

**OPTIMALISASI KINERJA OPERASIONAL GUDANG DENGAN
MENGURANGI *BOTTLENECK* MENGGUNAKAN *THEORY OF
CONSTRAINTS* (TOC) DAN *DISCRETE EVENT SIMULATION* (DES)
(STUDI KASUS: PT PLN (PERSERO) UP3 MADURA)**

SKRIPSI



OLEH :

IKE JIHAN NABILA

21032010173

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2026

OPTIMALISASI KINERJA OPERASIONAL GUDANG DENGAN

MENGURANGI BOTTLENECK MENGGUNAKAN *THEORY OF CONSTRAINTS (TOC)* DAN *DISCRETE EVENT SIMULATION (DES)*

(STUDI-KASUS: PT PLN (PERSERO) UP3 MADURA)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Salah Satu Syarat

Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Industri



Disusun Oleh:

IKE JIHAN NABILA

21032010173

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2026

SKRIPSI

**OPTIMALISASI KINERJA OPERASIONAL GUDANG DENGAN
MENGURANGI BOTTLENECK MENGGUNAKAN *THEORY OF
CONSTRAINTS* (TOC) DAN *DISCRETE EVENT SIMULATION* (DES)
(STUDI KASUS: PT PLN (PERSERO) UP3 MADURA)**

Disusun Oleh

IKE JIHAN NABILA

21032010173

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi dan diterima oleh
Publikasi Jurnal Akreditasi Sinta 1-4
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Surabaya
Pada Tanggal : 26 Januari 2026

Tim Penguji:

1.


Enny Arvanny, ST., MT.
NIP. 197009282021212002

Pembimbing:

1.


Ir. Rr. Rochmoellati, M.MT.
NIP. 196110291991032001

2.


Ir. Iriani, M.MT.
NIP. 196211261988032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Surabaya


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 196504031991032001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya. Telp (031) 8706369. Fax (031) 8706372 Surabaya 60294



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ike Jihan Nabila
NPM : 21032010173
Program Studi : Teknik Industri
Alamat : Jl. Jeruk 3c, Kav. Polda, No. 84A Sidoarjo - Jawa Timur
No. HP : 081217358515
Alamat e-mail : ikejihannabila@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan skripsi saya dengan judul:

**OPTIMALISASI KINERJA OPERASIONAL GUDANG DENGAN
MENGURANGI *BOTTLENECK* MENGGUNAKAN *THEORY OF
CONSTRAINTS* (TOC) DAN *DISCRETE EVENT SIMULATION* (DES)
(STUDI KASUS: PT. PLN (PERSERO) UP3 MADURA)**

Adalah benar penelitian saya sendiri atau bukan plagiat hasil penelitian orang lain, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan saya ajukan sebagai persyaratan kelulusan program sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Sains, UPN "Veteran" Jawa Timur. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 26 Januari 2026

Mengetahui,
Koorprogdi Teknik Industri

Ir. Rusindiyanto, MT
NIP. 196502251992031001

Yang Membuat Pernyataan

Ike Jihan Nabila
NPM. 21032010173



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya. Telp (031) 8706369. Fax (031) 8706372 Surabaya 60294



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ike Jihan Nabila
NPM : 21032010173
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 26 Januari 2026
Yang Membuat Pernyataan

Ike Jihan Nabila
NPM. 21032010173

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir skripsi yang berjudul “Optimalisasi Kinerja Operasional Gudang dengan Mengurangi *Bottleneck* Menggunakan *Theory of Constraints* (TOC) dan *Discrete Event Simulation* (DES) (Studi Kasus: PT PLN (Persero) UP3 Madura)” dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun guna mengikuti syarat kurikulum tingkat sarjana (S1) bagi setiap mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka penulis menerima berbagai saran dan masukan untuk membenahi.

Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, maka penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Rusindiyanto, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
4. Ibu Ir. Rr. Rochmoeljati, M.MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi, Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

5. Ibu Ir. Sumiati, MT., Ibu Isna Nugraha, ST., M.T., CSCA., CSSP., Ibu Enny Aryanny, ST., MT., dan Ibu Ir. Iriani, M.MT., selaku dosen penguji yang membantu dalam pembenahan laporan Tugas Akhir Skripsi saya.
6. Seluruh dosen pengajar dan staf di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
7. Bapak Kharisma dan Bapak Nur Dessanto selaku staf PT PLN (Persero) UP3 Madura yang telah memberikan izin untuk pelaksanaan penelitian Tugas Akhir Skripsi saya.
8. Bapak Shakirin selaku pembimbing lapangan di pergudangan PT PLN (Persero) UP3 Madura.
9. Seluruh staf di pergudangan PT PLN (Persero) UP3 Madura yang telah membantu dalam tahapan pelaksanaan penelitian Tugas Akhir Skripsi saya.
10. Alm. Bapak Ir. Eko Surdianto, MT., dan Ibu Nurul Koyyimah selaku kedua orang tua saya yang senantiasa selalu memberikan doa dan *support* dalam semua bidang di kehidupan saya.
11. Ibu Widiyaningrum, S.Sos., selaku tante atau ibu kedua saya yang selalu memberikan arahan, bimbingan, dan bantuan finansial dalam semua bidang di kehidupan saya.
12. Moh. Faizal Amin, S.Pd., selaku kekasih saya yang telah menemani, memberikan doa, dan bantuan penyusunan penelitian Tugas Akhir Skripsi saya.

13. Rizka Febriana Kusuma Dewi, Amd., Kep., dan Baiq Rosa Indra Mardana, Amd., Keb., serta teman-teman SMP yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan doa.
14. Indah Yansi Nofianto, S.T., dan Muhammad Shodiq Wahyu Riamto, S.T., yang telah membantu menyelesaikan penyusunan dalam penulisan penelitian Tugas Akhir Skripsi saya.
15. Diri saya sendiri yang senantiasa untuk belajar menjadi versi yang lebih baik, menjadi sahabat, mentor, serta motivator terbaik.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat sekaligus dapat menambah wawasan bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 26 Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

COVER I.....	i
COVER II.....	i
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Asumsi Penelitian.....	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
1.7 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Industri.....	10
2.2 Konduktor.....	11
2.2.1 Pengertian Konduktor Listrik.....	11
2.2.2 Syarat Bahan Konduktor	12

2.2.3	Klasifikasi Konduktor	14
2.2.4	Kegunaan Konduktor Listrik	19
2.3	Optimalisasi.....	20
2.4	Pergudangan	21
2.4.1	Definisi Pergudangan	21
2.4.2	Tujuan Pergudangan.....	22
2.4.3	Tipe Pergudangan.....	23
2.4.4	Aliran Proses Keluar Masuk Material di Gudang PT PLN (Persero) UP3 Madura	24
2.5	<i>Theory of Constraints</i> (TOC)	29
2.5.1	Kerangka Kerja <i>Theory of Constraints</i> (TOC).....	30
2.5.2	Prinsip <i>Theory of Constraints</i> (TOC).....	31
2.5.3	Langkah-Langkah <i>Theory of Constraints</i> (TOC).....	33
2.6	Stasiun Kerja <i>Bottleneck</i>	36
2.7	Pengukuran Waktu Kerja	38
2.7.1	Pengukuran Waktu Kerja Dengan <i>Stopwatch Time Study</i>	40
2.7.2	Pengukuran Waktu Siklus	42
2.7.3	Pengukuran Waktu Normal.....	42
2.7.4	Pengukuran Waktu Baku.....	43
2.8	Pengujian Data	44
2.8.1	Uji Keseragaman Data	44
2.8.2	Uji Kecukupan Data	47
2.9	Penyesuaian dan Kelonggaran.....	49
2.9.1	Penyesuaian Waktu (<i>Performance Rating</i>).....	49

