



TUGAS AKHIR - KS141501

**PENERAPAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK PERAMALAN
PERMINTAAN PENUMPANG LALU LINTAS UDARA DAN
PERENCANAAN KAPASITAS TERMINAL BANDARA (STUDI
KASUS: BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA)**

***THE IMPLEMENTATION OF DINAMIC SYSTEMS MODEL TO
FORECAST THE AIR PASSANGER DEMAND AND TERMINAL
CAPACITY PLANNING (CASE STUDY: JUANDA
INTERNATIONAL AIRPORT SURABAYA)***

DANIEL SURYA ANJAS
NRP 5213 100 058

Dosen Pembimbing:
Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D.

DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - KS141501

PENERAPAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK PERAMALAN PERMINTAAN PENUMPANG LALU LINTAS UDARA DAN PERENCANAAN KAPASITAS TERMINAL BANDARA (STUDI KASUS: BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA)

DANIEL SURYA ANJAS
NRP 5213 100 058

Dosen Pembimbing:
Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D.

DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - KS 141501

THE IMPLEMENTATION OF DINAMIC SYSTEMS MODEL TO FORECAST THE AIR PASSANGER DEMAND AND TERMINAL CAPACITY PLANNING (CASE STUDY: JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT, SURABAYA)

DANIEL SURYA ANJAS
NRP 5213 100 058

Supervisor:
Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D.

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS
Faculty of Information Technology and Communication
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK PERAMALAN PERMINTAAN PENUMPANG LALU LINTAS UDARA DAN PERENCANAAN KAPASITAS TERMINAL BANDARA (STUDI KASUS: BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA)

TUGAS AKHIR

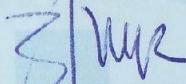
Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DANIEL SURYA ANJAS
5213 100 058

Surabaya, Januari 2017

**PLH KEPALA
DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**



Edwin Riksakomara, S.Kom.,M.T.
NIP 196907252003121001

LEMBAR PERSETUJUAN

PENERAPAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK PERAMALAN PERMINTAAN PENUMPANG LALU LINTAS UDARA DAN PERENCANAAN KAPASITAS TERMINAL BANDARA (STUDI KASUS: BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA)

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh :

DANIEL SURYA ANJAS

5213 100 058

Disetujui Tim Penguji:

Tanggal Ujian
Periode Wisuda

: - Januari 2017

: Maret 2018

Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D.

(Pembimbing I)

Rully Agus Hendrawan S.Kom., M.Eng.

(Pengaji I)

Mahendrawathi ER. S.T., M.Sc., Ph.D

(Pengaji II)

**PENERAPAN MODEL SISTEM DINAMIK
UNTUK PERAMALAN PERMINTAAN
PENUMPANG LALU LINTAS UDARA DAN
PERENCANAAN KAPASITAS TERMINAL
BANDARA (STUDI KASUS: BANDARA
INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA)**

Nama Mahasiswa	: Daniel Surya Anjas
NRP	: 5213 100 058
Departemen	: Sistem Informasi
Pembimbing 1	: Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRAK

Saat ini, wilayah Asia-Pasifik merupakan wilayah dengan peningkatan lalu lintas udara tertinggi di dunia. Berdasarkan penelitian dan pendapat yang diberikan oleh para praktisi di bidang lalu lintas udara, trend ini masih akan berlanjut hingga beberapa tahun mendatang. Indonesia merupakan salah satu negara yang mengalami peningkatan lalu lintas udara yang signifikan setiap tahunnya. Namun peningkatan lalu lintas udara ini tidak diimbangi dengan perbaikan infrastruktur untuk memenuhi kebutuhan dan permintaan penumpang lalu lintas udara. Berdasarkan data yang dilansir oleh IATA, Indonesia merupakan salah satu negara diantara lima negara yang mengalami pertumbuhan penumpang lalu lintas udara dalam 20 tahun mendatang. IATA meramalkan bahwa pada 2034, lalu lintas udara di Indonesia akan mencapai angka 183 juta penumpang. Bandara Internasional Juanda merupakan salah satu bandara di Indonesia. Bandara ini berada dibawah naungan Angkasa Pura I yang mengelola bandara di

wilayah Indonesia Timur. Sepanjang tahun 2016 terdapat 8.881.583 penumpang yang tercatat melakukan penerbangan melalui Bandara Internasional Juanda. Penelitian ini akan berkaitan dengan pengembangan model untuk meramalkan permintaan penumpang lalu lintas udara, melakukan evaluasi terhadap beberapa aturan yang berkaitan dengan perluasan landasan pacu dan kapasitas terminal untuk memenuhi permintaan di masa mendatang. Metode yang digunakan untuk mengembangkan model ialah metode sistem dinamik, dengan pertimbangan bahwa metode sistem dinamik mampu mengakomodir hubungan antar variabel yang non-linear dan yang dinamis. Sehingga proses permodelan, analisa dan proses penghasilan skenario dapat dilakukan dan digunakan untuk meningkatkan kinerja dengan harapan dapat digunakan untuk pengambilan keputusan di masa mendatang. Hasil dari pembuatan skenario struktur dan parameter didapatkan proyeksi untuk berbagai variabel. Dari skenario parameter didapatkan proyeksi jumlah penumpang yang mencapai 9.911.010 penumpang per tahun dan jumlah penumpang pada peak hour tertinggi yang mencapai 10.157 penumpang per tahun terjadi pada skenario optimistic. Sementara itu dari skenario parameter didapatkan proyeksi waktu ideal untuk melakukan tahap awal ekspansi luas bandara terjadi pada skenario optimistic yang mencapai 87.17%. Hasil penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengembangan kebijakan untuk proyeksi jumlah penumpang dan persiapan ekspansi bandara Juanda.

Kata Kunci: Perencanaan permintaan, system dinamik, simulasi, ekspansi kapasitas, skenario.

**THE IMPLEMENTATION OF DINAMIC SYSTEMS
MODEL TO FORECAST THE AIR PASSANGER
DEMAND AND TERMINAL CAPACITY PLANNING
(CASE STUDY: JUANDA INTERNATIONAL
AIRPORT, SURABAYA)**

Nama Mahasiswa	: Daniel Surya Anjas
NRP	: 5213 100 058
Jurusan	: Sistem Informasi
Pembimbing 1	: Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRACT

Asia-Pacific is an area that has highest air traffic in the world. Based on research and judgement from experts in air traffic field, this kind of trend will keep continue until few years later. Indonesia is a country with significant increase of air traffic every year. However, the increase in air traffic is not balanced by infrastructure improvement to satisfy passanger's needs and demand. From the data of IATA, Indonesia is one of five countries which is experienced air traffic passanger growth in 20 years later. IATA forecast that on 2034, Indonesia's air traffic will reach 183 million passanger. Juanda International Airport is an airport in Indonesia and established under Angkasa Pura 1 whom manage all airports in east Indonesia. Throughout the year of 2016, there was 8.881.583 passangers who were on flight through Juanda International Airport. This research will be related on developing model to forecast passenger demand, evaluate some rules related to runway expansion and terminal capacity to meet future demand. The method used to develop the model is dynamic system method, with considering that this method can accomodate relation between non-linear and dynamic variabel, so that modeling process, analysis and skenario result can be done and used as decision making in the future. Projection for various variabel

are resulted from the structured skenario and parameter. From the skenario parameter, it was known that the projection of passanger which is reach 9.911.010 each year and passanger at highest peak our 10.157 happened in optimistic skenario. Beside that, from the parameter skenario, the ideal time for doing early phase of the airport area expansion happened in optimistic skenario also, with 87.17%. Result from this research can contribute in policy development for passanger projection and preparation in airport area expantion.

Keyword: Demand forecasting, System dynamics, Simulation, Capacity expansion, Skenario.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yesus Kristus yang telah memberi kekuatan dan hikmat sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul

“Penerapan Model Sistem Dinamik Untuk Peramalan Permintaan Penumpang Lalu Lintas Udara Dan Perencanaan Kapasitas Terminal Bandara (Studi Kasus: Bandara Internasional Juanda Surabaya)”

Skripsi ini merupakan tugas akhir akademik sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang senantiasa melimpahkan berkat dan rahmat-Nya selama penulis mengerjakan Tugas Akhir.
2. Bapak T. Marbun dan Ibu M. Siadari selaku orang tua penulis yang tiada henti selalu memberikan doa, semangat, segala bentuk dukungan serta mengajarkan bersyukur kepada Tuhan Yesus Kristus. Penulis akan selalu berusaha agar kerja keras kalian tidak akan pernah sia-sia.
3. Kak Pratiwi dan adik Dian selaku saudara kandung penulis yang senantiasa mendoakan kelancaran serta kesuksesan dalam penggerjaan Tugas Akhir.
4. Oppung dan semua kerabat tercinta yang turut membimbing penulis dari kecil hingga dewasa dan selalu memberi nasihat untuk kebaikan.
5. Bapak Ir. Aris Tjahyanto, M.Kom. selaku Ketua Departemen Sistem Informasi ITS Surabaya.
6. Ibu Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah memberikan banyak pengetahuan dan pemahaman baru bagi penulis.

