



TUGAS AKHIR – TI141501

**Kajian Peningkatan *Lifting* LPG *Pressurized* di Depot Balongan
(Studi Kasus: PT. Pertamina (Persero))**

Reika Ermansa

NRP. 2511100166

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP

Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2015



FINAL PROJECT – TI141501

**The Study of Lifting Improvement in LPG Pressurized
(Case Study: PT. Pertamina (Persero))**

Reika Ermansa

NRP. 2511100166

Supervisor

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP

Department of Industrial Engineering

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2015

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN PENINGKATAN *LIFTING* LPG PRESSURIZED DI DEPOT BALONGAN (STUDI KASUS: PT. PERTAMINA (PERSERO))

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

REIKA ERMANSYA
NRP. 2511100166

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP
NIP. 196901071994121001

SURABAYA, JUNI 2015



KAJIAN PENINGKATAN *LIFTING* LPG PRESSURIZED DI DEPOT BALONGAN (STUDI KASUS: PT. PERTAMINA (PERSERO))

Nama : Reika Ermansa
NRP : 2511100166
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

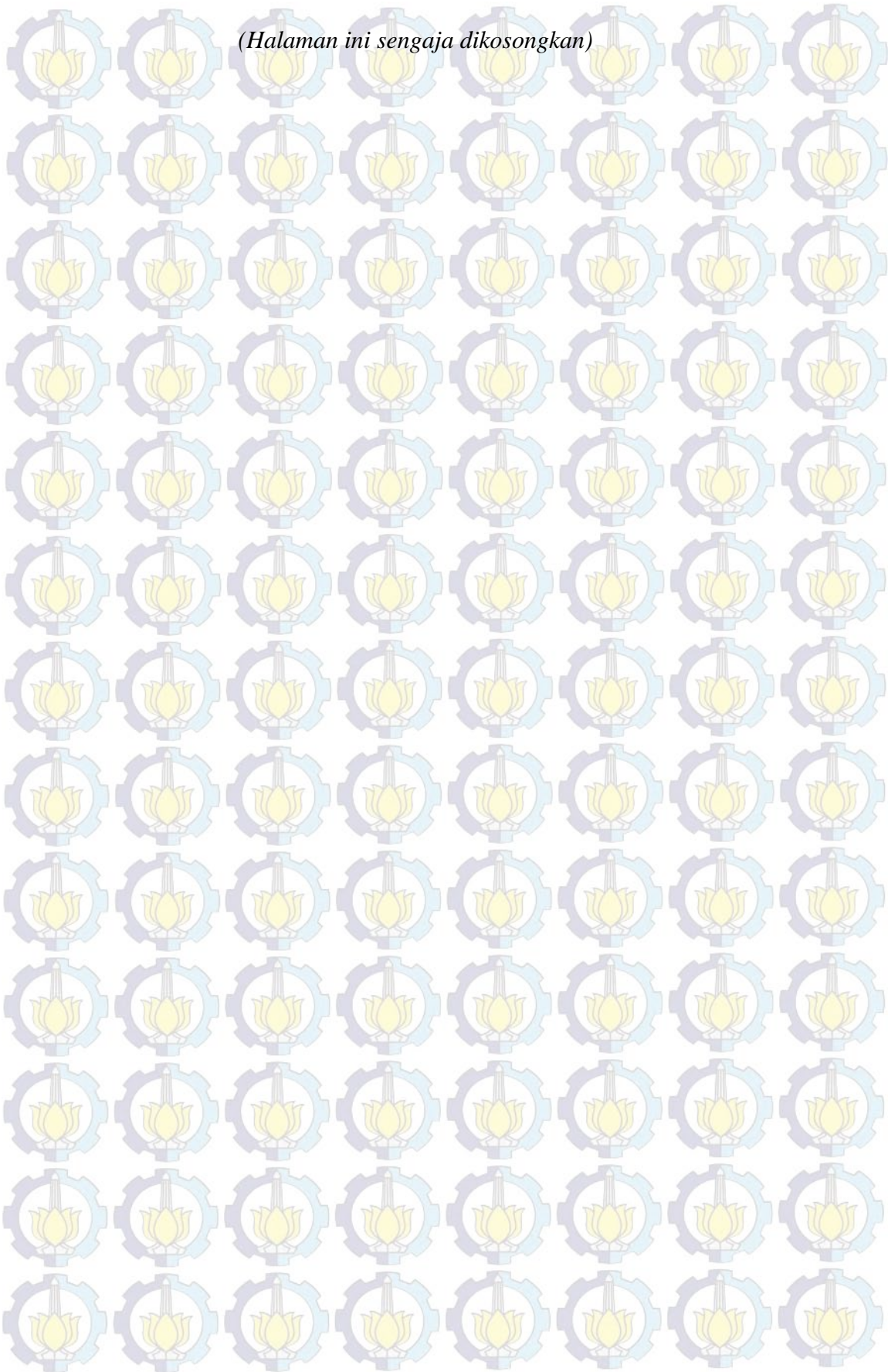
ABSTRAK

Dalam sistem suplai dan distribusi LPG, total target, frekuensi injeksi kapal, jumlah truk, dan pengaturan tangki memiliki hubungan yang kuat untuk mencapai performansi harian. Penerimaan suplai berasal dari hasil produksi kilang dan injeksi kapal. Sedangkan, distribusi dilakukan ke SP(P)BE/agen melalui jalur kilang dan jalur depot. Produk yang disalurkan berupa unit curah dan unit tabung. Namun, penyaluran LPG dari kilang memiliki berbagai permasalahan operasional. Oleh karena itu, jalur penyaluran LPG dari kilang akan ditutup dan semua pendistribusian dialihkan ke depot. Dalam penelitian ini dilakukan pencarian kombinasi terbaik antara pengaturan total DOT (*Daily of Throughput*), frekuensi injeksi kapal, jumlah truk, dan waktu suplai distribusi. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan penyaluran LPG di Depot Balongan serta melihat kemampuan maksimum tangki.

Penelitian ini mengembangkan model simulasi yang meniru aktivitas suplai dan distribusi dengan menggunakan *software* ARENA. Simulasi dilakukan untuk meniru kondisi eksisting terlebih dahulu untuk melihat *bottleneck* yang terjadi. Pada kondisi eksisting terlihat bahwa pengaturan penggunaan tangki belum maksimal sehingga menyebabkan stok rendah dan *lifting* harian tidak seimbang untuk tiap unit yang disalurkan. Beberapa skenario hasil pengembangan total DOT, frekuensi injeksi kapal, dan jumlah truk akan dikembangkan untuk mengatasi *bottleneck* yang ada. Setiap skenario dievaluasi nilai performansi *lifting* dan utilisasi tangki. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir seluruh skenario yang dikembangkan memiliki dampak signifikan terhadap kondisi eksisting. Skenario terpilih ialah skenario yang berada dalam garis *frontier* dan memiliki nilai performansi tinggi.

Kata kunci: distribusi, *lifting* LPG, performansi, simulasi, suplai

(Halaman ini sengaja dikosongkan)





THE STUDY OF LIFTING IMPROVEMENT IN LPG PRESSURIZED (CASE STUDY: PT. PERTAMINA (PERSERO))

Student Name : Reika Ermansa
Student ID : 2511100166
Supervisor : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP

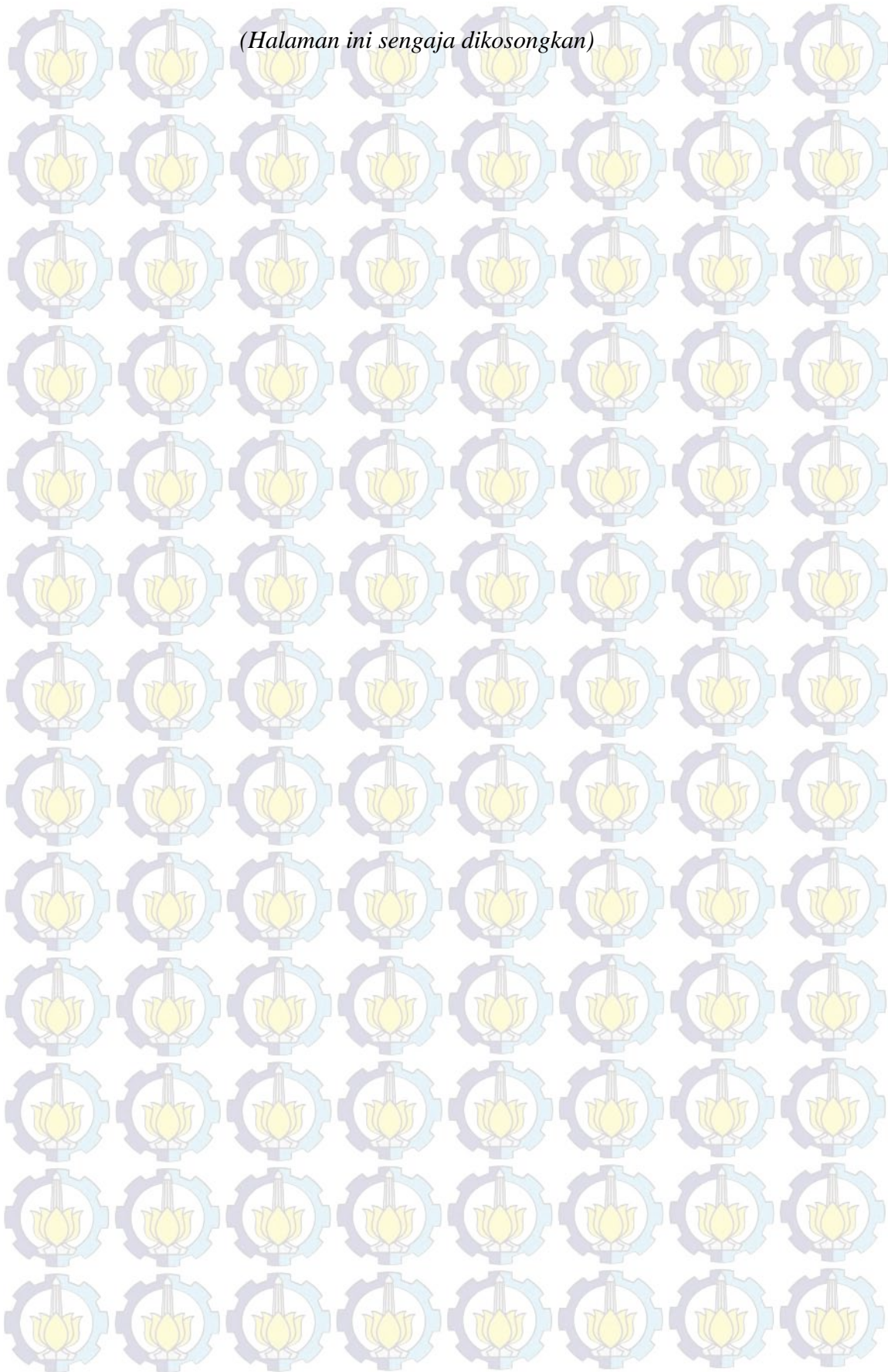
ABSTRACT

In the LPG supply and distribution system, the daily target, frequency of vessel injection, number of trucks, and utilization of tank are interrelated to achieve daily performances. Supply comes from the refinery production and vessel injection. Meanwhile, distribution LPG to customers is done through the refinery unit and depot. The type of LPG that delivered is bulk and tube. However, the distribution of LPG from refinery unit has many operational issues. Therefore, distribution route from refinery unit will be closed and transferred to the depot. In this paper, the best combination between the daily target, frequency of vessel injection, number of trucks, distribution and supply time are investigated. The objective is to improve daily performances and obtain maximum tank capability.

This research develops a simulation model that mimics supply and distribution activity of LPG using ARENA software. The simulation conducts to replicate the existing condition and find the bottleneck. Existing condition shows that the utilization of tank is not maximized. The daily lifting is unbalanced for each type products and tank has low inventory. Several numbers of scenario related to daily target as well as frequency of vessel injection and number of trucks are then developed to fix the existing bottleneck. Each scenario is evaluated in terms of lifting performance and tank utilization. The results shows that almost all scenarios developed have significant impacts on the existing condition. The scenario that is closer to the frontier curve and has a high performance value will be selected.

Keywords: distribution, LPG lifting, performance, simulation, supply

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas limpahan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Kajian Peningkatan *Lifting LPG Pressurized* di Depot Balongan (Studi Kasus: PT. Pertamina (Persero))”. Laporan ini merupakan salah satu persyaratan menyelesaikan studi Strata-1 dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri pada Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama penyusunan laporan, penulis mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Djusman Sajuti dan Ibu Erlina selaku kedua orang tua penulis, serta Alva Army Gerry dan Meiriska Saga selaku kakak dan adik penulis, yang selalu ada memberikan dukungan kepada penulis dalam segala kondisi dan menjadi motivasi penulis menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP, selaku dosen pembimbing atas kesabaran dan waktu yang diluangkan dalam memberikan arahan, masukan, serta motivasi yang mendukung pengerjaan Tugas Akhir.
3. Bapak Prof. Ir. Budi Santosa M.Sc., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, serta Bapak Yudha Andrian S.T., M.T., selaku Koordinator Tugas Akhir atas kelancaran proses birokrasi selama pengerjaan Tugas Akhir.
4. Bapak Prof. Budisantoso Wirjodirdjo, Ibu Effi Latiffianti, M.Sc., Bapak Prof. Iwan Vanany, dan Bapak Dody Hartanto, M.T., selaku dosen penguji seminar proposal dan sidang tugas akhir atas saran membangun untuk penulisan penelitian tugas akhir yang lebih baik.
5. Bapak Prof. Iwan Vanany, Bapak Dr. Ahmad Rusdiansyah, Bapak Dr. Imam Baihaqi selaku tim dosen Laboratorium *Logistics and Supply Chain Management* (LSCM) yang telah memberikan saran motivasi dan pengalaman selama masa perkuliahan dan kegiatan asisten laboratorium.
6. Bapak AT Seno Soewito, Bapak Henry K. Susatio, Mbak Karin, Mas Rangga, Mas Andika, dan seluruh karyawan Divisi ISC Pertamina yang

telah memberikan informasi, masukan, dan bantuan selama penulis melakukan pengambilan data.

7. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Industri ITS yang telah membimbing penulis selama menempuh masa perkuliahan.
8. Keluarga penulis di Laboratorium LSCM, Gio, Putek, Willy, Ivana, Gane, Kelvin, Reby, Aulia, Troy, Wahyu, Mibol, Khara, Elsa, Efan, Erza, Doni, Rosa, Odel, dan Nupi yang kerap memberikan semangat, dukungan, dan inspirasi kepada penulis.
9. Teman-teman satu bimbingan (Nesya, Willy, Putek, Gio) yang senantiasa saling mendukung dan memberikan semangat dalam menghadapi suka duka pengerjaan Tugas Akhir.
10. Bilqis, Afi, Fina, Bedil, Papang, Gane, terima kasih atas canda tawa dan dukungan yang diberikan.
11. Sahabat-sahabat EMETERS (Rege, Shinta, Icha, Indah, Grina, Nahdya) yang selalu siap mendengarkan keluh kesah penulis dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
12. Keluarga KOSMOS (Bobby, Angga, Bagus, Rian, dll), sesama teman-teman seperantauan yang selalu memberikan keceriaan dari awal perkuliahan hingga akhir. *Home feels not far with them.*
13. Teman-teman VERESIS yang telah memberikan cerita pada perjalanan penulis selama menempuh studi di Jurusan Teknik Industri ITS.
14. Seluruh pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas segala dukungan dan bantuannya.

Penulis menyadari bahwa pengerjaan Tugas Akhir ini tidak luput dari kesalahan. Kritik dan saran membangun sangat diharapkan dalam rangka perbaikan dan pengembangan selanjutnya. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dunia akademik.

Surabaya, Juni 2015

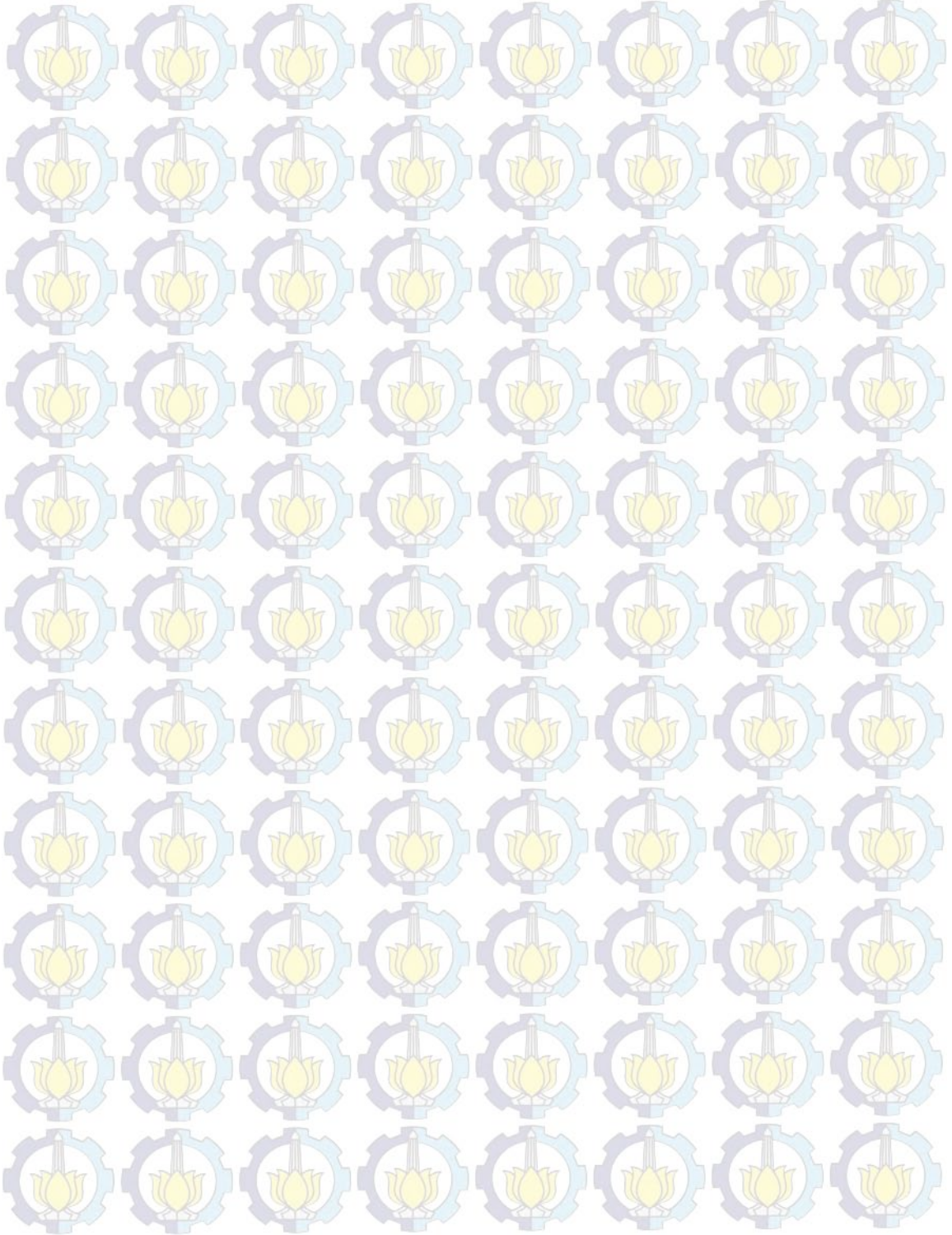
Penulis

DAFTAR ISI

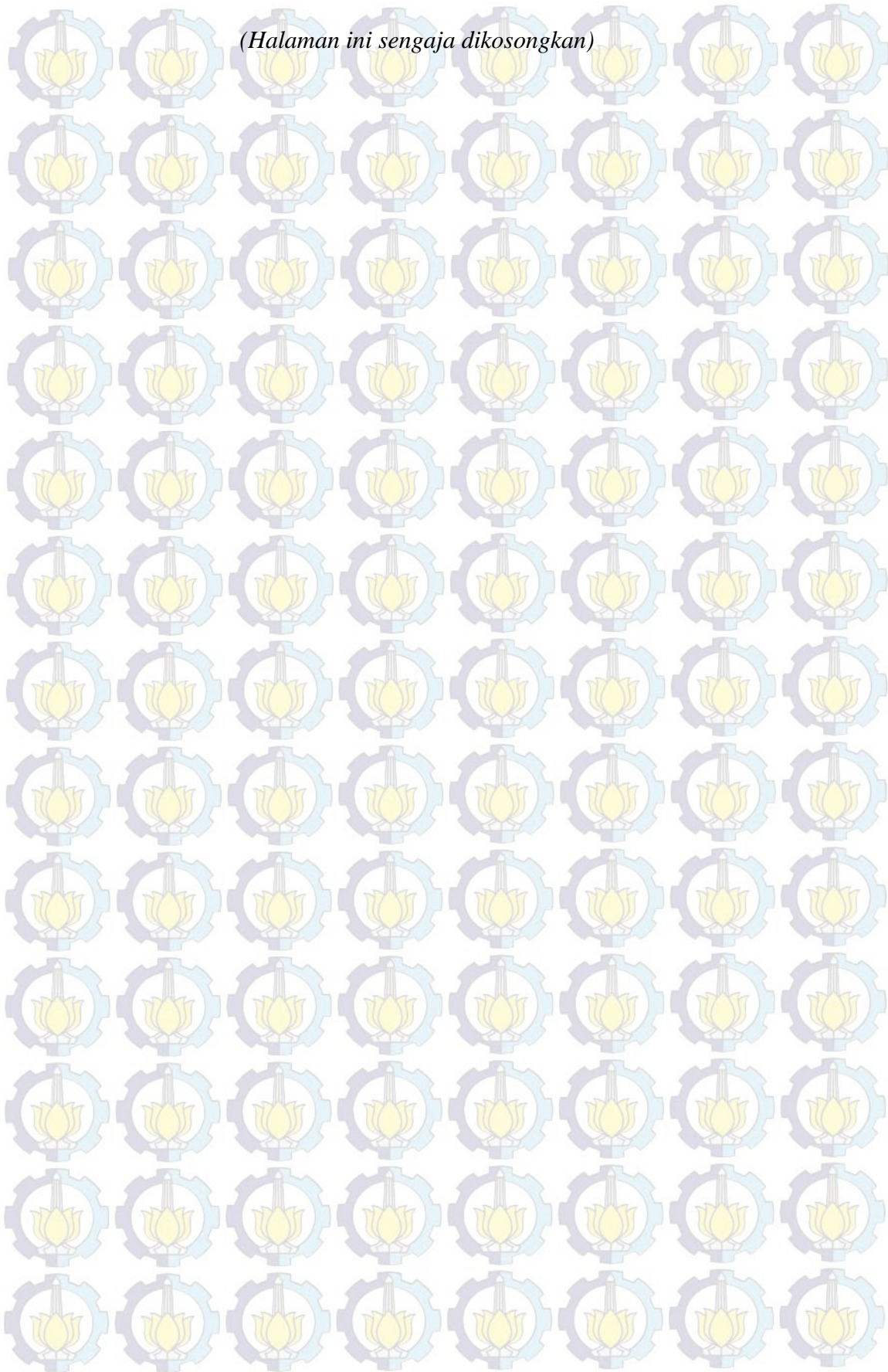
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	6
1.5.1 Batasan	6
1.5.2 Asumsi	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Manajemen Logistik	9
2.2 Manajemen Distribusi	10
2.3 Manajemen Persediaan	12
2.4 Pemodelan Sistem dan Simulasi	13
2.4.1 Simulasi dengan <i>Software Arena</i>	15
2.5 Pengujian Model	16
2.5.1 Verifikasi	16
2.5.2 Validasi	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tahap Pengumpulan Data	20
3.2 Tahap Pengolahan Data	21
3.2.1 Pengolahan Data	21

3.2.2	Pembangunan dan <i>Running</i> Model Simulasi Eksisting	22
3.2.3	Perancangan dan <i>Running</i> Skenario Perbaikan	23
3.3	Tahap Analisis dan Interpretasi Hasil	23
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		25
4.1	Pengumpulan Data	25
4.1.1	Kebijakan Eksisting Sistem Suplai dan Distribusi LPG Balongan	25
4.1.2	Aktivitas <i>Lifting</i> LPG	26
4.1.3	Identifikasi Komponen Sistem Eksisting	26
4.2	Pengolahan Data	27
4.2.1	Aktivitas Siklus Suplai Distribusi	28
4.2.2	Perhitungan Performansi <i>Lifting</i> Harian.....	30
4.2.3	Perhitungan Utilisasi Tangki	32
4.3	Pembangunan Model Simulasi Eksisting	34
4.4	Perhitungan Periode <i>Warm Up</i>	41
4.5	Pengujian Model Simulasi Eksisting	43
4.5.1	Verifikasi Model Simulasi Eksisting	43
4.5.2	Perhitungan Jumlah Replikasi Simulasi	47
4.5.3	Validasi Model Simulasi Eksisting	49
4.6	Perancangan Skenario Perbaikan.....	50
4.7	Hasil Simulasi Skenario Perbaikan.....	52
4.8	Komparasi Sistem	54
BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL		57
5.1	Analisis Kondisi Eksisting	57
5.2	Analisis Simulasi Kondisi Eksisting	58
5.3	Analisis Simulasi Skenario Perbaikan	59
5.4	Analisis Perbandingan Hasil Simulasi Kondisi Eksisting dan Skenario Perbaikan	62
5.4.1	Analisis Perbandingan Performansi <i>Lifting</i>	62
5.4.2	Analisis Perbandingan Utilisasi Tangki	63
5.5	Analisis Pemilihan Skenario Terbaik	64
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		69
6.1	Kesimpulan	69

6.2	Saran.....	70
	DAFTAR PUSTAKA.....	71
	LAMPIRAN.....	73
	BIOGRAFI PENULIS.....	93



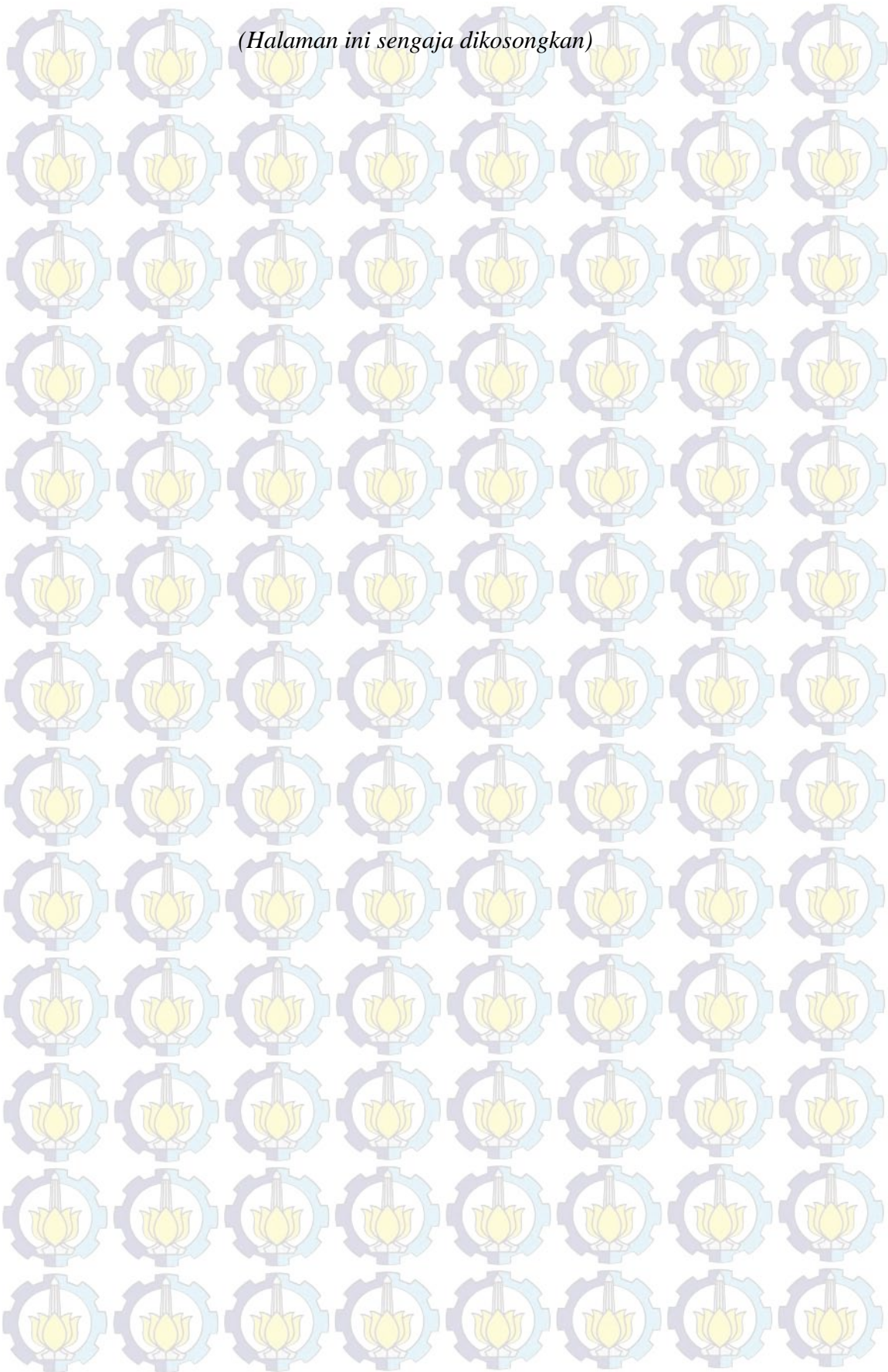
(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen Utama Logistik.....	10
Tabel 2.2 Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Simulasi	15
Tabel 4.1 Komponen Sistem Eksisting	27
Tabel 4.2 Perhitungan <i>Moving Average</i> (MA) Periode <i>Warm Up</i> Model Simulasi	42
Tabel 4.3 Rekapitulasi Perhitungan Jumlah Replikasi.....	48
Tabel 4.4 <i>Statistical Significance T-Test: Assuming Unequal Variances</i>	49
Tabel 4.5 Jumlah Kendaraan Eksisting Tiap Tujuan	51
Tabel 4.6 Pengaturan Waktu Operasional Tiap Aktivitas.....	51
Tabel 4.7 Rincian Skenario Perbaikan.....	52
Tabel 4.8 Hasil Simulasi	53
Tabel 4.9 Tabel ANOVA untuk <i>ALP</i> dan <i>ATU</i>	55
Tabel 5.1 Rincian Skenario Terpilih.....	65

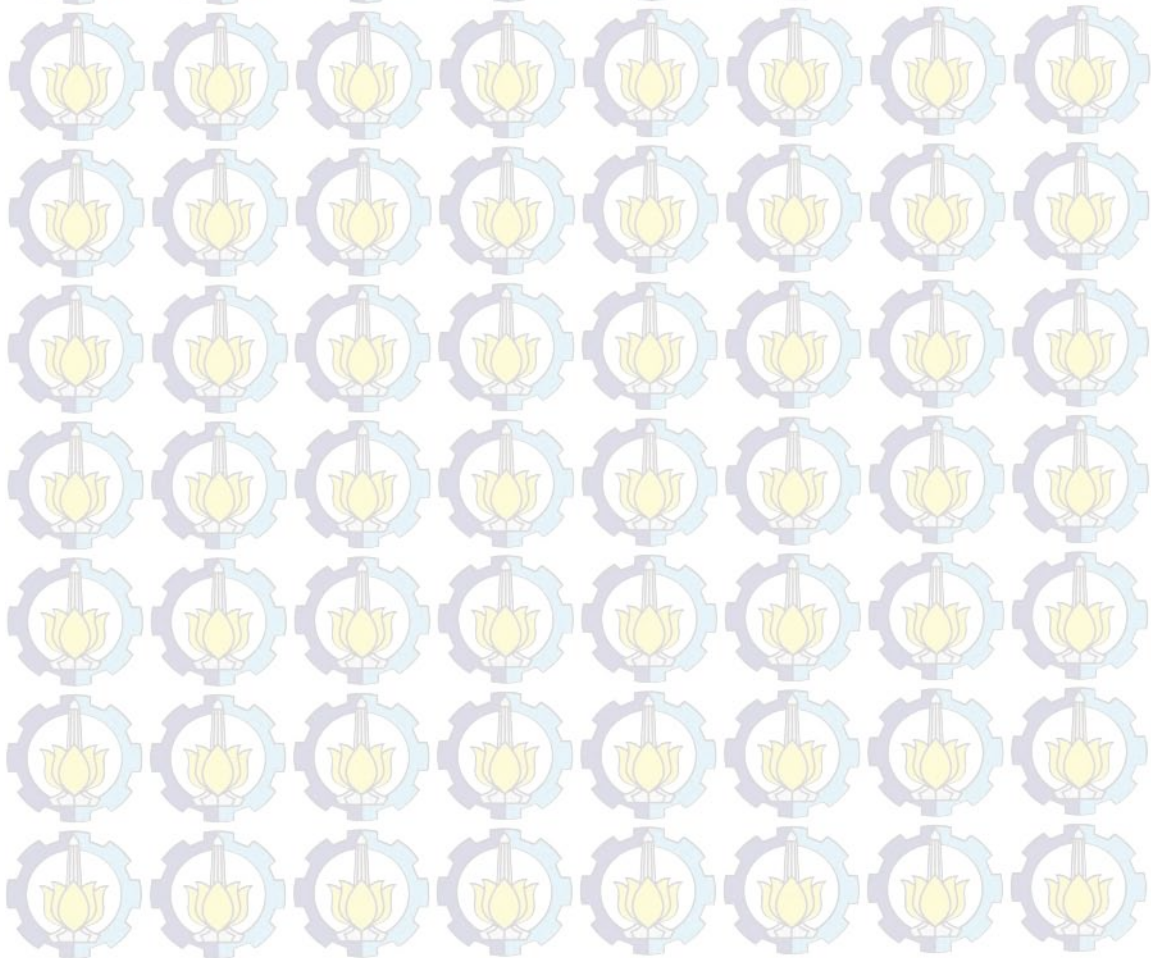
(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Konsumsi LPG per Sektor Tahun 2000 – 2013 (Kementerian ESDM, 2014)	1
Gambar 1.2 <i>Process Flow</i> LPG Kilang dan Depot Balongan.....	3
Gambar 2.1 Jaringan Logistik (Simchi-Levi, et al., 2005).....	9
Gambar 2.2 Model Strategi Pengiriman Langsung.....	11
Gambar 2.3 Model Strategi Pengiriman Melalui <i>Warehouse</i>	12
Gambar 2.4 Model Strategi Pengiriman <i>Cross-docking</i> (Mousavi & Tavakkoli-Moghaddam, 2013)	12
Gambar 2.5 Hubungan Antara <i>Real World</i> dan <i>Simulation World</i> dalam Teori Pengembangan Sistem (Sargent, 2001)	14
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	19
Gambar 4.1 <i>Process Flow Diagram</i> Suplai Distribusi LPG Keseluruhan.....	28
Gambar 4.2 <i>Lifting</i> LPG Harian di Balongan	30
Gambar 4.3 Stok LPG Harian di Tangki LPG Kilang Balongan.....	32
Gambar 4.4 Stok LPG Harian di Tangki LPG Depot Balongan.....	33
Gambar 4.5 Tampilan Simulasi Sistem Eksisting.....	35
Gambar 4.6 <i>Flowchart</i> Aktivitas Suplai LPG.....	36
Gambar 4.7 <i>Flowchart</i> Aktivitas Distribusi LPG	37
Gambar 4.8 Model Transfer Hasil Produksi ke Tangki Kilang	38
Gambar 4.9 Model Transfer Suplai Kilang ke Depot	38
Gambar 4.10 Model Injeksi Kapal.....	39
Gambar 4.11 Model Pengisian dan Pengiriman LPG	40
Gambar 4.12 Model <i>Update</i> Performansi Harian	40
Gambar 4.13 Model <i>Update</i> Hari dan Jam Kerja	41
Gambar 4.14 Grafik Periode <i>Warm Up</i> Sesuai Nilai <i>Moving Average</i>	43
Gambar 4.15 Verifikasi dengan <i>Trace and Debug Facility</i> Pada ARENA	44
Gambar 4.16 Verifikasi Logika Simulasi dan Perhitungan Rumus	45
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Nilai Performansi <i>Lifting</i> Antar Skenario.....	53

Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Nilai Utilisasi Tangki Antar Skenario.....	54
Gambar 5.1 Kondisi Stok dan <i>Lifting</i> Harian LPG	57
Gambar 5.2 Nilai Performansi <i>Lifting</i> Tiap Skenario Perbaikan.....	60
Gambar 5.3 Nilai Utilisasi Tangki Tiap Skenario Perbaikan.....	61
Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Nilai Performansi <i>Lifting</i> Kondisi Eksisting dan Skenario.....	62
Gambar 5.5 Grafik Perbandingan Nilai Utilisasi Tangki Kondisi Eksisting dan Skenario.....	63
Gambar 5.6 Kelompok Performansi Skenario Terpilih.....	65
Gambar 5.7 Hasil Simulasi Skenario Terpilih Sesuai Nilai Performansi <i>Lifting</i> ..	66
Gambar 5.8 Hasil Simulasi Skenario Terpilih Sesuai Nilai Utilisasi Tangki dan Kendaraan.....	67
Gambar 5.9 Kondisi <i>Lifting</i> Harian Skenario 2b.....	68
Gambar 5.10 Kondisi Stok Harian Skenario 2b.....	68



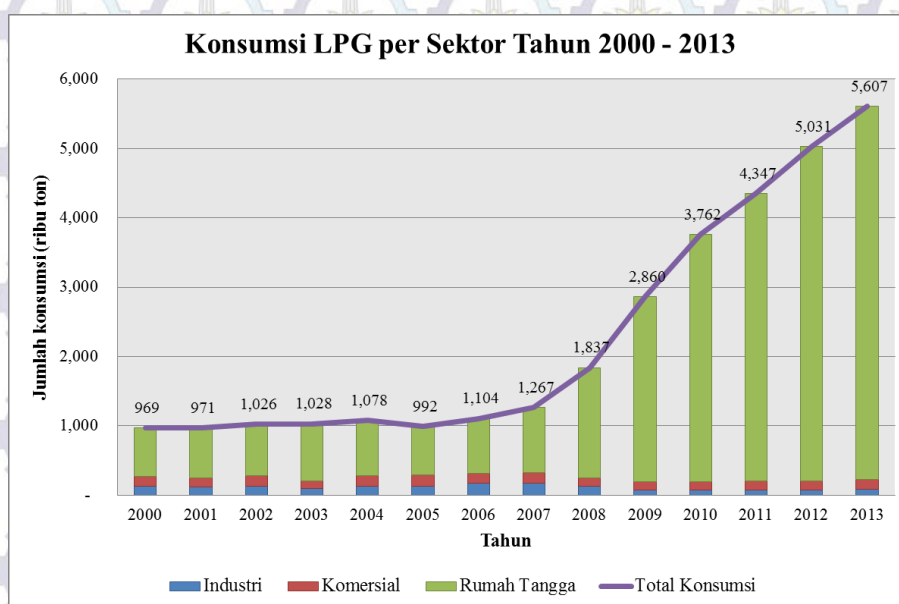
BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan bagi penelitian suplai dan distribusi LPG *pressurized*.

1.1 Latar Belakang

Liquidified Petroleum Gas (LPG) merupakan salah satu kebutuhan pokok yang tidak dapat diabaikan. Hal ini menjadi tantangan bagi perusahaan minyak dan gas untuk dapat memenuhi permintaan konsumen dengan suplai yang cukup. Sejalan pula dengan kondisi kebutuhan LPG nasional yang terus mengalami pertumbuhan pesat dalam beberapa tahun terakhir, khususnya pada sektor rumah tangga (Kementerian ESDM, 2013). Adanya program konversi minyak tanah ke gas yang diterapkan berdasarkan Perpres No. 104 Tahun 2007 (Indonesia, 2007) menjadi faktor pendukung peningkatan kebutuhan LPG. Dalam Gambar 1.1 tampak bahwa terjadi peningkatan signifikan jumlah konsumsi LPG setelah tahun 2007 hingga tahun 2013.



Gambar 1.1 Konsumsi LPG per Sektor Tahun 2000 – 2013 (Kementerian ESDM, 2014)

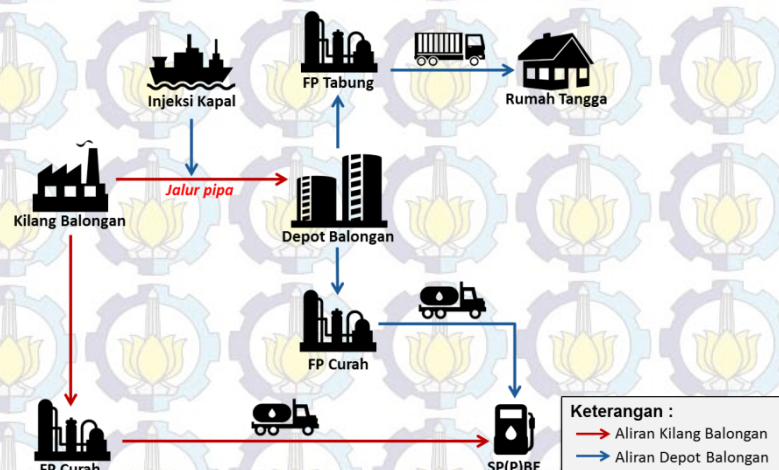
Tingkat konsumsi LPG yang diperkirakan selalu meningkat ini menyebabkan suplai distribusi LPG memiliki peranan sangat penting dalam memastikan ketersediaan LPG di konsumen. Oleh karena itu, diperlukan suatu fungsi khusus yang memperhatikan penanganan LPG nasional. Lalu jika dilihat dari margin keuntungan LPG yang rendah, maka dibutuhkan penanganan suplai distribusi yang efektif dan efisien untuk memaksimalkan profit. Efektivitas dilihat dari model distribusi yang paling optimal. Sedangkan, efisiensi dapat dilihat dari besarnya biaya distribusi yang dikeluarkan.

PT. Pertamina (Persero) merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang melakukan pengelolaan aktivitas minyak dan gas bumi mulai dari sektor hulu hingga sektor hilir. Pertamina saat ini berfokus untuk ekspansi bisnis sektor hulu dan efisiensi bisnis sektor hilir. Upaya Pertamina dalam mencapai tingkat efisiensi sektor hilir ialah dengan membentuk divisi khusus yang menjembatani sektor hulu dan hilir. Divisi ini dikenal dengan nama *Integrated Supply Chain* (ISC). Dalam Divisi ISC terdapat fungsi yang menangani LPG, yaitu fungsi operasional LPG. Secara khusus, fungsi operasional LPG bertugas menjaga ketahanan stok LPG nasional dengan melakukan operasional dan administrasi terintegrasi, objektif, efisien, dan efektif mengenai suplai dan distribusi LPG impor maupun domestik. Salah satu aktivitas operasional LPG yang perlu diperhatikan adalah aktivitas suplai dan distribusi LPG di area Balongan. Balongan memegang penyaluran LPG untuk Region Domestik III yang terdiri dari wilayah Indramayu, Cirebon, Majalengka, Kuningan, sebagian daerah Bandung, sebagian daerah Semarang, dan sebagian daerah Jakarta.

Depot Balongan termasuk salah satu fasilitas *filling plant* Pertamina yang mendistribusikan LPG campuran *pressurized*. LPG ini tersusun atas campuran propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) yang dicairkan dengan cara ditekan dalam tekanan sebesar $4-5 \text{ kg/cm}^2$. Depot Balongan menerima pasokan LPG *pressurized* dari Kilang Balongan. Kilang menghasilkan LPG sekitar 900 MT (*Metric Ton*) per hari. Produk hasil kilang akan didistribusikan ke konsumen dan Stasiun Pengisian dan Pengangkutan *Bulk* Elpiji (SPPBE) atau Stasiun Pengisian *Bulk* Elpiji (SPBE) melalui dua model distribusi. Proses pendistribusian LPG dalam

Pertamina dikenal juga dengan istilah *lifting*. Model distribusi LPG *pressurized* di Balongan secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.2.

Model distribusi pertama ialah penyaluran LPG melalui jalur darat dari Kilang Balongan ke SP(P)BE sekitar 600 MT/hari. LPG dari tiap tangki di Kilang Balongan akan dialirkan ke pengisian unit curah tiap *skid tank*. Setelah itu, *skid tank* yang telah terisi penuh akan dijalankan langsung ke SP(P)BE.



Gambar 1.2 *Process Flow* LPG Kilang dan Depot Balongan

Selanjutnya model kedua ialah pengaliran LPG dari Kilang Balongan ke SP(P)BE melalui Depot Balongan. Proses pengaliran LPG dari kilang ke tangki depot akan dilakukan melalui jalur pipa. Jarak antara kilang dan depot ialah sekitar 2 km. Ketika depot mengalami kekurangan produksi atau *shutdown* mesin produksi, maka depot akan menerima suplai LPG dari kapal injeksi melalui jalur pipa. Proses penerimaan suplai dari kilang dan kapal injeksi melalui jalur pipa tidak dapat dilakukan secara simultan. Lalu LPG dalam tangki di depot akan disalurkan dalam dua bentuk, yaitu unit tabung dan unit curah. LPG dalam unit tabung akan langsung didistribusikan ke konsumen dengan truk. Sedangkan, LPG unit curah akan disalurkan ke SP(P)BE melalui *skid tank*.

Melihat dari dua model distribusi LPG di atas, distribusi LPG tentunya tidak lepas dari berbagai hambatan, baik bersifat teknis maupun non teknis. Permasalahan yang terjadi saat ini ialah penyaluran LPG melalui jalur darat dari Kilang Balongan ke SP(P)BE seperti pada model 1. Model ini akan memberikan dampak pada operasional Kilang Balongan. Kondisi area sekitar kilang akan

mengalami kepadatan lalu lintas *skid tank* dimana proporsi penyaluran LPG antara model 1 dan model 2 ialah 60% : 40%. Berdasarkan kondisi aktual di lapangan, banyak *skid tank* yang ingin masuk kilang tidak memenuhi standar sesuai PP No. 44 Tahun 1993 (Indonesia, 1993). Terdapat banyak *skid tank* dengan kondisi ban gundul, aksesoris tidak lengkap, serta supir tidak memiliki pemahaman keselamatan. Kondisi ini mengakibatkan banyak *skid tank* tidak diperbolehkan masuk kilang dan melakukan pengisian LPG.

Dari sisi geografis, letak kilang yang dekat dengan laut mengakibatkan ketidakamanan bagi *skid tank* untuk melintas di area tersebut. Berbagai kondisi di atas menyebabkan *skid tank* tidak dapat melakukan pengisian LPG dan adanya penumpukan LPG di kilang. Hal ini berdampak pada kebutuhan LPG konsumen tidak terpenuhi dan terjadi penurunan performansi harian. Melihat dari kondisi tersebut, maka akan dilakukan kajian untuk menghentikan penyaluran LPG di kilang dengan meningkatkan penyaluran LPG di depot. Dalam rangka peningkatan jumlah penyaluran LPG di depot, masih ditemukan berbagai permasalahan yang kerap terjadi, antara lain:

1. Penerimaan suplai rutin LPG di Depot Balongan hanya berasal dari Kilang Balongan. Hal ini dapat berdampak pada ketidakstabilan pasokan LPG apabila terjadi *shutdown* mesin di kilang.
2. Transfer LPG dari kilang hanya dapat dilakukan pada dini hari (01.00-07.00) untuk menghindari *losses* sehingga menyebabkan proses pengisian ke truk dan *skid tank* dapat dimulai pukul 07.00.
3. Suplai injeksi kapal tidak stabil karena sering adanya pengalihan kapal ke lokasi lain. Selain itu, penerimaan dari kapal tidak dapat simultan dengan penerimaan dari kilang.
4. Ketidakpastian dari kondisi alam yang dapat menyebabkan susahnya penyandaran kapal, seperti cuaca buruk, angin kencang, dan air pasang.
5. Kondisi lingkungan sekitar depot merupakan area pemukiman warga yang memiliki kondisi jalan tidak terlalu besar sehingga perlu dilakukan pengaturan waktu perjalanan truk di depot tiap harinya.

Dengan adanya berbagai permasalahan di atas, maka diperlukan kajian yang dapat menyelesaikan permasalahan suplai distribusi di area Balongan

sehingga perputaran LPG di Balongan maksimal. Perputaran LPG yang baik akan memberikan kestabilan dalam mendistribusikan LPG ke konsumen. Kajian yang dapat dilakukan ialah melalui pengaturan suplai dan distribusi LPG ke depot. Suplai LPG berasal dari kilang dan injeksi kapal. Suplai LPG kilang selalu stabil sekitar 900 MT/hari. Sedangkan, jumlah DOT (*Daily of Throughput*) yang diinginkan sebesar 1000 MT/hari. Sehingga, parameter suplai yang dapat diatur ialah frekuensi injeksi kapal. Setiap penambahan frekuensi injeksi kapal akan berdampak pada peningkatan jumlah penyaluran LPG di depot dan jumlah truk yang dibutuhkan. Sesuai penjelasan di atas, maka diperlukan penelitian terkait pengaruh pengaturan DOT kilang, DOT depot, frekuensi injeksi kapal, jumlah truk, dan waktu suplai distribusi LPG terhadap performansi penyaluran harian dan utilisasi tangki depot.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini ialah bagaimana meningkatkan penyaluran LPG di Depot Balongan melalui pengaturan total DOT, frekuensi injeksi kapal, jumlah truk, dan waktu suplai distribusi LPG untuk mencapai target harian.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini, antara lain:

1. Menghasilkan rekomendasi mengenai pengaturan total DOT, frekuensi injeksi kapal, jumlah truk, dan waktu suplai distribusi LPG untuk meningkatkan penyaluran LPG di Depot Balongan.
2. Menghasilkan informasi mengenai performansi penyaluran harian LPG di Depot Balongan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kombinasi pengaturan total DOT, frekuensi injeksi kapal, jumlah truk, dan waktu suplai distribusi LPG yang dapat meningkatkan penyaluran LPG di Depot Balongan.

2. Mengetahui hambatan pada sistem aliran (*debottlenecking process*) untuk memaksimalkan penyaluran LPG.

3. Sebagai bahan pertimbangan perusahaan dalam rangka mengkaji rencana penutupan penyaluran LPG melalui darat di Kilang Balongan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian merupakan sebuah simplifikasi dari kondisi nyata yang ada sehingga permasalahan dapat diselesaikan dengan metode ilmiah.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Pengamatan hanya dilakukan untuk LPG *pressurized* campuran.
2. Pengamatan hanya dilakukan untuk operasional pengiriman LPG dari kilang ke depot dan keluar dari *filling point*.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut.

1. *Time windows* pengisian LPG ke truk dan *skid tank* yaitu pada pukul 08.00 – 22.00 di kilang dan pukul 07.00 – 18.00 di depot.
2. Proses injeksi kapal ke depot dapat berlangsung selama 24 jam ketika pipa tidak digunakan untuk suplai LPG dari kilang.
3. Proses pengiriman LPG curah dan tabung melalui jalur darat dengan menggunakan truk hanya dilakukan pada hari Senin hingga Sabtu.
4. *Skid tank* dan truk yang sampai ke *filling point* akan selalu dapat melakukan pengiriman dan tidak ada waktu istirahat.
5. Ketahanan tangki kilang dan depot, jalur pipa, truk, dan mesin penghasil LPG selalu dalam kondisi prima.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan akan dijelaskan secara ringkas mengenai tiap bagian yang dilakukan dalam penelitian.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai hal-hal yang mendasari penelitian, seperti latar belakang diadakannya penelitian, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini merupakan landasan awal penelitian dengan melakukan sebuah studi literatur untuk membantu penentuan metode yang sesuai dengan permasalahan dalam penelitian ini. Tinjauan pustaka yang dilakukan berasal dari buku, jurnal ilmiah, seminar ilmiah, kebijakan pemerintah, laporan perusahaan, serta penelitian sejenis.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan-tahapan terstruktur yang akan dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Tahapan penelitian dirancang sebagai pedoman bagi penulis dalam melakukan proses penelitian agar penelitian dapat berjalan sistematis dan mencapai tujuan yang diinginkan. Model tahapan penelitian digambarkan dalam sebuah diagram alir (*flowchart*).

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini meliputi seluruh proses pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan penelitian. Tahap pengumpulan data berguna untuk mengumpulkan data-data pendukung penelitian. Hasil pengumpulan data akan diolah untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Proses pengolahan data meliputi pembangunan model eksisting, verifikasi dan validasi model, pembangunan model skenario perbaikan, serta uji statistik hasil proses simulasi yang dilakukan.

BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI

Bab ini membahas mengenai analisis dan interpretasi dari hasil simulasi kondisi eksisting dan kondisi rekomendasi yang telah dilakukan. Analisis yang

dilakukan meliputi analisis kondisi eksisting, analisis skenario perbaikan perbandingan kondisi eksisting dan perbaikan, serta analisis pemilihan skenario.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

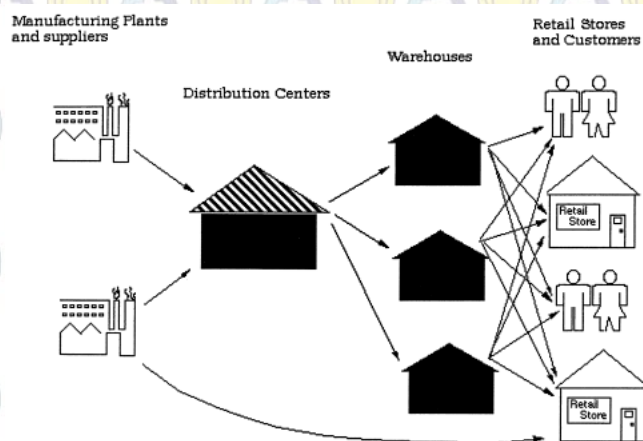
Bab ini berisikan mengenai kesimpulan penelitian dari objektif yang ingin dicapai penulis dan hasil pengolahan data. Selain itu, akan diberikan saran dan rekomendasi bagi perusahaan untuk menerapkan hasil penelitian, serta peluang penelitian selanjutnya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori dasar dan studi literatur yang dijadikan acuan untuk memperkuat penelitian, serta sebagai landasan pemilihan metode yang tepat untuk permasalahan dalam penelitian.

