat ditampilkan secara numerik dan visual pada hasil simulasi.

Hal terpenting yang harus ditekankan pada seluruh *software* simulasi adalah pembuatan model konseptual harus *valid* untuk dapat menghasilkan model perangkat lunak yang *valid* pula. Dengan adanya kemudahan dalam memodelkan secara perangkat lunak ini maka diharapkan analis dapat melakukan analisis dengan lebih mendalam dan luas dalam mengenali sistem dan membuat model konseptualnya. Model simulasi dalam

ARENA disusun atas blok-blok modul dimana setiap modul mewakili suatu *event*, aktivitas, sumber daya, *server*, ataupun logika aturan tertentu dalam antrian. Tiap blok modul tersebut berisikan data-data yang bersesuaian secara numerik maupun atribut. Semua model dalam *ARENA* mempunyai satu model kontrol, yaitu modul *simulate* yang bertugas untuk mengontrol jalannya simulasi. Pengguna dapat mendefinisikan suatu *identifier* tersendiri yang disesuaikan dengan kebutuhan studi, selain luaran simulasi yang mengikuti standar *ARENA*. *Output ARENA* ditampilkan setiap kali *running* selesai dilakukan, dalam bentuk *text* yang dapat dibaca pada *Notepad*, sehingga *output* ini dapat disimpan dalam *file text*. Modul *simulate* hanya menjalankan simulasi dalam satu replikasi saja, namun bisa juga menjalankan beberapa replikasi sesuai dengan kebutuhan.

2.8 Teori Replikasi

Simulasi sebenarnya menganut sistem random input random output (RIRO). Artinya, input dari simulasi itu sendiri bersifat acak yang menyebabkan hasil luarannya bersifat acak pula. Dengan menjalankan simulasi sebanyak satu kali, belum tentu hasilnya akan cukup representatif terhadap real system. Oleh karena itu, untuk mengatasi RIRO di simulasi dilakukanlah yang namanya replikasi. Replikasi merupakan sebuah mekanisme dimana simulasi perlu dijalankan beberapa kali untuk mengatasi hasil random yang diakibatkan variabilitas dari sistem dengan harapan model simulasi nantinya mampu mewakili hasil dari real system. Perlu diketahui dulu mengenai parameter estimasi. Ada 2 jenis parameter estimasi yakni point estimates dan interval estimates, n pada rumus di bawah menyatakan jumlah replikasi. Untuk menentukan berapa jumlah n ada 2 konsep dalam menentukan jumlah replikasi yakni absolute error dan relative error.

Tabel 2.3 Parameter Estimasi

Parameter Estimasi	Jenis	Rumus
Point Estimates	Rata-rata	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
	Standar Deviasi	$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$
Interval Estimates	Rata-rata (lebih sering digunakan untuk menebak <i>true mean</i> μ)	Confidence interval = $\bar{x} \pm hw$ $hw = \frac{(t_{n-1, \alpha/2}) s}{\sqrt{n}}$ $\bar{x} - \frac{(t_{n-1, \alpha/2}) s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + \frac{(t_{n-1, \alpha/2}) s}{\sqrt{n}}$

Sumber: Modul *ARENA* Departemen Teknik Industri

Absolute error (β) menyatakan *error absolute* yang kita tentukan. *Error absolute* ini harus berupa angka yang eksak. Tujuan dari simulasi jika dimenggunakan *absolute error* ini adalah agar hasil simulasi nantinya memiliki *hw* (half width) yang lebih kecil dari β dengan menjalankan simulasi sebanyak $n_{ab}^*(\beta)$. Nilai dari $n_{ab}^*(\beta)$ diperoleh dari nilai n terkecil yang memenuhi pertidaksamaan berikut:

$$\frac{(t_{n-1, \alpha/2}) s}{\sqrt{n}} \leq \beta \quad (1)$$

Adapun langkah-langkah menentukan $n_{ab}^*(\beta)$ adalah sebagai berikut:

1. Jalankan simulasi sebanyak 5 atau 10 replikasi sebagai jumlah replikasi awal
2. Hitung standar deviasinya (s) dan masukkan pertidaksamaan di atas
3. Tentukan pula nilai dari error absolut sebagai perbandingan nantinya
4. Jika pertidaksamaan masih tidak memenuhi ($hw > \beta$) maka tentukan jumlah replikasi yang baru dengan menggunakan persamaan berikut ini. (Catatan: dengan nilai s yang diperoleh dari replikasi sebelumnya)

$$n' = \left[\frac{(z_{\alpha/2})s}{\beta} \right]^2 \quad (2)$$

5. Jika nilai n' sudah diperoleh, dilakukan simulasi sebanyak n' dan dilakukan proses iterasi hingga pertidaksamaan diatas terpenuhi ($hw > \beta$) *Relative error* (γ) menyatakan *error relative* dalam bentuk presentase dari *true parameter value*. Tujuan dari simulasi jika menggunakan *relative error* ini adalah agar hasil simulasi nantinya memenuhi pertidaksamaan dibawah ini:

$$\frac{|\bar{x} - \mu|}{\mu} \leq \gamma \quad (3)$$

Nilai dari $n_{rel}^*(\gamma)$ diperoleh dari nilai n terkecil yang memenuhi pertidaksamaan berikut:

$$\frac{t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2}{n}}}{|\bar{x}|} \leq \gamma \quad (4)$$

Karena nilai rata-rata sampel cenderung tidak stabil akibat perubahan jumlah data maka pertidaksamaan di atas perlu digunakan secara berulang. Adapun langkah-langkah menentukan $n_{rel}^*(\gamma)$ adalah sebagai berikut:

1. Jalankan simulasi sebanyak n_0 replikasi sebagai jumlah awal replikasi
2. Hitung rata-rata sampel (\bar{x}) dan $\delta = t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2}{n}}$
3. Tentukan nilai *error* relatifnya dalam bentuk presentase
4. Jika $\delta/\bar{x} \leq \gamma$ maka gunakanlah \bar{x} sebagai *point estimates*. Jika tidak maka hitung jumlah replikasi yang baru dengan menggunakan rumus berikut. (catatan: dengan nilai s yang diperoleh dari replikasi sebelumnya)

$$n' = \left[\frac{(z_{\alpha/2})s}{\left(\frac{\gamma}{1+\gamma}\right)\bar{x}} \right]^2 \quad (5)$$

5. Jika nilai n' sudah diperoleh lakukan simulasi sebanyak n' dan lakukan proses iterasi hingga pertidaksamaan di atas terpenuhi ($\delta/\bar{x} \leq \gamma$)

2.9 Uji Kesamaan Dua Rata-Rata (*Independent Sample T-Test*)

Independent-samples t-test adalah uji komparatif atau uji beda untuk mengetahui adakah perbedaan mean atau rata-rata ketika 2 sampel adalah independen dan ketika sampel diambil dari 2 populasi yang mendekati distribusi normal. Terdapat empat keadaan uji kesamaan 2 rata-rata yaitu variansi diketahui dan sama, variansi diketahui dan tidak sama, variansi tidak diketahui dan diasumsikan sama, variansi tidak diketahui dan diasumsikan tidak sama. Uji ini digunakan untuk membuktikan apakah terdapat perbedaan rata-rata antara 2 (dua) sampel yang saling independen. *Independent-samples t-test* merupakan teknik statistik parametrik dimana terdapat asumsi yang harus terpenuhi terlebih dahulu, yaitu normalnya distribusi masing-masing kelompok data yang kemudian akan dibandingkan. Namun permasalahan terjadi ketika asumsi tersebut tidak terpenuhi. Karena kita tidak selalu dapat membuat asumsi itu, dan memang dalam beberapa contoh data tidak dapat dibuat asumsi, maka kita dapat menganalisis data dengan metode yang dikenal sebagai metode nonparametrik atau metode tanpa distribusi.

Adapun rumus dan langkah-langkah perhitungan uji-t untuk sampel yang saling independen adalah sebagai berikut:

- a. Variansi diketahui dan sama

Hipotesis yang diajukan adalah:

H_0 : ukuran statistik = nilai tertentu

H_1 : ukuran statistik \neq nilai tertentu

Dengan rumus:

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sigma \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (7)$$

Keterangan:

\bar{x} = rata-rata sampel

μ = rata-rata yang diuji

σ = standar deviasi populasi

n = jumlah sampel

Dengan kriteria pengujian H_0 ditolak jika $Z_{hitung} < -z_{\alpha/2}$ atau $Z_{hitung} > z_{\alpha/2}$ dan H_0 diterima jika $-z_{\alpha/2} \leq Z_{hitung} \leq z_{\alpha/2}$.

- b. Variansi diketahui dan tidak sama

Hipotesis yang diajukan adalah:

H_0 : ukuran statistik = nilai tertentu

H_1 : ukuran statistik \neq nilai tertentu

Dengan rumus:

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \quad (8)$$

Keterangan:

\bar{x} = rata-rata sampel

μ = rata-rata yang diuji

σ = standar deviasi populasi

n = jumlah sampel

Dengan kriteria pengujian H_0 ditolak jika $Z_{hitung} < -z \alpha/2$ atau $Z_{hitung} > z \alpha/2$ dan H_0 diterima jika $-z \alpha/2 \leq Z_{hitung} \leq z \alpha/2$.

c. Variansi tidak diketahui dan diasumsikan sama

Hipotesis yang diajukan adalah:

H_0 : ukuran statistik = nilai tertentu

H_1 : ukuran statistik \neq nilai tertentu

Dengan rumus:

$$t_0 = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{Sp \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (9)$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (10)$$

Keterangan:

\bar{x} = rata-rata sampel

μ = rata-rata yang diuji

Sp = standar deviasi populasi

S = standar deviasi sampel

n = jumlah sampel

Dengan kriteria pengujian H_0 ditolak jika $Thitung < -t \alpha/2; v$ atau $Thitung > t \alpha/2$;

v dan H_0 diterima jika $-t \alpha/2; v \leq Thitung \leq t \alpha/2; v$.

d. Variansi tidak diketahui dan diasumsikan tidak sama

Hipotesis yang diajukan adalah:

H_0 : ukuran statistik = nilai tertentu

H_1 : ukuran statistik \neq nilai tertentu

Dengan rumus:

$$t_0 = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (11)$$

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1-1)} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2-1)}} \quad (12)$$

Keterangan:

\bar{x} = rata-rata sampel

μ = rata-rata yang diuji

σ = standar deviasi populasi

n = jumlah sampel

Dengan kriteria pengujian H_0 ditolak jika T hitung $< -t_{\alpha/2; v}$ atau T hitung $> t_{\alpha/2; v}$ dan H_0 diterima jika $-t_{\alpha/2; v} \leq T$ hitung $\leq t_{\alpha/2; v}$.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

ALUR PENELITIAN

3.1 Umum

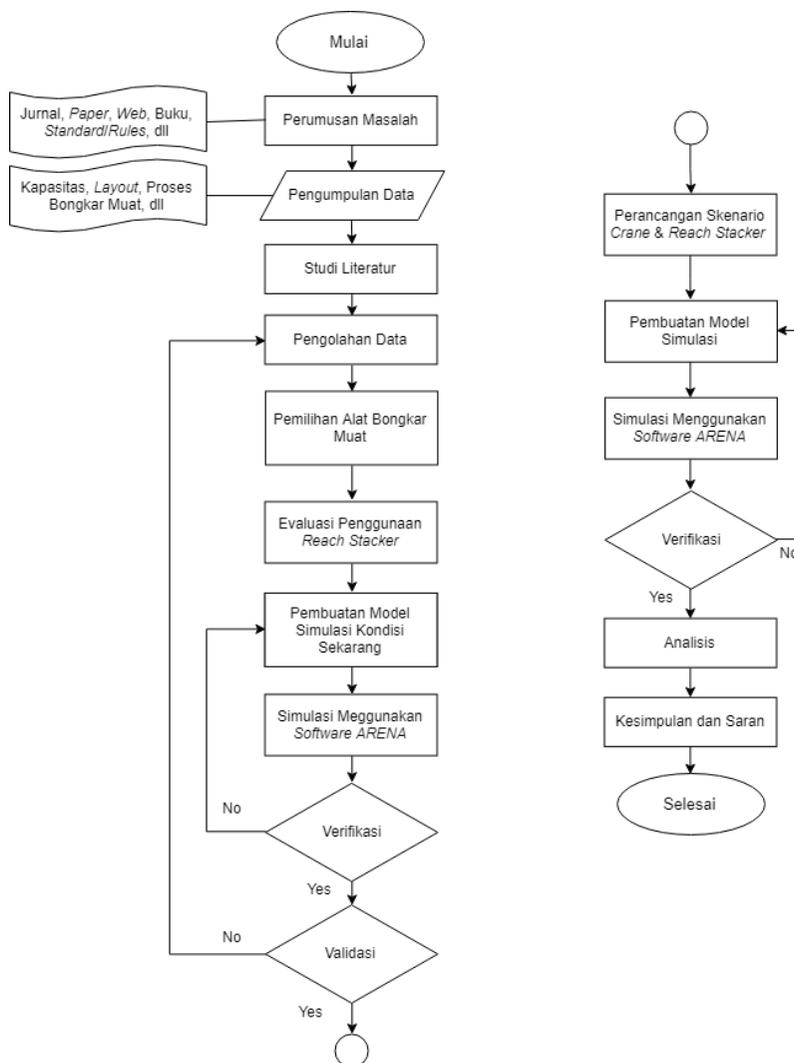
Pada bab ini akan dibahas mengenai bagaimana proses penelitian ini akan berlangsung dimana merupakan kerangka dasar suatu penelitian yang meliputi semua kegiatan yang dilaksanakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan tahapan-tahapan yang telah disusun, seperti studi literatur, metode, validasi dan kesimpulan. Dalam tugas akhir ini disusun diagram alir proses penelitian seperti yang terlihat pada Gambar 3.1.

Alur penelitian ini akan dimulai dengan Perumusan Masalah yang merupakan identifikasi masalah yang ada di sekitar, dimana dapat ditemukan pada jurnal, paper, web, buku, standard/ rules, dan lainnya. Kemudian akan diikuti dengan Pengumpulan Data, yang bertujuan untuk sebagai input dari bahan penelitian yang akan diteliti berdasarkan dari masalah yang telah dirumuskan. Data yang diambil dapat berupa layout, kapasitas, data kedatangan truk atau kereta, serta data yang dapat menunjang terlaksananya penelitian ini.

Kemudian akan dilakukan Studi Literatur, yang bertujuan untuk memperkuat gagasan yang disampaikan dalam penulisan penelitian ini. Studi ini dapat ditemukan pada paper, jurnal, buku serta tulisan lainnya yang menjelaskan mengenai suatu gagasan. Lalu tahap selanjutnya yaitu Pengolahan Data, yang merupakan bagian proses yang bertujuan untuk mengolah data yang telah kita dapat dari hasil Pengambilan Data sebelumnya. Data yang diolah nantinya akan menjadi bahan yang akan diinputkan dalam penelitian ini. Setelah itu pada penelitian ini dilakukan Pemilihan Alat Bongkar Muat yang bertujuan untuk mendapatkan fasilitas berupa alat bongkar muat yang tepat dan dibutuhkan pada Stasiun Kalimas. Tahap selanjutnya yaitu penjelasan mengenai kondisi eksisting yang sedang terjadi di Stasiun Kalimas, tentunya hal ini didapat dari pengumpulan data yang dilakukan pada tahap sebelumnya.

Setelah itu, karena penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software ARENA, maka diperlukan adanya pembuatan model eksisting untuk kemudian dapat dibandingkan dengan perancangan yang akan dilakukan. Model tersebut kemudian akan di verifikasi dan divalidasi berdasarkan rumus-rumus yang ada, guna mengkonfirmasi bahwa model eksisting yang telah dibuat sudah sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Tahap berikutnya yaitu perancangan skenario yang digunakan untuk merancang sistem bongkar muat mana yang baik untuk diterapkan di Stasiun Kalimas. Skenario-skenario yang telah dirancang kemudian akan dimodelkan ke dalam simulasi ARENA untuk disimulasikan dan kemudian pada akhirnya akan dianalisis hasil dari simulasi tersebut dengan membandingkan skenario usulan dengan skenario eksisting guna menemukan peningkatan apa yang perlu dilakukan untuk memecahkan masalah yang berada pada awal Perumusan Masalah.



Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian

3.2 Perumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini kegiatan pertama yang dilakukan adalah merumuskan masalah. Permasalahan yang diambil adalah mengenai kegiatan bongkar muat yang berlangsung di *dry port*, Stasiun Kalimas. Proses bongkar muat yang belum efisien yang diakibatkan oleh kurang mendukungnya infrastruktur menyebabkan menurunnya indeks kinerja logistik Indonesia.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur merupakan langkah selanjutnya untuk mendapatkan informasi yang mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini. Informasi tersebut berupa teori, metode

pengerjaan, *standard*. Untuk mendapatkan informasi tersebut perlu dilakukan kajian terhadap jurnal, *paper*, *web*, *standard*, serta buku-buku yang memiliki keterkaitan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

3.4 Pengumpulan Data

Dari studi literatur yang dilakukan, dalam proses untuk menyelesaikan masalah diperlukan beberapa data penunjang tugas akhir ini. Data penunjang tersebut diambil berdasarkan pengamatan komunikasi dengan petugas di Stasiun Kalimas, Surabaya. Berikut data penunjang yang digunakan:

1. *Layout* Stasiun Kalimas untuk perancangan skenario usulan.
2. Alur bongkar/ muat menggunakan fasilitas *reach stacker*.
3. Waktu kedatangan truk yang datang ke Stasiun Kalimas.
4. Waktu proses bongkar muat menggunakan fasilitas *reach stacker*.

3.5 Pengolahan Data

Setelah data telah didapat, tahap selanjutnya yaitu melakukan pengolahan data yang dibutuhkan untuk model simulasi tersebut. Data yang diolah yaitu berupa data waktu pergerakan *reach stacker* dan serta pengolahan *layout* yang ada. Data waktu yang didapat akan diolah menggunakan *tool input analyzer* yang ada pada software *ARENA*.

3.6 Pemilihan Alat Bongkar Muat

Sebelum melakukan perancangan sistem bongkar muat, dilakukan pemilihan alat bongkar muat yang akan dipakai pada rancangan Stasiun Kalimas. Pemilihan dilakukan dengan membandingkan dua *crane* tipe *gantry* berdasarkan beberapa kriteria pertimbangan yang telah dibuat. Pemilihan ini dilakukan dengan menggunakan metode *AHP (Analytical Hierarchy Process)* menggunakan *tool* berupa *Expert Choice 11*. Alat bongkar muat tersebut adalah

1. *Rail Mounted Gantry (RMG) Crane*, merupakan *gantry crane* yang menggunakan rel khusus untuk operasinya.
2. *Rubber Tyred Gantry (RMG) Crane*, merupakan *gantry crane* yang menggunakan ban karet untuk operasinya.

3.7 Evaluasi Penggunaan *Reach Stacker*

Setelah mendapat data dan mengetahui kondisi di lapangan, selanjutnya yaitu melakukan evaluasi terhadap kinerja *reach stacker* sebagai alat bongkar muat utama di Stasiun Kalimas.

3.8 Perancangan Skenario Bongkar Muat

Perancangan skenario bongkar muat dilakukan setelah data dari lapangan sudah didapat. Perancangan dilakukan dengan menyesuaikan alat bongkar muat *crane* dari *layout* yang sudah ada dengan alat bongkar muat yang sudah dipilih sebelumnya menggunakan software *Expert Choice 11*. Perancangan ini dilakukan dengan membuat dua skenario yang ditentukan, yaitu skenario alat bongkar menggunakan *crane* dan

skenario alat bongkar muat kombinasi *crane* dengan *reach stacker*. Perancangan ini berupa layout yang akan diterapkan, spesifikasi alat bongkar muat yang akan dipakai, serta alur kegiatan bongkar muat.

3.9 Pembuatan Model Simulasi Kondisi Sekarang

Dilakukan pembuatan model simulasi proses bongkar muat pada kondisi terkini pada *software ARENA* untuk menyesuaikan apakah data yang diambil sudah sesuai atau belum. Selain itu, hal ini dapat mempermudah perancangan skenario yang akan dibuat.

3.10 Pembuatan Model Simulasi Skenario

Setelah skenario proses bongkar muat sudah dirancang, maka tahap selanjutnya yaitu membuat model proses bongkar muat tersebut kedalam *software ARENA*. Model simulasi bongkar muat yang dibuat berupa skenario proses dengan alat bongkar muat *crane* dan kombinasi *crane* dengan *reach stacker*.

3.11 Simulasi Menggunakan Software ARENA

Setelah melakukan pemodelan di *software ARENA*, tahap selanjutnya yaitu melakukan *running* terhadap model tersebut agar mengetahui apakah data yang diambil sudah sesuai atau belum.

3.12 Verifikasi

Pada alur penelitian ini terdapat dua tahap verifikasi. Tahap verifikasi ini dilakukan untuk mengetahui apakah simulasi dapat berjalan pada *software ARENA* atau tidak. Apabila simulasi model tidak berjalan, maka akan kembali lagi pada tahap pembuatan model simulasi. Verifikasi ini dilakukan dengan menekan tombol *F4* pada komputer, kemudian akan muncul kotak yang menyatakan tidak terdapat error pada model yang dibuat. Verifikasi pertama dilakukan pada saat pembuatan model eksisting. Apabila verifikasi pada model eksisting gagal, maka perlu dilakukan pemodelan ulang kembali yang lebih sesuai dengan kondisi sebenarnya. Verifikasi kedua dilakukan pada pembuatan model skenario usulan. Apabila verifikasi pada model skenario usulan gagal, maka perlu dilakukan pemodelan ulang kembali yang lebih sesuai dengan modul yang sesuai.

3.13 Validasi

Validasi dilakukan untuk mengetahui apakah data yang didapat sudah sesuai atau tidak dengan hasil simulasi yang dijalankan oleh *software ARENA*. Validasi dilakukan dengan melakukan uji-T agar mengetahui apakah penambihan data yang dilakukan sudah valid atau belum, sehingga data yang telah diambil sebelumnya dapat digunakan dan sudah menggambarkan pada model skenario usulan.

3.14 Simulasi Skenario dengan *Software Arena*

Setelah model simulasi skenario telah dibuat, selanjutnya yaitu melakukan *running* terhadap model tersebut sehingga mendapatkan hasil berupa waktu proses bongkar muat peti kemas pada seluruh skenario yang dimodelkan.

3.15 Analisis

Setelah itu, dilakukan tahap selanjutnya yaitu menganalisis skenario yang dirancang dengan menjabarkan konfigurasi peralatan bongkar muatnya dan setelah itu mengurutkan urutan skenario mana yang paling difavoritkan.

3.16 Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan penyimpulan dari perbandingan hasil analisis yang telah dilakukan dari skenario usulan dengan skenario yang sudah ada. Hasil dari penyimpulan tersebut yaitu,

1. Konfigurasi dari skenario yang sudah dibentuk.
2. Hasil perbandingan kondisi sekarang dengan sistem bongkar muat yang baru.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

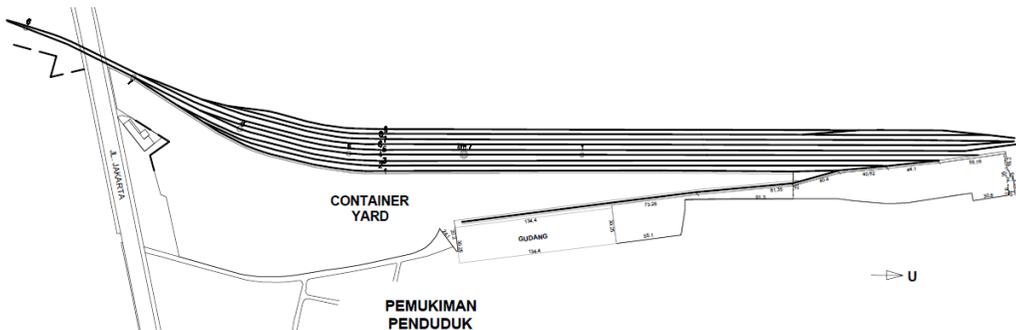
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pada bab ini akan dibahas mengenai analisis dari Data yang dikumpulkan dari PT JO Bumi Kalog, dengan data waktu yang didapat dari pengamatan langsung dan perhitungan waktu di Stasiun Kalimas, Surabaya. Data tersebut dapat dilihat pada sub bab berikutnya.

4.2 Layout Stasiun Kalimas

Berikut merupakan data layout yang diberikan oleh PT JO Bumi Kalog yang merupakan sebagai operator bongkar muat di Stasiun Kalimas.



Gambar 4.1 Layout Stasiun Kalimas
Sumber: PT JO Bumi Kalog

Gambar 4.1 merupakan *layout* dari Stasiun Kalimas yang terdiri dari jalur kereta, stasiun, kantor, gudang serta lapangan penumpukan dengan luas sebesar $\pm 29245.34 \text{ m}^2$ yang kemudian dibagi lagi menjadi 12 blok yang mampu menumpuk peti kemas hingga 1300 *TEUs*. Stasiun Kalimas ini memiliki sepuluh jalur, dengan delapan jalur yang dikelola oleh PT JO Bumi Kalog:

1. Jalur 1 = untuk proses bongkar muat
2. Jalur 2 = *stabling* rangkaian yang SO (siap operasi)/ untuk kedatangan kereta api (*time arrival*)
3. Jalur 3 = *stabling* rangkaian yang SO (siap operasi)/ untuk kedatangan kereta api (*time arrival*)
4. Jalur 4 = *stabling* rangkaian yang SO (siap operasi)/ untuk kedatangan kereta api (*time arrival*)
5. Jalur 5 = Bongkar Muat semen
6. Jalur 6 = Bongkar Muat semen (waktu tertentu/ jalur padat)
7. Jalur 7 = *stabling* rangkaian tahanan (TSO)

8. Jalur 8 = stabling kereta api semen/ rangkaian yang sudah selesai muat (*time departure*)

4.3 Alur Bongkar Muat dan Kegiatan di Stasiun Kamlimas

Pada Stasiun Kalimas, kegiatan bongkar muat yang dilakukan berlangsung selama 24 jam tanpa henti, sehingga selama proses tersebut berlangsung kegiatan harus berjalan dengan lancar agar tidak membuang waktu dan biaya. Oleh sebab itu, perusahaan membuat prosedur standar operasi yang harus dipatuhi sehingga kegiatan bongkar muat akan sesuai dengan rencana tanpa menemui hambatan.



Gambar 4.2 Stasiun Kalimas Tampak dari Atas
Sumber: google earth

Pada Gambar 4.2, menunjukkan Stasiun Kalimas apabila dilihat dari atas. Terminal peti kemas ini memiliki dua belas blok yang terdiri dari sepuluh blok utama, yaitu Blok A sampai dengan Blok J dan dua Blok cadangan, yaitu Blok GD dan GS. Pada Blok F terdapat kantor administrasi yang berfungsi sebagai *gate in*, dimana seluruh truk

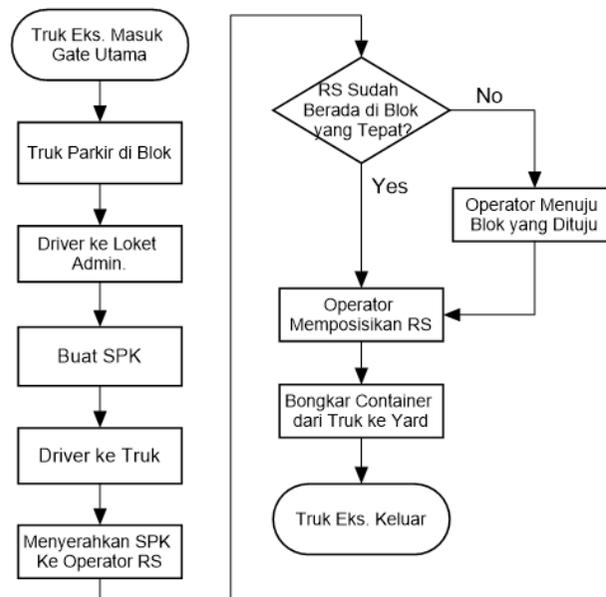
eksternal yang masuk ke dalam terminal peti kemas ini diwajibkan untuk menuju ke loket tersebut untuk memberikan kartu *pass* dan surat-surat pendukung yang digunakan untuk membuat SPK (Surat Perintah Kerja) agar dapat dilayani oleh operator terminal. Dari *layout* tersebut berikut merupakan alur gerak truk eksternal secara umum di Stasiun Kalimas:

1. Truk yang masuk *gate*, mengambil kartu *pass*.
2. Truk Parkir di sekitar blok.
3. Supir truk ke loket administrasi dengan berjalan kaki. Pada loket ini, supir akan SPK yang berisikan letak peti kemas yang akan diambil atau di-*stack*.
4. *Driver* memberikan SPK kepada kranai dan operator *reach stacker* untuk permintaan bongkar atau muat peti kemas.
5. Setelah dilakukan proses bongkar atau muat, truk eksternal keluar menuju *gate*.

Terdapat beberapa kegiatan pada Stasiun Kalimas seperti berikut:

a. *Container Masuk (full/ empty)*

Container masuk merupakan kegiatan masuknya peti kemas yang bermuatan penuh atau kosong ke dalam terminal untuk ditumpuk atau dikirim menggunakan kereta. Kegiatan ini akan melibatkan *reach stacker* dan truk eksternal yang datang dari luar stasiun,

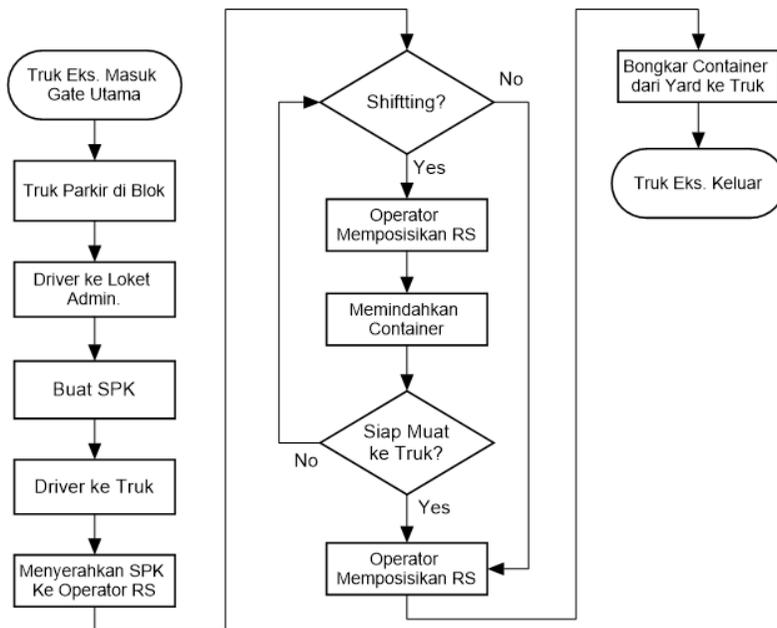


Gambar 4.3 Alur *Container* Masuk untuk *Stacking*
Sumber: PT JO Bumi Kalog

Kegiatan ini berawal pada saat truk eksternal yang membawa *container* masuk ke dalam stasiun. Kemudian truk tersebut akan parkir di sekitar blok yang ada dan *driver* akan berjalan untuk membuat SPK (Surat Perintah Kerja) di loket administrasi. Setelah SPK selesai dibuat dan diberikan kepada *driver*, *driver* akan kembali lagi ke truk dan menuju blok sesuai dengan yang tertera pada SPK. SPK yang dipegang oleh *driver* kemudian diserahkan kepada operator *reach stacker* yang ada di *yard*. Operator *reach stacker* akan menuju letak blok yang tertera pada SPK dan mulai memposisikan *reach stacker* agar dapat mengambil peti kemas yang ada di truk dan di-*stack* di *yard*. Setelah itu truk dapat keluar menuju pintu keluar.

b. *Container Keluar (full/ empty)*

Container keluar (*full/empty*) merupakan kegiatan keluarnya peti kemas yang bermuatan penuh atau kosong ke luar terminal untuk dikirim menggunakan truk pengguna layanan jasa. Kegiatan ini bermula pada saat ada truk eksternal yang masuk kedalam Stasiun Kalimas dan mengambil kartu *pass* pada pos keamanan. Truk tersebut kemudian menuju blok sekitar untuk parkir terlebih dahulu, yang kemudian *driver* akan membuat SPK di loket administrasi.