7. Bapak Bekti Cahyo Hidayanto S.Si., M.Kom. selaku dosen wali penulis yang memberikan motivasi sehingga penulis terus mengusahakan yang terbaik selama mengerjakan Tugas Akhir.
8. Keluarga “ALSFIFAGETSU-FE” yang telah memberikan banyak pengalaman, cerita, dan kenangan selama penulis melakukan penelitian dan di waktu-waktu lainnya.
9. Dwi Karya Maha Putra dan Johannes Dumoli Tambunan (Kenangan Terindah) yang telah menyediakan tempat berkumpul, bermain, belajar, dan tempat tidur sehingga telah menjadi rumah ketiga bagi penulis setelah rumah dan kos-kosan.
10. Siti Oryza Khairunnisa yang sudah menjadi teman berbagi berbagai hal bagi penulis. Terutama selama pengerjaan Tugas Akhir ini sudah membantu sangat banyak dalam berbagai hal sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
11. Teman Lab Sistem Enterprise (SE) yang menjadi rekan senasib dan seperjuangan.
12. Seluruh teman Beltranis yang selalu memberikan dukungan kepada penulis dan memberikan banyak cerita selama penulis melakukan studi.
13. Mas dan Mbak serta adik-adik departemen Sistem Informasi yang dan seluruh *civitas akademika* departemen Sistem Informasi ITS dan seluruh pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dan telah memberikan dukungan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Semoga tulisan ini bermanfaat bagi orang yang membaca, bagi penelitian dan pengembangan aplikasi di masa depan. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, maka saran dan kritik yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan demi perbaikan selanjutnya.

Surabaya, 16 Januari 2018
Penulis,

Daniel Surya Anjas

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	15
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Relevansi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Terminal Penumpang pada Bandar Udara	5
2.2 Kapasitas Bandara Internasional Juanda Surabaya.....	5
2.3 Pengembangan Terminal Penumpang Bandar Udara 8	
2.3.1 Indikasi Awal Pembangunan, Pendayagunaan, Pengembangan dan Pengoperasian (IAP4).....	9
2.3.2 Kapasitas Terminal Ideal	9
2.3.3 Tingkat Okupansi.....	10
2.4 Penelitian Sebelumnya.....	10
2.5 Dasar Teori.....	13
2.5.1 <i>Demand Management</i>	13
2.5.2 <i>Static Capacity</i>	14

2.5.3 <i>Dynamic Capacity</i>	14
2.5.4 <i>Capacity Planning</i>	15
2.5.5 Simulasi.....	15
2.5.6 Model Simulasi	16
2.5.7 Sistem Dinamik.....	16
2.5.8 <i>Causal Loop Diagram</i>	18
2.5.9 Verifikasi dan Validasi Model	19
BAB III METODOLOGI	21
3.1 Diagram Metodologi	21
3.2 Tahapan Pelaksanaan	22
3.2.1 Studi Literatur	22
3.2.2 Pengumpulan Data	22
3.2.3 Analisis Faktor	22
3.2.4 <i>Causal Loop Diagram</i>	22
3.2.5 <i>Stock Flows Diagram</i>	24
3.2.6 Validasi Model Konseptual.....	24
3.2.7 <i>Model Formulation</i>	25
3.2.8 Verifikasi Model	25
3.2.9 Validasi Operasional.....	25
3.2.10 Skenariosasi (<i>Policy Analysis and Improvement</i>)	
25	
3.2.11 Analisis Hasil	26
3.2.12 Penyusunan Buku Tugas Akhir	26
3.3 Jadwal Kegiatan	Error! Bookmark not defined.
BAB IV MODEL DAN IMPLEMENTASI	27
4.1 Lingkungan Implementasi.....	27
4.1.1 Lingkungan Implementasi Perangkat Keras	27
4.1.2 Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak	27
4.2 Implementasi Model.....	28
4.2.1 Implementasi <i>Base Model</i>	28
4.3 Pemodelan Sistem	29
4.3.1 Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang <i>Base Model</i>	29

4.3.2 Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang <i>Base Model</i>	35
4.4 Verifikasi Model	39
4.4.1 Verifikasi Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang <i>Base Model</i>	40
4.4.2 Verifikasi Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang <i>Base Model</i>	41
4.5 Uji Validasi Model.....	41
4.5.1 Validasi Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang <i>Base Model</i>	41
4.5.2 Validasi Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang <i>Base Model</i>	44
4.6 Pengembangan Skenario	45
4.6.1 Skenario Parameter.....	46
4.6.2 Skenario Struktur.....	67
BAB V HASIL IMPLEMENTASI, ANALISIS DAN EVALUASI.....	81
5.1 Hasil Implementasi dan Analisis Model Skenario	81
5.1.1 Skenario Parameter.....	81
5.1.2 Skenario Struktur	87
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	95
6.1 Kesimpulan	95
6.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN A	1
LAMPIRAN B	3
LAMPIRAN C	1
BIODATA PENULIS	1

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.1 Diagram Metodologi	21
Gambar 3.2.1 CLD keterikatan <i>air passanger demand</i> dan <i>capacity planning</i>	23
Gambar 4.2.1 <i>Base Model</i>	29
Gambar 4.3.1 Sub model faktor eksternal-jumlah penumpang <i>base model</i>	30
Gambar 4.3.2 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang <i>base model</i>	35
Gambar 4.3.3 Hasil Uji Regresi variabel Penumpang x Koef dan data historis Jumlah Penumpang	38
Gambar 4.3.4 Hasil Uji Korelasi variabel Penumpang x Koef dan data historis Jumlah Penumpang	39
Gambar 4.4.1 Pesan verifikasi.....	39
Gambar 4.4.2 Grafik GDP Kota Surabaya 10 tahun terakhir.	40
Gambar 4.4.3 Grafik jumlah penumpang Bandara Internasional Juanda Surabaya 10 tahun terakhir.....	40
Gambar 4.4.4 Grafik penumpang pada <i>peak hour</i>	41
Gambar 4.6.1 Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang pada skenario parameter <i>most likely</i>	47
Gambar 4.6.2 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter <i>most likely</i>	49
Gambar 4.6.3 Grafik hasil proyeksi GDP skenario parameter <i>most likely</i>	52
Gambar 4.6.4 Grafik hasil proyeksi jumlah penumpang skenario parameter <i>most likely</i>	53
Gambar 4.6.5 Grafik hasil proyeksi penumpang pada <i>peak hour</i> skenario parameter <i>most likely</i>	53
Gambar 4.6.6 Sub model faktor eksternal-jumlah penumpang pada skenario parameter <i>pessimistic</i>	54
Gambar 4.6.7 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter <i>pessimistic</i>	56
Gambar 4.6.8 Hasil proyeksi GDP pada skenario <i>pessimistic</i>	59
Gambar 4.6.9 Hasil proyeksi jumlah penumpang pada skenario <i>pessimistic</i>	60

Gambar 4.6.10 Hasil proyeksi penumpang pada <i>peak hour</i> pada skenario <i>pessimistic</i>	60
Gambar 4.6.11 Sub model faktor eksternal-jumlah penumpang pada skenario parameter <i>optimistic</i>	61
Gambar 4.6.12 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter <i>optimistic</i>	63
Gambar 4.6.13 Grafik hasil proyeksi GDP pada skenario parameter <i>optimistic</i>	66
Gambar 4.6.14 Grafik hasil proyeksi jumlah penumpang pada skenario parameter <i>optimistic</i>	67
Gambar 4.6.15 Grafik hasil proyeksi penumpang pada <i>peak hour</i> pada skenario parameter <i>optimistic</i>	67
Gambar 4.6.16 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter <i>most likely</i>	69
Gambar 4.6.17 Hasil proyeksi tingkat okupansi bangunan pada skenario parameter <i>most likely</i>	72
Gambar 4.6.18 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter <i>pessimistic</i>	73
Gambar 4.6.19 Hasil proyeksi tingkat okupansi bangunan pada skenario parameter <i>pessimistic</i>	76
Gambar 4.6.20 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter <i>optimistic</i>	77
Gambar 4.6.21 Hasil proyeksi tingkat okupansi bangunan pada skenario parameter <i>optimistic</i>	80
Gambar 5.1.1 Grafik variabel pertumbuhan GDP	82
Gambar 5.1.2 Grafik variabel pertumbuhan jumlah penumpang	83
Gambar 5.1.3 Grafik variabel kelahiran	84
Gambar 5.1.4 Grafik variabel kematian	85
Gambar 5.1.5 Grafik variabel pertumbuhan <i>peak hour</i>	86
Gambar 5.1.6 Grafik variabel tingkat okupansi berdasarkan kapasitas bangunan.....	88
Gambar 5.1.7 Grafik variabel tingkat okupansi bangunan berdasarkan kapasitas terminal ideal	89
Gambar 5.1.8 Grafik variabel kebutuhan luas terminal total..	91
Gambar 5.1.9 Grafik variabel kebutuhan luas terminal tambahan.....	92