2.1 Manajemen Logistik

Manajemen logistik memperhatikan efisiensi pengiriman produk dari sumber suplai ke titik konsumsi dengan biaya minimum dan memenuhi *service level* (Rushton, et al., 2010). Dalam (Simchi-Levi, et al., 2005), manajemen logistik diartikan sebagai proses perencanaan, pelaksanaan, efisiensi pengendalian, aliran yang efektif, serta penyimpanan produk dan informasi dari titik asal ke titik konsumsi dengan tujuan pemenuhan kebutuhan konsumen. Jaringan logistik seperti terlihat pada Gambar 2.1 tersusun atas integrasi berbagai komponen rantai pasok yang memberikan dampak atas biaya.



Gambar 2.1 Jaringan Logistik (Simchi-Levi, et al., 2005)

Aktivitas logistik memegang peranan penting dalam perusahaan untuk memastikan produk dapat diraih pasar tepat waktu, tepat jumlah, dan tepat kualitas. Dalam menjalankan aktivitas logistik yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan, maka diperlukan pengambilan keputusan yang baik. Berdasarkan

perlakuan sistem produksi-persediaan, proses pengambilan keputusan dalam aktivitas logistik diklasifikasikan menjadi tiga level (Hax & Candea, 1984), yaitu:

1. Level strategis; keputusan berdampak jangka panjang, seperti keputusan lokasi dan kapasitas pabrik maupun aliran material logistik.
2. Level taktis; keputusan yang dapat diperbaharui setiap tahun, seperti keputusan pembelian dan produksi, persediaan, serta strategi transportasi.
3. Level operasional; keputusan harian, seperti penjadwalan, penentuan rute, dan proses *loading* truk.

Tabel 2.1 Komponen Utama Logistik

LOGISTICS				
Information and Control	Storage, Warehousing, and Materials Handling	Packaging and Unitization	Inventory	Transport
1. Design of systems 2. Control procedures 3. Forecasting	1. Location of warehouses 2. Number and size of distribution depots 3. Types of storage 4. Materials handling equipment	1. Unit load 2. Protective packaging 3. Handling systems	1. What to stock 2. Where to stock 3. How much to stock	1. Mode of transport 2. Type of delivery operation 3. Load planning 4. Route schedule

Sumber: (Rushton, et al., 2010)

Aktivitas logistik terdiri dari beberapa komponen utama, meliputi informasi dan kontrol; penyimpanan, pergudangan, dan *material handling*; *packaging and unitization*; persediaan; serta transportasi. Dari beragamnya aktivitas logistik, maka manajemen logistik memiliki tiga tujuan, antara lain:

1. *Tujuan operasional*, bertujuan untuk memastikan produk sesuai kebutuhan dalam jumlah, kualitas, dan waktu yang tepat.
2. *Tujuan keuangan*, bertujuan agar produk tersedia dengan biaya rendah.
3. *Tujuan pengamanan*, bertujuan untuk menjaga produk yang ada tidak rusak, menyusut, dan terkontaminasi hal lain.

2.2 Manajemen Distribusi

Manajemen distribusi memfasilitasi koordinasi antara suplai dan permintaan produk. Menurut (Pujawan & Ernawati, 2010), dewasa ini kemampuan mengelola jaringan distribusi menjadi satu keunggulan kompetitif

sangat penting bagi industri. Perkembangan teknologi dan inovasi menstimulasi aktivitas distribusi untuk menciptakan efisiensi jaringan distribusi dan kecepatan waktu pengiriman. Secara umum, distribusi berfungsi untuk menyalurkan produk dari lokasi produksi hingga ke lokasi konsumen.

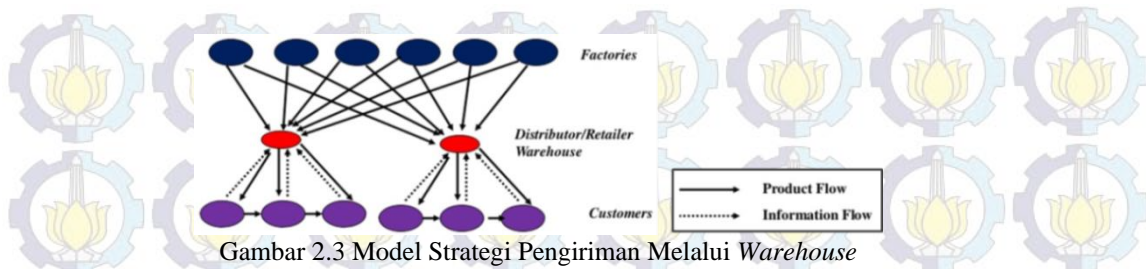
Salah satu aktivitas penting dalam manajemen distribusi ialah mengatur aliran suplai dan distribusi produk perusahaan, serta mengatur jumlah persediaan yang disimpan. Aktivitas ini dilakukan agar perusahaan dapat selalu memenuhi permintaan pelanggan dan adanya keseimbangan antara *input-output*. Pola persebaran pelanggan yang beragam dan penuh ketidakpastian memberikan tantangan bagi pengelolaan distribusi. Ketepatan strategi distribusi menjadi hal penting yang perlu diperhatikan. Dilihat dari segi pengelolaan persediaannya, terdapat beberapa macam strategi yang dapat diterapkan, yaitu:

1. *Pengiriman langsung (direct shipment)*; pengiriman secara langsung dari pabrik ke pelanggan tanpa melalui fasilitas antara. Strategi ini dapat mempercepat waktu pengiriman dan menghemat biaya investasi, namun menimbulkan biaya transportasi yang tinggi. Kandidat produk yang tepat menggunakan pengiriman langsung ialah produk berumur pendek, mudah rusak, serta membutuhkan perlakuan *loading* dan *unloading* khusus.

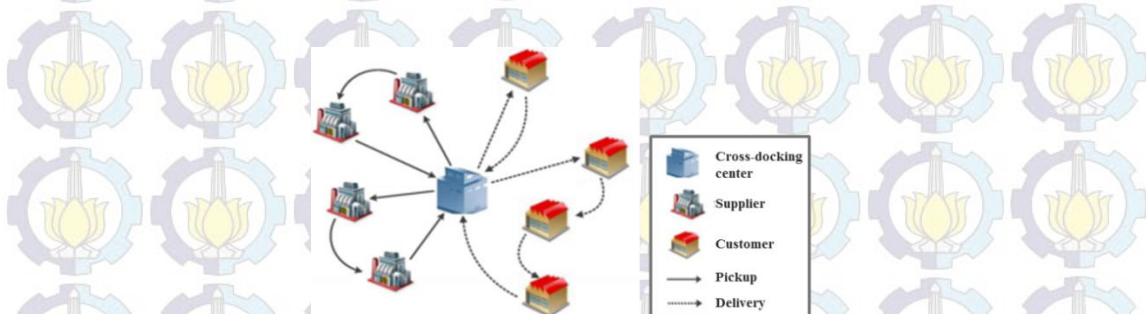


Gambar 2.2 Model Strategi Pengiriman Langsung

2. *Pengiriman melalui warehouse (warehousing)*; pengiriman produk ke pelanggan melalui fasilitas antara. Adanya fasilitas perantara berdampak pada biaya fasilitas dan operasional yang lebih tinggi. Berbeda dengan pengiriman langsung, strategi ini tepat digunakan untuk produk dengan ketidakpastian suplai dan permintaan tinggi, serta daya tahan lama.



3. *Cross-docking*; pemindahan produk dari truk pada saat proses penerimaan produk langsung ke dalam truk pengiriman. Proses *cross-docking* termasuk dalam bagian efisiensi penerimaan produk. Keunggulan dari strategi ini ialah mempercepat aliran produk dan mengurangi persediaan.



Dalam penelitian ini terdapat dua jenis moda distribusi yang digunakan, yaitu pengiriman melalui jalur pipa dan pengiriman dengan truk atau *skid tank*. Jalur pipa digunakan untuk mengirim suplai LPG dari kilang atau injeksi kapal ke depot. Jalur ini merupakan cara yang paling sering digunakan untuk pengiriman produk minyak dan gas bumi (Cafaro & Cerda, 2010). Selain itu, jalur pipa termasuk salah satu cara yang ekonomis dan aman untuk mengangkut LPG ke depot (MirHassani, et al., 2013). Selanjutnya, penggunaan truk dan *skid tank* diterapkan untuk penyaluran LPG bentuk curah dan tabung ke konsumen dan SP(P)BE. Truk dan *skid tank* digunakan karena fleksibilitasnya yang tinggi untuk menjangkau konsumen-konsumen perusahaan.

2.3 Manajemen Persediaan

Persediaan merupakan aktivitas logistik yang sangat penting, khususnya bagi perusahaan dengan pergerakan dinamis. Menurut (Waters, 2003), persediaan

memberikan posisi titik temu antara suplai dan distribusi yang harus disimpan guna mengantisipasi ketidakpastian. Terdapat beberapa tipe persediaan, yaitu:

1. *Cycle Stock*, persediaan normal yang digunakan selama operasi.
2. *Safety Stock*, persediaan untuk mengantisipasi kondisi tidak terduga.
3. *Seasonal Stock*, persediaan yang disimpan untuk menjaga stabilitas operasi perusahaan saat adanya periode fluktuasi permintaan.
4. *Pipeline Stock*, persediaan yang terjadi karena adanya *lead time* pengiriman dari suatu tempat ke tempat lain.

Adanya variasi ketidakpastian yang terjadi dalam suatu aktivitas menyebabkan persediaan memegang peranan penting di perusahaan. Tanpa adanya persediaan, suatu operasi mustahil terlaksana dengan baik. Persediaan menjadikan operasi lebih efisien dan produktif.

Aktivitas pengelolaan persediaan dikenal juga dengan manajemen persediaan. Proses pengelolaan persediaan akan berbeda pada tiap eselon (Chopra & Meindl, 2007). Persediaan eselon ialah semua persediaan pada tiap proses hingga ke konsumen akhir. Semakin banyak jumlah eselon yang harus dikelola mengakibatkan peningkatan jumlah persediaan yang harus disimpan. Terlihat dalam Gambar 1.2, terdapat beberapa eselon dalam proses suplai dan distribusi LPG, seperti di tangki kilang, tangki depot, injeksi kapal, dan sebagainya.

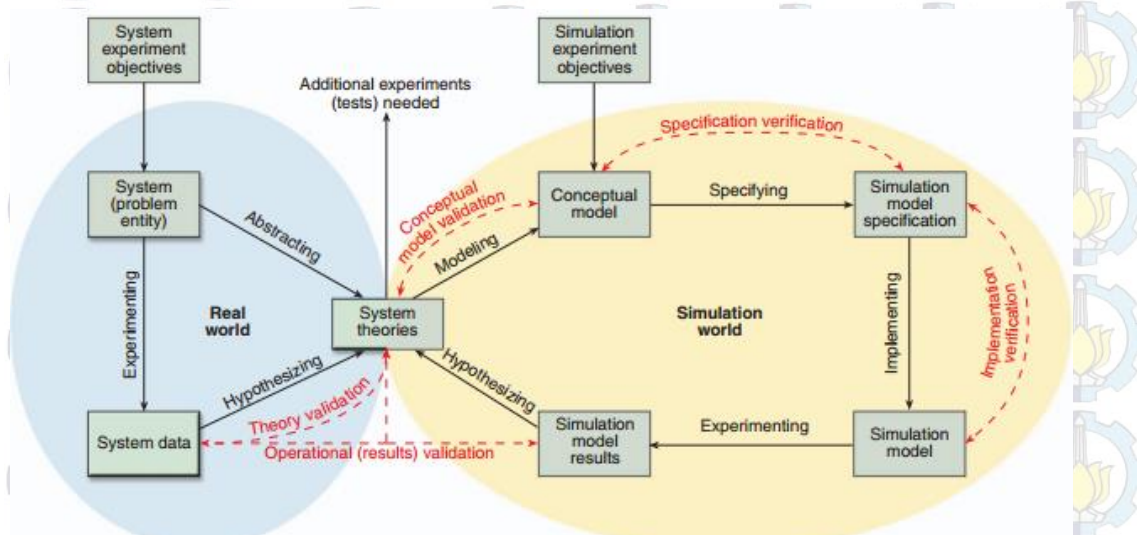
2.4 Pemodelan Sistem dan Simulasi

Pemodelan merupakan suatu deskripsi atau analogi yang digunakan untuk memvisualisasikan sesuatu yang tidak dapat diamati secara langsung (Merriam-Webster, 2008). Pemodelan dapat disebut sebagai tiruan dari model dunia nyata yang dijadikan *virtual* (Serman, 2000). Sedangkan, sistem ialah interaksi antara sekumpulan elemen yang saling terpadu guna mencapai tujuan tertentu. Dalam (Kelton, et al., 2007) dijelaskan sistem terdiri dari beberapa elemen, antara lain:

1. *Entitas*, item-item objek yang diproses dalam suatu sistem nyata, misalnya seperti material, konsumen, dan dokumen. Setiap entitas akan memiliki karakteristik yang berbeda.
2. *Atribut*, sifat yang melekat pada entitas sistem dapat berupa identitas, urutan, dan waktu.

3. *Aktivitas*, serangkaian kegiatan yang dilakukan oleh entitas dan *resource* dalam sistem pada suatu rentang waktu tertentu.
4. *Variabel*, bagian informasi yang mendefinisikan karakteristik sistem.
5. *Resource*, objek yang digunakan untuk melakukan suatu proses dalam sistem, seperti mesin, operator, truk, dan sebagainya.
6. *Kontrol*, suatu hal yang bertugas untuk mengendalikan dan mengatur aktivitas dalam sistem.

Pemodelan sistem dapat didefinisikan sebagai representasi atas semua bagian penting dari sistem (Daellenbach & McNickle, 2005). Sebuah model bertujuan untuk memproyeksikan dampak dari perubahan sistem. Penyusunan model yang baik harus dapat mencerminkan variabel-variabel dalam sistem.



Gambar 2.5 Hubungan Antara *Real World* dan *Simulation World* dalam Teori Pengembangan Sistem (Sargent, 2001)

Pendekatan yang digunakan untuk menganalisa sistem kompleks ialah simulasi. Simulasi diartikan sebagai suatu metode yang digunakan untuk meniru perilaku dari sistem nyata menggunakan bantuan model komputer sehingga dapat meningkatkan kinerja sistem (Law & Kelton, 2000). Simulasi diterapkan ketika sistem memiliki kompleksitas dan ketidakpastian tinggi, serta saat penggunaan model matematis tidak dapat menghasilkan solusi yang diinginkan (Fahimnia, et al., 2013).

Tabel 2.2 Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Simulasi

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Memperluas waktu permasalahan • Mengeksplorasi berbagai kemungkinan • Mengidentifikasi permasalahan dan batasan • Mengembangkan pengembangan lebih luas terhadap permasalahan • Memvisualisasikan rencana yang diinginkan • Mempersiapkan perubahan yang terjadi 	<ul style="list-style-type: none"> • Pembangunan model membutuhkan pengetahuan khusus • Hasil simulasi mungkin sulit dipahami amatir • Membutuhkan waktu yang lama dan mahal • Terdapat kemungkinan penerapan simulasi tidak tepat

Sumber: (Heilala, 1999)

Sesuai dengan dimensinya, model simulasi dapat diklasifikasikan menjadi 3 dimensi berbeda (Kelton, et al., 2007), yaitu:

1. Statis dan dinamis: terkait dengan representasi sistem atas waktu.
2. Deterministik dan stokastik: terkait dengan keacakan tiap variabel.
3. Kontinu dan diskrit: terkait dengan perubahan status sistem terhadap waktu.

2.4.1 Simulasi dengan *Software Arena*

ARENA merupakan salah satu *software* komputer yang dapat digunakan untuk melakukan simulasi atau peniruan terhadap sebuah sistem nyata, seperti ProModel dan AUTOMOD. Jenis permasalahan yang dapat disimulasikan dengan ARENA ialah tipe permasalahan simulasi diskrit. Pembuatan model simulasi dengan ARENA lebih fleksibel dan memiliki variabel lebih kompleks sehingga hasil simulasi dapat lebih akurat dalam mendeskripsikan sistem nyata. Dalam ARENA dapat ditampilkan model struktur dan parameter, analisis *input-output*, *run control*, animasi, serta *output report*. Menurut (Altiok & Melamed, 2007), pembangunan model simulasi merupakan kombinasi aktivitas seni dan sains.

Tahapan dalam melakukan simulasi ARENA terdiri dari:

1. Menganalisis permasalahan dan mengumpulkan informasi
2. Melakukan pengumpulan data
3. Melakukan *fitting* distribusi dari data yang dikumpulkan
4. Merancang model simulasi ARENA sesuai dengan sistem nyata
5. Melakukan verifikasi model simulasi ARENA
6. Melakukan validasi model simulasi ARENA
7. Mendesain dan melakukan simulasi model ARENA

8. Menganalisis *output* yang dihasilkan oleh simulasi ARENA

9. Memberikan rekomendasi akhir terhadap hasil simulasi

2.5 Pengujian Model

Sama halnya dengan pemodelan sistem lain, simulasi membutuhkan pengujian model berupa verifikasi dan validasi untuk mengevaluasi skenario yang dibuat. Pengujian model menjadi langkah yang sangat penting untuk memastikan model terverifikasi dan tervalidasi.

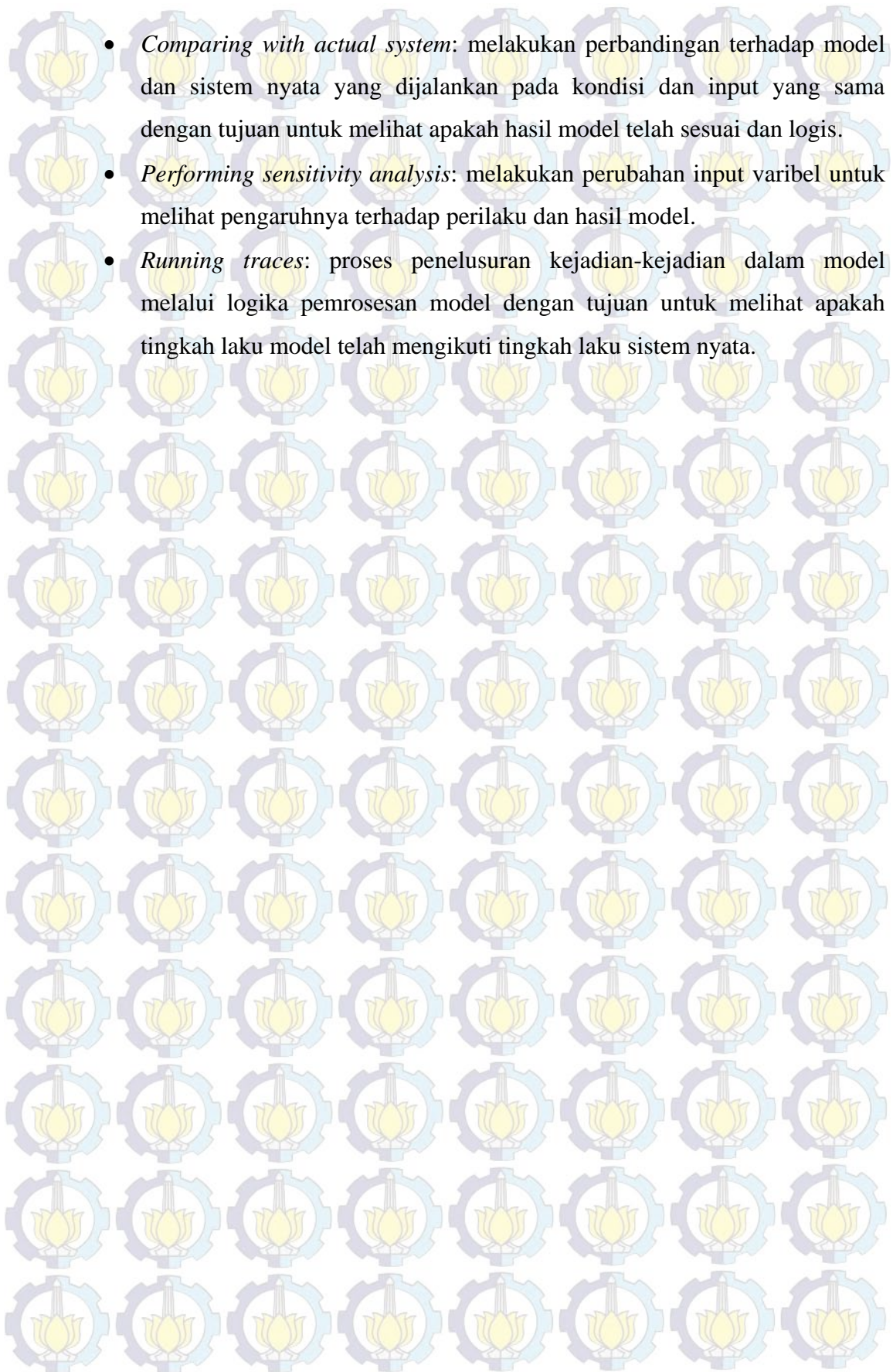
2.5.1 Verifikasi

Verifikasi merupakan langkah untuk memastikan bahwa pembuatan model telah sesuai dengan logika dan aliran proses yang diharapkan. Proses verifikasi dilakukan dengan mengamati aliran entitas simulasi dan melihat ada tidaknya *error* dalam model. Menurut (Harrell, et al., 2000), terdapat beberapa teknik verifikasi yang dapat digunakan, antara lain:

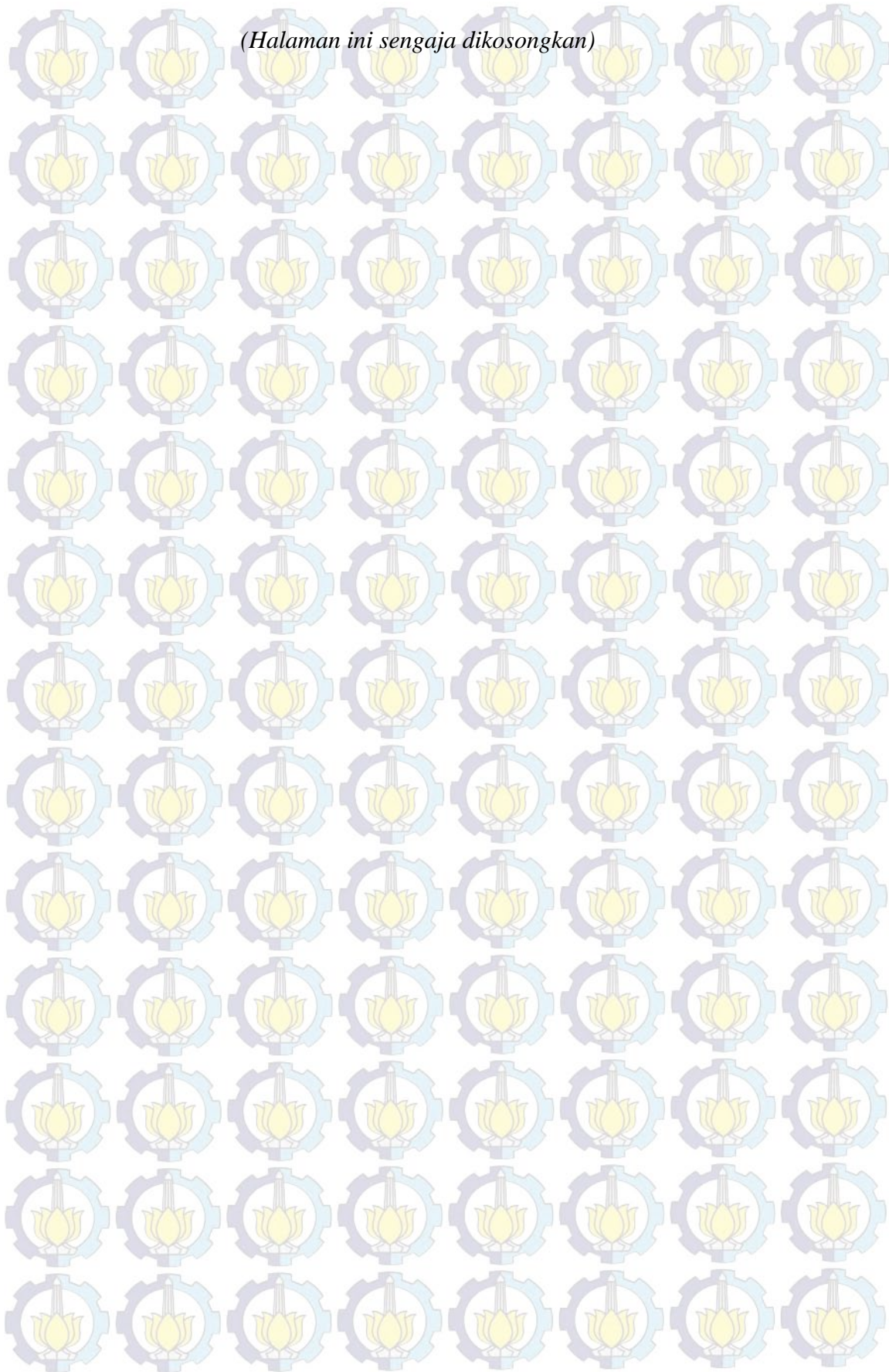
- *Reviewing model code*: melakukan peninjauan ulang model kode yang telah dibuat dengan tujuan memastikan bahwa model yang dibuat tidak *error* dan konsisten.
- *Checking for reasonable output*: melakukan peninjauan atas nilai hasil yang dikeluarkan bahwa berada dalam batasan yang logis.
- *Using trace and debugging facilities*: memberikan kronologis gambaran yang terjadi selama simulasi melalui *trace*. Lalu pada fasilitas *debug* akan ditampilkan tahapan proses yang sedang disimulasikan.

2.5.2 Validasi

Validasi dilakukan sebagai salah satu pertimbangan utama untuk memastikan model yang dibangun sesuai dengan kondisi nyata amatan (Law & Kelton, 2000). Model akan dikatakan valid apabila hasil perbandingan model simulasi dan sistem nyata tidak berbeda secara signifikan. Terdapat beberapa teknik validasi yang dapat dilakukan (Harrell, et al., 2000), antara lain:

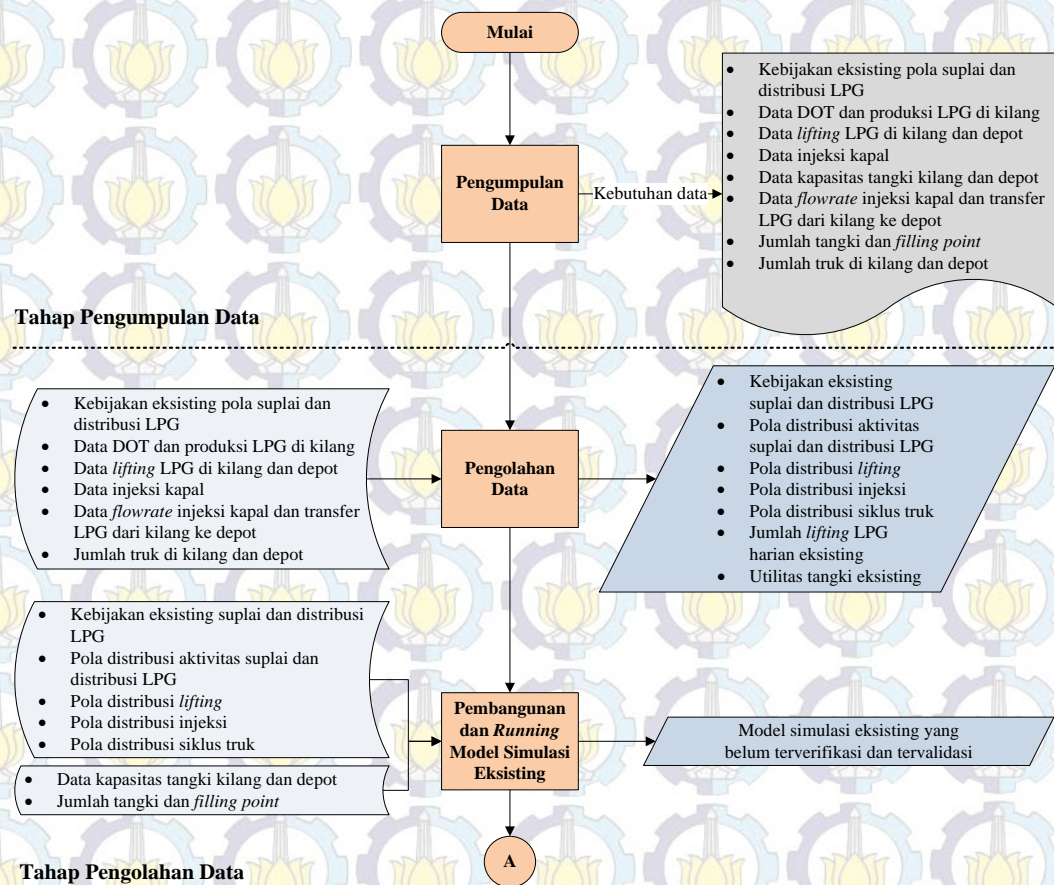
- 
- *Comparing with actual system:* melakukan perbandingan terhadap model dan sistem nyata yang dijalankan pada kondisi dan input yang sama dengan tujuan untuk melihat apakah hasil model telah sesuai dan logis.
 - *Performing sensitivity analysis:* melakukan perubahan input variabel untuk melihat pengaruhnya terhadap perilaku dan hasil model.
 - *Running traces:* proses penelusuran kejadian-kejadian dalam model melalui logika pemrosesan model dengan tujuan untuk melihat apakah tingkah laku model telah mengikuti tingkah laku sistem nyata.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

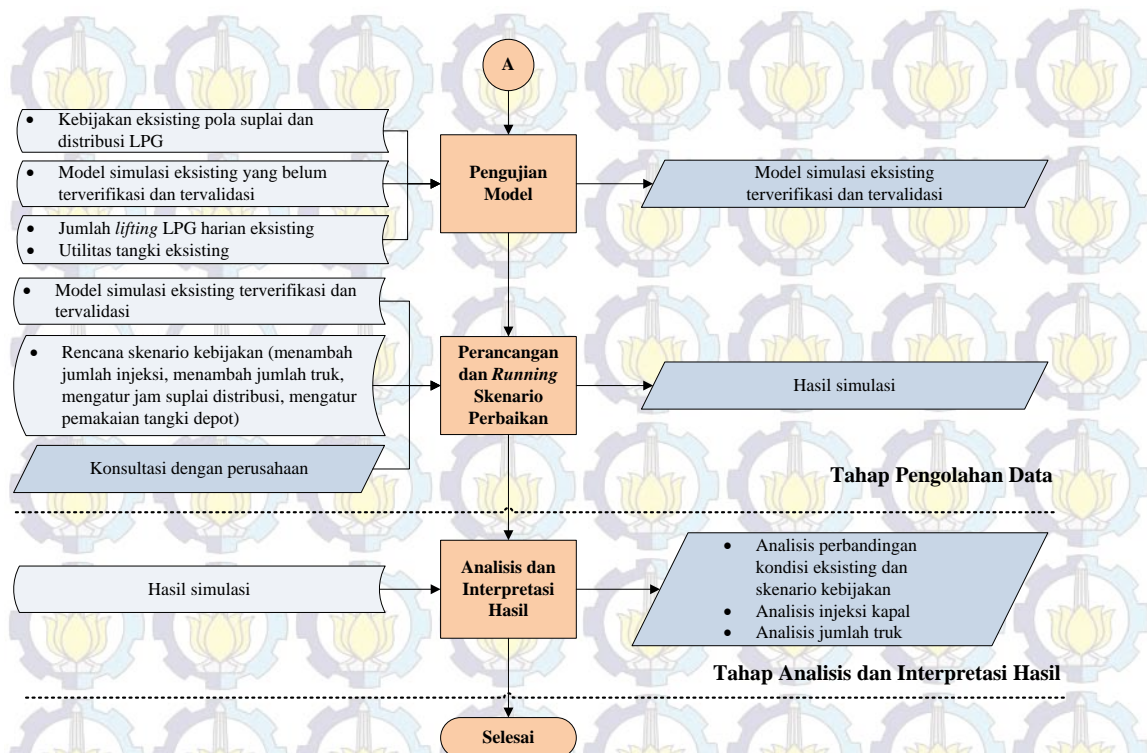


BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan mengenai tahapan sistematis yang akan dilakukan selama proses pemecahan masalah penelitian. Perancangan tahapan-tahapan penelitian terdiri dari kerangka berpikir, konsep teori, pengembangan model, serta urutan kerja yang mampu mencapai tujuan penelitian. Tahapan pengerjaan akan digambarkan dalam *flowchart* pengerjaan dan *flowchart* model konseptual sistem. *Flowchart* tahapan proses pengerjaan yang akan dilakukan dalam penelitian akan ditampilkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian (Lanjutan)

3.1 Tahap Pengumpulan Data

Dalam tahapan ini akan dilakukan proses pengumpulan seluruh kebutuhan data penelitian. Proses pengumpulan data dilakukan guna mendukung hipotesis dari penelitian sesuai. Seluruh data yang diperoleh berasal dari Divisi *Integrated Supply Chain* (ISC) Pertamina melalui data sekunder perusahaan dan wawancara dengan pihak terkait. Dalam penelitian ini dikumpulkan data-data seperti:

- a) Kebijakan eksisting pola suplai dan distribusi LPG
- b) Data DOT dan produksi LPG di kilang
- c) Data *lifting* LPG di kilang dan depot
- d) Data injeksi kapal
- e) Data kapasitas tangki kilang dan tangki depot
- f) Data *flowrate* injeksi kapal dan transfer LPG dari kilang ke depot
- g) Data jumlah tangki kilang dan tangki depot
- h) Data jumlah *filling point* di kilang dan depot
- i) Data jumlah truk di kilang dan depot

3.2 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data merupakan tahapan pengolahan data sesuai dengan metode yang telah dipilih untuk mencapai tujuan awal. Proses pengolahan data akan terdiri dari pengolahan data, pembangunan model simulasi eksisting, pengujian model, dan perancangan skenario perbaikan.

3.2.1 Pengolahan Data

Proses pengolahan data terdiri dari perancangan model konseptual dan *fitting* distribusi. Dalam melakukan suatu proses simulasi sistem diperlukan pembangunan model konseptual. Model konseptual membantu penulis dalam memastikan pembangunan model telah sesuai dengan sistem nyata, serta memfokuskan permasalahan pada suatu hakiki tertentu. Pada penelitian ini model konseptual yang dibangun berlandaskan dari data kebijakan eksisting pola suplai dan distribusi LPG.

Fitting distribusi merupakan proses awal pengolahan data dalam simulasi berupa proses untuk mendapatkan pola distribusi dari tiap data. *Fitting* distribusi dilakukan dengan menggunakan bantuan *tools Input Analyzer* yang ada pada ARENA. Pola hasil *fitting* distribusi akan digunakan sebagai parameter input dalam simulasi. Data-data yang akan diolah dalam *fitting* distribusi ialah data *lifting* LPG, injeksi kapal, serta jumlah truk harian yang masuk depot dan kilang. Hasil dari *fitting* distribusi yang diinginkan ialah pola aktivitas waktu suplai dan distribusi LPG, pola *lifting* LPG harian, pola injeksi kapal tiap bulan, serta pola aktivitas siklus truk.

Dari hasil pengolahan diharapkan dapat terlihat kondisi eksisting dari performansi *lifting* dan utilisasi tangki. Performansi *lifting* akan dilihat berdasarkan pada jumlah aktual *lifting* LPG harian terhadap standar DOT yang ditentukan. Mekanisme perhitungan performansi *lifting* harian yang digunakan akan menerapkan Rumus 3.2.

$$\text{Performansi Lifting Harian (\%)} = \frac{\text{Aktual lifting harian}}{\text{Target lifting harian}} \quad (3.1)$$

$$\text{Performansi Lifting Harian (\%)} = \frac{\text{Jumlah lifting LPG harian}}{\text{Jumlah DOT harian}} \quad (3.2)$$

Lalu untuk melakukan perhitungan utilisasi tangki mengacu pada Rumus 3.3 (Chesnes, 2009), yaitu:

$$\text{Utilisasi tangki} = \frac{\text{Stok tangki}}{\text{Kapasitas tangki}} \quad (3.3)$$

3.2.2 Pembangunan dan *Running* Model Simulasi Eksisting

Pembuatan model simulasi eksisting dilakukan dengan menggunakan kondisi suplai distribusi LPG Balongan. Proses ini dilakukan dari produksi LPG di kilang lalu *lifting* LPG dari kilang ke depot dan *Filling Point* (FP) kilang. LPG yang diterima di depot akan ditransfer kembali ke FP tabung dan curah. Pembuatan model simulasi menggunakan bantuan *software* ARENA dengan berlandaskan pada model konseptual yang telah digambarkan. Model yang dibangun berfungsi untuk mengkaji jumlah maksimal *lifting* LPG di depot dengan memperhatikan kemungkinan terjadinya faktor-faktor ketidakpastian. Dari data terlihat bahwa proses *lifting* LPG memiliki peran sangat penting dalam suplai distribusi LPG. Oleh karena itu, simulasi lebih tepat digunakan dalam menggambarkan kondisi sistem beserta seluruh faktor ketidakpastiannya dibandingkan dengan model matematis atau heuristik. Sehingga dapat diperoleh keputusan terintegrasi antara suplai dan distribusi LPG, serta terlihat efektivitas dan efisiensi sistem eksisting.

Setelah model simulasi sistem eksisting telah dibuat dan di-*running*, maka akan dilakukan pengujian apakah model telah merepresentasikan sistem nyata dengan baik. Pengujian dilakukan melalui uji verifikasi dan uji validasi model. Verifikasi berupa suatu proses untuk memastikan keseluruhan ekspresi dalam model telah merepresentasikan alur proses sistem sesuai logika. Proses verifikasi akan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama bertujuan memastikan model simulasi yang dibuat tidak *error* ketika dijalankan. Lalu tahap kedua ialah memastikan variabel yang diinput ke dalam model telah sesuai dengan perilaku sistem. Proses verifikasi dilakukan menggunakan model matematis untuk melihat perubahan perilaku sistem, khususnya logika perilaku suplai dan distribusi, total *lifting* LPG harian, dan stok tangki harian.

Pengujian kedua melalui proses validasi, yaitu proses memastikan model yang dibuat telah sesuai dengan kondisi sistem nyata. Proses validasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dan data eksisting, seperti performansi *lifting* harian, *lifting* harian per jenis produk, serta utilisasi tangki. Perbandingan dirancang melalui uji hipotesis. Apabila uji hipotesis hasil simulasi tidak menunjukkan perbedaan signifikan, maka model simulasi disimpulkan telah valid dan dapat digunakan untuk proses selanjutnya.

3.2.3 Perancangan dan *Running* Skenario Perbaikan

Langkah selanjutnya ialah penyusunan dan pengembangan skenario perbaikan sistem. Tujuan penelitian ialah melakukan kajian terhadap penutupan penyaluran LPG melalui darat di Kilang Balongan sehingga dalam skenario perbaikan tidak ada penyaluran di FP kilang. Skenario dikembangkan dari hasil kombinasi DOT kilang, DOT depot, dan frekuensi injeksi kapal.

Hasil kombinasi skenario perbaikan mempertimbangkan pengaturan waktu suplai LPG kilang, waktu injeksi kapal, dan penggunaan tangki depot. Pengaturan waktu suplai dan distribusi memiliki peranan penting untuk mengoptimalkan kinerja dari pipa dan tangki yang dimiliki.

3.3 Tahap Analisis dan Interpretasi Hasil

Model simulasi yang dirancang bertujuan untuk memperoleh jumlah *lifting* LPG dan utilisasi tangki maksimal dengan adanya pengaturan DOT dan injeksi kapal. Dari tiap skenario perbaikan akan dilakukan replikasi dengan tujuan mengumpulkan nilai *lifting* harian dan utilisasi tangki. Proses pemilihan skenario terbaik menggunakan pendekatan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) yang berfungsi melihat signifikansi antar skenario. Sehingga dapat dilakukan analisis terhadap hasil yang diperoleh dari simulasi kondisi eksisting dan kondisi perbaikan sesuai dengan tujuan penelitian.

a) Analisis Perbandingan Kondisi Eksisting dan Skenario Perbaikan.

Analisis ini akan melakukan perbandingan hasil antara kondisi eksisting dan skenario perbaikan, khususnya performansi *lifting* harian dan utilisasi tangki depot. Sehingga dapat terlihat apakah terdapat perbedaan hasil yang

signifikan dengan adanya perbaikan sistem. Parameter yang berpengaruh dalam penyusunan skenario ialah injeksi kapal dan jumlah truk.

b) *Analisis Pemilihan Skenario Terbaik*. Dari seluruh alternatif skenario yang ada akan dilakukan pemilihan skenario terbaik berdasarkan nilai performansi dan uji signifikansi dengan kondisi eksisting.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dilakukan berbagai proses yang menunjang pembangunan model simulasi. Proses yang dilakukan terdiri dari pengumpulan data, pengolahan data, pembangunan dan *running* model eksisting, pengujian model, perancangan dan *running* skenario perbaikan, hasil simulasi, serta komparasi sistem.

4.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam menunjang penyelesaian penelitian ini meliputi kebijakan eksisting sistem suplai distribusi perusahaan dan komponen sistem eksisting. Seluruh data yang diperoleh berasal dari Divisi ISC Pertamina melalui penghimpunan data sekunder perusahaan dan wawancara dengan pihak terkait.

4.1.1 Kebijakan Eksisting Sistem Suplai dan Distribusi LPG Balongan

Sesuai dengan model aliran suplai distribusi LPG Balongan pada Gambar 1.2, maka dalam sub bab ini akan dipaparkan mengenai deskripsi dari kebijakan sistem eksisting. Dalam sistem eksisting, Kilang Balongan digunakan sebagai tempat proses produksi, penerimaan impor, serta penyaluran LPG ke konsumen. Penyimpanan LPG menggunakan tangki khusus berbentuk bola (*spherical tank*) sejumlah 3 buah. Proses penyaluran LPG ke konsumen dilakukan khusus untuk penyaluran unit curah ke SP(P)BE. Proses pengisian LPG curah dilakukan pada FP ke dalam *skid tank*. Pengisian LPG curah akan digunakan untuk memenuhi DOT sebesar 600 MT tiap harinya. Tiap *skid tank* yang telah terisi penuh LPG curah akan dijalankan menuju ke SP(P)BE. Proses pengisian ke *skid tank* pun dibatasi hanya pada jam operasional. Berdasarkan kondisi aktual, penyaluran LPG melalui jalur darat dari kilang masih belum optimal.

Selanjutnya, Depot Balongan berfungsi sebagai tempat penerimaan, penimbunan, dan penyaluran LPG ke konsumen. Penerimaan LPG diperoleh dari kilang dan injeksi kapal. Pada penerimaan suplai LPG dari kilang dilakukan melalui jalur pipa selama 6 jam/hari mulai pukul 01.00 hingga 07.00. Sedangkan, injeksi kapal dapat dilakukan ketika pipa tidak digunakan untuk menerima suplai dari kilang. Injeksi kapal pun umumnya dilakukan ketika suplai dari kilang menurun atau terjadi *shutdown* mesin kilang. Hasil suplai LPG yang diterima akan digunakan untuk memenuhi DOT sebesar 400 MT tiap harinya.

Berbeda dengan kilang yang hanya menyalurkan unit curah, produk yang disalurkan di depot berupa unit tabung dan unit curah. Unit tabung berbentuk produk rumah tangga dalam jenis tabung 12 kg. Proses pengisian LPG ke dalam unit tabung ataupun curah juga melalui FP. Adanya berbagai komponen dalam sistem eksisting mengakibatkan diperlukannya sebuah pengaturan dan pengelolaan terintegrasi antar seluruh input. Sehingga, jumlah *lifting* harian dapat meningkat dan jumlah stok di tangki dan jalur pipa tidak menumpuk.

4.1.2 Aktivitas *Lifting* LPG

Dalam rangka mengetahui kondisi penyaluran harian, maka perlu dilakukan proses pengumpulan data penyaluran harian LPG ke tiap *skid tank* dan truk pada satu siklus waktu. Data penyaluran harian dikumpulkan dari sistem informasi perusahaan yang diperbaharui tiap harinya. Selain itu, dapat diketahui data eksisting *on hand inventory* di tangki. Pergerakan data ini sangat fluktuatif sejalan dengan cepatnya perubahan LPG di tiap eselon inventori. Kondisi rendahnya *skid tank* dan truk yang mengisi LPG menyebabkan stok di tangki menumpuk. Sehingga utilisasi tangki akan rendah dan tidak dapat tercipta performansi yang baik. Proses pengumpulan data ini akan berfungsi dalam menganalisis model simulasi kondisi eksisting.

4.1.3 Identifikasi Komponen Sistem Eksisting

Salah satu langkah penting dalam mengidentifikasi sistem eksisting ialah mengetahui keseluruhan komponen sistem pada satu siklus aktivitas suplai dan

distribusi. Dari proses pengumpulan data dapat dihasilkan informasi kondisi eksisting untuk menunjang pembangunan model simulasi seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Komponen Sistem Eksisting

No	Nama Komponen	Nilai	Satuan
Kilang Balongan			
1	Kapasitas maksimal tangki LPG kilang (3 buah)	1150	MT
2	<i>Time windows</i> transfer LPG dari kilang ke depot	01.00 - 07.00	
3	DOT kilang	600	MT/hari
4	Jumlah <i>filling point</i> curah	6	unit
5	Waktu operasi pengisian ke <i>skid tank</i>	08.00 - 22.00	
6	Kapasitas <i>skid tank</i> di kilang	15	MT
Depot Balongan			
1	Kapasitas maksimal tangki LPG depot		
	2 tangki	750	MT
	1 tangki	1500	MT
2	DOT Depot	400	MT
3	Jumlah <i>filling point</i> tabung	18	unit
4	Waktu operasi pengisian ke truk	07.00 - 18.00	
5	Kapasitas truk tabung	540	tabung
6	Jumlah <i>filling point</i> curah	6	unit
7	Waktu operasi pengisian ke <i>skid tank</i>	07.00 - 18.00	
8	Kapasitas <i>skid tank</i> di depot	15	MT

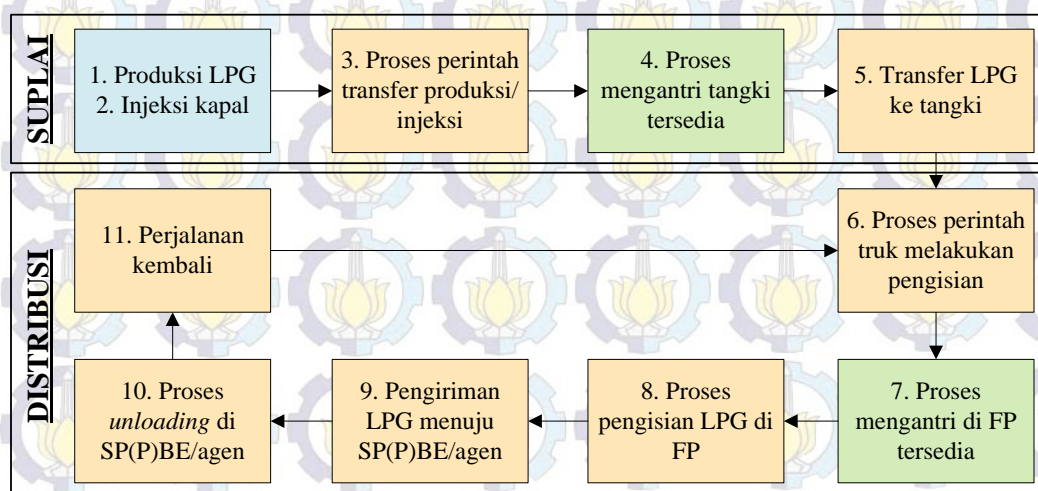
Selanjutnya, akan dilakukan pengelompokkan cakupan area SP(P)BE dan agen LPG yang disuplai oleh depot dan kilang. Cakupan area suplai dari Balongan ialah untuk 7 kota di provinsi Jawa Barat, yaitu Bandung, Indramayu, Kuningan, Majalengka, Cirebon, Ciamis, dan Tasikmalaya. Dari 7 kota tersebut terdapat 46 titik *demand* yang akan dilayani. Kilang akan mensuplai LPG untuk 19 SP(P)BE. Sedangkan, depot akan mensuplai LPG untuk 11 SP(P)BE dan 16 agen LPG. Dalam Lampiran ditampilkan daftar SP(P)BE dan agen LPG yang harus dilayani di tiap kota.

4.2 Pengolahan Data

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, maka akan dilakukan pengolahan lanjut untuk memvisualisasikan sistem suplai distribusi ke dalam model simulasi serta menentukan input parameternya. Dari data yang terkumpul akan ditentukan aktivitas siklus sistem, pola *lifting* harian, perhitungan utilisasi tangki, dan perhitungan performansi *lifting* harian.

4.2.1 Aktivitas Siklus Suplai Distribusi

Secara keseluruhan aktivitas sistem suplai distribusi dalam satu siklus dapat didefinisikan dari model kebijakan eksisting yang digunakan. Proses klasifikasi tiap aktivitas akan digambarkan ke dalam *process flow diagram* untuk simplifikasi penentuan waktu proses tiap aktivitas. Penelitian ini fokus dalam dua proses amatan sistem, yaitu proses suplai dan proses distribusi. Tiap aktivitas akan ditampilkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Process Flow Diagram* Suplai Distribusi LPG Keseluruhan

Pembangunan model simulasi eksisting akan dilakukan berdasarkan tahapan dalam *process flow diagram* dengan menggunakan *software* ARENA. Periode simulasi akan dijalankan selama 1 tahun sesuai dengan data historis yang digunakan. Sebelum pembangunan model, maka harus diuraikan deskripsi tiap aktivitas pada Gambar 4.1.

1. *Produksi LPG*

Suplai LPG untuk kilang dan depot ialah berasal dari hasil produksi kilang. Dalam sehari kilang dapat menghasilkan LPG campuran *pressurized* sekitar 900 MT. Suplai kilang ke depot nantinya akan dialirkan dengan menggunakan jalur pipa.

2. *Injeksi kapal*

Selain menerima suplai dari kilang, depot juga menerima suplai LPG dari proses injeksi kapal. Injeksi kapal umumnya dilakukan ketika mesin penghasil

LPG di kilang mengalami *shutdown* atau adanya kekurangan pasokan dari kilang. Jumlah muatan yang dibawa kapal untuk tiap injeksi ialah sekitar 2000 MT.

3. *Proses perintah transfer produksi dan injeksi kapal, proses mengantri tangki tersedia, dan transfer LPG ke tangki*

Semua input suplai kilang dan depot akan ditransfer ke masing-masing tangki. Pada input dari hasil produksi kilang akan dilakukan transfer untuk ke kilang dan depot. Sebelum dialirkan ke tangki depot, hasil produksi akan dialirkan ke tangki kilang. *Flowrate* transfer LPG ke tangki kilang ialah sebesar 90 MT/jam. Sama halnya dengan transfer LPG dari tangki kilang ke tangki depot memiliki *flowrate* sebesar 90 MT/jam. Selanjutnya, untuk input suplai dari injeksi kapal akan khusus dialirkan ke tangki depot dengan *flowrate* sebesar 50 MT/jam. Seluruh proses transfer suplai LPG ini akan dilakukan melalui jalur pipa. Namun, untuk pengaliran LPG ke tangki depot tidak dapat dilakukan simultan antara suplai dari kilang dan suplai dari injeksi kapal.

4. *Proses perintah truk melakukan pengisian, proses mengantri di FP tersedia, dan proses pengisian LPG di FP*

Proses penentuan perintah pengisian merupakan aktivitas awal yang harus dilakukan sebelum *skid tank*/truk melakukan pengiriman ke konsumen. Pengiriman akan dilakukan tiap hari menuju 46 titik *demand* untuk memenuhi permintaan bulanan yang sudah ditetapkan. Pengiriman ke SP(P)BE dan agen dapat dilakukan lebih dari satu kali dalam sehari bergantung pada permintaannya. Setelah itu, *skid tank*/truk dapat melakukan pengisian LPG di tiap FP sebelum melakukan pengiriman menuju SP(P)BE/agen. Sebelum melakukan pengisian, akan terjadi kemungkinan proses antri pengisian. Proses antri dapat terjadi ketika FP yang ada masih melakukan proses pengisian sebelumnya. Lalu waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses pengisian ialah 40 menit/15 ton untuk pengisian curah dan 540 tabung/jam untuk pengisian tabung. Ketika proses pengisian telah selesai, maka akan dilakukan *update* stok LPG di tiap tangki LPG.