2.9.2	Kelonggaran (<i>Allowance</i>).....	58
2.10	Pengertian Kapasitas.....	60
2.11	<i>Drum-Buffer-Rope</i> (DBR)	63
2.12	Teori Antrean.....	65
2.12.1	Karakteristik Sistem Antrean	66
2.12.2	Model – Model Struktur Antrean.....	71
2.13	Konsep Dasar Pemodelan Simulasi	77
2.13.1	Sistem.....	77
2.13.2	Model	78
2.13.3	Simulasi.....	80
2.13.4	Kriteria Penggunaan Simulasi.....	82
2.13.5	Kelebihan dan Kekurangan Model Simulasi	82
2.13.6	Langkah-Langkah Simulasi	84
2.13.7	Pengumpulan Data <i>Input</i> Simulasi.....	89
2.14	<i>Discrete Event Simulation</i> (DES)	96
2.15	<i>Activity Cycle Diagram</i> (ACD).....	101
2.16	<i>Software ProModel</i>	102
2.16.1	Elemen Dasar ProModel	103
2.17	Penelitian Terdahulu	113
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		122
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	122
3.2	Identifikasi dan Definisi Operasional Variabel	122
3.2.1	Variabel Terikat (<i>Dependent</i>)	122
3.2.2	Variabel Bebas (<i>Independent</i>).....	123

3.3	Langkah-Langkah Pemecahan Masalah	123
3.4	Metode Pengumpulan Data	132
3.4.1	Data Primer	132
3.4.2	Data Sekunder	132
3.5	Metode Analisis Data	133
3.6	Metode Pengolahan Data.....	134
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		139
4.1	Pengumpulan Data	139
4.1.1	Data Penerimaan Material (<i>Inbound</i>).....	139
4.1.2	Data Pengambilan Material (<i>Outbound</i>)	140
4.1.3	Data Sumber Daya Kerja	141
4.1.4	Data Pengukuran Waktu Siklus	142
4.1.5	Data Faktor Efisiensi dan Utilitas	144
4.1.6	Data Target Aliran Material	144
4.1.7	Aliran Aktivitas Pergudangan PT PLN (Persero) UP3 Madura ...	146
4.2	Pengolahan Data.....	146
4.2.1	Uji Statistik Data.....	147
4.2.2	Nilai Waktu Normal dan Waktu Baku	150
4.3	Pengolahan Data Menggunakan <i>Theory of Constraints</i> (TOC)	158
4.3.1	Identifikasi <i>Constraints</i>	158
4.3.2	Eksplorasi <i>Constraints</i>	161
4.3.3	Subordinasi dan Sinkronisasi <i>Constraints</i>	164
4.3.4	Elevasi <i>Constraints</i>	175
4.4	Pengolahan Data Menggunakan <i>Discrete Event Simulation</i> (DES).....	177

4.4.1	Membangun Model Konseptual	178
4.4.2	Melakukan Pengujian Distribusi	180
4.4.3	Membangun Model Simulasi	195
4.4.4	Uji Verifikasi Model	210
4.4.5	Uji Validasi Model	212
4.4.6	Replikasi Model	215
4.5	Hasil dan Pembahasan	218
4.5.1	Analisis Hasil Model Simulasi Usulan Perbaikan Skenario	218
4.5.2	Pemilihan Skenario Terbaik	226
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		229
5.1	Kesimpulan	229
5.2	Saran	230
DAFTAR PUSTAKA		231
DAFTAR LAMPIRAN		238
Lampiran 1. Uji Keseragaman Data Waktu Siklus		238
Lampiran 2. Perhitungan Waktu Normal (Penentuan Nilai <i>Performance Rating</i>)		258
Lampiran 3. Tabel <i>Allowance</i>		264
Lampiran 4. Perhitungan Waktu Baku (Penentuan Nilai <i>Allowance</i>).		267
Lampiran 5. Perhitungan <i>Capacity Requirement</i> (CR), <i>Capacity Available</i> (CA), dan Persentase Beban		274
Lampiran 6. Tabel Z		373
Lampiran 7. Tabel T		374