Gambar 5.1.10 Grafik variabel kebutuhan sirkulasi dan utilitas bangunan93

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2.1 Jumlah Penumpang Internasional per tahun.....	6
Tabel 2.2.2 Jumlah Penumpang Internasional per bulan pada tahun 2016.....	6
Tabel 2.2.3 Jumlah Penumpang Domestik per tahun	7
Tabel 2.2.4 Jumlah Penumpang Domestik per bulan tahun 2016	7
Tabel 2.3.1 Koefisien penumpang pada <i>peak hour</i>	10
Tabel 2.4.1 Penelitian Sebelumnya	11
Tabel 2.5.1 Variabel dalam sistem dinamik	17
Tabel 3.3.1 Jadwal kegiatan ... Error! Bookmark not defined.	
Tabel 4.1.1 Perangkat keras yang digunakan	27
Tabel 4.1.2 Perangkat lunak yang digunakan.....	28
Tabel 4.3.1 Persamaan pada sub model faktor eksternal-jumlah penumpang <i>base model</i>	30
Tabel 4.3.2 Selisih hasil langkah 2 dengan data historis penumpang	32
Tabel 4.3.3 Proporsi hasil dari langkah 3 terhadap hasil dari langkah 2	33
Tabel 4.3.4 Perkalian hasil langkah 2 dengan hasil langkah 5	33
Tabel 4.3.5 Validasi hasil.....	34
Tabel 4.3.6 Persamaan pada sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang <i>base model</i>	36
Tabel 4.5.1 Hasil validasi variabel GDP	42
Tabel 4.5.2 Hasil validasi variabel jumlah penumpang	43
Tabel 4.5.3 Hasil validasi variabel penumpang pada <i>peak hour</i>	44
Tabel 4.6.1 Spesifikasi <i>time bounds</i>	45
Tabel 4.6.2 Persamaan pada sub model faktor eksternal-jumlah penumpang pada skenario parameter <i>most likely</i>	47
Tabel 4.6.3 Persamaan pada sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter <i>most likely</i>	49

Tabel 4.6.4 Persamaan pada sub model faktor eksternal-jumlah penumpang pada skenario parameter <i>pessimistic</i>	54
Tabel 4.6.5 Persamaan pada sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang pada skenario parameter <i>pessimistic</i>	56
Tabel 4.6.6 Persamaan pada sub model faktor eksternal-jumlah penumpang pada skenario parameter <i>optimistic</i>	61
Tabel 4.6.7 Persamaan pada sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter <i>Optimistic</i>	63
Tabel 4.6.8 Persamaan pada sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter <i>most likely</i>	69
Tabel 4.6.9 Persamaan pada sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter <i>pessimistic</i>	73
Tabel 4.6.10 Persamaan pada sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter <i>optimistic</i>	77

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan akan menjelaskan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, dan manfaat kegiatan tugas akhir. Berdasarkan uraian pada bab ini, diharapkan mampu memberi gambaran umum permasalahan dan pemecahan masalah pada tugas akhir.

1.1 Latar Belakang Masalah

Bandar udara atau lebih dikenal dengan kata bandara merupakan fasilitas yang digunakan sebagai tempat lepas landas dan mendarat untuk pesawat udara dan helikopter [1]. Sementara itu berdasarkan data yang diberikan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, bandara merupakan kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya [2]. Berdasarkan data yang dihimpun oleh Badan Pusat Statistik (BPS) sepanjang tahun 2016, jumlah penumpang pesawat udara mencapai 95,2 juta orang [3]. Jumlah ini sangat berbeda jauh dengan transportasi angkutan laut yang hanya memberangkatkan 14,9 juta orang selama periode yang sama. Beberapa alasan para penumpang menggunakan transportasi udara ialah karena cepat, sehingga mampu menghemat waktu perjalanan para penumpang. Selain itu, beberapa faktor non-teknis, seperti kebutuhan gaya hidup, juga mempengaruhi penumpang dalam memilih transportasi udara.

Sampai saat ini transportasi udara masih menjadi jenis transportasi teraman dibanding dengan transportasi darat dan laut. Dari semua penerbangan komersial yang berjalan, kecelakaan pesawat terjadi pada rasio 1:1,2 juta penerbangan.

Selain itu, kecelakaan transportasi darat jauh lebih tinggi dibandingkan transportasi udara dengan perbandingan 5 juta kecelakaan transportasi darat dibanding dengan 20 kecelakaan transportasi udara. Selain itu, menurut data Aviation-Safety.net, terdapat 16 kecelakaan transportasi udara dengan 560 korban jiwa sepanjang 2015, angka ini di bawah rata-rata selama 10 tahun sebelumnya dan peningkatan dibanding tahun 2014 dengan jumlah 21 kecelakaan fatal dan korban tewas hingga 986 orang [4]. Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) menyatakan, sebagian besar rekomendasi yang diberikan KNKT tentang kecelakaan angkutan darat tidak dilaksanakan, baik pemerintah daerah maupun operator angkutan yang terlibat kecelakaan. Hal ini yang menyebabkan sering terjadinya kecelakaan di transportasi darat. Sejak tahun 2010-2016, terjadi 41 jenis kecelakaan angkutan darat yang telah diinvestigasi KNKT. Kecelakaan ini disebabkan oleh kesalahan manusia sekitar 60 persen, sarana 21 persen dan prasarana 9 persen [5].

Selama 2016, bandara Juanda melayani 8.881.583 penumpang [6]. Hingga awal Februari 2014, bandara Juanda hanya memiliki 1 terminal. Lalu pada minggu 16 Februari 2014 Terminal 2 resmi mulai beroperasi. Namun walaupun sudah terdapat dua terminal, Angkasa Pura 1 selaku pengelola bandara Juanda sedang melakukan studi kelayakan atas pembangunan Terminal 3 bandara Juanda [7]. Tujuannya ialah untuk meningkatkan kualitas pelayanan kepada pengguna jasa dan juga untuk menambah landasan pacu pesawat.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang menjadi fokus untuk diselesaikan dalam Penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Faktor apa saja yang mempengaruhi permintaan penumpang di Bandara Internasional Juanda?
2. Bagaimana proyeksi permintaan penumpang lalu lintas udara di masa mendatang?

3. Apakah kapasitas terminal bandara dapat memenuhi permintaan penumpang di masa mendatang?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah diatas, batasan ruang lingkup penggerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Ruang lingkup penelitian ialah berada pada Bandara Internasional Juanda.
2. Penelitian ini hanya dibatasi pada dimensi *demand capacity planning*.
3. Objek penelitian ini hanya dibatasi pada penumpang lalu lintas udara.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang dijelaskan sebelumnya, tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi permintaan penumpang lalu lintas udara di Bandara Internasional Juanda.
2. Membangun model sistem dinamik proyeksi permintaan penumpang lalu lintas udara di masa mendatang.
3. Analisa dan evaluasi terhadap kapasitas terminal Bandara Internasional Juanda.

1.5 Manfaat Penelitian

Tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat bagi berbagai pihak, yakni:

1. Bagi mahasiswa (akademisi), dapat digunakan untuk menambah pengetahuan terkait *demand forecasting*, sistem dinamik, *capacity expansion* dan analisa terhadap aturan.
2. Bagi Jurusan Sistem Informasi ITS, menambah fortfolio terkait penelitian/pengembangan model *demand capacity planning*.

3. Bagi Bandara Internasional Juanda, dapat digunakan sebagai referensi dalam pengambilan keputusan mengenai *demand management* dan *capacity expansion*.

1.6 Relevansi

Relevansi dari penelitian ini berkaitan dengan mata kuliah Simulasi Sistem dan Teknik Peramalan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan referensi yang berhubungan dengan tugas akhir. Terdiri atas penjelasan mengenai studi sebelumnya dan teori pendukung.

2.1 Terminal Penumpang pada Bandar Udara

Menurut Transportation Research Board (1987), elemen terminal penumpang yang terdapat pada sebuah bandar udara diklasifikasikan menjadi 3 bagian, antara lain *processing facilities*, digunakan untuk memproses penumpang serta barang bawaannya, *holding facilities*, digunakan oleh penumpang untuk menunggu serta *flow facilities*, digunakan untuk menghubungkan antar elemen pada terminal (Suryani, Chuo, & Chen, Air Passenger Demand Forecasting and Passenger Terminal Capacity Expansion: A System Dynamics Framework, 2010). Di Indonesia terdapat peraturan yang telah mengaturnya yaitu mengacu pada PM 178 tahun 2015, terminal penumpang bandar udara memiliki proporsi minimal 70% dari proporsi 80% luas bangunan bandar udara. Dimana 20% digunakan untuk sirkulasi dan utilitas bangunan, lalu dari 80% sisanya terdapat proporsi maksimal 30% untuk komersil (Kementerian Perhubungan RI, 2015).