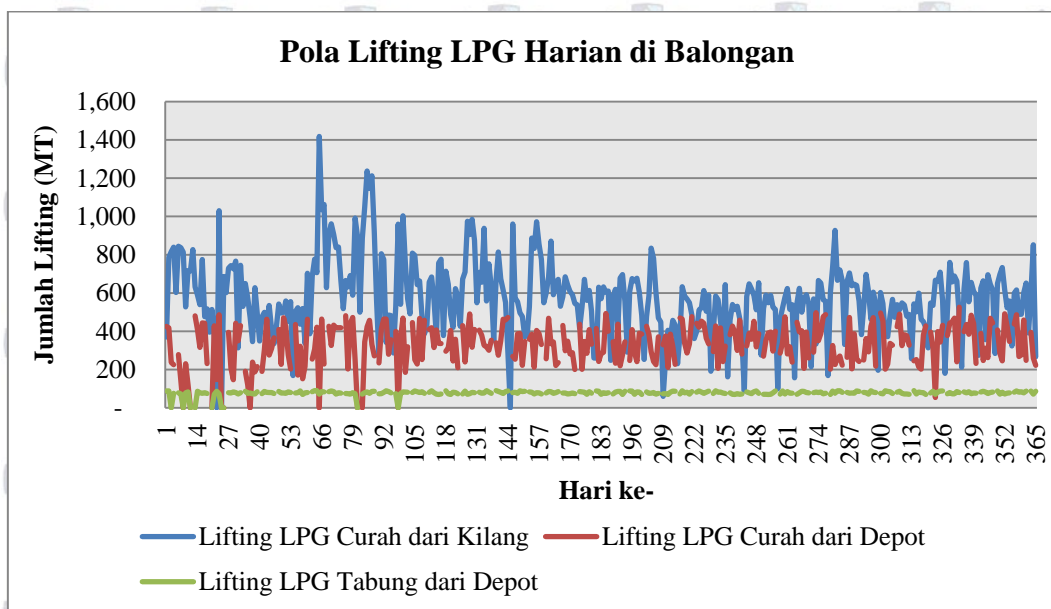
5. *Pengiriman LPG menuju SP(P)BE/agen, proses unloading di SP(P)BE/agen, dan perjalanan kembali dari SP(P)BE/agen*

Tiap *skid tank*/truk yang telah berisi muatan dapat melakukan pengiriman menuju tujuannya masing-masing, baik ke SP(P)BE ataupun agen LPG.

Pengiriman hanya dilakukan pada jam operasional kilang dan depot. Waktu pengiriman ke tiap tujuan akan berbeda sesuai dengan pola distribusi waktu tiap tujuan. Setelah *skid tank*/truk sampai ke tujuan, maka dapat dilakukan proses bongkar muat. Proses bongkar muat hanya dilakukan pada jam operasi SP(P)BE/agen. Kecepatan proses bongkar muat di SP(P)BE akan berlangsung selama 40 menit per *skid tank*. Sedangkan, lama proses bongkar muat di agen LPG akan mengikuti distribusi TRIA(1.4,1.9,2.5) dalam satuan jam. *Skid tank*/truk yang telah melakukan pengisian akan dijalankan kembali menuju kilang dan depot untuk menunggu perintah pengiriman selanjutnya.

4.2.2 Perhitungan Performansi *Lifting* Harian

Dalam menghitung nilai performansi *lifting* harian diperlukan pola *lifting* LPG harian di kilang dan depot selama satu tahun. Gambar 4.2 menampilkan pola *lifting* LPG harian di Balongan. Berdasarkan grafik *lifting* LPG harian terlihat bahwa data berdistribusi normal dimana jumlah *lifting* curah lebih tinggi dibandingkan jumlah *lifting* tabung.



Gambar 4.2 *Lifting* LPG Harian di Balongan

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa terdapat beberapa hari tidak adanya penyaluran LPG ke konsumen. Hal ini dapat mempengaruhi performansi *lifting*

harian (\overline{LP}_x). Performansi ditentukan melalui jumlah *lifting* harian dan target yang diinginkan (*DOT*). Ketika jumlah *lifting* di bawah target, maka performansi dikatakan belum maksimal, begitupun sebaliknya. Lalu tiap performansi akan dikalkulasikan menjadi *Aggregate Lifting Performance (ALP)* di Balongan.

$$\overline{LP}_x (\%) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_{xi}}{DOT} \right)}{n} \quad (4.1)$$

$$ALP (\%) = \frac{1}{DOT} \sum_{x=1}^k \overline{LP}_x \times DOT_x \quad (4.2)$$

Keterangan:

\overline{LP}_x = rata-rata performansi *lifting* harian (%)

Q_x = jumlah *lifting* LPG harian (MT)

DOT = jumlah target harian atau *daily of throughput* (MT)

n = jumlah hari operasional dalam setahun (hari)

k = jumlah area *lifting* LPG

ALP = total performansi *lifting* harian di Balongan (%)

Dimana,

$\overline{LP}_x > 100\% \rightarrow$ *lifting* harian sangat memuaskan dan melebihi target perusahaan.

$\overline{LP}_x = 100\% \rightarrow$ *lifting* harian memuaskan dan memenuhi target perusahaan.

$\overline{LP}_x < 100\% \rightarrow$ *lifting* harian belum memuaskan dan belum memenuhi target perusahaan.

Dengan menggunakan Rumus 4.1, maka LP untuk LPG curah di kilang dan LPG curah dan tabung di depot dapat ditentukan. Lalu ALP Balongan dapat dihitung menggunakan Rumus 4.2.

$$\overline{LP}_{CK} (\%) = \frac{Q_{CK1} + \dots + Q_{CK365}}{DOT} = \frac{370.14 + \dots + 266.11}{365} = \frac{600}{365} = 95.97\%$$

$$\overline{LP}_{CD} (\%) = \frac{Q_{CD1} + \dots + Q_{CD365}}{DOT} = \frac{425.37 + \dots + 222.11}{300} = 110.26\%$$

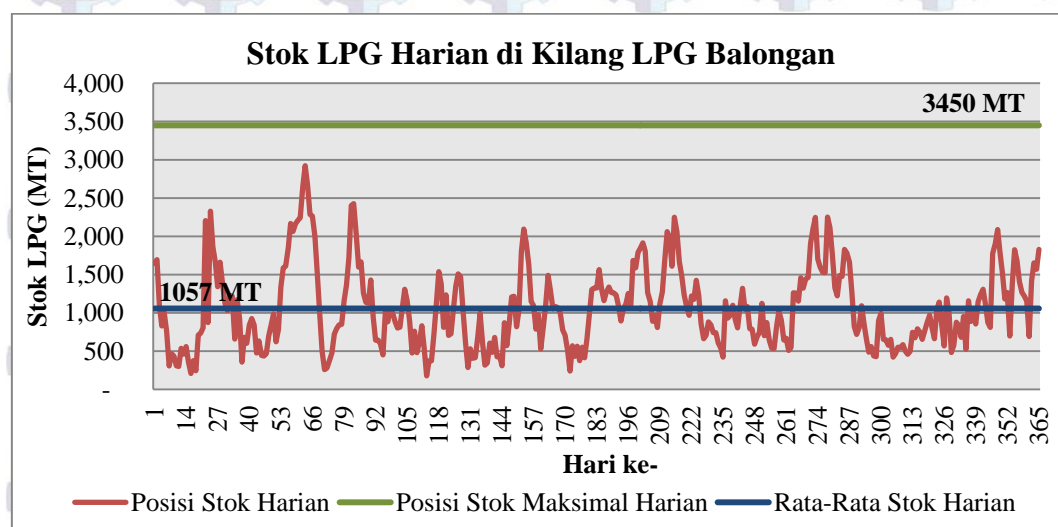
$$\overline{LP}_{TD} (\%) = \frac{Q_{TD1} + \dots + Q_{TD313}}{DOT} = \frac{88.66 + \dots + 86.69}{100} = 77.22\%$$

$$ALP (\%) = \frac{(95.97\% \times 600) + (110.26\% \times 300) + (77.22\% \times 100)}{(600 + 300 + 100)} = 98.38\%$$

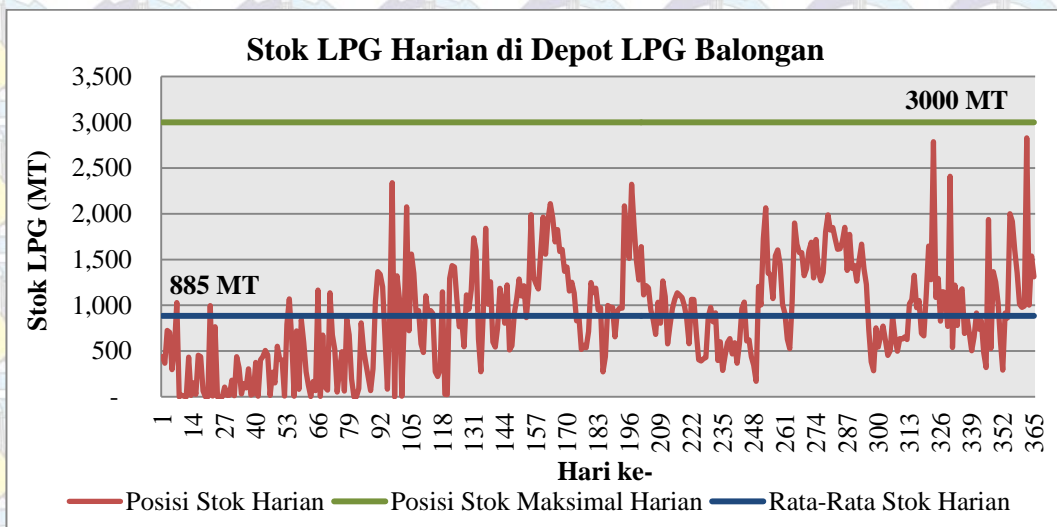
Dari hasil perhitungan terlihat bahwa performansi *lifting* LPG secara keseluruhan di Balongan cukup baik hampir mencapai target sebesar 98%. Namun, performansi tiap kategori tidak seimbang dan terdapat perbedaan cukup besar. Target yang diberikan untuk kilang curah sebesar 60%, depot curah sebesar 30%, dan depot tabung sebesar 10%. Sehingga, performansi di kilang curah dan depot tabung harus lebih memuaskan.

4.2.3 Perhitungan Utilisasi Tangki

Salah satu performansi lain yang diukur ialah utilisasi tangki. Utilisasi dihitung untuk melihat seberapa besar nilai pemanfaatan yang dilakukan oleh tangki LPG selama ini. Sebelum melakukan perhitungan utilisasi tangki keseluruhan akan dilakukan perhitungan utilisasi tangki di depot dan kilang.



Gambar 4.3 Stok LPG Harian di Tangki LPG Kilang Balongan



Gambar 4.4 Stok LPG Harian di Tangki LPG Depot Balongan

Komponen yang dilihat untuk menghitung utilisasi tangki (\overline{TU}_x) ialah stok LPG harian. Pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 terlihat jumlah stok harian LPG di kilang dan depot. Rata-rata stok harian cukup rendah bahkan tidak mencapai setengah nilai maksimal stok harian. Utilisasi tangki kilang dan tangki depot juga akan dikalkulasikan secara keseluruhan menjadi *Aggregate Tank Utilization* (ATU) di Balongan.

$$\overline{TU}_x (\%) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{S_{xi}}{C_{xi}} \right)}{n} \quad (4.3)$$

$$ATU (\%) = \frac{1}{c} \sum_{x=1}^k \overline{U}_x \times C_{xi} \quad (4.4)$$

Keterangan:

\overline{TU}_x = rata-rata utilisasi tangki harian (%)

S_{xi} = stok tangki (MT)

C_{xi} = kapasitas tangki (MT)

n = jumlah hari operasional dalam setahun (hari)

k = jumlah area suplai tangki LPG

ATU = total utilisasi tangki harian di Balongan (%)

Dengan menggunakan Rumus 4.3, maka utilisasi tangki kilang dan tangki depot dapat dihitung. Lalu nilai *ATU* tangki Balongan akan dihitung menggunakan Rumus 4.4.

$$\overline{TU}_{TK} (\%) = \frac{\left(\frac{STK_1}{CTK_1}\right) + \dots + \left(\frac{STK_{365}}{CTK_{365}}\right)}{n} = \frac{\left(\frac{1646.05}{3450}\right) + \dots + \left(\frac{1828.56}{3450}\right)}{365} = 30.65\%$$

$$\overline{TU}_{TD} (\%) = \frac{\left(\frac{STD_1}{CTD_1}\right) + \dots + \left(\frac{STD_{365}}{CTD_{365}}\right)}{n} = \frac{\left(\frac{440.68}{3000}\right) + \dots + \left(\frac{1312.14}{3000}\right)}{365} = 29.50\%$$

$$ATU (\%) = \frac{(30.65\% \times 3450) + (29.50\% \times 3000)}{(3450 + 3000)} = 30.12\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa utilisasi tangki secara keseluruhan cukup rendah sekitar 30%. Oleh karena itu, untuk meningkatkan performansi harian perlu dilakukan penambahan jumlah suplai serta pemanfaatan dan pengaturan penggunaan tangki lebih teratur. Sehingga utilisasi tangki dapat meningkat dan stok yang disimpan dapat lebih baik.

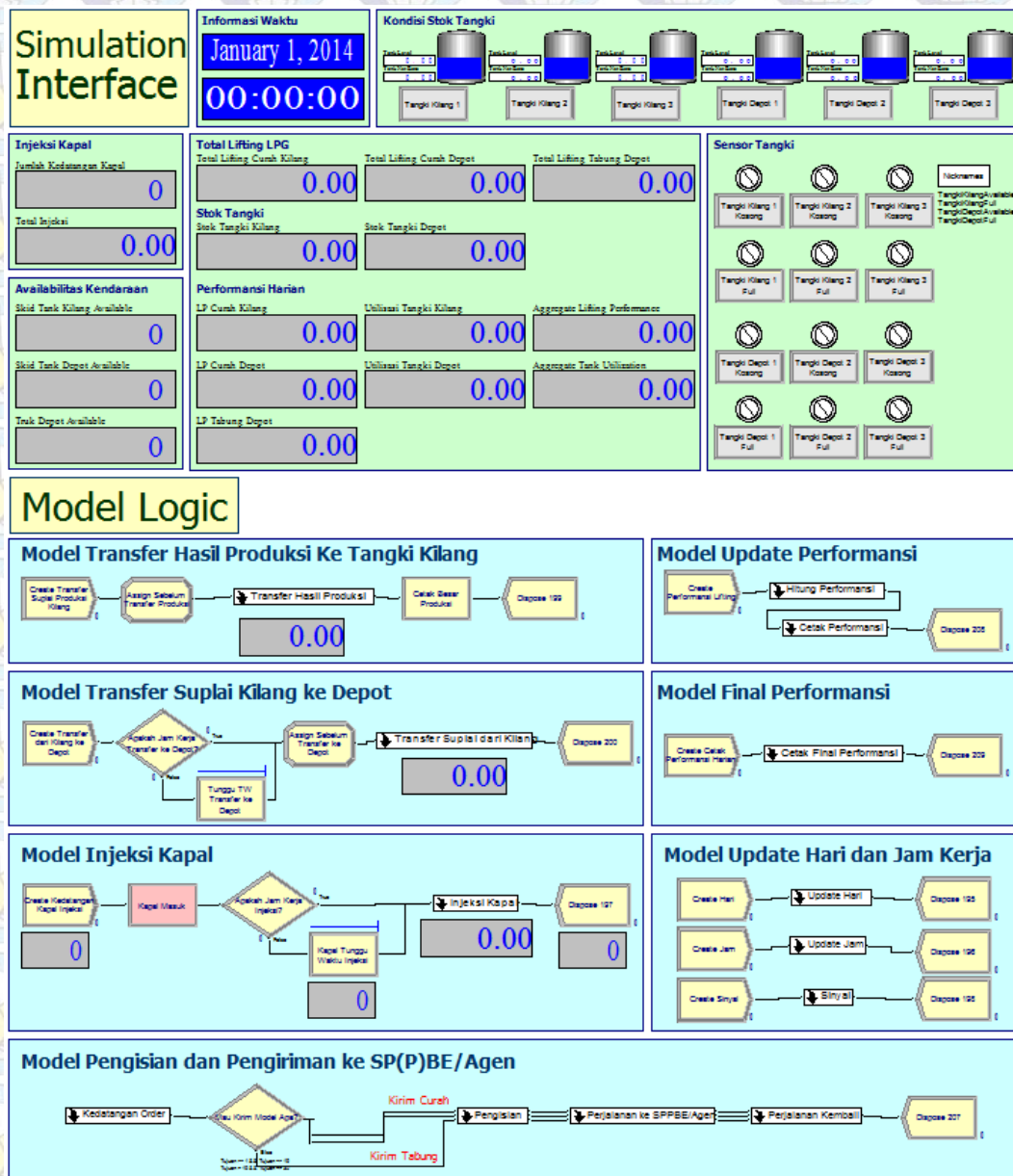
4.3 Pembangunan Model Simulasi Eksisting

Langkah selanjutnya setelah memperoleh semua parameter input sistem ialah melakukan pembangunan model simulasi sistem eksisting menggunakan *software* ARENA. Model simulasi dibagi menjadi enam submodel utama, yaitu (1) aktivitas transfer hasil produksi ke tangki kilang; (2) aktivitas transfer suplai kilang ke depot; (3) aktivitas injeksi kapal; (4) aktivitas pengisian dan pengiriman LPG; (5) *update* performansi; dan (6) *update* hari dan jam kerja. Keseluruhan submodel akan dibangun bersama *interface* model simulasi seperti pada Gambar 4.5. Peniruan model utama akan dilakukan sesuai dengan *flowchart* pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.

Gambar 4.6 menampilkan aliran proses untuk aktivitas suplai LPG. Terdapat dua jenis suplai yaitu hasil produksi kilang dan injeksi kapal. Hasil produksi kilang menyuplai kilang dan depot. Sedangkan, injeksi kapal hanya

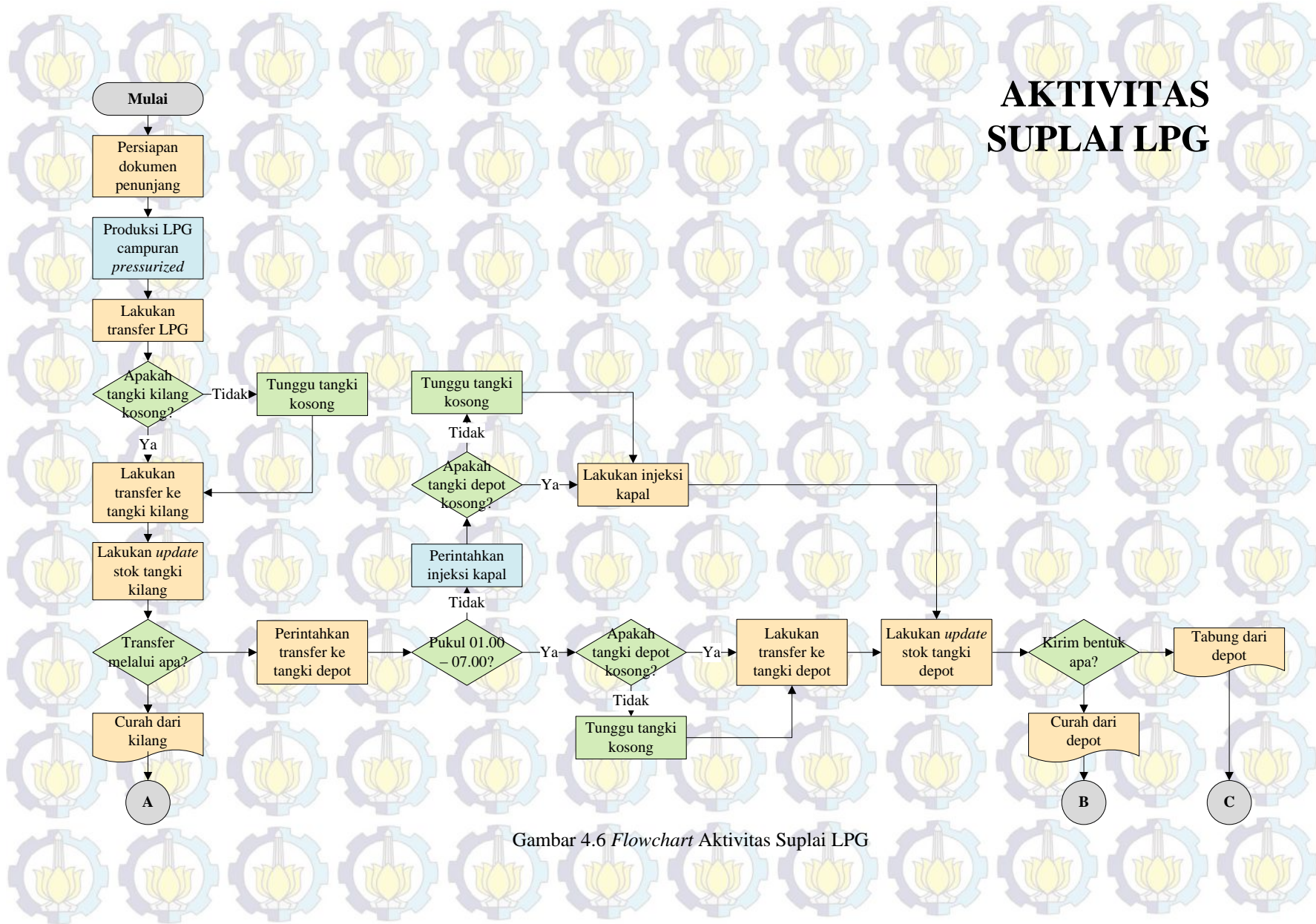
menyuplai area depot. Kedua jenis suplai ini akan masuk ke dalam masing-masing tangki untuk didistribusikan ke konsumen.

Gambar 4.7 menjelaskan mengenai aliran proses untuk aktivitas distribusi LPG. Model pendistribusian dilakukan melalui jalur darat oleh *skid tank* dan truk. Pergerakan kendaraan akan bergerak secara *close loop*. Tiap kendaraan yang telah menyalurkan ke tujuan akan kembali ke kilang atau depot. Bentuk produk yang disalurkan ialah unit curah dan unit tabung. Unit curah akan disalurkan melalui kilang dan depot. Sedangkan, unit tabung hanya akan disalurkan dari depot.



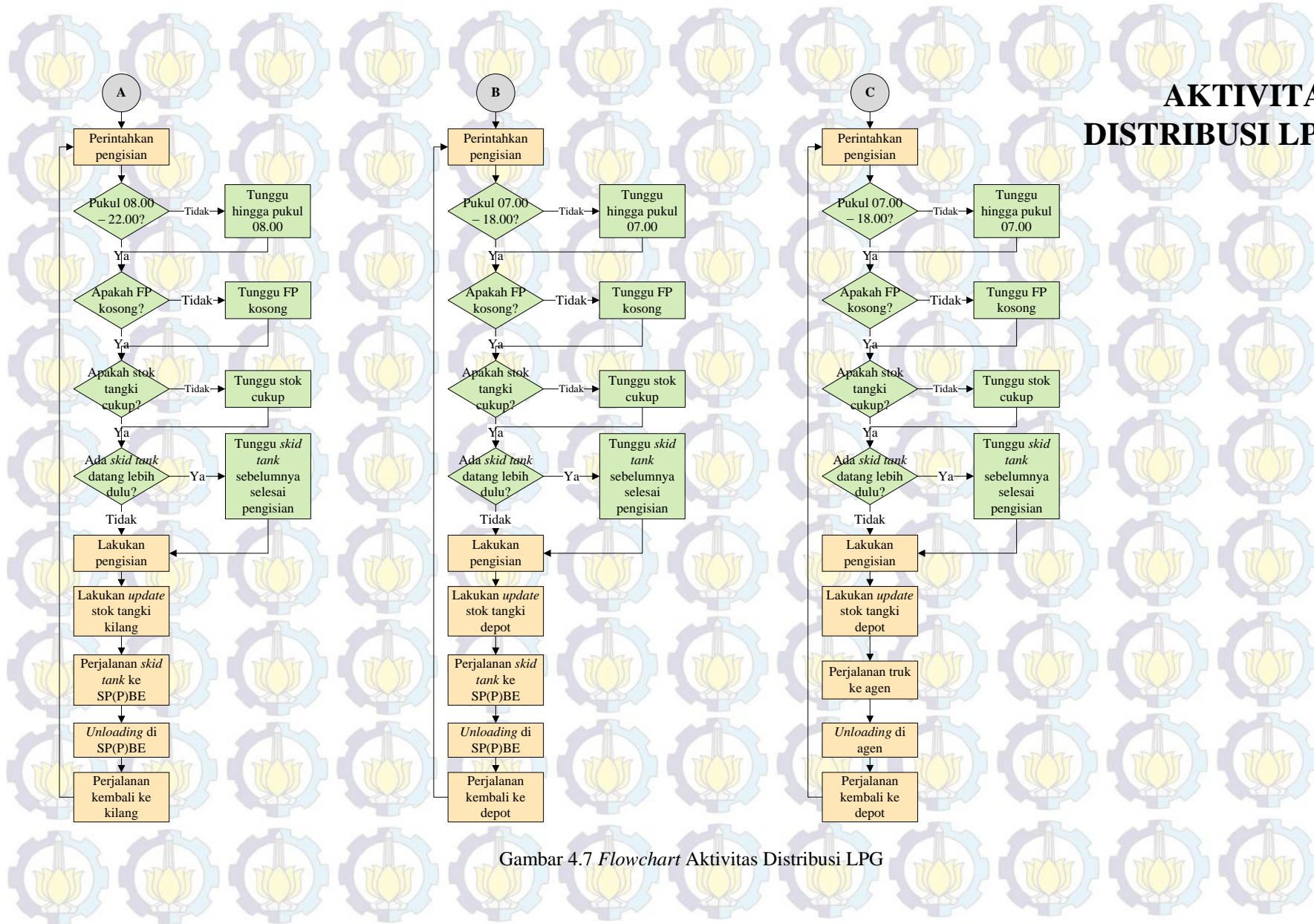
Gambar 4.5 Tampilan Simulasi Sistem Eksisting

AKTIVITAS SUPLAI LPG



Gambar 4.6 Flowchart Aktivitas Suplai LPG

AKTIVITAS DISTRIBUSI LPG



Gambar 4.7 Flowchart Aktivitas Distribusi LPG

1. Submodel 1 - Aktivitas Transfer Hasil Produksi ke Tangki Kilang

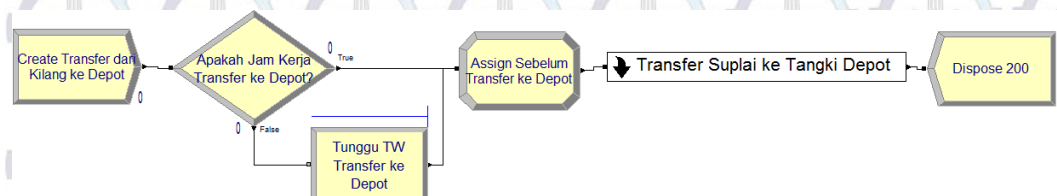
Submodel 1 memfasilitasi pergerakan transfer hasil produksi ke dalam tangki kilang tiap harinya. Pergerakan transfer ke dalam tangki akan dilakukan oleh modul *Seize-Flow-Release*. Modul *Seize* digunakan dalam pemilihan tangki yang ingin dituju. Hasil produksi akan masuk ke dalam tangki yang memiliki stok lebih sedikit. Setelah tangki terpilih, maka akan langsung dilakukan transfer suplai melalui modul *Flow*. Pergerakan transfer akan mengikuti *flowrate* yang telah ditetapkan dalam regulator tangki. Transfer akan berhenti sesuai distribusi data jumlah transfer. Ketika proses transfer telah selesai, maka tangki akan di-*release* kembali. Sehingga tangki dapat digunakan untuk proses lainnya. Gambar 4.8 menunjukkan logika dari submodel 1.



Gambar 4.8 Model Transfer Hasil Produksi ke Tangki Kilang

2. Submodel 2 - Aktivitas Transfer Suplai Kilang ke Depot

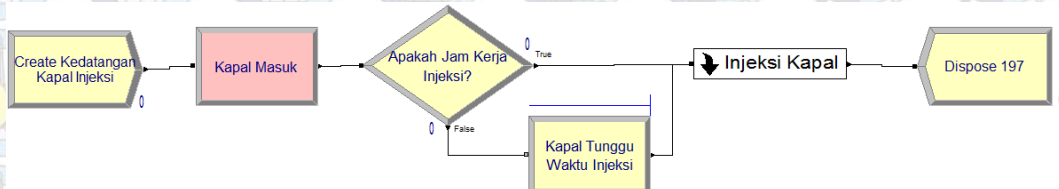
Pada Submodel 2 akan dilakukan aktivitas transfer suplai ke depot sesuai dengan Gambar 4.9. Proses transfer hanya dapat dilakukan pada jam operasional yang telah ditentukan dari jam 01.00 hingga 07.00. Ketika waktu tidak sesuai jam operasional, maka harus menunggu jam operasional. Pemilihan tangki depot yang dituju akan sesuai dengan stok tangki depot. Sedangkan, tangki kilang yang dapat melakukan transfer ialah tangki dengan stok mencukupi. Pada saat proses transfer berlangsung, maka tangki depot tidak dapat digunakan untuk menerima suplai dari injeksi kapal.



Gambar 4.9 Model Transfer Suplai Kilang ke Depot

3. Submodel 3 - Aktivitas Injeksi Kapal

Selain menerima suplai dari kilang, depot juga menerima suplai dari injeksi kapal. Logika model injeksi kapal dalam ARENA akan sesuai dengan Gambar 4.10. Proses injeksi diawali dengan adanya kedatangan kapal. Lalu kapal akan masuk ke dalam area dermaga. Ketika kedatangan kapal telah sesuai dengan jam operasional injeksi, maka kapal dapat langsung melakukan injeksi ke tangki depot. Namun, ketika kapal datang di luar jam operasional, maka kapal akan menunggu hingga jam operasional tiba.



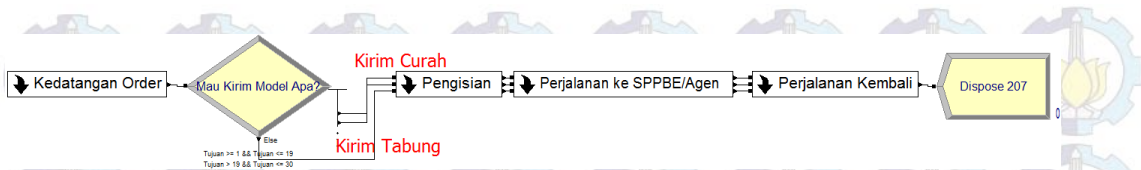
Gambar 4.10 Model Injeksi Kapal

Pada saat kapal akan melakukan injeksi ke tangki depot, maka tangki depot yang dituju tidak dapat digunakan untuk proses penerimaan suplai lainnya hingga injeksi selesai. Pemilihan tangki yang dituju akan bergantung pada stok tangki yang paling rendah. Kapal yang telah selesai melakukan injeksi akan langsung pergi meninggalkan area dermaga.

4. Submodel 4 - Aktivitas Pengisian dan Pengiriman LPG

Dalam submodel 4 akan didetailkan proses pengisian dan pengiriman LPG ke SP(P)BE dan agen seperti terlihat pada Gambar 4.11. Submodel 4 memiliki empat aktivitas utama yang harus dilakukan, yaitu kedatangan permintaan, pengisian, pengiriman ke SP(P)BE/agen, dan perjalanan kembali ke kilang/depot.

Kedatangan permintaan akan selalu ada tiap harinya dengan jumlah yang berbeda untuk tiap tujuan. Tiap SPPBE/agen akan didefinisikan dengan atribut tujuan yang berurutan. Dari tiap tujuan akan ditentukan model pengirimannya berasal dari kilang atau depot.



Gambar 4.11 Model Pengisian dan Pengiriman LPG

Setelah penentuan model pengiriman, maka dilakukan pengisian LPG ke dalam *skid tank*/truk. Pengisian hanya dapat dilakukan pada jam operasional dan ketika kendaraan tersedia. Apabila persyaratan terpenuhi, maka akan dilakukan pengisian dengan menggunakan modul *Seize-Flow-Release*. Setiap kendaraan yang telah terisi LPG akan langsung pergi menuju area tujuannya. Saat kendaraan telah sampai, maka akan dilakukan proses menunggu SP(P)BE/agen buka dan lini *unloading* tersedia. Proses *unloading* berlangsung selama TRIA(1.4,1.9,2.5). Setelah proses *unloading* di SP(P)BE/agen selesai, maka kendaraan akan kembali ke kilang/depot untuk menunggu perintah pengiriman selanjutnya.

5. Submodel 5 - Update Performansi

Pembaharuan performansi dirancang untuk memudahkan rekapitulasi hasil perhitungan performansi tiap replikasi. Performansi akan mulai dihitung setelah waktu simulasi berjalan telah melebihi periode *warm-up*. Dalam Gambar 4.12 ditampilkan logika submodel 5. Model pertama ialah perhitungan performansi harian dan cetak data performansi. Performansi yang akan dihitung ialah performansi *lifting* dan utilisasi tangki. Dalam menghitung kedua performansi tersebut dibutuhkan kalkulasi stok tangki harian dan jumlah *lifting*. Formulasi yang diinputkan ke dalam ARENA sesuai dengan Rumus 4.1, Rumus 4.2, Rumus 4.3, dan Rumus 4.4. Setelah perhitungan tiap performansi, hasil perhitungan akan dicetak ke dalam *spreadsheet file* menggunakan modul *Read/Write*.



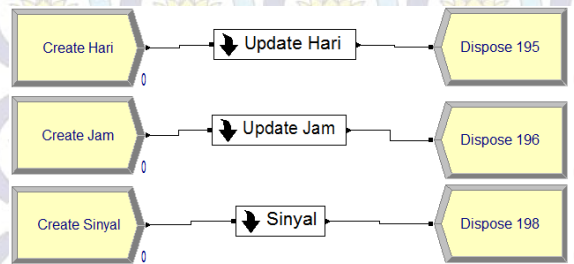
Gambar 4.12 Model Update Performansi Harian

Lalu model kedua dibangun dalam rangka mencetak hasil perhitungan akhir *Aggregate Lifting Performance (ALP)* dan *Aggregate Tank Utilization*

(ATU) tiap replikasi ke dalam *spreadsheet file*. Kedua performansi ini akan digunakan sebagai bahan analisis simulasi.

6. Submodel 6 - Update Hari dan Jam Kerja

Model pembaharuan hari dan jam kerja dirancang agar proses *running* simulasi sesuai dengan kondisi waktu aktual sistem. Model pertama ialah pembaharuan hari kerja yang dimulai dari hari ke-1 hingga hari ke-7 lalu diperbaharui kembali mulai hari ke-1. Sednagkan, model kedua ialah pembaharuan jam kerja yang berlangsung hingga jam ke-24 dan akan diperbaharui kembali mulai jam ke-1. Submodel ini berfungsi untuk mendeteksi *time windows* pengiriman ke SP(P)BE dan agen yang hanya berlangsung pada hari Senin hingga Sabtu. Pada Gambar 4.13 ditampilkan logika submodel 6.



Gambar 4.13 Model Update Hari dan Jam Kerja

4.4 Perhitungan Periode Warm Up

Model simulasi dalam penelitian ini termasuk dalam model simulasi *non terminating*. Pada model *non terminating* diperlukan langkah untuk menghitung periode *warm up* yang bertujuan mengetahui posisi *steady state* model. Dalam menghitung periode *warm up* model akan di-*running* selama 10 kali replikasi.

Menurut (Harrell, et al., 2000), jumlah replikasi yang disarankan dalam menentukan periode *warm up* ialah sebanyak lima hingga sepuluh replikasi.

Perhitungan periode *warm up* akan dilakukan dengan menggunakan Rumus 4.5.

$$\bar{y}_i = \begin{cases} \frac{\sum_{s=w}^w \bar{y}_{i+s}}{2w+1} & \text{jika } i = w + 1, \dots, m - w \\ \frac{\sum_{s=(i-1)}^{i-1} \bar{y}_{i+s}}{2i-1} & \text{jika } i = 1, \dots, w \end{cases} \quad (4.5)$$

Keterangan:

w = window of moving average

m = jumlah periode

Dimana,

- Iterasi berhenti ketika $i = m - w$
- Nilai w tidak boleh lebih dari $m/4$ (Law & Kelton, 2000)

Nilai m yang digunakan dalam perhitungan ialah sebesar 12 sehingga nilai w menjadi 3. Rekapitulasi perhitungan *moving average* periode *warm up* ditampilkan pada Tabel 4.2. Perhitungan *moving average* akan dilakukan berdasarkan data rata-rata jumlah *lifting* tiap replikasinya.

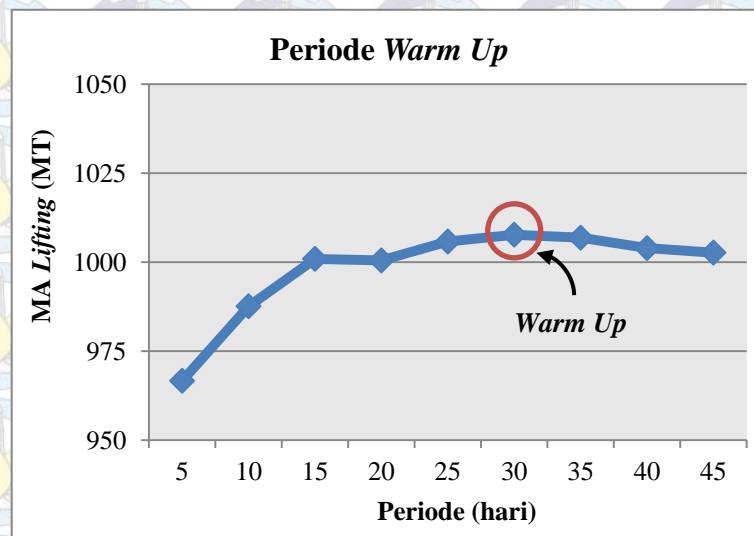
Tabel 4.2 Perhitungan *Moving Average* (MA) Periode *Warm Up* Model Simulasi

Periode	Replikasi										Total	Mean	MA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
5	1108	888	837	893	870	1093	900	1090	840	1147	9667	967	967
10	1007	991	1028	976	984	1009	1063	922	979	960	9920	992	988
15	1014	1029	1000	962	973	1002	1033	1023	1016	990	10042	1004	1001
20	1058	1068	1043	1005	970	1052	1040	1069	956	1025	10286	1029	1000
25	1043	1023	1025	1000	940	1018	1036	1057	946	1043	10131	1013	1006
30	999	1008	1012	1014	929	1024	999	1042	951	1031	10009	1001	1008
35	1002	996	1008	1008	928	1020	1000	1034	962	1022	9979	998	1007
40	994	974	1025	1034	914	1041	1024	1058	937	1036	10038	1004	1004
45	1022	986	1011	1029	925	1038	1016	1043	948	1037	10055	1005	1003
50	1015	961	1009	1023	933	1030	1009	1035	937	1030	9982	998	
55	996	968	1014	1042	962	1047	1011	1053	961	1029	10082	1008	
60	994	976	1015	1035	963	1040	1009	1044	944	1023	10042	1004	

Keterangan: MA = Moving Average

Setelah kalkulasi dilakukan, maka nilai perhitungan pada Tabel 4.2 akan dikonversi ke dalam bentuk grafik untuk melihat posisi *steady state* dari model.

Pada Gambar 4.14 ditampilkan grafik periode *warm up* sesuai nilai *moving average*. Dari grafik ditunjukkan bahwa kondisi *steady state* simulasi terjadi pada periode ke-30. Sehingga, periode *warm up* untuk *running* model simulasi eksisting ialah selama 30 hari.



Gambar 4.14 Grafik Periode *Warm Up* Sesuai Nilai *Moving Average*

4.5 Pengujian Model Simulasi Eksisting

Langkah penting selanjutnya setelah pembangunan model simulasi eksisting ialah melakukan verifikasi dan validasi model. Langkah ini dilakukan untuk memastikan bahwa model yang dibangun telah mengikuti model konseptual dan sesuai kondisi nyata.

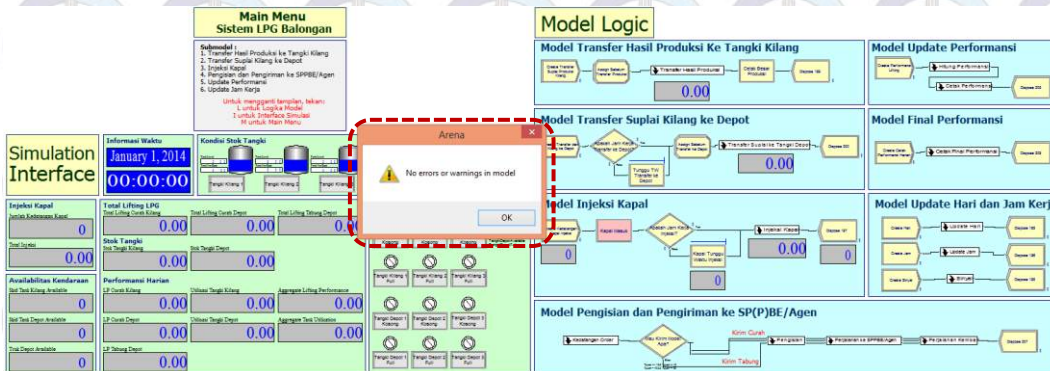
4.5.1 Verifikasi Model Simulasi Eksisting

Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa model simulasi beserta ekspresi yang diinputkan ke dalam model telah sesuai dengan logika dan sistem riil sehingga dapat dihasilkan nilai (*output*) sesuai harapan. Dalam penelitian ini akan dilakukan dua tahap verifikasi. Tahap pertama ialah verifikasi *trace and debug facility* pada ARENA untuk memastikan model dapat berjalan. Lalu tahap kedua akan dilakukan verifikasi beberapa proses simulasi secara terpisah. Pada tahap verifikasi ini akan dilakukan verifikasi logika perilaku simulasi dan perhitungan rumus.

4.5.1.1 Verifikasi dengan *Trace and Debug Facility* pada ARENA

Proses verifikasi dengan *trace and debug facility* pada *software* ARENA bertujuan untuk memastikan bahwa tidak terdapat kesalahan atau *error* pada model simulasi yang dibangun. Pengecekan dilakukan dengan klik tab *Run* >

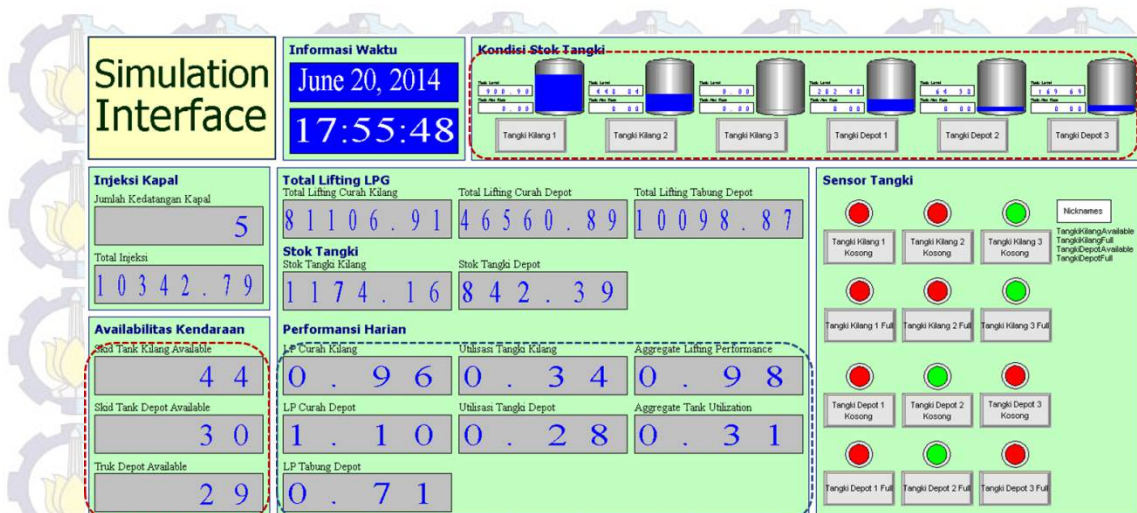
Check Model atau Ctrl + F4 yang nantinya akan menampilkan apakah terdapat *error* dalam model Arena. Hasil verifikasi ini dapat dilihat pada Gambar 4.15. Dalam Gambar 4.15 terlihat bahwa model simulasi eksisting yang dibangun tidak memiliki *error* dan model dapat berjalan dengan baik.



Gambar 4.15 Verifikasi dengan *Trace and Debug Facility* Pada ARENA

4.5.1.2 Verifikasi Logika Perilaku Simulasi Sistem Suplai Distribusi

Verifikasi logika perilaku sistem dilakukan untuk memastikan bahwa logika yang diinputkan ke dalam model simulasi telah mengikuti aturan sistem eksisting dan logis. Aturan dalam sistem eksisting terbagi menjadi dua aturan, yaitu aturan suplai dan aturan distribusi. Suplai dapat dilakukan ketika tangki tersedia dan memiliki stok di atas 250 MT. Pengiriman suplai dari tangki kilang ke tangki depot dapat dilakukan ketika stok tangki kilang di atas DOT depot. Sedangkan, untuk pengiriman ke konsumen dapat dilakukan ketika *skid tank*/truk tersedia dan stok tangki mencukupi pengiriman. Apabila salah satu aturan tidak terpenuhi, maka aktivitas suplai distribusi tidak akan dilakukan. Dalam rangka memudahkan proses *monitoring*, maka akan ditampilkan status stok tangki, ketersediaan transportasi, dan besar *lifting* pada *interface* simulasi. Gambar 4.16 menampilkan *interface* simulasi sesuai hasil logika sistem eksisting.



Gambar 4.16 Verifikasi Logika Simulasi dan Perhitungan Rumus

Dalam kotak merah pada Gambar 4.16 terlihat bahwa suplai dilakukan saat tangki tersedia dengan stok memenuhi syarat. Lalu pengiriman ke konsumen dilakukan saat *skid tank*/truk tersedia dan stok tangki cukup. Dari hasil yang dikeluarkan pada Gambar 4.16 dapat disimpulkan bahwa mekanisme logika simulasi yang diinput ke dalam model telah berjalan sesuai dengan harapan dan logis.

4.5.1.3 Verifikasi Perhitungan Rumus pada ARENA

Proses verifikasi perhitungan rumus dilakukan untuk mengetahui dan memastikan bahwa ekspresi rumus yang dimasukkan ke dalam model telah logis dan menghasilkan *output* yang sesuai. Rumus yang akan diverifikasi pada penelitian ini ialah rumus performansi *lifting* dan rumus utilisasi tangki. Performansi *lifting* dan utilisasi tangki merupakan dua komponen performansi yang akan dilakukan uji validasi dengan membandingkan data aktual dan data hasil simulasi. Selain itu, kedua komponen tersebut akan digunakan sebagai standar dalam melihat hasil analisis skenario perbaikan terbaik. Oleh karena itu, verifikasi perhitungan rumus sangat penting dilakukan untuk memastikan model telah menghitung kedua komponen tersebut dengan benar. Hasil proses verifikasi perhitungan rumus model simulasi eksisting dapat dilihat dalam kotak biru pada Gambar 4.16.

1. Verifikasi Perhitungan Rumus Performansi Lifting

Tahapan verifikasi perhitungan rumus performansi *lifting* dilakukan untuk melihat performansi antara besar pengiriman dengan target yang diinginkan. Proses verifikasi ini dilakukan dengan melihat hasil performansi *lifting* pada ARENA dengan perhitungan manual. Dengan menggunakan Rumus 4.1 dan Rumus 4.2, maka dapat dikalkulasikan masing-masing performansi *lifting* dan total performansi *lifting*.

$$\overline{LP}_{CK} (\%) = \frac{209753.11}{\frac{600}{365}} = 95.77\%$$

$$\overline{LP}_{CD} (\%) = \frac{121087.22}{\frac{300}{365}} = 110.58\%$$

$$\overline{LP}_{TD} (\%) = \frac{26158.95}{\frac{100}{365}} = 71.67\%$$

$$ALP (\%) = \frac{(95.77\% \times 600) + (110.58\% \times 300) + (71.67\% \times 100)}{(600 + 300 + 100)} = 97.803\%$$

Dari perhitungan di atas diperoleh nilai $\overline{LP}_{CK} = 95.77\%$, $\overline{LP}_{CD} = 110.58\%$, $\overline{LP}_{TD} = 71.67\%$, dan $ALP = 97.803\%$. Perhitungan manual LP dan ALP menunjukkan hasil yang sama dengan perhitungan di ARENA. Sehingga dapat disimpulkan bahwa mekanisme perhitungan performansi *lifting* di ARENA telah terverifikasi.

2. Verifikasi Perhitungan Rumus Utilisasi Tangki

Tahapan verifikasi perhitungan rumus utilisasi tangki dilakukan untuk melihat performansi kinerja stok tangki dengan kapasitas tangki. Proses verifikasi ini dilakukan dengan melihat hasil utilisasi tangki pada ARENA dengan perhitungan manual. Dengan menggunakan Rumus 4.3 dan Rumus 4.4, maka dapat dikalkulasikan masing-masing utilisasi tangki dan total utilisasi tangki.

$$\overline{TU}_{TK} (\%) = \frac{1171.77}{3450} = 33.96\%$$

$$\overline{TU}_{TD} (\%) = \frac{860.35}{3000} = 28.68\%$$

$$ATU (\%) = \frac{(33.96\% \times 3450) + (28.68\% \times 3000)}{(3450 + 3000)} = 31.50\%$$

Dari perhitungan di atas diperoleh nilai $TU_{TK} = 33.96\%$, $TU_{TD} = 28.68\%$, dan $ATU = 31.50\%$. Hasil perhitungan manual TU dan ATU menampilkan nilai yang sama dengan perhitungan di ARENA. Sehingga mekanisme perhitungan utilisasi tangki di ARENA dapat dikatakan telah terverifikasi. Setelah model terverifikasi, maka model akan diuji validasi untuk proses analisis lebih lanjut.

4.5.2 Perhitungan Jumlah Replikasi Simulasi

Sebelum melakukan proses validasi perlu dilakukan penentuan jumlah replikasi simulasi. Proses ini bertujuan untuk melihat apakah hasil simulasi dengan 10 replikasi telah cukup untuk merepresentasikan kondisi aktual.

Replikasi dilakukan agar data hasil simulasi dapat merepresentasikan populasi yang ada. Proses replikasi dilakukan dengan membangkitkan bilangan *random*.

Tiap replikasi akan membangkitkan bilangan *random* yang berbeda. Oleh karena itu, untuk mengurangi variansi perbedaan hasil tiap replikasi, maka dibutuhkan jumlah replikasi yang sesuai.

Dalam menentukan jumlah replikasi yang dibutuhkan akan digunakan metode *absolute error*. Tingkat kepercayaan yang digunakan ialah sebesar 95%.

Perhitungan jumlah replikasi akan menggunakan Rumus 4.7.

$$hw = \frac{(t_{n-1, \alpha/2}) \times s}{\sqrt{n}} \quad (4.6)$$

$$n' = \left[\frac{(z_{\alpha/2}) \times s}{\beta} \right]^2 \quad (4.7)$$

Keterangan:

hw = half width

n = jumlah replikasi = 10 replikasi

n' = jumlah replikasi hasil perhitungan

P = confidence level = 95% = 0.95

α = significance level = 1 - P = 0.05

$Z_{\alpha/2}$ = $Z_{0.025}$ = 1.96

\bar{x} = rata-rata

s = standar deviasi

β = half width

Sehingga dengan menggunakan Rumus 4.6 dan Rumus 4.7 contoh perhitungan jumlah replikasi untuk performansi *lifting* curah kilang ialah sebagai berikut.

$$hw = \frac{(t_{10-1, 0.05/2}) \times 0.022}{\sqrt{10}} = \frac{2.26 \times 0.022}{\sqrt{10}} = 0.0157$$

$$n' = \left[\frac{(z_{0.05/2}) \times 0.022}{0.0157} \right]^2 = \left[\frac{1.96 \times 0.022}{0.0157} \right]^2 = 7.5067 \approx 8 \text{ replikasi}$$

Tabel 4.3 Rekapitulasi Perhitungan Jumlah Replikasi

Replikasi ke-	Hasil Simulasi				
	LP_CK	LP_CD	LP_TD	TU_KB	TU_DB
1	96.71%	110.22%	65.11%	33.96%	28.68%
2	96.26%	111.43%	76.59%	33.50%	28.79%
3	97.54%	111.72%	68.62%	33.78%	28.93%
4	97.04%	115.57%	81.95%	34.00%	35.33%
5	99.96%	113.45%	80.20%	33.65%	32.83%
6	98.12%	117.55%	92.93%	29.49%	32.11%
7	97.74%	124.73%	80.83%	31.83%	32.26%
8	96.59%	113.44%	78.75%	32.87%	30.94%
9	103.67%	109.26%	60.31%	31.51%	31.40%
10	97.93%	111.73%	79.61%	30.69%	30.00%
Mean	98.15%	113.91%	76.49%	32.53%	31.12%
Standar Deviasi	0.0220	0.0453	0.0943	0.0157	0.0212
Variansi	0.0005	0.0020	0.0089	0.0002	0.0004
Half Width	0.0157	0.0324	0.0675	0.0112	0.0152
Jumlah Replikasi	7.5067	7.5067	7.5067	7.5067	7.5067
Pembulatan	8				

Dari perhitungan pada Tabel 4.3, diperoleh jumlah minimal replikasi sebanyak 8 kali replikasi. Namun, *running* simulasi akan tetap selama 10 kali replikasi karena nilai yang disarankan di bawah jumlah replikasi awal.

4.5.3 Validasi Model Simulasi Eksisting

Model yang telah terverifikasi dapat dilanjutkan untuk uji validasi. Validasi merupakan proses memastikan apakah model simulasi yang dibangun telah merepresentasikan kondisi aktual sistem (*building the right model*). Dalam penelitian ini, validasi dilakukan dengan membandingkan performansi *lifting* (LP) antara data dari kondisi aktual sistem dengan *output* simulasi eksisting (Skenario 0). Model eksisting akan disimulasikan dalam 10 replikasi. Tiap replikasi akan dijalankan selama 395 hari dengan periode *warm up* selama 30 hari.