Gambar 4.4 Alur Proses *Container* Keluar oleh Truk Eksternal

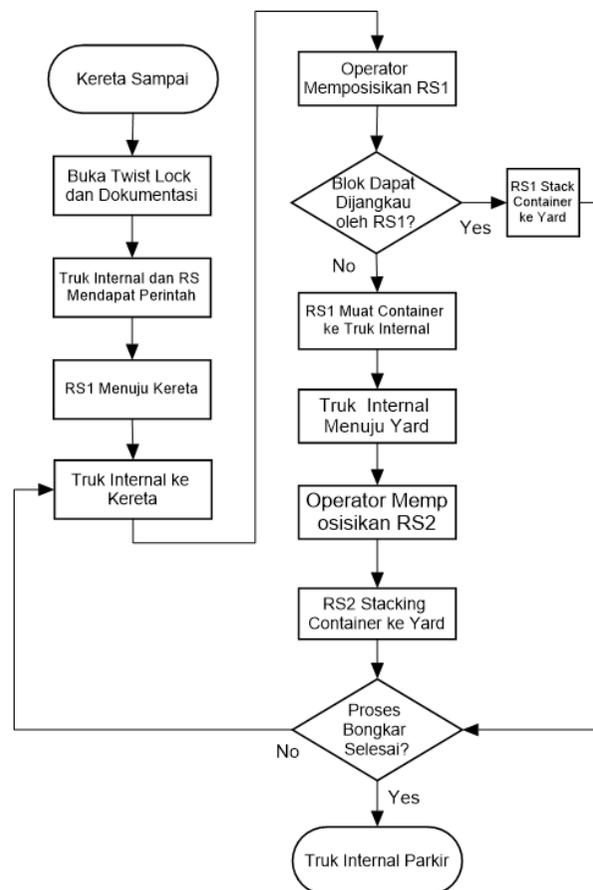
Sumber: PT JO Bumi Kalog

Setelah itu, *driver* akan kembali lagi ke truk dan menuju blok sesuai dengan yang tertera pada SPK. SPK yang dipegang oleh *driver* kemudian diserahkan kepada operator *reach stacker* yang ada di *yard*. Operator *reach stacker* akan menuju letak blok yang tertera pada SPK dan mulai memposisikan *reach stacker* agar dapat

mengambil peti kemas yang ada di *yard*. Apabila peti kemas tidak berada di tumpukan paling atas, maka diperlukan adanya *shifting*, yang merupakan pemindahan peti kemas yang menghalangi peti kemas yang dituju ke *row* atau *bay* lainnya. Setelah *shifting* selesai, peti kemas yang dituju akan diangkat oleh *reach stacker* dan di muat ke atas truk eksternal yang sudah menunggu. Setelah itu truk dapat keluar menuju pintu keluar.

c. Bongkar *Container* dari Kereta Api

Kegiatan bongkar *container* dari kereta api merupakan kegiatan membongkar atau mengambil muatan kereta yang merupakan peti kemas yang kemudian akan ditumpuk ke *yard*.



Gambar 4.5 Alur Proses Bongkar Kereta oleh Truk Internal

Sumber: PT JO Bumi Kalog

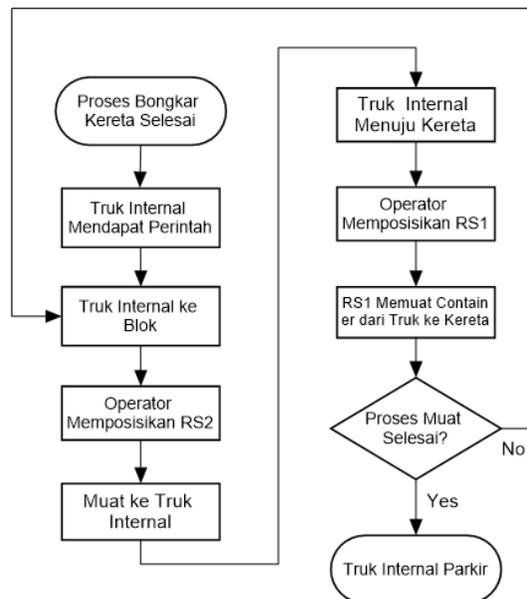
Kegiatan bongkar *container* dari kereta api merupakan kegiatan membongkar atau mengambil muatan kereta yang merupakan peti kemas yang kemudian akan ditumpuk ke *yard*. Kegiatan ini berawal pada saat kereta sampai pada Stasiun

Kalimas. Hal pertama yang dilakukan oleh pihak operator bongkar muat yaitu melepaskan *twist lock* yang mengunci peti kemas pada gerbong kereta dan dilakukan dokumentasi untuk memastikan bahwa *seal* peti kemas masih baik saat sampai di Stasiun Kalimas. Kegiatan ini berlangsung selama 10-15 menit. Setelah semua *twist lock* sudah dibuka, peti kemas siap bongkar dan kegiatan ini membutuhkan kinerja dari truk internal dan setidaknya dua unit *reach stacker*, satu untuk bongkar peti kemas di kereta dan satu untuk *stacking* di *yard*.

Setelah truk internal dan *reach stacker* mendapat perintah, unit tersebut langsung menuju ke tepi kereta. Untuk mengangkut peti kemas tersebut, operator perlu memposisikan *reach stacker* agar dapat mengambil peti kemas yang ada di atas kereta dan kemudian diletakan ke atas truk. Truk tersebut kemudian membawa peti kemas tersebut ke *yard* yang tidak dapat dijangkau oleh *reach stacker* yang berada di kereta. Pada sisi *yard*, terdapat *reach stacker* lainnya yang difungsikan untuk melayani truk internal yang melakukan kegiatan bongkar kereta untuk di-*stack* di *yard*. Setelah itu kegiatan akan terus berlanjut sampai seluruh peti kemas yang diperintahkan untuk dibongkar sudah berada pada *yard*.

d. Muat *Container* ke Kereta Api

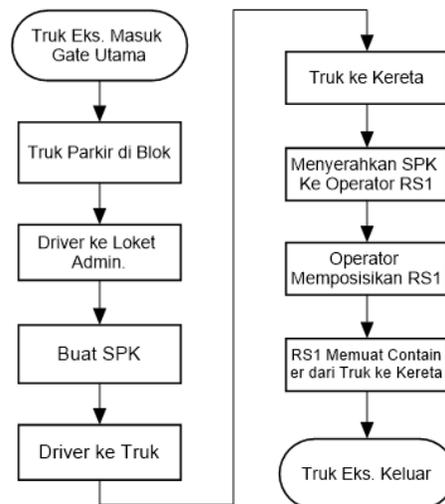
Kegiatan muat *container* ke kereta merupakan kegiatan untuk memuat peti kemas ke atas gerbong kereta. Kegiatan ini berlangsung setelah kegiatan bongkar peti kemas pada kereta telah selesai dilakukan. Pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa dalam prosesnya, kegiatan ini juga membutuhkan truk internal dan setidaknya dua unit *reach stacker*, satu untuk bongkar peti kemas di *yard* dan satu untuk memuat peti kemas di kereta.



Gambar 4.6 Alur Proses Muat Kereta oleh Truk Internal

Sumber: PT JO Bumi Kalog

Proses berawal pada saat truk internal mendapat perintah dan truk akan menuju ke *yard* untuk mengambil peti kemas. *Reach stacker* yang berada di *yard* kemudian akan melayani truk internal tersebut ketika truk sudah tiba di blok yang dituju. Setelah peti kemas telah diletakkan di atas truk, truk tersebut akan kembali lagi ke tepi rangkaian kereta. *Reach stacker* yang berada di tepi rangkaian kereta akan memindahkan peti kemas yang berada di atas truk menuju ke atas gerbong kereta. Setelah itu truk akan kembali lagi ke *yard* apabila proses muat ke kereta belum selesai.



Gambar 4.7 Alur Proses Muat Kereta oleh Truk Eksternal

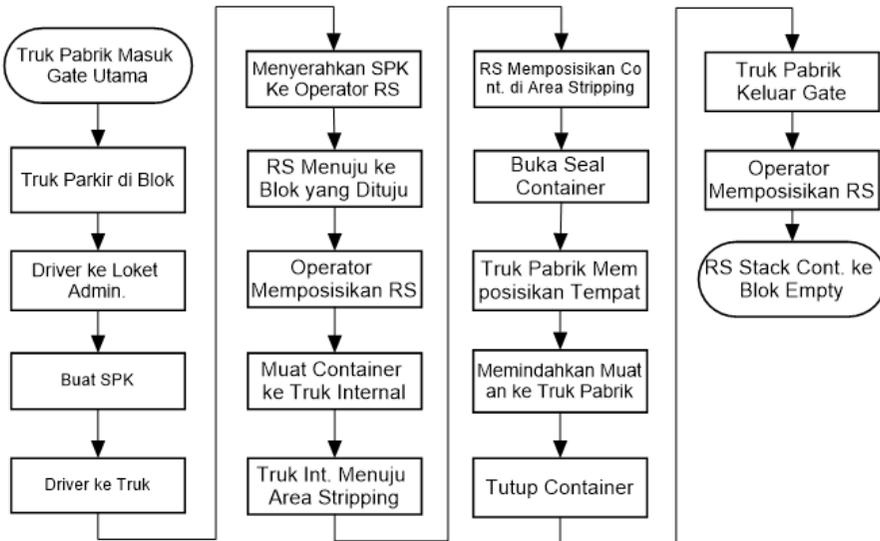
Sumber: PT JO Bumi Kalog

Kegiatan memuat peti kemas ke atas gerbong kereta tidak hanya menggunakan truk internal saja, namun truk eksternal juga dapat berperan dalam kegiatan ini. Kegiatan menggunakan truk eksternal ini terjadi apabila peti kemas yang akan ditransportasikan menggunakan kereta baru datang ke stasiun pada saat kereta sudah datang, sehingga tidak diperlukannya lagi melakukan kegiatan *stacking* pada *yard* karena akan membuang-buang waktu proses bongkar muat.

Kegiatan ini bermula pada saat truk eksternal masuk ke dalam terminal dan menuju ke loket administrasi. *Driver* truk akan memarkirkan truknya terlebih dahulu pada sekitar blok yang ada, dan kemudian menuju loket administrasi dengan berjalan kaki. Di loket administrasi, *driver* akan menyerahkan surat-surat yang dibutuhkan untuk membuat SPK (Surat Perintah Kerja). *Driver* kemudian dapat kembali lagi ke truknya dan langsung menuju ke tepi rangkaian kereta untuk menyerahkan SPK sehingga dapat langsung dilayani oleh operator *reach stacker*. Setelah peti kemas yang dibawa oleh truk eksternal sudah dipindahkan ke atas gerbong, truk tersebut dapat langsung meninggalkan stasiun.

e. *Stuffing dan Stripping*

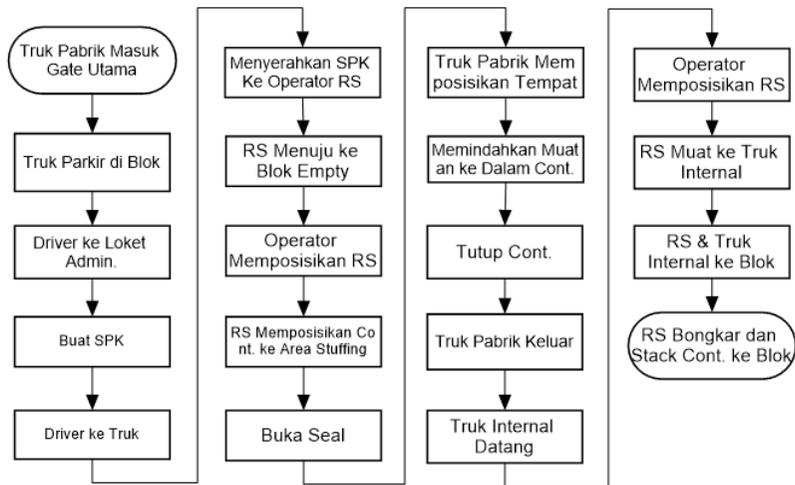
Stripping merupakan kegiatan yang dilakukan untuk membongkar muatan yang ada di peti kemas untuk di pindahkan ke truk yang ukurannya lebih kecil, yang biasanya dimiliki oleh pemakai jasa layanan ekspedisi. Seperti pada Gambar 4.8, kegiatan *stripping* dilakukan dengan melibatkan *reach stacker*, truk internal, serta truk berukuran kecil dari pengguna jasa layanan ekspedisi seperti pabrik atau perusahaan lainnya.



Gambar 4.8 Alur Proses *Stripping*
Sumber: PT JO Bumi Kalog

Kegiatan ini berawal dari truk pengguna jasa atau yang berasal dari pabrik masuk ke dalam terminal dan menuju ke loket administrasi. *Driver* truk akan memarkirkan truknya terlebih dahulu pada sekitar blok yang ada, dan kemudian menuju loket administrasi dengan berjalan kaki. Di loket administrasi, *driver* akan menyerahkan surat-surat yang dibutuhkan untuk membuat SPK (Surat Perintah Kerja). *Driver* kemudian dapat kembali lagi ke truknya dan langsung menuju area *stripping* untuk menyerahkan SPK sehingga dapat langsung dilayani oleh operator *reach stacker*.

Reach stacker dan truk internal akan menuju blok yang peti kemasnya akan dibongkar dan akan dimuat ke atas truk internal. Truk internal yang membawa peti kemas kemudian menuju area *stripping* dan akan diturunkan dari truk dengan bantuan *reach stacker*. Setelah itu seal peti kemas akan dibuka oleh operator dan kegiatan *stripping* dapat dilakukan. Peti kemas yang kosong setelah dilakukan *stripping* kemudian akan langsung di-*stack* di blok khusus peti kemas *empty*.



Gambar 4.9 Alur Proses *Stuffing*

Sumber: PT JO Bumi Kalog

Pada Gambar 4.9 menunjukkan alur kegiatan *Stuffing* yang merupakan kegiatan untuk membongkar muatan yang ada di peti kemas untuk dipindahkan ke truk yang ukurannya lebih kecil, yang biasanya dimiliki oleh pengguna jasa layanan ekspedisi seperti pabrik atau perusahaan lainnya.

Kegiatan ini berawal dari truk pengguna jasa atau yang berasal dari pabrik masuk ke dalam terminal dan menuju ke loket administrasi. *Driver* truk akan memarkirkan truknya terlebih dahulu pada sekitar blok yang ada, dan kemudian menuju loket administrasi dengan berjalan kaki. Di loket administrasi, *driver* akan menyerahkan surat-surat yang dibutuhkan untuk membuat SPK (Surat Perintah Kerja). *Driver* kemudian dapat kembali lagi ke truknya dan langsung menuju area *stuffing* untuk menyerahkan SPK sehingga dapat langsung dilayani oleh operator *reach stacker*.

Reach stacker kemudian menuju blok *empty* yang letaknya berdekatan dengan area *stuffing*, sehingga tidak diperlukan bantuan truk internal. Setelah peti kemas tersebut diletakkan, operator memeriksa *seal* peti kemas dan kemudian dibuka. Kegiatan *stuffing* dapat dimulai setelah truk pabrik sudah memposisikan diri. Seselesaiannya proses *stuffing*, peti kemas akan ditutup kembali dan di-*seal*. Kemudian peti kemas akan dimuat ke atas truk internal dan dipindahkan ke blok peti kemas yang bermuatan dengan bantuan *reach stacker*.

4.4 Data Waktu Kegiatan dan Pengolahan Data

Pada sub bab ini dibahas mengenai data waktu yang telah didapatkan dengan pengamatan secara langsung di Stasiun Kalimas. Data waktu yang didapat ini berupa waktu kedatangan truk bermuatan, lama proses *gate in* oleh administrasi, bongkar peti kemas dari kereta api ke *yard* dan sebaliknya, serta bongkar peti kemas dari *yard* ke truk dan sebaliknya. Semua data waktu tersebut diambil dalam satuan sekon.

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa data tersebut merupakan data dari rentang waktu kedatangan truk bermuatan (membawa peti kemas) ke Stasiun Kalimas dan data lamanya proses pencetakan SPK (Surat Perintah Kerja) oleh admin yang terdapat pada *gate in*.

Tabel 4.1 Waktu Kedatangan Truk dan Proses Gate In oleh Admin

No.	Kedatangan Truk Bermuatan (min)	Proses <i>Gate In</i> oleh Admin (min)
1.	0,27	0,90
2.	0,49	0,66
3.	3,31	1,05
4.	0,29	0,85
5.	3,95	0,97
6.	12,74	0,82
7.	1,29	0,89
8.	0,77	0,85
9.	0,93	0,89
10.	11,85	0,76
11.	15,53	0,84
12.	0,76	0,94
13.	5,92	0,85
14.	2,76	0,93
15.	2,21	1,00
16.	3,74	0,86
17.	7,32	0,84
18.	9,55	0,89
19.	5,27	0,86
20.	0,94	0,82

Sumber: Pengukuran Sendiri (12 April 2019)

Pada Tabel 4.3 merupakan data waktu bongkar peti kemas dari kereta api ke *yard*, dari *yard* memuat peti kemas ke kereta api. Waktu bongkar peti kemas dari kereta api menuju ke *yard* terhitung saat *reach stacker* akan memulai kegiatan bongkar sampai dengan peti kemas sampai di *yard*, dan begitu juga sebaliknya untuk waktu memuat peti kemas dari *yard* ke kereta api.

Tabel 4.2 Waktu Kereta Api ke Truk, Truk ke Kereta Api dan Proses Shifting

No.	Bongkar Kereta Api (min)	Muat Kereta Api (min)	No.	Bongkar Kereta Api (min)	Muat Kereta Api (min)
1.	1,60	3,20	21.	1,10	2,13
2.	2,10	2,50	22.	2,33	3,00
3.	2,28	1,65	23.	1,70	6,02
4.	1,57	4,52	24.	1,35	2,00
5.	1,28	1,85	25.	1,87	1,45
6.	1,45	2,47	26.	1,62	1,33
7.	1,68	1,78	27.	1,45	1,62
8.	1,57	4,28	28.	0,95	2,83
9.	2,13	1,72	29.	1,23	0,95
10.	1,82	1,85	30.	1,35	1,58
11.	1,63	1,67	31.	1,08	1,62
12.	2,10	2,03	32.	1,77	1,47
13.	1,88	4,10	33.	1,50	5,07
14.	1,50	6,62	34.	1,52	6,28
15.	1,68	1,72	35.	1,73	3,68
16.	1,80	2,30	36.	1,72	57,30
17.	1,90	2,90	37.	1,53	2,05
18.	1,75	7,13	38.	1,85	2,65
19.	1,80	2,53	39.	1,97	2,23
20.	1,73	2,37	40.	1,78	1,60

Sumber: Pengukuran Sendiri (20 April 2019 dan 5 Juli 2019)

Pada Tabel 4.4 menunjukkan data berupa waktu bongkar dan muat pada truk terhadap *yard*. Waktu kegiatan bongkar muat pada truk merupakan waktu yang dibutuhkan oleh *reach stacker* untuk bongkar muat peti kemas dari atas truk menuju blok untuk ditumpuk ke *yard* atau sebaliknya sampai dengan kegiatan berikutnya.

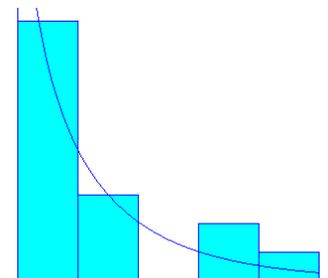
Tabel 4.3 Waktu Yard ke Truk, Truk ke Yard dan Memposisikan Reach Stacker

No.	Muat Truk (min)	Bongkar Truk (min)	No.	Muat Truk (min)	Bongkar Truk (min)
1.	5,07	6,73	21.	12,00	19,03
2.	5,28	1,85	22.	3,48	1,37
3.	10,88	6,47	23.	4,47	2,05
4.	2,70	4,23	24.	6,33	11,05
5.	2,08	12,70	25.	3,35	4,25
6.	4,62	5,10	26.	1,70	8,43
7.	4,80	8,52	27.	9,33	3,17
8.	6,88	1,60	28.	4,28	7,40
9.	3,10	3,43	29.	5,27	1,75
10.	3,52	1,48	30.	16,83	23,45
11.	8,25	3,40	31.	31,90	0,55
12.	6,55	7,20	32.	3,40	2,20
13.	17,80	1,48	33.	6,73	6,72
14.	7,78	2,88	34.	3,30	5,97
15.	22,20	3,38	35.	3,43	2,43
16.	3,72	5,13	36.	11,38	9,73
17.	3,15	16,93	37.	3,77	3,80
18.	24,07	2,75	38.	5,17	1,57
19.	4,47	11,10	39.	1,40	4,28
20.	4,12	15,18	40.	1,70	2,37

Sumber: Pengukuran Sendiri (24 April 2019 dan 25 April 2019)

Dari hasil pengamatan di atas, data yang didapat harus diolah terlebih dahulu agar dapat disimulasikan ke dalam *software ARENA*. Pada *software ARENA* kita dapat mengetahui estimasi parameter distribusi data yang ada dari hasil pengamatan dengan menggunakan *Input Analyzer*. Berikut ini merupakan hasil estimasi parameter dari hasil pengamatan tersebut:

1. Waktu Truk Masuk

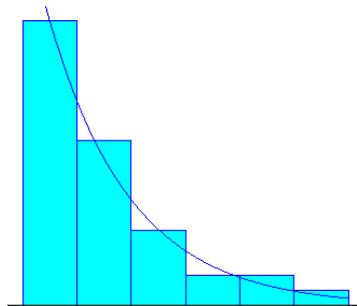


Gambar 4.10 Distribusi pada Waktu Truk Masuk

Sumber: Hasil Analisis Software ARENA

Dari data yang telah dimasukkan ke dalam tool input analyzer, didapat data dengan distribusi exponential dengan expression $EXPO(4.19)$ dan dengan nilai square error sebesar 0.028195. Seteelah memfitting distribusi, selanjutnya didapat hasil perhitungan dari Kolmogorov-Smirnov Test dengan hasil test yang didapat yaitu sebesar 0.202 dan Corresponding p-value > 0.15 . Selain itu input analyzer juga menghitung statistika seperti Number of Data Points dengan nilai 15. Minimal data yang dimiliki yaitu 0.27 dan maksimal sebesar 15.5. rata-rata dari data yang telah diambil yaitu sebesar 4.19 dan dengan standard deviasi sengan angka 5.06. Dari sisi histogram juga didapat beberapa analisis dengan histogram range dengan nilai '0 to 16' dan dengan number of interval sebesar 5.

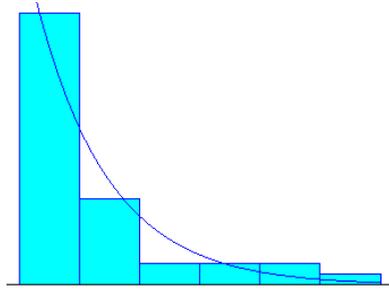
2. Bongkar Truk



Gambar 4.11 Distribusi pada Waktu Bongkar Truk
 Sumber: Hasil Analisis Software ARENA

Dari data yang telah dimasukkan ke dalam tool input analyzer, didapat data dengan distribusi exponential dengan expression $EXPO(6.08)$ dan dengan nilai square error sebesar 0.001283. Seteelah memfitting distribusi, selanjutnya didapat hasil perhitungan dari Chi Square Test dengan jumlah interval sebesar 3, degree of freedom sebesar 1. Kolmogorov-Smirnov Test dengan hasil test yang didapat yaitu sebesar 0.177 dan Corresponding p-value sebesar 0.147. Selain itu input analyzer juga menghitung statistika seperti Number of Data Points dengan nilai 40. Minimal data yang dimiliki yaitu 0.55 dan maksimal sebesar 23.4. Rata-rata dari data yang telah diambil yaitu sebesar 6.08 dan dengan standard deviasi sengan angka 5.29. Dari sisi histogram juga didapat beberapa analisis dengan histogram range dengan nilai '0 to 27' dan dengan number of interval sebesar 6.

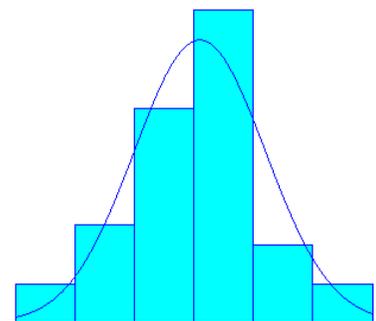
3. Muat Truk



Gambar 4.12 Distribusi pada Waktu Muat Truk
 Sumber: Hasil Analisis Software ARENA

Dari data yang telah dimasukkan ke dalam tool input analyzer, didapat data dengan distribusi exponential dengan expression $1 + \text{EXPO}(6.26)$ dan dengan nilai square error sebesar 0.010544. Chi Square Test dengan jumlah interval sebesar 3, degree of freedom sebesar 1 Test Statistic dengan nilai 1.43 dan nilai dari Corresponding p-value sebesar 0.239. Setelah memfitting distribusi, selanjutnya didapat hasil perhitungan dari Kolmogorov-Smirnov Test dengan hasil test yang didapat yaitu sebesar 0.16 dan Corresponding p-value > 0.15 . Selain itu input analyzer juga menghitung statistika seperti Number of Data Points dengan jumlah sebanyak 40. Minimal data yang dimiliki yaitu 1.4 dan maksimal sebesar 31.9. rata-rata dari data yang telah diambil yaitu sebesar 7.26 dan dengan standard deviasi sengan angka 6.66. Dari sisi histogram juga didapat beberapa analisis dengan histogram range dengan nilai '1 to 32' dan dengan number of interval sebesar 6.

4. Bongkar Kereta

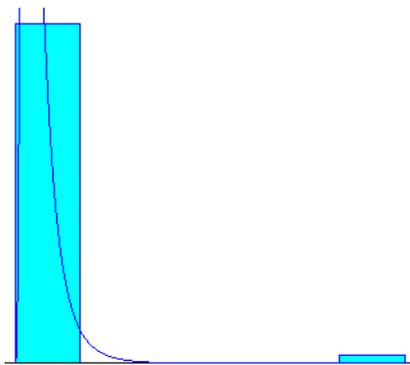


Gambar 4.13 Distribusi pada Waktu Bongkar Kereta
 Sumber: Hasil Analisis Software ARENA

Dari data yang telah dimasukkan ke dalam tool input analyzer, didapat data dengan distribusi normal dengan expression $\text{NORM}(1.67, 0.305)$ dan dengan nilai square error sebesar 0.010834. Chi Square Test dengan jumlah

interval sebesar 4, degree of freedom sebesar 1, Test Statistic dengan nilai 2.33 dan nilai dari Corresponding p-value sebesar 0.141. Setelah memfitting distribusi, selanjutnya didapat hasil perhitungan dari Kolmogorov-Smirnov Test dengan hasil test yang didapat yaitu sebesar 0.0783 dan Corresponding p-value > 0.15 . Selain itu input analyzer juga menghitung statistika seperti Number of Data Points dengan jumlah sebanyak 40. Minimal data yang dimiliki yaitu 0.95 dan maksimal sebesar 2.33. rata-rata dari data yang telah diambil yaitu sebesar 1.67 dan dengan standard deviasi sengan angka 0.308. Dari sisi histogram juga didapat beberapa analisis dengan histogram range dengan nilai '0.81 to 2.47' dan dengan number of interval sebesar 6.

5. Muat Kereta



Gambar 4.14 Distribusi pada Waktu Muat Kereta

Sumber: Hasil Analisis Software ARENA

Dari data yang telah dimasukkan ke dalam tool input analyzer, didapat data dengan distribusi log normal dengan expression $\text{LOGN}(3.3, 2.6)$ dan dengan nilai square error sebesar 0.001376. Chi Square Test dengan jumlah interval sebesar 1, degree of freedom sebesar -2, Test Statistic dengan nilai 0.00191 dan nilai dari Corresponding p-value sebesar < 0.005 . Setelah memfitting distribusi, selanjutnya didapat hasil perhitungan dari Kolmogorov-Smirnov Test dengan hasil test yang didapat yaitu sebesar 0.148 dan Corresponding p-value > 0.15 . Selain itu input analyzer juga menghitung statistika seperti Number of Data Points dengan jumlah sebanyak 41. Minimal data yang dimiliki yaitu 0.95 dan maksimal sebesar 57.3. rata-rata dari data yang telah diambil yaitu sebesar 4.07 dan dengan standard deviasi sengan angka 8.66. Dari sisi histogram juga didapat beberapa analisis dengan histogram range dengan nilai '0 to 58' dan dengan number of interval sebesar 6.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

PEMILIHAN *CRANE*, PERANCANGAN MODEL, DAN SIMULASI

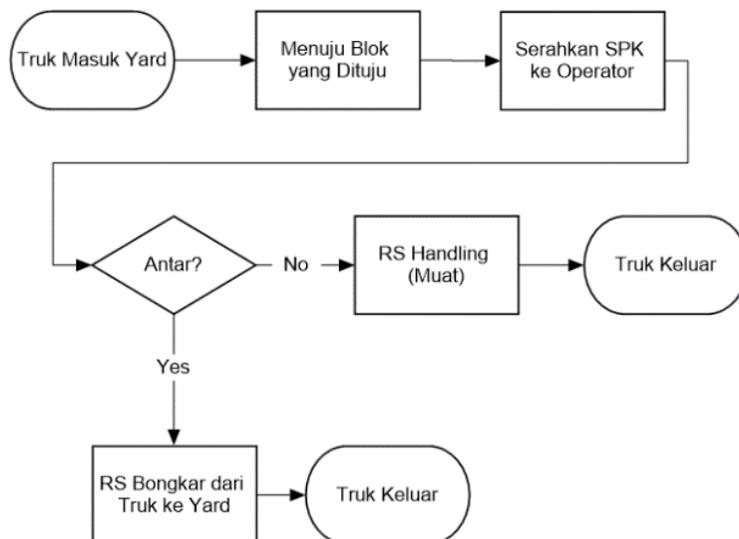
5.1 Perancangan Model Kondisi Eksisting

Sebelum melakukan simulasi dengan *software ARENA*, perlu dilakukan pembuatan model proses bongkar muat kondisi saat ini. Model ini nantinya akan mengilustrasikan kondisi sebenarnya dari proses bongkar yang ada di Stasiun Kalimas. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam model ini adalah:

1. *Reach stacker* dalam keadaan normal.
2. Jam kerja selama 24 jam.
3. Kecepatan operator dalam keadaan normal.
4. Proses buka *twist lock* dilakukan selama 15 menit.
5. Terdapat 4 kedatangan kereta yang terjadwal yaitu pukul 16.00, 16.30, 19.00, dan 19.30 dengan proses bongkar muat dilakukan pada kereta yang datang terlebih dahulu..
6. Dilakukan proses bongkar muat pada 30 GD *full* atau setara 60 *TEUs*.
7. Diasumsikan seluruh peti kemas telah berada di *stacking yard*.

5.1.1 Proses Masuk dan Keluar Container

Proses masuk dan keluarnya container merupakan kegiatan yang hanya berada pada yard saja. Kegiatan ini melibatkan *reach stacker* dan truk eksternal yang datang untuk mengambil atau mengantar peti kemas.



Gambar 5.1 Model Konseptual Bongkar Muat di Yard

Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 5.1 menunjukkan proses bongkar muat yang ada di *yard*. Dimana model konseptual tersebut akan dikonversikan ke dalam bentuk model di *software ARENA* (Lampiran 2). Proses yang disimulasikan pada model ini yaitu proses bongkar muat yang berada di *yard*. Proses bongkar muat pada *yard* ini mencakup beberapa entitas berupa truk eksternal, peti kemas, serta *reach stacker* sebagai alat untuk melakukan proses.

Proses pada *yard* ini meliputi dua kegiatan utama, yaitu proses bongkar dan muat truk eksternal. Kegiatan bongkar dimulai ketika seorang supir telah menyerahkan SPK (Surat Perintah Kerja) kepada krani untuk permintaan bongkar peti kemas. Kegiatan tersebut pada *software ARENA* dimulai dengan modul *create*, yang digunakan untuk memulai suatu proses. Setelah itu, dilanjutkan dengan kegiatan masuknya truk ke dalam *yard* yang menggunakan modul *process* yang kemudian dimasukkan dengan hasil *fitting* distribusi data masuknya truk yang didapat dari *input analyzer*.