2.2 Kapasitas Bandara Internasional Juanda Surabaya

Bagian ini akan menjelaskan mengenai kapasitas dan jumlah penumpang bandara Internasional Juanda Surabaya beberapa tahun terakhir untuk mendukung penelitian tugas akhir. Tabel 2.2.1 merupakan data penumpang internasional di bandara Juanda Surabaya.

Tabel 2.2.1 Jumlah Penumpang Internasional per tahun

Tahun	Jumlah Penumpang Internasional
2006	426022
2007	463610
2008	459721
2009	502451
2010	560927
2011	641372
2012	699581
2013	869167
2014	888121
2015	836382
2016	861948

Khusus pada tahun 2016, jumlah penumpang mengalami beberapa fase naik dan turun, seperti ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.2.2 Jumlah Penumpang Internasional per bulan pada tahun 2016

Tahun	Jumlah Penumpang Internasional
Januari	76998
Februari	67737
Maret	78994
April	73520
Mei	71163
Juni	64703
Juli	79797
Agustus	53219
September	66131
Oktober	72468
Nopember	63731
Desember	93487

Selanjutnya berikut merupakan data penumpang domestik di bandara Juanda Surabaya.

Tabel 2.2.3 Jumlah Penumpang Domestik per tahun

Tahun	Jumlah Penumpang Domestik
2006	3552187
2007	3571074
2008	3539582
2009	4305927
2010	5044724
2011	5710269
2012	6749476
2013	7264393
2014	6987700
2015	6857696
2016	8019635

Seperti pada penumpang internasional, jumlah penumpang pada tahun 2016 juga mengalami beberapa fase naik dan turun, seperti ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.2.4 Jumlah Penumpang Domestik per bulan tahun 2016

Tahun	Jumlah Penumpang Domestik
Januari	656208
Februari	571726
Maret	618357
April	596085
Mei	675702
Juni	523451
Juli	825715
Agustus	792232
September	649375
Oktober	718451
Nopember	699285

Desember	693048
----------	--------

Data yang terdapat pada tabel diatas didapatkan dari laman resmi Badan Pusat Statistik [8] [9]. Berdasarkan data tabel diatas, diketahui bahwa jumlah penumpang internasional di bandara Juanda pada tahun 2016 mengalami peningkatan jika dibandingkan tahun 2015. Namun jumlah tersebut mengalami penurunan dibanding dengan tahun 2014. Begitu juga dengan penumpang domestik, pada tahun 2016 jumlah penumpang domestik mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan tahun 2015. Bahkan jumlah penumpang tahun 2016 merupakan yang tertinggi selama 5 tahun belakangan. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas penggunaan jasa lalu lintas udara melalui bandara Internasional Juanda Surabaya selama beberapa tahun belakangan mengalami peningkatan.

Saat ini, kapasitas terminal 1 bandara Internasional Juanda Surabaya ialah 6,5 juta penumpang per tahun dan terminal 2 bandara Internasional Juanda Surabaya ialah 6 juta penumpang per tahun [10]. Terminal 1 yang digunakan saat ini diresmikan pada tahun 2006, sedangkan terminal 2 diresmikan pada tahun 2014.

2.3 Pengembangan Terminal Penumpang Bandar Udara

Sesuai dengan PM 178 tahun 2015 tentang standar pelayanan pengguna jasa bandar udara dari menteri perhubungan yang berisi tentang standar pelayanan pengguna jasa bandar udara, serta PM 69 tahun 2013 tentang tataan kebandarudaraan nasional yang berisi tentang tataan bandar udara nasional, terdapat dua variabel yang digunakan untuk memperkirakan waktu ekspansi pada tugas akhir ini yaitu Indikasi Awal Pembangunan, Pendayagunaan, Pengembangan dan Pengoperasian (IAP4) dan tingkat okupansi yang dipengaruhi oleh kapasitas terminal ideal dan kapasitas bangunan. Sedangkan untuk mengetahui kapasitas yang dibutuhkan maka

perlu dilakukan perhitungan penumpang pada *peak hour* (waktu sibuk).

2.3.1 Indikasi Awal Pembangunan, Pendayagunaan, Pengembangan dan Pengoperasian (IAP4)

IAP4 merupakan indikasi awal kapasitas terminal dalam menampung penumpang pada jam sibuk dan digunakan untuk prakiraan awal kebutuhan pengembangan fasilitas. Perhitungan IAP4 dijabarkan sebagai berikut

$$\text{IAP4} = \frac{\text{Penumpang peak hour (waktu sibuk)} * \text{standar luas terminal}}{\text{Luas existing terminal}}$$

Luas *existing* terminal merupakan luas terakhir bangunan terminal. Penumpang *peak hour* yang digunakan merupakan jumlah penumpang yang paling banyak pada jam tertentu di hari dan bulan tertentu. Sedangkan standar luas terminal yang digunakan merupakan standar luas terminal per penumpang penerbangan domestik yaitu 14 m^2 per penumpang menurut PM 69 tahun 2013. Hasil perhitungan IAP4 dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

- $\text{IAP4} \leq 0.6$
Kapasitas yang tersedia masih mencukupi.
- $0.75 \geq \text{IAP4} \geq 0.6$
Kapasitas yang tersedia menjadi perhatian untuk dikembangkan.
- $\text{IAP4} \geq 0.75$
Kapasitas yang tersedia dapat dikembangkan.

2.3.2 Kapasitas Terminal Ideal

Kapasitas terminal ideal merupakan kapasitas ideal suatu terminal penumpang dengan mempertimbangkan luas terminal *existing* dan koefisien penumpang pada *peak hour*. Persamaan untuk menghitung kapasitas terminal ideal dapat dilihat sebagai berikut

$$\text{Kapasitas terminal ideal} = \frac{\text{Luas terminal existing} * \text{ruang operasional}(\%)}{\frac{\text{Standar luas terminal}}{\frac{\text{Koefisien penumpang}}{\frac{\text{pada peak hour}}{100}}}}$$

Koefisien penumpang yang digunakan pada *peak hour* tergantung pada banyaknya jumlah penumpang per tahun seperti yang ditunjukkan oleh tabel berikut.

Tabel 2.3.1 Koefisien penumpang pada *peak hour*

Jumlah penumpang / tahun (juta)	Koefisien (%)
> 30	0,035
20 – 29,999	0,040
10 – 10,999	0,045
1 – 1,999	0,050
0,5 – 0,999	0,080
0,1 – 0,4999	0,130
< 0,1	0,2

Metode yang tertulis di PM No. 178 2015 ini mengadopsi metode yang digunakan oleh The Federation Aviation Administration (FAA) di United States, yaitu *typical peak hour passengers* (TPHP).

2.3.3 Tingkat Okupansi

Tingkat okupansi digunakan untuk mengetahui tingkat kepadatan yang terjadi pada suatu terminal penumpang. Kepadatan ini didasarkan kepada jumlah penumpang per tahun. Pada tugas akhir ini, tingkat okupansi akan dibagi menjadi 2 bagian, antara lain tingkat okupansi berdasarkan kapasitas terminal ideal serta berdasarkan kapasitas bangunan. Tingkat okupansi berdasarkan kapasitas terminal ideal merupakan persentase perbandingan antara jumlah penumpang per tahun dengan kapasitas terminal ideal. Sedangkan tingkat okupansi berdasarkan kapasitas bangunan merupakan perbandingan antara jumlah penumpang per tahun dengan kapasitas bangunan.

2.4 Penelitian Sebelumnya

Dalam penelitian ini, digunakan beberapa penelitian terdahulu sebagai pedoman dan referensi dalam melaksanakan proses-

proses dalam penelitian, seperti yang terdapat dalam penelitian di tabel berikut, berisi informasi penelitian sebelumnya serta hubungan penelitian terhadap tugas akhir ini.

Tabel 2.4.1 Penelitian Sebelumnya

Judul Penelitian	Simulasi Sistem Dinamik Analisis Pengaruh Performa Ekonomi Makro terhadap Angka Kemiskinan
Penulis, Tahun	Erma Suryani, Yulita Rosiana, 2012
Deskripsi Umum Penelitian	Peneliti melakukan analisa tentang pengaruh performa ekonomi makro terhadap kemiskinan. Peneliti menggunakan metode sistem dinamis dengan tujuan agar dapat mempertimbangkan faktor internal dan eksternal. Studi kasus penelitian ini ialah Kabupaten Ngawi. Hasil penelitian didapatkan bahwa Indeks Pembangunan Manusia sangat berpengaruh terhadap kemiskinan. Selain itu pertanian lebih dapat digunakan untuk meningkatkan tenaga kerja dibandingkan dengan industri maupun jasa.
Keterkaitan Penelitian	Pembuatan model causal loop diagram dan sistem dinamik dalam menemukan keterkaitan sebab-akibat suatu permasalahan. Kemudian melakukan studi komprehensif jangka panjang dengan menggunakan skenario struktur dan skenario parameter. Lalu melakukan verifikasi dan validitas terhadap setiap model sebelum akhirnya dipilih skenario terbaik.