Data LP akan diuji secara statistik untuk melihat signifikansi perbedaannya. Uji statistik yang digunakan ialah *t-test: two sample assuming unequal variances*. Metode ini dipilih karena keterbatasan jumlah data yang tersedia. Proses *t-test* dilakukan menggunakan *Data Analysis* di *Microsoft Excel* dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% ($\alpha = 0.05$). Hasil *t-test* akan ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 *Statistical Significance T-Test: Assuming Unequal Variances*

	LP_CK_REAL	LP_CK_SIM	LP_CD_REAL	LP_CD_SIM	LP_TD_REAL	LP_TD_SIM
Mean	0.966241097	0.981547906	1.102640788	1.139100838	0.772167093	0.764896997
Variance	0.117297363	0.18876753	0.134161118	0.398118179	0.02090446	0.220371441
Observations	313	3650	313	3650	313	3650
Hypothesized Mean Difference	0		0		0	
df	403		488		1057	
t Stat	-0.741209361		-1.57233805		0.644702657	
P(T<=t) one-tail	0.229499096		0.058260133		0.259629892	
t Critical one-tail	1.648643451		1.647982077		1.646296497	
P(T<=t) two-tail	0.458998191		0.116520267		0.519259785	
t Critical two-tail	1.965867932		1.96483707		1.962210857	

Langkah yang dilakukan untuk mengetahui apakah model valid ialah dengan membandingkan nilai *t-stat* dan nilai *t-critical two tail*. Apabila semua nilai *t-stat* berada dalam rentang negatif hingga positif nilai *t-critical two tail*, maka tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik antara data aktual dan hasil simulasi pada α sebesar 0.05. Pada Tabel 4.4 terlihat semua nilai *t-stat*

berada dalam rentang *t-critical two tail*. Sehingga model simulasi dinyatakan telah merepresentasikan kondisi aktual sistem dan model dapat dianalisis lebih lanjut.

4.6 Perancangan Skenario Perbaikan

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian penutupan jalur distribusi melalui kilang namun tetap dapat meningkatkan target harian dan utilisasi tangki. Hal ini disebabkan oleh dampak operasional yang terjadi pada kondisi aktual. Terdapat banyak *skid tank* yang tidak dapat melakukan pengisian sehingga menyebabkan penumpukan LPG di kilang. Kondisi ini tentunya berdampak pada performansi harian yang tidak dapat melampaui target.

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, maka akan dilakukan pengembangan skenario perbaikan sistem. Skenario dikembangkan dari hasil kombinasi antara total DOT, frekuensi injeksi kapal, dan jumlah truk. Ketiga parameter tersebut secara terintegrasi akan menjadi parameter untuk menentukan kombinasi terbaik yang dapat meningkatkan performansi. Selain itu, adanya penutupan satu jalur distribusi menyebabkan perubahan waktu suplai LPG ke depot, waktu injeksi kapal, dan penggunaan tangki depot. Pengaturan waktu suplai dan distribusi memiliki peranan penting untuk mengoptimalkan kinerja dari pipa dan tangki yang dimiliki. Beberapa alternatif skenario yang akan dieksplorasi dalam simulasi ini ialah sebagai berikut.

1. *Menutup jalur distribusi LPG melalui darat dari kilang.* Seluruh *skid tank* yang melakukan pengisian LPG dari area kilang akan dialihfungsikan ke area depot. Lalu tanpa adanya penyaluran dari kilang, maka seluruh LPG di tangki kilang akan ditransfer ke tangki depot.
2. *Meningkatkan DOT depot.* Kondisi ini dilakukan untuk melihat kemampuan maksimal yang dapat disuplai oleh tangki depot. Oleh karena itu, akan terdapat perubahan kondisi siklus suplai dari tangki. Sebelumnya tangki memiliki siklus *cyclical* lalu akan diubah menjadi *preferred order*. Kondisi *preferred order* secara otomatis membuat proses penerimaan suplai dan penyaluran LPG dilakukan terhadap tangki dengan stok lebih sedikit. Hal ini diharapkan dapat menjadikan kinerja tangki lebih maksimal dan fleksibel. Di sisi lain, peningkatan DOT tentunya akan meningkatkan

jumlah LPG yang diangkut. Bertambahnya jumlah LPG dapat menyebabkan bertambahnya jumlah kendaraan untuk menyalurkan ke SP(P)BE/agen. Sehingga akan dilakukan *trial and error* peningkatan jumlah kendaraan apabila jumlah eksisting kendaraan tidak dapat terpenuhi. Jumlah kendaraan akan berpengaruh pada realisasi pengiriman LPG yang telah tersedia ke SP(P)BE/agen. Tabel 4.5 menunjukkan jumlah eksisting kendaraan tiap tujuan.

Tabel 4.5 Jumlah Kendaraan Eksisting Tiap Tujuan

No	Area	Tujuan	Jumlah
1	Kilang	SP(P)BE	60
2	Depot	SP(P)BE	30
3	Depot	Agen LPG	30

3. *Meningkatkan frekuensi injeksi kapal per bulan.* Peningkatan DOT akan menyebabkan kuantitas suplai yang diterima depot harus lebih besar. Sehingga diperlukan peningkatan jumlah suplai ke depot. Salah satunya dengan meningkatkan frekuensi injeksi kapal. Hal ini disebabkan penerimaan suplai dari kilang selalu konstan sekitar 900 MT dan tidak dapat ditingkatkan. Selain itu, saat ini depot belum begitu memanfaatkan peranan injeksi kapal yang dapat berfungsi lebih sering.
4. *Melakukan sinkronisasi antara waktu suplai dari kilang dan injeksi.* Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah transfer suplai LPG dari kilang ke depot sehingga *time windows* pipa untuk melakukan transfer akan lebih lama. Pipa yang digunakan untuk menyuplai ke depot pun tidak dapat dilakukan secara simultan. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan waktu operasional untuk tiap aktivitas yang akan dilakukan. Dalam Tabel 4.6 ditampilkan pengaturan waktu operasional tiap aktivitas beserta perbedaannya dengan kondisi eksisting.

Tabel 4.6 Pengaturan Waktu Operasional Tiap Aktivitas

Skenario	Time Windows			
	Kilang ke Depot	Injeksi Kapal	FP Kilang	FP Depot
Eksisting	01.00 – 07.00	07.00 - 01.00	08.00 – 22.00	07.00 – 18.00
Perbaikan	21.00 – 07.00	07.00 - 21.00	–	07.00 – 18.00

Dari rincian berbagai alternatif skenario yang dapat dilakukan, maka akan disusun rancangan skenario perbaikan. Skenario akan berpedoman pada nilai peningkatan DOT depot yang dapat diterapkan. Terdapat 24 skenario perbaikan yang berasal dari kombinasi DOT depot, jumlah injeksi kapal, dan jumlah truk. Tabel 4.7 memaparkan skenario perbaikan yang akan disusun.

Tabel 4.7 Rincian Skenario Perbaikan

Skenario	DOT CK	DOT CD	DOT TD	Frekuensi Injeksi	Jumlah Kendaraan	
					Skid Tank	Truk
1a	0	900	100	2 x 2000 MT	90	30
1b					90	50
1c					110	30
1d					110	50
2a	0	1050	150	5 x 2000 MT	90	30
2b					90	50
2c					110	30
2d					110	50
3a	0	1200	200	8 x 2000 MT	90	30
3b					90	50
3c					110	30
3d					110	50
4a	0	1350	250	11 x 2000 MT	90	30
4b					90	50
4c					110	30
4d					110	50
5a	0	1500	300	14 x 2000 MT	90	30
5b					90	50
5c					110	30
5d					110	50
6a	0	1650	350	17 x 2000 MT	90	30
6b					90	50
6c					110	30
6d					110	50

Keterangan: CK = Curah Kilang, CD = Curah Depot, TD = Tabung Depot

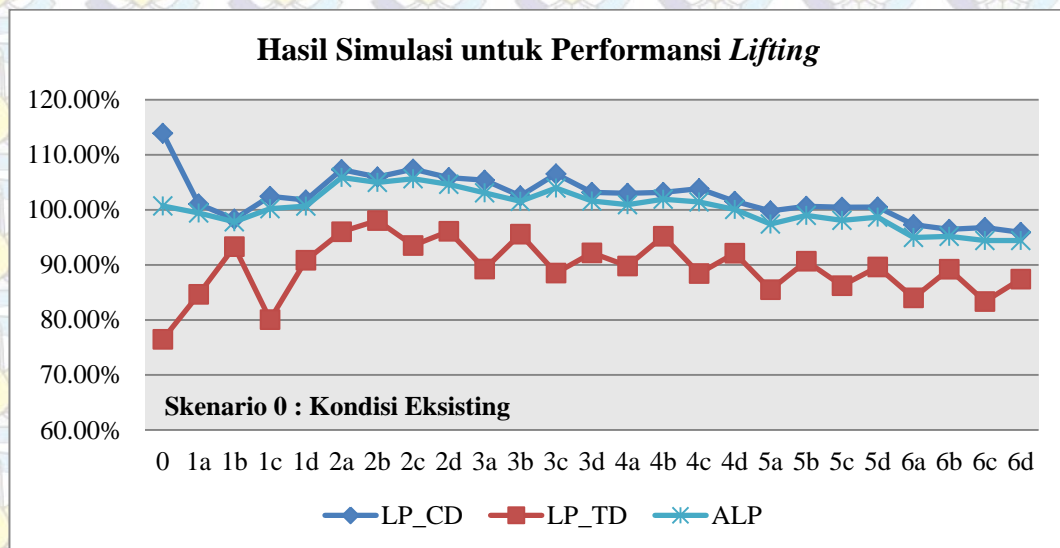
4.7 Hasil Simulasi Skenario Perbaikan

Pada bagian ini akan ditampilkan hasil simulasi skenario perbaikan yang telah dicatat dalam *spreadsheet file*. Seluruh skenario yang telah ditentukan akan di-*running* selama 365 hari dan 10 replikasi. Tabel 4.8 menampilkan rekapitulasi hasil *running* simulasi perbaikan tiap skenario. Nilai dalam tiap sel merupakan nilai rata-rata dari hasil *running* selama 10 replikasi.

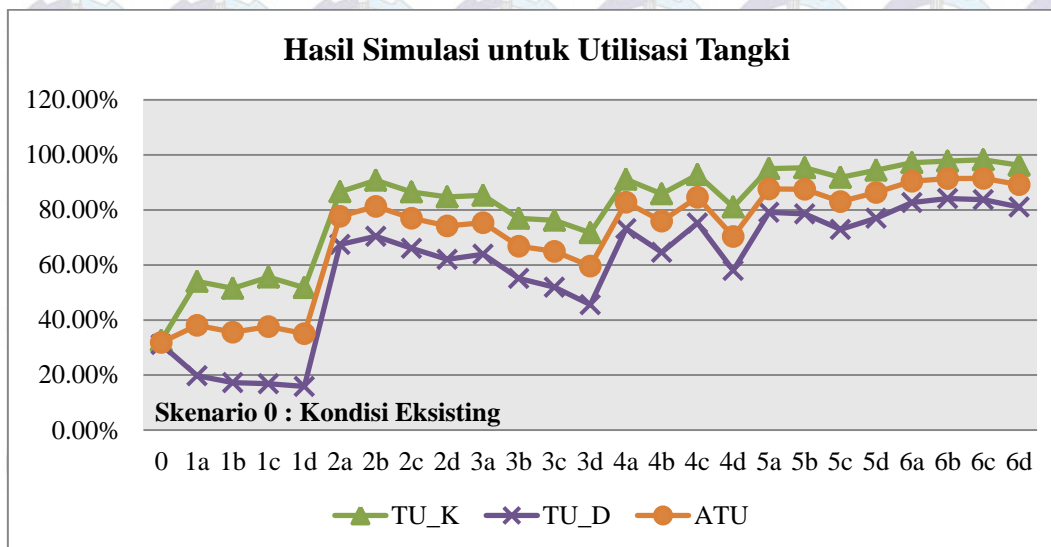
Tabel 4.8 Hasil Simulasi

Skenario	LP_CD	LP_TD	TU_K	TU_D	ALP	ATU
0	113.91%	76.49%	32.53%	31.12%	100.71%	32.06%
1a	101.07%	84.66%	54.02%	19.74%	99.43%	38.07%
1b	98.32%	93.31%	51.50%	17.28%	97.82%	35.59%
1c	102.44%	80.06%	55.62%	16.88%	100.20%	37.60%
1d	101.79%	90.86%	51.78%	15.84%	100.69%	35.06%
2a	107.30%	96.03%	86.63%	67.49%	105.89%	77.73%
2b	105.98%	98.07%	90.79%	70.41%	104.99%	81.31%
2c	107.39%	93.53%	86.53%	66.04%	105.66%	77.00%
2d	105.85%	96.12%	84.76%	62.05%	104.64%	74.20%
3a	105.40%	89.26%	85.31%	63.93%	103.09%	75.37%
3b	102.55%	95.58%	76.94%	55.15%	101.55%	66.80%
3c	106.53%	88.52%	76.23%	51.95%	103.96%	64.93%
3d	103.17%	92.20%	71.73%	45.61%	101.61%	59.58%
4a	103.01%	89.82%	91.14%	73.21%	100.94%	82.80%
4b	103.18%	95.23%	85.83%	64.61%	101.94%	75.96%
4c	103.85%	88.43%	92.82%	75.25%	101.44%	84.65%
4d	101.54%	92.12%	81.09%	58.04%	100.07%	70.37%
5a	99.80%	85.50%	95.04%	79.14%	97.42%	87.65%
5b	100.66%	90.67%	95.35%	78.58%	99.00%	87.55%
5c	100.48%	86.22%	91.82%	72.96%	98.10%	83.05%
5d	100.50%	89.62%	94.45%	77.01%	98.69%	86.34%
6a	97.30%	84.01%	97.17%	82.71%	94.97%	90.45%
6b	96.47%	89.23%	97.78%	84.13%	95.20%	91.43%
6c	96.78%	83.35%	98.21%	83.77%	94.43%	91.49%
6d	95.90%	87.43%	96.25%	81.09%	94.42%	89.20%

Hasil simulasi yang telah didapatkan dari tiap skenario akan dikonversi ke dalam bentuk grafik seperti Gambar 4.17 dan Gambar 4.18.



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Nilai Performansi *Lifting* Antar Skenario



Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Nilai Utilisasi Tangki Antar Skenario

4.8 Komparasi Sistem

Uji komparasi sistem dilakukan untuk membandingkan apakah skenario perbaikan yang dibangun berbeda secara signifikan daripada sistem eksisting. Selain itu, komparasi sistem akan melihat skenario mana yang paling baik untuk diterapkan. Dalam penelitian ini, uji komparasi sistem dilakukan menggunakan pendekatan *Analysis of Variance* (ANOVA). Metode ini dipilih karena dapat mengeksplorasi jumlah alternatif yang lebih banyak dibandingkan dengan metode lainnya. Tabel 4.9 menunjukkan hasil ANOVA untuk *Aggregate Lifting Performance* (ALP) dan *Aggregate Tank Utilization* (ATU). Detail hasil rekapitulasi interaksi Tabel ANOVA ditampilkan dalam Lampiran. Hipotesis yang digunakan untuk membandingkan tiap skenario ialah sebagai berikut.

- Hipotesis nol menyatakan rata-rata hasil simulasi seluruh skenario tidak berbeda secara signifikan.

$$H_0: \mu_0 = \mu_1 = \dots = \mu_{23} = \mu_{24}$$

- Hipotesis satu menyatakan terdapat paling tidak satu atau lebih rata-rata hasil simulasi skenario berbeda secara signifikan dengan rata-rata hasil simulasi skenario lainnya.

$$H_1: \mu_0 \neq \mu_1 \dots \neq \mu_{23} \neq \mu_{24}$$

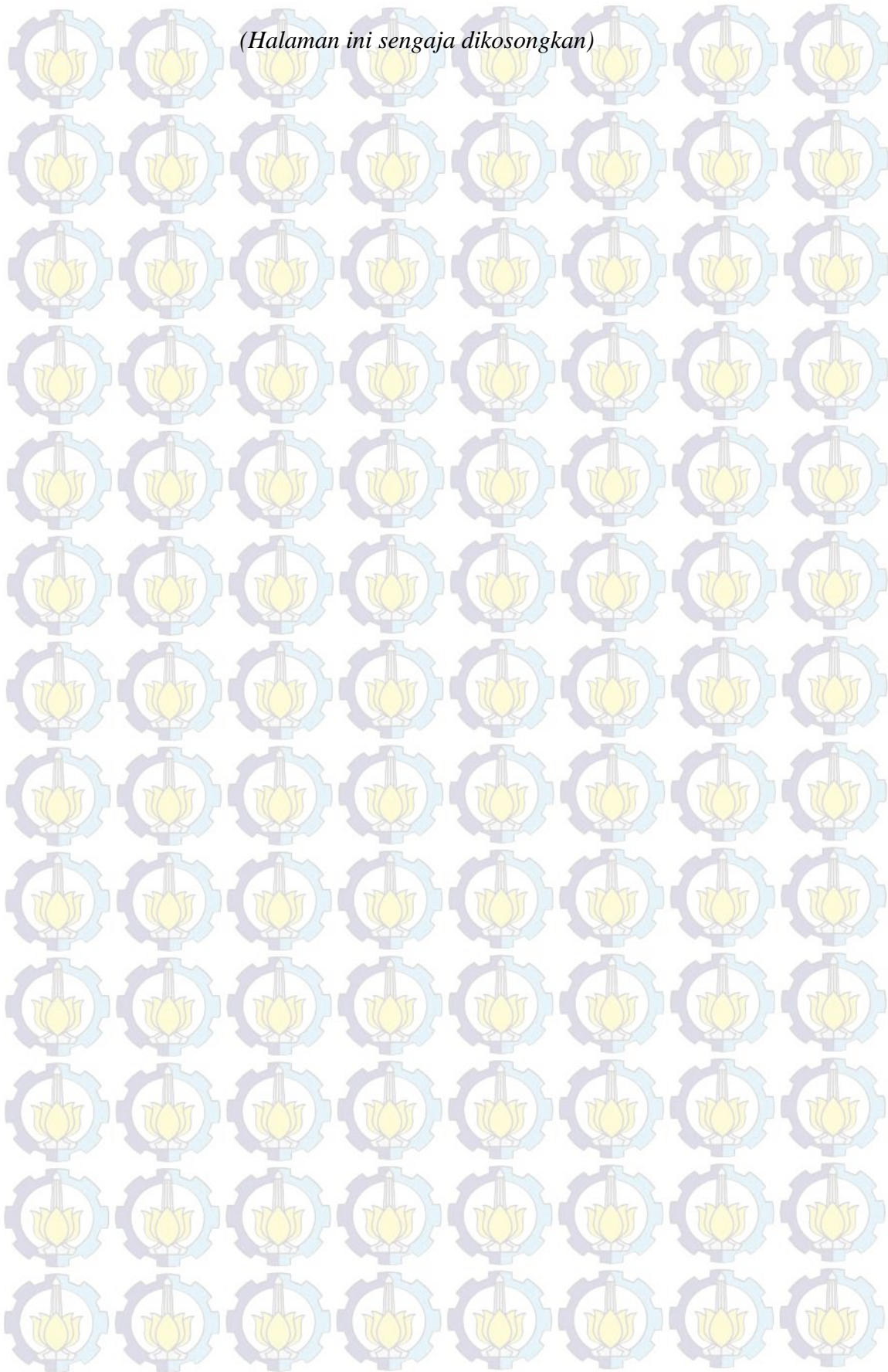
Tabel 4.9 Tabel ANOVA untuk ALP dan ATU

		<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
ALP	<i>Between Groups</i>	.278	24	.012	11.349	.000
	<i>Within Groups</i>	.230	225	.001		
	<i>Total</i>	.508	249			
ATU	<i>Between Groups</i>	8.969	24	.374	35.767	.000
	<i>Within Groups</i>	2.351	225	.010		
	<i>Total</i>	11.319	249			

Dari nilai p (p -value) yang dihasilkan berada di bawah nilai $\alpha = 0.05$. Sehingga H_0 akan ditolak dan membuktikan bahwa adanya perbedaan signifikan.

Dalam ringkasan perhitungan keseluruhan memperlihatkan bahwa hampir seluruh skenario memiliki pengaruh yang signifikan. Hasil ringkasan ini akan digunakan sebagai bahan analisis penentuan skenario yang signifikan mempengaruhi ukuran kinerja serta skenario terbaik. Analisis lebih lanjut untuk pemilihan skenario terbaik akan dilakukan pada Bab 5.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



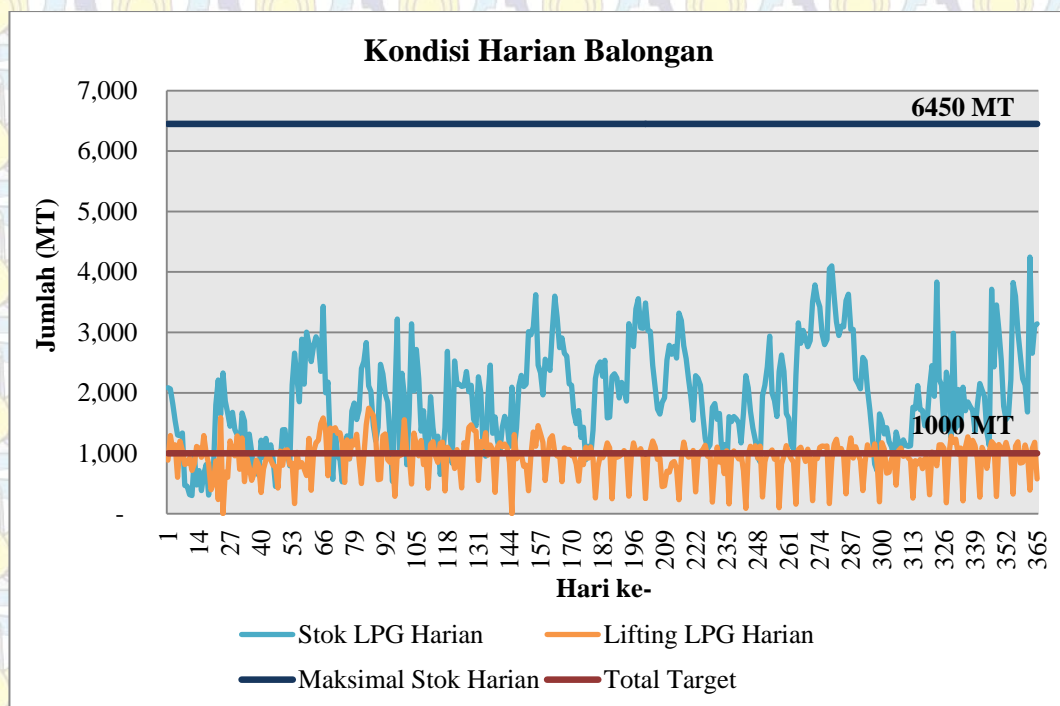
BAB 5

ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Pada bagian ini akan dilakukan analisis dan interpretasi dari pengolahan data yang telah dilakukan pada Bab 4. Analisis yang dilakukan meliputi analisis kondisi eksisting, analisis skenario perbaikan, serta analisis perbandingan kondisi eksisting dan perbaikan. Sehingga dapat dilakukan pemilihan skenario terbaik.

5.1 Analisis Kondisi Eksisting

Hasil analisis perhitungan kondisi eksisting menunjukkan bahwa jumlah rata-rata *lifting* harian secara keseluruhan cukup baik walaupun *lifting* curah dari kilang dan tabung dari depot tidak melebihi nilai target yang ditetapkan. Sedangkan, jika melihat kondisi stok harian cukup rendah. Rata-rata stok per harinya sekitar 30%. Sehingga tidak terdapat cukup stok untuk mengantisipasi peningkatan permintaan produk. Seharusnya pemanfaatan tangki dapat lebih terintegrasi agar tangki dapat mengeluarkan *lifting* harian lebih besar.



Gambar 5.1 Kondisi Stok dan *Lifting* Harian LPG

5.2 Analisis Simulasi Kondisi Eksisting

Simulasi kondisi eksisting dilakukan untuk menggambarkan mekanisme suplai dan distribusi yang dilakukan oleh area Balongan. Proses suplai berasal dari hasil produksi kilang dan injeksi kapal. Injeksi kapal khusus untuk mensuplai ke depot. Proses suplai ini akan dialirkan melalui jalur pipa ke dalam masing-masing tangki tujuan. Pada kondisi eksisting, tangki yang digunakan umumnya hanya pada tangki tertentu tanpa mempertimbangkan stok tersedia tiap tangki. Oleh karena itu, utilisasi tangki belum maksimal dalam proses penerimaan suplai.

Permasalahan lain dalam proses suplai ialah jumlah suplai yang didapatkan. Jenis suplai rutin yang selalu diterima berasal dari hasil produksi kilang sebesar ± 900 MT. Sedangkan, jumlah target yang ingin dicapai sebesar 1000 MT. Sisa suplai akan didapatkan dari injeksi kapal apabila dilakukan *order*.

Dari kondisi eksisting permintaan akan injeksi kapal masih sangat minim dan belum dimanfaatkan dengan baik. Sehingga terdapat hari yang memiliki stok minim dan jumlah *lifting* di bawah target.

Di sisi distribusi, pengiriman LPG dilakukan langsung dari kilang atau depot ke SP(P)BE atau agen. Jumlah permintaan tiap tujuan berbeda-beda sesuai dengan *order*-nya. Pengiriman unit curah akan dilakukan oleh *skid tank*. Lalu unit tabung akan dikirimkan menggunakan truk. Kendaraan yang digunakan akan melakukan proses pengiriman secara *close loop*. Kendaraan akan digunakan untuk pengiriman ke tujuan dan kembali ke asal untuk menunggu perintah pengiriman selanjutnya. Pengiriman ke tiap tujuan dapat menggunakan lebih dari satu truk tergantung pada jumlah permintaannya.

Selain itu, padatnya aktivitas *input-output* yang harus dilakukan oleh tangki menyebabkan pengaturan waktu penggunaan menjadi sangat penting. Sehingga dapat meminimalisir proses menunggu antar aktivitas. Begitu pula dengan pengaturan pemilihan tangki yang akan digunakan sehingga pemanfaatan tiap tangki dapat maksimal.

Pada pembangunan model simulasi kondisi eksisting digunakan jumlah *skid tank* sebanyak 90 unit dan truk sebanyak 30 unit. *Skid tank* terbagi menjadi 60 unit di kilang dan 30 unit di depot. Model ini akan di-*running* selama 10 replikasi dengan rentang waktu 365 hari. Hasil *running* memberikan nilai rata-rata

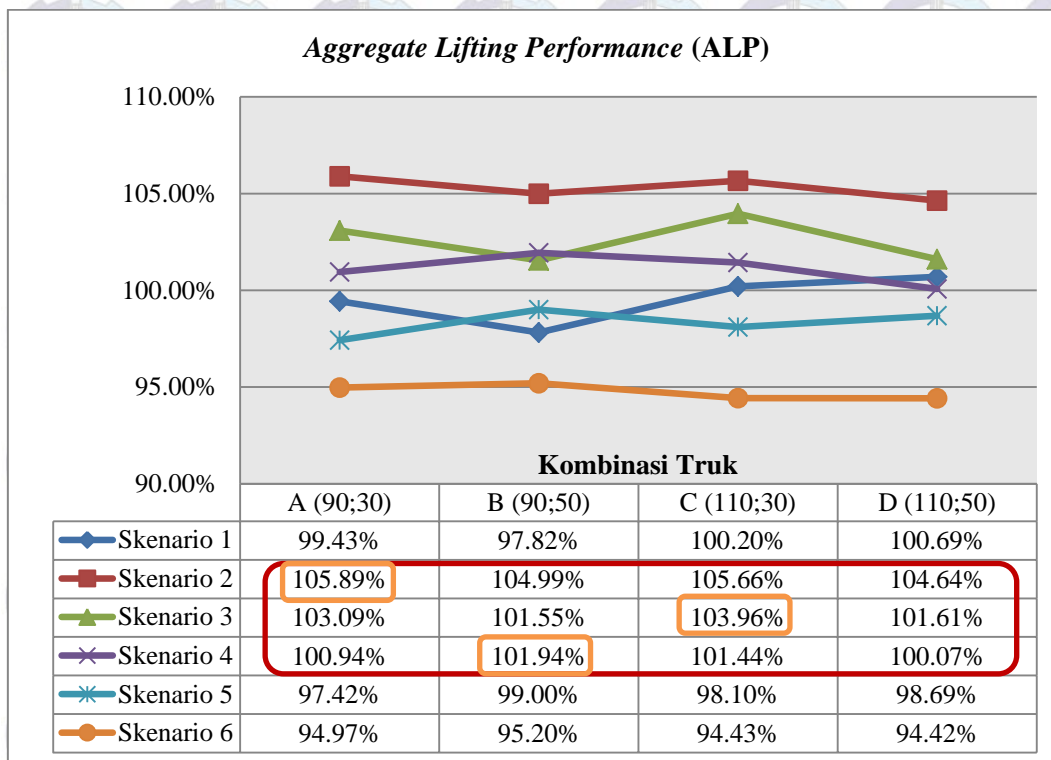
ALP sebesar 101% dengan *ATU* sebesar 32%. Nilai performansi hasil simulasi tidak berbeda signifikan dengan nilai performansi pada kondisi eksisting.

5.3 Analisis Simulasi Skenario Perbaikan

Proses suplai distribusi yang dirancang pada skenario perbaikan tidak jauh berbeda dengan kondisi eksisting. Namun, jalur penyaluran LPG curah dari kilang ke konsumen ditutup sehingga hanya terdapat penyaluran LPG dari depot. Seluruh permintaan yang dilayani oleh kilang akan dialihkan ke depot. Hal ini menyebabkan jumlah truk di depot akan bertambah menjadi 90 unit. Model perintah pengiriman LPG yang dilakukan juga sama dengan kondisi eksisting. Pengiriman akan diawali dengan penerimaan *order* lalu perintah kendaraan untuk melakukan pengisian. Proses pengisian akan dilakukan pada lini *filling point* yang kosong. Setelah itu, kendaraan akan digunakan untuk pengiriman ke tujuan dan kembali ke asal untuk menunggu perintah pengiriman selanjutnya.

Dalam skenario perbaikan akan dilakukan uji peningkatan *throughput* harian. Hal ini dilakukan untuk melihat titik jenuh penyaluran yang dapat dilakukan dari depot. Dengan adanya peningkatan *throughput* harian akan menyebabkan peningkatan jumlah suplai yang diterima. Oleh karena itu, salah satu parameter yang dapat digunakan ialah permintaan injeksi kapal yang lebih sering dibandingkan kondisi eksisting. Peningkatan frekuensi injeksi kapal menyebabkan pengaturan penggunaan tangki harus diperhatikan. Dalam model simulasi skenario, penerimaan suplai akan dilakukan terhadap tangki yang memiliki stok lebih sedikit. Sehingga tiap tangki dapat memiliki stok untuk pengisian LPG ke *skid tank* atau truk. Selain itu, akan adanya peningkatan penerimaan suplai dari kilang yang menyebabkan jam operasional bertambah panjang dari pukul 21.00 hingga 07.00.

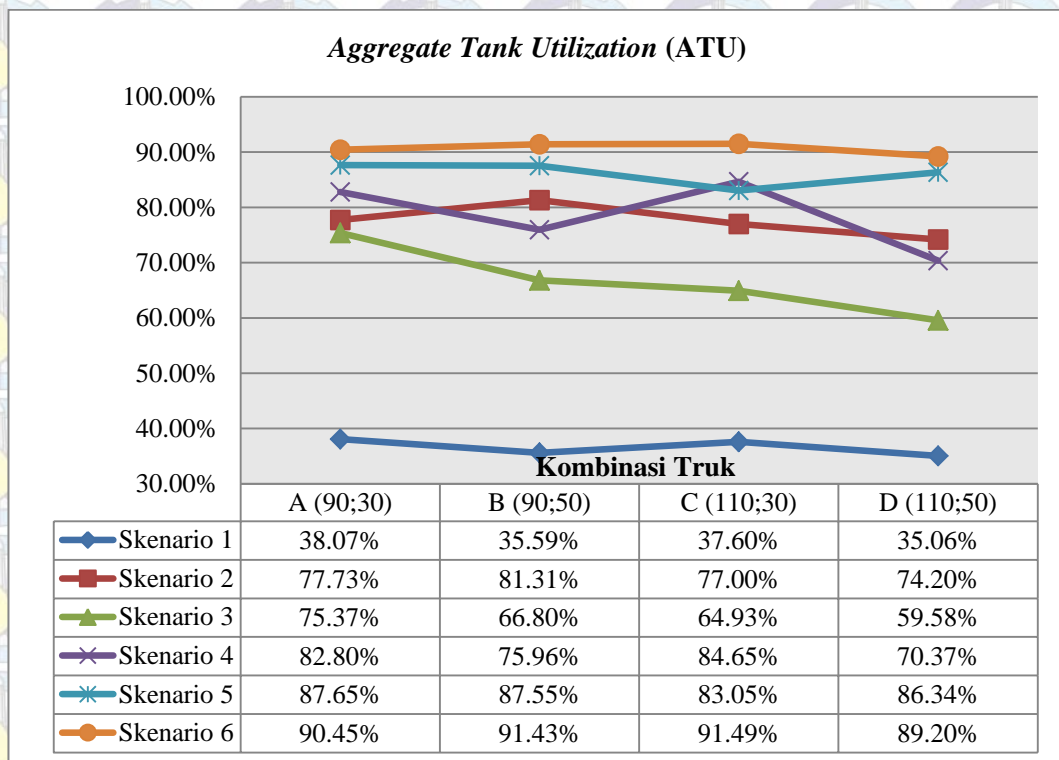
Peningkatan *throughput* harian tentunya juga dapat meningkatkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan. Sehingga terdapat 24 alternatif skenario yang berasal dari kombinasi DOT depot, frekuensi injeksi kapal, dan jumlah kendaraan. Pada Gambar 5.2 ditampilkan grafik hasil simulasi skenario perbaikan untuk *ALP*.



Gambar 5.2 Nilai Performansi *Lifting* Tiap Skenario Perbaikan

Nilai *ALP* maksimal yang dapat dihasilkan dari hasil *running* seluruh skenario ialah pada skenario 2. Skenario 2 merupakan kombinasi dari total DOT sebesar 1200 MT dan 5 kali injeksi perbulan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan maksimal yang dapat dilakukan oleh depot ialah ketika total DOT sebesar 1200 MT. Semakin besar DOT yang ditetapkan akan menyebabkan penyaluran tidak dapat melebihi target seperti pada Skenario 5 dan 6. Hal ini dapat disebabkan oleh kecepatan suplai dari jalur pipa dan kecepatan pengisian LPG ke dalam kendaraan yang tidak dapat mencapai nilai DOT tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa total DOT maksimal yang dapat dicapai untuk melebihi target harian ialah sebesar 1600 MT (Skenario 4).

Pada Skenario 6 terlihat bahwa nilai *ALP* paling rendah dibandingkan skenario lainnya walaupun sudah dilakukan percobaan terhadap beberapa kombinasi jumlah kendaraan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa depot tidak memiliki perbedaan yang signifikan apabila meningkatkan total DOT menjadi dua kali lipat. Lalu pada Gambar 5.3 akan ditunjukkan grafik hasil simulasi skenario perbaikan untuk nilai *ATU*.



Gambar 5.3 Nilai Utilisasi Tangki Tiap Skenario Perbaikan

Dari nilai pada Gambar 5.3 terlihat bahwa nilai *ATU* terendah berada pada Skenario 1. Nilai ini disebabkan oleh jumlah suplai yang diterima sedikit sehingga stok tidak lebih tinggi dibandingkan skenario lainnya. Skenario 1 merupakan percobaan terhadap kombinasi kondisi eksisting tanpa melakukan penyaluran LPG curah dari kilang. Sedangkan, pada Skenario 3 terjadi penurunan nilai *ATU* ketika dilakukan penambahan jumlah kendaraan. Hal ini karena jumlah kendaraan mencukupi untuk melakukan penyaluran LPG dan stok dapat tersalurkan ke tujuan. Kondisi ini juga terjadi pada hampir seluruh skenario yang memiliki nilai *ATU* lebih rendah ketika adanya penambahan jumlah kendaraan.

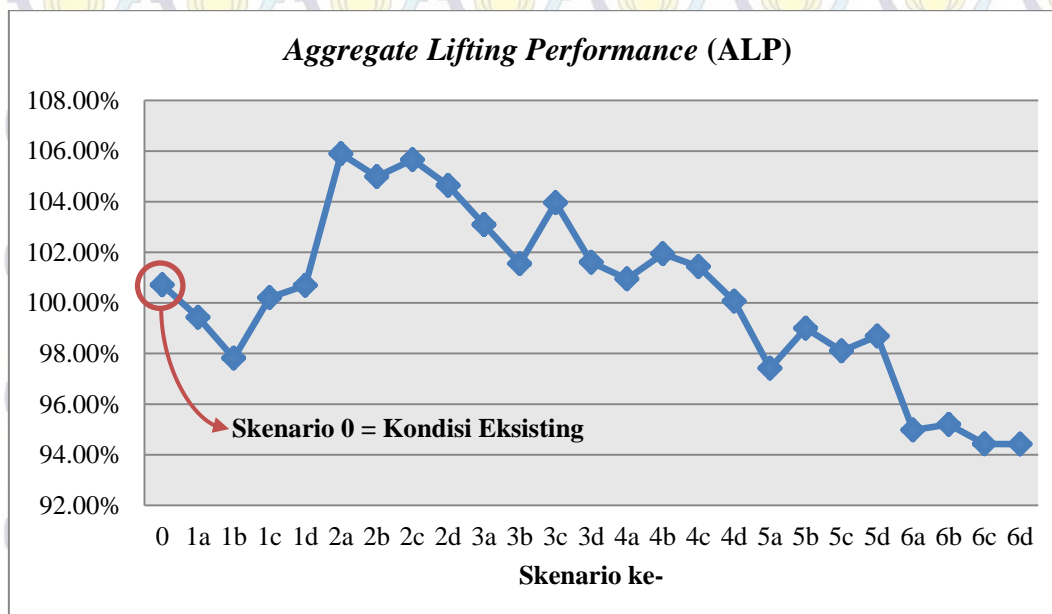
Skenario terbaik tidak dapat ditentukan dari nilai *ATU* tertinggi atau terendah saja karena hal ini belum tentu mengindikasikan bahwa penyaluran LPG baik. Pemilihan skenario terbaik harus dikombinasikan dengan parameter lainnya. Semakin tinggi nilai *ATU* berarti perputaran LPG untuk disalurkan rendah dan biaya simpan lebih tinggi. Sehingga kondisi belum efektif dari sisi cara penyaluran dan belum efisien dari sisi finansial.

5.4 Analisis Perbandingan Hasil Simulasi Kondisi Eksisting dan Skenario Perbaikan

Pada bagian ini akan dilakukan perbandingan hasil simulasi kondisi eksisting dengan hasil simulasi skenario perbaikan. Parameter yang akan dibandingkan ialah performansi *lifting* dan utilisasi tangki.

5.4.1 Analisis Perbandingan Performansi *Lifting*

Performansi *Lifting* merupakan salah satu parameter dalam menentukan pemilihan skenario terbaik. Besar *lifting* harian dipengaruhi oleh beberapa komponen, yaitu jumlah suplai, jumlah truk, dan pengaturan tangki. Pengaturan pemilihan tangki pada kondisi eksisting dilakukan secara *cyclical* dan hanya pada tangki tertentu tanpa melihat kondisi stok tangki. Pada skenario perbaikan pemilihan tangki dilakukan terhadap tangki yang memiliki stok lebih sedikit terlebih dahulu, baik untuk tangki depot maupun tangki kilang. Sehingga, keseluruhan tangki dapat menyalurkan LPG lebih baik.



Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Nilai Performansi *Lifting* Kondisi Eksisting dan Skenario

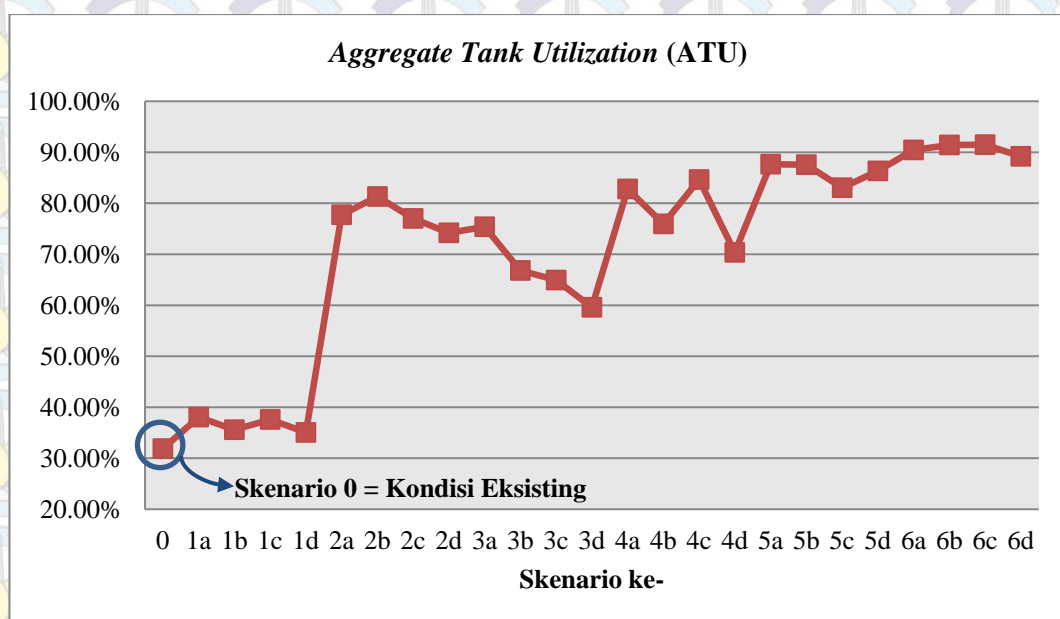
Perbandingan skenario akan dilakukan untuk agregasi nilai performansi *lifting* harian unit curah dan unit tabung. Gambar 5.4 akan menampilkan

pergerakan nilai *ALP* untuk tiap skenario. Skenario 0 menunjukkan simulasi untuk kondisi eksisting.

Dari hasil *running* simulasi yang dilakukan nilai *ALP* yang melebihi nilai *ALP* kondisi eksisting ialah pada Skenario 2, 3, 4a, 4b, dan 4c. Sehingga skenario tersebut berpotensi untuk menjadi kandidat skenario terpilih. Nilai ini dapat terjadi karena adanya peningkatan jumlah suplai dan jumlah kendaraan sehingga pengiriman LPG dapat lebih lancar tiap harinya. Skenario 2a memiliki nilai performansi maksimal yang dapat dicapai. Sedangkan, untuk Skenario 1, 4d, 5, dan 6 tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan kondisi eksisting sehingga tidak lebih baik untuk diterapkan.

5.4.2 Analisis Perbandingan Utilisasi Tangki

Salah satu parameter lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan skenario ialah utilisasi tangki. Besarnya stok harian dapat dipengaruhi oleh jumlah suplai yang diterima, pemilihan tangki, dan jumlah *output* yang dapat dikeluarkan. Jumlah stok harian akan berpengaruh pada utilisasi tangki harian. Perbandingan skenario dilakukan untuk agregasi nilai utilisasi tangki depot dan tangki kilang. Grafik 5.5 menunjukkan fluktuasi nilai *ATU* untuk tiap skenario. Skenario 0 menunjukkan simulasi untuk kondisi eksisting.



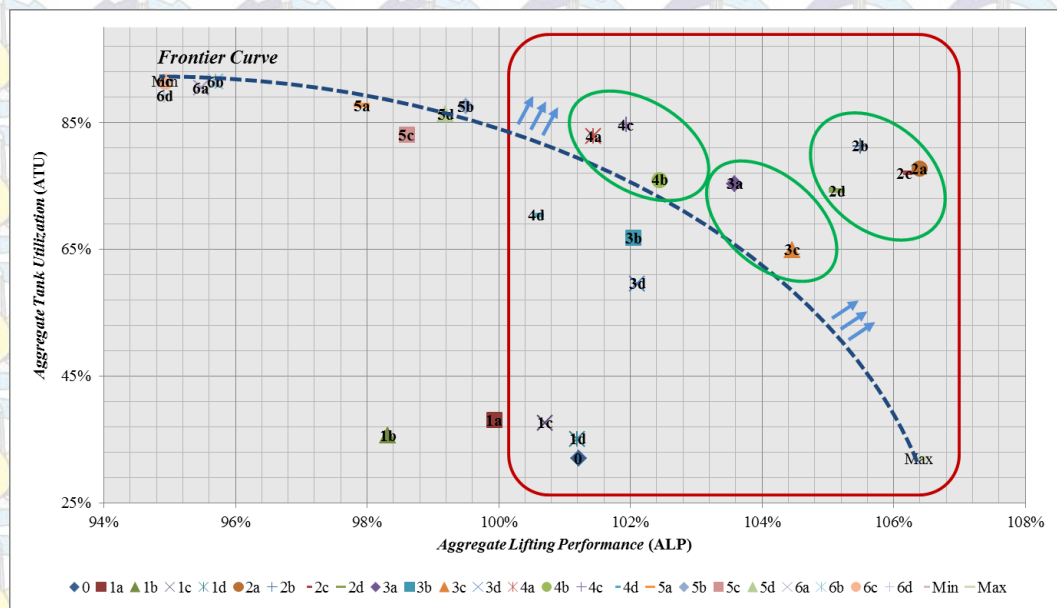
Gambar 5.5 Grafik Perbandingan Nilai Utilisasi Tangki Kondisi Eksisting dan Skenario

Berdasarkan Gambar 5.5 terlihat bahwa kondisi eksisting memiliki nilai *ATU* yang signifikan berbeda dengan seluruh skenario lain kecuali Skenario 1. Dari sisi nilai *ATU*, Skenario 2 hingga Skenario 6 dapat diterapkan karena signifikansi nilai yang jelas berbeda dengan kondisi eksisting. Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh jumlah suplai harian yang diterima. Semakin tinggi total DOT yang ditentukan akan menghasilkan nilai *ATU* lebih tinggi. Hal ini tidak mengindikasikan kondisi yang baik. Semakin tinggi nilai *ATU* dapat berarti terjadinya kelebihan penumpukan stok LPG di tiap tangki. Sehingga penyaluran LPG harian tidak maksimal dan akan berdampak pada biaya simpan yang terjadi.

5.5 Analisis Pemilihan Skenario Terbaik

Pemilihan skenario terbaik dilihat dari nilai performansi masing-masing skenario yang terbaik beserta hasil uji signifikansi. Analisis uji signifikansi dilakukan untuk melihat skenario mana yang memiliki hasil paling signifikan berbeda dibandingkan dengan hasil kondisi eksisting. Pada Gambar 5.6 ditampilkan grafik komparasi nilai *ALP* dan *ATU* tiap skenario.

Secara operasional pemilihan skenario menggunakan nilai *ALP* dan *ATU* memiliki keterkaitan. Apabila *lifting* harian tinggi akan menghasilkan ketersediaan stok lebih rendah. Sehingga perlu dicari kombinasi terbaik yang menghasilkan nilai performansi penyaluran maksimal. Selain itu, terdapat kombinasi faktor lain yang berkaitan seperti jam operasional suplai, jumlah truk yang disediakan, dan jumlah suplai yang diterima. Peningkatan jumlah suplai yang diterima tentunya menyebabkan perlunya pengaturan jam operasional suplai. Apabila tidak diperhatikan, maka suplai yang masuk ke dalam tangki tidak sebanding dengan jumlah suplai yang diminta.



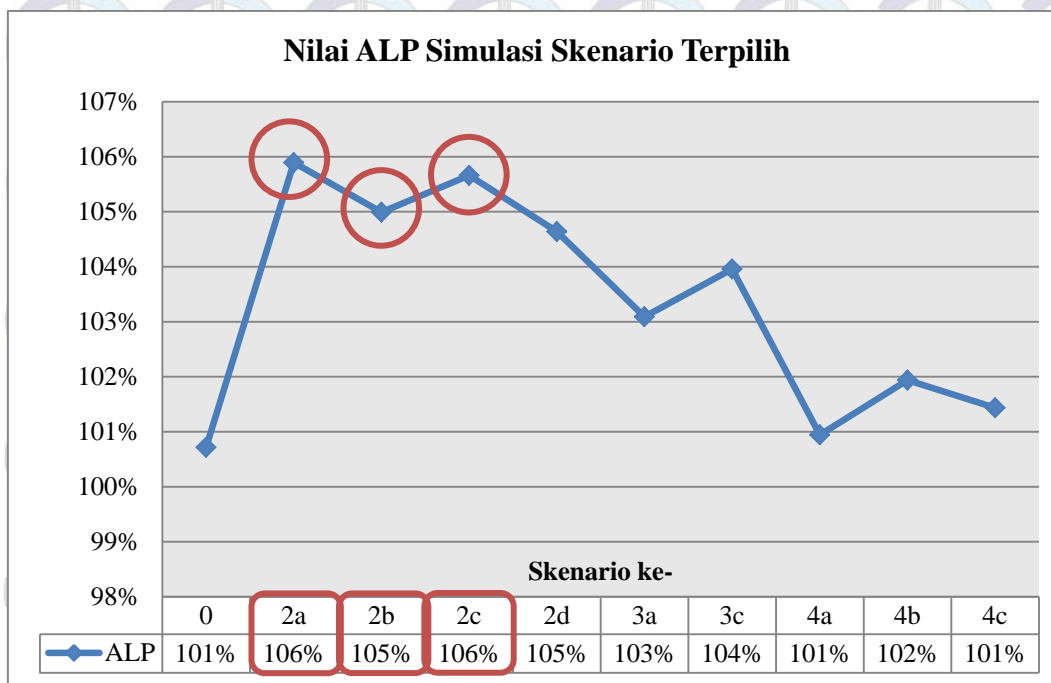
Gambar 5.6 Kelompok Performansi Skenario Terpilih

Berdasarkan Gambar 5.6, skenario yang dipilih ialah skenario yang berada di atas garis *frontier* serta ketika nilai $ALP \geq 100\%$ dan $ATU \geq 50\%$. Titik performansi skenario yang berada di atas garis *frontier* menjadi alternatif solusi karena objektif penelitian ialah maksimasi performansi. Oleh karena itu, titik skenario yang berada di bawah garis *frontier* akan diabaikan. Nilai $ALP \geq 100\%$ ditentukan agar penyaluran *lifting* harian dapat melebihi target. Sedangkan, nilai $ATU \geq 50\%$ dipilih agar stok tangki dapat lebih baik dari kondisi eksisting dan adanya level inventori cadangan untuk proses pengiriman selanjutnya. Dalam menspesifikkan skenario terpilih, maka akan dipilih skenario yang berada di area garis *frontier*. Rincian skenario terpilih ditampilkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Rincian Skenario Terpilih

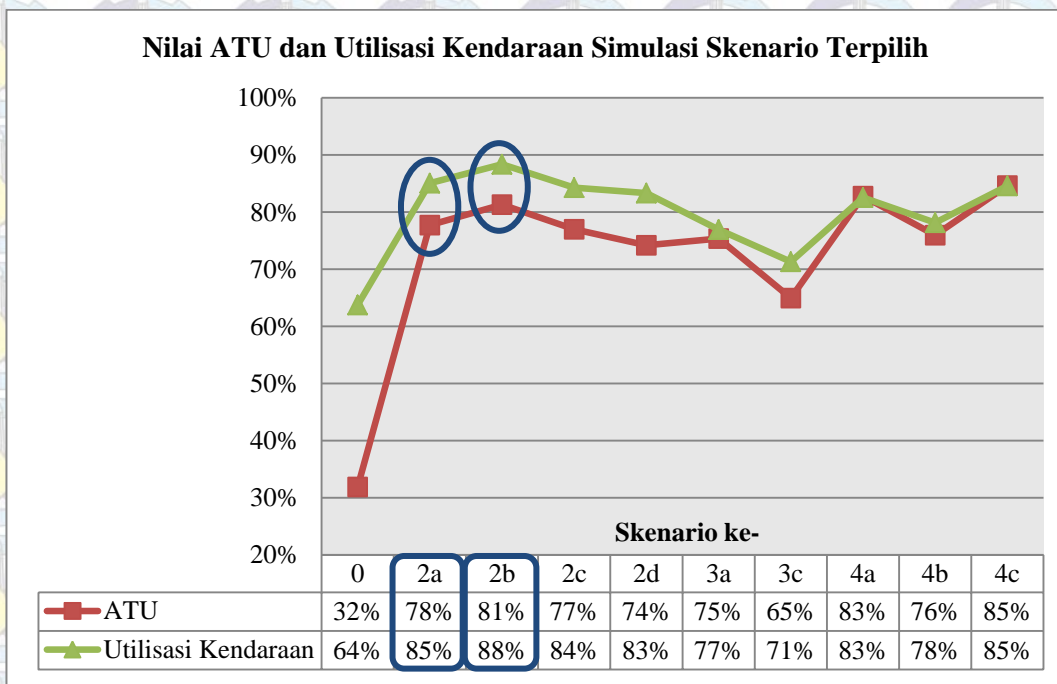
Skenario	DOT CK	DOT CD	DOT TD	Frekuensi Injeksi	Jumlah Kendaraan	
					Skid Tank	Truk
0	600	300	100	2 x 2000 MT	60	30
2a	0	1050	150	5 x 2000 MT	90	30
2b					90	50
2c					110	30
2d					110	50
3a	0	1200	200	8 x 2000 MT	90	30
3c					110	30
4a					90	30
4b	0	1350	250	11 x 2000 MT	90	50
4c					110	30

Hasil simulasi skenario terpilih dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan Gambar 5.8. Dari segi performansi terlihat jelas bahwa sembilan skenario terpilih lebih unggul dibandingkan kondisi eksisting. Langkah pertama pemilihan skenario terbaik akan disaring untuk tiga skenario yang memiliki nilai *ALP* tertinggi. Selanjutnya, ketiga skenario tersebut akan dipilih berdasarkan nilai *ATU* dan utilisasi kendaraan terbaik. Utilisasi kendaraan menjadi tambahan faktor pemilihan skenario agar pemilihan dapat lebih spesifik. Dalam Gambar 5.7 terlihat bahwa Skenario 2a, 2b, dan 2c memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan skenario lainnya. Ketiga skenario ini menjadi kandidat skenario terbaik.