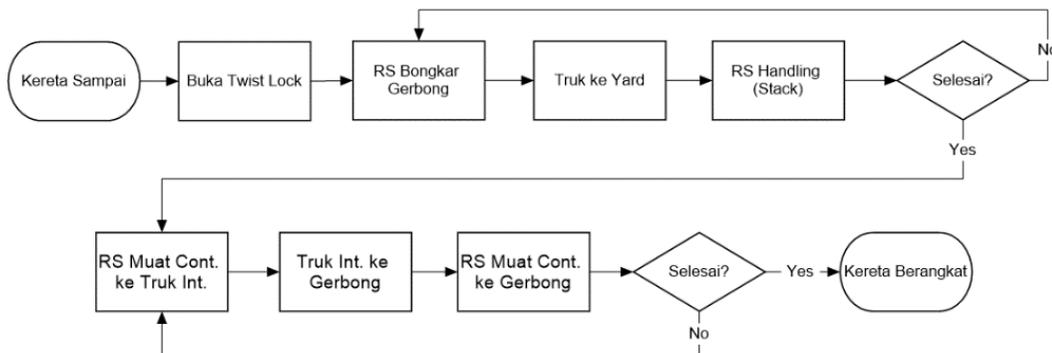
Setelah itu, kegiatan berikutnya merupakan proses bongkar peti kemas, dengan menggunakan modul *process* yang datanya menggunakan waktu proses bongkar peti kemas berupa hasil *fitting* distribusi pada *tool input analyzer*. Proses ini dimulai dari penyerahan SPK, yang kemudian dilanjutkan dengan pencarian peti kemas pada *yard* sampai dengan peti kemas tersebut ditumpuk pada *yard* oleh *reach stacker*. Kemudian pada modul *ARENA*, dilanjutkan dengan modul *seperate*. Modul tersebut digunakan untuk memisahkan entitas yang masuk, pada hal ini yaitu pemisah peti kemas dan truk eksternal. *Output* dari modul ini yaitu dua cabang yang berbeda, yaitu *original* dan *duplicate*. Cabang *original* melambangkan truk eksternal yang dihubungkan dengan modul *record*, untuk menghitung truk eksternal yang telah selesai melakukan proses hingga keluar stasiun, dalam modul *dispose* yang menandakan kegiatan bongkar peti kemas telah selesai. Sedangkan cabang *duplicate* melambangkan peti kemas yang dilepaskan dari truk eksternal yang kemudian dihubungkan dengan modul *hold*. Modul *hold* pada proses ini merepresentasikan sebagai *yard*, dimana peti kemas tersebut *distack* untuk menunggu proses selanjutnya.

Selain kegiatan bongkar, kegiatan muat juga memiliki proses yang hampir sama. Kegiatan ini merupakan pengambilan peti kemas dari *yard* untuk dibawa keluar stasiun oleh truk eksternal. Proses awal akan diawali dengan modul *create* yang kemudian diikuti dengan dua modul *process*, yaitu masuknya truk eksternal ke dalam *yard* dan proses memuat peti kemas ke atas truk oleh *reach stacker*. Untuk mendampingi modul *process* memuat peti kemas, proses dilanjutkan dengan modul *remove*. Modul tersebut digunakan untuk proses pengambilan peti kemas pada modul *hold* yang merepresentasikan *yard*. Kemudian untuk proses muatnya digunakan modul *batch* untuk menggabungkan truk eksternal dengan peti kemas yang sudah *remove* pada *yard*. Setelah itu truk dapat keluar stasiun dengan modul *dispose*.

5.1.2 Proses Bongkar dan Muat Kereta

Pada saat kondidi eksisting, proses bongkar muat yang berlangsung akan menggunakan *reach stacker*. Dimana alurnya yaitu dari *reach stacker* ke truk, dan

kemudian truk internal akan menuju ke *yard* dan pada *yard* terdapat *reach stacker* yang menunggu



Gambar 5.2 Model Konseptual Bongkar Muat di Kereta
Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 5.2 menunjukkan proses bongkar muat yang ada di kereta. Dimana kereta yang datang telah terjadwal, bahwa dalam 1 hari terdapat 4 rangkaian kereta yang datang dengan asumsi kereta membawa muatan penuh peti kemas 60 *TEUs*. Pada waktu kereta sampai, akan dilakukan proses berupa pembukaan *twist lock* dan pemeriksaan peti kemas dengan waktu yang tetap, yaitu 15 menit. Setelah itu akan dilakukan penugasan berupa pembongkaran muatan pada kereta yang bermuatan 60 *TEUs* sampai habis yang kemudian akan disusul dengan penugasan proses muat sejumlah 60 *TEUs* juga.

Seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 3 hingga lampiran 5, proses ini awalnya digunakan empat modul *create* yang masing-masingnya adalah kedatangan kereta. Setiap kereta yang masuk akan melewati modul *decide* yang menentukan apakah jalur 1 kosong atau tidak. Kereta pertama yang masuk kedalam stasiun akan masuk ke jalur 1, kemudian akan dilakukan proses pembukaan *twistlock* yang berlangsung selama 15 menit dengan modul *process*. Setelah proses pembukaan *twistlock* selesai, maka selanjutnya akan masuk pada modul *seperate* yang kemudian masuk ke dalam proses bongkar kereta ke atas truk internal oleh modul *process*. Truk internal akan mentransfer peti kemas tersebut ke *yard* dengan modul *request* dan *transport* yang menghubungkan antar dua *station*. Pada *yard*, peti kemas akan dibongkar oleh *reach stacker* dengan menggunakan modul *process*. Setelah proses bongkar satu peti kemas selesai, modul *process* akan diikuti dengan modul *assign* yang bertujuan untuk menugaskan agar membongkar 60 *TEUs* peti kemas pada kereta dan setelah itu akan menggunakan modul *hold* untuk menahan proses tersebut sampai target yang diberikan oleh modul *assign* terpenuhi.

Tahap selanjutnya yaitu memuat peti kemas yang akan dimulai ketika peti kemas pada kereta telah dibongkar secara keseluruhan. Truk internal akan langsung dikenakan proses muat truk dengan modul *process* pada *yard* oleh *reach stacker*. Kemudian truk internal tersebut akan dimasukkan pada modul *request* untuk menuju ke kereta dan ditransfer dengan modul *transport*. Sesampainya di kereta, truk internal akan dikenakan

proses kembali dengan modul process untuk memuat peti kemas dari truk ke atas kereta oleh *reach stacker*. Setelah proses selesai, peti kemas yang selesai dimuat akan dihitung dengan modul *record* dan ditugaskan kembali oleh modul *assign* sampai muatan yang ada di kereta telah mencapai 60 TEUs. Setelah itu

Setelah peti kemas telah selesai dimuat ke dalam ke atas kereta, maka proses akan kembali lagi pada modul *seperate* yang kemudian terhubung dengan modul *hold* yang digunakan untuk menahan proses muat hingga selesai. Setelah itu, kereta akan berangkat.

5.1.3 Simulasi ARENA Kondisi Eksisting

1. Uji Replikasi Model Eksisting

Perhitungan replikasi untuk mengetahui data dari simulasi model eksisting sudah mencukupi sistem nyata atau belum. Dari hasil simulasi dengan replikasi awal ($n_0 = 10$) diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 5.1 Hasil Replikasi pada Software ARENA

Replikasi	Output Simulasi (TEUs/ Bulan)
1	12873
2	13007
3	13266
4	13118
5	13140
6	13070
7	13004
8	12908
9	13294
10	13174

Dari data hasil replikasi awal pada Tabel 4.5 dilakukan perhitungan replikasi yang bertujuan untuk mengetahui apakah replikasi awal sudah cukup atau belum. Berikut perhitungan replikasi tersebut:

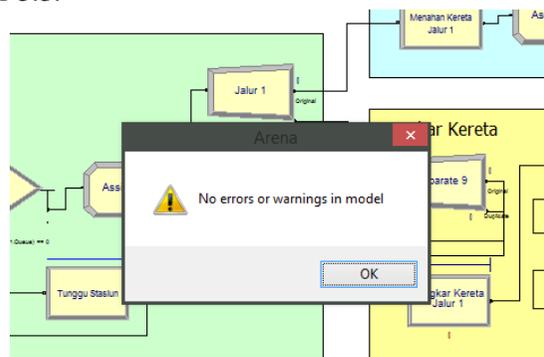
Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Replikasi

Average (\bar{x})	13085,4
Std Dev (s)	140,4827
Student's-t ($t_{critical} // t_{n-1}$)	2,2622
Absolute error based	
Half width (hw)	100,4952
$\$EVROXWHHUURU''$	5000,0000
Z_{α}	1,9600
Jumlah Replikasi (n')	0,0030
Relative error based	
Relative error	10,0000%
hw'	0,7680%
Jumlah Replikasi (n'')	1

Rata-rata yang dihasilkan dari perhitungan verifikasi pada Tabel 5.2 bernilai 13.085,4 dengan standar deviasi sebesar 140,483. Dalam perhitungan absolute error based didapat nilai half width sebesar 100,495 dan memiliki relative error sebesar 10%. Jumlah replikasi yang dibutuhkan adalah 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan replikasi 10 kali telah mencukupi replikasi minimal yang diperlukan

2. Verifikasi Model

Uji verifikasi model dilakukan untuk memastikan bahwa *software* dapat berjalan dengan baik dan tidak terjadi *error*. Tahap verifikasi ini dilakukan dengan melakukan penelusuran *error* terhadap model dengan memanfaatkan *tools* yang tersedia di *software*. Dengan menggunakan *software* ARENA sebagai aplikasi pembuatan model, pengecekan dilakukan dengan menekan tombol *F4*. Hasil verifikasi diketahui dengan pemberitahuan seperti pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Tahap Verifikasi Model

Sumber: Dokumentasi Penulis

3. Validasi Model

Setelah model telah terverifikasi, maka selanjutnya dilakukan validasi terhadap hasil simulasi yang telah didapat. Validasi ini dilakukan agar mengetahui bahwa model yang dibuat sudah sesuai dengan kondisi riil dari sistem. Validasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil simulasi dengan rata-rata throughput yang didapat oleh PT JO Bumi Kalog selama satu bulan. Berikut merupakan perhitungan validasi menggunakan *Independent Sample T-Test* dengan variansi tidak sama. Berikut ini merupakan perhitungan uji validitas yang dilakukan:

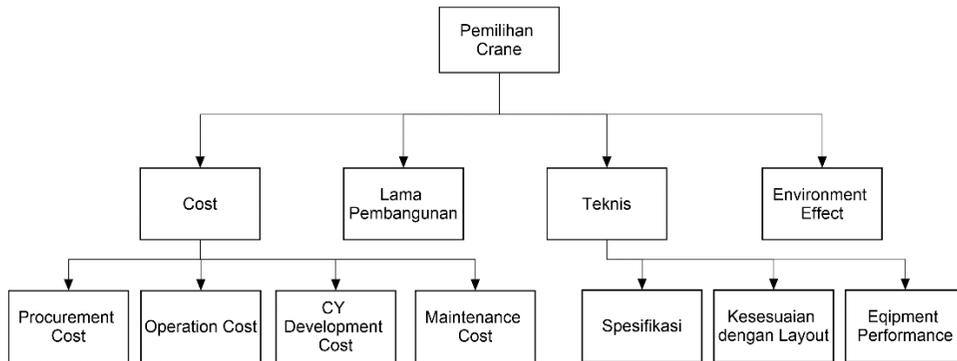
Tabel 5.3 Hasil Validasi

Average (\bar{x})	13000	13085
Std Dev (s)	0	140,4826601
Relative error	0,657%	
Dataset (n)	10	10
Pooled standard deviation (sp)	99,33624157	
Confident level (1- α)	95%	
Level of significant//hipotesa (α)	5%	
Degree of freedom (df)	18	
Student's-t ($t_{critical}$)	2,10092204	excl
		tabel
T test		
-2,10092204	-1,922361892	2,10092204
Validasi		
VALID		

5.2 Pemilihan Crane

5.2.1 Pembagian Kriteria

Pada subbab ini akan dilakukan pemilihan alat bongkar muat yang baru berupa *crane*. Tipe *crane* yang akan digunakan yaitu gantry crane dimana terdapat dua alternatif tipe *gantry crane* yang akan dijadikan pilihan, yaitu *Rail Mounted Gantry (RMG) Crane* dan *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane*.



Gambar 5.4 Hirarki Pemilihan

Kedua alternatif jenis crane tersebut akan dibandingkan satu sama lain untuk mencari crane mana yang paling cocok untuk dioperasikan di Stasiun Kalimas berdasarkan hirarki pada Gambar 5.4. Berikut merupakan kriteria-kriteria yang digunakan sebagai pertimbangan:

1. *Cost*

Cost merupakan salah satu faktor utama dalam melakukan perancangan sesuatu yang baru. Dalam suatu pemilihan, *cost* memegang peran yang sangat penting. Apabila terdapat beberapa opsi maka barang yang memiliki *cost* terendah akan lebih didahulukan daripada barang yang memiliki *cost* yang lebih tinggi. Dalam pemilihan alat bongkar muat ini, *cost* juga memegang peran yang sangat penting. Apabila kemampuan dari alat bongkar muat tidak sesuai dengan ekspektasi, maka hal tersebut malahan dapat menyebabkan kerugian. Pada pemilihan alat bongkar muat ini, *cost* akan dibagi menjadi beberapa bagian lagi, yaitu *procurement cost*, *operation cost*, *container yard development cost*, serta *maintenance cost*.

a. *Procurement Cost*

Procurement cost merupakan biaya yang dibutuhkan untuk mengadakan atau membeli alat bongkar muat, dalam hal ini yaitu *RMG* dan *RTG*. Tabel 5.4 yang merupakan perbandingan harga *RTG* dan *RMG* pada merk yang sama dengan spesifikasi yang hampir mendekati satu sama lain

Tabel 5.4 Perbandingan Biaya

Parameter	RMG	RTG
Merk	Weihua	Weihua
Lifting Capacity	50 t	40 t
Hoisting Speed	18/28 m/min	23/52 m/ min
Trolley Speed	70	70
Gantry Travel	90-130 m/min	90-130 m/ min
Price	US \$50,000-500,000	US \$20,000-2,000,000

. Harga untuk *RTG crane* pada umumnya berkisar pada US\$20,000-2,000,000 tergantung pada ukurannya, sedangkan untuk *RMG crane* harganya berkisar US\$50,000-US\$500,000 tergantung pada desain, karena untuk *RMG crane* dapat dipesan sesuai dengan permintaan.

b. Operation Cost

Operation cost juga berpengaruh besar dalam sebuah pemilihan. Apabila biaya operasionalnya besardan tidak sebanding dengan penghasilannya, maka nantinya akan merugikan. Dalam pengoperasiaannya saja *RTG* masih menggunakan motor diesel, diperlukannya biaya bahan bakar untuk menjalankan crane tersebut. Sedangkan *RMG* hanya menggunakan listrik yang di suplai dari pembangkit, sehingga biaya operasi dari *RMG* akan lebih murah dibanding dengan *RTG*. *Cost ratio* untuk pengoperasian RMG:RTG sendiri yaitu sebesar 1:2. (Huang & Chu, 2004)

c. Container Yard Development Cost

Faktor biaya berikutnya yaitu biaya pengembangan dari *yard* tersebut. Tentunya dalam hal ini biaya pengembangan untuk *RMG* dan *RTG* pastinya berbeda. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari beban yang dimiliki oleh *crane*. Karena konstruksinya yang lebih rumit dan lebih besar, *crane* tipe *RMG* memiliki beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan *RTG*, oleh sebab itu struktur tanah *container yard* haruslah kuat. Menurut *European Union's Horizon 2020 research and innovation programme*, dalam pemasangannya *RMG* memerlukan pemasangan rel yang tentunya juga akan membuat biaya pengembangan *yard* untuk *RMG* akan menjadi lebih mahal dibandingkan dengan *RTG*. Rel *crane* untuk *RMG* harus memiliki fondasi yang baik agar dapat beroperasi dengan lancar. UNCTAD (1985) menyarankan biaya pengembangan ini sebesar 0.1% sampai 0.5% dari total investasi.

d. Maintenance Cost

Maintenance merupakan salah satu bagian dari siklus suatu komponen atau sistem, sehingga untuk memperoleh kinerja suatu komponen atau sistem secara maksimal, perlu dilakukannya *maintenance* guna mencegah komponen atau sistem itu mengalami kegagalan.

Menurut Otoritas Pelabuhan Kaohsiung, menyarankan 3,2-7% untuk persentase batas atas dan 1,2-4,5% untuk biaya pemeliharaan tahunan batas bawah *RTG*. Untuk *RMG* yang digerakkan dengan listrik, biaya pemeliharaan tahunan jauh lebih rendah daripada unit *RTG* yang dioperasikan dengan diesel. (Huang & Chu, 2004)

2. Lama Pembangunan

Dalam perancangan ini, lama pembangunan merupakan salah satu faktor yang cukup penting. Dimana apabila dilakukan pembangunan instalasi *crane*, maka kegiatan bongkar muat secara tidak langsung harus dihentikan total atau dihentikan sebagian. sehingga dalam hal ini lama pembangunan akan menentukan kapan proses bongkar muat akan berlangsung kembali. Secara umum, penginstalan *RMG crane* akan lebih lama dibanding dengan *RTG crane*. Hal tersebut dikarenakan dalam pengoperasiannya *RMG* menggunakan rel yang permanen sehingga diperlukan pemasangan rel terlebih dahulu.

3. Teknis dan *Equipment Performance*

Faktor pemilihan berikutnya yaitu teknis. Dalam hal teknis, alat bongkar muat yang berbeda tentunya akan memiliki kemampuan yang berbeda juga. Pada pemilihan ini faktor teknis sangat menentukan dimana kemampuan dan bentuk dimensi akan berhubungan erat pada penyesuaian bentuk dari layout yang dimiliki oleh Stasiun Kalimas. Kemudian faktor teknis akan dibagi lagi menjadi tiga yaitu perbedaan berdasarkan spesifikasi, fleksibilitas, serta *equipment performance* dari kedua tipe *gantry crane* tersebut.

a. Spesifikasi

1. Penggerak Utama

Kedua *crane* ini memiliki penggerak utama yang berbeda, *RTG* menggunakan motor diesel, sedangkan *RMG* menggunakan motor listrik. Dalam pergerakannya, *RTG* lebih fleksibel dibandingkan *RMG*, karena *RMG* menggunakan kabel untuk menyuplai energi listriknya sehingga pergerakannya terbatas oleh panjang kabel yang dimilikinya. Namun secara operasional *RMG* lebih unggul karena penggunaan listrik akan lebih efisien dan lebih murah dibandingkan dengan motor bakar.

RTG memiliki *generator set* dengan *power rating* sebesar 405 kW, dengan *power* seperti pada Tabel 5.4 Dapat dilihat bahwa *RMG* memiliki

power yg lebih besar sehingga pergerakan dari komponen *RMG* akan lebih cepat dibandingkan dengan *RTG*.

Tabel 5.5 Motor Penggerak *Crane*

No.	Penggerak RMG (k)	RTG (kW)
1.	Hoisting motor	132-200
2.	Trolley motor	22-37
3.	Gantry motor	30-45

Sumber: *Nidec*

2. Roda

Perbedaan *RMG* dan *RTG* yang paling jelas terlihat yaitu dari bagaimana *crane* tersebut berpindah, *RTG* menggunakan ban karet dan *RMG* menggunakan ban baja yang berada di atas rel. Menurut *Sean Libbey, Operations Manager, Intermodal Services Konecranes*, menyebutkan bahwa semakin besar kapasitas angkut yang harus dibawa oleh *RTG*, maka roda yang dimiliki juga akan semakin besar. Lain halnya dengan *RMG* yang menggunakan roda baja yang kekuatannya tidak dipengaruhi oleh ukuran.

3. Konstruksi

Kemudian jika dilihat dari konstruksinya tentu sangat berbeda, karena berada di atas rel dan memiliki dimensi yang lebih besar dibanding dengan *RTG*, *RMG* memiliki konstruksi yang lebih rumit. Selain itu, pada umumnya *RMG* memiliki *cantilevers* yang memanjang pada bagian luar *beam*-nya, sehingga dapat menjangkau *container yard* secara menyeluruh atau digunakan untuk kepentingan jalur truk. Pada *RTG* tidak terdapat *cantilever*, sehingga *span* yang dimiliki oleh *crane* tidak seluruhnya dipakai untuk penumpukan peti kemas melainkan perlu disediakan jalur truk.

b. Fleksibilitas

RTG yang memiliki ban karet memiliki fleksibilitas yang tinggi dan dapat bermanuver dengan bebas di *container yard*, sehingga *RTG* dapat melayani beberapa blok yang berbeda secara bebas. Lain halnya dengan *RMG* yang hanya terbatas pada rel saja dan hanya mampu bergerak maju dan mundur. Tetapi dengan *RMG* yang bergerak pada rel tetap, *crane* tidak akan kabur kemana-mana, sehingga dapat dengan mudah mengatur peti kemas dengan baik.

Namun, bentuk *container yard* pada Stasiun Kalimas berbentuk memanjang dan terdapat lengkungan, menyebabkan *RTG* kurang cocok di Stasiun Kalimas. Hal tersebut dikarenakan pada lengkungan tersebut *RTG*

harus berhenti sejenak untuk bermanuver. Berbeda dengan *RMG* yang bergerak menyesuaikan dengan rel yang sudah dibentuk. Oleh sebab itu, pada Stasiun Kalimas *RMG* akan lebih cocok dipakai dibandingkan dengan *RTG*.

c. *Equipment Performance*

Pada saat *RTG crane* dalam “*stand-by mode*” *diesel generator* berjalan dengan kecepatan penuh untuk memberi suplai bahan bakar ke *auxiliary device*, Ini berarti bahwa *diesel generator* mengkonsumsi bahan bakar dalam jumlah besar bahkan ketika *crane* tidak benar-benar diperlukan, sehingga membuat sistem sangat tidak efisien dengan rasio bahan bakar tinggi untuk daya. Lain halnya dengan *RMG* yang menggunakan energi listrik untuk penggerak utamanya, sehingga dalam keadaan “*stand-by mode*”, *RMG* akan lebih hemat energi dibandingkan dengan *RTG*.

Dari sisi *handling capacity*, untuk *RTG* yaitu sebesar 71.248 *moves/year* dengan asumsi siklus waktunya sebesar 3 *min/move*, untuk *RMG* yaitu sebesar 85.500 *moves/year* dengan asumsi siklus waktunya sebesar 2,5 *min/move*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pergerakan *RMG crane* lebih cepat dibandingkan dengan *RTG crane*. (Huang & Chu, 2004).

4. *Environment Effect*

Faktor lingkungan juga menjadi hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan *yard crane*. Alat bongkar muat yang ramah lingkungan akan lebih baik daripada alat bongkar muat yang menghasilkan emisi gas buang yang mencemari lingkungan. Dalam operasinya, *RTG* menggunakan motor diesel, sedangkan *RMG* menggunakan motor listrik untuk dapat beroperasi. Hasil pembakaran yang dihasilkan oleh *RTG* dapat mencemarkan udara sekitar dengan *NOx* dan *SOx*. Paparan polusi tersebut tentunya sangat berbahaya bagi manusia, terlebih lagi Stasiun Kalimas berada di tengah-tengah pemukiman penduduk yang cukup padat. Sehingga akan lebih baik apabila penggunaan motor bakar di lingkungan Stasiun Kalimas lebih dikurangi. (Starcrest Consultancy Group, 2018)

Selain menghemat ruang, *RMG* beroperasi lebih efisien dan lebih bersih daripada *RTG*. Hal tersebut dikarenakan *RMG* sepenuhnya menggunakan listrik, sehingga dapat dibilang baik untuk lingkungan. Penggunaan motor diesel pada *RTG* menghasilkan banyak gas buang dan kebisingan, yang mengganggu komunikasi antar operator *crane* dan personel di darat, sehingga dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Sedangkan penggunaan *RMG* tidak mengeluarkan emisi gas buang, dan tanpa suara karena menggunakan energi listrik.

5.2.2 Pemilihan Crane Menggunakan *Expert Choice 11*

Setelah faktor-faktor pemilihan *crane* telah terpilih, maka tahap selanjutnya yaitu melakukan pemilihan terhadap *RMG (Rail Mounted Gantry)* dan *RTG (Rubber Tyred*

Gantry) crane. Pemilihan ini menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, dimana kriteria-kriteria pemilihan pada sub bab sebelumnya akan dibandingkan dan dilihat mana yang paling terbaik di antara dua alternatif yang sudah dipilih, yaitu *RMG* dan *RTG*. Dalam penggunaan metode *AHP*, penelitian ini menggunakan *tools* berupa *Expert Choice 11*. Masing-masing kriteria akan dibobotkan oleh responden yang telah ditunjuk sebelumnya (Lampiran 25 hingga Lampiran 56). Pembobotan tersebut akan dilakukan berdasarkan pendapat subyektif dari masing-masing responden. Responden tersebut yaitu orang-orang penting yang terlibat dalam kegiatan bongkar muat di Stasiun Kalimas.

Tabel 5.6 Hasil Perbandingan Kriteria dan Alternatif Tiap Responden

Responden	Cost	Lama Pembangunan	Teknis	Environment Effect	Hasil Pembobotan	
					RMG	RTG
1	66,7%	9,3%	18,4%	5,7%	80,5%	19,5%
2	10,8%	23,5%	41,5%	24,2%	33,5%	66,5%
3	57,5%	10,5%	21,5%	10,5%	84,3%	15,7%
4	3,6%	32,1%	32,1%	32,1%	37,8%	62,2%
5	3,8%	26,9%	34,6%	34,6%	40,7%	59,3%
Kombinasi	23,4%	20,8%	37,9%	17,9%	52,4%	47,6%

Hal pertama yang harus dilakukan yaitu memasukan kriteria-kriteria pemilihan yang sudah dibuat pada sub bab 5.2.1 ke dalam *software Expert Choice 11* dimana *goal* atau hasil akhir dari tahap ini yaitu terpilihnya *RMG (Rail Mounted Gantry)* atau *RTG (Rubber Tyred Gantry) crane*. Setelah itu dilakukan pembobotan dengan membandingkan masing-masing kriteria penentu yang mencakup *cost*, lama pembangunan, teknis, serta *environment care* oleh tiap responden untuk mengetahui prioritas tiap kriteria dalam.

Kemudian tahap selanjutnya yaitu dengan membandingkan alat bongkar muat berupa *RMG* dan *RTG* terhadap kriteria yang sudah ditentukan. Dari hasil pembobotan yang diinputkan pada *Expert Choice 11*, didapat bahwa responden pertama yaitu Bapak Yudi yang merupakan Wakil Kepala Unit Pelaksana Teknis PT KALOG, memilih prioritas terbesar yaitu *cost* dan nilai terkecil yaitu *environment effect*, kemudian dengan perbandingan alat menghasilkan nilai sebesar 80,5% untuk *RMG* dan 19,5% untuk *RTG*, responden kedua yaitu Bapak Deddi Rahman yang merupakan Supervisor Operasional PT KALOG, memilih prioritas terbesar yaitu teknis dan nilai terkecil yaitu *cost*, kemudian dengan perbandingan alat menghasilkan nilai sebesar 33,5% untuk *RMG* dan 66,5%, responden ketiga yaitu Bapak Koesworo yang merupakan Asisten Manajer Alat Berat PT JO Bumi Kalog, memilih prioritas terbesar yaitu *cost* dan nilai terkecil yaitu *environment effect* dan lama pembangunan, kemudian dengan perbandingan alat menghasilkan nilai sebesar 84,3% untuk *RMG* dan 15,7% untuk *RTG*, responden keempat yaitu Bapak Kusnan yang merupakan Asisten Manajer Operasional PT JO Bumi

Kalog, memilih prioritas terbesar yaitu teknis, lama pembangunan, dan *environment effect* dan nilai terkecil yaitu *cost*, kemudian dengan perbandingan alat menghasilkan nilai sebesar 37,8% untuk *RMG* dan 62,2% untuk *RTG*, dan responden kelima yaitu Bapak Slamet Mulyanto yang merupakan Asisten Manajer Operasional PT JO Bumi Kalog, memilih prioritas terbesar yaitu teknis dan *environment effect* dan nilai terkecil yaitu *cost*, kemudian dengan perbandingan alat menghasilkan nilai sebesar 40,7% untuk *RMG* dan 59,3% untuk *RTG*.

Dapat dilihat pada Tabel 5.6, bahwa dari kriteria yang sudah dibuat dan dimasukkan ke dalam *software Expert Choice 11* serta dilakukan pembobotan oleh 5 responden yang memberikan penilaian terhadap masing-masing kriteria sehingga dapat diketahui prioritas mana yang didahulukan dalam pemilihan sebuah peralatan bongkar muat. Dari hasil kuisioner, didapat hasil dengan prioritas pertama yaitu kriteria teknis yang bernilai 37,9% dengan bobot terbesar pada responden 2, kemudian prioritas kedua yaitu kriteria *cost* yang bernilai 23,4% dengan bobot terbesar pada responden 1, lalu prioritas ketiga yaitu kriteria lama pembangunan yang bernilai 23,4% dengan bobot terbesar pada responden 4, dan yang terakhir yaitu kriteria *environment effect* yang bernilai 17,9% dengan bobot terbesar pada responden 5.

Dari hasil pembobotan masing-masing responden, kemudian seluruh pembobotan tersebut digabungkan menjadi satu sehingga didapatkan masing-masing nilai dari kedua *crane* yaitu 52,4% untuk *RMG* dengan bobot tertinggi pada responden 1 dan 47,6% untuk *RTG* dengan bobot tertinggi pada responden 2. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa dengan persentase tersebut *crane* yang terpilih yaitu tipe *Rail Mounted Gantry (RMG)*.

5.3 Pendapat Pihak Operator

Berdasarkan hasil survey dan wawancara dengan Bapak Yoga yang merupakan Manajer Area PT JO Bumi Kalog, Bapak Koesworo yang merupakan Asisten Manajer Operasional PT JO Bumi Kalog, Bapak Yudi yang merupakan Wakil KUPT PT KALOG serta Bapak Robby yang merupakan Supervisor Marketing PT KALOG didapatkan pandangan-pandangan bagaimana kinerja *reach stacker* dan rencana penerepan *crane* pada Stasiun Kalimas.

5.3.1 Pendapat Mengenai Penggunaan *Gantry Crane* pada Stasiun Kalimas

Bedasarkan hasil survey pengamatan waktu bongkar muat pada Stasiun Kalimas, diperoleh beberapa pandangan mengenai bagaimana pengaplikasian alat bongkar muat berupa *gantry crane* dapat diterapkan di Stasiun Kalimas.

1. Dari segi *cost*, menurut Bapak Yoga dan Bapak Yudi kedua *crane* memang memiliki biaya yang terbilang tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan *reach stacker* yang masih menyewa. Namun, apabila penggunaan *crane* tersebut mampu meningkatkan kinerja bongkar muat pada Stasiun Kalimas, maka pengadaan *crane* dapat dipertimbangkan.

2. Bapak Yoga dan Bapak Koesworo juga berpendapat mengenai kesesuaian penerapan *crane* pada Stasiun Kalimas. Apabila dilihat dari kondisi Stasiun Kalimas, struktur tanah pada *stacking yard* tidak memungkinkan untuk diberikan beban yang besar, karena permukaan tanah pada Kalimas yang selalu terjadi penurunan setiap tahunnya. Penggunaan *gantry crane* memang memiliki kelebihan berupa volume penumpukkan yang besar, namun bila konstruksi tanah yang tidak kuat tersebut menerima beban yang berat dari *crane* dan penumpukkan peti kemas, maka akan terjadi penurunan pada tanah yang tidak merata. Sehingga, penggunaan *gantry crane* yang seharusnya berada pada lahan yang rata, menjadi tidak berfungsi dengan baik karena permukaan *stacking yard* yang bergelombang akibat pembebanan yang tidak merata tersebut.
3. Bapak Robby berpendapat bahwa, apabila penggunaan *RMG crane* diterapkan pada *stacking yard* yang memerlukan rel khusus untuk operasinya. Dalam beberapa tahun ke depan, dengan beban *RMG* yang besar, rel tersebut juga akan mengalami perubahan bentuk yang dapat membahayakan pengoperasian dari *RMG* tersebut. Sehingga peletakkan *crane* pada *stacking yard* sangatlah tidak memungkinkan untuk diterapkan.
4. Penerapan untuk *RMG crane* memerlukan biaya untuk mengadakan generator khusus untuk keadaan darurat apabila terjadi pemadaman listrik pada Stasiun Kalimas. Sehingga apabila diterapkan, perancangan proses bongkar muat pada kereta harus memungkinkan juga untuk *reach stacker* dapat mengambil peran.