Judul Penelitian	Manajemen Aset Jaringan Distribusi Tenaga Listrik untuk Meningkatkan Keandalan Jaringan Distribusi Menggunakan Sistem Dinamik (Studi Kasus: PT. PLN (Persero) APJ Surabaya Selatan)
Penulis, Tahun	Ayunda Puspa Kinanti, Erma Suryani, 2014
Deskripsi Umum Penelitian	Model simulasi dinamik untuk penyelesaian permasalahan yang ada. Penulis melakukan analisa komprehensif terhadap manajemen aset jaringan untuk memastikan aset jaringan tersebut tetap berjalan dengan efektif. Selain itu, tujuan dari penelitian ini ialah untuk memberikan masukan kepada manajemen perusahaan dalam pengambilan keputusan untuk meningkatkan kualitas management aset yang dapat meningkatkan keandalan dan menurunkan losses (susut) distribusi energi listrik di masa depan.
Keterkaitan Penelitian	Menggunakan metode yang sama yaitu sistem dinamik untuk melakukan penelitian.
Judul Penelitian	Pengembangan Model Rantai Pasok Produksi Beras untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan dengan Menggunakan Sistem Dinamik
Penulis, Tahun	Isnaini Muhandhis, Erma Suryani, 2015

Deskripsi Umum Penelitian	Sistem rantai pasok produksi beras dimodelkan dengan menggunakan sistem dinamik sehingga dapat menganalisa kondisi actual. Selain itu dapat mengevaluasi permasalahan yang ada sekaligus memberi alternatif skenario untuk memecahkan permasalahan. Dari penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario ekstensifikasi lahan dapat meningkatkan produksi padi dengan rata-rata 0.61% setiap tahunnya dan rasio pemenuhan beras hingga 1.015 di akhir periode tahun 2033. Kemudian skenario intensifikasi lahan mampu menunjukkan peningkatan produksi padi rata-rata 1.39% per tahun dan rasio yang didapatkan dalam pemenuhan beras mencapai 1.2 di akhir periode tahun 2033.
Keterkaitan Penelitian	Penelitian ini memiliki persamaan dalam pemilihan metode sistem dinamik sebagai metode untuk menyelesaikan masalah.

2.5 Dasar Teori

Bagian ini akan menjelaskan mengenai teori-teori yang digunakan untuk mendukung tugas akhir.

2.5.1 *Demand Management*

Pada dasarnya *demand management* (manajemen permintaan) didefinisikan sebagai suatu kegiatan dan fungsi kerja untuk mengelola seluruh permintaan produk maupun jasa. Vincent Gaspersz (1998) mendefinisikan bahwa *demand management* merupakan suatu fungsi pengelolaan dari semua permintaan produk maupun jasa. Tujuannya ialah untuk menjamin bahwa penyusunan jadwal induk (*master scheduler*) mengetahui dan menyadari seluruh permintaan yang ada. Secara umum,

kegiatan dalam *demand management* dibagi menjadi dua aktivitas utama, yaitu peramalan (tidak pasti) dan pelayanan pesanan (pasti) [11]. Dalam mengontrol pesanan, organisasi umumnya mengontrol dengan cara menurunkan atau menaikkan harga. Lalu organisasi juga dapat memproyeksikan pola permintaan di masa mendatang dengan melakukan peramalan berdasarkan data permintaan yang sudah ada.

Menurut Lyneis (2000), permintaan penumpang lalu lintas udara dapat dipengaruhi oleh dua faktor, antara lain faktor eksternal dan internal. Dengan asumsi bahwa permintaan dan kinerja di masa mendatang sangat penting dan dibutuhkan untuk pengambilan keputusan bisnis. Lyneis menilai bahwa biaya penerbangan dikategorikan sebagai faktor internal dan *Gross Domestic Product* (GDP) dan penduduk dikategorikan sebagai faktor eksternal [12]. Umumnya peramalan permintaan di masa mendatang dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisa time series. Analisa ini sangat bergantung dengan data masa lalu yang dimiliki oleh organisasi. Analisa dengan pendekatan ini akan menampilkan beberapa pola permintaan, seperti Musiman (*seasonality*), Siklis (*cycle*), Tren (*trend*) dan Acak (*random*).

2.5.2 Static Capacity

Static Capacity mengacu kepada lahan yang ada dan tersedia pada sebuah fasilitas. *Static Capacity* tidak dapat diubah tanpa memperluas fasilitas yang dimiliki. Hal ini yang dapat menimbulkan permasalahan pada lahan yang luasnya terbatas. Hal ini akan menyulitkan pemilik lahan dalam melakukan pengembangan terhadap lahannya [13].

2.5.3 Dynamic Capacity

Dynamic Capacity mengacu kepada beberapa hal, seperti pegawai, teknologi, infrastruktur dan lainnya. Perubahan pada *Dynamic Capacity* cenderung lebih mudah dilakukan karena objeknya yang cenderung mudah berubah. Selain itu terdapat banyak pilihan yang ada, sehingga objek yang akan dipilih harus diseleksi untuk memastikan kualitasnya [13].

2.5.4 Capacity Planning

Dalam ilmu manajemen modern, *Capacity Planning* (perencanaan kapasitas) merupakan salah satu unsur yang esensial. Hal ini dikarenakan oleh *Capacity Planning* memungkinkan organisasi membuat rancangan strategi kapasitas yang efektif menggunakan suatu kerangka kerja analitis yang ada. Dalam dunia teknologi informasi, *Capacity Planning* merupakan suatu fungsi yang digunakan untuk memperkirakan ruang, *hardware/software* yang digunakan serta infrastruktur jaringan yang mungkin akan dibutuhkan di masa mendatang. Tujuan dari *Capacity Planning* ialah membuat perencanaan yang sebaik mungkin, sehingga penambahan kapasitas baru dilakukan tepat waktu, tidak terlambat sehingga dapat memenuhi kebutuhan dan tidak terlalu cepat sehingga tidak menambah sumberdaya yang terbengkalai [14].

Permintaan puncak dari penumpang lalu lintas udara biasanya ditentukan oleh pola musiman dan siklus. Oleh sebab itu, pengelola bandara memiliki kepentingan untuk mengelola fasilitas seperti landasan pacu dan perencanaan kapasitas terminal penumpang. Hal ini bertujuan untuk memastikan fasilitas yang ada dapat menampung permintaan yang datang. Pemanfaatan landasan pacu, kapasitas terminal penumpang dan ketersediaan fasilitas lainnya yang digunakan untuk menangani kedatangan dan keberangkatan penumpang merupakan entitas utama yang akan mempengaruhi kapasitas landside yang dibutuhkan [12]. Dalam melakukan perencanaan, seorang *Capacity Planner* menggunakan *business plan* dan *forecast* yang dimiliki oleh organisasi untuk melakukan analisa kebutuhan di masa mendatang.

2.5.5 Simulasi

Simulasi mengacu kepada kumpulan metode dan aplikasi untuk meniru atau menduplikasi perilaku dari sistem yang sebenarnya, tanpa perlu membuat sistem yang asli. Penggunaan simulasi diharapkan mampu menghemat banyak sumber daya.

Selain itu, konsep simulasi dapat diterapkan dalam berbagai macam bidang, seperti industri maupun aplikasi. Simulasi komputer mengacu kepada metode yang digunakan untuk mempelajari berbagai macam model dari *real-world* sistem dengan menggunakan evaluasi numeric. Evaluasi ini dilakukan menggunakan software yang dirancang khusus untuk meniru operasi dan karakteristik suatu sistem sebenarnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa simulasi merupakan proses merancang dan membuat model dari suatu sistem yang sudah ada. Simulasi dapat dilakukan pada suatu sistem yang sangat kompleks hingga sistem yang simple. Pelaksanaan simulasi diharapkan mampu mempersingkat waktu pengambilan keputusan dan mampu meminimalisir biaya yang digunakan [15].

2.5.6 Model Simulasi

Model simulasi terbagi menjadi 3 dimensi, yaitu [15]:

1. Model Simulasi Statik vs. Dinamik

Model statik melakukan representasi sistem pada waktu tertentu. Sementara model dinamik melakukan representasi sistem dalam perubahannya terhadap waktu.

2. Model Simulasi Deterministik vs. Stokastik

Model deterministik tidak memiliki komponen probabilistik. Sementara model stokastik memiliki komponen input random dan menghasilkan output yang random juga.

3. Model Simulasi Kontinu vs. Diskrit

Model kontinu melakukan representasi sistem yang berubah secara kontinu terhadap waktu. Sementara model diskrit melakukan representasi sistem yang berubah secara instan pada titik waktu tertentu.