Gambar 5.7 Hasil Simulasi Skenario Terpilih Sesuai Nilai Performansi *Lifting*

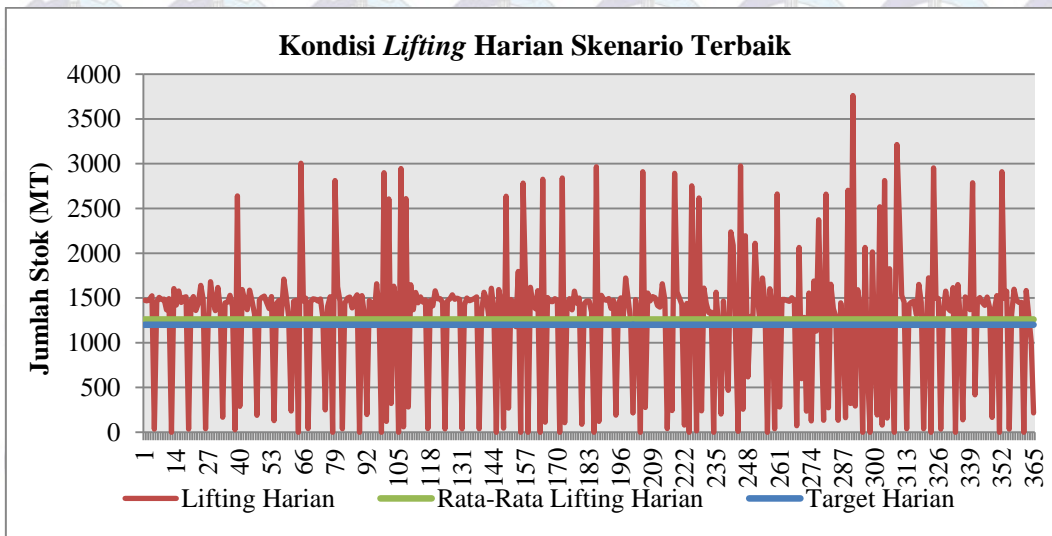
Dari ketiga kandidat skenario terbaik didapatkan bahwa Skenario 2a dan Skenario 2b memiliki nilai *ATU* dan utilisasi kendaraan lebih tinggi dibandingkan Skenario 2c. Nilai utilisasi terbaik terlihat berada di posisi Skenario 4a dan Skenario 4c. Namun, kedua skenario tersebut memiliki nilai *ALP* lebih rendah dan tidak signifikan berbeda dengan kondisi eksisting sehingga kedua skenario tersebut diabaikan. Lalu di antara Skenario 2a dan 2b tidak terdapat perbedaan yang cukup signifikan untuk nilai *ALP*, *ATU*, dan utilisasi kendaraan sehingga keduanya berpotensi untuk dipilih.



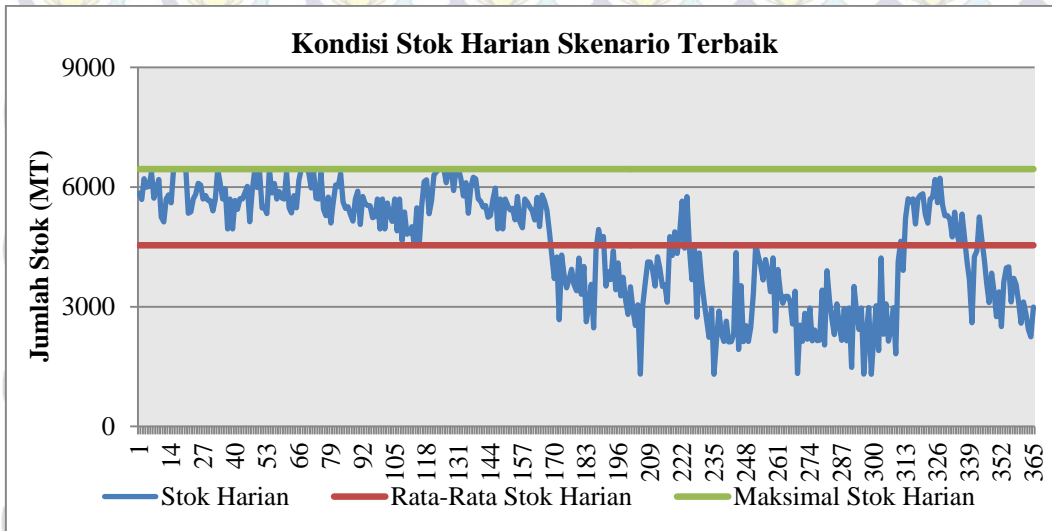
Gambar 5.8 Hasil Simulasi Skenario Terpilih Sesuai Nilai Utilisasi Tangki dan Kendaraan

Performansi Skenario 2b memiliki nilai lebih baik dibandingkan Skenario 2a secara operasional sehingga Skenario 2b lebih baik untuk diaplikasikan. Pada Skenario 2b terdapat penambahan jumlah kendaraan sebanyak 20 unit dari jumlah kendaraan eksisting. Hal ini menyebabkan nilai utilisasi kendaraan Skenario 2b jauh lebih tinggi dibandingkan skenario lainnya. Skenario 2b memiliki total DOT sebesar 1200 MT, frekuensi injeksi 5 kali tiap bulan, dan jumlah truk 140 unit. Penerapan Skenario 2b akan memberikan cadangan stok dan jumlah *lifting* lebih baik seperti terlihat pada Gambar 5.9 dan Gambar 5.10.

Gambar 5.9 menampilkan fluktuasi pergerakan hasil simulasi *lifting* harian kondisi Skenario 2b. Selain memiliki nilai performansi *lifting* yang tinggi, terlihat pula bahwa garis rata-rata *lifting* harian berada di atas garis target yang ditetapkan. Hal ini mengindikasikan bahwa rata-rata jumlah *lifting* perharinya telah mencapai bahkan melebihi target.



Gambar 5.9 Kondisi *Lifting* Harian Skenario 2b



Gambar 5.10 Kondisi Stok Harian Skenario 2b

Gambar 5.10 memperlihatkan grafik pergerakan stok harian yang dihasilkan oleh simulasi Skenario 2b. Pada grafik terlihat bahwa rata-rata stok harian berada di atas setengah nilai maksimal stok harian. Hal ini berarti tangki memiliki cadangan stok yang cukup untukantisipasi. Selain itu, nilai terendah stok harian selalu berada di atas target harian sehingga tangki dapat selalu menyalurkan LPG tiap harinya. Kondisi ini sesuai dengan kebutuhan akan LPG yang perlu untuk disuplai tiap harinya. Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa kombinasi yang diatur untuk Skenario 2b akan memberikan hasil performansi harian terbaik.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran terkait hasil penelitian, serta peluang penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Model yang dirancang dalam penelitian ini telah mampu merepresentasikan aktivitas suplai dan distribusi LPG, serta mengembangkan berbagai kombinasi yang mempengaruhi. Dari *running* simulasi model eksisting terlihat bahwa kondisi eksisting dapat dimaksimalkan dengan pengaturan kombinasi yang sesuai. Oleh karena itu, untuk mencapai kondisi maksimal penyaluran LPG, dapat mengatur total DOT (*Daily of Throughput*) sebesar 1200 MT/hari, frekuensi injeksi kapal sebanyak 5 kali/bulan, jumlah kendaraan 140 unit, dan waktu suplai tiap pukul 21.00 hingga 07.00.
2. Hasil *running* simulasi memberikan nilai *Aggregate Lifting Performance* (ALP) = 101% dan *Aggregate Tank Utilization* (ATU) = 32% untuk kondisi eksisting lalu ALP = 105% dan ATU = 81% untuk skenario terpilih. Nilai performansi skenario perbaikan mengalami peningkatan nilai baik performansi *lifting* maupun utilisasi tangki. Peningkatan ini disebabkan oleh kombinasi total DOT, jumlah suplai, jumlah truk, dan pengaturan tangki. Selain itu, dari beberapa alternatif skenario terlihat bahwa kapasitas maksimum depot ialah sebesar 1600 MT.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk hasil penelitian ini dan penelitian selanjutnya ialah sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dipertimbangkan penambahan analisis biaya antara kebijakan eksisting dan skenario. Sehingga dapat terlihat perbandingan biaya penutupan kilang apakah sebanding dengan biaya penambahan injeksi kapal dan kendaraan.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat dipertimbangkan waktu *maintenance* dari tiap tangki sehingga hasil simulasi dapat lebih fleksibel dengan keadaan aktual.

DAFTAR PUSTAKA

- Altioek, T. & Melamed, B., 2007. *Simulation Modeling and Analysis with ARENA*. New Jersey: Elsevier.
- Cafaro, D. C. & Cerda, J., 2010. Operational scheduling of refined products pipeline networks with simultaneous batch injections. *Computers and Chemical Engineering*, Volume 34, pp. 1687-1704.
- Chesnes, M., 2009. *Capacity and Utilization Choice in the US Oil Refining Industry*. College Park, University of Maryland.
- Chopra, S. & Meindl, P., 2007. *Supply Chain Management: Strategy, Planning, Operation*. Ketiga penyunt. New Jersey: Pearson-Prentice Hall.
- Daellenbach, H. G. & McNickle, D. C., 2005. *Management science: Decision making through systems thinking*. New York: Palgrave Macmillan.
- Fahimnia, B., Farahani, R. Z., Marian, R. & Luong, L., 2013. A review and critique on integrated production-distribution planning models and techniques. *Journal of Manufacturing Systems*, Volume 32, pp. 1-19.
- Harrell, C., Ghosh, B. K. & Bowden, R. O., 2000. *Simulation Using Promodel*. Ketiga ed. New York: McGraw-Hill.
- Hax, A. & Candea, D., 1984. *Production and Inventory Management*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Heilala, J., 1999. *Use of simulation in manufacturing and logistics systems planning*. Finlandia: VTT Manufacturing Technology.
- Indonesia, R., 1993. *Peraturan Pemerintah No. 44 Tahun 1993 Tentang Kendaraan dan Pengemudi*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Indonesia, R., 2007. *Peraturan Presiden No. 104 Tahun 2007 Tentang Penyediaan, Pendistribusian, dan Penetapan Harga Liquefied Petroleum Gas Tabung 3 Kilogram*, Jakarta: Sekretariat Kabinet RI.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P. & Sturrock, D. T., 2007. *Simulation with Arena*. Keempat penyunt. New York: McGraw Hill.
- Kementerian ESDM, 2013. *Kajian Supply Demand Energi*. Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM.

Kementerian ESDM, 2014. *Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia 2014*. Jakarta: Pusdatin ESDM.

Kotler, P., 1997. *Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation, and Control*. New York: Prentice Hall.

Law, A. M. & Kelton, W. D., 2000. *Simulation Modeling and Analysis*. New York: McGraw Hill.

Merriam-Webster, 2008. *Merriam-Webster's Collegiate Dictionary*. Kesebelas penyunt. Amerika: Merriam-Webster, Inc..

MirHassani, S., Abbasi, M. & Moradi, S., 2013. Operational scheduling of refined product pipeline with dual purpose depots. *Applied Mathematical Modelling*, Volume 37, pp. 5723-5742.

Mousavi, S. M. & Tavakkoli-Moghaddam, R., 2013. A hybrid simulated annealing algorithm for location and routing scheduling problems with cross-docking in the supply chain. *Journal of Manufacturing Systems*, Volume 32, pp. 335-347.

Pujawan, I. N. & Ernawati, M., 2010. *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.

Rushton, A., Croucher, P. & Baker, P., 2010. *The Handbook of Logistics and Distribution Management*. Keempat penyunt. Great Britain: Kogan Page Limited.

Sargent, R., 2001. Some Approaches and Paradigms for Verifying and Validating Simulation Models. *Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, Crystal Gateway Marriott, Arlington, VA, 9-12 Desember*.

Simchi-Levi, D., Bramel, J. & Chen, X., 2005. *The Logic of Logistics: Theory, Algorithms, and Applications for Logistics and Supply Chain Management*. Kedua ed. New York: Springer.

Sterman, J. D., 2000. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. New York: McGraw Hill Companies, Inc..

Waters, D., 2003. *Inventory Control and Management*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

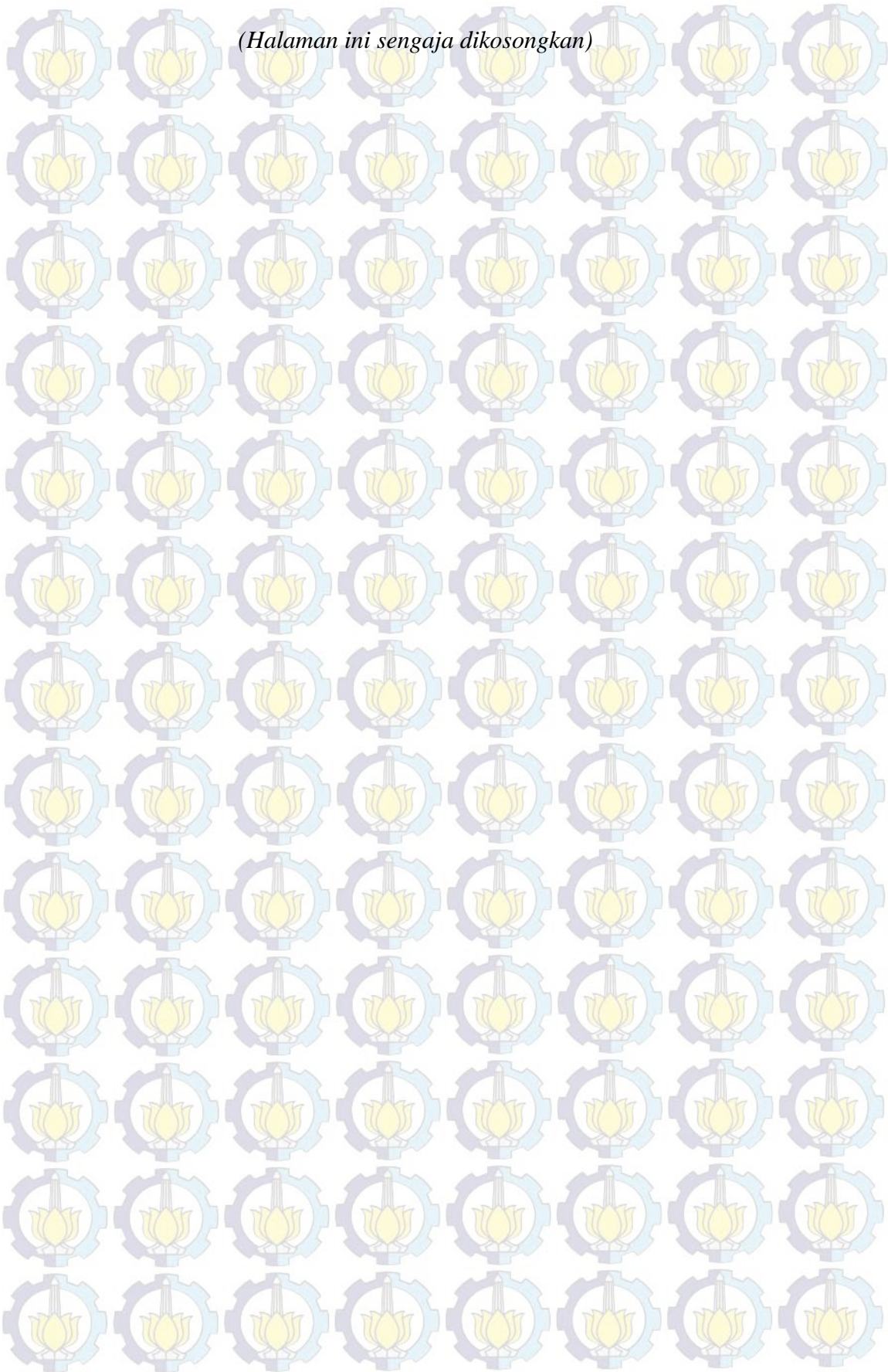
Whelan, J. & Msefer, K., 1994. *Economic Supply & Demand*. Massachusetts: MIT.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 – DAFTAR SP(P)BE LPG

No	Plant	Area Suplai	Kota	SPPBE / SPBE	Jarak (km)
1	G27V	Kilang LPG FP Balongan	Bandung Timur	PT. Swarna Bhakti Utama	137
2	G29F			PT. Cahaya Rejeki Gasindo	126
3	G26V			PT. Berkat Gas Mitra Selaras	124
4	G299			PT. Puteramas Energi	131
5	G27A			PT. Sampurna Gas	131
6	G24I			PT. Budhi Hasta Jayantara	134
7	G25K			PT. Wira Bangun Sarana	147
8	G27I			PT. Radekatama Mitra	150
9	G28P			PT. Mitra Baru Bangun Sejahtera	217
10	G26N			PT. Wahana Panca Karya	204
11	G283		Bandung Tengah	PT. Patra Trading Ujungberung	141
12	G27P			PT. Purnatarum Murni Rahayu Putra	141
13	G27Q			PT. Sentul Niaga Karya Raya	138
14	G26O		Bandung Barat	PT. Limagas Jaya Mandiri	139
15	G280			PT. Patra Trading Padalarang	187
16	G25Q			PT. Mustika Fortuna Abadi	185
17	G27G			PT. Sadikun LPG 3 kg Cab.Bandung	191
18	G27H			PT. Jabar Energi	201
19	G28W			PT. Mitra Gamma Energy	205
20	G26C		Depot LPG FP Balongan	Indramayu	PT. Rahayu Surya Gemilang
21	G28Z	PT. Bumi Wiralodra			30.4
22	G25P	PT. Polly Jasa Persada			20.5
23	G25W	Kuningan		PT. Puspita Cipta	76.4
24	G298			PT. Prama Bina Wisesa	62.9
25	G25J	Majalengka		PT. Prima Mustika Petrolindo	63
26	G2A1			PT. Adam Pramudya	69.1
27	G25R	Cirebon		PT. Trimulti Anugerah Abadi Jaya	42.1
28	G26J			PT. Energi Biru Perkasa	39.4
29	G291			PT. Ciayumajakuning Gas	75.8
30	G28M		PT. Sinar Alamanda Sentosa	72.4	

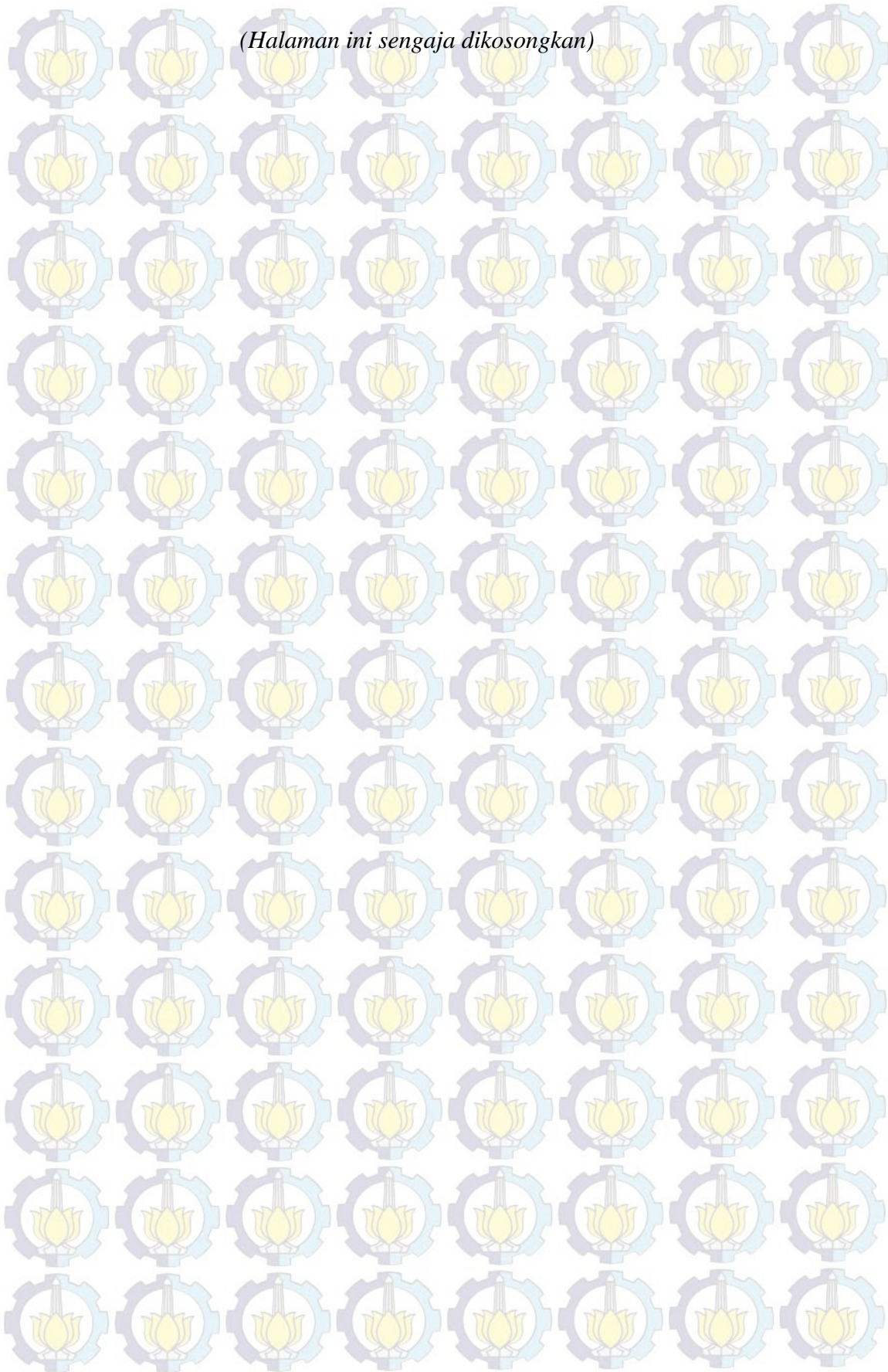
(Halaman ini sengaja dikosongkan)



LAMPIRAN 2 – DAFTAR AGEN LPG

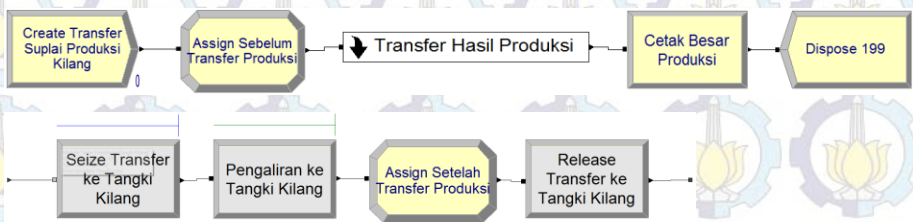
No	Kode	Area Suplai	Kota	Agen LPG	Jarak (km)	
1	TK01	Depot LPG FP Balongan	Ciamis	PT. Utama Hegar Sentosa	156	
2	TK02		Tasikmalaya		PT. Elbugas	141
3	TK03				PT. Sonnindo Tiga Dua	146
4	TK04				PT. Nina Herlina Utama	149
5	TK05				PT. Hasan Manunggal Lestari	10.5
6	TK06		Indramayu		PT. Indra Prima Anugerah	10
7	TK07				PT. Sinar Fajar Sentosa	65.9
8	TK08			Kuningan	PT. Dini Cipta Abadi	77.3
9	TK09		Majalengka	PT. Lestari Pijar Gemilang	64.9	
10	TK10		Cirebon		PT. Perdana Citra Abadi	48.1
11	TK11				PT. Rejeki Indo Alam	44.2
12	TK12				PT. Nurafindo Gas Cirebon	59.8
13	TK13				PT. Gas Idola Sentosa	46.8
14	TK14				PT. Anugrah Pratama Abadi	50.2
15	TK15				PT. Gasindo Cirebon Prima	47.2
16	TK16				PT. Sepakat Maju Jaya	133

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

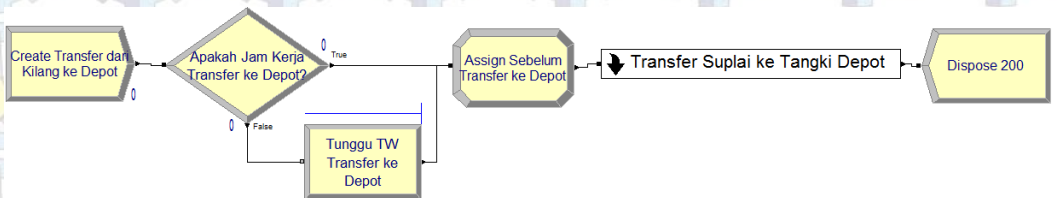


LAMPIRAN 3 – LOGIKA MODEL SIMULASI

Submodel 1 - Aktivitas Transfer Hasil Produksi ke Tangki Kilang



Submodel 2 - Aktivitas Transfer Suplai Kilang ke Depot



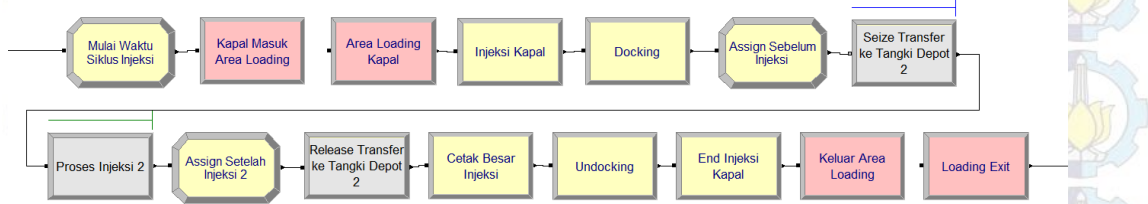
Breakdown Proses Transfer Suplai ke Tangki Depot



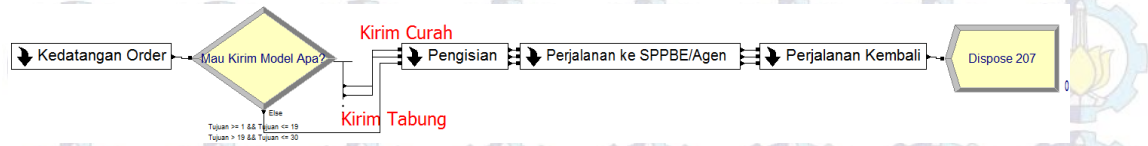
Submodel 3 - Aktivitas Injeksi Kapal



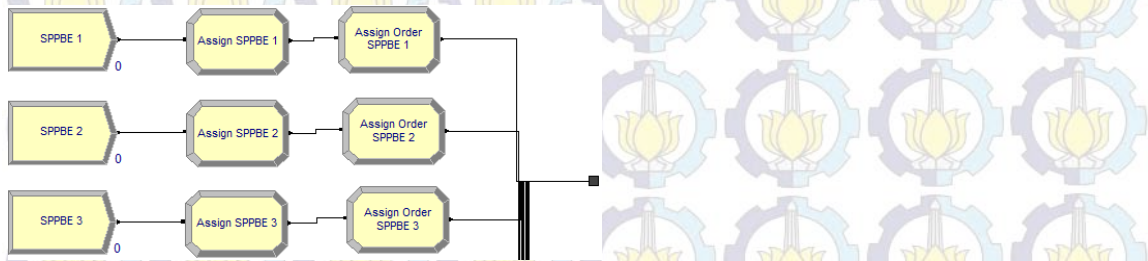
Breakdown Proses Injeksi Kapal



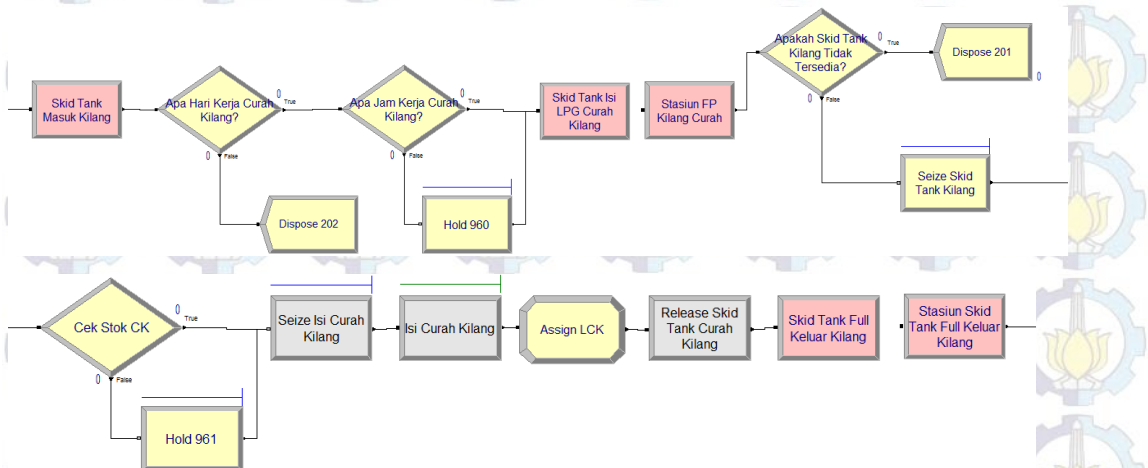
Submodel 4 - Aktivitas Pengisian dan Pengiriman LPG



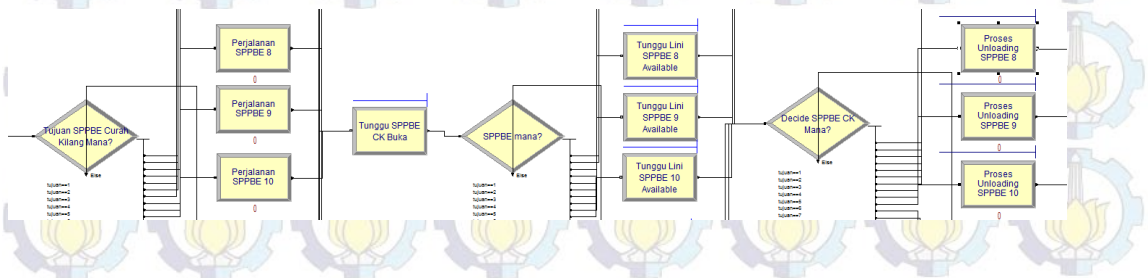
Breakdown Proses Kedatangan Order



Breakdown Proses Pengisian LPG ke Skid Tank/Truk



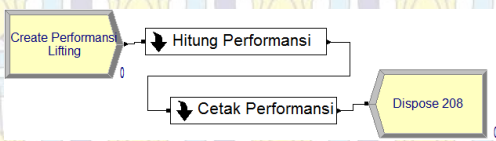
Breakdown Proses Perjalanan ke SP(P)BE/Agen dan Unloading



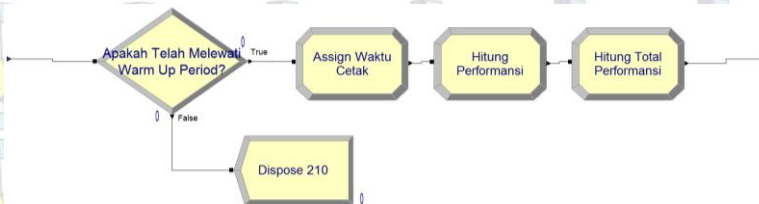
Breakdown Proses Perjalanan Kembali ke Kilang/Depot



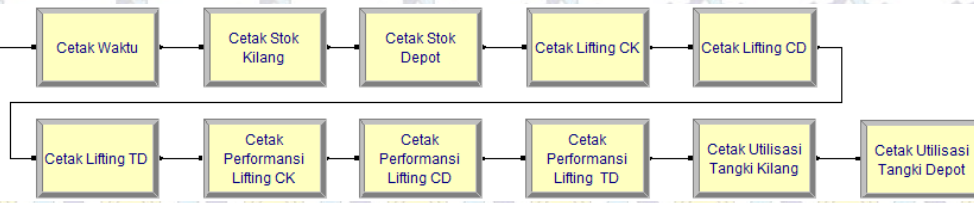
Submodel 5 - Update Performansi



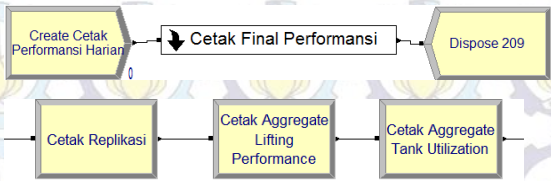
Breakdown Proses Perhitungan Performansi



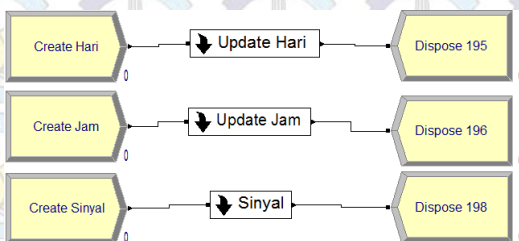
Breakdown Proses Cetak Performansi Harian ke dalam Spreadsheet File



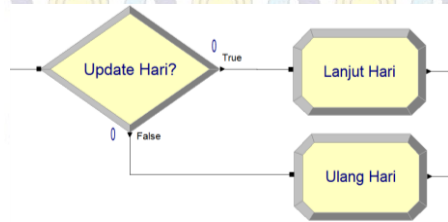
Breakdown Proses Cetak Performansi Tiap Replikasi ke dalam Spreadsheet File



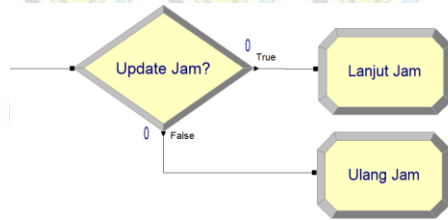
Submodel 6 - Update Jam Kerja



Breakdown Proses Update Hari



Breakdown Proses Update Jam



Breakdown Proses Sinyal Harian



LAMPIRAN 4 – HASIL SIMULASI

Skenario	LPCD	LPTD	TUK	TUD	ALP	ATU
0	1.102	0.651	0.340	0.287	0.976	0.315
0	1.114	0.766	0.335	0.288	0.988	0.313
0	1.117	0.686	0.338	0.289	0.989	0.315
0	1.156	0.819	0.340	0.353	1.011	0.346
0	1.134	0.802	0.336	0.328	1.020	0.333
0	1.175	0.929	0.295	0.321	1.034	0.307
0	1.247	0.808	0.318	0.323	1.041	0.320
0	1.134	0.787	0.329	0.309	0.999	0.320
0	1.093	0.603	0.315	0.314	1.010	0.315
0	1.117	0.796	0.307	0.300	1.002	0.304
1a	1.022	0.854	0.574	0.187	1.005	0.394
1a	1.038	0.892	0.576	0.243	1.023	0.421
1a	1.036	0.881	0.586	0.199	1.02	0.406
1a	0.949	0.749	0.59	0.125	0.929	0.374
1a	0.974	0.858	0.463	0.148	0.962	0.317
1a	1.007	0.853	0.644	0.373	0.992	0.518
1a	1.089	0.908	0.557	0.201	1.071	0.392
1a	1.026	0.826	0.589	0.169	1.006	0.393
1a	0.986	0.781	0.43	0.181	0.966	0.314
1a	0.981	0.864	0.394	0.146	0.969	0.279
1b	0.986	0.924	0.54	0.175	0.98	0.37
1b	0.987	0.915	0.573	0.203	0.98	0.401
1b	1.022	0.952	0.565	0.187	1.015	0.389
1b	0.94	0.851	0.459	0.183	0.931	0.331
1b	0.995	0.984	0.551	0.2	0.994	0.387
1b	0.983	0.914	0.578	0.135	0.976	0.372
1b	0.987	0.907	0.572	0.203	0.979	0.4
1b	1.008	0.954	0.592	0.187	1.003	0.404
1b	0.952	0.942	0.355	0.118	0.951	0.245
1b	0.971	0.989	0.365	0.138	0.973	0.259
1c	1.091	0.83	0.574	0.128	1.065	0.366
1c	0.989	0.796	0.578	0.138	0.97	0.373
1c	1.032	0.824	0.578	0.159	1.011	0.383
1c	0.975	0.727	0.588	0.208	0.95	0.411
1c	0.968	0.772	0.338	0.111	0.949	0.233
1c	1.081	0.8	0.638	0.275	1.053	0.469
1c	0.993	0.811	0.568	0.129	0.975	0.364
1c	1.018	0.711	0.585	0.117	0.988	0.368
1c	1.077	0.82	0.549	0.186	1.051	0.38
1c	1.02	0.914	0.565	0.237	1.01	0.412
1d	1.013	0.966	0.577	0.13	1.008	0.369
1d	0.992	0.928	0.572	0.124	0.985	0.364
1d	1.05	0.947	0.602	0.264	1.04	0.445
1d	0.979	0.819	0.38	0.129	0.963	0.263
1d	1.067	0.883	0.496	0.191	1.048	0.354
1d	0.98	0.918	0.536	0.12	0.974	0.343
1d	0.994	0.858	0.542	0.145	0.98	0.357
1d	1.018	0.885	0.574	0.148	1.005	0.376
1d	1.1	0.966	0.554	0.208	1.087	0.393
1d	0.986	0.915	0.343	0.125	0.979	0.242
2a	1.065	0.929	0.861	0.659	1.048	0.767
2a	1.028	0.951	0.67	0.457	1.018	0.571
2a	1.085	0.927	0.738	0.538	1.065	0.645
2a	1.076	0.982	0.865	0.643	1.064	0.762
2a	1.04	0.992	0.904	0.749	1.034	0.832
2a	1.161	1.033	0.99	0.792	1.145	0.898
2a	1.049	0.907	0.746	0.551	1.031	0.655
2a	1.076	0.955	0.994	0.802	1.061	0.905
2a	1.075	0.959	0.901	0.74	1.061	0.826
2a	1.077	0.968	0.996	0.817	1.063	0.913
2b	1.074	0.973	0.808	0.585	1.061	0.704
2b	1.042	0.96	0.791	0.628	1.032	0.715
2b	1.054	1.045	0.87	0.657	1.053	0.771
2b	1.077	0.971	0.97	0.76	1.064	0.872
2b	1.076	0.98	0.948	0.725	1.064	0.844
2b	1.077	0.973	0.978	0.789	1.064	0.89
2b	1.053	0.956	0.952	0.734	1.041	0.851
2b	1.076	0.97	1	0.791	1.063	0.903
2b	1.033	1.025	0.891	0.734	1.032	0.818

Skenario	LPCD	LPTD	TUK	TUD	ALP	ATU
2b	1.035	0.954	0.87	0.638	1.025	0.762
2c	1.069	0.92	0.699	0.437	1.05	0.577
2c	1.005	0.77	0.771	0.544	0.975	0.665
2c	1.106	0.969	0.937	0.773	1.089	0.861
2c	1.088	1.009	0.855	0.669	1.078	0.769
2c	1.051	0.957	0.845	0.675	1.04	0.766
2c	1.161	1.033	0.99	0.792	1.145	0.898
2c	1.033	0.818	0.65	0.361	1.006	0.516
2c	1.076	0.955	0.994	0.802	1.061	0.905
2c	1.073	0.954	0.916	0.734	1.058	0.832
2c	1.077	0.968	0.996	0.817	1.063	0.913
2d	1.074	0.971	0.792	0.538	1.061	0.674
2d	1.072	0.973	0.987	0.792	1.06	0.896
2d	1.067	1.046	0.922	0.74	1.065	0.838
2d	1.077	0.971	0.97	0.76	1.064	0.872
2d	1.058	0.962	0.91	0.736	1.046	0.829
2d	1.024	0.906	0.609	0.262	1.01	0.447
2d	1.067	0.96	0.733	0.469	1.054	0.61
2d	1.076	0.97	1	0.791	1.063	0.903
2d	1.035	0.928	0.85	0.705	1.022	0.782
2d	1.034	0.925	0.702	0.412	1.021	0.567
3a	1.069	0.921	0.998	0.797	1.048	0.905
3a	1.064	0.923	0.899	0.672	1.044	0.794
3a	1.065	0.926	0.742	0.591	1.045	0.672
3a	1.096	0.902	0.842	0.585	1.069	0.723
3a	0.983	0.856	0.851	0.643	0.965	0.754
3a	1.069	0.928	0.991	0.781	1.049	0.893
3a	1.089	0.944	0.901	0.733	1.069	0.823
3a	1.027	0.808	0.652	0.379	0.995	0.525
3a	1.013	0.803	0.735	0.544	0.983	0.646
3a	1.064	0.914	0.92	0.667	1.043	0.802
3b	1.042	0.936	0.824	0.629	1.026	0.733
3b	0.982	0.981	0.551	0.306	0.982	0.437
3b	1.059	0.95	0.921	0.748	1.043	0.841
3b	1.072	0.955	1	0.799	1.055	0.907
3b	0.993	1.003	0.71	0.462	0.995	0.595
3b	0.989	0.981	0.704	0.47	0.988	0.595
3b	1.052	0.948	0.793	0.616	1.037	0.711
3b	1.032	0.935	0.689	0.444	1.018	0.575
3b	1.051	0.956	0.805	0.608	1.037	0.713
3b	0.983	0.913	0.697	0.432	0.973	0.574
3c	1.056	0.868	0.604	0.236	1.029	0.433
3c	1.047	0.942	0.807	0.621	1.032	0.721
3c	1.05	0.891	0.707	0.4	1.028	0.564
3c	1.135	0.949	0.909	0.682	1.109	0.803
3c	1.087	0.815	0.748	0.447	1.048	0.608
3c	1.032	0.853	0.747	0.539	1.007	0.65
3c	1.072	0.895	0.694	0.436	1.047	0.574
3c	1.061	0.898	0.607	0.466	1.038	0.542
3c	1.048	0.829	0.883	0.681	1.017	0.789
3c	1.064	0.913	0.917	0.686	1.042	0.81
3d	1	0.939	0.639	0.344	0.991	0.502
3d	1.092	0.952	0.582	0.201	1.072	0.405
3d	1.065	0.95	0.925	0.727	1.049	0.833
3d	1.073	0.955	1	0.791	1.056	0.903
3d	0.97	0.835	0.591	0.294	0.95	0.452
3d	0.974	0.919	0.508	0.192	0.966	0.361
3d	1.024	0.909	0.793	0.564	1.008	0.687
3d	1.019	0.899	0.685	0.351	1.002	0.529
3d	1.081	0.959	0.804	0.588	1.063	0.704
3d	1.02	0.903	0.645	0.51	1.003	0.583
4a	1.046	0.979	0.962	0.796	1.035	0.885
4a	1.06	0.894	0.857	0.704	1.034	0.786
4a	1.009	0.848	0.895	0.748	0.984	0.827
4a	1.041	0.879	0.932	0.754	1.016	0.849
4a	0.973	0.833	0.955	0.751	0.951	0.86
4a	1.02	0.855	0.738	0.498	0.994	0.626
4a	1.001	0.909	0.885	0.71	0.986	0.804
4a	1.044	0.899	0.979	0.806	1.021	0.899

Skenario	LPCD	LPTD	TUK	TUD	ALP	ATU
4a	1.043	0.972	0.968	0.789	1.032	0.885
4a	1.064	0.914	0.944	0.765	1.041	0.861
4b	1.044	0.93	0.993	0.832	1.026	0.918
4b	1.06	0.943	1	0.817	1.041	0.915
4b	1.031	0.924	0.757	0.548	1.014	0.66
4b	1.009	0.986	0.745	0.564	1.005	0.661
4b	1.028	0.986	0.912	0.771	1.021	0.846
4b	1.041	0.929	1	0.796	1.023	0.905
4b	0.949	0.889	0.65	0.323	0.94	0.498
4b	1.022	0.926	0.806	0.593	1.007	0.707
4b	0.925	0.925	0.72	0.467	0.925	0.602
4b	1.21	1.086	1	0.75	1.19	0.884
4c	1.046	0.976	0.962	0.796	1.035	0.885
4c	1.039	0.857	0.949	0.758	1.011	0.86
4c	1.04	0.883	0.949	0.771	1.016	0.866
4c	1.04	0.87	0.912	0.721	1.014	0.823
4c	1.045	0.899	0.937	0.758	1.022	0.854
4c	1.037	0.895	0.944	0.764	1.015	0.86
4c	1.06	0.881	0.817	0.677	1.032	0.752
4c	1.046	0.912	1	0.841	1.025	0.926
4c	1.029	0.863	0.904	0.704	1.003	0.811
4c	1.004	0.806	0.909	0.734	0.973	0.828
4d	1.046	0.93	0.993	0.826	1.027	0.915
4d	1.064	0.943	0.957	0.78	1.045	0.875
4d	1	0.976	0.803	0.533	0.996	0.678
4d	0.976	0.935	0.76	0.514	0.97	0.646
4d	0.99	0.88	0.708	0.39	0.973	0.56
4d	1.048	0.929	1	0.811	1.029	0.912
4d	1.025	0.906	0.678	0.433	1.006	0.564
4d	0.976	0.843	0.648	0.357	0.955	0.513
4d	1.039	0.925	0.951	0.769	1.021	0.866
4d	0.991	0.946	0.612	0.39	0.984	0.509
5a	1.013	0.874	0.986	0.82	0.99	0.908
5a	1.009	0.886	1	0.854	0.989	0.932
5a	1.008	0.873	1	0.81	0.986	0.912
5a	0.914	0.735	0.833	0.618	0.884	0.733
5a	1.008	0.864	0.972	0.801	0.984	0.892
5a	1.004	0.858	0.99	0.834	0.98	0.917
5a	1.009	0.872	0.976	0.808	0.987	0.898
5a	1.001	0.851	0.961	0.837	0.976	0.903
5a	1.004	0.853	0.787	0.681	0.979	0.738
5a	1.009	0.884	1	0.852	0.988	0.931
5b	1.017	0.909	0.972	0.806	0.999	0.895
5b	1.008	0.899	1	0.8	0.99	0.907
5b	1.01	0.899	1	0.804	0.991	0.909
5b	1.003	0.968	0.945	0.799	0.997	0.877
5b	0.989	0.891	0.924	0.757	0.972	0.847
5b	1.007	0.897	1	0.82	0.988	0.916
5b	0.997	0.893	0.838	0.667	0.98	0.759
5b	1.01	0.899	0.979	0.865	0.992	0.926
5b	1.015	0.913	0.878	0.687	0.998	0.789
5b	1.01	0.899	1	0.851	0.992	0.931
5c	0.997	0.885	0.868	0.671	0.978	0.776
5c	1.009	0.881	1	0.838	0.988	0.925
5c	1.01	0.872	0.98	0.824	0.987	0.907
5c	0.993	0.889	0.87	0.67	0.976	0.777
5c	1.069	0.872	0.936	0.744	1.036	0.847
5c	1.008	0.851	0.987	0.802	0.982	0.901
5c	1.01	0.871	0.976	0.818	0.987	0.903
5c	0.955	0.82	0.782	0.554	0.932	0.676

Skenario	LPCD	LPTD	TUK	TUD	ALP	ATU
5c	0.991	0.794	0.858	0.65	0.958	0.761
5c	1.007	0.888	0.925	0.724	0.987	0.832
5d	1.009	0.897	0.988	0.843	0.991	0.92
5d	1.011	0.9	1	0.852	0.992	0.931
5d	1.011	0.9	1	0.819	0.992	0.916
5d	1	0.961	0.948	0.774	0.993	0.867
5d	0.96	0.835	0.758	0.488	0.939	0.632
5d	1.009	0.897	1	0.836	0.99	0.924
5d	0.988	0.861	0.91	0.708	0.967	0.816
5d	1.025	0.904	0.901	0.744	1.005	0.828
5d	1.027	0.908	0.941	0.784	1.007	0.868
5d	1.011	0.9	1	0.854	0.993	0.932
6a	1.002	0.861	0.972	0.856	0.978	0.918
6a	1.033	0.866	0.977	0.814	1.004	0.901
6a	0.962	0.829	0.995	0.838	0.939	0.922
6a	0.946	0.79	0.891	0.714	0.919	0.809
6a	0.961	0.819	0.941	0.795	0.936	0.873
6a	0.963	0.834	1	0.857	0.941	0.933
6a	0.961	0.883	0.998	0.863	0.948	0.935
6a	0.969	0.836	0.944	0.811	0.946	0.882
6a	0.965	0.831	1	0.848	0.941	0.929
6a	0.967	0.852	0.999	0.875	0.947	0.942
6b	0.963	0.862	0.976	0.884	0.946	0.933
6b	0.962	0.929	0.939	0.792	0.956	0.871
6b	0.979	0.941	0.987	0.866	0.972	0.931
6b	0.964	0.863	0.991	0.841	0.946	0.922
6b	0.937	0.85	0.961	0.806	0.922	0.889
6b	0.965	0.864	1	0.853	0.947	0.932
6b	0.965	0.862	0.982	0.818	0.947	0.905
6b	0.989	0.893	0.952	0.871	0.972	0.914
6b	0.963	0.93	0.991	0.868	0.957	0.934
6b	0.96	0.928	0.999	0.814	0.955	0.913
6c	0.967	0.846	0.998	0.859	0.946	0.933
6c	0.952	0.803	0.973	0.846	0.926	0.914
6c	0.977	0.723	0.912	0.699	0.933	0.813
6c	0.965	0.817	0.975	0.855	0.939	0.92
6c	0.978	0.882	0.993	0.843	0.961	0.923
6c	0.965	0.854	1	0.862	0.946	0.936
6c	0.966	0.841	0.996	0.862	0.944	0.934
6c	0.974	0.868	0.975	0.827	0.956	0.906
6c	0.966	0.848	1	0.854	0.945	0.932
6c	0.967	0.853	0.999	0.869	0.947	0.939
6d	0.979	0.836	0.807	0.708	0.954	0.761
6d	0.96	0.927	1	0.837	0.954	0.924
6d	0.979	0.941	0.987	0.866	0.972	0.931
6d	0.967	0.862	1	0.828	0.948	0.92
6d	0.958	0.856	0.923	0.781	0.94	0.857
6d	0.966	0.863	0.993	0.861	0.948	0.932
6d	0.89	0.8	0.96	0.782	0.874	0.877
6d	0.967	0.864	0.955	0.767	0.949	0.868
6d	0.963	0.865	1	0.833	0.946	0.922
6d	0.961	0.928	1	0.845	0.955	0.928

LAMPIRAN 5 – HASIL UJI ANOVA

Dependent Variable: ALP

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
Skenario 0	1a	0.0127	0.01429	1
	1b	0.0288	0.01429	1
	1c	0.0048	0.01429	1
	1d	0.0001	0.01429	1
	2a	-0.052	0.01429	0.102
	2b	-0.0429	0.01429	0.893
	2c	-0.0495	0.01429	0.191
	2d	-0.0396	0.01429	1
	3a	-0.024	0.01429	1
	3b	-0.0084	0.01429	1
	3c	-0.0327	0.01429	1
	3d	-0.009	0.01429	1
	4a	-0.0024	0.01429	1
	4b	-0.0122	0.01429	1
	4c	-0.0076	0.01429	1
	4d	0.0064	0.01429	1
	5a	0.0327	0.01429	1
	5b	0.0171	0.01429	1
	5c	0.0259	0.01429	1
	5d	0.0201	0.01429	1
6a	0.057100*	0.01429	0.026	
6b	0.055000*	0.01429	0.046	
6c	0.062700*	0.01429	0.005	
6d	0.063000*	0.01429	0.005	
Skenario 1a	0	-0.0127	0.01429	1
	1b	0.0161	0.01429	1
	1c	-0.0079	0.01429	1
	1d	-0.0126	0.01429	1
	2a	-0.064700*	0.01429	0.003
	2b	-0.055600*	0.01429	0.039
	2c	-0.062200*	0.01429	0.006
	2d	-0.0523	0.01429	0.094
	3a	-0.0367	0.01429	1
	3b	-0.0211	0.01429	1
	3c	-0.0454	0.01429	0.508
	3d	-0.0217	0.01429	1
	4a	-0.0151	0.01429	1
	4b	-0.0249	0.01429	1
	4c	-0.0203	0.01429	1
	4d	-0.0063	0.01429	1
	5a	0.02	0.01429	1
	5b	0.0044	0.01429	1
	5c	0.0132	0.01429	1
	5d	0.0074	0.01429	1
6a	0.0444	0.01429	0.638	
6b	0.0423	0.01429	1	
6c	0.05	0.01429	0.168	
6d	0.0503	0.01429	0.156	
Skenario 1b	0	-0.0288	0.01429	1
	1a	-0.0161	0.01429	1
	1c	-0.024	0.01429	1
	1d	-0.0287	0.01429	1
	2a	-0.080800*	0.01429	0
	2b	-0.071700*	0.01429	0
	2c	-0.078300*	0.01429	0
	2d	-0.068400*	0.01429	0.001
	3a	-0.0528	0.01429	0.083
	3b	-0.0372	0.01429	1
	3c	-0.061500*	0.01429	0.007
	3d	-0.0378	0.01429	1
	4a	-0.0312	0.01429	1
	4b	-0.041	0.01429	1
	4c	-0.0364	0.01429	1
	4d	-0.0224	0.01429	1
	5a	0.0039	0.01429	1
	5b	-0.0117	0.01429	1
	5c	-0.0029	0.01429	1