5.3.2 Pendapat Mengenai Rancangan Skenario Usulan

Menurut Bapak Yoga mengenai perancangan skenario usulan, pada bagian jalur kereta masih memungkinkan untuk penerapan *gantry crane* dengan jangkauan 4 jalur yaitu jalur 1 hingga jalur 4 seperti pada Lampiran 1. Dimana dengan jangkauan tersebut, konstruksi dan beban yang dimiliki oleh *gantry crane* tidaklah terlalu besar dibanding dengan peletakkan pada *stacking yard* yang membutuhkan jangkauan dan konstruksinya yang besar.

Biaya yang besar dalam mengadakan *RMG crane*, menyebabkan penggunaannya hanya terbatas pada 1 unit *crane* saja. Hal tersebut dikarenakan apabila terdapat dua unit *crane* yang terpasang, pada saat tidak ada kereta maka *crane* tersebut tidak akan beroperasi secara maksimal. Sehingga, pada kondisi tersebut penggunaan *reach stacker* akan kembali dimaksimalkan kembali. Kemudian Bapak Yoga menjelaskan, akan lebih baik apabila penggunaan 1 unit *gantry crane* dikombinasikan dengan penggunaan *reach stacker* yang lebih fleksibel. Sehingga, pada tahap selanjutnya dapat dilakukan perancangan penggunaan *gantry crane* yang menjangkau jalur 1 hingga jalur 4 untuk kegiatan bongkar dan muat kereta. Perancangan tersebut juga akan dikombinasikan dengan *reach stacker* yang ada untuk memaksimalkan penggunaan *crane* apabila terjadi gangguan.

5.4 Pemilihan RMG (Rail Mounted Gantry) Crane

Setelah dilakukan pemilihan tipe gantry crane, dan didapatkan tipe berupa *RMG crane*, maka selanjutnya dilakukan pemilihan *RMG* berdasarkan spesifikasi dari merk yang berbeda (Lampiran 16 hingga Lampiran 23). Berikut spesifikasi yang menjadi bahan pertimbangan:

Tabel 5.7 Spesifikasi *RMG*

Merk	Liebherr	Konecranes	Sany	Weihua	Huada
Gantry Span (m)	22-70	50 (max)	40	18-36	22
Lifting Height (m)	9,2-21	21	18,2	15-20	12,5
Lifting Weight (t)	40,6-50	50 (max)	41	50 or Design	60
Cantilever (m)	0-20	up to 15			
Gantry Travel (m/min)	Up to 240	140	50	90-130	4,9-49
Hoisting Speed (m/min)	52- 80	90	40	50	1,25-12,5
Hoisting Speed (with load) (m/min)	23- 40	45	20	23	
Trolley Speed (m/min)	Up to 180	70	80	70	4,9-49
Electricity		3 phase: 50/60 Hz, 10–15 kV	50 Hz, 380 V	3 Phase 380V 50Hz or Design	240 kW

Dari Tabel 5.6 dapat dipilih spesifikasi *RMG crane* yang sesuai dengan Stasiun Kalimas yaitu merk *Weihua* dengan *lifting weighth* sebesar 50 t, *gantry span* sebesar 19 m, *lifting height* sebesar 10 m, *gantry travel* 70 m/min, *hoisting speed* 23-50 m/ min, dan *trolley speed* 70 m/ min.

5.5 Analisis Penggunaan *Reach Stacker* dan *RMG Crane*

1. *Reach Stacker*

Dari data yang didapat dan dilakukan simulasi terhadap waktu lamanya bongkar muat kereta menggunakan 4 unit *reach stacker* dan 3 unit truk internal, didapat hasil berupa waktu sebagai berikut.

Tabel 5.8 Hasil Simulasi Bongkar Muat *Crane*

Replikasi	Eksisting (jam)
1	2,220
2	2,168
3	2,176
4	2,193
5	2,152
6	2,168
7	2,193
8	2,218
9	2,151
10	2,120
Rata-Rata	2,176

Pada sub bab ini dilakukan evaluasi terhadap kinerja *reach stacker* pada Stasiun Kalimas. Pada kondisi saat ini *reach stacker* pada Stasiun Kalimas digunakan untuk melakukan proses bongkar dan muat kereta api, serta bongkar dan muat truk pada *stacking yard*. Terdapat beberapa kondisi di Stasiun Kalimas yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Dalam satu bulan, *throughput* yang didapat oleh PT JO Bumi Kalog dari seluruh kegiatan bongkar muat di Stasiun Kalimas yaitu sebesar 13000 TEUs/ bulan.
- Seluruh kegiatan bongkar dan muat peti kemas tersebut menggunakan 4 buah *reach stacker* yang beroperasi sesuai kebutuhan. Namun, sayangnya tidak semua reach stacker di tempat ini dalam kondisi yang baik. Terdapat 1 unit reach stacker yang kinerjanya tidak secepat 3 unit lainnya. Dari hasil pengamatan dan pengambilan data, 1 unit reach stacker dapat melayani rata-rata sebanyak 15 peti kemas dalam satu jam.
- PT Kalog yang merupakan customer dari PT JO Bumi Kalog menargetkan per bulannya dapat mengantar dan menerima sebanyak 1500 TEUs untuk satu kereta, dan setiap bulannya target tersebut selalu terpenuhi.
- Biaya operasi dari *reach stacker* sendiri juga masih dinilai cukup tinggi, dimana data yang didapat dari hasil wawancara yaitu sebagai berikut:

Jumlah	: 4 unit
Lifting SWL	: 45 ton
Konsumsi bahan bakar	: 7000 L/ bulan
Biaya sewa	: Rp195.000.000/ unit/ bulan

Bahan bakar yang digunakan untuk operasi *reach stacker* yaitu solar industri dengan harga Rp9600/ liter, sehingga biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk satu *reach stacker* yaitu sebesar Rp67.200.000/ bulan. Untuk satu bulan, biaya keseluruhan yang dikeluarkan untuk pengoperasian dari empat *reach stacker* adalah sebesar Rp1.048.800.000.

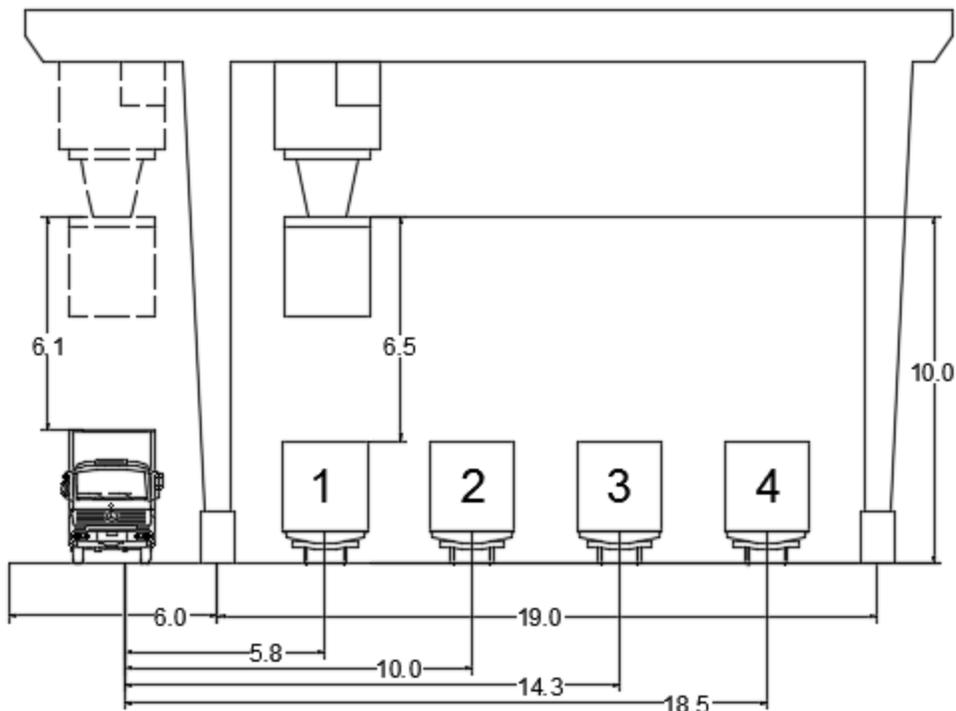
- Proses bongkar muat pada kereta api yang terbatas, karena dilakukan hanya pada jalur 1 saja sedangkan jalur kereta yang disediakan di Stasiun Kalimas lebih dari satu. Hal tersebut dikarenakan *reach stacker* tidak mampu menjangkau gerbong datar pada jalur 2 dan seterusnya. Sehingga apabila terdapat beberapa kereta yang sedang memenuhi jalur maka kereta pada jalur 2 harus melakukan langsir atau berpindah dahulu ke jalur 1 dan hal tersebut tentunya akan memakan waktu yang tidak sedikit. Terdapat juga kondisi dimana peti kemas yang akan dimuat ke atas kereta belum berada pada *stacking yard* dan pada saat yang bersamaan, kereta yang lain telah sampai di stasiun. Hal tersebut menyebabkan kereta kedua tidak dapat memulai proses bongkar

sampai kereta pertama selesai melakukan proses muat. Oleh sebab itu sering kali terdapat peti kemas yang terlambat datang karena kereta tetap harus berangkat sesuai dengan jadwal yang ditentukan.

- Proses bongkar muat kereta yang berlangsung juga akan melibatkan truk internal yang dimiliki oleh perusahaan yang berfungsi sebagai alat bantu untuk mentransfer peti kemas dari *yard* menuju ke tepi rangkaian kereta. Truk internal yang dimiliki oleh perusahaan yaitu berjumlah tiga unit yang bekerja secara bersamaan saat dilakukan kegiatan bongkar muat kereta.

2. *RMG crane*

Berbeda dengan reach stacker yang memiliki fleksibilitas tinggi, pola pergerakan *crane* sangatlah terbatas. Pergerakan *RMG* hanya mengikuti arah dari konstruksi rel yang ada. *Crane* yang akan digunakan untuk proses bongkar muat kereta pada Stasiun Kalimas memiliki spesifikasi sebagai berikut:



Gambar 5.5 *RMG Crane* Tampak dari Depan
Sumber: Rancangan Penulis

- *Gantry Span* : 19 m
- *Panjang Cantilever* : 11 m
- *Lifting Height* : 10 m
- *Panjang Rel* : 410 m

- *Gantry Travel (no load)* : 130 m/ menit
- *Gantry Travel (rated load)* : 70 m/ menit
- *Hoisting (no load)* : 50 m/ menit
- *Hoisting (rated load)* : 23 m/ menit
- Jarak Hoisting dari Gerbong : 6,5 m
- Jarak Hoisting dari Truk : 6,2 m
- *Trolley Travel (with/without load)* : 70 m/ menit
- Jarak Truk ke Jalur 1 : 5,8 m
- Jarak Truk ke Jalur 2 : 10 m
- Jarak Truk ke Jalur 3 : 14,3 m
- Jarak Truk ke Jalur 4 : 18,5 m

Dari data di atas, maka dapat dilakukan perhitungan terhadap pergerakan *crane* berdasarkan kecepatan gerak *hoisting*, *trolleying*, serta *gantry travel* dengan jarak yang sudah disesuaikan dengan kondisi di lapangan.

Tabel 5.9 Perhitungan Waktu Bongkar Muat pada Jalur 1

Bongkar/Muat Jalur 1	
Tahapan pergerakan crane	Estimasi waktu
1. Move Trolley (x) (no load)	0,08 min
2. Move Gantry (y) (no load)	0,19 min
3. Lowering Spreader (no load)	0,13 min
4. Hoisting Spreader (with load)	0,28 min
5. Move Trolley (x) (with load)	0,08 min
6. Move Gantry (y) (with load)	0,36 min
7. Lowering Spreader (with load)	0,12 min
8. Hoisting Spreader (no load)	0,12 min
Total	0,83 min

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pergerakan *trolley* diambil dari jarak truk menuju jalur 1 yaitu sebesar 5,8 m. Sedangkan pergerakan *hoist* diambil dari jarak dari tinggi maksimum *spreader* sampai dengan tinggi peti kemas di atas gerbong datar, yaitu sebesar 6,5 m dan tinggi maksimum *spreader* sampai dengan tinggi peti kemas di atas truk yaitu sebesar 6,2 m. Kemudian pergerakan *gantry travel* yang diasumsikan dengan melakukan perpindahan sejauh 25 m yaitu jarak antar peti kemas 40 *feet*. Kemudian dilakukan perhitungan dengan membagi jarak pergerakan dengan kecepatan sesuai spesifikasi di pasaran, sehingga mendapatkan total waktu sebesar 0,74 menit.

Tabel 5.10 Perhitungan Waktu Bongkar Muat pada Jalur 2

Bongkar/Muat Jalur 2	
Tahapan pergerakan crane	Estimasi waktu
1. Move Trolley (x) (no load)	0,14 min
2. Move Gantry (y) (no load)	0,19 min
3. Lowering Spreader (no load)	0,13 min
4. Hoisting Spreader (with load)	0,28 min
5. Move Trolley (x) (with load)	0,14 min
6. Move Gantry (y) (with load)	0,36 min
7. Lowering Spreader (with load)	0,12 min
8. Hoisting Spreader (no load)	0,12 min
Total	0,95 min

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pergerakan *trolley* diambil dari jarak truk menuju jalur 2 yaitu sebesar 10 m. Sedangkan pergerakan *hoist* diambil dari jarak dari tinggi maksimum *spreader* sampai dengan tinggi peti kemas di atas gerbong datar, yaitu sebesar 6,5 m dan tinggi maksimum *spreader* sampai dengan tinggi peti kemas di atas truk yaitu sebesar 6,2 m. Kemudian pergerakan *gantry travel* yang diasumsikan dengan melakukan perpindahan sejauh 25 m yaitu jarak antar peti kemas 40 *feet*. Kemudian dilakukan perhitungan dengan membagi jarak pergerakan dengan kecepatan sesuai spesifikasi di pasaran, sehingga mendapatkan total waktu sebesar 0,86 menit.

Tabel 5.11 Perhitungan Waktu Bongkar Muat pada Jalur 3

Bongkar/Muat Jalur 3	
Tahapan pergerakan crane	Estimasi waktu
1. Move Trolley (x) (no load)	0,20 min
2. Move Gantry (y) (no load)	0,19 min
3. Lowering Spreader (no load)	0,13 min
4. Hoisting Spreader (with load)	0,28 min
5. Move Trolley (x) (with load)	0,20 min
6. Move Gantry (y) (with load)	0,36 min
7. Lowering Spreader (with load)	0,12 min
8. Hoisting Spreader (no load)	0,12 min
Total	1,07 min

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pergerakan *trolley* diambil dari jarak truk menuju jalur 3 yaitu sebesar 14,3 m. Sedangkan pergerakan *hoist* diambil dari jarak dari tinggi maksimum *spreader* sampai dengan tinggi peti kemas di atas gerbong datar,

yaitu sebesar 6,5 m dan tinggi maksimum *spreader* sampai dengan tinggi peti kemas di atas truk yaitu sebesar 6,2 m. Kemudian pergerakan *gantry travel* yang diasumsikan dengan melakukan perpindahan sejauh 25 m yaitu jarak antar peti kemas 40 *feet*. Kemudian dilakukan perhitungan dengan membagi jarak pergerakan dengan kecepatan sesuai spesifikasi di pasaran, sehingga mendapatkan total waktu sebesar 0,98 menit.

Tabel 5.12 Perhitungan Waktu Bongkar Muat pada Jalur 4

Bongkar/Muat Jalur 4	
Tahapan pergerakan crane	Estimasi waktu
1. Move Trolley (x) (no load)	0,26 min
2. Move Gantry (y) (no load)	0,19 min
3. Lowering Spreader (no load)	0,13 min
4. Hoisting Spreader (with load)	0,28 min
5. Move Trolley (x) (with load)	0,26 min
6. Move Gantry (y) (with load)	0,36 min
7. Lowering Spreader (with load)	0,12 min
8. Hoisting Spreader (no load)	0,12 min
Total	1,19 min

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pergerakan *trolley* diambil dari jarak truk menuju jalur 4 yaitu sebesar 18,5 m. Sedangkan pergerakan *hoist* diambil dari jarak dari tinggi maksimum *spreader* sampai dengan tinggi peti kemas di atas gerbong datar, yaitu sebesar 6,5 m dan tinggi maksimum *spreader* sampai dengan tinggi peti kemas di atas truk yaitu sebesar 6,2 m. Kemudian pergerakan *gantry travel* yang diasumsikan dengan melakukan perpindahan sejauh 25 m yaitu jarak antar peti kemas 40 *feet*. Kemudian dilakukan perhitungan dengan membagi jarak pergerakan dengan kecepatan sesuai spesifikasi di pasaran, sehingga mendapatkan total waktu sebesar 1,1 menit.

5.6 Perancangan Skenario Usulan

Perancangan Skenario usulan ini dibentuk berdasarkan dari pemilihan model yang sudah dikonsultasikan kepada pihak perusahaan terkait, dengan pembentukan skenario berdasarkan variasi jumlah fasilitas alat bongkar muat yang akan diterapkan.

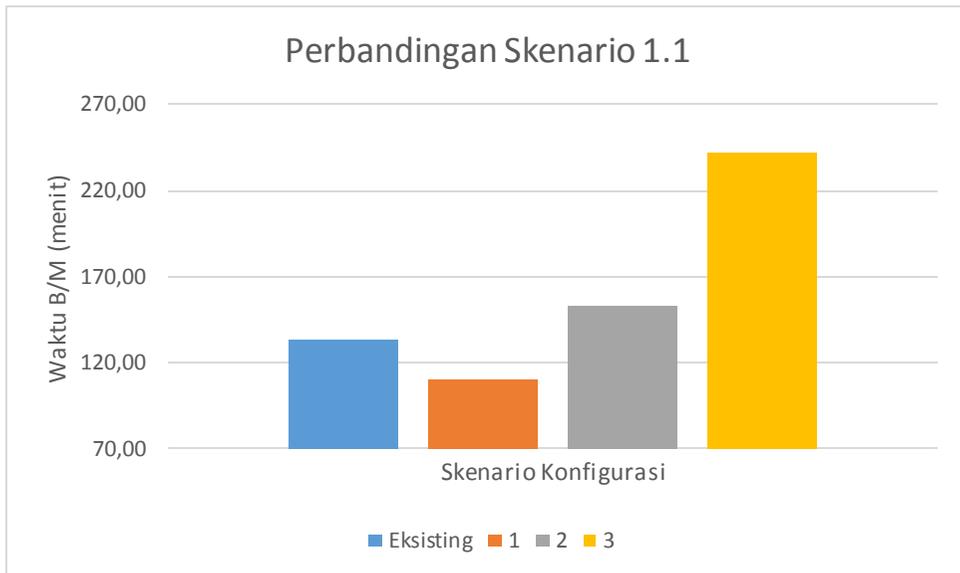
5.5.1 Skenario 3 Truk Internal

Perancangan skenario ini dilakukan dengan mengubah susunan alat bongkar muat yang dipakai, yang awalnya menggunakan 4 unit *reach stacker* dan 3 unit truk diubah menjadi konfigurasi alat bongkar muat berupa *RMG crane*, *reach stacker*, dan 3 truk internal.

1. Skenario 1.1

Skenario ini merupakan konfigurasi alat bongkar muat dengan susunan berupa 1 unit *RMG crane*, 3 unit *reach stacker*, dan 3 unit truk internal.

1. Skenario 1 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 3 *reach stacker*, dengan pembagian 3 unit berada pada *yard*.
2. Skenario 2 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 3 *reach stacker*, dengan pembagian 1 unit berada pada kereta dan 2 unit pada *yard*.
3. Skenario 3 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 3 *reach stacker*, dengan pembagian 2 unit berada pada kereta dan 1 unit pada *yard*.



Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Skenario 1.1

Dari hasil simulasi menggunakan *software ARENA*, didapat data berupa waktu bongkar muat pada masing-masing skenario. Pada skenario 1 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 110,41 menit. Pada skenario 2 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 152,82 menit. Pada skenario 3 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 241,9 menit. Jika dibandingkan dengan hasil simulasi skenario kondisi eksisting, yang memiliki hasil waktu bongkar muat kereta selama 133,21 menit, penambahan fasilitas alat bongkar muat berupa 1 unit *RMG crane*, dan pengurangan *reach stacker* menjadi 3 unit, menunjukkan bahwa tidak keseluruhan skenario dapat memotong waktu proses bongkar muat kereta yang berlangsung.

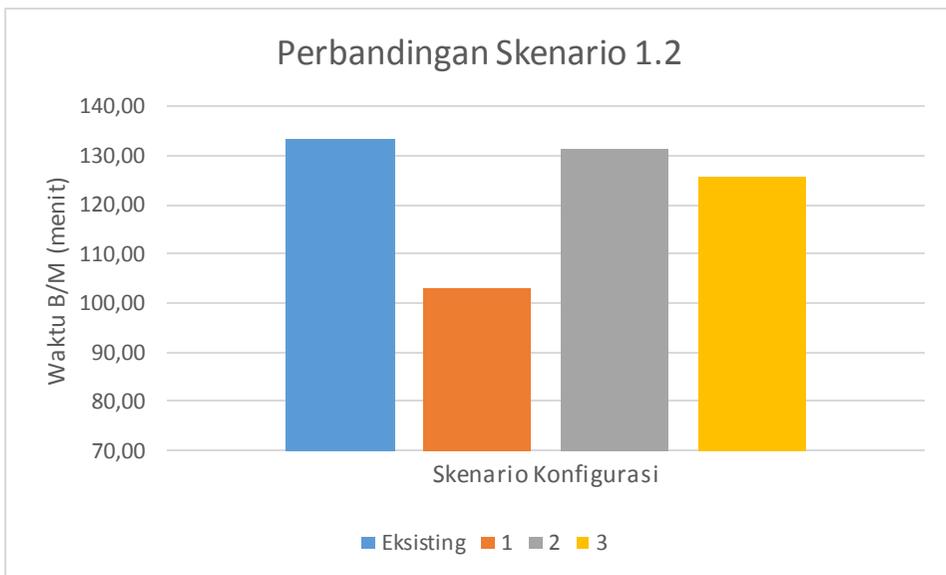
Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pada skenario 1 dengan konfigurasi *reach stacker* 3 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 17,11%. Pada skenario 2 dengan konfigurasi *reach stacker* 1 unit pada kereta dan 2 unit pada *yard*, dapat menaikkan waktu bongkar muat sebesar 14,72%. Pada skenario 3 dengan konfigurasi *reach stacker* 2 unit pada kereta dan 1 unit pada *yard*, dapat menaikkan waktu bongkar muat sebesar 81,59%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konfigurasi peralatan

bongkar muat yang paling efektif yaitu pada skenario 1 dengan susunan 1 unit *RMG crane* dan 3 unit *reach stacker* yang peletakkannya pada *yard*.

2. Skenario 1.2

Skenario ini merupakan konfigurasi alat bongkar muat dengan susunan berupa 1 unit *RMG crane*, 4 unit *reach stacker*, dan 3 unit truk internal.

1. Skenario 1 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 4 *reach stacker*, dengan pembagian 1 unit berada pada kereta dan 3 unit berada pada *yard*.
2. Skenario 2 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 4 *reach stacker*, dengan pembagian 2 unit berada pada kereta dan 2 unit pada *yard*.
3. Skenario 3 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 4 *reach stacker*, dengan pembagian 3 unit berada pada kereta dan 1 unit pada *yard*.



Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Skenario 1.2

Dari hasil simulasi menggunakan *software ARENA*, didapat data berupa waktu bongkar muat pada masing-masing skenario. Pada skenario 1 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 102,9 menit. Pada skenario 2 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 131,16 menit. Pada skenario 3 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 125,82 menit. Jika dibandingkan dengan hasil simulasi skenario kondisi eksisting, yang memiliki hasil waktu bongkar muat kereta selama 133,21 menit, penambahan fasilitas alat bongkar muat berupa 1 unit *RMG crane*, dan 4 unit *reach stacker*, menunjukkan bahwa skenario ini mampu memotong waktu proses bongkar muat kereta yang berlangsung.

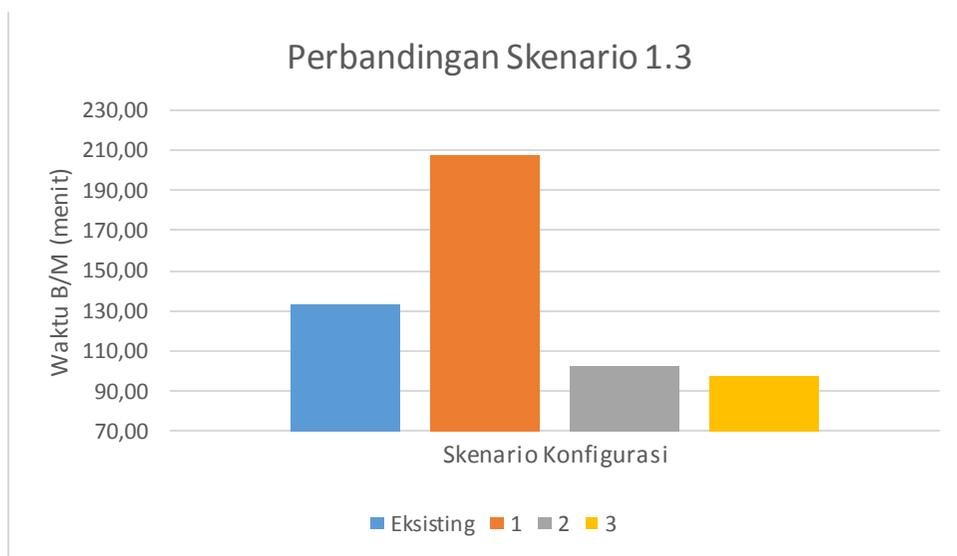
Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pada skenario 1 dengan konfigurasi *reach stacker* 1 unit pada kereta dan 3 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 22,75%. Pada skenario 2 dengan konfigurasi *reach stacker* 2 unit pada

kereta dan 2 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 1,54%. Pada skenario 3 dengan konfigurasi *reach stacker* 3 unit pada kereta dan 1 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 5,55%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konfigurasi peralatan bongkar muat yang paling efektif yaitu pada skenario 1 dengan susunan 1 unit *RMG crane* dan 4 unit *reach stacker* yang peletakkannya 1 unit pada kereta dan 3 unit pada *yard*.

3. Skenario 1.3

Skenario ini merupakan konfigurasi alat bongkar muat dengan susunan berupa 1 unit *RMG crane*, 5 unit *reach stacker*, dan 3 unit truk internal.

1. Skenario 1 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 5 *reach stacker*, dengan pembagian 3 unit berada pada kereta dan 2 unit berada pada *yard*.
2. Skenario 2 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 5 *reach stacker*, dengan pembagian 2 unit berada pada kereta dan 3 unit pada *yard*.
3. Skenario 3 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 5 *reach stacker*, dengan pembagian 1 unit berada pada kereta dan 4 unit pada *yard*.



Gambar 5.8 Grafik Perbandingan Skenario 1.3

Dari hasil simulasi menggunakan *software ARENA*, didapat data berupa waktu bongkar muat pada masing-masing skenario. Pada skenario 1 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 207,26 menit. Pada skenario 2 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 102,52 menit. Pada skenario 3 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 97,99 menit. Jika dibandingkan dengan hasil simulasi skenario kondisi eksisting, yang memiliki hasil waktu bongkar muat kereta selama 133,21 menit, penambahan fasilitas alat bongkar muat berupa 1 unit *RMG crane*, dan 5

unit *reach stacker*, menunjukkan bahwa tidak keseluruhan skenario dapat memotong waktu proses bongkar muat kereta yang berlangsung.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pada skenario 1 dengan konfigurasi *reach stacker* 3 unit pada kereta dan 2 unit pada *yard*, dapat menaikkan waktu bongkar muat sebesar 55,59%. Pada skenario 2 dengan konfigurasi *reach stacker* 2 unit pada kereta dan 3 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 23,04%. Pada skenario 3 dengan konfigurasi *reach stacker* 1 unit pada kereta dan 4 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 26,44%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konfigurasi peralatan bongkar muat yang paling efektif yaitu pada skenario 3 dengan susunan 1 unit *RMG crane* dan 5 unit *reach stacker* yang peletakkannya 1 unit pada kereta dan 4 unit pada *yard*.

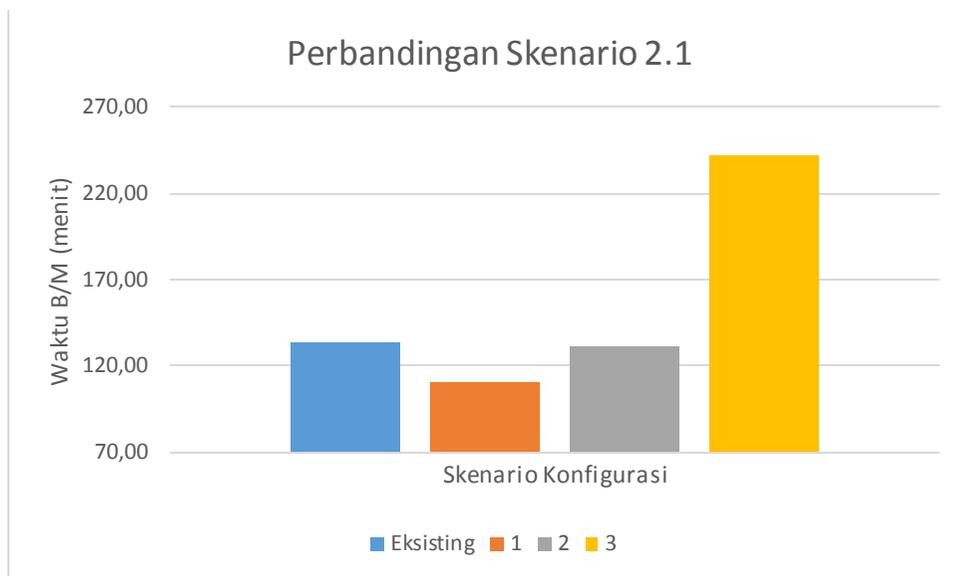
5.5.2 Skenario 4 Truk Internal

Perancangan skenario ini dilakukan dengan mengubah susunan alat bongkar muat yang dipakai, yang awalnya menggunakan 4 unit *reach stacker* dan 3 unit truk diubah menjadi konfigurasi alat bongkar muat berupa *RMG crane*, *reach stacker*, dan 4 truk internal.

1. Skenario 2.1

Skenario ini merupakan konfigurasi alat bongkar muat dengan susunan berupa 1 unit *RMG crane*, 3 unit *reach stacker*, dan 4 unit truk internal.

1. Skenario 1 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 3 *reach stacker*, dengan pembagian 3 unit berada pada *yard*.
2. Skenario 2 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 3 *reach stacker*, dengan pembagian 1 unit berada pada kereta dan 2 unit pada *yard*.
3. Skenario 3 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 3 *reach stacker*, dengan pembagian 2 unit berada pada kereta dan 1 unit pada *yard*.



Gambar 5.9 Grafik Perbandingan Skenario 2.1

Dari hasil simulasi menggunakan *software ARENA*, didapat data berupa waktu bongkar muat pada masing-masing skenario. Pada skenario 1 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 110,40 menit. Pada skenario 2 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 131,11 menit. Pada skenario 3 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 241,9 menit. Jika dibandingkan dengan hasil simulasi skenario kondisi eksisting, yang memiliki hasil waktu bongkar muat kereta selama 133,21 menit, penambahan fasilitas alat bongkar muat berupa 1 unit *RMG crane*, dan pengurangan *reach stacker* menjadi 3 unit, menunjukkan bahwa tidak keseluruhan skenario dapat memotong waktu proses bongkar muat kereta yang berlangsung.