2.5.7 Sistem Dinamik

Sistem dinamik merupakan metodologi untuk mengabstraksikan suatu kejadian di dunia nyata ke sebuah model yang lebih eksplisit. Model sistem dinamik dapat

dibentuk dari sebuah hubungan sebab-akibat (*causal*) yang kemudian mempengaruhi struktur yang terdapat dalam sistem. Pengaruh yang dimaksud dapat terjadi secara langsung antara dua struktur, ataupun akibat dari hubungan-hubungan yang terjadi pada beberapa struktur, hingga akhirnya membentuk umpan-balik (*causal loop*).

Ciri-ciri permasalahan yang dapat dimodelkan dengan sistem dinamik memiliki ciri yang bersifat dinamis (berubah terhadap waktu) dan memiliki setidaknya satu umpan balik (*feedback*) dalam prosesnya. Sistem dinamis berdasarkan Muhammadi dan Soesilo memiliki 3 tujuan, yang pertama adalah untuk memahami bagaimana cara kerja masing-masing unsur yang membangun sebuah sistem (*to understand*), kemudian untuk mengoptimalkan hasil kerja sistem setelah memahami cara kerja masing-masing unsur sistem (*to optimize*), dan yang terakhir untuk meramalkan kinerja sistem dimasa depan berdasarkan hasil kerja yang optimal (*to predict*) [16].

Tahapan dalam proses pemodelan sistem dinamik adalah sebagai berikut:

1. *Problem Identification and definition*
2. *Sistem Conceptualization*
3. *Model Formulation*
4. *Simulation and Validation*
5. *Policy analysis and Improvement*
6. *Policy Implementation*

Tabel 2.5.1 Variabel dalam sistem dinamik

Variabel	Simbol	Keterangan
Level		Merupakan variabel yang menyatakan akumulasi dari sejumlah benda (<i>nouns</i>), seperti uang, manusia dan lainnya, terhadap waktu. Level dipengaruhi oleh variabel rate.

Rate		Merupakan suatu aktivitas, pergerakan atau aliran yang berkontribusi terhadap perubahan per satuan waktu dalam suatu variabel level. Rate merupakan satu-satunya variabel yang mempengaruhi level.
Auxiliary		Merupakan variabel bantu yang berisi formulasi yang digunakan menjadi masukan pada rate. Variabel ini sering digunakan untuk formulasi yang lebih kompleks.

2.5.8 Causal Loop Diagram

Causal Loop Diagram merupakan model yang umum digunakan untuk memecahkan permasalahan dengan pendekatan sistem yang mempertimbangkan kompleksitas dinamis dari sistem aktual atau untuk mendukung pendekatan sistem dinamik. Model CLD menekankan pada hubungan sebab-akibat yang dihasilkan antar komponen dalam sebuah sistem. Hubungan ini selanjutnya akan digambarkan dalam suatu diagram dengan garis lengkung yang berujung tanda panah sebagai penghubung antar komponen sistem tersebut [17].

Beberapa keunggulan yang didapat ketika menggunakan model CLD, diantaranya:

1. Dapat menggambarkan rantai hubungan sebab-akibat secara jelas.
2. Mampu melihat permasalahan secara keseluruhan, dapat dilihat dari segi cakupan maupun dari segi waktu sehingga dapat mencegah pemikiran yang sempit.
3. Memberikan kemudahan *decision maker* untuk mengambil keputusan.

4. Dapat mengeksplor lebih jauh untuk mendapatkan kebijakan maupun keputusan alternatif sehingga mempermudah decision maker untuk mengantisipasi konsekuensinya.
5. Mampu meningkatkan efektifitas komunikasi agar dapat berjalan dengan baik.

2.5.9 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dan validasi merupakan tahapan untuk mengetahui hasil akhir dari model yang dikaji. Tahap ini akan mengetahui apakah model yang dirancang sudah mendapatkan hasil yang optimal atau belum. Verifikasi model merupakan tahapan dalam menentukan apakah model simulasi sudah merefleksikan model aktual dengan tepat. Verifikasi ini dilakukan untuk menjamin kebenaran suatu model yang dirancang berdasarkan nilai matematis dan konsisten secara logika. Sedangkan validasi model merupakan tindakan untuk mengetahui dan membuktikan bahwa proses atau metode yang dipakai dapat memberikan hasil yang konsisten dan telah sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan serta terdokumentasikan dengan baik. Menurut Law dan Kelton [18] validasi merupakan sebuah proses untuk menentukan apakah model konseptual mempresentasikan sistem nyata dengan tepat atau tidak. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk mengetahui model yang dikaji sudah valid:

A. Melakukan perbandingan rata-rata (*Mean Comparison*)

Dimana:

$$E1 = \frac{|\bar{S} - \bar{A}|}{\bar{A}}$$

\bar{S} = nilai rata-rata hasil simulasi
 \bar{A} = nilai rata-rata data

Dan sebuah model dianggap valid apabila memiliki nilai $E1 \leq 5\%$

B. Melakukan perbandingan Variasi Amplitudo (% Error Variance)

Dimana:

$$E2 = \frac{|Ss - Sa|}{Sa}$$

Ss = Standar deviasi model

Sa = Standar deviasi data

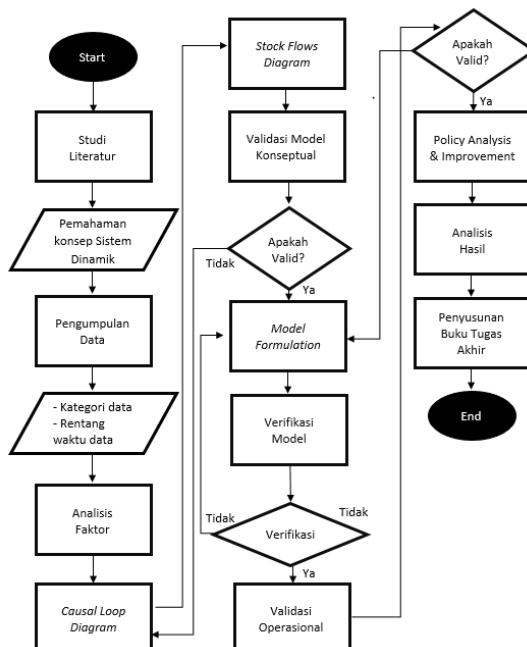
Dan sebuah model dianggap valid apabila memiliki nilai $E2 \leq 30\%$.

BAB III METODOLOGI

Pada bab ketiga ini, akan dijabarkan mengenai langkah-langkah dalam pengerjaan tugas akhir dalam melakukan permodelan dan simulasi pemeliharaan aset yang dimiliki oleh unit transmisi untuk di masa yang akan datang. Permodelan yang disimulasikan akan menyesuaikan dengan keadaan asli sehingga nantinya hasil simulasi akan mendapatkan informasi aset yang tepat.

3.1 Diagram Metodologi

Berikut ini adalah gambar diagram metodologi yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir permodelan sistem dinamik:



Gambar 3.1.1 Diagram Metodologi

3.2 Tahapan Pelaksanaan

3.2.1 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian serta pemahaman informasi dan literatur terkait penelitian yang dikerjakan. Pemahaman mengenai konsep dari pemodelan dan simulasi kontinyu, teori dan konsep *demand management*. Serta dilakukan identifikasi masalah terkait pengembangan *capacity planning* bandara Internasional Juanda Surabaya.

3.2.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data terkait dengan permasalahan. Data-data mengenai variabel yang dibutuhkan dalam tahap pemodelan. Pengambilan data pada tugas akhir ini dilakukan melalui beberapa cara: 1. Referensi; 2. Eksplorasi dari hasil-hasil penelitian sebelumnya; 3. Wawancara dengan pihak bandara Internasional Juanda Surabaya; 4. Observasi terkait *demand management* dan *capacity planning* bandara.

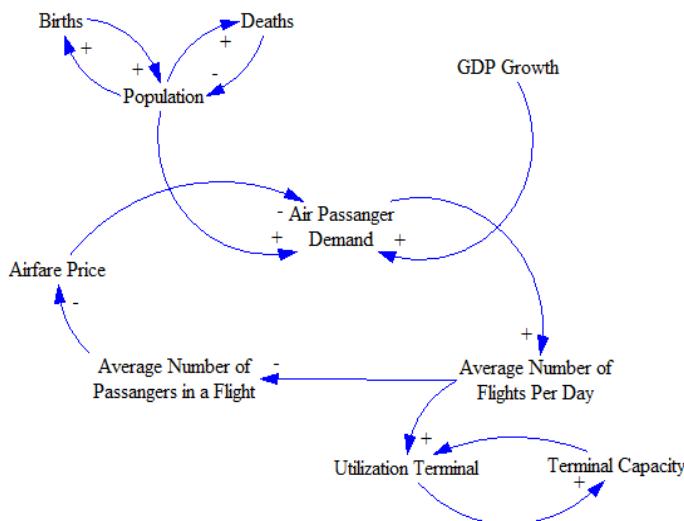
3.2.3 Analisis Faktor

Setelah melakukan pengumpulan data yang terkait dengan faktor pengembangan *demand management* dan *capacity planning* bandara, tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi faktor-faktor tersebut agar disesuaikan dengan indikator dari *demand management* dan *capacity planning* bandara yang mempengaruhi pembuatan pemodelan dan simulasi. Faktor ini yang akan digunakan dalam membuat *causal loop* diagram dan *stock flows* diagram.