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
	5d	-0.0087	0.01429	1
	6a	0.0283	0.01429	1
	6b	0.0262	0.01429	1
	6c	0.0339	0.01429	1
	6d	0.0342	0.01429	1
	0	-0.0048	0.01429	1
	1a	0.0079	0.01429	1
	1b	0.024	0.01429	1
	1d	-0.0047	0.01429	1
	2a	-0.056800*	0.01429	0.028
2b	-0.0477	0.01429	0.295	
2c	-0.0543	0.01429	0.056	
2d	-0.0444	0.01429	0.638	
3a	-0.0288	0.01429	1	
3b	-0.0132	0.01429	1	
3c	-0.0375	0.01429	1	
3d	-0.0138	0.01429	1	
4a	-0.0072	0.01429	1	
4b	-0.017	0.01429	1	
4c	-0.0124	0.01429	1	
4d	0.0016	0.01429	1	
5a	0.0279	0.01429	1	
5b	0.0123	0.01429	1	
5c	0.0211	0.01429	1	
5d	0.0153	0.01429	1	
6a	0.0523	0.01429	0.094	
6b	0.0502	0.01429	0.16	
6c	0.057900*	0.01429	0.021	
6d	0.058200*	0.01429	0.019	
0	-0.0001	0.01429	1	
1a	0.0126	0.01429	1	
1b	0.0287	0.01429	1	
1c	0.0047	0.01429	1	
2a	-0.0521	0.01429	0.099	
2b	-0.043	0.01429	0.874	
2c	-0.0496	0.01429	0.186	
2d	-0.0397	0.01429	1	
3a	-0.0241	0.01429	1	
3b	-0.0085	0.01429	1	
3c	-0.0328	0.01429	1	
3d	-0.0091	0.01429	1	
4a	-0.0025	0.01429	1	
4b	-0.0123	0.01429	1	
4c	-0.0077	0.01429	1	
4d	0.0063	0.01429	1	
5a	0.0326	0.01429	1	
5b	0.017	0.01429	1	
5c	0.0258	0.01429	1	
5d	0.02	0.01429	1	
6a	0.057000*	0.01429	0.027	
6b	0.054900*	0.01429	0.047	
6c	0.062600*	0.01429	0.005	
6d	0.062900*	0.01429	0.005	
0	0.052	0.01429	0.102	
1a	0.064700*	0.01429	0.003	
1b	0.080800*	0.01429	0	
1c	0.056800*	0.01429	0.028	
1d	0.0521	0.01429	0.099	
2b	0.0091	0.01429	1	
2c	0.0025	0.01429	1	
2d	0.0124	0.01429	1	
3a	0.028	0.01429	1	
3b	0.0436	0.01429	0.764	
3c	0.0193	0.01429	1	
3d	0.043	0.01429	0.874	
4a	0.0496	0.01429	0.186	
4b	0.0398	0.01429	1	

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.	Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
	4c	0.0444	0.01429	0.638		4d	0.046	0.01429	0.442
	4d	0.058400*	0.01429	0.018		5a	0.072300*	0.01429	0
	5a	0.084700*	0.01429	0		5b	0.056700*	0.01429	0.029
	5b	0.069100*	0.01429	0.001		5c	0.065500*	0.01429	0.002
	5c	0.077900*	0.01429	0		5d	0.059700*	0.01429	0.013
	5d	0.072100*	0.01429	0		6a	0.096700*	0.01429	0
	6a	0.109100*	0.01429	0		6b	0.094600*	0.01429	0
	6b	0.107000*	0.01429	0		6c	0.102300*	0.01429	0
	6c	0.114700*	0.01429	0		6d	0.102600*	0.01429	0
	6d	0.115000*	0.01429	0		0	0.024	0.01429	1
Skenario 2b	0	0.0429	0.01429	0.893	1a	0.0367	0.01429	1	
	1a	0.055600*	0.01429	0.039	1b	0.0528	0.01429	0.083	
	1b	0.071700*	0.01429	0	1c	0.0288	0.01429	1	
	1c	0.0477	0.01429	0.295	1d	0.0241	0.01429	1	
	1d	0.043	0.01429	0.874	2a	-0.028	0.01429	1	
	2a	-0.0091	0.01429	1	2b	-0.0189	0.01429	1	
	2c	-0.0066	0.01429	1	2c	-0.0255	0.01429	1	
	2d	0.0033	0.01429	1	2d	-0.0156	0.01429	1	
	3a	0.0189	0.01429	1	3b	0.0156	0.01429	1	
	3b	0.0345	0.01429	1	3c	-0.0087	0.01429	1	
	3c	0.0102	0.01429	1	3d	0.015	0.01429	1	
	3d	0.0339	0.01429	1	4a	0.0216	0.01429	1	
	4a	0.0405	0.01429	1	4b	0.0118	0.01429	1	
	4b	0.0307	0.01429	1	4c	0.0164	0.01429	1	
	4c	0.0353	0.01429	1	4d	0.0304	0.01429	1	
	4d	0.0493	0.01429	0.2	5a	0.056700*	0.01429	0.029	
	5a	0.075600*	0.01429	0	5b	0.0411	0.01429	1	
	5b	0.060000*	0.01429	0.012	5c	0.0499	0.01429	0.173	
	5c	0.068800*	0.01429	0.001	5d	0.0441	0.01429	0.683	
	5d	0.063000*	0.01429	0.005	6a	0.081100*	0.01429	0	
6a	0.100000*	0.01429	0	6b	0.079000*	0.01429	0		
6b	0.097900*	0.01429	0	6c	0.086700*	0.01429	0		
6c	0.105600*	0.01429	0	6d	0.087000*	0.01429	0		
6d	0.105900*	0.01429	0	0	0.0084	0.01429	1		
Skenario 2c	0	0.0495	0.01429	0.191	1a	0.0211	0.01429	1	
	1a	0.062200*	0.01429	0.006	1b	0.0372	0.01429	1	
	1b	0.078300*	0.01429	0	1c	0.0132	0.01429	1	
	1c	0.0543	0.01429	0.056	1d	0.0085	0.01429	1	
	1d	0.0496	0.01429	0.186	2a	-0.0436	0.01429	0.764	
	2a	-0.0025	0.01429	1	2b	-0.0345	0.01429	1	
	2b	0.0066	0.01429	1	2c	-0.0411	0.01429	1	
	2d	0.0099	0.01429	1	2d	-0.0312	0.01429	1	
	3a	0.0255	0.01429	1	3a	-0.0156	0.01429	1	
	3b	0.0411	0.01429	1	3c	-0.0243	0.01429	1	
	3c	0.0168	0.01429	1	3d	-0.0006	0.01429	1	
	3d	0.0405	0.01429	1	4a	0.006	0.01429	1	
	4a	0.0471	0.01429	0.341	4b	-0.0038	0.01429	1	
	4b	0.0373	0.01429	1	4c	0.0008	0.01429	1	
	4c	0.0419	0.01429	1	4d	0.0148	0.01429	1	
	4d	0.055900*	0.01429	0.036	5a	0.0411	0.01429	1	
	5a	0.082200*	0.01429	0	5b	0.0255	0.01429	1	
	5b	0.066600*	0.01429	0.002	5c	0.0343	0.01429	1	
	5c	0.075400*	0.01429	0	5d	0.0285	0.01429	1	
	5d	0.069600*	0.01429	0.001	6a	0.065500*	0.01429	0.002	
6a	0.106600*	0.01429	0	6b	0.063400*	0.01429	0.004		
6b	0.104500*	0.01429	0	6c	0.071100*	0.01429	0		
6c	0.112200*	0.01429	0	6d	0.071400*	0.01429	0		
6d	0.112500*	0.01429	0	0	0.0327	0.01429	1		
Skenario 2d	0	0.0396	0.01429	1	1a	0.0454	0.01429	0.508	
	1a	0.0523	0.01429	0.094	1b	0.061500*	0.01429	0.007	
	1b	0.068400*	0.01429	0.001	1c	0.0375	0.01429	1	
	1c	0.0444	0.01429	0.638	1d	0.0328	0.01429	1	
	1d	0.0397	0.01429	1	2a	-0.0193	0.01429	1	
	2a	-0.0124	0.01429	1	2b	-0.0102	0.01429	1	
	2b	-0.0033	0.01429	1	2c	-0.0168	0.01429	1	
	2c	-0.0099	0.01429	1	2d	-0.0069	0.01429	1	
	3a	0.0156	0.01429	1	3a	0.0087	0.01429	1	
	3b	0.0312	0.01429	1	3b	0.0243	0.01429	1	
	3c	0.0069	0.01429	1	3d	0.0237	0.01429	1	
	3d	0.0306	0.01429	1	4a	0.0303	0.01429	1	
	4a	0.0372	0.01429	1	4b	0.0205	0.01429	1	
	4b	0.0274	0.01429	1	4c	0.0251	0.01429	1	
	4c	0.032	0.01429	1	4d	0.0391	0.01429	1	

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
	5a	0.065400*	0.01429	0.002
	5b	0.0498	0.01429	0.177
	5c	0.058600*	0.01429	0.017
	5d	0.0528	0.01429	0.083
	6a	0.089800*	0.01429	0
	6b	0.087700*	0.01429	0
	6c	0.095400*	0.01429	0
	6d	0.095700*	0.01429	0
Skenario 3d	0	0.009	0.01429	1
	1a	0.0217	0.01429	1
	1b	0.0378	0.01429	1
	1c	0.0138	0.01429	1
	1d	0.0091	0.01429	1
	2a	-0.043	0.01429	0.874
	2b	-0.0339	0.01429	1
	2c	-0.0405	0.01429	1
	2d	-0.0306	0.01429	1
	3a	-0.015	0.01429	1
	3b	0.0006	0.01429	1
	3c	-0.0237	0.01429	1
	4a	0.0066	0.01429	1
	4b	-0.0032	0.01429	1
	4c	0.0014	0.01429	1
	4d	0.0154	0.01429	1
Skenario 4a	5a	0.0417	0.01429	1
	5b	0.0261	0.01429	1
	5c	0.0349	0.01429	1
	5d	0.0291	0.01429	1
	6a	0.066100*	0.01429	0.002
	6b	0.064000*	0.01429	0.004
	6c	0.071700*	0.01429	0
	6d	0.072000*	0.01429	0
	0	0.0024	0.01429	1
	1a	0.0151	0.01429	1
	1b	0.0312	0.01429	1
	1c	0.0072	0.01429	1
	1d	0.0025	0.01429	1
	2a	-0.0496	0.01429	0.186
	2b	-0.0405	0.01429	1
	2c	-0.0471	0.01429	0.341
2d	-0.0372	0.01429	1	
3a	-0.0216	0.01429	1	
3b	-0.006	0.01429	1	
3c	-0.0303	0.01429	1	
3d	-0.0066	0.01429	1	
4b	-0.0098	0.01429	1	
4c	-0.0052	0.01429	1	
4d	0.0088	0.01429	1	
5a	0.0351	0.01429	1	
5b	0.0195	0.01429	1	
5c	0.0283	0.01429	1	
5d	0.0225	0.01429	1	
6a	0.059500*	0.01429	0.013	
6b	0.057400*	0.01429	0.024	
6c	0.065100*	0.01429	0.003	
6d	0.065400*	0.01429	0.002	
Skenario 4b	0	0.0122	0.01429	1
	1a	0.0249	0.01429	1
	1b	0.041	0.01429	1
	1c	0.017	0.01429	1
	1d	0.0123	0.01429	1
	2a	-0.0398	0.01429	1
	2b	-0.0307	0.01429	1
	2c	-0.0373	0.01429	1
	2d	-0.0274	0.01429	1
	3a	-0.0118	0.01429	1
	3b	0.0038	0.01429	1
	3c	-0.0205	0.01429	1
	3d	0.0032	0.01429	1
	4a	0.0098	0.01429	1
	4c	0.0046	0.01429	1
	4d	0.0186	0.01429	1
5a	0.0449	0.01429	0.57	

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
	5b	0.0293	0.01429	1
	5c	0.0381	0.01429	1
	5d	0.0323	0.01429	1
	6a	0.069300*	0.01429	0.001
	6b	0.067200*	0.01429	0.001
	6c	0.074900*	0.01429	0
	6d	0.075200*	0.01429	0
	0	0.0076	0.01429	1
Skenario 4c	1a	0.0203	0.01429	1
	1b	0.0364	0.01429	1
	1c	0.0124	0.01429	1
	1d	0.0077	0.01429	1
	2a	-0.0444	0.01429	0.638
	2b	-0.0353	0.01429	1
	2c	-0.0419	0.01429	1
	2d	-0.032	0.01429	1
	3a	-0.0164	0.01429	1
	3b	-0.0008	0.01429	1
	3c	-0.0251	0.01429	1
	3d	-0.0014	0.01429	1
	4a	0.0052	0.01429	1
	4b	-0.0046	0.01429	1
	4d	0.014	0.01429	1
	5a	0.0403	0.01429	1
5b	0.0247	0.01429	1	
5c	0.0335	0.01429	1	
5d	0.0277	0.01429	1	
6a	0.064700*	0.01429	0.003	
6b	0.062600*	0.01429	0.005	
6c	0.070300*	0.01429	0	
6d	0.070600*	0.01429	0	
0	-0.0064	0.01429	1	
1a	0.0063	0.01429	1	
1b	0.0224	0.01429	1	
1c	-0.0016	0.01429	1	
1d	-0.0063	0.01429	1	
2a	-0.058400*	0.01429	0.018	
2b	-0.0493	0.01429	0.2	
2c	-0.055900*	0.01429	0.036	
2d	-0.046	0.01429	0.442	
3a	-0.0304	0.01429	1	
3b	-0.0148	0.01429	1	
3c	-0.0391	0.01429	1	
3d	-0.0154	0.01429	1	
4a	-0.0088	0.01429	1	
4b	-0.0186	0.01429	1	
4c	-0.014	0.01429	1	
5a	0.0263	0.01429	1	
5b	0.0107	0.01429	1	
5c	0.0195	0.01429	1	
5d	0.0137	0.01429	1	
6a	0.0507	0.01429	0.141	
6b	0.0486	0.01429	0.238	
6c	0.056300*	0.01429	0.033	
6d	0.056600*	0.01429	0.03	
0	-0.0327	0.01429	1	
1a	-0.02	0.01429	1	
1b	-0.0039	0.01429	1	
1c	-0.0279	0.01429	1	
1d	-0.0326	0.01429	1	
2a	-0.084700*	0.01429	0	
2b	-0.075600*	0.01429	0	
2c	-0.082200*	0.01429	0	
2d	-0.072300*	0.01429	0	
3a	-0.056700*	0.01429	0.029	
3b	-0.0411	0.01429	1	
3c	-0.065400*	0.01429	0.002	
3d	-0.0417	0.01429	1	
4a	-0.0351	0.01429	1	
4b	-0.0449	0.01429	0.57	
4c	-0.0403	0.01429	1	
4d	-0.0263	0.01429	1	
5b	-0.0156	0.01429	1	

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
Skenario 5b	5c	-0.0068	0.01429	1
	5d	-0.0126	0.01429	1
	6a	0.0244	0.01429	1
	6b	0.0223	0.01429	1
	6c	0.03	0.01429	1
	6d	0.0303	0.01429	1
Skenario 5c	0	-0.0171	0.01429	1
	1a	-0.0044	0.01429	1
	1b	0.0117	0.01429	1
	1c	-0.0123	0.01429	1
	1d	-0.017	0.01429	1
	2a	-0.069100*	0.01429	0.001
	2b	-0.060000*	0.01429	0.012
	2c	-0.066600*	0.01429	0.002
	2d	-0.056700*	0.01429	0.029
	3a	-0.0411	0.01429	1
	3b	-0.0255	0.01429	1
	3c	-0.0498	0.01429	0.177
	3d	-0.0261	0.01429	1
	4a	-0.0195	0.01429	1
	4b	-0.0293	0.01429	1
	4c	-0.0247	0.01429	1
	4d	-0.0107	0.01429	1
	5a	0.0156	0.01429	1
	5c	0.0088	0.01429	1
	5d	0.003	0.01429	1
6a	0.04	0.01429	1	
6b	0.0379	0.01429	1	
6c	0.0456	0.01429	0.485	
6d	0.0459	0.01429	0.452	
Skenario 5d	0	-0.0259	0.01429	1
	1a	-0.0132	0.01429	1
	1b	0.0029	0.01429	1
	1c	-0.0211	0.01429	1
	1d	-0.0258	0.01429	1
	2a	-0.077900*	0.01429	0
	2b	-0.068800*	0.01429	0.001
	2c	-0.075400*	0.01429	0
	2d	-0.065500*	0.01429	0.002
	3a	-0.0499	0.01429	0.173
	3b	-0.0343	0.01429	1
	3c	-0.058600*	0.01429	0.017
	3d	-0.0349	0.01429	1
	4a	-0.0283	0.01429	1
	4b	-0.0381	0.01429	1
	4c	-0.0335	0.01429	1
	4d	-0.0195	0.01429	1
	5a	0.0068	0.01429	1
5b	-0.0088	0.01429	1	
5d	-0.0058	0.01429	1	
6a	0.0312	0.01429	1	
6b	0.0291	0.01429	1	
6c	0.0368	0.01429	1	
6d	0.0371	0.01429	1	
Skenario 5e	0	-0.0201	0.01429	1
	1a	-0.0074	0.01429	1
	1b	0.0087	0.01429	1
	1c	-0.0153	0.01429	1
	1d	-0.02	0.01429	1
	2a	-0.072100*	0.01429	0
	2b	-0.063000*	0.01429	0.005
	2c	-0.069600*	0.01429	0.001
	2d	-0.059700*	0.01429	0.013
	3a	-0.0441	0.01429	0.683
	3b	-0.0285	0.01429	1
	3c	-0.0528	0.01429	0.083
	3d	-0.0291	0.01429	1
	4a	-0.0225	0.01429	1
	4b	-0.0323	0.01429	1
	4c	-0.0277	0.01429	1
	4d	-0.0137	0.01429	1
	5a	0.0126	0.01429	1
5b	-0.003	0.01429	1	

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
Skenario 6a	5c	0.0058	0.01429	1
	6a	0.037	0.01429	1
	6b	0.0349	0.01429	1
	6c	0.0426	0.01429	0.954
	6d	0.0429	0.01429	0.893
	Skenario 6b	0	-0.057100*	0.01429
1a		-0.0444	0.01429	0.638
1b		-0.0283	0.01429	1
1c		-0.0523	0.01429	0.094
1d		-0.057000*	0.01429	0.027
2a		-0.109100*	0.01429	0
2b		-0.100000*	0.01429	0
2c		-0.106600*	0.01429	0
2d		-0.096700*	0.01429	0
3a		-0.081100*	0.01429	0
3b		-0.065500*	0.01429	0.002
3c		-0.089800*	0.01429	0
3d		-0.066100*	0.01429	0.002
4a		-0.059500*	0.01429	0.013
4b		-0.069300*	0.01429	0.001
4c		-0.064700*	0.01429	0.003
4d		-0.0507	0.01429	0.141
5a		-0.0244	0.01429	1
5b		-0.04	0.01429	1
5c		-0.0312	0.01429	1
5d	-0.037	0.01429	1	
6b	-0.0021	0.01429	1	
6c	0.0056	0.01429	1	
6d	0.0059	0.01429	1	
Skenario 6c	0	-0.055000*	0.01429	0.046
	1a	-0.0423	0.01429	1
	1b	-0.0262	0.01429	1
	1c	-0.0502	0.01429	0.16
	1d	-0.054900*	0.01429	0.047
	2a	-0.107000*	0.01429	0
	2b	-0.097900*	0.01429	0
	2c	-0.104500*	0.01429	0
	2d	-0.094600*	0.01429	0
	3a	-0.079000*	0.01429	0
	3b	-0.063400*	0.01429	0.004
	3c	-0.087700*	0.01429	0
	3d	-0.064000*	0.01429	0.004
	4a	-0.057400*	0.01429	0.024
	4b	-0.067200*	0.01429	0.001
	4c	-0.062600*	0.01429	0.005
	4d	-0.0486	0.01429	0.238
	5a	-0.0223	0.01429	1
5b	-0.0379	0.01429	1	
5c	-0.0291	0.01429	1	
5d	-0.0349	0.01429	1	
6a	0.0021	0.01429	1	
6c	0.0077	0.01429	1	
6d	0.008	0.01429	1	
Skenario 6d	0	-0.062700*	0.01429	0.005
	1a	-0.05	0.01429	0.168
	1b	-0.0339	0.01429	1
	1c	-0.057900*	0.01429	0.021
	1d	-0.062600*	0.01429	0.005
	2a	-0.114700*	0.01429	0
	2b	-0.105600*	0.01429	0
	2c	-0.112200*	0.01429	0
	2d	-0.102300*	0.01429	0
	3a	-0.086700*	0.01429	0
	3b	-0.071100*	0.01429	0
	3c	-0.095400*	0.01429	0
	3d	-0.071700*	0.01429	0
	4a	-0.065100*	0.01429	0.003
	4b	-0.074900*	0.01429	0
	4c	-0.070300*	0.01429	0
	4d	-0.056300*	0.01429	0.033
	5a	-0.03	0.01429	1
5b	-0.0456	0.01429	0.485	
5c	-0.0368	0.01429	1	

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
	5d	-0.0426	0.01429	0.954
	6a	-0.0056	0.01429	1
	6b	-0.0077	0.01429	1
	6d	0.0003	0.01429	1
Skenario 6d	0	-0.063000*	0.01429	0.005
	1a	-0.0503	0.01429	0.156
	1b	-0.0342	0.01429	1
	1c	-0.058200*	0.01429	0.019
	1d	-0.062900*	0.01429	0.005
	2a	-0.115000*	0.01429	0
	2b	-0.105900*	0.01429	0
	2c	-0.112500*	0.01429	0
	2d	-0.102600*	0.01429	0
	3a	-0.087000*	0.01429	0
	3b	-0.071400*	0.01429	0

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
	3c	-0.095700*	0.01429	0
	3d	-0.072000*	0.01429	0
	4a	-0.065400*	0.01429	0.002
	4b	-0.075200*	0.01429	0
	4c	-0.070600*	0.01429	0
	4d	-0.056600*	0.01429	0.03
	5a	-0.0303	0.01429	1
	5b	-0.0459	0.01429	0.452
	5c	-0.0371	0.01429	1
	5d	-0.0429	0.01429	0.893
	6a	-0.0059	0.01429	1
	6b	-0.008	0.01429	1
	6c	-0.0003	0.01429	1

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Dependent Variable: ATU

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
Skenario 0	1a	-0.062000	0.045056	1.00
	1b	-0.037000	0.045056	1.00
	1c	-0.057100	0.045056	1.00
	1d	-0.031800	0.045056	1.00
	2a	-0.458600*	0.045056	0.00
	2b	-0.494200*	0.045056	0.00
	2c	-0.451400*	0.045056	0.00
	2d	-0.423000*	0.045056	0.00
	3a	-0.434900*	0.045056	0.00
	3b	-0.349300*	0.045056	0.00
	3c	-0.330600*	0.045056	0.00
	3d	-0.277100*	0.045056	0.00
	4a	-0.509400*	0.045056	0.00
	4b	-0.440800*	0.045056	0.00
	4c	-0.527700*	0.045056	0.00
	4d	-0.385000*	0.045056	0.00
	5a	-0.557600*	0.045056	0.00
	5b	-0.556800*	0.045056	0.00
	5c	-0.511700*	0.045056	0.00
	5d	-0.544600*	0.045056	0.00
6a	-0.585600*	0.045056	0.00	
6b	-0.595600*	0.045056	0.00	
6c	-0.596200*	0.045056	0.00	
6d	-0.573200*	0.045056	0.00	
Skenario 1a	0	0.062000	0.045056	1.000
	1b	0.025000	0.045056	1.000
	1c	0.004900	0.045056	1.000
	1d	0.030200	0.045056	1.000
	2a	-0.396600*	0.045056	0.000
	2b	-0.432200*	0.045056	0.000
	2c	-0.389400*	0.045056	0.000
	2d	-0.361000*	0.045056	0.000
	3a	-0.372900*	0.045056	0.000
	3b	-0.287300*	0.045056	0.000
	3c	-0.268600*	0.045056	0.000
	3d	-0.215100*	0.045056	0.001
	4a	-0.447400*	0.045056	0.000
	4b	-0.378800*	0.045056	0.000
	4c	-0.465700*	0.045056	0.000
	4d	-0.323000*	0.045056	0.000
Skenario 1b	5a	-0.495600*	0.045056	0.000
	5b	-0.494800*	0.045056	0.000
	5c	-0.449700*	0.045056	0.000
	5d	-0.482600*	0.045056	0.000
	6a	-0.523600*	0.045056	0.000
	6b	-0.533600*	0.045056	0.000
	6c	-0.534200*	0.045056	0.000
	6d	-0.511200*	0.045056	0.000
	0	0.037000	0.045056	1.000
	1a	-0.025000	0.045056	1.000
	1c	-0.020100	0.045056	1.000
	1d	0.005200	0.045056	1.000
	2a	-0.421600*	0.045056	0.000

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.	
	2b	-0.457200*	0.045056	0.000	
	2c	-0.414400*	0.045056	0.000	
	2d	-0.386000*	0.045056	0.000	
	3a	-0.397900*	0.045056	0.000	
	3b	-0.312300*	0.045056	0.000	
	3c	-0.293600*	0.045056	0.000	
	3d	-0.240100*	0.045056	0.000	
	4a	-0.472400*	0.045056	0.000	
	4b	-0.403800*	0.045056	0.000	
	4c	-0.490700*	0.045056	0.000	
	4d	-0.348000*	0.045056	0.000	
	5a	-0.520600*	0.045056	0.000	
	5b	-0.519800*	0.045056	0.000	
	5c	-0.474700*	0.045056	0.000	
	5d	-0.507600*	0.045056	0.000	
	6a	-0.548600*	0.045056	0.000	
	6b	-0.558600*	0.045056	0.000	
	6c	-0.559200*	0.045056	0.000	
	6d	-0.536200*	0.045056	0.000	
	Skenario 1c	0	0.057100	0.045056	1.00
		1a	-0.004900	0.045056	1.00
		1b	0.020100	0.045056	1.00
		1d	0.025300	0.045056	1.00
		2a	-0.401500*	0.045056	0.00
2b		-0.437100*	0.045056	0.00	
2c		-0.394300*	0.045056	0.00	
2d		-0.365900*	0.045056	0.00	
3a		-0.377800*	0.045056	0.00	
3b		-0.292200*	0.045056	0.00	
3c		-0.273500*	0.045056	0.00	
3d		-0.220000*	0.045056	0.00	
4a	-0.452300*	0.045056	0.00		
4b	-0.383700*	0.045056	0.00		
4c	-0.470600*	0.045056	0.00		
4d	-0.327900*	0.045056	0.00		
5a	-0.500500*	0.045056	0.00		
5b	-0.499700*	0.045056	0.00		
5c	-0.454600*	0.045056	0.00		
5d	-0.487500*	0.045056	0.00		
6a	-0.528500*	0.045056	0.00		
6b	-0.538500*	0.045056	0.00		
6c	-0.539100*	0.045056	0.00		
6d	-0.516100*	0.045056	0.00		
Skenario 1d	0	0.031800	0.045056	1.00	
	1a	-0.030200	0.045056	1.00	
	1b	-0.005200	0.045056	1.00	
	1c	-0.025300	0.045056	1.00	
	2a	-0.426800*	0.045056	0.00	
	2b	-0.462400*	0.045056	0.00	
	2c	-0.419600*	0.045056	0.00	
2d	-0.391200*	0.045056	0.00		
	3a	-0.403100*	0.045056	0.00	
	3b	-0.317500*	0.045056	0.00	

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.	Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
Skenario 2a	3c	-0.298800*	0.045056	0.00	Skenario 2d	3d	0.174300*	0.045056	0.043
	3d	-0.245300*	0.045056	0.00		4a	-0.058000	0.045056	1.000
	4a	-0.477600*	0.045056	0.00		4b	0.010600	0.045056	1.000
	4b	-0.409000*	0.045056	0.00		4c	-0.076300	0.045056	1.000
	4c	-0.495900*	0.045056	0.00		4d	0.066400	0.045056	1.000
	4d	-0.353200*	0.045056	0.00		5a	-0.106200	0.045056	1.000
	5a	-0.525800*	0.045056	0.00		5b	-0.105400	0.045056	1.000
	5b	-0.525000*	0.045056	0.00		5c	-0.060300	0.045056	1.000
	5c	-0.479900*	0.045056	0.00		5d	-0.093200	0.045056	1.000
	5d	-0.512800*	0.045056	0.00		6a	-0.134200	0.045056	0.964
	6a	-0.553800*	0.045056	0.00		6b	-0.144200	0.045056	0.471
	6b	-0.563800*	0.045056	0.00		6c	-0.144800	0.045056	0.451
	6c	-0.564400*	0.045056	0.00		6d	-0.121800	0.045056	1.000
	6d	-0.541400*	0.045056	0.00		0	0.423000*	0.045056	0.000
	0	0.458600*	0.045056	0.000		1a	0.361000*	0.045056	0.000
	1a	0.396600*	0.045056	0.000		1b	0.386000*	0.045056	0.000
	1b	0.421600*	0.045056	0.000		1c	0.365900*	0.045056	0.000
	1c	0.401500*	0.045056	0.000		1d	0.391200*	0.045056	0.000
1d	0.426800*	0.045056	0.000	2a	-0.035600	0.045056	1.000		
2b	-0.035600	0.045056	1.000	2b	-0.071200	0.045056	1.000		
2c	0.007200	0.045056	1.000	2c	-0.028400	0.045056	1.000		
2d	0.035600	0.045056	1.000	3a	-0.011900	0.045056	1.000		
3a	0.023700	0.045056	1.000	3b	0.073700	0.045056	1.000		
3b	0.109300	0.045056	1.000	3c	0.092400	0.045056	1.000		
3c	0.128000	0.045056	1.000	3d	0.145900	0.045056	0.415		
3d	0.181500*	0.045056	0.023	4a	-0.086400	0.045056	1.000		
4a	-0.050800	0.045056	1.000	4b	-0.017800	0.045056	1.000		
4b	0.017800	0.045056	1.000	4c	-0.104700	0.045056	1.000		
4c	-0.069100	0.045056	1.000	4d	0.038000	0.045056	1.000		
4d	0.073600	0.045056	1.000	5a	-0.134600	0.045056	0.938		
5a	-0.099000	0.045056	1.000	5b	-0.133800	0.045056	0.991		
5b	-0.098200	0.045056	1.000	5c	-0.088700	0.045056	1.000		
5c	-0.053100	0.045056	1.000	5d	-0.121600	0.045056	1.000		
5d	-0.086000	0.045056	1.000	6a	-0.162600	0.045056	0.114		
6a	-0.127000	0.045056	1.000	6b	-0.172600*	0.045056	0.050		
6b	-0.137000	0.045056	0.792	6c	-0.173200*	0.045056	0.047		
6c	-0.137600	0.045056	0.759	6d	-0.150200	0.045056	0.301		
6d	-0.114600	0.045056	1.000	0	0.434900*	0.045056	0.000		
0	0.494200*	0.045056	0.000	1a	0.372900*	0.045056	0.000		
1a	0.432200*	0.045056	0.000	1b	0.397900*	0.045056	0.000		
1b	0.457200*	0.045056	0.000	1c	0.377800*	0.045056	0.000		
1c	0.437100*	0.045056	0.000	1d	0.403100*	0.045056	0.000		
1d	0.462400*	0.045056	0.000	2a	-0.023700	0.045056	1.000		
2a	0.035600	0.045056	1.000	2b	-0.059300	0.045056	1.000		
2c	0.042800	0.045056	1.000	2c	-0.016500	0.045056	1.000		
2d	0.071200	0.045056	1.000	2d	0.011900	0.045056	1.000		
3a	0.059300	0.045056	1.000	3b	0.085600	0.045056	1.000		
3b	0.144900	0.045056	0.447	3c	0.104300	0.045056	1.000		
3c	0.163600	0.045056	0.105	3d	0.157800	0.045056	0.167		
3d	0.217100*	0.045056	0.001	4a	-0.074500	0.045056	1.000		
4a	-0.015200	0.045056	1.000	4b	-0.005900	0.045056	1.000		
4b	0.053400	0.045056	1.000	4c	-0.092800	0.045056	1.000		
4c	-0.033500	0.045056	1.000	4d	0.049900	0.045056	1.000		
4d	0.109200	0.045056	1.000	5a	-0.122700	0.045056	1.000		
5a	-0.063400	0.045056	1.000	5b	-0.121900	0.045056	1.000		
5b	-0.062600	0.045056	1.000	5c	-0.076800	0.045056	1.000		
5c	-0.017500	0.045056	1.000	5d	-0.109700	0.045056	1.000		
5d	-0.050400	0.045056	1.000	6a	-0.150700	0.045056	0.289		
6a	-0.091400	0.045056	1.000	6b	-0.160700	0.045056	0.132		
6b	-0.101400	0.045056	1.000	6c	-0.161300	0.045056	0.126		
6c	-0.102000	0.045056	1.000	6d	-0.138300	0.045056	0.722		
6d	-0.079000	0.045056	1.000	0	0.349300*	0.045056	0.000		
0	0.451400*	0.045056	0.000	1a	0.287300*	0.045056	0.000		
1a	0.389400*	0.045056	0.000	1b	0.312300*	0.045056	0.000		
1b	0.414400*	0.045056	0.000	1c	0.292200*	0.045056	0.000		
1c	0.394300*	0.045056	0.000	1d	0.317500*	0.045056	0.000		
1d	0.419600*	0.045056	0.000	2a	-0.109300	0.045056	1.000		
2a	-0.007200	0.045056	1.000	2b	-0.144900	0.045056	0.447		
2b	-0.042800	0.045056	1.000	2c	-0.102100	0.045056	1.000		
2d	0.028400	0.045056	1.000	2d	-0.073700	0.045056	1.000		
3a	0.016500	0.045056	1.000	3a	-0.085600	0.045056	1.000		
3b	0.102100	0.045056	1.000	3c	0.018700	0.045056	1.000		
3c	0.120800	0.045056	1.000	3d	0.072200	0.045056	1.000		

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
Skenario 3c	4a	-0.160100	0.045056	0.139
	4b	-0.091500	0.045056	1.000
	4c	-0.178400*	0.045056	0.030
	4d	-0.035700	0.045056	1.000
	5a	-0.208300*	0.045056	0.002
	5b	-0.207500*	0.045056	0.002
	5c	-0.162400	0.045056	0.116
	5d	-0.195300*	0.045056	0.007
	6a	-0.236300*	0.045056	0.000
	6b	-0.246300*	0.045056	0.000
	6c	-0.246900*	0.045056	0.000
	6d	-0.223900*	0.045056	0.000
	0	0.330600*	0.045056	0.000
	1a	0.268600*	0.045056	0.000
	1b	0.293600*	0.045056	0.000
	1c	0.273500*	0.045056	0.000
1d	0.298800*	0.045056	0.000	
2a	-0.128000	0.045056	1.000	
2b	-0.163600	0.045056	0.105	
2c	-0.120800	0.045056	1.000	
2d	-0.092400	0.045056	1.000	
3a	-0.104300	0.045056	1.000	
3b	-0.018700	0.045056	1.000	
3d	0.053500	0.045056	1.000	
4a	-0.178800*	0.045056	0.029	
4b	-0.110200	0.045056	1.000	
4c	-0.197100*	0.045056	0.006	
4d	-0.054400	0.045056	1.000	
5a	-0.227000*	0.045056	0.000	
5b	-0.226200*	0.045056	0.000	
5c	-0.181100*	0.045056	0.024	
5d	-0.214000*	0.045056	0.001	
6a	-0.255000*	0.045056	0.000	
6b	-0.265000*	0.045056	0.000	
6c	-0.265600*	0.045056	0.000	
6d	-0.242600*	0.045056	0.000	
0	0.277100*	0.045056	0.000	
1a	0.215100*	0.045056	0.001	
1b	0.240100*	0.045056	0.000	
1c	0.220000*	0.045056	0.001	
1d	0.245300*	0.045056	0.000	
2a	-0.181500*	0.045056	0.023	
2b	-0.217100*	0.045056	0.001	
2c	-0.174300*	0.045056	0.043	
2d	-0.145900	0.045056	0.415	
3a	-0.157800	0.045056	0.167	
3b	-0.072200	0.045056	1.000	
3c	-0.053500	0.045056	1.000	
4a	-0.232300*	0.045056	0.000	
4b	-0.163700	0.045056	0.104	
4c	-0.250600*	0.045056	0.000	
4d	-0.107900	0.045056	1.000	
5a	-0.280500*	0.045056	0.000	
5b	-0.279700*	0.045056	0.000	
5c	-0.234600*	0.045056	0.000	
5d	-0.267500*	0.045056	0.000	
6a	-0.308500*	0.045056	0.000	
6b	-0.318500*	0.045056	0.000	
6c	-0.319100*	0.045056	0.000	
6d	-0.296100*	0.045056	0.000	
0	0.509400*	0.045056	0.000	
1a	0.447400*	0.045056	0.000	
1b	0.472400*	0.045056	0.000	
1c	0.452300*	0.045056	0.000	
1d	0.477600*	0.045056	0.000	
2a	0.050800	0.045056	1.000	
2b	0.015200	0.045056	1.000	
2c	0.058000	0.045056	1.000	
2d	0.086400	0.045056	1.000	
3a	0.074500	0.045056	1.000	
3b	0.160100	0.045056	0.139	
3c	0.178800*	0.045056	0.029	
3d	0.232300*	0.045056	0.000	

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
Skenario 4b	4b	0.068600	0.045056	1.000
	4c	-0.018300	0.045056	1.000
	4d	0.124400	0.045056	1.000
	5a	-0.048200	0.045056	1.000
	5b	-0.047400	0.045056	1.000
	5c	-0.002300	0.045056	1.000
	5d	-0.035200	0.045056	1.000
	6a	-0.076200	0.045056	1.000
	6b	-0.086200	0.045056	1.000
	6c	-0.086800	0.045056	1.000
	6d	-0.063800	0.045056	1.000
	0	0.440800*	0.045056	0.000
	1a	0.378800*	0.045056	0.000
	1b	0.403800*	0.045056	0.000
	1c	0.383700*	0.045056	0.000
	1d	0.409000*	0.045056	0.000
2a	-0.017800	0.045056	1.000	
2b	-0.053400	0.045056	1.000	
2c	-0.010600	0.045056	1.000	
2d	0.017800	0.045056	1.000	
3a	0.005900	0.045056	1.000	
3b	0.091500	0.045056	1.000	
3c	0.110200	0.045056	1.000	
3d	0.163700	0.045056	0.104	
4a	-0.068600	0.045056	1.000	
4c	-0.086900	0.045056	1.000	
4d	0.055800	0.045056	1.000	
5a	-0.116800	0.045056	1.000	
5b	-0.116000	0.045056	1.000	
5c	-0.070900	0.045056	1.000	
5d	-0.103800	0.045056	1.000	
6a	-0.144800	0.045056	0.451	
6b	-0.154800	0.045056	0.211	
6c	-0.155400	0.045056	0.201	
6d	-0.132400	0.045056	1.000	
0	0.527700*	0.045056	0.000	
1a	0.465700*	0.045056	0.000	
1b	0.490700*	0.045056	0.000	
1c	0.470600*	0.045056	0.000	
1d	0.495900*	0.045056	0.000	
2a	0.069100	0.045056	1.000	
2b	0.033500	0.045056	1.000	
2c	0.076300	0.045056	1.000	
2d	0.104700	0.045056	1.000	
3a	0.092800	0.045056	1.000	
3b	0.178400*	0.045056	0.030	
3c	0.197100*	0.045056	0.006	
3d	0.250600*	0.045056	0.000	
4a	0.018300	0.045056	1.000	
4b	0.086900	0.045056	1.000	
4d	0.142700	0.045056	0.526	
5a	-0.029900	0.045056	1.000	
5b	-0.029100	0.045056	1.000	
5c	0.016000	0.045056	1.000	
5d	-0.016900	0.045056	1.000	
6a	-0.057900	0.045056	1.000	
6b	-0.067900	0.045056	1.000	
6c	-0.068500	0.045056	1.000	
6d	-0.045500	0.045056	1.000	
0	0.385000*	0.045056	0.000	
1a	0.323000*	0.045056	0.000	
1b	0.348000*	0.045056	0.000	
1c	0.327900*	0.045056	0.000	
1d	0.353200*	0.045056	0.000	
2a	-0.073600	0.045056	1.000	
2b	-0.109200	0.045056	1.000	
2c	-0.066400	0.045056	1.000	
2d	-0.038000	0.045056	1.000	
3a	-0.049900	0.045056	1.000	
3b	0.035700	0.045056	1.000	
3c	0.054400	0.045056	1.000	
3d	0.107900	0.045056	1.000	
4a	-0.124400	0.045056	1.000	

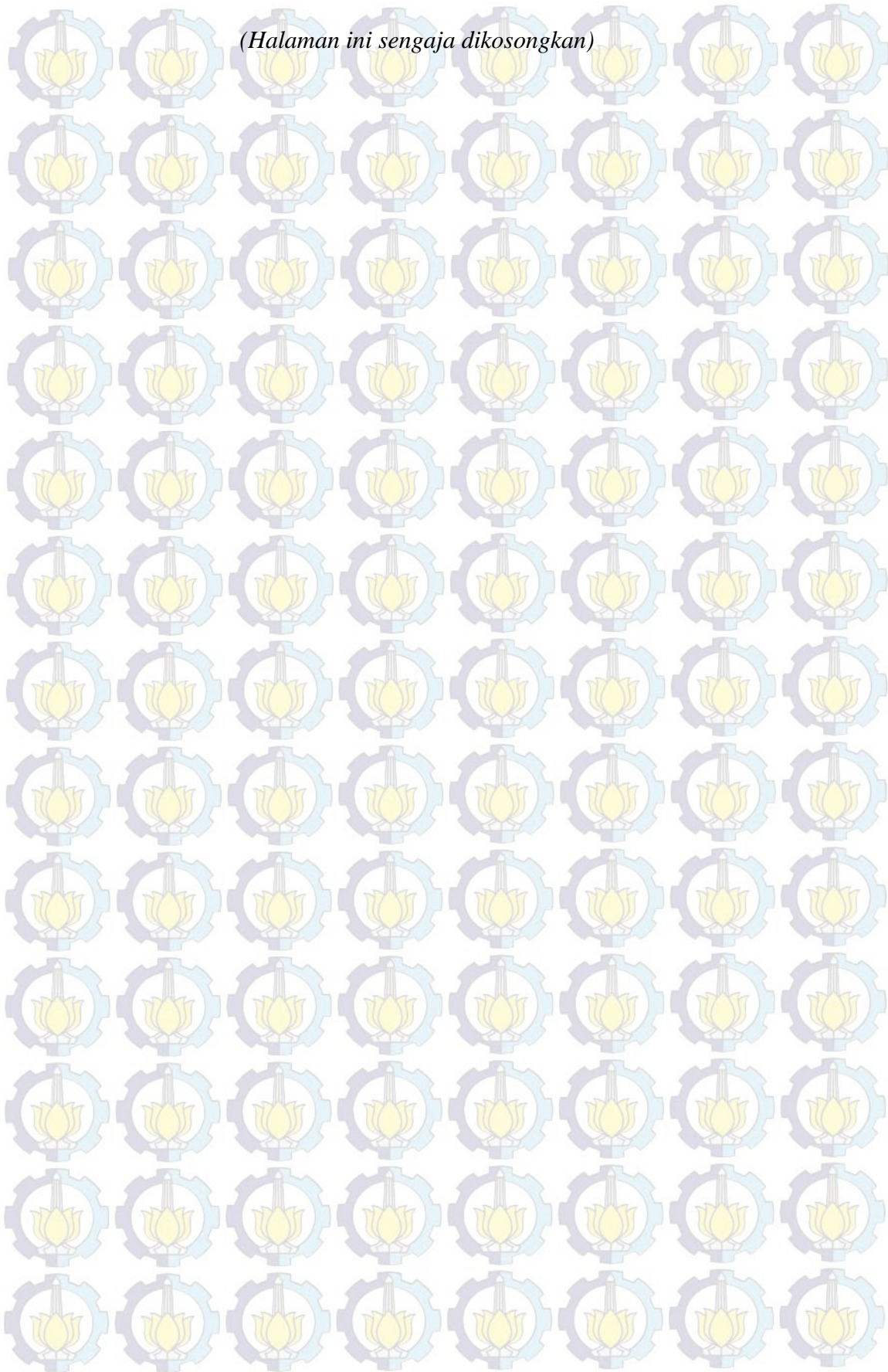
Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.	Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.
	4b	-0.055800	0.045056	1.000		4c	-0.016000	0.045056	1.000
	4c	-0.142700	0.045056	0.526		4d	0.126700	0.045056	1.000
	5a	-0.172600*	0.045056	0.050		5a	-0.045900	0.045056	1.000
	5b	-0.171800	0.045056	0.053		5b	-0.045100	0.045056	1.000
	5c	-0.126700	0.045056	1.000		5d	-0.032900	0.045056	1.000
	5d	-0.159600	0.045056	0.145		6a	-0.073900	0.045056	1.000
	6a	-0.200600*	0.045056	0.004		6b	-0.083900	0.045056	1.000
	6b	-0.210600*	0.045056	0.002		6c	-0.084500	0.045056	1.000
	6c	-0.211200*	0.045056	0.001		6d	-0.061500	0.045056	1.000
	6d	-0.188200*	0.045056	0.013		0	0.544600*	0.045056	0.000
Skenario 5a	0	0.557600*	0.045056	0.000	Skenario 5d	1a	0.482600*	0.045056	0.000
	1a	0.495600*	0.045056	0.000		1b	0.507600*	0.045056	0.000
	1b	0.520600*	0.045056	0.000		1c	0.487500*	0.045056	0.000
	1c	0.500500*	0.045056	0.000		1d	0.512800*	0.045056	0.000
	1d	0.525800*	0.045056	0.000		2a	0.086000	0.045056	1.000
	2a	0.099000	0.045056	1.000		2b	0.050400	0.045056	1.000
	2b	0.063400	0.045056	1.000		2c	0.093200	0.045056	1.000
	2c	0.106200	0.045056	1.000		2d	0.121600	0.045056	1.000
	2d	0.134600	0.045056	0.938		3a	0.109700	0.045056	1.000
	3a	0.122700	0.045056	1.000		3b	0.195300*	0.045056	0.007
	3b	0.208300*	0.045056	0.002		3c	0.214000*	0.045056	0.001
	3c	0.227000*	0.045056	0.000		3d	0.267500*	0.045056	0.000
	3d	0.280500*	0.045056	0.000		4a	0.035200	0.045056	1.000
	4a	0.048200	0.045056	1.000		4b	0.103800	0.045056	1.000
	4b	0.116800	0.045056	1.000		4c	0.016900	0.045056	1.000
	4c	0.029900	0.045056	1.000		4d	0.159600	0.045056	0.145
	4d	0.172600*	0.045056	0.050		5a	-0.013000	0.045056	1.000
	5b	0.000800	0.045056	1.000		5b	-0.012200	0.045056	1.000
	5c	0.045900	0.045056	1.000		5c	0.032900	0.045056	1.000
	5d	0.013000	0.045056	1.000		6a	-0.041000	0.045056	1.000
6a	-0.028000	0.045056	1.000	6b	-0.051000	0.045056	1.000		
6b	-0.038000	0.045056	1.000	6c	-0.051600	0.045056	1.000		
6c	-0.038600	0.045056	1.000	6d	-0.028600	0.045056	1.000		
6d	-0.015600	0.045056	1.000	0	0.585600*	0.045056	0.000		
Skenario 5b	0	0.556800*	0.045056	0.000	Skenario 6a	1a	0.523600*	0.045056	0.000
	1a	0.494800*	0.045056	0.000		1b	0.548600*	0.045056	0.000
	1b	0.519800*	0.045056	0.000		1c	0.528500*	0.045056	0.000
	1c	0.499700*	0.045056	0.000		1d	0.553800*	0.045056	0.000
	1d	0.525000*	0.045056	0.000		2a	0.127000	0.045056	1.000
	2a	0.098200	0.045056	1.000		2b	0.091400	0.045056	1.000
	2b	0.062600	0.045056	1.000		2c	0.134200	0.045056	0.964
	2c	0.105400	0.045056	1.000		2d	0.162600	0.045056	0.114
	2d	0.133800	0.045056	0.991		3a	0.150700	0.045056	0.289
	3a	0.121900	0.045056	1.000		3b	0.236300*	0.045056	0.000
	3b	0.207500*	0.045056	0.002		3c	0.255000*	0.045056	0.000
	3c	0.226200*	0.045056	0.000		3d	0.308500*	0.045056	0.000
	3d	0.279700*	0.045056	0.000		4a	0.076200	0.045056	1.000
	4a	0.047400	0.045056	1.000		4b	0.144800	0.045056	0.451
	4b	0.116000	0.045056	1.000		4c	0.057900	0.045056	1.000
	4c	0.029100	0.045056	1.000		4d	0.200600*	0.045056	0.004
	4d	0.171800	0.045056	0.053		5a	0.028000	0.045056	1.000
	5a	-0.000800	0.045056	1.000		5b	0.028800	0.045056	1.000
	5c	0.045100	0.045056	1.000		5c	0.073900	0.045056	1.000
	5d	0.012200	0.045056	1.000		5d	0.041000	0.045056	1.000
6a	-0.028800	0.045056	1.000	6b	-0.010000	0.045056	1.000		
6b	-0.038800	0.045056	1.000	6c	-0.010600	0.045056	1.000		
6c	-0.039400	0.045056	1.000	6d	0.012400	0.045056	1.000		
6d	-0.016400	0.045056	1.000	0	0.595600*	0.045056	0.000		
Skenario 5c	0	0.511700*	0.045056	0.000	Skenario 6b	1a	0.533600*	0.045056	0.000
	1a	0.449700*	0.045056	0.000		1b	0.558600*	0.045056	0.000
	1b	0.474700*	0.045056	0.000		1c	0.538500*	0.045056	0.000
	1c	0.454600*	0.045056	0.000		1d	0.563800*	0.045056	0.000
	1d	0.479900*	0.045056	0.000		2a	0.137000	0.045056	0.792
	2a	0.053100	0.045056	1.000		2b	0.101400	0.045056	1.000
	2b	0.017500	0.045056	1.000		2c	0.144200	0.045056	0.471
	2c	0.060300	0.045056	1.000		2d	0.172600*	0.045056	0.050
	2d	0.088700	0.045056	1.000		3a	0.160700	0.045056	0.132
	3a	0.076800	0.045056	1.000		3b	0.246300*	0.045056	0.000
	3b	0.162400	0.045056	0.116		3c	0.265000*	0.045056	0.000
	3c	0.181100*	0.045056	0.024		3d	0.318500*	0.045056	0.000
	3d	0.234600*	0.045056	0.000		4a	0.086200	0.045056	1.000
	4a	0.002300	0.045056	1.000		4b	0.154800	0.045056	0.211
	4b	0.070900	0.045056	1.000		4c	0.067900	0.045056	1.000

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.	
	4d	0.210600*	0.045056	0.002	
	5a	0.038000	0.045056	1.000	
	5b	0.038800	0.045056	1.000	
	5c	0.083900	0.045056	1.000	
	5d	0.051000	0.045056	1.000	
	6a	0.010000	0.045056	1.000	
	6c	-0.000600	0.045056	1.000	
	6d	0.022400	0.045056	1.000	
	Skenario 6c	0	0.596200*	0.045056	0.000
		1a	0.534200*	0.045056	0.000
		1b	0.559200*	0.045056	0.000
		1c	0.539100*	0.045056	0.000
		1d	0.564400*	0.045056	0.000
		2a	0.137600	0.045056	0.759
		2b	0.102000	0.045056	1.000
		2c	0.144800	0.045056	0.451
2d		0.173200*	0.045056	0.047	
3a		0.161300	0.045056	0.126	
3b		0.246900*	0.045056	0.000	
3c		0.265600*	0.045056	0.000	
3d		0.319100*	0.045056	0.000	
4a		0.086800	0.045056	1.000	
4b		0.155400	0.045056	0.201	
4c		0.068500	0.045056	1.000	
4d	.211200*	0.045056	0.001		
5a	0.038600	0.045056	1.000		
5b	0.039400	0.045056	1.000		
5c	0.084500	0.045056	1.000		

Skenario	Skenario	Mean Difference	Std. Error	Sig.	
	5d	0.051600	0.045056	1.000	
	6a	0.010600	0.045056	1.000	
	6b	0.000600	0.045056	1.000	
	6d	0.023000	0.045056	1.000	
	Skenario 6d	0	0.573200*	0.045056	0.000
		1a	0.511200*	0.045056	0.000
1b		0.536200*	0.045056	0.000	
1c		0.516100*	0.045056	0.000	
1d		0.541400*	0.045056	0.000	
2a		0.114600	0.045056	1.000	
2b		0.079000	0.045056	1.000	
2c		0.121800	0.045056	1.000	
2d		0.150200	0.045056	0.301	
3a		0.138300	0.045056	0.722	
3b		0.223900*	0.045056	0.000	
3c		0.242600*	0.045056	0.000	
3d		0.296100*	0.045056	0.000	
4a		0.063800	0.045056	1.000	
4b		0.132400	0.045056	1.000	
4c		0.045500	0.045056	1.000	
4d		0.188200*	0.045056	0.013	
5a		0.015600	0.045056	1.000	
5b		0.016400	0.045056	1.000	
5c		0.061500	0.045056	1.000	
5d	0.028600	0.045056	1.000		
6a	-0.012400	0.045056	1.000		
6b	-0.022400	0.045056	1.000		
6c	-0.023000	0.045056	1.000		

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BIOGRAFI PENULIS



Reika Ermansa lahir di Jepang pada tanggal 31 Juli 1993. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Djusman Sajuti dan Erlina. Pendidikan formal yang ditempuh penulis berawal dari SDN Puspiptek, SMPN 8 Kota Tangerang Selatan, SMAN 2 Kota Tangerang Selatan, hingga ke jenjang sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember jurusan Teknik Industri pada tahun 2011.