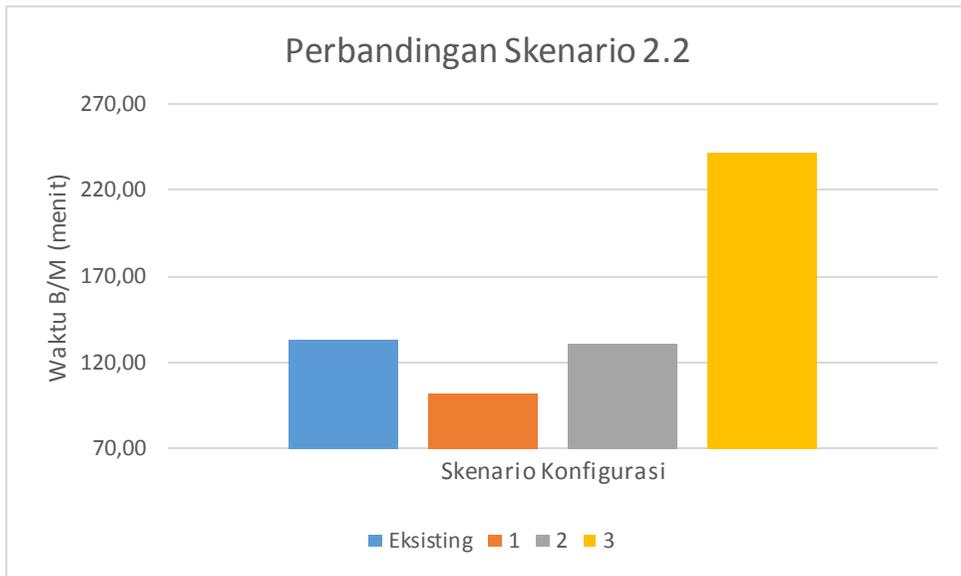
Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pada skenario 1 dengan konfigurasi *reach stacker* 3 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 17,12%. Pada skenario 2 dengan konfigurasi *reach stacker* 1 unit pada kereta dan 2 unit pada *yard*, dapat menaikkan waktu bongkar muat sebesar 1,58%. Pada skenario 3 dengan konfigurasi *reach stacker* 2 unit pada kereta dan 1 unit pada *yard*, dapat menaikkan waktu bongkar muat sebesar 81,59%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konfigurasi peralatan bongkar muat yang paling efektif yaitu pada skenario 1 dengan susunan 1 unit *RMG crane* dan 3 unit *reach stacker* yang peletakkannya pada *yard*.

2. Skenario 2.2

Skenario ini merupakan konfigurasi alat bongkar muat dengan susunan berupa 1 unit *RMG crane*, 4 unit *reach stacker*, dan 4 unit truk internal.

1. Skenario 1 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 5 *reach stacker*, dengan pembagian 3 unit berada pada kereta dan 2 unit berada pada *yard*.
2. Skenario 2 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 5 *reach stacker*, dengan pembagian 2 unit berada pada kereta dan 3 unit pada *yard*.

3. Skenario 3 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 5 *reach stacker*, dengan pembagian 1 unit berada pada kereta dan 4 unit pada *yard*.



Gambar 5.10 Grafik Perbandingan Skenario 2.2

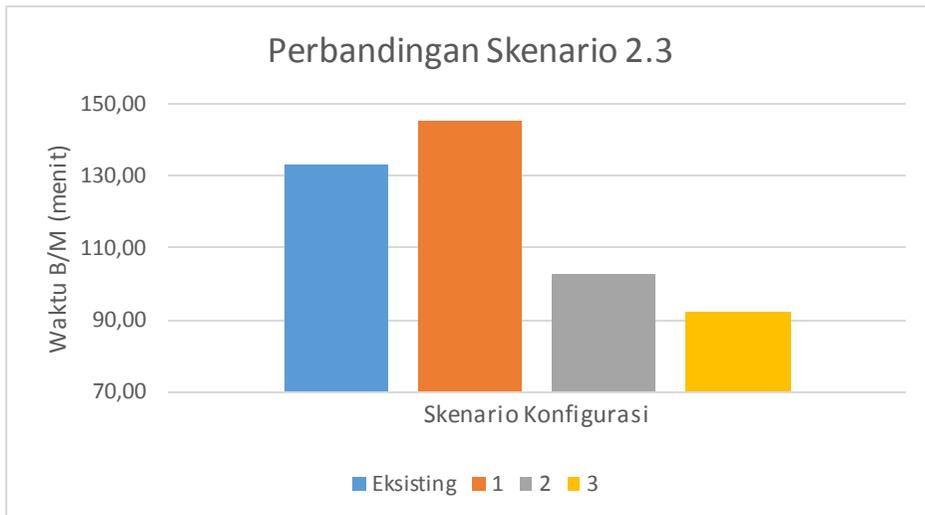
Dari hasil simulasi menggunakan *software ARENA*, didapat data berupa waktu bongkar muat pada masing-masing skenario. Pada skenario 1 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 102,24 menit. Pada skenario 2 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 131,11 menit. Pada skenario 3 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 241,90 menit. Jika dibandingkan dengan hasil simulasi skenario kondisi eksisting, yang memiliki hasil waktu bongkar muat kereta selama 133,21 menit, penambahan fasilitas alat bongkar muat berupa 1 unit *RMG crane*, dan 4 unit *reach stacker*, menunjukkan bahwa tidak keseluruhan skenario dapat memotong waktu proses bongkar muat kereta yang berlangsung.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pada skenario 1 dengan konfigurasi *reach stacker* 1 unit pada kereta dan 3 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 23,25%. Pada skenario 2 dengan konfigurasi *reach stacker* 2 unit pada kereta dan 2 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 1,58%. Pada skenario 3 dengan konfigurasi *reach stacker* 3 unit pada kereta dan 1 unit pada *yard*, dapat menaikkan waktu bongkar muat sebesar 81,59%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konfigurasi peralatan bongkar muat yang paling efektif yaitu pada skenario 1 dengan susunan 1 unit *RMG crane* dan 4 unit *reach stacker* yang peletakkannya 1 unit pada kereta dan 3 unit pada *yard*.

3. Skenario 2.3

Skenario ini merupakan konfigurasi alat bongkar muat dengan susunan berupa berupa 1 unit *RMG crane*, 5 unit *reach stacker*, dan 4 unit truk internal.

1. Skenario 1 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 5 *reach stacker*, dengan pembagian 3 unit berada pada kereta dan 2 unit berada pada *yard*.
2. Skenario 2 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 5 *reach stacker*, dengan pembagian 2 unit berada pada kereta dan 3 unit pada *yard*.
3. Skenario 3 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 5 *reach stacker*, dengan pembagian 1 unit berada pada kereta dan 4 unit pada *yard*.



Gambar 5.11 Grafik Perbandingan Skenario 2.3

Dari hasil simulasi menggunakan *software ARENA*, didapat data berupa waktu bongkar muat pada masing-masing skenario. Pada skenario 1 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 145,49 menit. Pada skenario 2 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 102,93 menit. Pada skenario 3 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 92,04 menit. Jika dibandingkan dengan hasil simulasi skenario kondisi eksisting, yang memiliki hasil waktu bongkar muat kereta selama 133,21 menit, penambahan fasilitas alat bongkar muat berupa 1 unit *RMG crane*, dan 5 unit *reach stacker*, menunjukkan bahwa tidak keseluruhan skenario dapat memotong waktu proses bongkar muat kereta yang berlangsung.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pada skenario 1 dengan konfigurasi *reach stacker* 3 unit pada kereta dan 2 unit pada *yard*, dapat menaikkan waktu bongkar muat sebesar 9,22%. Pada skenario 2 dengan konfigurasi *reach stacker* 2 unit pada kereta dan 3 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 22,73%. Pada skenario 3 dengan konfigurasi *reach stacker* 1 unit pada kereta dan 4 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 30,91%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konfigurasi peralatan bongkar muat yang paling efektif yaitu pada skenario 3

dengan susunan 1 unit *RMG crane* dan 5 unit *reach stacker* yang peletakkannya 1 unit pada kereta dan 4 unit pada *yard*.

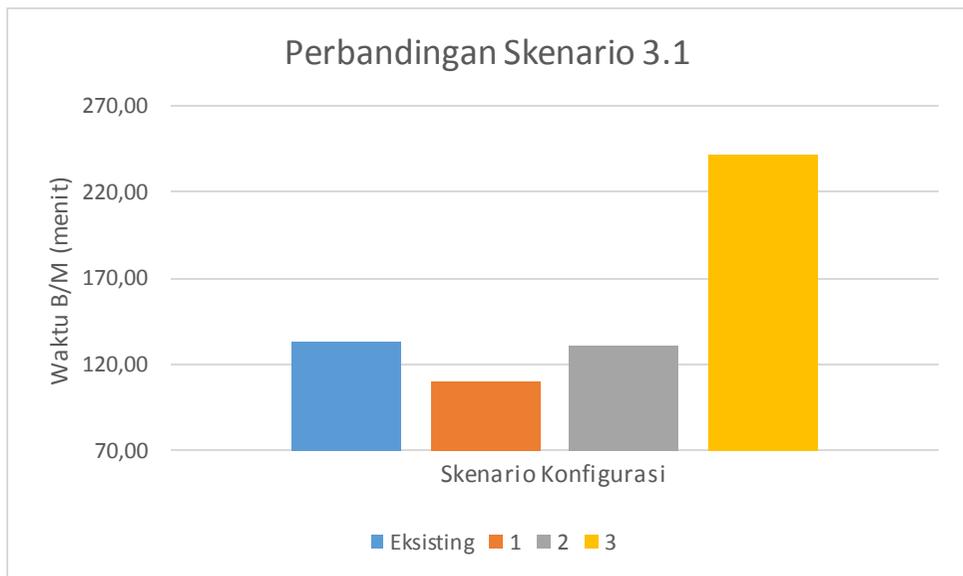
5.5.3 Skenario 5 Truk Internal

Perancangan skenario ini dilakukan dengan mengubah susunan alat bongkar muat yang dipakai, yang awalnya menggunakan 4 unit *reach stacker* dan 3 unit truk diubah menjadi konfigurasi alat bongkar muat berupa *RMG crane*, *reach stacker*, dan 5 truk internal.

1. Skenario 3.1

ekanario ini merupakan konfigurasi alat bongkar muat dengan susunan berupa 1 unit *RMG crane*, 3 unit *reach stacker*, dan 5 unit truk internal.

1. Skenario 1 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 3 *reach stacker*, dengan pembagian 3 unit berada pada *yard*.
2. Skenario 2 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 3 *reach stacker*, dengan pembagian 1 unit berada pada kereta dan 2 unit pada *yard*.
3. Skenario 3 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 3 *reach stacker*, dengan pembagian 2 unit berada pada kereta dan 1 unit pada *yard*.



Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Skenario 3.1

Dari hasil simulasi menggunakan *software ARENA*, didapat data berupa waktu bongkar muat pada masing-masing skenario. Pada skenario 1 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 110,28 menit. Pada skenario 2 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 131,11 menit. Pada skenario 3 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 241,9 menit. Jika dibandingkan dengan hasil simulasi

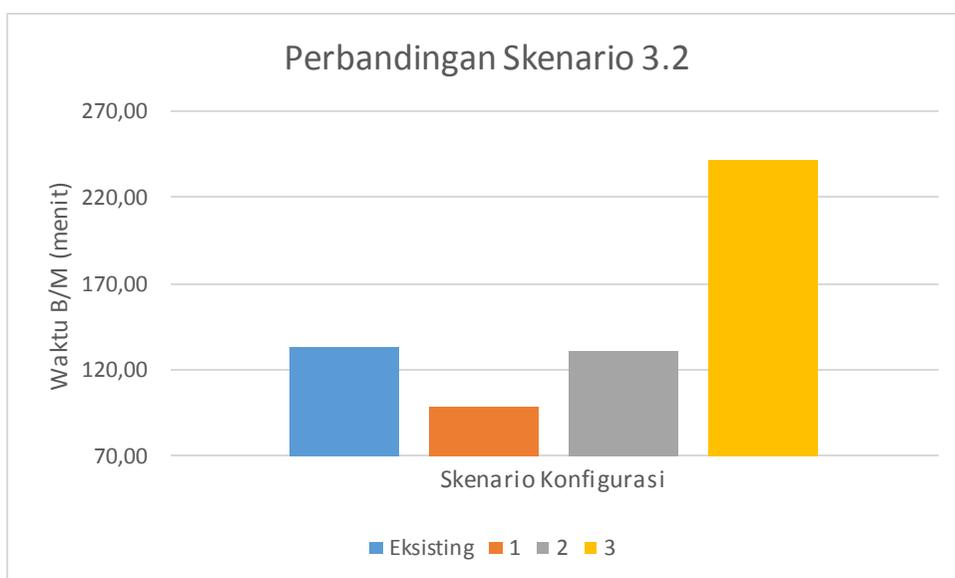
skenario kondisi eksisting, yang memiliki hasil waktu bongkar muat kereta selama 133,21 menit, penambahan fasilitas alat bongkar muat berupa 1 unit *RMG crane*, dan pengurangan *reach stacker* menjadi 3 unit, menunjukkan bahwa tidak keseluruhan skenario dapat memotong waktu proses bongkar muat kereta yang berlangsung.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pada skenario 1 dengan konfigurasi *reach stacker* 3 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 17,22%. Pada skenario 2 dengan konfigurasi *reach stacker* 1 unit pada kereta dan 2 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 1,58%. Pada skenario 3 dengan konfigurasi *reach stacker* 2 unit pada kereta dan 1 unit pada *yard*, dapat menaikkan waktu bongkar muat sebesar 81,59%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konfigurasi peralatan bongkar muat yang paling efektif yaitu pada skenario 1 dengan susunan 1 unit *RMG crane* dan 3 unit *reach stacker* yang peletakkannya pada *yard*.

2. Skenario 3.2

Sekenario ini merupakan konfigurasi alat bongkar muat dengan susunan berupa 1 unit *RMG crane*, 4 unit *reach stacker*, dan 5 unit truk internal.

1. Skenario 1 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 4 *reach stacker*, dengan pembagian 1 unit berada pada kereta dan 3 unit berada pada *yard*.
2. Skenario 2 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 4 *reach stacker*, dengan pembagian 2 unit berada pada kereta dan 2 unit pada *yard*.
3. Skenario 3 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 4 *reach stacker*, dengan pembagian 3 unit berada pada kereta dan 1 unit pada *yard*.



Gambar 5.13 Grafik Perbandingan Skenario 3.2

Dari hasil simulasi menggunakan *software ARENA*, didapat data berupa waktu bongkar muat pada masing-masing skenario. Pada skenario 1 didapatkan hasil waktu

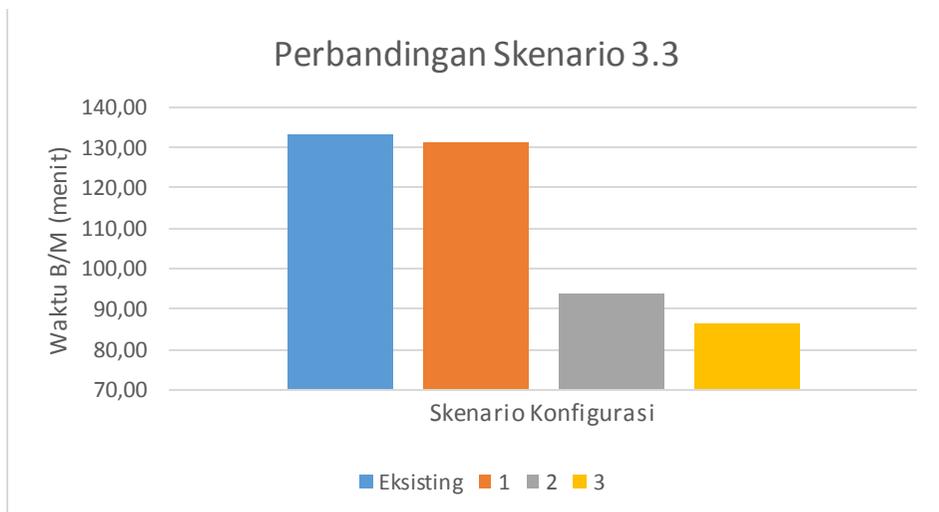
bongkar muat kereta selama 98,21 menit. Pada skenario 2 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 131,11 menit. Pada skenario 3 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 241,9 menit. Jika dibandingkan dengan hasil simulasi skenario kondisi eksisting, yang memiliki hasil waktu bongkar muat kereta selama 133,21 menit, penambahan fasilitas alat bongkar muat berupa 1 unit *RMG crane*, dan 4 unit *reach stacker*, menunjukkan bahwa tidak keseluruhan skenario mampu memotong waktu proses bongkar muat kereta yang berlangsung.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pada skenario 1 dengan konfigurasi *reach stacker* 1 unit pada kereta dan 3 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 26,27%. Pada skenario 2 dengan konfigurasi *reach stacker* 2 unit pada kereta dan 2 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 1,58%. Pada skenario 3 dengan konfigurasi *reach stacker* 3 unit pada kereta dan 1 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 81,59%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konfigurasi peralatan bongkar muat yang paling efektif yaitu pada skenario 1 dengan susunan 1 unit *RMG crane* dan 4 unit *reach stacker* yang peletakkannya 1 unit pada kereta dan 3 unit pada *yard*.

3. Skenario 3.3

Sekenario ini merupakan konfigurasi alat bongkar muat dengan susunan berupa berupa 1 unit *RMG crane*, 5 unit *reach stacker*, dan 5 unit truk internal.

1. Skenario 1 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 5 *reach stacker*, dengan pembagian 3 unit berada pada kereta dan 2 unit berada pada *yard*.
2. Skenario 2 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 5 *reach stacker*, dengan pembagian 2 unit berada pada kereta dan 3 unit pada *yard*.
3. Skenario 3 dengan susunan fasilitas berupa 1 unit *RMG crane* dan 5 *reach stacker*, dengan pembagian 1 unit berada pada kereta dan 4 unit pada *yard*.



Gambar 5.14 Grafik Perbandingan Skenario 3.3

Dari hasil simulasi menggunakan *software ARENA*, didapat data berupa waktu bongkar muat pada masing-masing skenario. Pada skenario 1 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 131,11 menit. Pada skenario 2 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 93,88 menit. Pada skenario 3 didapatkan hasil waktu bongkar muat kereta selama 86,53 menit. Jika dibandingkan dengan hasil simulasi skenario kondisi eksisting, yang memiliki hasil waktu bongkar muat kereta selama 133,21 menit, penambahan fasilitas alat bongkar muat berupa 1 unit *RMG crane*, dan 5 unit *reach stacker*, menunjukkan bahwa skenario ini mampu memotong waktu proses bongkar muat kereta yang berlangsung.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pada skenario 1 dengan konfigurasi *reach stacker* 3 unit pada kereta dan 2 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 1,58%. Pada skenario 2 dengan konfigurasi *reach stacker* 2 unit pada kereta dan 3 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 29,53%. Pada skenario 3 dengan konfigurasi *reach stacker* 1 unit pada kereta dan 4 unit pada *yard*, dapat menurunkan waktu bongkar muat sebesar 35,04%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konfigurasi peralatan bongkar muat yang paling efektif yaitu pada skenario 3 dengan susunan 1 unit *RMG crane* dan 5 unit *reach stacker* yang peletakkannya 1 unit pada kereta dan 4 unit pada *yard*.

5.7 Analisis Simulasi Usulan dan Perbandingan dengan Kondisi Eksisting

Setelah merancang skenario susunan alat bongkar muat, tahap selanjutnya yaitu melakukan simulasi menggunakan *software ARENA*. Berikut merupakan hasil simulasi ketiga skenario yang sudah dirancang:

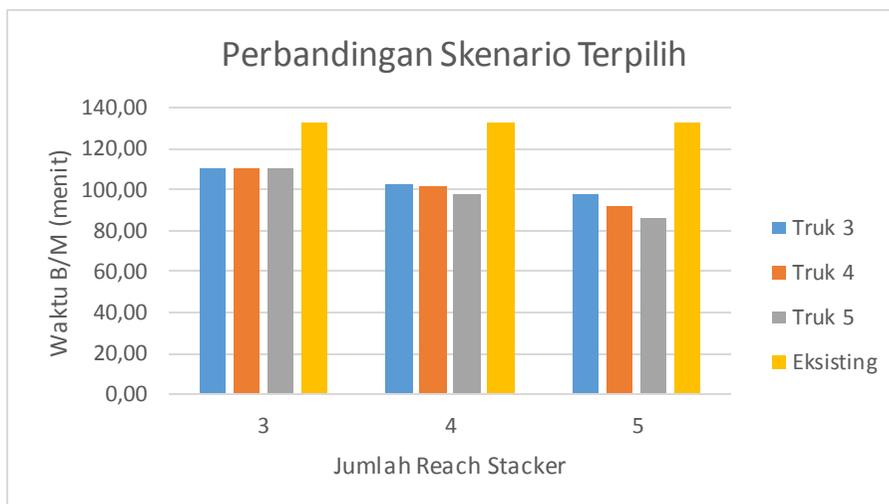
Tabel 5.13 Hasil Terbaik Simulasi *Arena*

Skenario	Waktu		Fasilitas		
	menit	%	RMG	RS	Truk
Eksisting	133,21		1	4	3
1.1	110,41	17,1%	1	3	3
1.2	102,90	22,8%	1	4	3
1.3	97,99	26,4%	1	5	3
2.1	110,40	17,1%	1	3	4
2.2	102,24	23,3%	1	4	4
2.3	92,04	30,9%	1	5	4
3.1	110,28	17,2%	1	3	5
3.2	98,21	26,3%	1	4	5
3.3	86,53	35,0%	1	5	5

Dari hasil simulasi, dipilih skenario terbaik dan didapat data seperti pada Tabel 5.12. Skenario 1.1 memperoleh hasil waktu bongkar muat sebesar 110,41 menit dengan 1 unit *RMG*, 3 unit *reach stacker* dan 3 unit truk. Skenario 1.2 memperoleh hasil waktu bongkar muat sebesar 102,90 menit dengan 1 unit *RMG*, 4 unit *reach stacker* dan 3 unit truk. Skenario 1.3 memperoleh hasil waktu bongkar muat sebesar 97,99 menit dengan 1 unit *RMG*, 5 unit *reach stacker* dan 3 unit truk.

Skenario 2.1 memperoleh hasil waktu bongkar muat sebesar 110,4 menit dengan 1 unit *RMG*, 3 unit *reach stacker* dan 4 unit truk. Skenario 2.2 memperoleh hasil waktu bongkar muat sebesar 102,24 menit dengan 1 unit *RMG*, 4 unit *reach stacker* dan 4 unit truk. Skenario 2.3 memperoleh hasil waktu bongkar muat sebesar 92,04 menit dengan 1 unit *RMG*, 5 unit *reach stacker* dan 4 unit truk.

Skenario 3.1 memperoleh hasil waktu bongkar muat sebesar 110,28 menit dengan 1 unit *RMG*, 3 unit *reach stacker* dan 5 unit truk. Skenario 3.2 memperoleh hasil waktu bongkar muat sebesar 98,21 menit dengan 1 unit *RMG*, 4 unit *reach stacker* dan 5 unit truk. Skenario 3.3 memperoleh hasil waktu bongkar muat sebesar 86,23 menit dengan 1 unit *RMG*, 5 unit *reach stacker* dan 5 unit truk.



Gambar 5.15 Perbandingan Skenario Terpilih

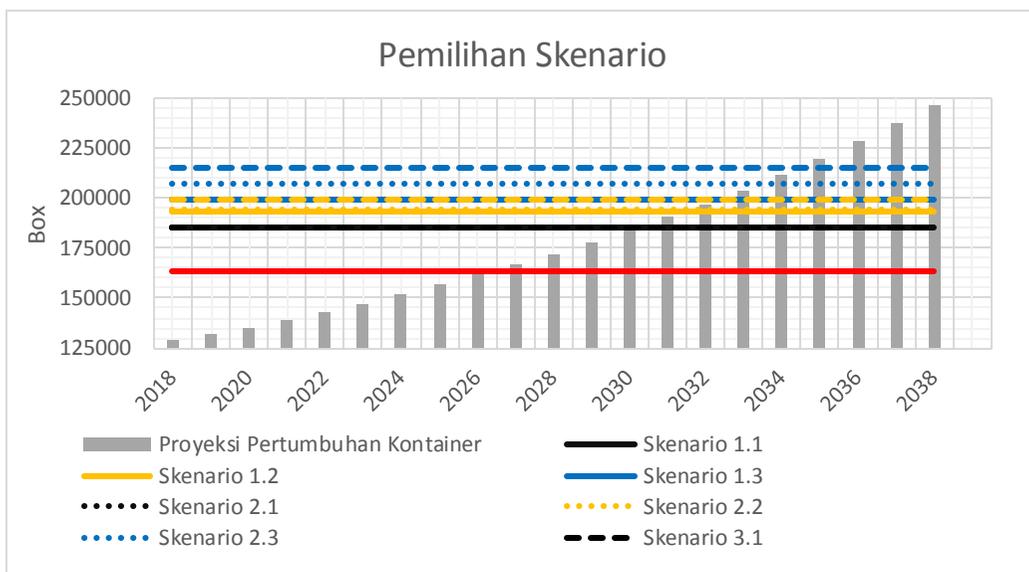
Dari Gambar 5.16 dapat dilihat perbandingan setiap skenario dengan kondisi eksisting pada Stasiun Kalimas. Pada grafik dengan jumlah 3 reach stacker, waktu terendah diperoleh oleh skenario truk 5 dengan peningkatan sebesar 26,4%, diikuti dengan skenario truk 4 dengan peningkatan sebesar 22,8%, dan waktu tertinggi diperoleh oleh skenario truk 3 dengan peningkatan sebesar 17,1% dari kondisi eksisting.

Pada grafik dengan jumlah 4 reach stacker, waktu terendah diperoleh oleh skenario truk 5 dengan peningkatan sebesar 30,9%, diikuti dengan skenario truk 4 dengan peningkatan sebesar 23,3%, dan waktu tertinggi diperoleh oleh skenario truk 3 dengan peningkatan sebesar 17,1% dari kondisi eksisting.

Pada grafik dengan jumlah 5 reach stacker, waktu terendah diperoleh oleh skenario truk 5 dengan peningkatan sebesar 35%, diikuti dengan skenario truk 4 dengan

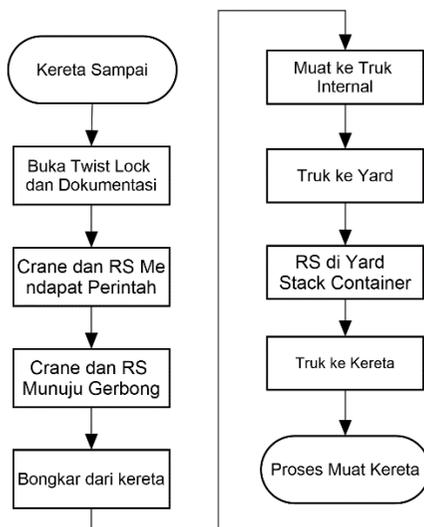
peningkatan sebesar 26,3%, dan waktu tertinggi diperoleh oleh skenario truk 3 dengan peningkatan sebesar 17,2% dari kondisi eksisting.

Sehingga dari keseluruhan hasil simulasi, waktu terendah diperoleh oleh waktu bongkar muat menggunakan 5 unit truk, 5 unit *reach stacker*, dan 1 unit *RMG* dengan peningkatan waktu sebesar 35%. Waktu tertinggi diperoleh oleh waktu bongkar muat menggunakan 3 unit truk, 3 unit *reach stacker*, dan 1 unit *RMG* dengan peningkatan waktu sebesar 17,1%.



Gambar 5.16 Rekonfigurasi Peralatan Bongkar Muat

Grafik pada Gambar 5.17 menunjukkan proyeksi peningkatan trafik peti kemas pada Stasiun Kalimas sampai tahun 2038 terhadap kondisi eksisting dan skenario rekonfigurasi usulan. Dapat diketahui bahwa dengan kondisi fasilitas bongkar muat saat ini, Stasiun Kalimas tidak akan mampu mengakomodasi pertumbuhan peti kemas yang terus bertumbuh sampai dengan tahun 2026. Sehingga diperlukan adanya rekonfigurasi terhadap fasilitas bongkar muat tersebut dengan penambahan *RMG crane* dikombinasikan dengan *reach stacker*. Pada grafik dapat terlihat bahwa dengan konfigurasi pada Skenario 1.1 (1 unit *RMG*, 3 unit *reach stacker*, dan 3 unit truk internal), sudah dapat mengakomodasi pertumbuhan Stasiun Kalimas sampai dengan tahun 2030. Jika dibandingkan dengan konfigurasi yang lainnya, maka skenario 1.1 terpilih karena memiliki jumlah alat bongkar muat yang paling sedikit dan investasi yang akan dikeluarkanpun akan lebih sedikit dibandingkan dengan skenario lainnya. Sehingga pada tahun-tahun berikutnya apabila pertumbuhan peti kemas pada Stasiun Kalimas terus menaik, maka hanya perlu penambahan jumlah alat berupa *reach stacker* dan truk saja.



Gambar 5.18 Alur Proses Bongkar Kereta Menggunakan *Crane* dan *RS*

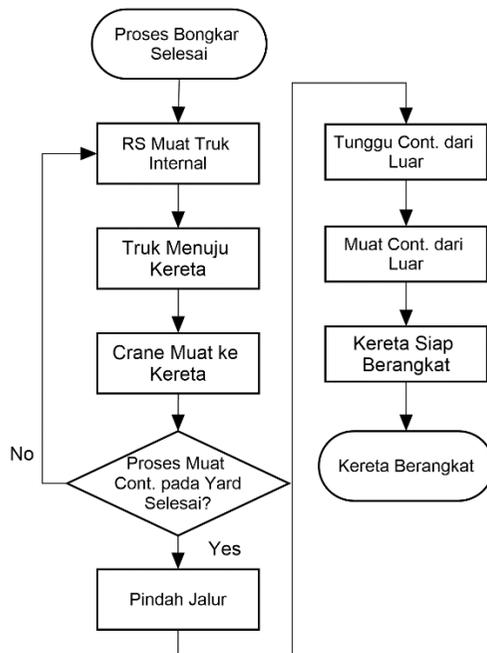
Sumber: Rancangan Penulis

Kegiatan bongkar *container* dari kereta api merupakan kegiatan membongkar atau mengambil muatan kereta yang merupakan peti kemas dan kemudian akan ditumpuk ke *yard*. Perbedaan kegiatan ini dari kondisi eksisting yaitu pada pembagian alat bongkar muat yang akan beroperasi pada saat kereta berada di stasiun. Pada kondisi eksisting, 2 unit *reach stacker* akan berada pada *yard* dan 2 unit lainnya akan berada pada kereta serta akan dilayani oleh 3 unit truk internal. Sedangkan pada skenario usulan, 1 unit *RMG* dan 1 unit *reach stacker* akan berada pada kereta dan 2 unit *reach stacker* akan berada pada *yard* serta akan dilayani oleh 3 unit truk internal.

Operator *crane* dan *reach stacker* akan mendapatkan perintah gerbong mana saja yang perlu dibongkar muatannya. *Crane* akan menuju ke gerbong yang dituju dan kemudian memuatnya ke atas 2 unit truk. Lalu truk akan menuju ke *yard* dan dibongkar oleh *reach stacker* untuk distack. Demikian juga dengan *reach stacker* yang ada di kereta juga melakukan bongkar kereta dengan 1 truk. Selain itu penggunaan *reach stacker* yang berdekatan dengan blok, seperti blok I, blok J atau Blok GS, peti kemas dapat langsung di *stack* tanpa bantuan truk internal.

5.7.2 Muat *Container* ke Kereta Api

Dari hasil analisis simulasi *software ARENA*, berikut merupakan alur proses muat peti kemas yang akan dilakukan dengan konfigurasi alat bongkar muat berupa 3 unit *reach stacker*, 3 unit truk internal dan 1 unit *RMG crane*.