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Antrean Pelayanan <i>Inbound</i> dan <i>Outbound</i> di Gudang PT PLN (Persero) UP3 Madura.....	3
Gambar 2.1 BCC (<i>Bare Copper Conductor</i>).....	14
Gambar 2.2 AAC (<i>All Aluminium Conductor</i>)	15
Gambar 2.3 AAAC (<i>All Aluminium Alloy Conductor</i>)	15
Gambar 2.4 CSS (<i>Copper Clad Steel</i>).....	15
Gambar 2.5 ACSR (<i>Aluminium Conductor Steel Reinforced</i>).....	16
Gambar 2.6 Kawat Berongga (<i>Hollow Conductor</i>)	17
Gambar 2.7 Kabel Telanjang	18
Gambar 2.8 Kabel Terselubung	19
Gambar 2.9 Aliran Proses Keluar Masuk Material Gudang PT PLN (Persero) UP3 Madura	25
Gambar 2.10 Peta Kontrol	47
Gambar 2.11 Struktur Umum Model Antrean	66
Gambar 2.12 Sistem Pelayanan dengan Aturan FCFS	70
Gambar 2.13 Ilustrasi Model Antrean <i>Single Channel Single Phase</i>	71
Gambar 2.14 Ilustrasi Model Antrean <i>Single Channel Multi Phase</i>	72
Gambar 2.15 Ilustrasi Model Antrean <i>Multi Channel Single Phase</i>	73
Gambar 2.16 Ilustrasi Model Antrean <i>Multi Channel Multi Phase</i>	73
Gambar 2.17 Distribusi Normal.....	91
Gambar 2.18 Distribusi <i>Uniform</i>	92
Gambar 2.19 Distribusi <i>Triangular</i>	93

Gambar 2.20 Distribusi Binomial	94
Gambar 2.21 Distribusi <i>Poisson</i>	94
Gambar 2.22 Distribusi Eksponensial.....	95
Gambar 2.23 <i>Discrete Event</i> Menyebabkan Perubahan Status	100
Gambar 2.24 <i>Location</i>	103
Gambar 2.25 <i>Entity</i>	105
Gambar 2.26 <i>Resource</i>	106
Gambar 2.27 <i>Arrival</i>	108
Gambar 2.28 <i>Processing</i>	110
Gambar 2.29 <i>Stat::fit</i>	113
Gambar 2.30 Alur Proses Kerja Menggunakan <i>Software ProModel</i>	114
Gambar 2.31 Alur Proses Kerja Menggunakan <i>Software FlexSim</i>	116
Gambar 2.32 Alur Proses Kerja Menggunakan <i>Software ProModel</i>	117
Gambar 2.33 Alur Proses Kerja Menggunakan <i>Software Arena</i>	119
Gambar 3.1 Langkah-Langkah Pemecahan Masalah.....	125
Gambar 4.1 Aliran Aktivitas Pergudangan PT PLN (Persero) UP3 Madura.....	146
Gambar 4.2 Uji Keseragaman Data Aktivitas 1 di Stasiun Kerja 1 <i>Inbound</i> (Penerimaan Material).....	149
Gambar 4.3 Peta <i>Drum-Buffer-Rope</i> (DBR).....	175
Gambar 4.4 <i>Activity Cycle Diagram</i> (ACD) Aliran Aktivitas Pergudangan PT PLN (Persero) UP3 Madura.....	179
Gambar 4.5 Tampilan Awal <i>Stat::fit</i> pada ProModel	181
Gambar 4.6 Tampilan <i>Auto::fit</i> pada ProModel	181
Gambar 4.7 Tampilan Hasil <i>Goodness-of-fit</i> pada ProModel.....	181