Selama menjadi mahasiswa, penulis turut aktif dalam berbagai kepanitiaan, organisasi, perlombaan karya tulis ilmiah, serta penelitian. Penulis tercatat sebagai staf Departemen Kewirausahaan BPH HMTI ITS 2012/2013 dan Sekretaris Departemen Kewirausahaan BPH HMTI ITS 2013/2014. Pada bulan Oktober 2013 penulis berkesempatan menjadi salah satu asisten Laboratorium *Logistics & Supply Chain Management (LSCM)* Jurusan Teknik Industri ITS. Selama menjadi asisten, penulis pernah menjadi asisten mata kuliah Perencanaan dan Pengendalian Produksi (PPC) dan Manajemen Logistik. Selain itu, penulis turut menjadi asisten dalam beberapa riset yang dikerjakan oleh dosen di bawah naungan laboratorium LSCM. Penulis juga pernah memperoleh penghargaan *Top 25 Teams* dalam Lomba Keilmuan Teknik Industri Universitas Indonesia tahun 2014.

Dalam rangka pengaplikasian keilmuan, penulis pernah melakukan kerja praktek di PT. Sharp Electronics Indonesia (SEID) pada Departemen Distribusi. Penelitian yang dilakukan berjudul “Sistem Alokasi, Distribusi, dan Pergudangan untuk Produk Elektronik PT. Sharp Electronics Indonesia (SEID)”. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail di reikaermansa@gmail.com.

Kajian Peningkatan *Lifting* LPG *Pressurized* di Depot Balongan (Studi Kasus: PT. Pertamina (Persero))

Reika Ermansa dan I Nyoman Pujawan

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: reikaermansa@gmail.com ; pujawan@ie.its.ac.id

Abstrak—Dalam sistem suplai dan distribusi LPG, total target, frekuensi injeksi kapal, jumlah truk, dan pengaturan tangki memiliki hubungan yang kuat untuk mencapai performansi harian. Penerimaan suplai berasal dari hasil produksi kilang dan injeksi kapal. Sedangkan, distribusi dilakukan ke SP(P)BE/agen melalui jalur kilang dan jalur depot. Produk yang disalurkan berupa unit curah dan unit tabung. Namun, penyaluran LPG dari kilang memiliki berbagai permasalahan operasional. Oleh karena itu, jalur penyaluran LPG dari kilang akan ditutup dan semua pendistribusian dialihkan ke depot. Dalam penelitian ini dilakukan pencarian kombinasi terbaik antara pengaturan total DOT (*Daily of Throughput*), frekuensi injeksi kapal, jumlah truk, dan waktu suplai distribusi. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan penyaluran LPG di Depot Balongan serta melihat kemampuan maksimum tangki. Penelitian ini mengembangkan model simulasi yang meniru aktivitas suplai dan distribusi dengan menggunakan *software* ARENA. Simulasi dilakukan untuk meniru kondisi eksisting terlebih dahulu untuk melihat *bottleneck* yang terjadi. Pada kondisi eksisting terlihat bahwa pengaturan penggunaan tangki belum maksimal sehingga menyebabkan stok rendah dan *lifting* harian tidak seimbang untuk tiap unit yang disalurkan. Beberapa skenario hasil pengembangan total DOT, frekuensi injeksi kapal, dan jumlah truk akan dikembangkan untuk mengatasi *bottleneck* yang ada. Setiap skenario dievaluasi nilai performansi *lifting* dan utilisasi tangki. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir seluruh skenario yang dikembangkan memiliki dampak signifikan terhadap kondisi eksisting. Skenario terpilih ialah skenario yang berada dalam garis *frontier* dan memiliki nilai performansi tinggi.

Kata Kunci—Distribusi, *Lifting* LPG, Performansi, Simulasi, Suplai.

I. PENDAHULUAN

LIQUIFIED Petroleum Gas (LPG) merupakan salah satu kebutuhan pokok yang tidak dapat diabaikan. Hal ini menjadi tantangan bagi perusahaan minyak dan gas untuk dapat memenuhi permintaan konsumen dengan suplai yang cukup. Sejalan pula dengan kondisi kebutuhan LPG nasional yang terus mengalami pertumbuhan pesat dalam beberapa tahun terakhir, khususnya pada sektor rumah tangga [1]. Adanya program konversi minyak tanah ke gas yang diterapkan berdasarkan Perpres No. 104 Tahun 2007 [2] menjadi faktor pendukung peningkatan kebutuhan LPG.

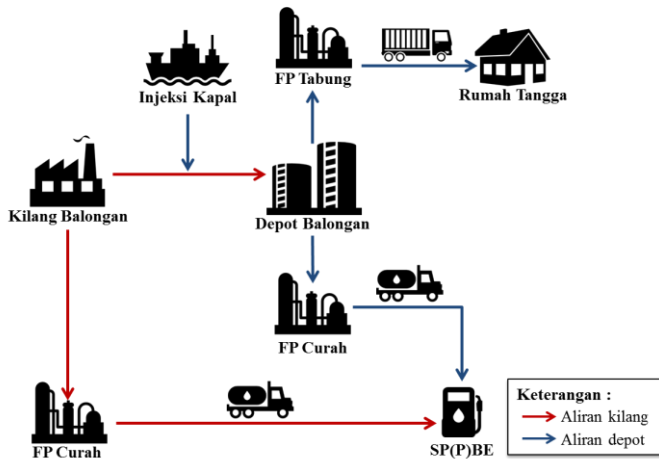
Tingkat konsumsi LPG yang diperkirakan selalu meningkat ini menyebabkan suplai distribusi LPG memiliki peranan

sangat penting dalam memastikan ketersediaan LPG di konsumen. Oleh karena itu, diperlukan suatu fungsi khusus yang memperhatikan penanganan LPG nasional. Lalu jika dilihat dari margin keuntungan LPG yang rendah, maka dibutuhkan penanganan suplai distribusi yang efektif dan efisien untuk memaksimalkan profit. Efektivitas dilihat dari model distribusi yang paling optimal. Sedangkan, efisiensi dapat dilihat dari besarnya biaya distribusi yang dikeluarkan.

PT. Pertamina (Persero) merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang melakukan pengelolaan aktivitas minyak dan gas bumi mulai dari sektor hulu hingga sektor hilir. Pertamina saat ini berfokus untuk ekspansi bisnis sektor hulu dan efisiensi bisnis sektor hilir. Upaya Pertamina dalam mencapai tingkat efisiensi sektor hilir ialah dengan membentuk divisi khusus yang menjembatani sektor hulu dan hilir. Divisi ini dikenal dengan nama *Integrated Supply Chain* (ISC). Salah satu aktivitas divisi ini adalah aktivitas suplai dan distribusi LPG di area Balongan. Suplai didefinisikan sebagai seberapa banyak produk yang dapat ditawarkan ke konsumen [3]. Sedangkan, distribusi merupakan sekumpulan organisasi yang melakukan proses penyaluran barang atau jasa untuk dikonsumsi oleh konsumen [4]. Hampir semua produk tidak terlepas dari aktivitas suplai distribusi. Area Balongan memegang penyaluran LPG untuk Region Domestik III yang terdiri dari wilayah Indramayu, Cirebon, Majalengka, Kuningan, sebagian daerah Bandung, sebagian daerah Semarang, dan sebagian daerah Jakarta.

Depot Balongan termasuk salah satu fasilitas *filling plant* Pertamina yang mendistribusikan LPG campuran *pressurized*. Depot menerima pasokan LPG *pressurized* dari Kilang Balongan. Kilang menghasilkan LPG sekitar 900 MT (*Metric Ton*) per hari. Produk hasil kilang akan didistribusikan ke konsumen dan Stasiun Pengisian dan Pengangkutan *Bulk* Elpiji (SPPBE) atau Stasiun Pengisian *Bulk* Elpiji (SPBE) melalui dua model distribusi. Proses pendistribusian LPG dalam Pertamina dikenal juga dengan istilah *lifting*. Model distribusi LPG di Balongan secara umum dapat dilihat pada Gambar 1.

Model pertama ialah penyaluran LPG melalui jalur darat dari Kilang Balongan ke SP(P)BE sekitar 600 MT/hari. LPG dari tiap tangki di Kilang Balongan akan dialirkan ke pengisian unit curah tiap *skid tank*. Setelah itu, *skid tank* yang telah terisi penuh akan dijalankan langsung ke SP(P)BE.



Gambar 1. *Process flow* LPG kilang dan Depot Balongan

Selanjutnya model kedua ialah pengaliran LPG dari Kilang Balongan ke SP(P)BE melalui Depot Balongan. Proses pengaliran LPG dari kilang ke tangki depot akan dilakukan melalui jalur pipa. Ketika depot mengalami kekurangan produksi atau *shutdown* mesin produksi, maka depot akan menerima suplai LPG dari kapal injeksi melalui jalur pipa. Proses penerimaan suplai dari kilang dan kapal injeksi melalui jalur pipa tidak dapat dilakukan secara simultan.

Melihat dari dua model distribusi LPG di atas, distribusi LPG tentunya tidak lepas dari berbagai hambatan, baik bersifat teknis maupun non teknis. Permasalahan yang terjadi saat ini ialah penyaluran LPG melalui jalur darat dari kilang ke SP(P)BE seperti pada model 1. Model ini akan memberikan dampak pada operasional kilang. Kondisi area sekitar kilang akan mengalami kepadatan lalu lintas *skid tank* dimana proporsi penyaluran LPG antara model 1 dan model 2 ialah 60% : 40%. Berdasarkan kondisi aktual di lapangan, banyak *skid tank* yang ingin masuk kilang tidak memenuhi standar sesuai PP No. 44 Tahun 1993 [5]. Kondisi ini mengakibatkan banyak *skid tank* tidak diperbolehkan masuk kilang dan melakukan pengisian LPG.

Dari sisi geografis, letak kilang yang dekat dengan laut mengakibatkan ketidakamanan bagi *skid tank* untuk melintas di area tersebut. Berbagai kondisi di atas menyebabkan *skid tank* tidak dapat melakukan pengisian LPG dan adanya penumpukan LPG di kilang. Hal ini berdampak pada kebutuhan LPG konsumen tidak terpenuhi dan terjadi penurunan performansi harian. Melihat dari kondisi tersebut, maka akan dilakukan kajian untuk menghentikan penyaluran LPG di kilang dengan meningkatkan penyaluran LPG di depot.

Dalam penelitian ini akan dilakukan kajian yang dapat menyelesaikan permasalahan suplai distribusi di area Balongan sehingga perputaran LPG di Balongan maksimal. Perputaran LPG yang baik akan memberikan kestabilan dalam mendistribusikan LPG ke konsumen. Suplai LPG berasal dari kilang dan injeksi kapal. Suplai LPG kilang selalu stabil sekitar 900 MT/hari. Sedangkan, jumlah DOT (*Daily of Throughput*) yang diinginkan sebesar 1000 MT/hari. Sehingga, parameter suplai yang dapat diatur ialah frekuensi injeksi kapal. Setiap penambahan frekuensi injeksi kapal akan

berdampak pada peningkatan jumlah penyaluran LPG di depot dan jumlah truk yang dibutuhkan. Sesuai penjelasan di atas, maka diperlukan penelitian terkait pengaruh pengaturan DOT kilang, DOT depot, frekuensi injeksi kapal, jumlah truk, dan waktu suplai distribusi LPG terhadap performansi penyaluran harian dan utilisasi tangki depot.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahap Pengumpulan Data

Dalam tahapan ini akan dilakukan proses pengumpulan seluruh kebutuhan data penelitian. Proses pengumpulan data dilakukan guna mendukung hipotesis dari penelitian. Seluruh data diperoleh dari Divisi ISC Pertamina melalui data sekunder perusahaan dan wawancara dengan pihak terkait.

B. Tahap Pengolahan Data

Proses pengolahan data terdiri dari perancangan model konseptual dan *fitting* distribusi. Dalam melakukan suatu proses simulasi sistem diperlukan pembangunan model konseptual. Model konseptual membantu penulis dalam memastikan pembangunan model telah sesuai dengan sistem nyata, serta memfokuskan permasalahan pada suatu hakiki tertentu. Pada penelitian ini model konseptual yang dibangun berlandaskan dari data kebijakan eksisting pola suplai dan distribusi LPG.

Dari hasil pengolahan diharapkan dapat terlihat kondisi eksisting dari performansi *lifting* dan utilisasi tangki. Performansi *lifting* akan dilihat berdasarkan pada jumlah aktual *lifting* LPG harian terhadap standar DOT yang ditentukan [6]. Lalu untuk melakukan perhitungan utilisasi tangki mengacu pada (1) dan (2).

$$\overline{LP}_x (\%) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_{xi}}{DOT} \right)}{n} \tag{1}$$

Keterangan:

\overline{LP}_x = rata-rata performansi *lifting* harian (%)

Q_{xi} = jumlah *lifting* LPG harian (MT)

DOT = jumlah target harian atau *daily of throughput* (MT)

n = jumlah hari operasional dalam setahun (hari)

k = jumlah area *lifting* LPG

$$\overline{TU}_x (\%) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{S_{xi}}{C_{xi}} \right)}{n} \tag{2}$$

Keterangan:

\overline{TU}_x = rata-rata utilisasi tangki harian (%)

S_{xi} = stok tangki (MT)

C_{xi} = kapasitas tangki (MT)

n = jumlah hari operasional dalam setahun (hari)

k = jumlah area suplai tangki LPG

C. Tahap Pembangunan dan Running Model Simulasi Eksisting

Pembuatan model simulasi menggunakan bantuan *software* ARENA dengan berlandaskan pada model konseptual. Model yang dibangun memperhatikan kemungkinan terjadinya faktor-faktor ketidakpastian. Oleh karena itu, simulasi lebih tepat digunakan dalam menggambarkan kondisi sistem beserta seluruh faktor ketidakpastiannya dibandingkan dengan model matematis atau heuristik. Sehingga dapat diperoleh keputusan terintegrasi antara suplai dan distribusi LPG, serta terlihat efektivitas dan efisiensi sistem eksisting. Setelah model simulasi sistem eksisting telah dibuat dan di-*running*, maka akan dilakukan pengujian apakah model telah merepresentasikan sistem nyata dengan baik. Pengujian dilakukan melalui uji verifikasi dan uji validasi model.

D. Tahap Perancangan dan Running Skenario Perbaikan

Dalam skenario perbaikan tidak ada penyaluran LPG di FP kilang. Skenario dikembangkan dari hasil kombinasi total DOT dan frekuensi injeksi kapal. Hasil kombinasi skenario perbaikan mempertimbangkan pengaturan waktu suplai, jumlah truk, dan penggunaan tangki depot. Selain itu, pengaturan waktu suplai distribusi memiliki peranan penting untuk mengoptimalkan kinerja dari pipa dan tangki yang dimiliki.

E. Tahap Analisis dan Interpretasi Hasil

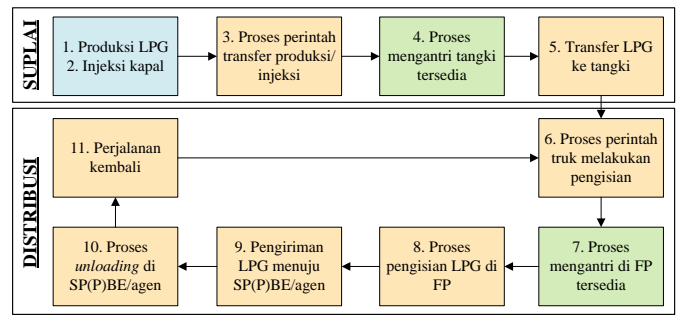
Model simulasi yang dirancang bertujuan untuk memperoleh jumlah *lifting* LPG dan utilisasi tangki maksimal dengan adanya pengaturan DOT dan injeksi kapal. Dari tiap skenario perbaikan akan dilakukan replikasi dengan tujuan mengumpulkan nilai *lifting* harian dan utilisasi tangki. Proses pemilihan skenario terbaik menggunakan pendekatan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) yang berfungsi melihat signifikansi antar skenario. Sehingga dapat dilakukan analisis terhadap hasil yang diperoleh dari simulasi kondisi eksisting dan kondisi perbaikan.

III. PENGOLAHAN DATA

A. Sistem Eksisting Suplai Distribusi LPG

Secara keseluruhan aktivitas sistem suplai distribusi dalam satu siklus dapat didefinisikan dari model kebijakan eksisting yang digunakan. Proses klasifikasi tiap aktivitas akan digambarkan ke dalam *process flow* diagram untuk simplifikasi penentuan waktu proses tiap aktivitas. Penelitian ini fokus dalam dua proses amatan sistem, yaitu proses suplai dan proses distribusi. Tiap aktivitas akan ditampilkan dalam Gambar 2.

Pembangunan model simulasi eksisting akan dilakukan berdasarkan tahapan dalam *process flow diagram* dengan menggunakan *software* ARENA. Periode simulasi akan dijalankan selama 1 tahun sesuai dengan data historis yang digunakan. Berikut deskripsi tiap aktivitas pada Gambar 2.



Gambar 2. *Process flow diagram* suplai distribusi LPG keseluruhan

1) Produksi LPG

Suplai LPG untuk kilang dan depot ialah berasal dari hasil produksi kilang. Dalam sehari kilang dapat menghasilkan LPG campuran *pressurized* sekitar 900 MT. Suplai kilang ke depot nantinya akan dialirkan dengan menggunakan jalur pipa.

2) Injeksi kapal

Selain menerima suplai dari kilang, depot juga menerima suplai LPG dari proses injeksi kapal. Injeksi kapal umumnya dilakukan ketika mesin penghasil LPG di kilang mengalami shutdown atau adanya kekurangan pasokan dari kilang. Jumlah muatan yang dibawa kapal tiap injeksi sekitar 2000 MT.

3) Proses perintah transfer produksi dan injeksi kapal, proses mengantri tangki tersedia, dan transfer LPG ke tangki

Semua input suplai kilang dan depot akan ditransfer ke masing-masing tangki. Pada input dari hasil produksi kilang akan dilakukan transfer untuk ke kilang dan depot. Sebelum dialirkan ke tangki depot, hasil produksi akan dialirkan ke tangki kilang. Seluruh proses transfer suplai LPG ini akan dilakukan melalui jalur pipa. Namun, untuk pengaliran LPG ke tangki depot tidak dapat dilakukan simultan antara suplai dari kilang dan suplai dari injeksi kapal.

4) Proses perintah truk melakukan pengisian, proses mengantri di FP tersedia, dan proses pengisian LPG di FP

Proses penentuan perintah pengisian merupakan aktivitas awal yang harus dilakukan sebelum kendaraan melakukan pengiriman ke konsumen. Pengiriman akan dilakukan tiap hari menuju 46 titik *demand* untuk memenuhi permintaan bulanan yang sudah ditetapkan. Pengiriman ke SP(P)BE dan agen dapat dilakukan lebih dari satu kali dalam sehari bergantung pada permintaannya. Setelah itu, kendaraan dapat melakukan pengisian LPG di tiap FP sebelum melakukan pengiriman menuju SP(P)BE/agen. Sebelum melakukan pengisian, akan terjadi kemungkinan proses antri pengisian. Proses antri dapat terjadi ketika FP yang ada masih melakukan proses pengisian sebelumnya. Ketika proses pengisian telah selesai, maka akan dilakukan *update* stok LPG di tiap tangki.

5) Pengiriman LPG menuju SP(P)BE/agen, proses unloading di SP(P)BE/agen, dan perjalanan kembali dari SP(P)BE/agen

Tiap kendaraan yang telah berisi muatan dapat melakukan pengiriman menuju tujuannya masing-masing, baik ke SP(P)BE ataupun agen LPG. Pengiriman hanya dilakukan pada jam operasional kilang dan depot. Setelah kendaraan sampai ke tujuan, maka dapat dilakukan proses bongkar muat.

Proses bongkar muat hanya dilakukan pada jam operasi SP(P)BE/agen. Kendaraan yang telah melakukan pengisian akan dijalankan kembali menuju kilang dan depot untuk menunggu perintah pengiriman selanjutnya.

B. Skenario Perbaikan Sistem

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian penutupan jalur distribusi melalui kilang namun tetap dapat meningkatkan target harian dan utilisasi tangki. Hal ini disebabkan oleh dampak operasional yang terjadi pada kondisi aktual. Terdapat banyak *skid tank* yang tidak dapat melakukan pengisian sehingga menyebabkan penumpukan LPG di kilang. Kondisi ini tentunya berdampak pada performansi harian yang tidak dapat melampaui target.

Tabel 1.
Rincian skenario perbaikan

Skenario	DOT CD	DOT TD	Frekuensi Injeksi	Jumlah Kendaraan	
				Skid tank	Truk
1a	900	100	2 x 2000 MT	90	30
1b				90	50
1c				110	30
1d				110	50
2a	1050	150	5 x 2000 MT	90	30
2b				90	50
2c				110	30
2d				110	50
3a	1200	200	8 x 2000 MT	90	30
3b				90	50
3c				110	30
3d				110	50
4a	1350	250	11 x 2000 MT	90	30
4b				90	50
4c				110	30
4d				110	50
5a	1500	300	14 x 2000 MT	90	30
5b				90	50
5c				110	30
5d				110	50
6a	1650	350	17 x 2000 MT	90	30
6b				90	50
6c				110	30
6d				110	50

Keterangan: CK = Curah Kilang, CD = Curah Depot, TD = Tabung Depot

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, maka akan dilakukan pengembangan skenario perbaikan sistem. Skenario dikembangkan dari hasil kombinasi antara total DOT, frekuensi injeksi kapal, dan jumlah truk. Ketiga parameter tersebut secara terintegrasi akan menjadi parameter untuk menentukan kombinasi terbaik yang dapat meningkatkan performansi. Selain itu, adanya penutupan satu jalur distribusi menyebabkan perubahan waktu suplai LPG ke depot, waktu injeksi kapal, dan penggunaan tangki depot. Pengaturan waktu suplai dan distribusi memiliki peranan penting untuk mengoptimalkan kinerja dari pipa dan tangki yang dimiliki. Beberapa alternatif skenario yang akan dieksplorasi dalam simulasi ini ialah sebagai berikut.

- 1) Menutup jalur distribusi LPG melalui darat dari kilang
- 2) Meningkatkan DOT depot
- 3) Meningkatkan frekuensi injeksi kapal per bulan
- 4) Melakukan sinkronisasi antara waktu suplai dari kilang dan injeksi

Dari rincian berbagai alternatif skenario yang dapat dilakukan, maka akan disusun rancangan skenario perbaikan. Skenario berpedoman pada nilai peningkatan DOT depot yang dapat diterapkan. Terdapat 24 skenario perbaikan yang berasal dari kombinasi DOT depot, jumlah injeksi kapal, dan jumlah truk. Tabel 1 memaparkan skenario perbaikan yang disusun.

IV. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

A. Analisis Simulasi Kondisi Eksisting

Pada kondisi eksisting, tangki yang digunakan umumnya hanya pada tangki tertentu tanpa mempertimbangkan stok tersedia tiap tangki. Oleh karena itu, utilisasi tangki belum maksimal dalam proses penerimaan suplai. Permasalahan lain dalam proses suplai ialah jumlah suplai yang didapatkan. Jenis suplai rutin yang selalu diterima berasal dari hasil produksi kilang sebesar ± 900 MT. Sedangkan, jumlah target yang ingin dicapai sebesar 1000 MT. Sisa suplai akan didapatkan dari injeksi kapal apabila dilakukan *order*. Dari kondisi eksisting permintaan akan injeksi kapal masih sangat minim dan belum dimanfaatkan dengan baik. Sehingga terdapat hari yang memiliki stok minim dan jumlah *lifting* di bawah target.

Padatnya aktivitas *input-output* yang harus dilakukan oleh tangki menyebabkan pengaturan waktu penggunaan menjadi sangat penting. Sehingga dapat meminimalkan proses menunggu antar aktivitas. Begitu pula dengan pengaturan pemilihan tangki yang akan digunakan sehingga pemanfaatan tiap tangki dapat maksimal. Hasil *running* memberikan nilai rata-rata *Aggregate Lifting Performance (ALP)* sebesar 101% dengan *Aggregate Tank Utilization (ATU)* sebesar 32%. Nilai performansi hasil simulasi tidak berbeda signifikan dengan nilai performansi pada kondisi eksisting.

B. Analisis Simulasi Skenario Perbaikan

Proses suplai distribusi yang dirancang pada skenario perbaikan tidak jauh berbeda dengan kondisi eksisting. Namun, jalur penyaluran LPG curah dari kilang ke konsumen ditutup sehingga hanya terdapat penyaluran LPG dari depot. Seluruh permintaan yang dilayani oleh kilang akan dialihkan ke depot. Hal ini menyebabkan jumlah truk di depot akan bertambah menjadi 90 unit. Model perintah pengiriman LPG yang dilakukan juga sama dengan kondisi eksisting.

Berdasarkan hasil *running* skenario eksisting diperoleh nilai *ALP* maksimal pada skenario 2. Skenario 2 merupakan kombinasi dari total DOT sebesar 1200 MT dan 5 kali injeksi perbulan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan maksimal yang dapat dilakukan oleh depot ialah ketika total DOT sebesar 1200 MT. Semakin besar DOT yang ditetapkan akan menyebabkan penyaluran tidak dapat melebihi target seperti pada Skenario 5 dan 6. Hal ini dapat disebabkan oleh

kecepatan suplai dari jalur pipa dan kecepatan pengisian LPG ke dalam kendaraan yang tidak dapat mencapai nilai DOT tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa total DOT maksimal yang dapat dicapai untuk melebihi target harian ialah sebesar 1600 MT (Skenario 4).

Pada Skenario 6 terlihat bahwa nilai *ALP* paling rendah dibandingkan skenario lainnya walaupun sudah dilakukan percobaan terhadap beberapa kombinasi jumlah kendaraan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa depot tidak memiliki perbedaan yang signifikan apabila meningkatkan total DOT menjadi dua kali lipat. Nilai *ATU* terendah terletak pada Skenario 1. Nilai ini disebabkan oleh jumlah suplai yang diterima sedikit sehingga stok tidak lebih tinggi dibandingkan skenario lainnya. Skenario 1 merupakan percobaan terhadap kombinasi kondisi eksisting tanpa melakukan penyaluran LPG curah dari kilang. Sedangkan, pada Skenario 3 terjadi penurunan nilai *ATU* ketika dilakukan penambahan jumlah kendaraan. Hal ini karena jumlah kendaraan mencukupi untuk melakukan penyaluran LPG dan stok dapat tersalurkan ke tujuan. Kondisi ini juga terjadi pada hampir seluruh skenario yang memiliki nilai *ATU* lebih rendah ketika adanya penambahan jumlah kendaraan.

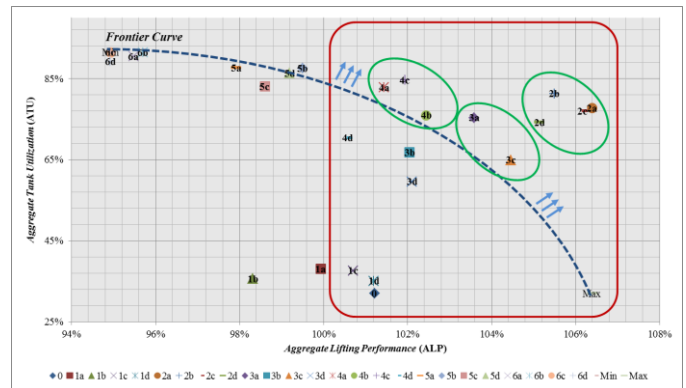
Skenario terbaik tidak dapat ditentukan dari nilai *ATU* tertinggi atau terendah saja karena hal ini belum tentu mengindikasikan bahwa penyaluran LPG baik. Pemilihan skenario terbaik harus dikombinasikan dengan parameter lainnya. Semakin tinggi nilai *ATU* berarti perputaran LPG untuk disalurkan rendah dan biaya simpan lebih tinggi. Sehingga kondisi belum efektif dari sisi cara penyaluran dan belum efisien dari sisi finansial.

C. Analisis Pemilihan Skenario Terbaik

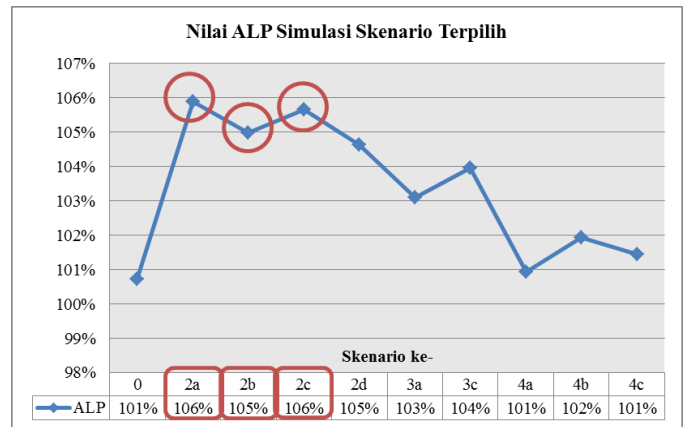
Pemilihan skenario terbaik dilihat dari nilai performansi tiap skenario yang terbaik beserta hasil uji signifikansi. Analisis uji signifikansi dilakukan untuk melihat skenario mana yang memiliki hasil paling signifikan berbeda dibandingkan dengan hasil kondisi eksisting. Secara operasional pemilihan skenario menggunakan nilai *ALP* dan *ATU* memiliki keterkaitan. Apabila *lifting* harian tinggi akan menghasilkan ketersediaan stok lebih rendah. Sehingga perlu dicari kombinasi terbaik yang menghasilkan nilai performansi penyaluran maksimal. Selain itu, terdapat kombinasi faktor lain yang berkaitan seperti jam operasional suplai, jumlah truk, dan jumlah suplai. Peningkatan jumlah suplai yang diterima tentunya menyebabkan perlunya pengaturan jam operasional suplai. Apabila tidak diperhatikan, maka suplai yang masuk ke dalam tangki tidak sebanding dengan jumlah suplai yang diminta.

Berdasarkan Gambar 3, skenario yang dipilih ialah skenario yang berada di atas garis *frontier* serta ketika nilai *ALP* $\geq 100\%$ dan *ATU* $\geq 50\%$. Hasil simulasi skenario terpilih dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Dari segi performansi terlihat jelas bahwa sembilan skenario terpilih lebih unggul dibandingkan kondisi eksisting. Langkah pertama pemilihan skenario terbaik akan disaring untuk tiga skenario yang memiliki nilai *ALP* tertinggi. Selanjutnya, ketiga skenario tersebut akan dipilih berdasarkan nilai *ATU* dan utilisasi

kendaraan terbaik. Utilisasi kendaraan menjadi tambahan faktor pemilihan skenario agar pemilihan dapat lebih spesifik. Dalam Gambar 4 terlihat bahwa Skenario 2a, 2b, dan 2c memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan skenario lainnya. Ketiga skenario ini menjadi kandidat skenario terbaik.

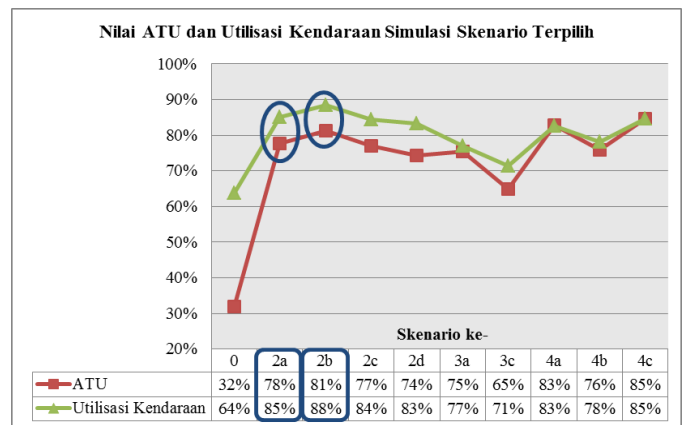


Gambar 3. Kelompok performansi skenario terpilih



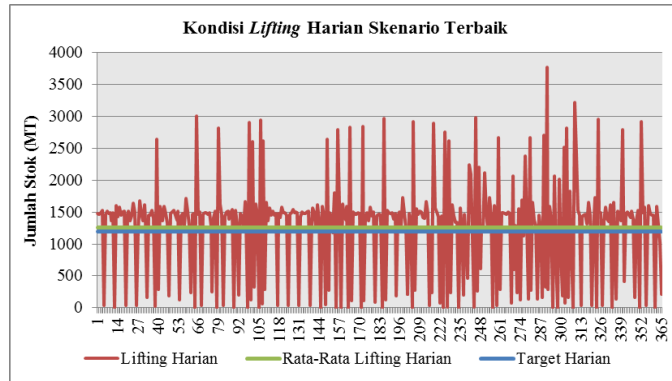
Gambar 6. Hasil simulasi skenario terpilih sesuai nilai performansi *lifting*

Dari ketiga kandidat skenario terbaik didapatkan bahwa Skenario 2a dan Skenario 2b memiliki nilai *ATU* dan utilisasi kendaraan lebih tinggi dibandingkan Skenario 2c. Lalu di antara Skenario 2a dan 2b tidak terdapat perbedaan yang cukup signifikan untuk nilai *ALP*, *ATU*, dan utilisasi kendaraan sehingga keduanya berpotensi untuk dipilih.

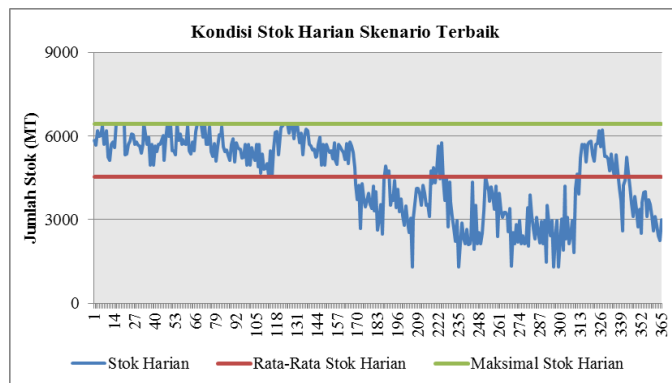


Gambar 5. Hasil simulasi skenario terpilih sesuai nilai utilisasi tangki dan kendaraan

Gambar 6 menampilkan fluktuasi pergerakan hasil simulasi *lifting* harian kondisi Skenario 2b. Selain memiliki nilai performansi *lifting* yang tinggi, terlihat pula bahwa garis rata-rata *lifting* harian berada di atas garis target yang ditetapkan. Hal ini mengindikasikan bahwa rata-rata jumlah *lifting* perharinya telah mencapai bahkan melebihi target.



Gambar 6. Kondisi *lifting* harian skenario 2b



Gambar 7. Kondisi stok harian skenario 2b

Gambar 7 memperlihatkan grafik pergerakan stok harian yang dihasilkan oleh simulasi Skenario 2b. Pada grafik terlihat bahwa rata-rata stok harian berada di atas setengah nilai maksimal stok harian. Hal ini berarti tangki memiliki cadangan stok yang cukup untukantisipasi. Selain itu, nilai terendah stok harian selalu berada di atas target harian sehingga tangki dapat selalu menyalurkan LPG tiap harinya. Kondisi ini sesuai dengan kebutuhan akan LPG yang perlu untuk disuplai tiap harinya. Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa kombinasi yang diatur untuk Skenario 2b akan memberikan hasil performansi harian terbaik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1) Model yang dirancang dalam penelitian ini telah mampu merepresentasikan aktivitas suplai dan distribusi LPG, serta mengembangkan berbagai kombinasi yang mempengaruhi. Dari *running* simulasi model eksisting

terlihat bahwa kondisi eksisting dapat dimaksimalkan dengan pengaturan kombinasi yang sesuai. Oleh karena itu, untuk mencapai kondisi maksimal penyaluran LPG, dapat mengatur total DOT (*Daily of Throughput*) sebesar 1200 MT/hari, frekuensi injeksi kapal sebanyak 5 kali/bulan, jumlah kendaraan 140 unit, dan waktu suplai tiap pukul 21.00 hingga 07.00.

2) Hasil *running* simulasi memberikan nilai *Aggregate Lifting Performance (ALP)* = 101% dan *Aggregate Tank Utilization (ATU)* = 32% untuk kondisi eksisting lalu *ALP* = 105% dan *ATU* = 81% untuk skenario terpilih. Nilai performansi skenario perbaikan mengalami peningkatan nilai baik performansi *lifting* maupun utilisasi tangki. Peningkatan ini disebabkan oleh kombinasi total DOT, jumlah suplai, jumlah truk, dan pengaturan tangki. Selain itu, dari beberapa alternatif skenario terlihat bahwa kapasitas maksimum depot ialah sebesar 1600 MT.

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk hasil penelitian ini dan penelitian selanjutnya ialah sebagai berikut.

- 1) Dapat dipertimbangkan penambahan analisis biaya antara kebijakan eksisting dan skenario. Sehingga dapat terlihat perbandingan biaya penutupan kilang apakah sebanding dengan biaya penambahan injeksi kapal dan kendaraan.
- 2) Dapat dipertimbangkan waktu *maintenance* dari tiap tangki sehingga hasil simulasi dapat lebih fleksibel dengan keadaan aktual.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian ESDM, Kajian *Supply Demand* Energi, Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2013.
- [2] P. Kotler, *Marketing Management : Analysis, Planning, Implementation, and Control*, New York: Prentice Hall, 1997.
- [3] J. Whelan dan K. Msefer, *Economic Supply & Demand*, Massachusetts: MIT, 1994.
- [4] R. Indonesia, "Peraturan Presiden No. 104 Tahun 2007 Tentang Penyediaan, Pendistribusian, dan Penetapan Harga Liquefied Petroleum Gas Tabung 3 Kilogram," Sekretariat Kabinet RI, Jakarta, 2007.
- [5] R. Indonesia, "Peraturan Pemerintah No. 44 Tahun 1993 Tentang Kendaraan dan Pengemudi," Sekretariat Negara, Jakarta, 1993.
- [6] M. Chesnes, "*Capacity and Utilization Choice in the US Oil Refining Industry*," College Park, 2009.



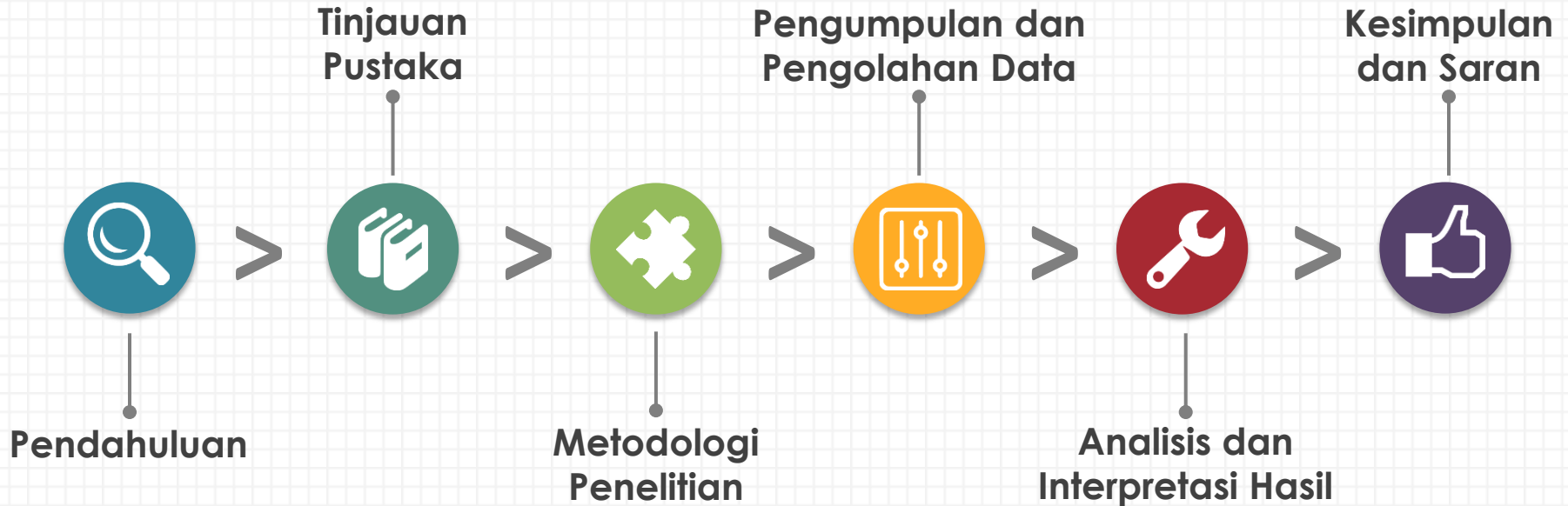
KAJIAN PENINGKATAN LIFTING LPG *PRESSURIZED* DI DEPOT BALONGAN (STUDI KASUS : PT. PERTAMINA (PERSERO))

Reika Ermansa (2511100166)

Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP



OUTLINE PRESENTASI





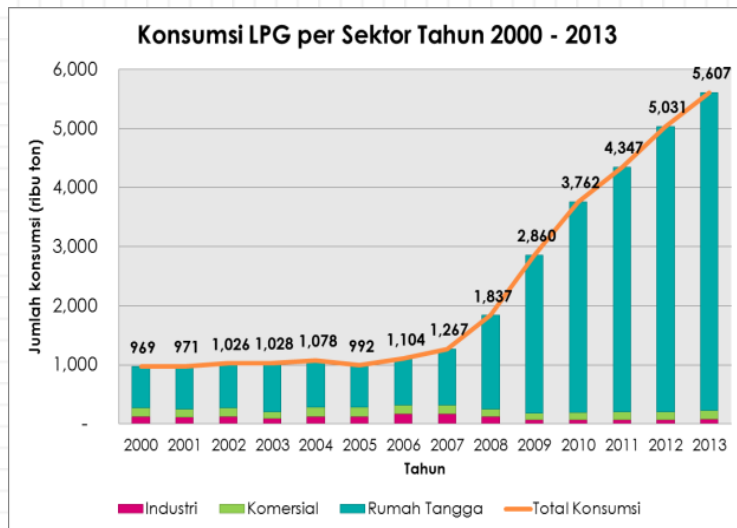
Pendahuluan.

Latar Belakang – Perumusan Masalah – Tujuan Penelitian – Ruang Lingkup Penelitian

LATAR BELAKANG



Adanya **program konversi minyak tanah ke gas** sesuai Perpres No. 104 Tahun 2007



Sumber: Kementerian ESDM, 2014

Pertumbuhan pesat kebutuhan **LPG nasional**, khususnya pada sektor rumah tangga

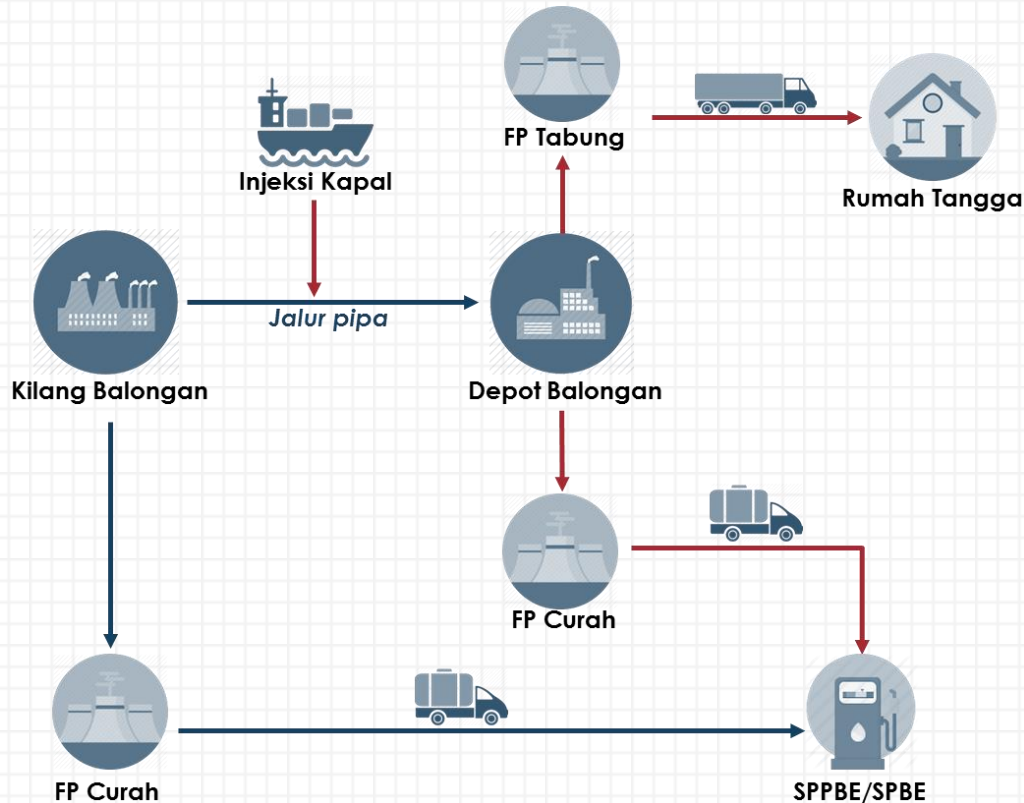


Salah satu area suplai distribusi LPG adalah **Balongan**

Suplai distribusi berperan memastikan LPG di konsumen



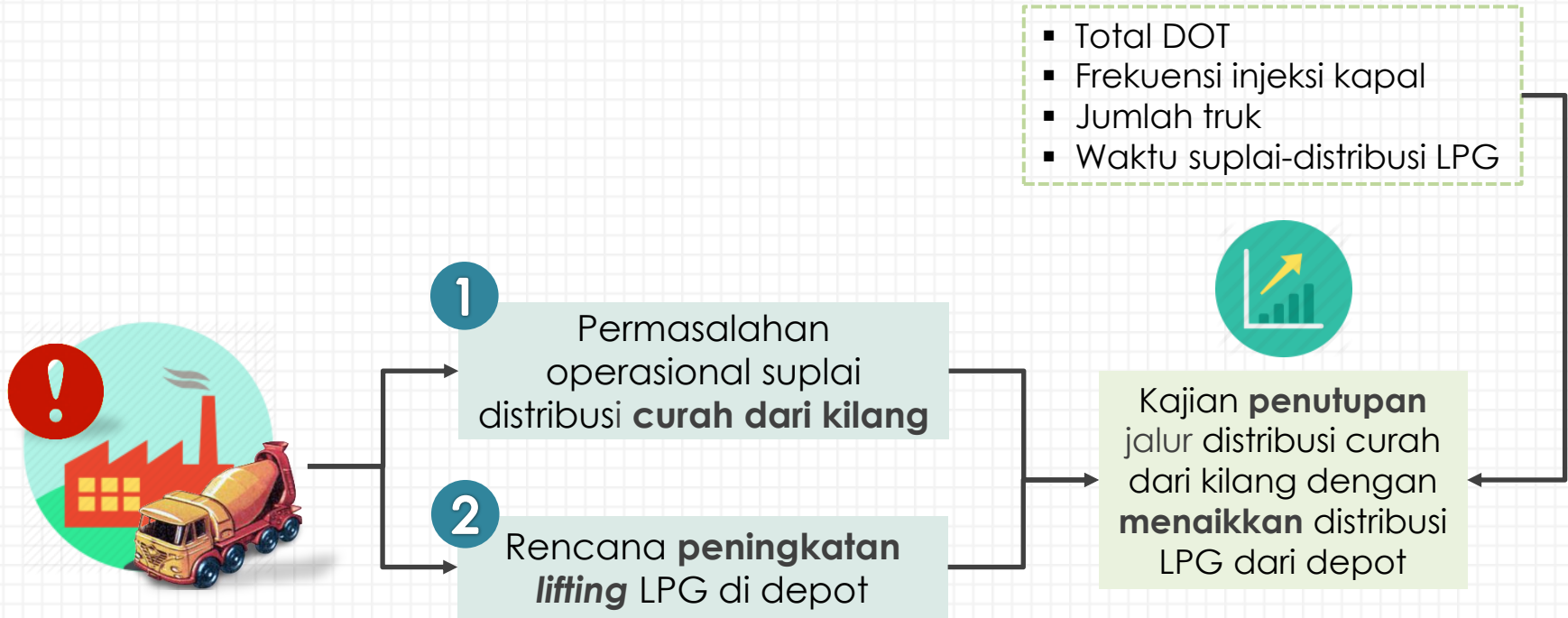
ALIRAN LPG KILANG DAN DEPOT



{ KONDISI BALONGAN }

- **Produksi kilang:**
±900 MT/hari
- **DOT Balongan:**
1000 MT/hari
- **Penyaluran:**
Kilang = 60%
Depot = 40%

LATAR BELAKANG (CON'T)



TUJUAN PENELITIAN

- Menghasilkan **rekomendasi** mengenai pengaturan total DOT, frekuensi injeksi kapal, jumlah truk, dan waktu suplai distribusi LPG untuk **meningkatkan penyaluran LPG di Depot Balongan**.
- Menghasilkan **informasi** mengenai **performansi** penyaluran harian LPG di Depot Balongan.

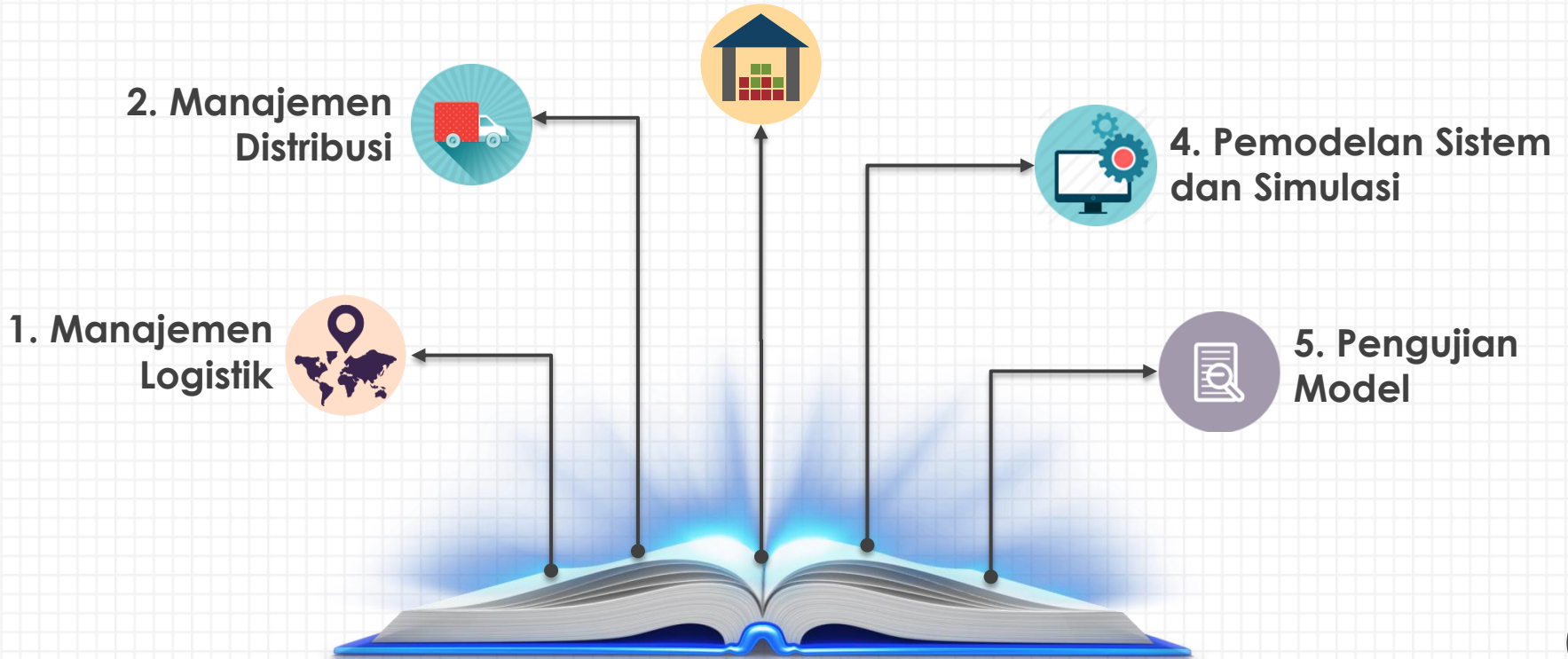


Tinjauan Pustaka.



TINJAUAN PUSTAKA

3. Manajemen Persediaan





Metodologi Penelitian.