Gambar 5.19 Alur Proses Muat Kereta Menggunakan Crane
Sumber: Rancangan Penulis

Kegiatan muat *container* ke kereta merupakan kegiatan untuk memuat peti kemas ke atas gerbong kereta dari *stacking yard* atau truk eksternal yang masuk stasiun. Perbedaan kegiatan ini dari kondisi eksisting yaitu pada pembagian alat bongkar muat yang akan beroperasi pada saat kereta berada di stasiun. Pada kondisi eksisting, 2 unit *reach stacker* akan berada pada *yard* dan 2 unit lainnya akan berada pada kereta serta akan dilayani oleh 3 unit truk internal. Sedangkan pada skenario usulan, 1 unit *RMG* dan 1 unit *reach stacker* akan berada pada kereta dan 2 unit *reach stacker* akan berada pada *yard* serta akan dilayani oleh 5 unit truk internal.

Reach stacker akan mendapat perintah dengan dilayani 3 unit truk internal untuk memuat kereta dengan mengambil peti kemas yang ada di *yard*. 2 unit truk akan menuju ke *RMG* dan 1 unit truk akan menuju ke *reach stacker* untuk memuat peti kemas ke atas kereta. Demikian juga dengan *reach stacker* yang ada di kereta dapat melakukan muat kereta tanpa menggunakan bantuan truk internal karena letak blok yang berdekatan dengan kereta seperti blok I, blok J atau Blok GS.

Perbedaan skenario usulan dengan keadaan eksisting lainnya yaitu pada saat kereta 1 masih menunggu muatan peti kemas yang belum datang. Pada saat itu, kereta 2 tidak bisa memulai proses bongkar muat karena tidak berada pada jalur 1. Namun, pada skenario usulan apabila seluruh peti kemas yang berada pada *yard* telah dimuat di kereta, maka kereta dapat langsung pindah jalur. Sehingga kereta berikutnya dapat melakukan bongkar terlebih dahulu, dan peti kemas yang terlambat pada kereta sebelumnya dapat ditunggu sampai akhir waktu keberangkatan kereta, karena peti kemas tersebut dapat dimuat dengan menggunakan *RMG crane* sampai dengan jalur keempat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

6.1 Kesimpulan

Setelah mendapatkan hasil simulasi dan melakukan analisis, berikut merupakan kesimpulan yang dapat diambil:

1. Pemilihan *gantry crane* menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* dengan *software Expert Choice 11* oleh 5 responden yang terpilih dari operator bongkar muat dengan mempertimbangkan empat kriteria, yaitu *cost* yang dipecah lagi menjadi *procurement cost*, *operational cost*, *yard development cost* serta *maintenance cost*, kemudian lama pembangunan, teknis yang meliputi spesifikasi, fleksibilitas, dan *equipment performance*, serta kriteria yang terakhir yaitu *Environment effect* dengan hasil akhir yaitu *RMG (Rail Mounted Gantry) crane* yang terpilih sebagai fasilitas yang akan dipakai pada skenario usulan.
2. Dari hasil simulasi dan pemilihan skenario terbaik, didapat bahwa keseluruhan skenario sudah dapat mengurangi waktu bongkar muat pada kereta. Pada skenario 3 truk, didapat waktu bongkar muat selama 110,41 menit untuk 3 unit *reach stacker*, 122,13 menit untuk 4 *reach stacker*, dan 97,99 menit untuk 5 *reach stacker*. Pada skenario 4 truk, didapat waktu bongkar muat selama 110,40 menit untuk 3 unit *reach stacker*, 102,24 menit untuk 4 *reach stacker*, dan 92,04 menit untuk 5 *reach stacker*. Pada skenario 5 truk, didapat waktu bongkar muat selama 110,28 menit untuk 3 unit *reach stacker*, 98,21 menit untuk 4 *reach stacker*, dan 86,53 menit untuk 5 *reach stacker*.
3. Berdasarkan hasil simulasi dan pemilihan berdasarkan proyeksi pertumbuhan ekonomi dan peningkatan trafik pada Stasiun Kalimas, maka skenario yang terpilih yaitu skenario 1.1 dengan waktu bongkar muat sebesar 110,41 menit yang mengalami penurunan waktu sebesar 17,1% dari kondisi eksisting yang berlangsung selama 133,21 menit. Dengan pengurangan 1 unit *reach stacker* serta penambahan 1 unit *RMG crane* dari kondisi eksisting. Sehingga konfigurasi fasilitas bongkar muat yang terpilih yaitu 1 unit *RMG*, 3 unit *reach stacker*, dan 3 unit truk internal.
4. Dapat diketahui bahwa dengan kondisi fasilitas bongkar muat saat ini, Stasiun Kalimas tidak akan mampu mengakomodasi pertumbuhan peti kemas yang terus bertumbuh sampai dengan tahun 2026. Sehingga diperlukan adanya rekonfigurasi terhadap fasilitas bongkar muat tersebut dengan penambahan *RMG crane* dikombinasikan dengan *reach stacker*. Konfigurasi pada Skenario 1.1 (1 unit *RMG*, 3 unit *reach stacker*, dan 3 unit truk internal), sudah dapat mengakomodasi pertumbuhan Stasiun Kalimas sampai dengan tahun 2030. Jika dibandingkan dengan konfigurasi yang lainnya, maka skenario 1.1 terpilih karena memiliki jumlah alat bongkar muat yang paling sedikit dan investasi yang akan dikeluarkanpun akan lebih sedikit dibandingkan dengan skenario lainnya. Sehingga pada tahun-tahun berikutnya apabila pertumbuhan peti kemas pada Stasiun Kalimas terus menaik, maka hanya perlu penambahan jumlah alat bongkar

muat berupa *reach stacker* dan truk saja. Kemudian dengan kapasitas penumpukkan saat ini, yaitu 1300 TEUs, setiap skenario yang sudah terbentuk tersebut masih dapat mengakomodasi peti kemas yang diperkirakan akan masuk per harinya, yakni sebesar 590 TEUs pada skenario 3.3.

6.2 Rekomendasi

Berikut ini merupakan rekomendasi yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya agar penelitian selanjutnya dapat lebih baik lagi serta untuk perusahaan dalam mengambil keputusan atas masalah yang ingin diselesaikan:

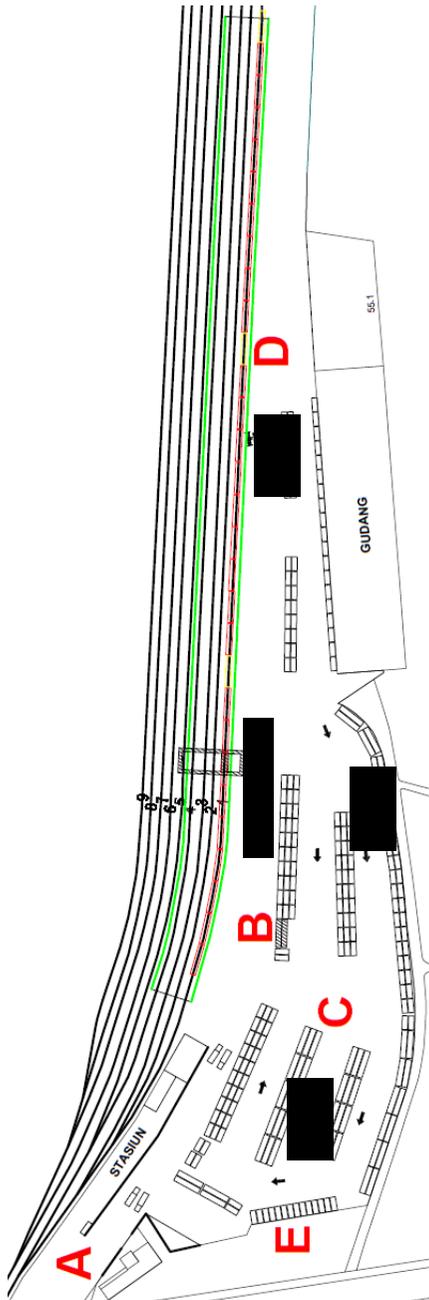
1. Perlunya penambahan lokomotif agar distribusi peti kemas di Pulau Jawa menjadi lebih padat.
2. Perlu ada pertimbangan untuk membuka jalur selatan Pulau Jawa untuk pemerataan distribusi logistik.
3. Pembinaan lahan untuk *stacking yard* yang tidak rata perlu dilakukan, demi mempermudah peletakkan peti kemas.
4. Perlunya melakukan *maintenance* terhadap *reach stacker* pada jadwal yang rutin untuk meningkatkan kinerja bongkar muat.

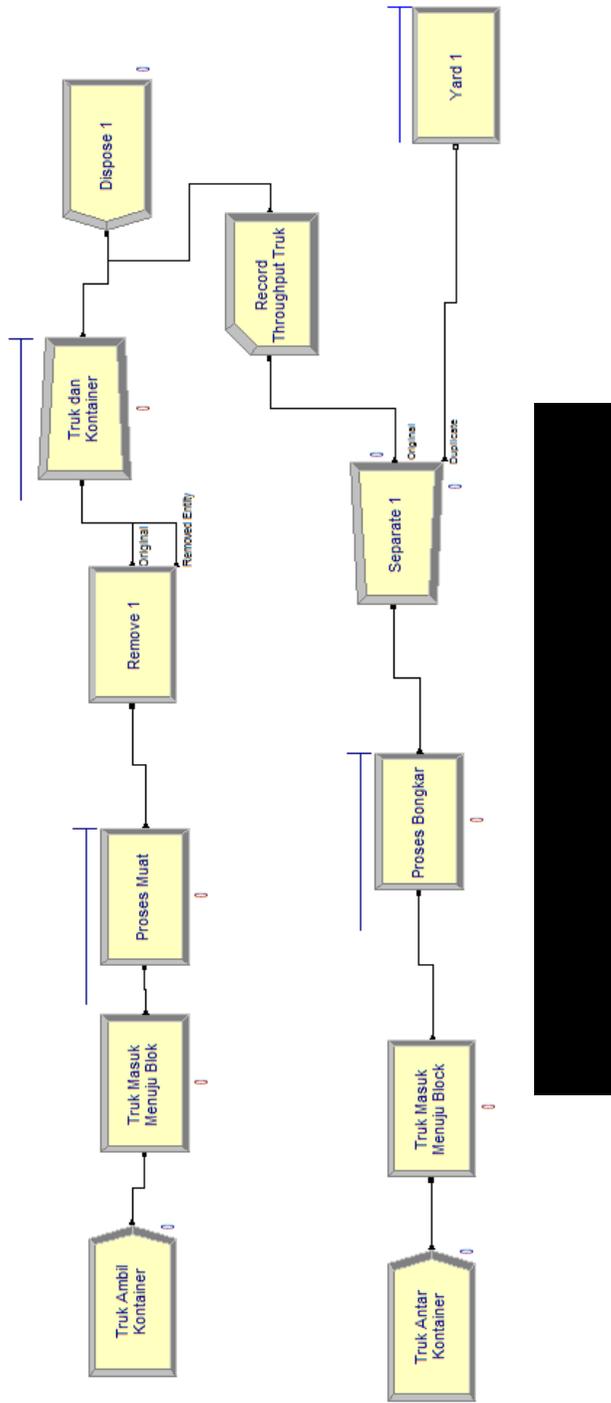
DAFTAR PUSTAKA

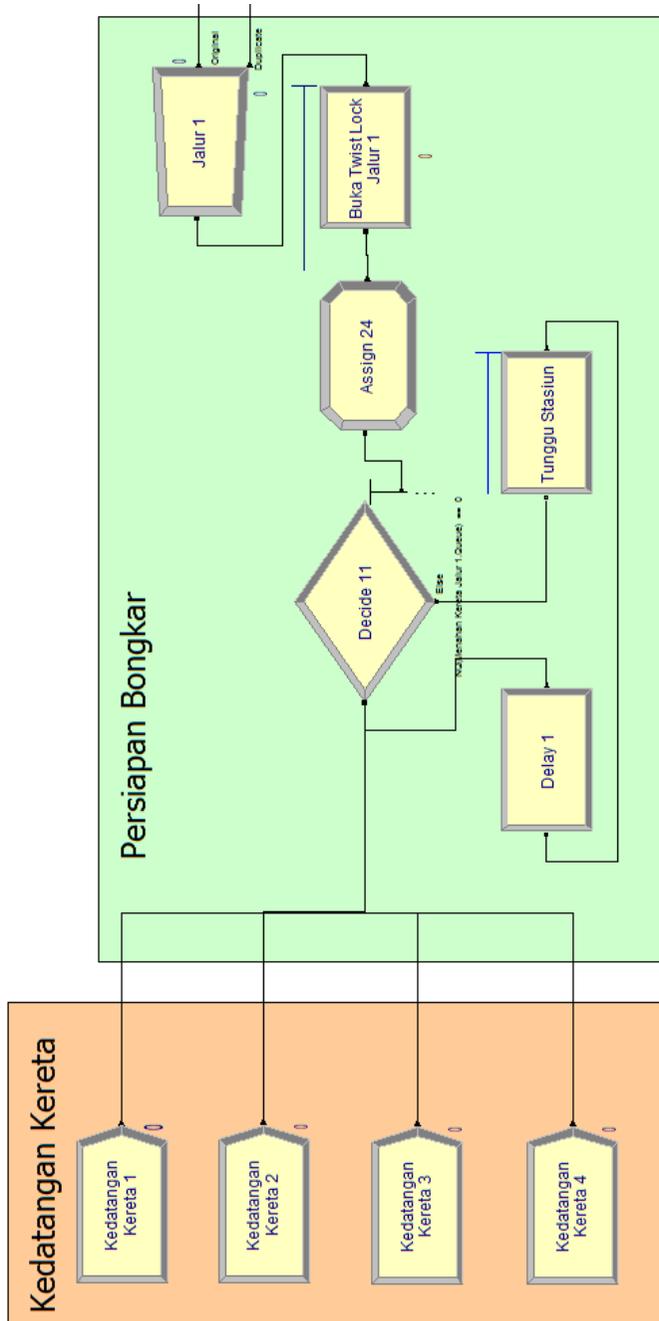
- Artana, K. B. & Dinariyana, A. B., 2013. *Teori Keandalan Sistem dan Aplikasi*. Pertama penyunt. s.l.:s.n.
- Boysen, N. & Flidner, M., 2010. Determining Crane Areas in Intermodal Transshipment Yards: The Yard Partition Problem. *European Journal of Operational Research*, Volume 204, pp. 336-342.
- Budiyanto, E. H. & Gurning, R. O. S., 2017. *Manajemen Pelabuhan*. s.l.:PT. Andhika Prasetya Ekawardhana.
- Crainic, T. G., Dell'Olmo, P., Ricciardi, N. & Sgalambro, A., 2015. Modeling dry-port-based freight distribution planning. *Transportation Research Part C*, p. 518–534.
- de Sousa Junior, W. T., Montevechi, J. A. B., de Carvalho Miranda, R. & Campos, A. T., 2018. Discrete simulation-based optimization methods for Industrial Engineering problems: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, Issue Elsevier.
- Ding, Z.-Y., Jo, G.-S., Wang, Y. & Yeo, G.-T., 2015. The Relative Efficiency of Container Terminals in Small and Medium-Sized Ports in China. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, pp. 231-251.
- Galle, V., Barnhart, C. & Jaillet, P., 288–316. Yard Crane Scheduling for container storage, retrieval, and relocation. *European Journal of Operational Research*, p. 2018.
- Harrel, C. R., Bowden, R. O. & Ghosh, B. K., 2003. *Simulation Using Promodel*. s.l.:s.n.
- Huang, W.-C. & Chu, C.-Y., 2004. A Selection Model for In-Terminal Container Handling Systems. *Journal of Marine Science and Technology*, Volume 12, pp. 159-170.
- Jeevan, J., Chen, S.-l. & Lee, E.-s., 2015. The Challenges of Malaysian Dry Ports Development. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, pp. 109-134.
- Jiang, B., Li, J. & Shen, S., 2018. Supply Chain Risk Assessment and Control of Port Enterprises: Qingdao Port as Case Study. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 34(Elsevier), pp. 198-208.
- KALOG, 2016. *Laporan Tahunan PT Kereta Api Logistik*, s.l.: s.n.
- Klusmeyer, L. A., t.thn. Installation of RMG Cranes at Intermodal Rail Yard.
- Kozan, E., 2000. Optimising Container Transfers at Multimodal Terminals. *Mathematical and Computer Modelling*, Volume 31, pp. 235-243.
- Law, A. M. & Kelton, W. D., 1991. *Simulation Modeling & Analysis*. 2nd penyunt. s.l.:McGraw-Hill Book Co..
- Lee, B. K. & Kim, K. H., 2010. Comparison and Evaluation of Various Cycle-Time Models for Yard Cranes in Container Terminals. *Int. J. Production Economics*, 126(Elsevier), pp. 350-360.
- Lee, B. K. & Kim, K. H., 2010. Optimizing The Block Size in Container Yards. *Transportation Research Part E* 46, pp. 120-135.
- Moghadam, M. K. & Noori, R., 2011. Cost Function Modelling for Semi-automated SC, RTG and Automated and Semi-automated RMG Container Yard Operating Systems. *International Journal of Business and Development Studies*, pp. 85-122.
- Nidec, t.thn. *An Introductory Guide to Port Cranes and the Application of Variable Speed Drives*. s.l.:s.n.

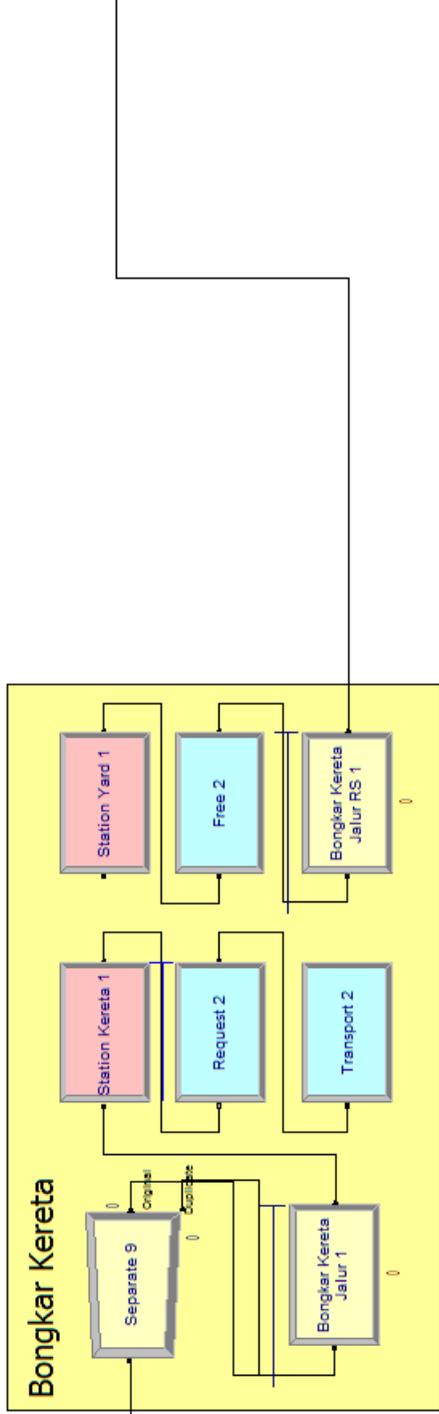
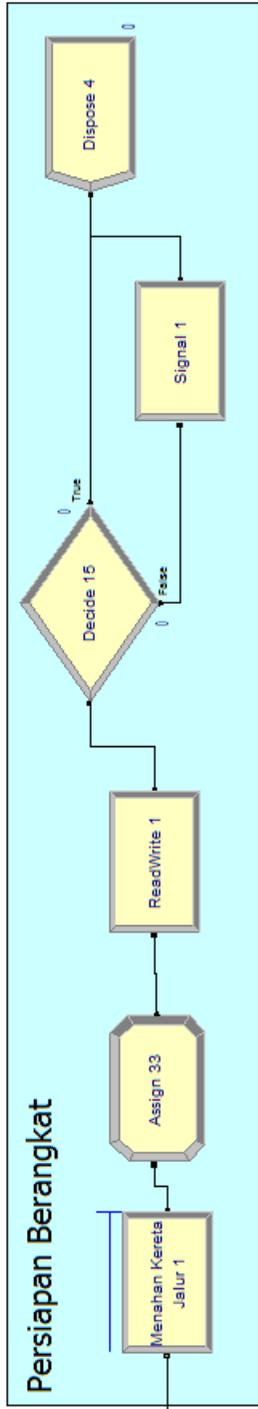
- Pallis, P. L., 2017. Port Risk Management in Container Terminals. *Transportation Research Procedia*, Volume 25, pp. 4411-4421.
- QMIPA Industrial Engineering Department Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018. *Arena Training Module*. Surabaya: s.n.
- Roso, V. & Lumsden, K., 2009. THE DRY PORT CONCEPT: MOVING SEAPORT ACTIVITIES INLAND?. *Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific*.
- Saaty, T. L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, p. 83.
- Santarremigia, F. E., Molero, G. D., Reyes, S. P. & Herrando, A. J., 2018. Railway Safety by Designing The Layout of Inland Terminals with Dangerous Goods Connected with The Rail Transport System. *Safety Science*, 110(Elsevier), pp. 206-216.
- Starcrest Consultancy Group, 2018. *Port Emissions Toolkit Guide, No.1: Assessment of port emissions*, s.l.: GloMEEP Project Coordination Unit International Maritime Organization and International Association of Ports and Harbors (IAPH).
- Sunaryo & Hamka, M. A., t.thn. Safety Risk Assessment on Container Terminal Using Hazard Identification and Risk Assessment and Fault Tree Analysis Methods.
- Zheng, L., Zhao, B., Wang, H. & Liu, H., 2011. Evironmental Risk Identification of Port Construction Project. *Procedia Environmental Sciences*, 10(Elsevier), pp. 2783-2787.

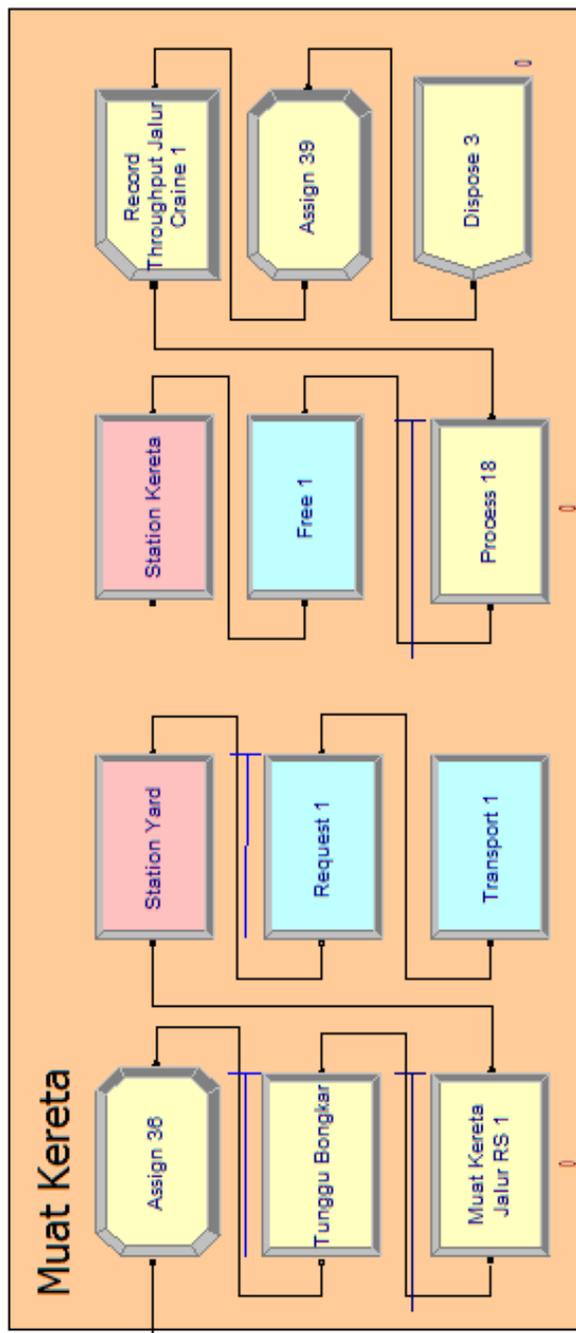
LAMPIRAN

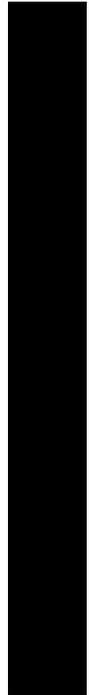
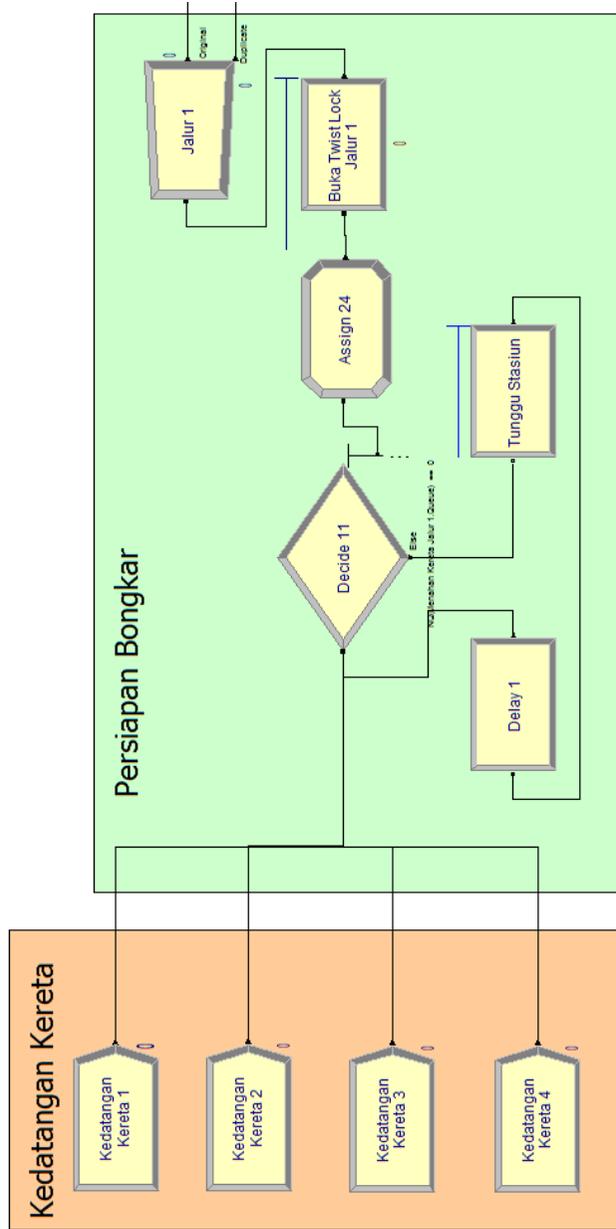