Gambar 4.8 Tampilan Menu <i>Statistics</i> pada ProModel	182
Gambar 4.9 Tampilan Awal <i>Software</i> ProModel.....	195
Gambar 4.10 Tampilan Untuk Membuat Model Baru Pada <i>Software</i> ProModel..	196
Gambar 4.11 Tampilan Menu <i>Build</i> Pada <i>Software</i> ProModel.....	196
Gambar 4.12 Tampilan Menu <i>Simulation Options</i> Pada <i>Software</i> ProModel	197
Gambar 4.13 <i>Layout</i> Model Pada Pergudangan PT PLN (Persero) UP3 Madura	198
Gambar 4.14 Atribut <i>Locations</i> Pada Pergudangan PT PLN (Persero) UP3 Madura	199
Gambar 4.15 Atribut <i>Entities</i> Pada Pergudangan PT PLN (Persero) UP3 Madura	200
Gambar 4.16 Atribut <i>Arrivals</i> Pada Pergudangan PT PLN (Persero) UP3 Madura	201
Gambar 4.17 Atribut <i>Processing</i> Kedatangan_Material ke <i>Destination Loc1</i> (<i>Conveyor 1</i>).....	202
Gambar 4.18 Atribut <i>Processing Loc1</i> ke <i>Destination</i> Pemeriksaan_Surat_Jalan	202
Gambar 4.19 Atribut <i>Processing</i> Pemeriksaan_Surat_Jalan ke <i>Destination Loc2</i> (<i>Conveyor 2</i>).....	203
Gambar 4.20 Atribut <i>Processing Loc2</i> ke <i>Destination</i> Penerimaan_Material....	203
Gambar 4.21 Atribut <i>Processing</i> Penerimaan_Material ke <i>Destination Loc3</i> (<i>Conveyor 3</i>).....	204
Gambar 4.22 Atribut <i>Processing Loc3</i> ke <i>Destination</i> Pemeriksaan_Material ..	204

Gambar 4.23 Atribut <i>Processing</i> Pemeriksaan_Material ke <i>Destination Loc4</i> (<i>Conveyor 4</i>).....	205
Gambar 4.24 Atribut <i>Processing Loc4</i> ke <i>Destination</i> Penempatan_Material ...	205
Gambar 4.25 Atribut <i>Processing</i> Penempatan_Material ke <i>Destination Loc5</i> (<i>Conveyor 5</i>).....	206
Gambar 4.26 Atribut <i>Processing Loc5</i> ke <i>Destination Inventory</i>	206
Gambar 4.27 Atribut <i>Processing Inventory</i> ke <i>Destination</i> Penyerahan_Dokumen	207
Gambar 4.28 Atribut <i>Processing</i> Penyerahan_Dokumen ke <i>Destination</i> Pengambilan_Material	207
Gambar 4.29 Atribut <i>Processing</i> Pengambilan_Material ke <i>Destination</i> Pengecekan_Material_Keluar	208
Gambar 4.30 Atribut <i>Processing</i> Pengecekan_Material_Keluar ke <i>Destination</i> Pembuatan_Surat_Jalan	208
Gambar 4.31 Atribut <i>Processing</i> Pembuatan_Surat_Jalan ke <i>Destination</i> Pemindahan_Material	209
Gambar 4.32 Atribut <i>Processing</i> Pemindahan_Material ke <i>Destination</i> Lapor_Security	209
Gambar 4.33 Atribut <i>Processing</i> Lapor_Security ke <i>Destination Exit</i>	210
Gambar 4.34 Verifikasi Model dengan Animasi	211
Gambar 4.35 Verifikasi Model dengan <i>Trace</i>	211
Gambar 4.36 Verifikasi Model dengan <i>Debug</i>	212
Gambar 4.37 Hasil <i>Output Viewer</i> Simulasi ProModel	213
Gambar 4.38 <i>Output Analyzer</i> Skenario <i>Baseline</i>	219

Gambar 4.39 <i>Output Analyzer</i> Skenario 1	221
Gambar 4.40 <i>Output Analyzer</i> Skenario 2	223
Gambar 4.41 <i>Output Analyzer</i> Skenario 3	225