3.2.4 Causal Loop Diagram

Proses pembuatan *causal loop* diagram dilakukan sebelum disimulasikan ke dalam *stock flows* diagram. Tujuan penggunaan diagram kausatif ialah untuk mengklasifikasikan faktor dan indikator *demand management* dan *capacity planning* bandara ke dalam variabel dalam *causal loop* diagram.

Pada diagram kausatif, terdapat tanda panah yang menghubungkan antar variabel disertai dengan tanda positif dan negatif. Tanda positif sendiri berarti perubahan yang terjadi pada suatu variabel akan mengubah variabel lain secara searah. Sedangkan tanda negatif memiliki arti perubahan yang terjadi pada suatu variabel akan mengubah variabel lainnya ke arah yang berlawanan dari tanda tersebut. Berikut merupakan CLD mengenai keterikatan air passanger demand dan terminal *capacity planning* yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3.2.1 CLD keterikatan air passanger demand dan capacity planning

Secara umum, permintaan penumpang lalu lintas udara dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu faktor internal dan eksternal. Salah satu contoh faktor internal ialah harga biaya penerbangan, jumlah penumpang pada setiap penerbangan dan jumlah penerbangan per hari. Sementara contoh faktor eksternal umumnya ialah kondisi ekonomi, seperti *Gross Domestic Product* (GDP) dan kondisi demografis, seperti populasi penduduk [19].

Rencana skenario yang akan dilakukan, ialah:

1. Melakukan proyeksi *demand* penumpang lalu lintas udara di masa mendatang (2017-2030).
2. Melakukan perencanaan kapasitas terminal bandara untuk memenuhi demand penumpang lalu lintas udara di masa mendatang.

Ketika permintaan penumpang lalu lintas udara meningkat, ruang yang dibutuhkan untuk penumpang akan meningkat. Lalu pertumbuhan penumpang yang membutuhkan ruang akan menurunkan *dynamic capacity* yang dimiliki terminal dan akan membutuhkan tambahan area wilayah terminal. Penambahan area wilayah terminal ini akan menurunkan daya pemanfaatan bandara (*terminal utilization*). Penambahan area wilayah ini dapat berupa perluasan terminal yang digunakan sekarang atau pembangunan terminal baru. Namun yang umum dilakukan ialah penambahan terminal baru. Perencanaan kapasitas terminal bandara ini yang akan menentukan waktu yang tepat untuk membangun terminal baru.

3.2.5 Stock Flows Diagram

Dalam pembuatan *stock flows* diagram, variabel diambil langsung dari *causal loop* diagram. Lalu variabel yang sudah ada diklasifikasikan terlebih dahulu ke dalam level, rate/flow, auxiliary, source and sink, atau parameter. Tujuannya untuk memudahkan perumusan dan pencarian hasil dari setiap faktor. Setelah model terbentuk, selanjutnya ialah merumuskan hubungan dari suatu variabel ke variabel lainnya menggunakan rumusan equation vensim yang sebelumnya telah diidentifikasi.

3.2.6 Validasi Model Konseptual

Validasi model konseptual dibutuhkan untuk memastikan apakah model yang dirancang di tahap sebelumnya sudah dibangun dengan benar dan model tersebut sudah merepresentasikan permasalahan, struktur model dan hubungan kausal dengan benar. Tahap ini dilakukan dengan

cara melakukan perbandingan struktur model dengan struktur sistem nyata atau dengan literatur terkait.

3.2.7 Model Formulation

Selanjutnya ialah melakukan simulasi dengan mengubah diagram yang telah dibuat menjadi diagram model yang lebih terperinci dengan memasukkan persamaan rate dan level, parameter dan *initial condition*.

3.2.8 Verifikasi Model

Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa program komputer dan implementasi dari model konseptual tidak memiliki error atau bug. Hal ini dapat diketahui dengan melakukan checking pada program computer serta implementasinya. Error dapat disebabkan oleh berbagai hal, misalnya; data, program computer, model konseptual atau implementasi program.

3.2.9 Validasi Operasional

Tahap ini bertujuan untuk memastikan output perilaku dari model sudah akurat serta sesuai dengan kenyataan dan dapat diterima. Hal ini dapat diketahui dengan melakukan behavior pattern test yaitu membandingkan hasil rata-rata dan variansi amplitudo.

3.2.10 Skenariosasi (*Policy Analysis and Improvement*)

Tahap ini dilakukan untuk meningkatkan perilaku sistem dengan menspesifikkan skenario, seperti kondisi yang mungkin terjadi. Terdapat dua jenis skenario, yaitu skenario parameter dan skenario struktur. Skenario parameter dapat dilakukan dengan mengubah nilai parameter, parameter diubah sebanyak tiga kali untuk skenario *optimistic, most likely, pessimistic*. Skenario struktur dapat dilakukan dengan mengubah struktur dari model dengan menambah variabel baru.

3.2.11 Analisis Hasil

Kemudian ialah dilakukan analisis yang mampu mendapatkan model baru. Dari beberapa skenario tersebut, kemudian akan dipilih satu dari beberapa skenario tersebut yang memiliki hasil atau nilai paling baik. Skenario terbaik yang didapat akan menjadi model pendukung keputusan untuk *demand management* dan *capacity planning* bandara Internasional Juanda Surabaya.

3.2.12 Penyusunan Buku Tugas Akhir

Pada tahap ini akan buku tugas akhir akan disusun sebagai dokumentasi dari pengerjaan tugas akhir. Buku ini juga dapat digunakan sebagai panduan pembaca jika ingin melakukan penelitian sejenis atau bisa juga digunakan sebagai referensi pengembangan lebih lanjut.

BAB IV

MODEL DAN IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan mengenai pembuatan dari model yang diadaptasi dari sistem nyata beserta penjelasannya. Kemudian model yang telah dihasilkan dilakukan validasi agar benar-benar menyesuaikan dengan keadaan nyata dari sistem yang digunakan. Proses pembuatan model sendiri menggunakan aplikasi Ventana Simulation (Vensim).

4.1 Lingkungan Implementasi

Dalam implementasinya, lingkungan yang digunakan sama seperti yang dituliskan pada rancangan, yakni menggunakan beberapa perangkat pendukung sebagai berikut.

4.1.1 Lingkungan Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan untuk implementasi model dan pengembangannya adalah komputer dan spesifikasi seperti pada Tabel 4.1.1.

Tabel 4.1.1 Perangkat keras yang digunakan

Prosesor	Intel® Core™ i5-7200 CPU @2.50GHz
Memory	4 GB RAM
Harddisk	HDD 1 TB
Sistem Operasi	<i>Windows 10 Pro</i>
Arsitektur Sistem	<i>64-bit Operating System, x64-based processor</i>

4.1.2 Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak

Penjelasan perangkat lunak yang digunakan dalam implementasi aplikasi ini adalah seperti pada Tabel 4.1.2.

Tabel 4.1.2 Perangkat lunak yang digunakan

Perangkat Lunak	<ul style="list-style-type: none"> • Ventana Simulation v7.2 • Microsoft Excel 2016
------------------------	---

4.2 Implementasi Model

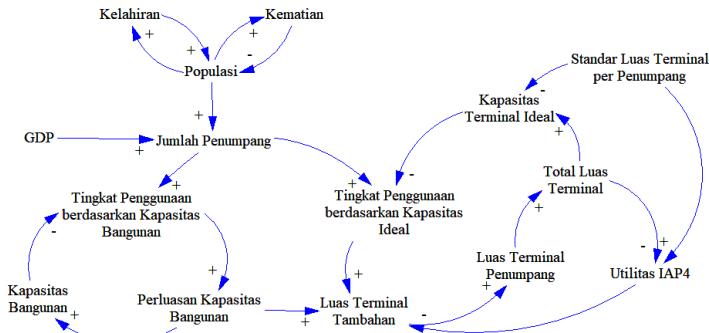
Pada tahap ini dilakukan proses pengolahan data yang telah didapatkan dari hasil survei dan analisis faktor dari data yang dibutuhkan. Proses ini bertujuan untuk merumuskan hubungan yang ada dari setiap variabel. Hubungan ini akan memberikan gambaran mengenai kondisi existing di bandar udara Juanda. Beberapa tahapan dalam mengembangkan model dalam tugas akhir ini antara lain sebagai berikut:

1. Model Diagram Kausatik (*Causal Loop Diagram*)
2. Model Diagram Flow (*Stock Flow Diagram*)
3. Verifikasi Model
4. Validasi Model
5. Rancangan Skenario

Terdapat dua model yang telah dibuat yaitu *base model* dan model skenario, dimana masing-masing dibagi menjadi sub model faktor eksternal-jumlah penumpang dan sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang.