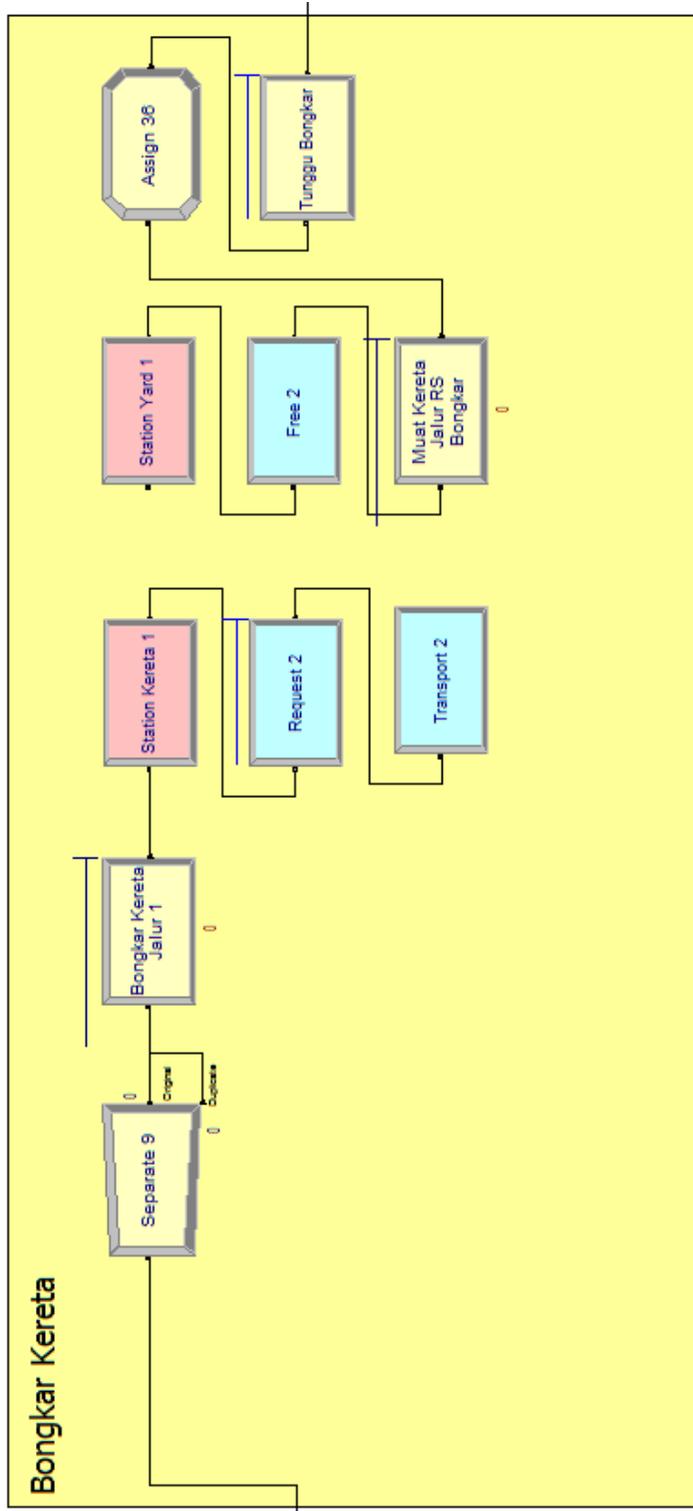


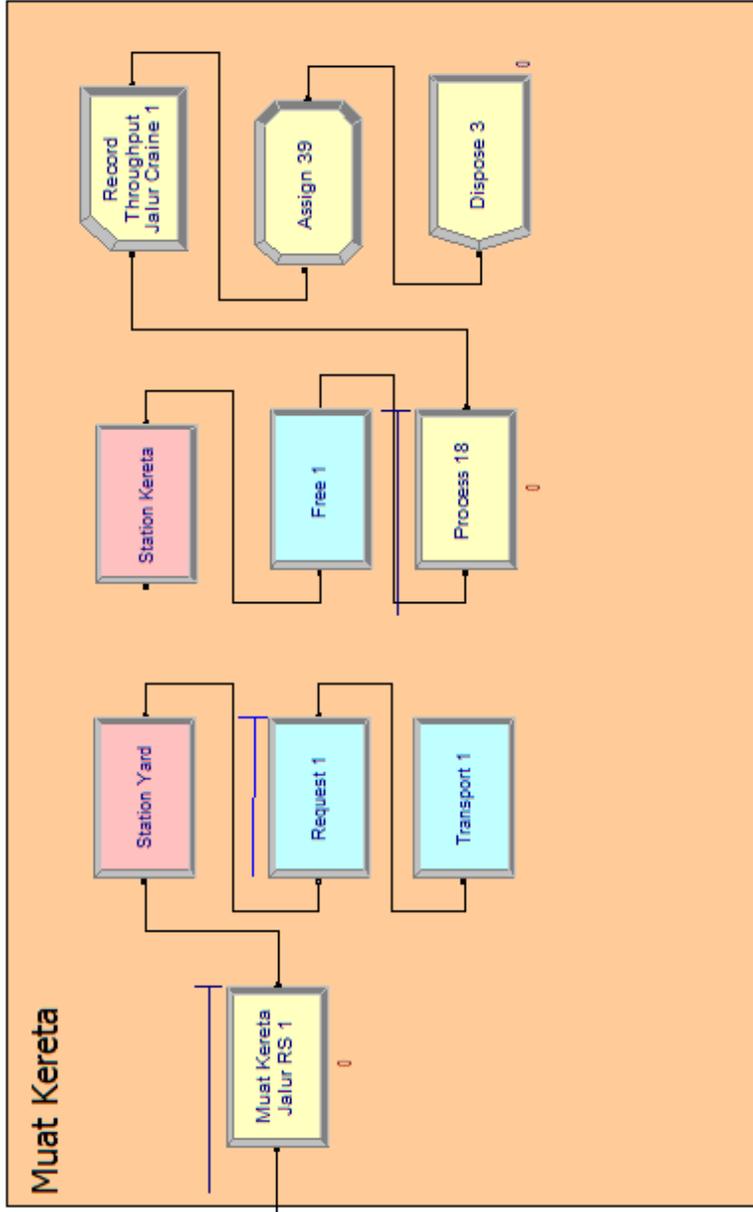


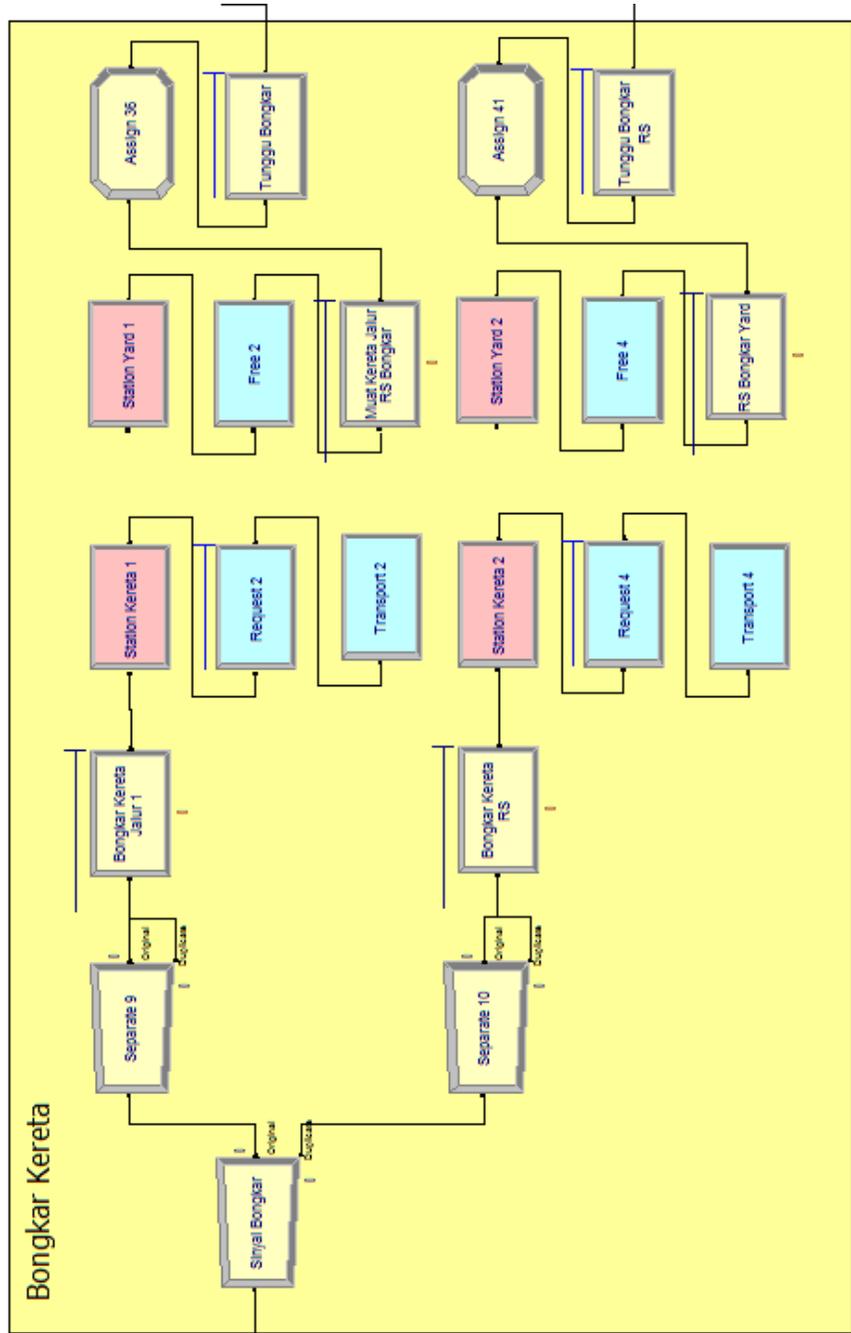


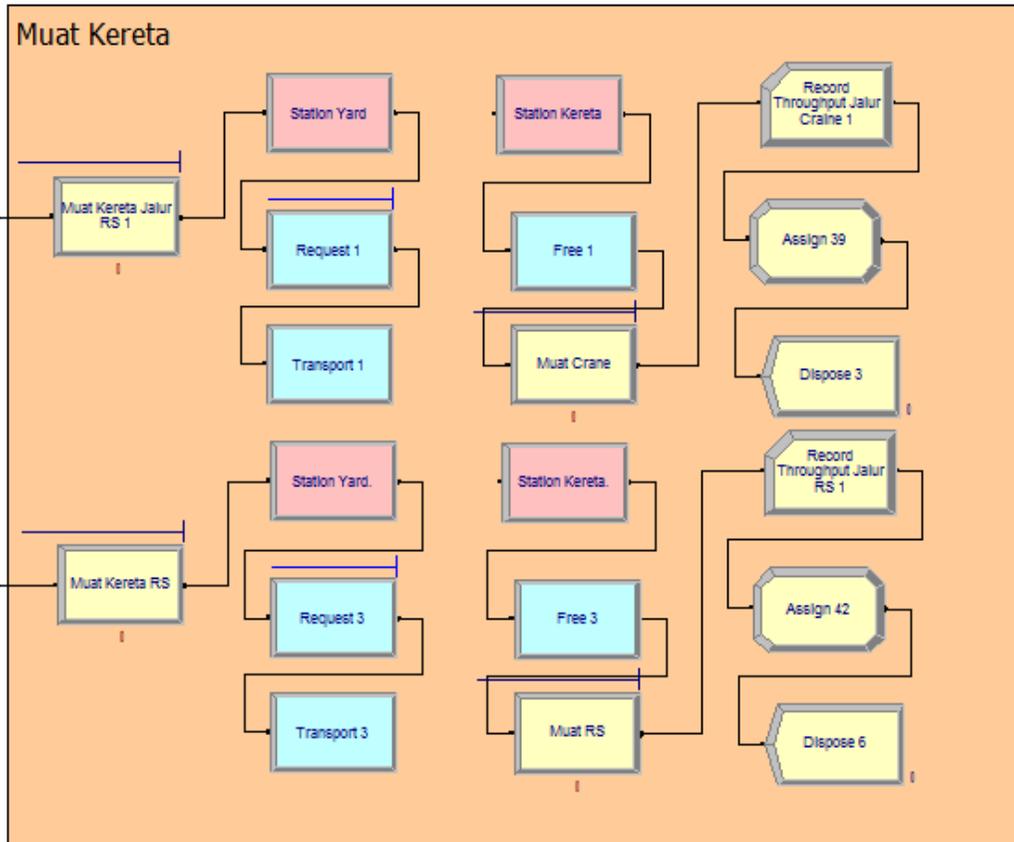




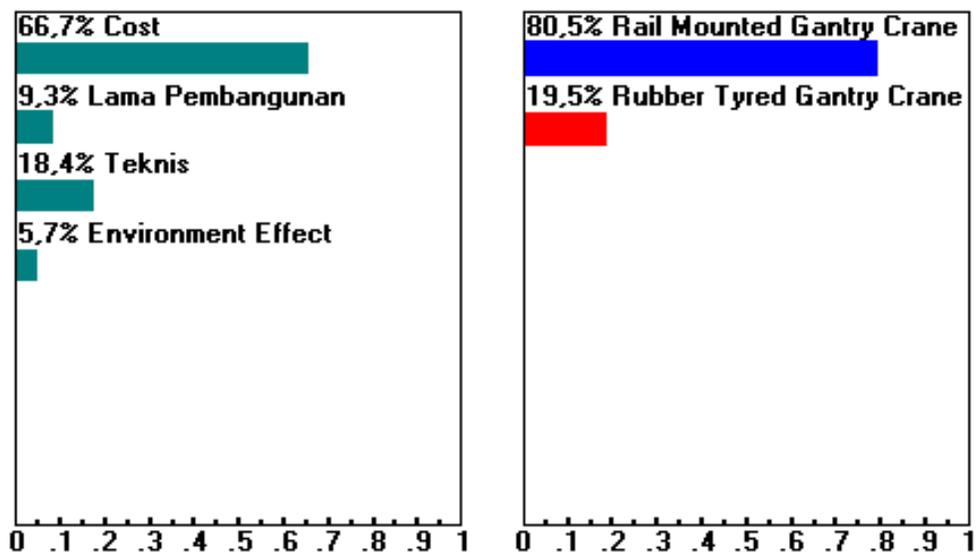




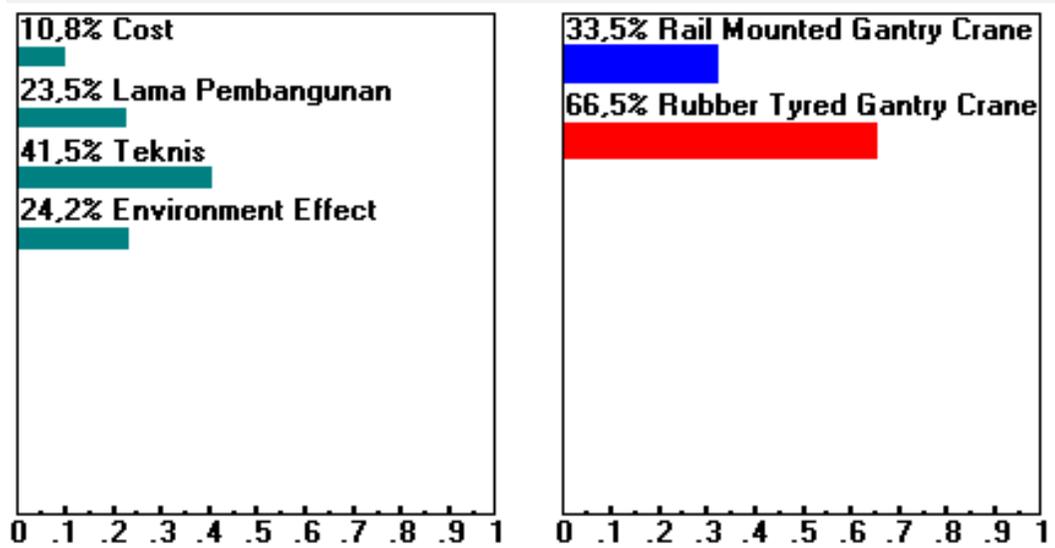




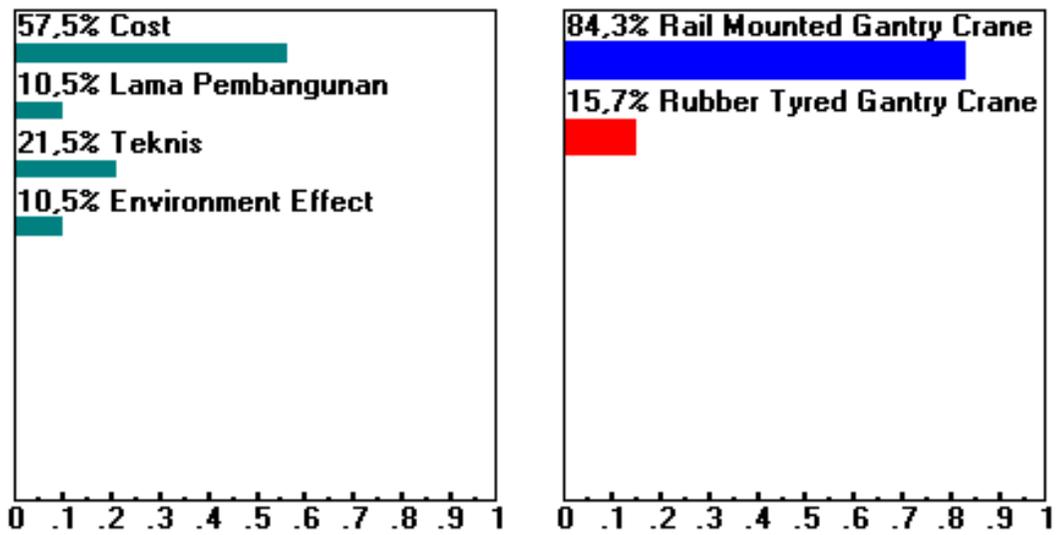
Lampiran 10. Pemodelan Skenario Usulan 1.2 Muat Kereta *Software ARENA*



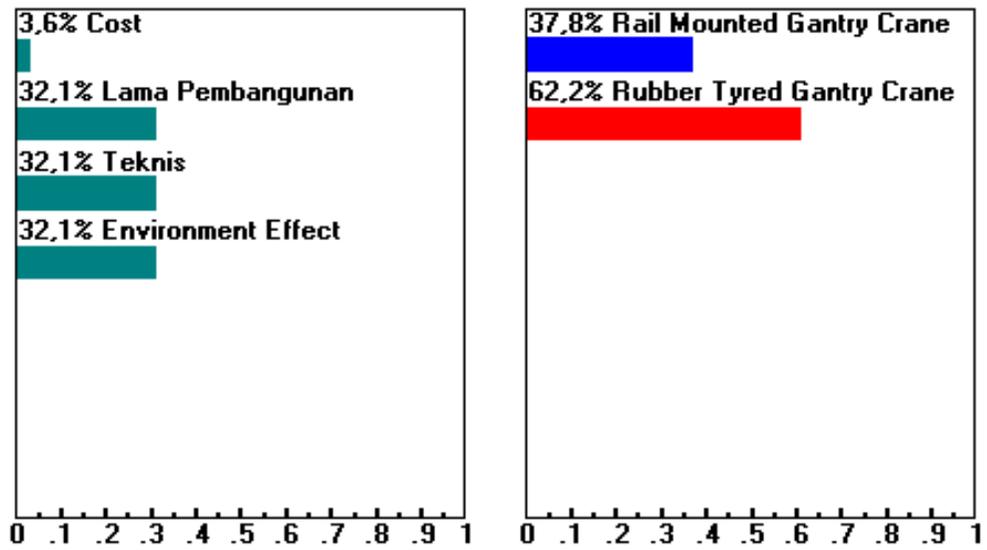
Lampiran 11. Hasil Responden 1



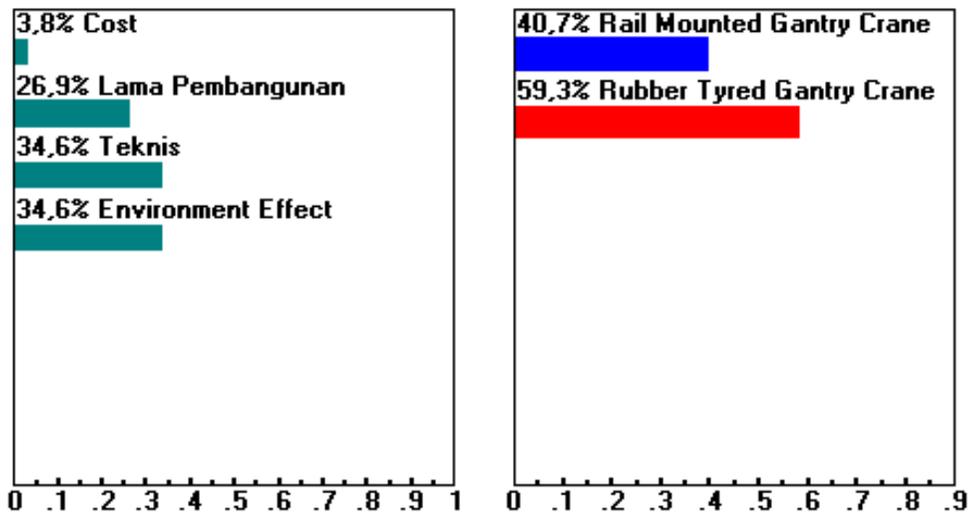
Lampiran 12. Hasil Responden 2



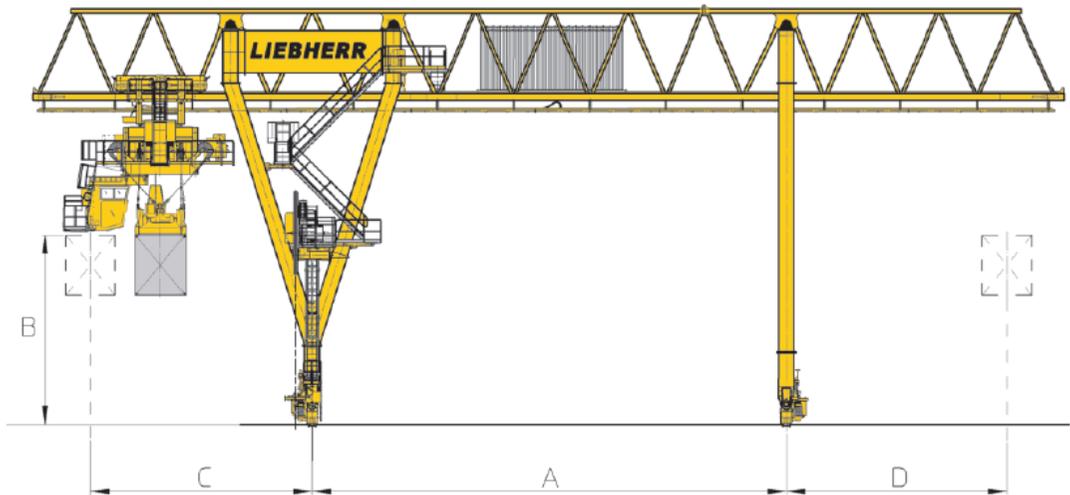
Lampiran 13. Responden 3



Lampiran 14. Responden 4



Lampiran 15. Responden 5



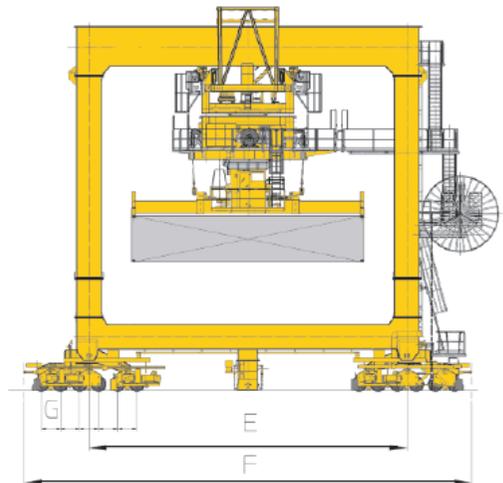
RMG Model Designation (example)

- S190L(MT)(RT)
- └─ Rotating Machinery Trolley (Optional)
 - └─ Machinery Trolley
 - └─ Lattice Structure for Main Beam
 - └─ Hoist Motor Size

Typical RMG Model Range *

A Gantry Span	22.0m - 70.0m
B Lifting Height	From 9.20m for 1 over 2 Up to 21.0m for 1 over 6
C Cantilever	0 - 20.0m
D Cantilever	0 - 20.0m
E Travel Wheel Gauge	16.50m - 18.20m
F Buffer to Buffer	23.20m - 25.50m
G Wheel Spacing	1.0m - 2.0m (Dependant on Required Wheel Loads)
Wheels per Corner	6 - Wide Leg 4 - Narrow Leg

* other features and dimensions also available



Typical Design Parameters

Classification according F.E.M. _____ U7-Q2-A7 (Singlelift)
 In service wind _____ 72km/h (20m/s)
 Out of service wind _____ 151.2km/h (42m/s)
 Ambient Temperature Range _____ -45°C to +45°C

Advantages of RMG for Yard Stack-

- Suitable for both Port and Rail Terminals
- Suitable for Various Yard Space Conditions
- Increased Yard Capacity with Wider and Higher Stack Possibilities
- Reduction in Emissions and Noise
- Minimal Maintenance
- Electric Supply - More Energy Efficient (Lower Running Costs)

Lampiran 16. Spesifikasi RMG Crane Liebherr

Sumber: Liebherr

Lifting Capacity

Single Lift	40.6t - 50t
Twin Lift (optional)	50t - 65t

Working Speeds *

Hoisting with No Load	52m/min - 80m/min
Hoisting with Rated Load	23m/min - 40m/min
Trolley Travel (with & without load)	Up to 180m/min
Gantry Travel (without load)	Up to 240m/min
Slewing $\pm 190^\circ$ (Optional)	1.2 r.p.m.

* Higher Speeds Also Available on Request.

Options

- Rotating Machinery Trolley
- Interface with TOS (Terminal Operating System)
- Trim and Skew Spreader Positioning
- Energy Chain / Festoon System
- Non Contact Anti-Collision System
- Automation of RMG and Container Tracking
- Container Positioning System
- Remote Operation Optional
- Fault Data Between Crane & Office by RF Link/Fibre Optic with Optional Link to Liebherr Factory.

Diagnostic & Management System

Supplier	Liebherr
Operating System	Windows
Logic Control System	CoDeSys

Description:

- Status of Switchgear and External Electrical Components
- Storage Capacity of Faults (Up to 20,000)
- User-Friendly Interface with Easy To-Use Colourful Screens
- Independence of Crane Logic System, Therefore NOT Interfering with Crane Control in Event of Self-Failure.
- Includes Trending & Tables for Production Data and Drive Data

Summary of Main System Features:

- General Control Overview
- Crane ON Status
- Individual Drive ON Screens (One for Each Drive)
- Detailed Drive Data (Motor Current, Voltage, Speed)
- Wind Speed & History
- Spreader Status
- Fault Stack
- Load Statistics
- Maintenance

Lampiran 17. Spesifikasi RMG Crane Liebherr

Sumber: Liebherr



SMARTER FROM EVERY PERSPECTIVE

Operations

RELIABILITY AND PERFORMANCE

- Commitment to root-cause support
- Active Load Control (ALC) for quick load positioning
- Service modularity applied for quick crane recovery
- All key components from industry-leading suppliers, no copies used
- Intelligent structure for excellent stability and improved duty cycle
- Modular automation upgrades available

Maintenance

EASIER, LESS FREQUENT MAINTENANCE

- Non-hydraulic design since 1995
- Solution synergy applied to reduce the amount of separate machinery and components (anti-sway, side shift, skew and trim)
- Service modularity applied for quick and less frequent maintenance (direct gantry and trolley drives, flange-mounted motors)
- Direct access to maintenance points

Driver

SAFETY AND ERGONOMICS

- 'All-in-Controllers' for absolute driver's focus and uninterrupted load handling
- Safe crane access all the way to the top via rigid walkways and platforms. No ladders used
- Enclosed machinery

Finances

LOWEST LIFECYCLE COST

- Dedication to long-term partnership
- Equipment designed based on the Total Cost of Ownership approach
- No hydraulics, meaning dramatic operational cost savings
- Low energy consumption (see Community)
- Fewer spares and less maintenance (see Maintenance)
- Higher performance for reduced cost/TEU (see Operations)
- Lower civil works investment due to intelligent structure enabling highest tolerance to yard surface variations

Community

ENERGY SAVER

- No hydraulics
- Quick and precise load positioning without moving the weight of trolley or gantry
- Optimized equipment weight due to intelligent structure and trolley design
- Energy-saving Konecranes drives designed for crane use
- Regenerative power feedback for lowest energy consumption and emissions

Terminal Manager

BEST PERFORMER IN EVERY RESPECT

- Quick truck turnaround times
- Quick rail service
- Safety a priority
- Lower emissions and cost

Lampiran 18. Spesifikasi *RMG Crane Konecrane*
Sumber: Konecrane

DATA SHEET

Dimensions, mm		Max. 50 tons under spreader	
Max lifting height (1 over 6)/Max span		21,000/50,000	
Cantilevers		Up to 15,000 mm on one or both sides	
Speeds, max, m/min:			
Hoist with 40-ton load/empty spreader		45/90	
Trolley traverse standard/optional		70/76	
Gantry travel with 40-ton load/empty spreader		140/150	
Simultaneous hoist/trolley traverse/gantry moves possible		yes	
Trolley		4-wheel drive	
Type of anti-sway system included		by ALC	
Type of micro motions		by ALC	
		up to 250 mm radius	
Skew/Trim angle, degrees		5/over 5	
Spreader			
Standard positions, ft		20, 30, 40, 45	
Special positions		twin twenty, long twin, WTP	
Connection to head block		twist lock or pin	
Bogies		up to 8 wheels/corner	
Wheel size, mm		ø 630. 1360 spacing	
Wheel material		Surface-hardened chromium-molybdenum steel	
Cable reel power supply		Electricity 3 phase: 50/60 Hz, 10-15kV	
Options			
Semi automation			
Rotating Trolley, max. skewing		2 rpm	

Lampiran 19. Spesifikasi *RMG Crane Konecrane*
 Sumber: *Konecrane*



Rmg Gantry Crane Price Container Gantry Crane 40t 50t

Get Latest Price >

Min. Order / Reference FOB Price

1 Set

US \$50,000-500,000/ Set

Port: Qingdao, China

Production Capacity: 10000 PCS/Year

Payment Terms: L/C, T/T, Western Union

Certification: RoHS, CE, ISO9001

Condition: New

Maximum Lifting Weight: Design

Maximum Lifting Height: 15-20m

Operation Form: Design

Type: Container Gantry Crane

Product Name: Container Gantry Crane

Sumber:

Basic Info

Model NO.	RMG Container Gantry Crane	Main Girder Form	Double Girder
Work Duty	A6,A7,A8	Span	18-36m
Stack Layer	3/4-5/6	Container Size	20',40',45'
Lifting Speed	13/26,23/52,12/18,18/28m/Min	Trolley Travelling	24,50,70m/Min
Max. Wheel Load	310kn	Main Electrical Parts	Siemens,Schneider
Power Source	3 Phase 380V 50Hz or Design	Product Name	Rmg Gantry Crane Price Container Gantry Crane 40t
Trademark	WEIHUA	Transport Package	Plywood Box/ Plastic Woven Cloth
Specification	RMG Crane	Origin	Xinxiang, Henan, China
HS Code	8426112000		

Specification

Model	LJ35/40-23	Light Type LJ40-23
Lifting capacity (without spreader) (t)	35,40	40
Work level	A7,A8	A6,A7
Span (m)	23.47	23.47
Lifting Height (m)	12.2~17.8	16.5
Stack layer	3/4-5/6	5/6
Container size	20',40',45'	20',40',45'
Spreader rotation angle	±5°	±5°
Lifting (m/min)	13/26,23/52	12/18,18/28
Trolley travelling (m/min)	50,70	24
Crane travelling (m/min)	Full load-90, no load-130	Full load-20, no load-40
Max. wheel load (kN)	310	310

Lampiran 21. Spesifikasi *RMG Crane Weihua*
Sumber: Weihua

Parameters

Series			
Rated hoisting capacity under spreader		35t, 40t, 41t	
Span		20~45m	
Hoisting height		9.5~21.2m	
Hoisting speed	Full load	15~40m/min	
	Empty load	30~80m/min	
Gantry traveling speed	Full load	20~80m/min	
	Empty load	30~100m/min	
Trolley traversing speed		50~100m/min	
Power supply		Cable reel or trolley conductor	
Voltage		380V or 10kV	

Standard model-SRMG5540S

Parameters for standard model			
	Work grade		A7
Dimension	Length	m	63
	Height	m	24.6
	Width	m	30
	Hoisting capacity under spreader	t	41
	Max. hoisting height	m	18.2
	Effective overhang	m	7.5/7.5
	Span	m	40
	Base	m	16
	Max. wheel load	kN	250
	Hoisting speed	Full load	m/min
Empty load		m/min	40
Acceleration duration, full load		s	≤3
Acceleration duration, empty load		s	≤5
Trolley traversing speed	Full load	m/min	80
	Empty load	m/min	100
	Acceleration/deceleration duration	s	≤8
Gantry travelling speed	Full load	m/min	50
	Empty load	m/min	50
	Acceleration/deceleration duration	s	≤8
Spreader	Slewing angle of spreader	degree	±5
Power supply	Power supply for trolley		Cable festoon
	Power supply of the crane		Cable reel
	Voltage	V	380
	Frequency	HZ	50

Lampiran 22. Spesifikasi *RMG Crane Sany*
 Sumber: *Sany*



[View larger image](#)



cheap price expert design rmg lifting container crane for 20' 40' container

FOB Reference Price: [Get Latest Price](#)

\$5,000.00 - \$500,000.00 / Sets | 1 Set/Sets (Min. Order)

Max. Lifting Load:

Model Number:

[Contact Supplier](#)

[Leave Messages](#)

Payment: [VISA](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) [More](#)

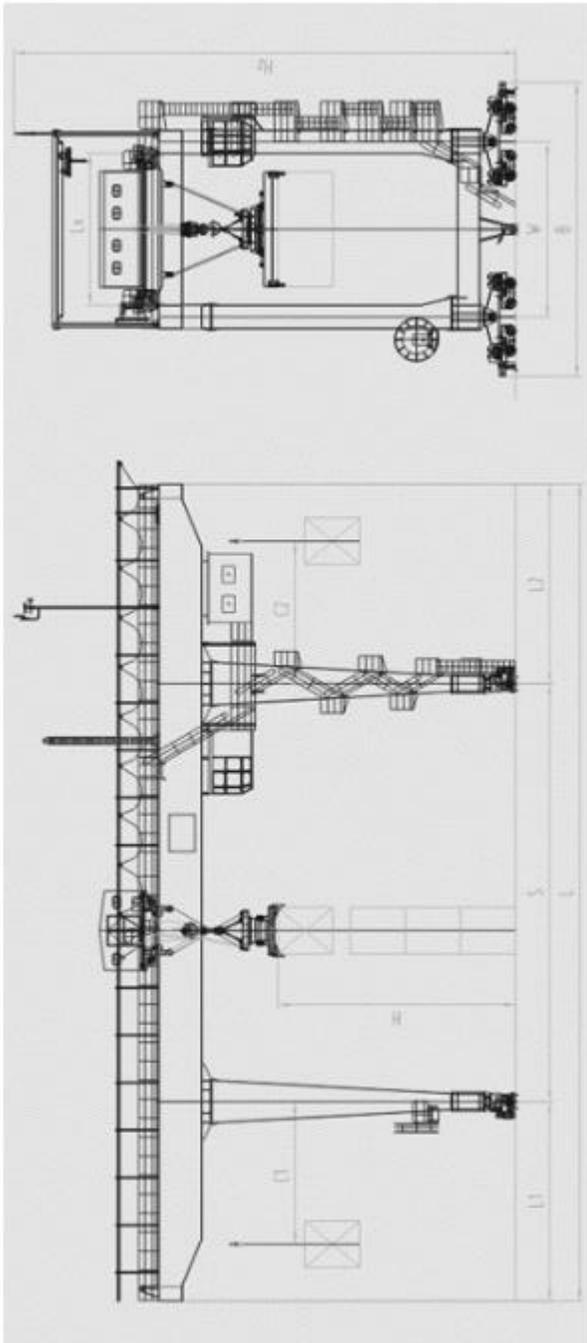
Shipping: [Alibaba.com Ocean Shipping Service from China to U.S](#)
[Get shipping quote](#)

Overview

Quick Details

Max. Lifting Height:	12.5m	Span:	18-35m
Warranty:	1 Year	After-sales Service ...	Field installation, commissioning and training
Feature:	Gantry Crane	Condition:	New
Application:	Port, container wharf	Rated Loading Cap...	60 ton
Rated Lifting Mom...	600 kn	Place of Origin:	Henan, China (Mainland)
Brand Name:	shengzhong	Certification:	SGS
Product Name:	expert design rmg lifting container crane	Wind alarm system:	yes
Safety device:	Included	Working Environme...	-25°C~40°C
Voltage lower prote...	yes	Working duty:	A6
Operational Method:	Remote Control (Cab Control)	Power Source:	Three-phase AC
Total Power:	270kw	Lifting mechanism:	electric winch

Lampiran 23. Spesifikasi *RMG Crane Huada*
Sumber: *Huada*



名称 name		型号 model		操作方式 operation		工作制度 working system		电源 power source	
轨道式集装箱门式起重机		MG		空操		A6		三相交流	
起重量 capacity	跨度 span	起升高度 m lifting height	起升 lifting	速度 m/min speed	小车 crab	总功率 kw total power	最大轮压 kN max wheel loading	推荐轨道 recommended track	QU80
			0.79-7.9 轻载 1.25-12.5	大车 trolley 4.9-49	4.9-49				
60 (吊具下 50.5)	22	12.5 (吊具下)							

Sumber:

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

Pada kuisioner ini akan dilakukan pemilihan alat bongkar muat berupa crane. Tipe crane yang akan digunakan yaitu gantry crane dimana terdapat dua alternatif tipe gantry crane yang akan dijadikan pilihan, yaitu:

1. Rail Mounted Gantry (RMG) Crane
2. Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane

Kedua alternatif jenis crane tersebut akan dibandingkan satu sama lain untuk mencari crane mana yang paling cocok untuk dioperasikan di Stasiun Kalimas. Berikut merupakan kriteria-kriteria yang digunakan sebagai pertimbangan:

1. Cost (Biaya)
2. Lama Pembangunan
3. Teknis dan Equipment Performance
4. Environment Effect (Dampak pada Lingkungan Sekitar)

Pada bagian ini akan dilakukan pembobotan pada setiap kriteria-kriteria di atas untuk mengetahui urutan prioritas kriteria mana yang paling diutamakan oleh perusahaan dalam pengadaan suatu alat.