METODOLOGI PENELITIAN

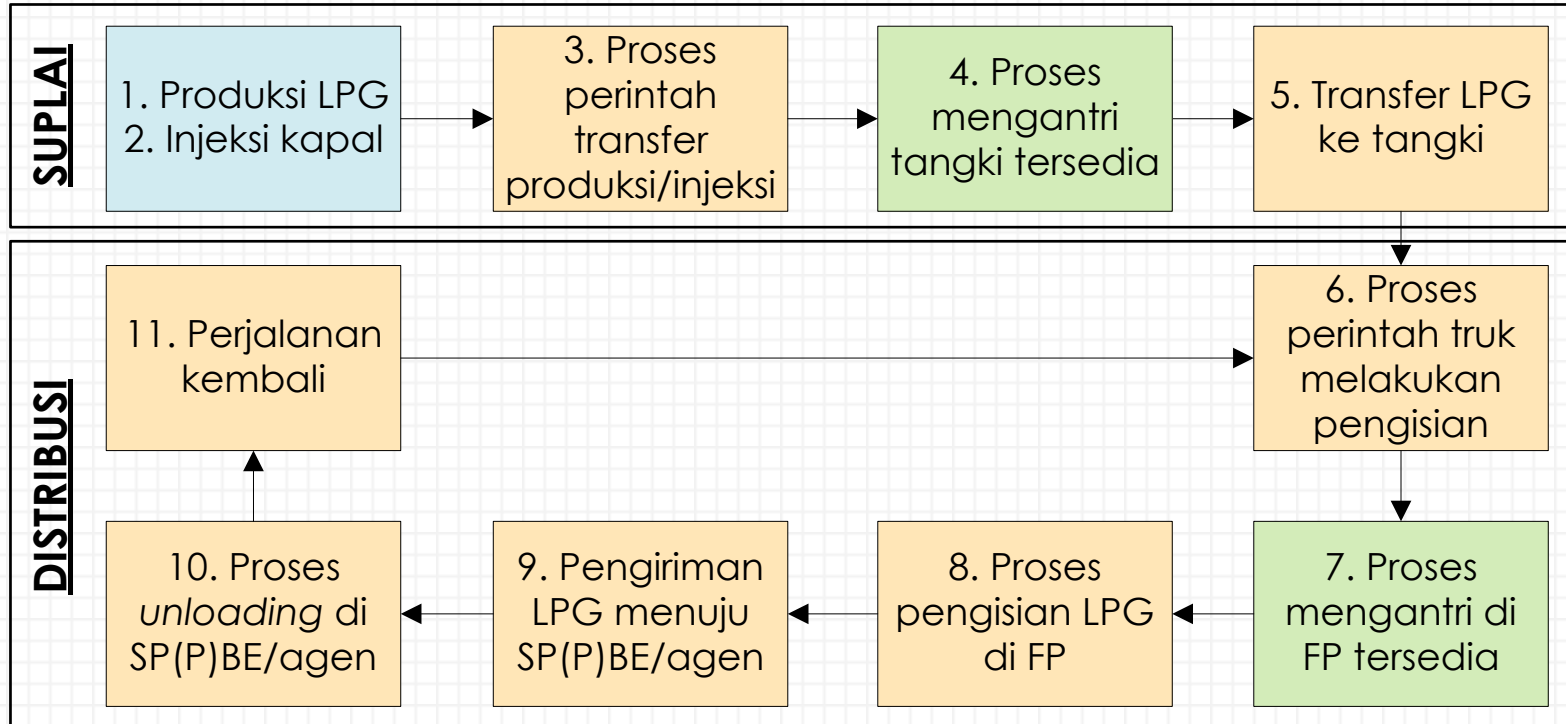




Pengumpulan & Pengolahan Data.

Pembangunan Simulasi Eksisting – Pengujian Model - Perancangan Skenario – Komparasi Sistem

AKTIVITAS SIKLUS SUPLAI DISTRIBUSI



PERFORMANSI *LIFTING*

- $\overline{LP}_x (\%) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_{xi}}{DOT} \right)}{n}$
- $ALP (\%) = \frac{1}{DOT} \sum_{x=1}^k \overline{LP}_x \times DOT_x$

Keterangan:

\overline{LP}_x = rata-rata performansi *lifting* harian (%)

Q_x = jumlah *lifting* LPG harian (MT)

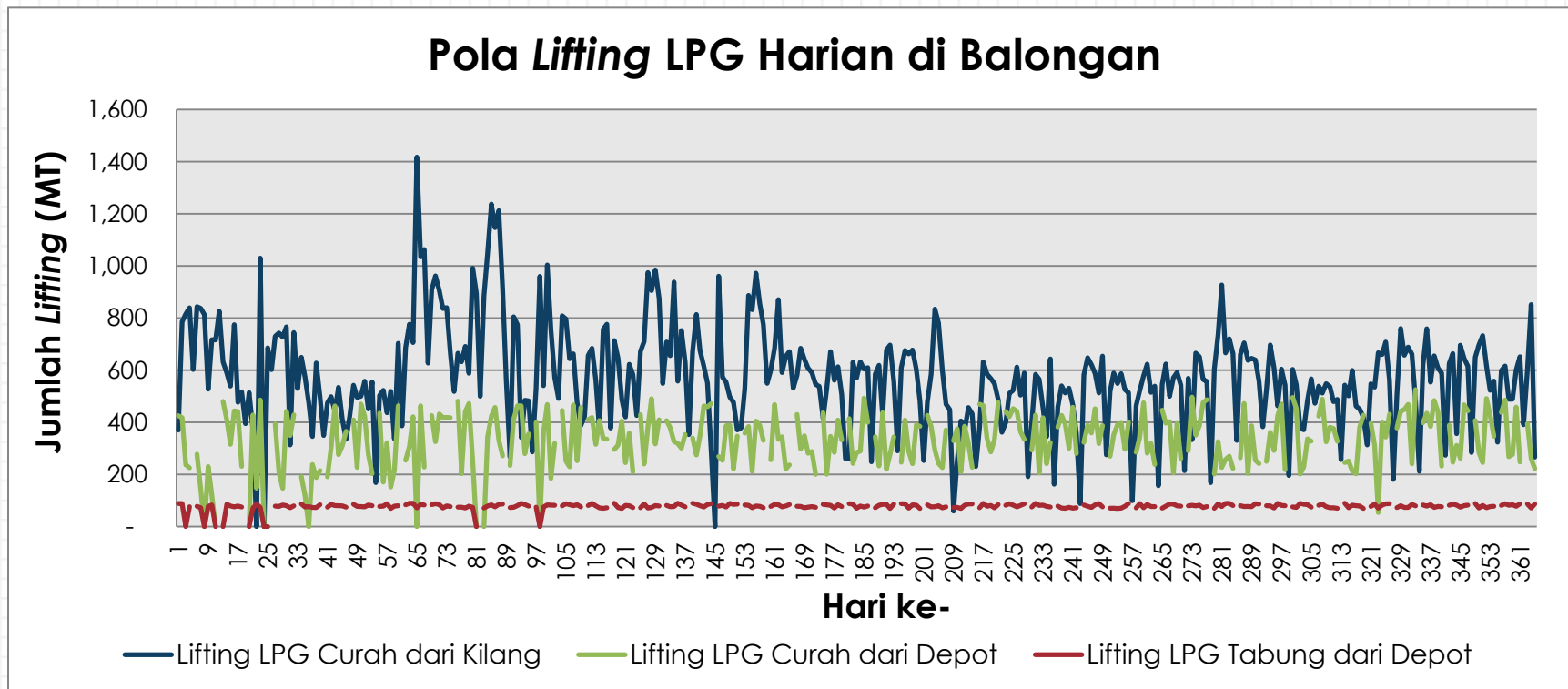
DOT = jumlah target harian (MT)

n = jumlah hari operasional dalam setahun (hari)

k = jumlah area *lifting* LPG

ALP = total performansi *lifting* harian di Balongan (%)

BESAR *LIFTING*



PERFORMANSI *LIFTING* (CON'T)

Curah di kilang

$$\overline{LP}_{CK} (\%) = \frac{Q_{CK1} + \dots + Q_{CK365}}{DOT} = \frac{370.14 + \dots + 266.11}{365} = 95.97\%$$

Curah di depot

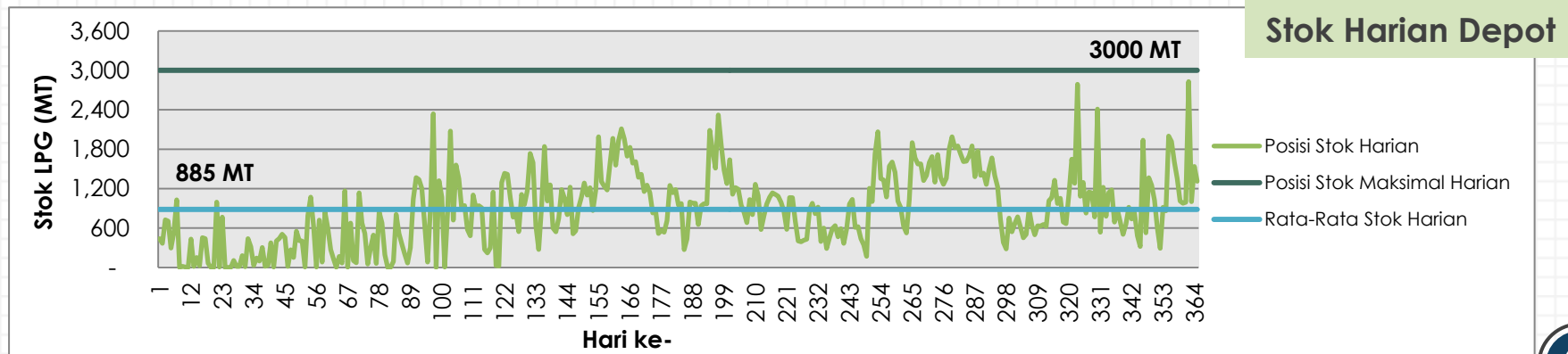
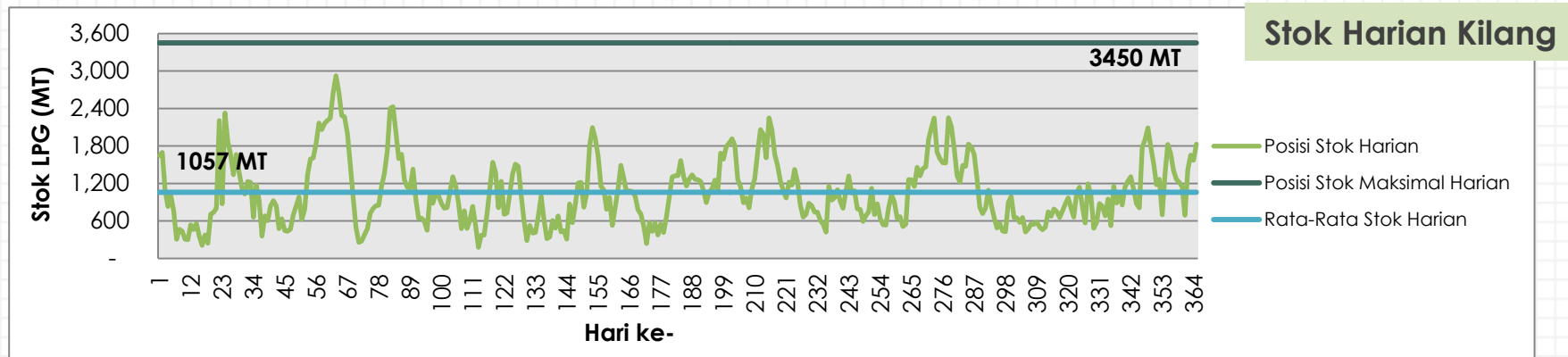
$$\overline{LP}_{CD} (\%) = \frac{Q_{CD1} + \dots + Q_{CD365}}{DOT} = \frac{425.37 + \dots + 222.11}{300} = 110.26\%$$

Tabung di depot

$$\overline{LP}_{TD} (\%) = \frac{Q_{TD1} + \dots + Q_{TD313}}{DOT} = \frac{88.66 + \dots + 86.69}{100} = 77.22\%$$

$$ALP (\%) = \frac{(95.97\% \times 600) + (110.26\% \times 300) + (77.22\% \times 100)}{(600 + 300 + 100)} = 98.38\%$$

STOK TANGKI



UTILISASI TANGKI

$$\overline{TU}_x (\%) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{S_{xi}}{C_{xi}} \right)}{n}$$

$$ATU (\%) = \frac{1}{C} \sum_{x=1}^k \overline{U}_x \times C_{xi}$$

Keterangan:

\overline{TU}_x = rata-rata utilisasi tangki harian (%)

S_{xi} = stok tangki (MT)

C_{xi} = kapasitas tangki (MT)

ATU = total utilisasi tangki harian di
Balongan (%)

Tangki Kilang $\overline{TU}_{TK} (\%) = \frac{\left(\frac{STK1}{CTK1} \right) + \dots + \left(\frac{STK365}{CTK365} \right)}{n} = \frac{\left(\frac{1646.05}{3450} \right) + \dots + \left(\frac{1828.56}{3450} \right)}{365} = 30.65\%$

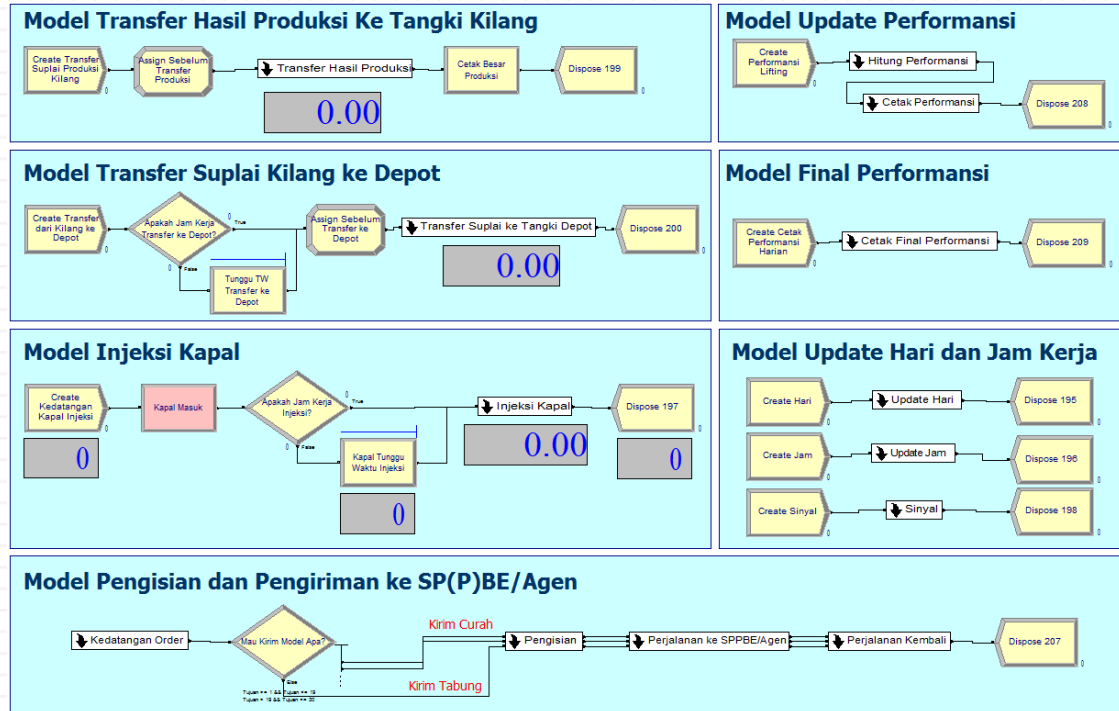
Tangki Depot $\overline{TU}_{TD} (\%) = \frac{\left(\frac{STD1}{CTD1} \right) + \dots + \left(\frac{STD365}{CTD365} \right)}{n} = \frac{\left(\frac{440.68}{3000} \right) + \dots + \left(\frac{1312.14}{3000} \right)}{365} = 29.50\%$

$$ATU (\%) = \frac{(30.65\% \times 3450) + (29.50\% \times 3000)}{(3450 + 3000)} = 30.12\%$$

PEMBANGUNAN MODEL SIMULASI

Submodel:

1. Aktivitas transfer hasil produksi ke tangki kilang
2. Aktivitas transfer suplai kilang ke depot
3. Aktivitas injeksi kapal
4. Aktivitas pengisian dan pengiriman LPG
5. Update performansi
6. Update hari dan jam kerja

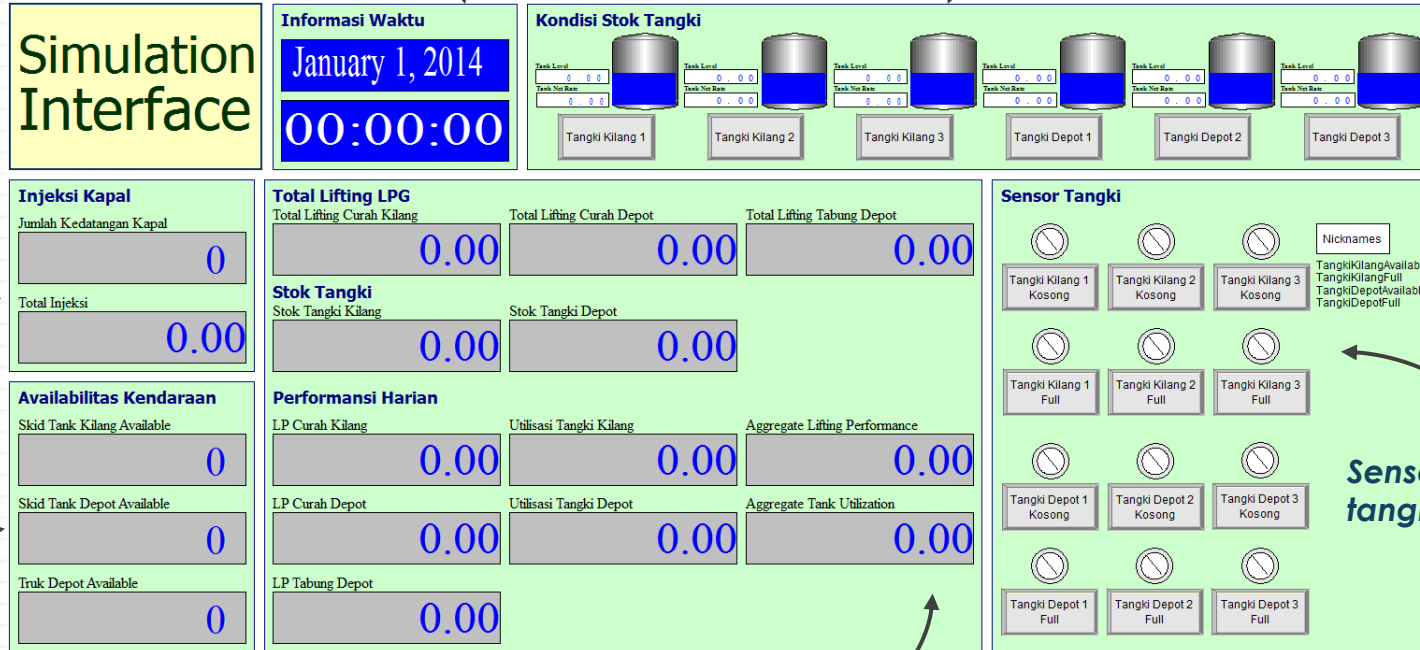


PEMBANGUNAN MODEL SIMULASI (CON'T)

Waktu harian

Melihat pergerakan tiap tangki

Informasi jumlah injeksi



Sensor availabilitas tangki

Availabilitas truk dan skid tank tiap area

Performansi harian

VERIFIKASI

- Trace and Check Facility

Main Menu Sistem LPG Balongan

Submodel :
 1. Transfer Hasil Produksi ke Tangki Kilang
 2. Transfer Suplai Kilang ke Depot
 3. Injeksi Kapas
 4. Pengisian dan Pengiriman ke SP(BE)/Agen
 5. Update Performansi
 6. Update Jam Kerja

Untuk mengganti tampilan, tekan:
 L untuk Logika Model
 I untuk Interface Simulasi
 M untuk Main Menu

Model Logic

Model Transfer Hasil Produksi Ke Tangki Kilang

```

    graph LR
      A[Create Tanki Suplai Produk Kilang] --> B[Assign Semua Tanki Produk]
      B --> C[Transfer Hasil Produksi]
      C --> D[Detail Hasil Produksi]
      D --> E[Depot 10]
    
```

0.00

Model Update Performansi

```

    graph LR
      A[Create Performansi Ufing] --> B[Hitung Performansi]
      B --> C[Detail Performansi]
      C --> D[Depot 20]
    
```

Model Transfer Suplai Kilang ke Depot

```

    graph LR
      A[Create Hasil dari Tangki Kilang] --> B{Batas Jam Kerja Transfer ke Depot?}
      B --> C[Assign Semua Tanki ke Depot]
      C --> D[Transfer Suplai ke Tangki Depot]
      D --> E[Depot 20]
      B --> F[Tunggu TW Transfer ke Depot]
      F --> B
    
```

0.00

Model Final Performansi

```

    graph LR
      A[Create Detail Performansi] --> B[Detail Final Performansi]
      B --> C[Depot 20]
    
```

Model Injeksi Kapas

```

    graph LR
      A[Create Bahan Gas Kilang] --> B{Kapas Masuk?}
      B --> C{Batas Jam Kerja Injeksi?}
      C --> D[Injeksi Kapas]
      D --> E[Depot 10]
      C --> F[Kapas Tunggu Waktu Injeksi]
      F --> C
    
```

0.00

Model Update Hari dan Jam Kerja

```

    graph LR
      A[Create Hari] --> B[Update Hari]
      B --> C[Depot 10]
      D[Create Jam] --> E[Update Jam]
      E --> F[Depot 10]
      G[Create Sinyal] --> H[Sinyal]
      H --> I[Depot 10]
    
```

Model Pengisian dan Pengiriman ke SP(P)BE/Agen

```

    graph LR
      A[Kedatangan Order] --> B{Bisa Kirim Model? Agent?}
      B --> C[Kirim Curah]
      B --> D[Kirim Tabung]
      C --> E[Pengisian]
      D --> E
      E --> F[Perjalanan ke SP(BE)/Agen]
      F --> G[Perjalanan Kembali]
      G --> H[Depot 20]
    
```

Simulation Interface

Informasi Waktu

January 1, 2014
00:00:00

Kondisi Stok Tangki

Arena

No errors or warnings in model

OK

Injeksi Kapas

Jumlah Kedatangan Kapas: 0

Total Injeksi: 0.00

Total Lifting LPG

Total Lifting Curah Kilang	Total Lifting Curah Depot	Total Lifting Tabung Depot
0.00	0.00	0.00

Stok Tangki

Stok Tangki Kilang	Stok Tangki Depot
0.00	0.00

Availabilitas Kendaraan

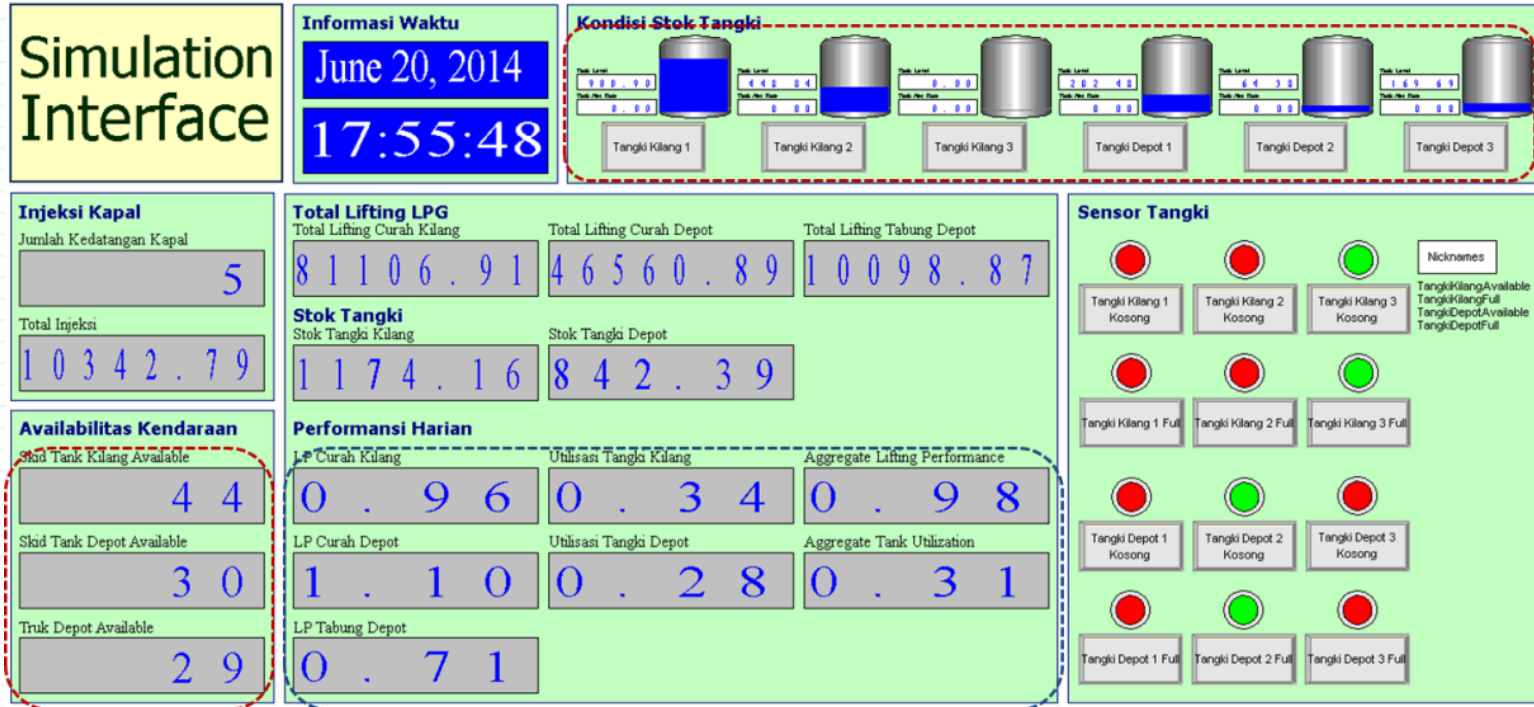
Stok Tank Kilang Available	Stok Tank Depot Available	Truk Depot Available
0	0	0

Performansi Harian

L.P Curah Kilang	Utilisasi Tangki Kilang	Aggregate Lifting Performance
0.00	0.00	0.00
L.P Curah Depot	Utilisasi Tangki Depot	Aggregate Tank Utilization
0.00	0.00	0.00
L.P Tabung Depot		
0.00		

VERIFIKASI (CON'T)

- Logika Perilaku Simulasi Sistem Suplai Distribusi



VERIFIKASI (CON'T)

- Perhitungan Rumus

$$\overline{LP}_{CK} (\%) = \frac{209753.11}{600 \times 365} = 95.77\%$$

$$\overline{LP}_{CD} (\%) = \frac{121087.22}{300 \times 365} = 110.58\%$$

$$\overline{LP}_{TD} (\%) = \frac{26158.95}{100 \times 365} = 71.67\%$$

$$ALP (\%) = \frac{(95.77\% \times 600) + (110.58\% \times 300) + (71.67\% \times 100)}{(600 + 300 + 100)} = 97.803\%$$

$$\overline{TU}_{TK} (\%) = \frac{1171.77}{3450} = 33.96\%$$

$$\overline{TU}_{TD} (\%) = \frac{860.35}{3000} = 28.68\%$$

$$ATU (\%) = \frac{(33.96\% \times 3450) + (28.68\% \times 3000)}{(3450 + 3000)} = 31.50\%$$

VALIDASI

- Performansi Lifting

	LP_CK_REAL	LP_CK_SIM	LP_CD_REAL	LP_CD_SIM	LP_TD_REAL	LP_TD_SIM
Mean	0.966241097	0.981547906	1.102640788	1.139100838	0.772167093	0.764896997
Variance	0.117297363	0.18876753	0.134161118	0.398118179	0.02090446	0.220371441
Observations	313	3650	313	3650	313	3650
Hypothesized Mean Differe	0		0		0	
df	403		488		1057	
t Stat	-0.741209361		-1.57233805		0.644702657	
P(T<=t) one-tail	0.229499096		0.058260133		0.259629892	
t Critical one-tail	1.648643451		1.647982077		1.646296497	
P(T<=t) two-tail	0.458998191		0.116520267		0.519259785	
t Critical two-tail	1.965867932		1.96483707		1.962210857	

- Nilai t-stat dalam rentang t-critical two tail sehingga tidak berbeda signifikan antara data aktual dan hasil simulasi.
- Model simulasi merepresentasikan kondisi aktual.

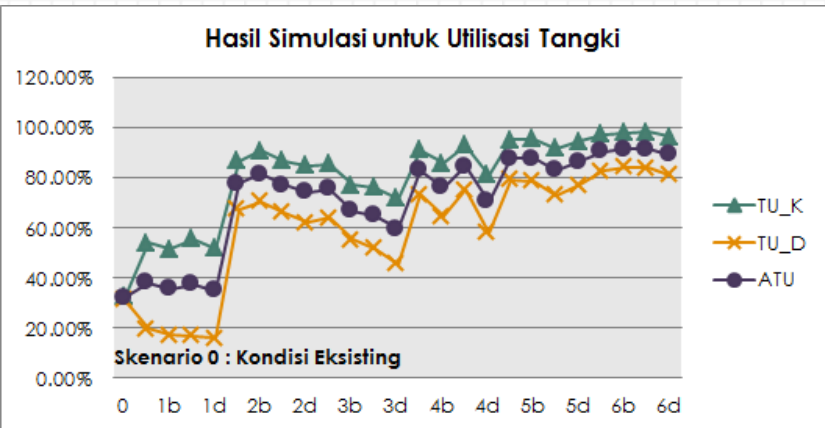
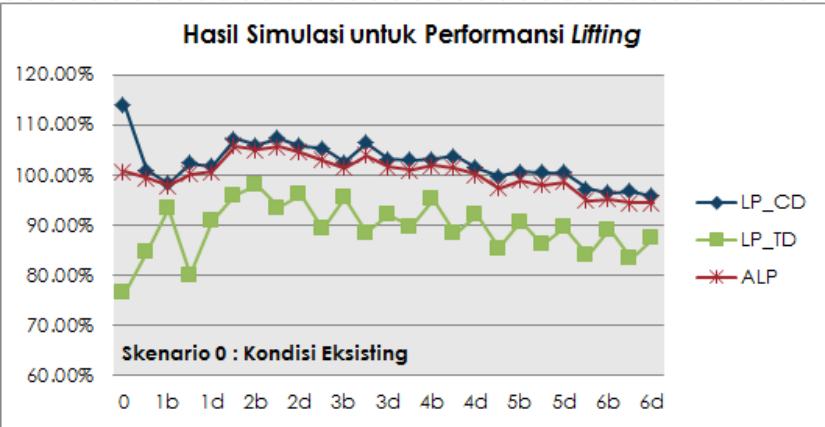
PERANCANGAN SKENARIO PERBAIKAN

Skenario	DOT CD	DOT TD	Frekuensi Injeksi	Skid Tank	Truk
1a	900	100	2 x 2000 MT	90	30
1b				90	50
1c				110	30
1d				110	50
2a	1050	150	5 x 2000 MT	90	30
2b				90	50
2c				110	30
2d				110	50
3a	1200	200	8 x 2000 MT	90	30
3b				90	50
3c				110	30
3d				110	50
4a	1350	250	11 x 2000 MT	90	30
4b				90	50
4c				110	30
4d				110	50
5a	1500	300	14 x 2000 MT	90	30
5b				90	50
5c				110	30
5d				110	50
6a	1650	350	17 x 2000 MT	90	30
6b				90	50
6c				110	30
6d				110	50

1. Penutupan jalur distribusi LPG melalui darat dari kilang
2. Peningkatan DOT depot
3. Peningkatan frekuensi injeksi kapal per bulan
4. Sinkronisasi antara waktu suplai dari kilang dengan injeksi

HASIL SIMULASI

Skenario	LP CD	LP TD	TU K	TU D	ALP	ATU
0	113.91%	76.49%	32.53%	31.12%	100.71%	32.06%
1a	101.07%	84.66%	54.02%	19.74%	99.43%	38.07%
1b	98.32%	93.31%	51.50%	17.28%	97.82%	35.59%
1c	102.44%	80.06%	55.62%	16.88%	100.20%	37.60%
1d	101.79%	90.86%	51.78%	15.84%	100.69%	35.06%
2a	107.30%	96.03%	86.63%	67.49%	105.89%	77.73%
2b	105.98%	98.07%	90.79%	70.41%	104.99%	81.31%
2c	107.39%	93.53%	86.53%	66.04%	105.66%	77.00%
2d	105.85%	96.12%	84.76%	62.05%	104.64%	74.20%
3a	105.40%	89.26%	85.31%	63.93%	103.09%	75.37%
3b	102.55%	95.58%	76.94%	55.15%	101.55%	66.80%
3c	106.53%	88.52%	76.23%	51.95%	103.96%	64.93%
3d	103.17%	92.20%	71.73%	45.61%	101.61%	59.58%
4a	103.01%	89.82%	91.14%	73.21%	100.94%	82.80%
4b	103.18%	95.23%	85.83%	64.61%	101.94%	75.96%
4c	103.85%	88.43%	92.82%	75.25%	101.44%	84.65%
4d	101.54%	92.12%	81.09%	58.04%	100.07%	70.37%
5a	99.80%	85.50%	95.04%	79.14%	97.42%	87.65%
5b	100.66%	90.67%	95.35%	78.58%	99.00%	87.55%
5c	100.48%	86.22%	91.82%	72.96%	98.10%	83.05%
5d	100.50%	89.62%	94.45%	77.01%	98.69%	86.34%
6a	97.30%	84.01%	97.17%	82.71%	94.97%	90.45%
6b	96.47%	89.23%	97.78%	84.13%	95.20%	91.43%
6c	96.78%	83.35%	98.21%	83.77%	94.43%	91.49%
6d	95.90%	87.43%	96.25%	81.09%	94.42%	89.20%



KOMPARASI SISTEM

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ALP	Between Groups	.278	24	.012	11.349	.000
	Within Groups	.230	225	.001		
	Total	.508	249			
ATU	Between Groups	8.969	24	.374	35.767	.000
	Within Groups	2.351	225	.010		
	Total	11.319	249			

(P-value) < ($\alpha = 0.05$)

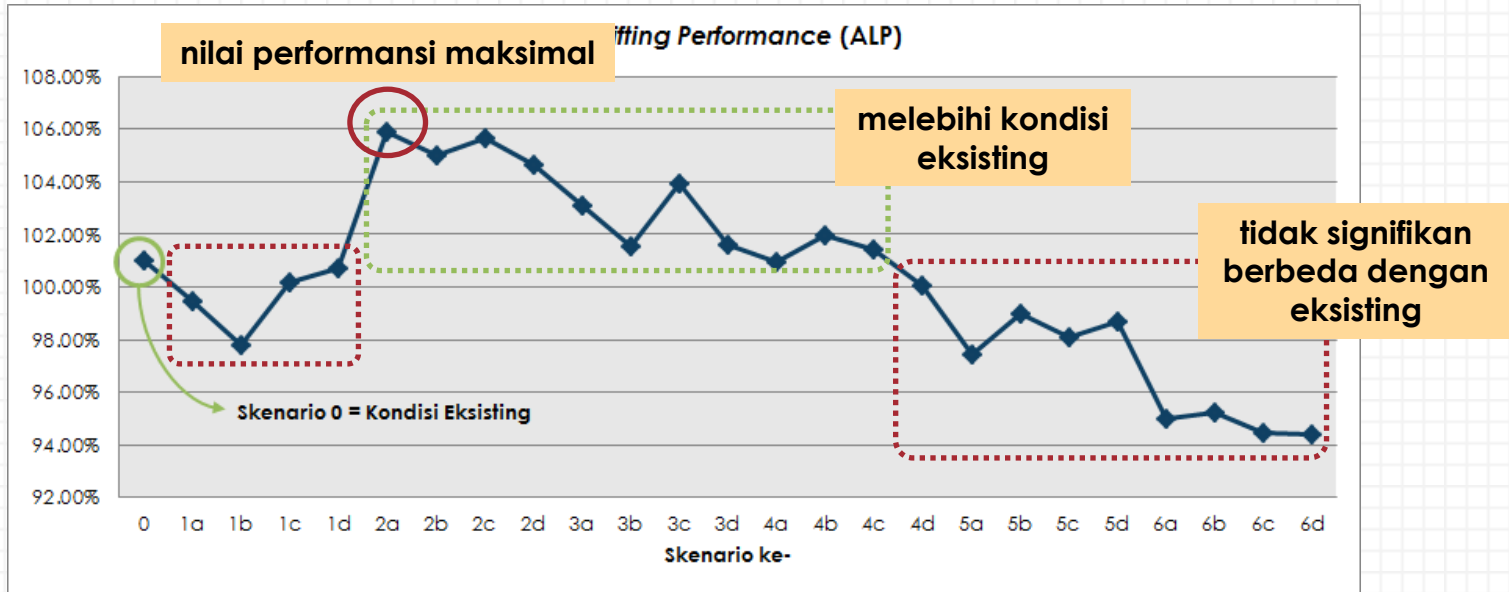
Sehingga membuktikan adanya perbedaan signifikan



Analisis dan Interpretasi Hasil.

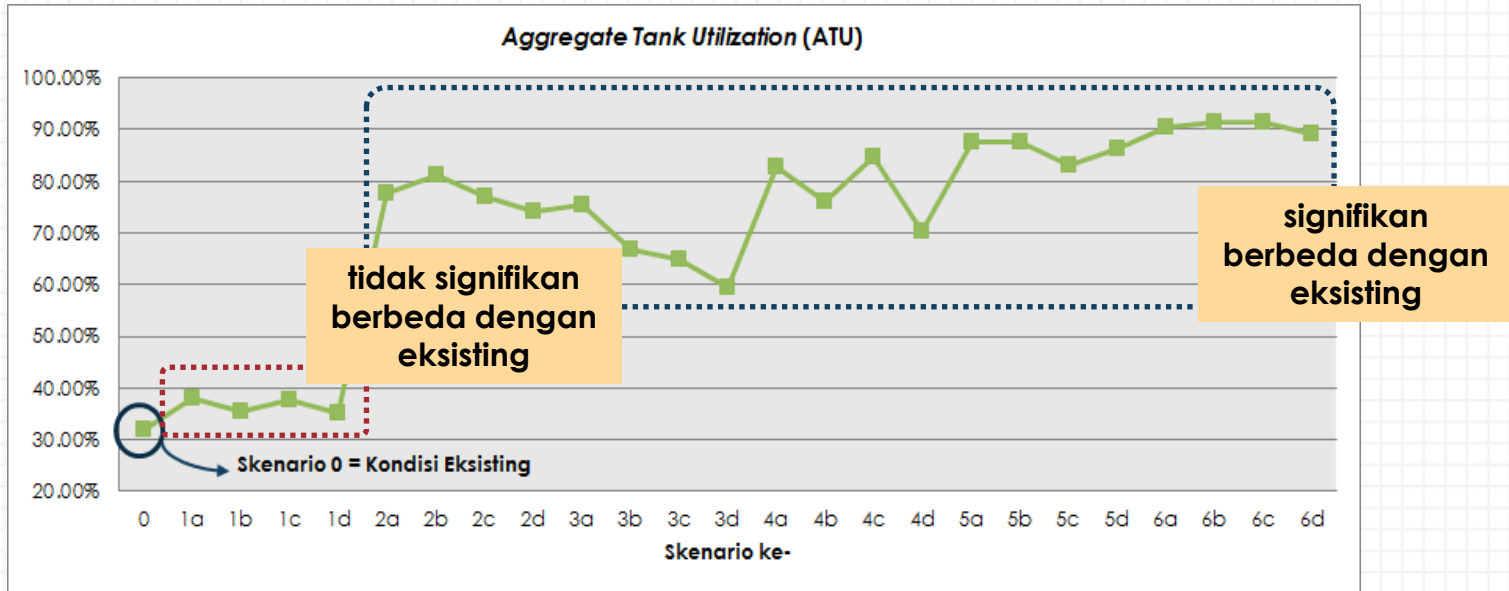
Perbandingan Performansi Tiap Skenario – Pemilihan Skenario Terbaik

PERBANDINGAN PERFORMANSI



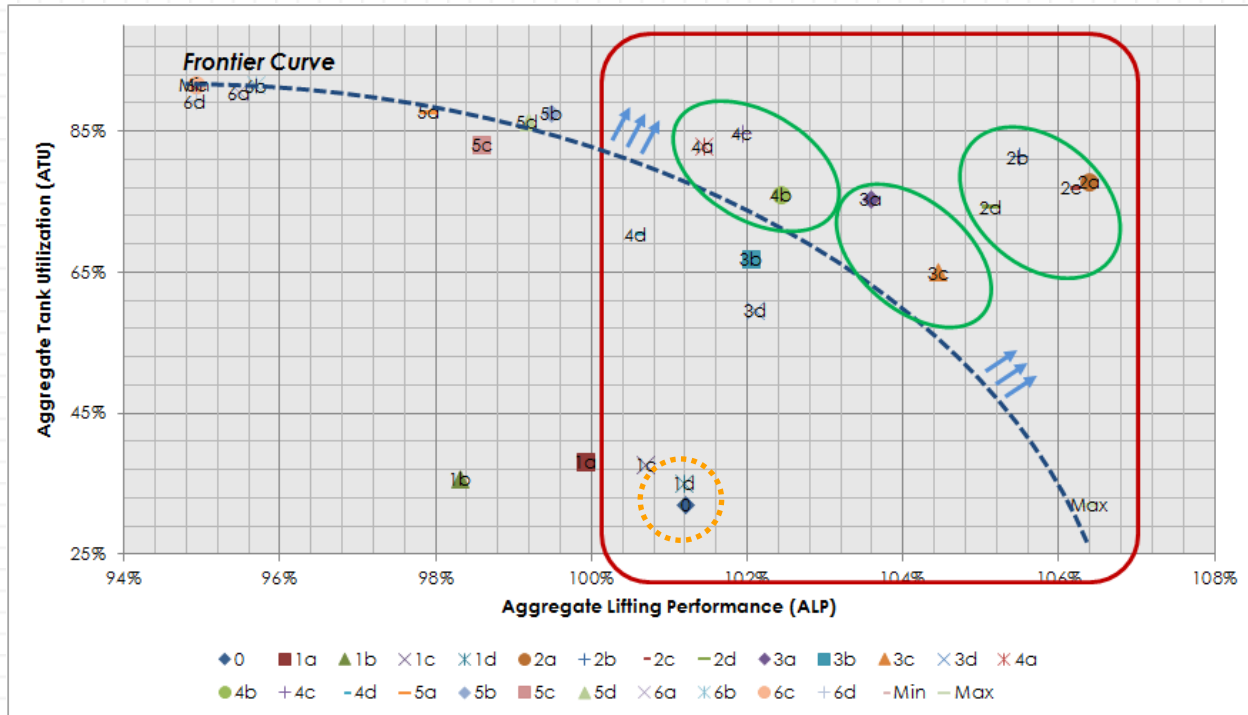
Peningkatan nilai ALP dapat terjadi karena peningkatan jumlah suplai dan jumlah kendaraan

PERBANDINGAN PERFORMANSI (CON'T)



Peningkatan nilai ATU dipengaruhi oleh jumlah suplai harian yang diterima. Suplai semakin tinggi akan menghasilkan nilai ATU lebih tinggi.

PEMILIHAN SKENARIO TERBAIK



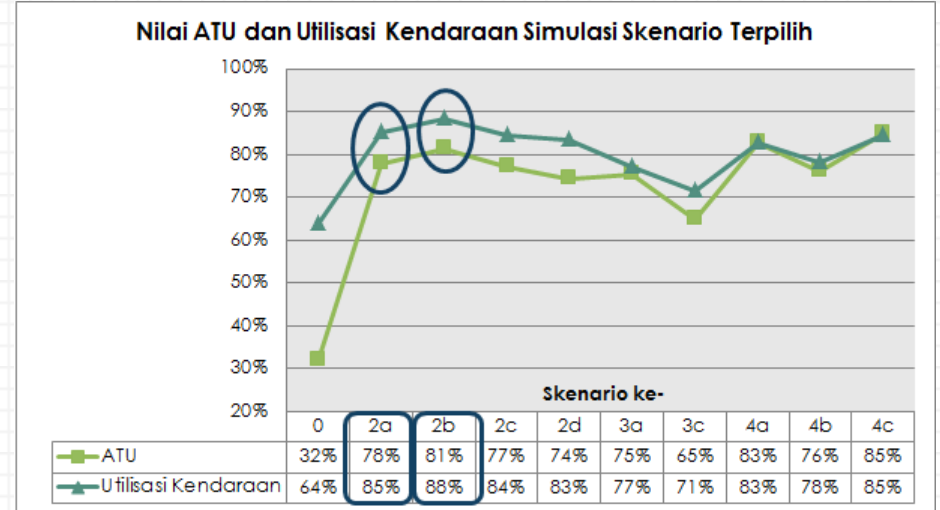
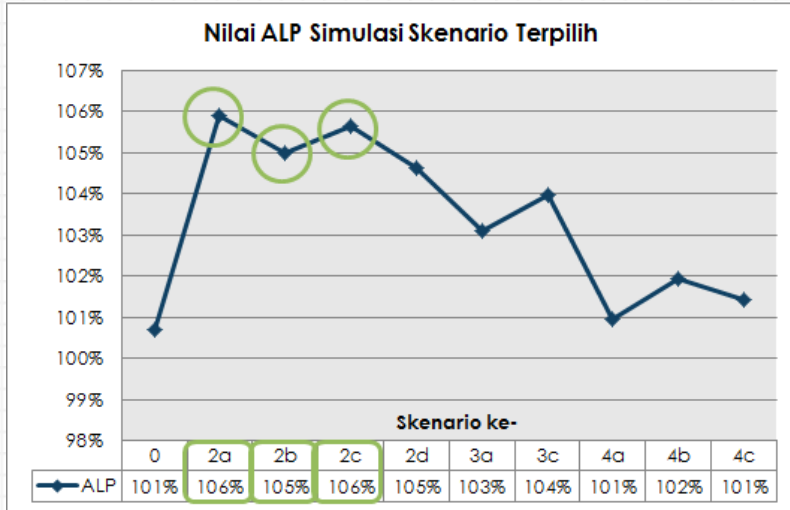
Skenario 0 (eksisting) memiliki solusi yang jauh dari garis frontier

PEMILIHAN SKENARIO TERBAIK (CON'T)

- Skenario terpilih ialah skenario yang berada di atas garis *frontier* dan nilai *ALP* $\geq 100\%$

Skenario	DOT CK	DOT CD	DOT TD	Frekuensi Injeksi	Jumlah Kendaraan	
					Skid Tank	Truk
0	600	300	100	2 x 2000 MT	60	30
2a	0	1050	150	5 x 2000 MT	90	30
2b					90	50
2c					110	30
2d					110	50
3a					90	30
3c	0	1200	200	8 x 2000 MT	110	30
4a	0	1350	250	11 x 2000 MT	90	30
4b					90	50
4c					110	30

PEMILIHAN SKENARIO TERBAIK (CON'T)



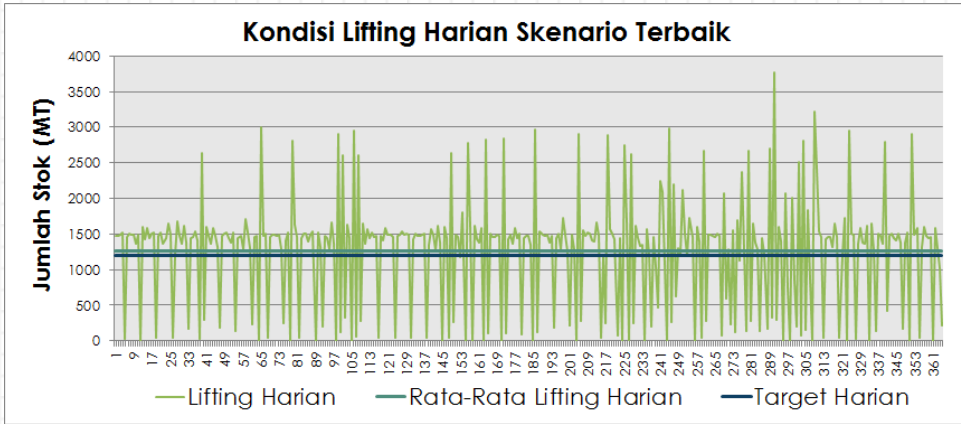
1

Skenario 2a, 2b, 2c merupakan 3 skenario dengan nilai ALP terbaik

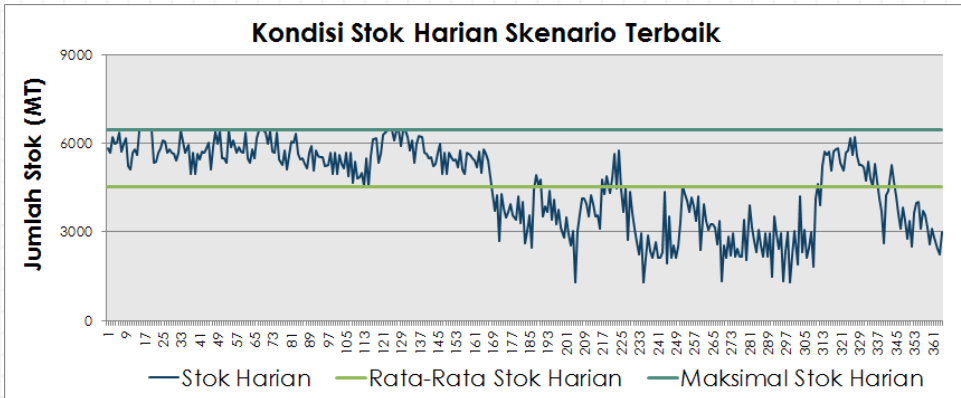
2

Skenario 2b memiliki nilai utilisasi lebih baik dibandingkan Skenario 2a

PEMILIHAN SKENARIO TERBAIK (CON'T)



- Nilai performansi *lifting* tinggi
- Rata-rata *lifting* harian berada di atas target



- Nilai terendah stok harian selalu berada di atas target harian sehingga tangki dapat selalu menyalurkan LPG harian



Kesimpulan dan Saran.

KESIMPULAN

- Kondisi optimal penyaluran LPG dicapai dengan mengatur total DOT: **1200 MT/hari**, frekuensi injeksi kapal: **5 kali/bulan**, jumlah kendaraan: **140 unit**, dan waktu suplai: **21.00 - 07.00**.
- Hasil *running* simulasi :
 - Eksisting: **ALP = 101%** dan **ATU = 32%**
 - Skenario Terpilih: **ALP = 105%** dan **ATU = 81%**
- Peningkatan performansi skenario disebabkan oleh kombinasi **total DOT, jumlah suplai, jumlah truk, waktu suplai, dan pengaturan tangki**.
- Kapasitas maksimum penyaluran depot sebesar **1600 MT**.

SARAN



Mempertimbangkan analisis biaya antara kebijakan eksisting dan skenario



Mempertimbangkan waktu *maintenance* tiap tangki

DAFTAR PUSTAKA

- Altiok, T. & Melamed, B., 2007. *Simulation Modeling and Analysis with ARENA*. New Jersey: Elsevier.
- Cafaro, D. C. & Cerda, J., 2010. Operational scheduling of refined products pipeline networks with simultaneous batch injections. *Computers and Chemical Engineering*, Volume 34, pp. 1687-1704.
- Chesnes, M., 2009. *Capacity and Utilization Choice in the US Oil Refining Industry*. College Park, University of Maryland.
- Chopra, S. & Meindl, P., 2007. *Supply Chain Management : Strategy, Planning, Operation*. Ketiga penyunt. New Jersey: Pearson - Prentice Hall.
- Daellenbach, H. G. & McNickle, D. C., 2005. *Management science : Decision making through systems thinking*. New York: Palgrave Macmillan.
- Fahimnia, B., Farahani, R. Z., Marian, R. & Luong, L., 2013. A review and critique on integrated production-distribution planning models and techniques. *Journal of Manufacturing Systems*, Volume 32, pp. 1-19.
- Harrell, C., Ghosh, B. K. & Bowden, R. O., 2000. *Simulation Using Promodel*. Ketiga ed. New York: McGraw-Hill.
- Hax, A. & Candea, D., 1984. *Production and Inventory Management*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Heilala, J., 1999. *Use of simulation in manufacturing and logistics systems planning*. Finlandia: VTT Manufacturing Technology.
- Indonesia, R., 1993. *Peraturan Pemerintah No. 44 Tahun 1993 Tentang Kendaraan dan Pengemudi*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Indonesia, R., 2007. *Peraturan Presiden No. 104 Tahun 2007 Tentang Penyediaan, Pendistribusian, dan Penetapan Harga Liquefied Petroleum Gas Tabung 3 Kilogram*, Jakarta: Sekretariat Kabinet RI.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P. & Sturrock, D. T., 2007. *Simulation with Arena*. Keempat penyunt. New York: McGraw Hill.
- Kementerian ESDM, 2013. *Kajian Supply Demand Energi*. Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM.

DAFTAR PUSTAKA (CON'T)

- Kementerian ESDM, 2014. Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia 2014. Jakarta: Pusdatin ESDM.
- Kotler, P., 1997. Marketing Management : Analysis, Planning, Implementation, and Control. New York: Prentice Hall.
- Law, A. M. & Kelton, W. D., 2000. Simulation Modeling and Analysis. New York: McGraw Hill.
- Merriam-Webster, 2008. Merriam-Webster's Collegiate Dictionary. Kesebelas penyunt. Amerika: Merriam-Webster, Inc..
- MirHassani, S., Abbasi, M. & Moradi, S., 2013. Operational scheduling of refined product pipeline with dual purpose depots. Applied Mathematical Modelling, Volume 37, pp. 5723-5742.
- Mousavi, S. M. & Tavakkoli-Moghaddam, R., 2013. A hybrid simulated annealing algorithm for location and routing scheduling problems with cross-docking in the supply chain. Journal of Manufacturing Systems, Volume 32, pp. 335-347.
- Pujawan, I. N. & Ernawati, M., 2010. Supply Chain Management. Surabaya: Guna Widya.
- Rushton, A., Croucher, P. & Baker, P., 2010. The Handbook of Logistics and Distribution Management. Keempat penyunt. Great Britain: Kogan Page Limited.
- Sargent, R., 2001. Some Approaches and Paradigms for Vering and Validating Simulation Models. Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, Crystal Gateway Marriott, Arlington, VA, 9-12 Desember.
- Simchi-Levi, D., Bramel, J. & Chen, X., 2005. The Logic of Logistics : Theory, Algorithms, and Applications for Logistics and Supply Chain Management. Kedua ed. New York: Springer.
- Sterman, J. D., 2000. Business Dynamics : Systems Thinking and Modeling for a Complex World. New York: McGraw Hill Companies, Inc..
- Waters, D., 2003. Inventory Control and Management. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Whelan, J. & Msefer, K., 1994. Economic Supply & Demand. Massachusetts: MIT.



Thank You.

**KAJIAN PENINGKATAN LIFTING LPG *PRESSURIZED* DI DEPOT BALONGAN
(STUDI KASUS : PT. PERTAMINA (PERSERO))**