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor (<i>Performance Rating</i>) Metode <i>Westinghouse</i>	51
Tabel 2.2 Simbol - Simbol <i>Activity Cycle Diagram</i> (ACD)	101
Tabel 4.1 Data Penerimaan Konduktor Tipe NFA 2×10 mm ²	139
Tabel 4.2 Data Pengambilan Konduktor Tipe NFA 2×10 mm ²	140
Tabel 4.3 Data Jumlah Mesin dan Operator Serta Total Jam Kerja Maksimal Per hari.....	141
Tabel 4.4 Data Hari Kerja Agustus 2024 - Juli 2025.....	142
Tabel 4.5 Waktu Siklus Stasiun Kerja 1 <i>Inbound</i> (Penerimaan Material).....	143
Tabel 4.6 Waktu Siklus Stasiun Kerja 2 <i>Outbound</i> (Pengambilan Material)	143
Tabel 4.7 Data Faktor Efisiensi Dan Utilitas	144
Tabel 4.8 Hasil Uji Keseragaman Data Pada Setiap Aktivitas di Stasiun Kerja 1 <i>Inbound</i> (Penerimaan Material)	150
Tabel 4.9 Hasil Uji Keseragaman Data Pada Setiap Aktivitas di Stasiun Kerja 2 <i>Outbound</i> (Pengambilan Material).....	150
Tabel 4.10 <i>Rating Factor</i> Pada Setiap Aktivitas di Stasiun Kerja 1 <i>Inbound</i> (Penerimaan Material).....	151
Tabel 4.11 <i>Rating Factor</i> Pada Setiap Aktivitas di Stasiun Kerja 2 <i>Outbound</i> (Pengambilan Material).....	152
Tabel 4.12 Hasil Waktu Normal (<i>Wn</i>) Pada Setiap Aktivitas di Stasiun Kerja 1 dan Stasiun Kerja 2	154
Tabel 4.13 <i>Allowance</i> Pada Setiap Aktivitas di Stasiun Kerja 1 <i>Inbound</i> (Penerimaan Material).....	154

Tabel 4.14 <i>Allowance</i> Pada Setiap Aktivitas di Stasiun Kerja 2 <i>Outbound</i> (Pengambilan Material).....	156
Tabel 4.15 Hasil Waktu Baku (<i>Wb</i>) Pada Setiap Aktivitas di Stasiun Kerja 1 dan Stasiun Kerja 2	158
Tabel 4.16 Perhitungan <i>Capacity Requirement</i> (CR) Stasiun Kerja 1 <i>Inbound</i> (Penerimaan Material).....	160
Tabel 4.17 Perhitungan <i>Capacity Requirement</i> (CR) Stasiun Kerja 2 <i>Outbound</i> (Pengambilan Material).....	160
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan <i>Capacity Available</i> (CA).....	162
Tabel 4.19 Identifikasi Stasiun Kerja <i>Bottleneck</i> dan <i>Non-Bottleneck</i>	164
Tabel 4.20 Pengelompokkan Stasiun Kerja <i>Capacity Constraints Resources</i> (CCR) dan <i>Non-Capacity Constraints Resources</i> (Non-CCR)	170
Tabel 4.21 Parameter Kapasitas <i>Bottleneck</i>	171
Tabel 4.22 Data Waktu Variabilitas.....	172
Tabel 4.23 Data Waktu <i>Lead Time</i>	173
Tabel 4.24 Integrasi Perhitungan <i>Drum-Buffer-Rope</i> (DBR)	173
Tabel 4.25 Uji Distribusi Waktu Aktivitas	183
Tabel 4.26 Replikasi Model Aktivitas Pergudangan.....	213
Tabel 4.27 Total Waktu Proses Aktual	215
Tabel 4.28 Hasil <i>Output</i> Simulasi ProModel	215
Tabel 4.29 Perbandingan <i>Output Real System</i> dan ProModel	216
Tabel 4.30 Parameter Eksperimen Skenario	219
Tabel 4.31 Perbandingan <i>Output Analyzer</i> Antar Skenario	226

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Uji Keseragaman Data Waktu Siklus	238
Lampiran 2. Perhitungan Waktu Normal (Penentuan Nilai <i>Performance Rating</i>)	258
Lampiran 3. Tabel <i>Allowance</i>	264
Lampiran 4. Perhitungan Waktu Baku (Penentuan Nilai <i>Allowance</i>).....	267
Lampiran 5. Perhitungan <i>Capacity Requirement</i> (CR), <i>Capacity Available</i> (CA), dan Persentase Beban.....	274
Lampiran 6. Tabel Z.....	373
Lampiran 7. Tabel T.....	374