* Required

1. Email address *

koesworo.bumikalog@gmail.com asmen alat berat

2. Nama Lengkap *

KOESWORO

3. Pembobotan Cost Vs Lama Pembangunan *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Lama Pembangunan
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lama Pembangunan							

4. Pembobotan Cost Vs Teknis dan Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Teknis dan Equipment Performance
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Teknis dan Equipment Performance

5. Pembobotan Cost Vs Environment Effect *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Environment Effect							

<https://docs.google.com/forms/d/1Sm1z53SxFO1I4hCyhqw4CG820XKuwwzJRceGGXQCvsE/edit>

1/8

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

6. Pembobotan Lama Pembangunan Vs Teknis dan Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Lama Pembangunan; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Teknis dan Equipment Performance
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Teknis dan Equipment Performance

7. Pembobotan Lama Pembangunan Vs Environment Effect *

Nilai 1= Condong ke Lama Pembangunan; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Lama Pembangunan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Environment Effect

8. Pembobotan Teknis dan Equipment Performance Vs Environment Effect *

Nilai 1= Condong ke Teknis dan Equipment Performance; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Teknis dan Equipment Performance	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Environment Effect

Pembobotan Kriteria Cost (Biaya)

Pada bagian ini akan dilakukan pembobotan terhadap subkriteria cost (biaya), yang meliputi:

- a. Procurement Cost (Biaya Pengadaan/ Pembelian)
- b. Operation Cost (Biaya Operasi)
- c. Container Yard Development Cost (Biaya Pembenahan Yard)
- d. Maintenance Cost (Biaya Maintenance)

Pembobotan ini dilakukan guna mengetahui prioritas biaya mana yang paling didahulukan oleh perusahaan.

9. Procurement Cost VS Operation Cost *

Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Operation Cost
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Operation Cost							

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

10. Procurement Cost VS Container Yard Development Cost

Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Container Yard Development Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Container Yard Development Cost

11. Procurement Cost VS Maintenance Cost *

Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Maintenance Cost

12. Container Yard Development Cost VS Operation Cost

Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Operation Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Operation Cost

13. Container Yard Development Cost VS Maintenance Cost *

Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Maintenance Cost							

14. Operation Cost VS Maintenance Cost *

Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Maintenance Cost							

Pembobotan Teknis dan Equipment Performance

Faktor pemilihan berikutnya yaitu teknis. Dalam hal teknis, alat bongkar muat yang berbeda tentunya akan memiliki kemampuan yang berbeda juga. Pada pemilihan ini faktor teknis sangat menentukan

<https://docs.google.com/forms/d/1Sm1z53SxFO14hCytqw4CG82OXKuwwzJRceGGXQCvsE/edit>

3/8

7/20/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

dimana kemampuan dan bentuk dimensi akan berhubungan erat pada penyesuaian bentuk dari layout yang dimiliki oleh Stasiun Kalimas. Kemudian faktor teknis akan dibagi lagi menjadi tiga yaitu perbedaan berdasarkan spesifikasi, fleksibilitas, serta equipment performance dari kedua tipe gantry crane tersebut.

- Spesifikasi
- Fleksibilitas (Kesesuaian dengan Tempat)
- Equipment Performance (Kinerja Alat)

Pembobotan ini dilakukan guna mengetahui prioritas teknis mana yang paling didahulukan oleh perusahaan.

15. Spesifikasi Vs Fleksibilitas *

Nilai 1= Condong ke Spesifikasi; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Fleksibilitas
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Spesifikasi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Fleksibilitas

16. Spesifikasi Vs Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Spesifikasi; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Equipment Performance
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Spesifikasi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Equipment Performance

17. Fleksibilitas Vs Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Fleksibilitas; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Equipment Performance
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Fleksibilitas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Equipment Performance

Pemilihan Alat

Pada bagian ini merupakan pembobotan untuk memilih crane mana yang paling cocok untuk digunakan di stasiun kalimas berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan. Berikut merupakan pertimbangan mengenai RMG (Rail Mounted Gantry) crane dan RTG (Rubber Tyred Gantry) crane berdasarkan hasil dari studi literatur yang dapat menjadi acuan pemilihan.

1. Cost (Biaya)

a. Procurement Cost

Perbandingan harga RTG dan RMG pada merk yang sama dengan spesifikasi yang hampir mendekati satu sama lain yaitu, Harga untuk RTG crane pada umumnya berkisar pada US\$20,000-2,000,000 tergantung pada ukurannya, sedangkan untuk RMG crane harganya berkisar US\$50,000-US\$500,000 tergantung pada desain, karena untuk RMG crane dapat dipesan sesuai dengan permintaan.

b. Operation Cost

Dalam pengoperasiannya saja RTG masih menggunakan motor diesel, diperlukannya biaya bahan bakar untuk menjalankan crane tersebut. Sedangkan RMG hanya menggunakan listrik yang di suplai dari pembangkit, sehingga biaya operasi dari RMG akan lebih murah dibanding dengan RTG. Cost ratio untuk pengoperasian RMG:RTG sendiri yaitu sebesar 1:2.

c. Container Yard Development Cost

Menurut European Union's Horizon 2020 research and innovation programme, dalam pemasangannya RMG memerlukan pemasangan rel yang tentunya juga akan membuat biaya pengembangan yard untuk RMG akan menjadi lebih mahal dibandingkan dengan RTG. Rel crane

<https://docs.google.com/forms/d/1Sm1z535xF014hCyhqW4CG82OXKuwwzJRoeGGXQCvsE/edit>

4/8

kecelakaan kerja. Sedangkan penggunaan RMG tidak mengeluarkan emisi gas buang, dan tanpa suara karena menggunakan energi listrik.

18. Procurement Cost (Biaya Pengadaan) *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

19. Operation Cost *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

20. Container Yard Development Cost (Biaya Pembinaan Container Yard) *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

<https://docs.google.com/forms/d/1Sm1z53SxFO1HhCyhw4CG82OXKuwvzJRceGGXQCvsE/edit>

Lampiran 29. Hasil Kuisioner Responden 1

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

21. Maintenance Cost (Blaya Maintenance) *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

22. Lama Pembangunan *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

23. Spesifikasi *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

24. Fleksibilitas *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

25. Equipment Performance *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

Lampiran 30. Hasil Kuisisioner Responden 1

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

26. Environment Effect (Dampak pada Lingkungan Sekitar) *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>								
RTG (Rubber Tyred Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>							

Lampiran 31. Hasil Kuisisioner Responden 1

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

Pada kuisisioner ini akan dilakukan pemilihan alat bongkar muat berupa crane. Tipe crane yang akan digunakan yaitu gantry crane dimana terdapat dua alternatif tipe gantry crane yang akan dijadikan pilihan, yaitu:

1. Rail Mounted Gantry (RMG) Crane
2. Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane

Kedua alternatif jenis crane tersebut akan dibandingkan satu sama lain untuk mencari crane mana yang paling cocok untuk dioperasikan di Staslun Kalimas. Berikut merupakan kriteria-kriteria yang digunakan sebagai pertimbangan:

1. Cost (Biaya)
2. Lama Pembangunan
3. Teknis dan Equipment Performance
4. Environment Effect (Dampak pada Lingkungan Sekitar)

Pada bagian ini akan dilakukan pembobotan pada setiap kriteria-kriteria di atas untuk mengetahui urutan prioritas kriteria mana yang paling didahulukan oleh perusahaan dalam pengadaan suatu alat.

* Required

1. Email address *

Kusman @ paumi kalim.com.

2. Nama Lengkap *

Kusman.

of me operational

3. Pembobotan Cost Vs Lama Pembangunan *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Lama Pembangunan
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Lama Pembangunan								

4. Pembobotan Cost Vs Teknis dan Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Teknis dan Equipment Performance
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Teknis dan Equipment Performance								

5. Pembobotan Cost Vs Environment Effect *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Environment Effect								

<https://docs.google.com/forms/d/1Sm1z53SxFO114hCyhqw4CG82OXXkuvwzJRceGGXQCvsE/edit>

1/8

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

6. Pembobotan Lama Pembangunan Vs Teknis dan Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Lama Pembangunan; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Teknis dan Equipment Performance
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Teknis dan Equipment Performance

7. Pembobotan Lama Pembangunan Vs Environment Effect *

Nilai 1= Condong ke Lama Pembangunan; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Lama Pembangunan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Environment Effect

8. Pembobotan Teknis dan Equipment Performance Vs Environment Effect *

Nilai 1= Condong ke Teknis dan Equipment Performance; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Teknis dan Equipment Performance	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Environment Effect

Pembobotan Kriteria Cost (Biaya)

Pada bagian ini akan dilakukan pembobotan terhadap subkriteria cost (biaya), yang meliputi:

- a. Procurement Cost (Biaya Pengadaan/ Pembelian)
- b. Operation Cost (Biaya Operasi)
- c. Container Yard Development Cost (Biaya Pembenahan Yard)
- d. Maintenance Cost (Biaya Maintenance)

Pembobotan ini dilakukan guna mengetahui prioritas biaya mana yang paling didahulukan oleh perusahaan.

9. Procurement Cost VS Operation Cost *

Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Operation Cost
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Operation Cost

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

10. Procurement Cost VS Container Yard Development Cost
 Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Container Yard Development Cost
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Container Yard Development Cost				

11. Procurement Cost VS Maintenance Cost *
 Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Maintenance Cost						

12. Container Yard Development Cost VS Operation Cost
 Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Operation Cost
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Operation Cost

13. Container Yard Development Cost VS Maintenance Cost *
 Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Maintenance Cost					

14. Operation Cost VS Maintenance Cost *
 Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Maintenance Cost

Pembobotan Teknis dan Equipment Performance

Faktor pemilihan berikutnya yaitu teknis. Dalam hal teknis, alat bongkar muat yang berbeda tentunya akan memiliki kemampuan yang berbeda juga. Pada pemilihan ini faktor teknis sangat menentukan

crane tersebut.

- a. Spesifikasi
- b. Fleksibilitas (Kesesuaian dengan Tempat)
- c. Equipment Performance (Kinerja Alat)

Pembobotan ini dilakukan guna mengetahui prioritas teknis mana yang paling didahulukan oleh perusahaan.

15. Spesifikasi Vs Fleksibilitas *

Nilai 1= Condong ke Spesifikasi; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Fleksibilitas
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Spesifikasi	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Fleksibilitas							

16. Spesifikasi Vs Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Spesifikasi; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Equipment Performance
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Spesifikasi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Equipment Performance

17. Fleksibilitas Vs Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Fleksibilitas; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Equipment Performance
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Fleksibilitas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Equipment Performance				

Daftar Alat

Lampiran 35. Hasil Kuisioner Responden 2

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

Dari sisi handling capacity, untuk RTG yaitu sebesar 71.248 moves/ year dengan asumsi siklus waktunya sebesar 3 min/ move, untuk RMG yaitu sebesar 85.500 moves/ year dengan asumsi siklus waktunya sebesar 2,5 min/ move. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pergerakan RMG crane lebih cepat dibandingkan dengan RTG crane. (Huang & Chu, 2004).

4. Environment Effect

Faktor lingkungan juga menjadi hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan yard crane. Alat bongkar muat yang ramah lingkungan akan lebih baik daripada alat bongkar muat yang menghasilkan emisi gas buang yang mencemari lingkungan. Dalam operasinya, RTG menggunakan motor diesel, sedangkan RMG menggunakan motor listrik untuk dapat beroperasi. Hasil pembakaran yang dihasilkan oleh RTG dapat mencemari udara sekitar dengan NOx dan SOx. Paparan polusi tersebut tentunya sangat berbahaya bagi manusia, terlebih lagi Stasiun Kalimas berada di tengah-tengah pemukiman penduduk yang cukup padat. Sehingga akan lebih baik apabila penggunaan motor bakar di lingkungan Stasiun Kalimas lebih dikurangi. (Starcrest Consultancy Group, 2018) Selain menghemat ruang, RMG beroperasi lebih efisien dan lebih bersih daripada RTG. Hal tersebut dikarenakan RMG sepenuhnya menggunakan listrik, sehingga dapat dibidang baik untuk lingkungan. Penggunaan motor diesel pada RTG menghasilkan banyak gas buang dan kebisingan, yang mengganggu komunikasi antar operator crane dan personel di darat, sehingga dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Sedangkan penggunaan RMG tidak mengeluarkan emisi gas buang, dan tanpa suara karena menggunakan energi listrik.

18. Procurement Cost (Biaya Pengadaan) *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)

19. Operation Cost *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)

20. Container Yard Development Cost (Biaya Pembenahan Container Yard) *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)

Lampiran 36. Hasil Kuisisioner Responden 2

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

21. Maintenance Cost (Blaya Maintenance) *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

22. Lama Pembangunan *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

23. Spesifikasi *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

24. Fleksibilitas *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)						

25. Equipment Performance *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

Lampiran 37. Hasil Kuisisioner Responden 2

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

26. Environment Effect (Dampak pada Lingkungan Sekitar) *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)				

Lampiran 38. Hasil Kuisisioner Responden 2

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

Pada kuisisioner ini akan dilakukan pemilihan alat bongkar muat berupa crane. Tipe crane yang akan digunakan yaitu gantry crane dimana terdapat dua alternatif tipe gantry crane yang akan dijadikan pilihan, yaitu:

1. Rail Mounted Gantry (RMG) Crane
2. Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane

Kedua alternatif jenis crane tersebut akan dibandingkan satu sama lain untuk mencari crane mana yang paling cocok untuk dioperasikan di Staslun Kalimas. Berikut merupakan kriteria-kriteria yang digunakan sebagai pertimbangan:

1. Cost (Biaya)
2. Lama Pembangunan
3. Teknis dan Equipment Performance
4. Environment Effect (Dampak pada Lingkungan Sekitar)

Pada bagian ini akan dilakukan pembobotan pada setiap kriteria-kriteria di atas untuk mengetahui urutan prioritas kriteria mana yang paling diutamakan oleh perusahaan dalam pengadaan suatu alat.

* Required

1. Email address *

slamet@bunilatog.co.id

2. Nama Lengkap *

Slamet Mulyanto

AS non operasional

3. Pembobotan Cost Vs Lama Pembangunan *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Lama Pembangunan

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lama Pembangunan						

4. Pembobotan Cost Vs Teknis dan Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Teknis dan Equipment Performance

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Teknis dan Equipment Performance							

5. Pembobotan Cost Vs Environment Effect *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Environment Effect							

<https://docs.google.com/forms/d/1Sm1z53SxFO1i4hCyhqw4CG82OXKuwwzJRceGGXQCvsE/edit>

7/30/2019 Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

6. Pembobotan Lama Pembangunan Vs Teknis dan Equipment Performance *
 Nilai 1= Condong ke Lama Pembangunan; Nilai 5= Netral, Nilai 9= Condong ke Teknis dan Equipment Performance
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Teknis dan Equipment Performance				

7. Pembobotan Lama Pembangunan Vs Environment Effect *
 Nilai 1= Condong ke Lama Pembangunan; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Lama Pembangunan	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Environment Effect					

8. Pembobotan Teknis dan Equipment Performance Vs Environment Effect *
 Nilai 1= Condong ke Teknis dan Equipment Performance; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Teknis dan Equipment Performance	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Environment Effect							

Pembobotan Kriteria Cost (Biaya)
 Pada bagian ini akan dilakukan pembobotan terhadap subkriteria cost (biaya), yang meliputi:
 a. Procurement Cost (Biaya Pengadaan/ Pembelian)
 b. Operation Cost (Biaya Operasi)
 c. Container Yard Development Cost (Biaya Pembenahan Yard)
 d. Maintenance Cost (Biaya Maintenance)

Pembobotan ini dilakukan guna mengetahui prioritas biaya mana yang paling didahulukan oleh perusahaan.

9. Procurement Cost VS Operation Cost *
 Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Operation Cost
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Operation Cost							

<https://docs.google.com/forms/d/1Sm1z53SxF0114hCyhqw4CG820XKuvwzJRceGGXQCvsE/edit>
2/8

Lampiran 40. Hasil Kuisisioner Responden 3

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

10. Procurement Cost VS Container Yard Development Cost

Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Container Yard Development Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Container Yard Development Cost						

11. Procurement Cost VS Maintenance Cost *

Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Maintenance Cost						

12. Container Yard Development Cost VS Operation Cost

Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Operation Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Operation Cost

13. Container Yard Development Cost VS Maintenance Cost *

Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Maintenance Cost							

14. Operation Cost VS Maintenance Cost *

Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Maintenance Cost							

Pembobotan Teknis dan Equipment Performance

Faktor pemilihan berikutnya yaitu teknis. Dalam hal teknis, alat bongkar muat yang berbeda tentunya akan memiliki kemampuan yang berbeda juga. Pada pemilihan ini faktor teknis sangat menentukan

7/30/2019 Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

dimana kemampuan dan bentuk dimensi akan berhubungan erat pada penyesuaian bentuk dari layout yang dimiliki oleh Stasiun Kalimas. Kemudian faktor teknis akan dibagi lagi menjadi tiga yaitu perbedaan berdasarkan spesifikasi, fleksibilitas, serta equipment performance dari kedua tipe gantry crane tersebut.

- Spesifikasi
- Fleksibilitas (Kesesuaian dengan Tempat)
- Equipment Performance (Kinerja Alat)

Pembobotan ini dilakukan guna mengetahui prioritas teknis mana yang paling didahulukan oleh perusahaan.

15. Spesifikasi Vs Fleksibilitas *
 Nilai 1= Condong ke Spesifikasi; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Fleksibilitas
 Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Spesifikasi	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Fleksibilitas						

16. Spesifikasi Vs Equipment Performance *
 Nilai 1= Condong ke Spesifikasi; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Equipment Performance
 Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Spesifikasi	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Equipment Performance				

17. Fleksibilitas Vs Equipment Performance *
 Nilai 1= Condong ke Fleksibilitas; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Equipment Performance
 Mark only one oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Fleksibilitas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Equipment Performance					

Lampiran 42. Hasil Kuisisioner Responden 3

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

21. **Maintenance Cost (Blaya Maintenance) ***
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

22. **Lama Pembangunan ***
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

23. **Spesifikasi ***
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)

24. **Fleksibilitas ***
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)

25. **Equipment Performance ***
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

<https://docs.google.com/forms/d/1Sm1z53SxFO1I4hCyhqw4CG82OXKuvwzJRceGGXQCvsE/edit>

Lampiran 43. Hasil Kuisisioner Responden 3

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

26. Environment Effect (Dampak pada Lingkungan Sekitar) *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)

Lampiran 44. Hasil Kuisioner Responden 3

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

Pada kuisisioner ini akan dilakukan pemilihan alat bongkar muat berupa crane. Tipe crane yang akan digunakan yaitu gantry crane dimana terdapat dua alternatif tipe gantry crane yang akan dijadikan pilihan, yaitu:

1. Rail Mounted Gantry (RMG) Crane
2. Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane

Kedua alternatif jenis crane tersebut akan dibandingkan satu sama lain untuk mencari crane mana yang paling cocok untuk dioperasikan di Stasiun Kalimas. Berikut merupakan kriteria-kriteria yang digunakan sebagai pertimbangan:

1. Cost (Biaya)
2. Lama Pembangunan
3. Teknis dan Equipment Performance
4. Environment Effect (Dampak pada Lingkungan Sekitar)

Pada bagian ini akan dilakukan pembobotan pada setiap kriteria-kriteria di atas untuk mengetahui urutan prioritas kriteria mana yang paling didahulukan oleh perusahaan dalam pengadaan suatu alat.

* Required

1. Email address *

deddi.kaloy@blm@gmail.com

2. Nama Lengkap *

Hadi Surnanto

DEDI RAHMAN

SUPERVISOR OPERASIONAL

3. Pembobotan Cost Vs Lama Pembangunan *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Lama Pembangunan
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Lama Pembangunan							

4. Pembobotan Cost Vs Teknis dan Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Teknis dan Equipment Performance
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Teknis dan Equipment Performance

5. Pembobotan Cost Vs Environment Effect *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Environment Effect				

<https://docs.google.com/forms/d/1Sm1z53SxFO1i4hCyhqw4CG82OXKuwzJRceGGXQCvsE/edit>

1/8

Pemilihan Alat Bongkar Muat Uraian

7/30/2019

6. Pembobotan Lama Pembangunan Vs Teknis dan Equipment Performance *
 Nilai 1= Condong ke Lama Pembangunan; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Teknis dan Equipment Performance
 Mark only one oval.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Cost Teknis dan Equipment Performance

7. Pembobotan Lama Pembangunan Vs Environment Effect *
 Nilai 1= Condong ke Lama Pembangunan; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect
 Mark only one oval.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Lama Pembangunan Environment Effect

8. Pembobotan Teknis dan Equipment Performance Vs Environment Effect *
 Nilai 1= Condong ke Teknis dan Equipment Performance; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect
 Mark only one oval.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Teknis dan Equipment Performance Environment Effect

Pembobotan Kriteria Cost (Biaya)
 Pada bagian ini akan dilakukan pembobotan terhadap subkriteria cost (biaya), yang meliputi:
 a. Procurement Cost (Biaya Pengadaan/ Pembelian)
 b. Operation Cost (Biaya Operasi)
 c. Container Yard Development Cost (Biaya Pembenahan Yard)
 d. Maintenance Cost (Biaya Maintenance)

Pembobotan ini dilakukan guna mengetahui prioritas biaya mana yang paling didahulukan oleh perusahaan.

9. Procurement Cost VS Operation Cost *
 Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Operation Cost
 Mark only one oval.

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Procurement Cost Operation Cost

<https://docs.google.com/forms/d/1Sm1z53SxFO14hCyhw4CG82OXKuwzJRceGGXQCvsE/edit>
2/8

Lampiran 46. Hasil Kuisisioner Responden 4



17/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

10. Procurement Cost VS Container Yard Development Cost

Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Container Yard Development Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Container Yard Development Cost					

11. Procurement Cost VS Maintenance Cost *

Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Maintenance Cost				

12. Container Yard Development Cost VS Operation Cost

Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Operation Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Operation Cost					

13. Container Yard Development Cost VS Maintenance Cost *

Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Maintenance Cost					

14. Operation Cost VS Maintenance Cost *

Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Maintenance Cost					

Pembobotan Teknis dan Equipment Performance

Faktor pemilihan berikutnya yaitu teknis. Dalam hal teknis, alat bongkar muat yang berbeda tentunya akan memiliki kemampuan yang berbeda juga. Pada pemilihan ini faktor teknis sangat menentukan

<https://docs.google.com/forms/d/1Sm1z53SxF014hCyhqw4CG820XKuwwzJRceGGXQCvsE/edit>

3/8

15. Spesifikasi Vs Fleksibilitas *

Nilai 1= Condong ke Spesifikasi; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Fleksibilitas
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Spesifikasi	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Fleksibilitas					

16. Spesifikasi Vs Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Spesifikasi; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Equipment Performance
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Spesifikasi	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Equipment Performance					

17. Fleksibilitas Vs Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Fleksibilitas; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Equipment Performance
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Fleksibilitas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Equipment Performance						

18. Procurement Cost (Biaya Pengadaan) *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)							

19. Operation Cost *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)					

20. Container Yard Development Cost (Biaya Pembenahan Container Yard) *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)						

Lampiran 48. Hasil Kuisisioner Responden 4

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

21. Maintenance Cost (Blaya Maintenance) *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)					

22. Lama Pembangunan *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)					

23. Spesifikasi *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)						

24. Fleksibilitas *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)						

25. Equipment Performance *
 Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
 Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	RTG (Rubber Tyred Gantry)						

Lampiran 49. Hasil Kuisisioner Responden 4

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

26. Environment Effect (Dampak pada Lingkungan Sekitar) *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RMG (Rail Mounted Gantry)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>						
RTG (Rubber Tyred Gantry)									<input type="radio"/>

Lampiran 50. Hasil Kuisisioner Responden 4

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

Pada kuisioner ini akan dilakukan pemilihan alat bongkar muat berupa crane. Tipe crane yang akan digunakan yaitu gantry crane dimana terdapat dua alternatif tipe gantry crane yang akan dijadikan pilihan, yaitu:

1. Rail Mounted Gantry (RMG) Crane
2. Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane

Kedua alternatif jenis crane tersebut akan dibandingkan satu sama lain untuk mencari crane mana yang paling cocok untuk dioperasikan di Stasiun Kalimas. Berikut merupakan kriteria-kriteria yang digunakan sebagai pertimbangan:

1. Cost (Biaya)
2. Lama Pembangunan
3. Teknis dan Equipment Performance
4. Environment Effect (Dampak pada Lingkungan Sekitar)

Pada bagian ini akan dilakukan pembobotan pada setiap kriteria-kriteria di atas untuk mengetahui urutan prioritas kriteria mana yang paling didahulukan oleh perusahaan dalam pengadaan suatu alat.

Email address *

djokondo2djoko@gmail.com

Nama Lengkap *

Pembobotan Cost Vs Lama Pembangunan *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Lama Pembangunan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lama Pembangunan							

7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

Pembobotan Cost Vs Teknis dan Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Teknis dan Equipment Performance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Teknis dan Equipment Performance					

Pembobotan Cost Vs Environment Effect *

Nilai 1= Condong ke Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Environment Effect							

Pembobotan Lama Pembangunan Vs Teknis dan Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Lama Pembangunan; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Teknis dan Equipment Performance

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Teknis dan Equipment Performance

Pembobotan Lama Pembangunan Vs Environment Effect *

Nilai 1= Condong ke Lama Pembangunan; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Lama Pembangunan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Environment Effect

Pembobotan Teknis dan Equipment Performance Vs Environment Effect *

*

Nilai 1= Condong ke Teknis dan Equipment Performance; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Environment Effect

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Teknis dan Equipment Performance	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Environment Effect						

Pembobotan Kriteria Cost (Biaya)

Pada bagian ini akan dilakukan pembobotan terhadap subkriteria cost (biaya), yang meliputi:

- Procurement Cost (Biaya Pengadaan/ Pembelian)
- Operation Cost (Biaya Operasi)
- Container Yard Development Cost (Biaya Pembenahan Yard)
- Maintenance Cost (Biaya Maintenance)

Pembobotan ini dilakukan guna mengetahui prioritas biaya mana yang paling didahulukan oleh perusahaan.

Procurement Cost VS Operation Cost *

Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Operation Cost

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Operation Cost						

Procurement Cost VS Container Yard Development Cost

Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Container Yard Development Cost

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Container Yard Development Cost						

Procurement Cost VS Maintenance Cost *

Nilai 1= Procurement Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Procurement Cost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Maintenance Cost					

Container Yard Development Cost VS Operation Cost

Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Operation Cost

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Container Yard Development Cost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Operation Cost				

Container Yard Development Cost VS Maintenance Cost *

Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost



Operation Cost VS Maintenance Cost *

Nilai 1= Container Yard Development Cost; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Maintenance Cost



Pembobotan Teknis dan Equipment Performance

Faktor pemilihan berikutnya yaitu teknis. Dalam hal teknis, alat bongkar muat yang berbeda tentunya akan memiliki kemampuan yang berbeda juga. Pada pemilihan ini faktor teknis sangat menentukan dimana kemampuan dan bentuk dimensi akan berhubungan erat pada penyesuaian bentuk dari layout yang dimiliki oleh Stasiun Kalimas. Kemudian faktor teknis akan dibagi lagi menjadi tiga yaitu perbedaan berdasarkan spesifikasi, fleksibilitas, serta equipment performance dari kedua tipe gantry crane tersebut.

- a. Spesifikasi
- b. Fleksibilitas (Kesesuaian dengan Tempat)
- c. Equipment Performance (Kinerja Alat)

Pembobotan ini dilakukan guna mengetahui prioritas teknis mana yang paling didahulukan oleh perusahaan.

Spesifikasi Vs Fleksibilitas *

Nilai 1= Condong ke Spesifikasi; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Fleksibilitas



7/30/2019

Pemilihan Alat Bongkar Muat Crane

Spesifikasi Vs Equipment Performance *

Nilai 1= Condong ke Spesifikasi; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Equipment Performance

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Spesifikasi Equipment Performance**Fleksibilitas Vs Equipment Performance ***

Nilai 1= Condong ke Fleksibilitas; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke Equipment Performance

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Fleksibilitas Equipment Performance**Procurement Cost (Biaya Pengadaan) ***

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG

1 2 3 4 5 6 7 8 9

RMG (Rail Mounted Gantry) RTG (Rubber Tyred Gantry)**Operation Cost ***

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG

1 2 3 4 5 6 7 8 9

RMG (Rail Mounted Gantry) RTG (Rubber Tyred Gantry)**Container Yard Development Cost (Biaya Pembinaan Container Yard) ***

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG

1 2 3 4 5 6 7 8 9

RMG (Rail Mounted Gantry) RTG (Rubber Tyred Gantry)

Lampiran 55. Hasil Kuisiner Responden 5

Maintenance Cost (Biaya Maintenance) *

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG

1 2 3 4 5 6 7 8 9

RMG (Rail Mounted Gantry) RTG (Rubber Tyred Gantry)**Lama Pembangunan ***

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG

1 2 3 4 5 6 7 8 9

RMG (Rail Mounted Gantry) RTG (Rubber Tyred Gantry)**Spesifikasi ***

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG

1 2 3 4 5 6 7 8 9

RMG (Rail Mounted Gantry) RTG (Rubber Tyred Gantry)**Fleksibilitas ***

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG

1 2 3 4 5 6 7 8 9

RMG (Rail Mounted Gantry) RTG (Rubber Tyred Gantry)**Equipment Performance ***

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG

1 2 3 4 5 6 7 8 9

RMG (Rail Mounted Gantry) RTG (Rubber Tyred Gantry)**Environment Effect (Dampak pada Lingkungan Sekitar) ***

Nilai 1=Condong ke RMG; Nilai 5= Netral; Nilai 9= Condong ke RTG

1 2 3 4 5 6 7 8 9

RMG (Rail Mounted Gantry) RTG (Rubber Tyred Gantry)<https://docs.google.com/forms/d/1Smlz53SxFO14hCyhq4CG820XKuwzJf0wGGXQCVsEled9#response=ACYDBNHLA-1g80R4cHt3W0Th...> 8/9

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Gerald Hassema, yang merupakan anak kedua dari dua bersaudara yang lahir di Jakarta pada tanggal 2 Juli 1997. Penulis telah menyelesaikan jenjang pendidikan dasar di SD Tarakanita 5, Jakarta. Pendidikan menengah pertama di SMP Santa Maria Fatima, Jakarta. Pendidikan menengah atas di SMA Fons Vitae 1, Jakarta. Kemudian melanjutkan pendidikan tinggi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Program Studi Sarjana Reguler pada bidang *Reliability, Availability, Management, and Safety* (RAMS). Penulis memiliki pengalaman melaksanakan Kerja Praktik di dua perusahaan, yaitu PT. Janata Marina Indah, Semarang dan PT. Dirgantara Indonesia, Bandung. Selain aktivitas akademik, penulis juga aktif di bidang non-akademik. Penulis aktif pada organisasi UKM Kempo serta mendapat gelar Juara 3 pada Kejuaraan Piala Koni Surabaya 2016. Penulis juga aktif pada organisasi Persekutuan Mahasiswa Kristen ITS sebagai sebagai panitia Natal dan Paskah pada tahun 2016-2018. Penulis dapat dihubungi melalui email: geraldyhassema@gmail.com.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”