ABSTRAK

PT PLN (Persero) UP3 Madura merupakan sebuah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang energi listrik dan bertanggung jawab terhadap ketersediaan listrik nasional. Sebagai pusat penyimpanan dan distribusi material kelistrikan, aktivitas pergudangan PT PLN (Persero) UP3 Madura belum terlaksana dengan optimal karena adanya aktivitas yang *bottleneck*. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja operasional gudang PT PLN (Persero) UP3 Madura dengan mengidentifikasi dan mengurangi *bottleneck* pada alur proses menggunakan metode *Theory of Constraints* (TOC) serta mengusulkan perbaikan melalui model simulasi berbasis *Discrete Event Simulation* (DES). Hasil analisis TOC menunjukkan bahwa aktivitas pembuatan surat jalan pada aktivitas 4-stasiun kerja 2 (*outbound*) merupakan *bottleneck* utama dengan waktu baku tertinggi dan utilisasi sumber daya terbesar, sehingga menimbulkan antrean dan memperpanjang *cycle time* sistem. Berdasarkan perhitungan TOC dengan pendekatan *Drum-Buffer-Rope* (DBR) yaitu penambahan jumlah operator sebanyak 7 operator, utilisasi per-operator berubah menjadi 87,7% berada di bawah batas utilisasi kritis 90%, sehingga dianggap aman dan stabil. Nilai utilisasi yang berada pada rentang tersebut menunjukkan bahwa operator bekerja secara optimal. Model simulasi DES menggunakan ProModel dibangun berdasarkan kondisi aktual dan telah melalui proses verifikasi serta validasi sehingga dapat mensimulasikan kinerja sistem secara akurat. Tiga skenario perbaikan diuji melalui simulasi, yaitu penambahan *forklift*, penambahan jam kerja admin yang *bottleneck*, dan penambahan jumlah admin yang *bottleneck*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa Skenario 3 yaitu penambahan 7 operator admin memberikan alternatif paling optimal dengan peningkatan kapasitas paling besar dan menghasilkan penurunan *cycle time* paling signifikan serta meningkatkan *throughput* dibandingkan seluruh skenario. Dengan demikian, penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi metode TOC dan DES efektif dalam mengidentifikasi kendala dan mengevaluasi alternatif perbaikan, serta merekomendasikan penambahan operator sebagai solusi optimal untuk meningkatkan efisiensi operasional gudang secara keseluruhan.

Kata kunci: *Theory of Constraints, Discrete Event Simulation, ProModel, Bottleneck*

ABSTRACT

PT PLN (Persero) UP3 Madura is a State-Owned Enterprise (SOE) operating in the electrical energy sector and is responsible for ensuring the availability of national electricity supply. As a center for the storage and distribution of electrical materials, the warehouse operations of PT PLN (Persero) UP3 Madura have not yet been optimally implemented due to the presence of bottleneck activities. This study aims to optimize the operational performance of the warehouse at PT PLN (Persero) UP3 Madura by identifying and reducing bottlenecks in the process flow using the Theory of Constraints (TOC) method and proposing improvements through a Discrete Event Simulation (DES)-based simulation model. The results of the TOC analysis indicate that the activity of preparing delivery orders at Activity 4 – Workstation 2 (outbound) is the main bottleneck, as it has the highest standard processing time and the greatest resource utilization. This condition leads to queue formation and extends the system cycle time. Based on TOC calculations using the Drum-Buffer-Rope (DBR) approach, the addition of seven operators results in a per-operator utilization rate of 87.7%, which is below the critical utilization threshold of 90%, indicating a safe and stable operating condition. Utilization values within this range suggest that operators are working optimally. A DES simulation model using ProModel was developed based on actual operating conditions and has undergone verification and validation processes, enabling it to accurately simulate system performance. Three improvement scenarios were tested through simulation: adding forklifts, extending working hours for the bottleneck administrative staff, and increasing the number of bottleneck administrative staff. The simulation results show that Scenario 3—the addition of seven administrative operators—provides the most optimal alternative, yielding the largest capacity increase, the most significant reduction in cycle time, and an improvement in throughput compared to all other scenarios. Therefore, this study concludes that the integration of TOC and DES methods is effective in identifying system constraints and evaluating improvement alternatives, and it recommends adding operators as the optimal solution to enhance overall warehouse operational efficiency.

Keywords: *Theory of Constraints, Discrete Event Simulation, ProModel, Bottleneck*