4.2.1 Implementasi *Base Model*

Implementasi *Base Model* Subbab ini membahas tentang *base model* yang telah diterapkan. *Base model* merupakan model dasar *stock and flow diagram* (SFD) hasil implementasi dari *causal loop diagram* (CLD) yang telah dijelaskan pada Bab III. Implementasi *base model* dibagi menjadi dua sub model yaitu sub model faktor eksternal-jumlah penumpang dan sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang. Gambaran untuk masing-masing sub model dapat dilihat pada Gambar 4.2.1.



Gambar 4.2.1 Base Model

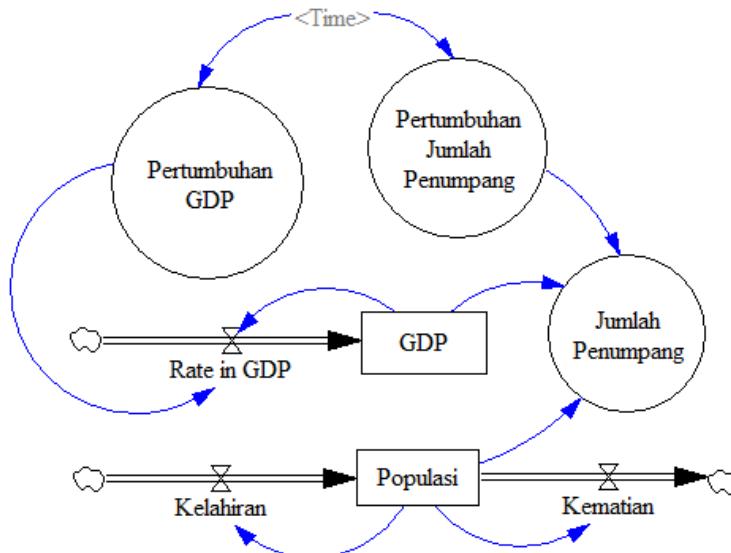
4.3 Pemodelan Sistem

Pemodelan data dan pembuatan *flow diagram* tiap sub-model ini termasuk langkah metode penelitian perancangan model. Pemodelan data dilakukan untuk mengetahui pola perilaku dan hubungan antar variabel yang ada pada simulasi untuk menentukan kesesuaian model dengan perilaku di kondisi nyata. Implementasi dari permodelan data digambarkan dari diagram kausatif.

Setelah membuat diagram kausatif, selanjutnya *flow diagram* yang akan memudahkan kita dalam menggambarkan pemodelan skenario. Berikut merupakan implementasi dari pembuatan *flow diagram*:

4.3.1 Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang Base Model

Sub model ini merupakan bagian dari *base model* yang menunjukkan hubungan antara faktor eksternal, yaitu GDP dan populasi, dengan jumlah penumpang. Masing-masing dari GDP dan populasi dipengaruhi oleh beberapa variabel tertentu. Pada Gambar 4.3.1 dijelaskan hasil dari sub model faktor eksternal-jumlah penumpang *base model*.



Gambar 4.3.1 Sub model faktor eksternal-jumlah penumpang *base model*

Sebagai salah satu faktor eksternal, GDP cukup berpengaruh pada jumlah penumpang karena produktivitas kota Surabaya direpresentasikan oleh GDP regional Surabaya. Sub model faktor eksternal-jumlah penumpang *base model* menunjukkan *flow diagram* dari variabel GDP.

Sub model ini juga dipengaruhi oleh populasi masyarakat di kota Surabaya. Variabel ini akan menentukan naik dan turunnya jumlah penumpang yang akan menggunakan bandar udara Juanda Surabaya.

Pada sub model ini, nantinya akan dilakukan penilaian terhadap hubungan antara faktor eksternal, yaitu GDP dan populasi, dengan jumlah penumpang. Persamaan yang digunakan pada submodel ini antara lain seperti pada Tabel 4.3.1.

Tabel 4.3.1 Persamaan pada sub model faktor eksternal-jumlah penumpang *base model*

VARIABEL	PERSAMAAN
GDP	Rate in GDP

VARIABEL	PERSAMAAN
Rate in GDP	Pertumbuhan GDP*GDP
Pertumbuhan GDP	IF THEN ELSE(Time=2006, 0.0531, IF THEN ELSE(Time=2007, 0.0531, IF THEN ELSE(Time=2008, 0.0534, IF THEN ELSE(Time=2009, 0.0537, IF THEN ELSE(Time=2010, 0.054, IF THEN ELSE(Time=2011, 0.0543, IF THEN ELSE(Time=2012, 0.0549, IF THEN ELSE(Time=2013, 0.0726, IF THEN ELSE(Time=2014, 0.0438, IF THEN ELSE(Time=2015, 0.0536, IF THEN ELSE(Time=2016, 0.0471, 0))))))))))
Pertumbuhan Jumlah Penumpang	IF THEN ELSE(Time=2006, 3.552e+06, IF THEN ELSE(Time=2007, 3.571e+06, IF THEN ELSE(Time=2008, 3.54e+06, IF THEN ELSE(Time=2009, 4.306e+06, IF THEN ELSE(Time=2010, 5.045e+06, IF THEN ELSE(Time=2011, 5.71e+06, IF THEN ELSE(Time=2012, 6.749e+06, IF THEN ELSE(Time=2013, 7.264e+06, IF THEN ELSE(Time=2014, 6.988e+06, IF THEN ELSE(Time=2015, 6.858e+06, IF THEN ELSE(Time=2016, 8.02e+06, 0)))))))))))
Jumlah Penumpang	((GDP/1e+09)+(Populasi/100))/2- (((GDP/1e+09)+(Populasi/100))/2)*3.63 +Pertumbuhan Jumlah Penumpang)
Populasi	Kelahiran-Kematian
Kelahiran	Populasi*1.12/100
Kematian	Populasi*0.54/100

Persamaan yang digunakan pada variabel **Jumlah Penumpang** diperoleh dari analisa keterkaitan dari data historis populasi, jumlah penumpang dan GDP. Berikut merupakan langkah untuk menghasilkan persamaan tersebut:

- Menyamakan satuan populasi dan GDP dengan satuan jumlah penumpang, yaitu melakukan pembagian nilai populasi dengan 1000 dan GDP dengan 1 juta.
- Hasil pembagian pada GDP dan populasi dari langkah 1 dijumlahkan, lalu membaginya dengan angka 2. Sehingga terbentuklah persamaan berikut

$$\frac{\left(\frac{GDP}{1 * 10^9} + \frac{Populasi}{1 * 1000} \right)}{2}$$

- Menentukan selisih antara hasil dari langkah 2 dengan data historis jumlah penumpang seperti pada Tabel 4.3.2.

Tabel 4.3.2 Selisih hasil langkah 2 dengan data historis penumpang

Tahun	Data Asli Penumpang	(Pop + GDP) / 2	Selisih
2006	3552187.00		
2007	3571074.00		
2008	3539582.00		
2009	4305927.00	1112366.33	-3193561
2010	5044724.00	1171640.31	-3873084
2011	5710269.00	1234980.54	-4475288
2012	6749476.00	1302476.21	-5447000
2013	7264393.00	1396322.93	-5868070
2014	6987700.00	1455108.78	-5532591
2015	6857696.00	1532742.03	-5324954
2016	8019635.00		

- Menentukan proporsi hasil dari langkah 3 terhadap hasil dari langkah 2. Caranya ialah dengan melakukan pembagian hasil dari langkah 3 dengan hasil dari langkah 2 seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.3.3

Tabel 4.3.3 Proporsi hasil dari langkah 3 terhadap hasil dari langkah 2

Tahun	(Pop + GDP) / 2	Selisih	Proporsi
2006			
2007			
2008			
2009	1112366.33	-3193561	-2.87096
2010	1171640.31	-3873084	-3.30569
2011	1234980.54	-4475288	-3.62377
2012	1302476.21	-5447000	-4.18203
2013	1396322.93	-5868070	-4.20252
2014	1455108.78	-5532591	-3.80218
2015	1532742.03	-5324954	-3.47414
2016			

5. Menentukan rata-rata dari langkah 4, dimana hasil rata-ratanya adalah -3.63.
6. Melakukan perkalian hasil dari langkah 2 dengan hasil dari langkah 5. Lalu mengurangi hasil dari langkah 2 dengan hasil dari perkalian tersebut. Sehingga hasilnya terlihat seperti Tabel 4.3.4

Tabel 4.3.4 Perkalian hasil langkah 2 dengan hasil langkah 5

Tahun	Hasil Perkalian
2006	
2007	
2008	
2009	-4046041
2010	-4261640
2011	-4492030
2012	-4737533

2013	-5078885
2014	-5292708
2015	-5575086
2016	

7. Melakukan validasi pada hasil dari langkah 6 dengan data historis jumlah penumpang, seperti pada Tabel 4.3.5

Tabel 4.3.5 Validasi hasil

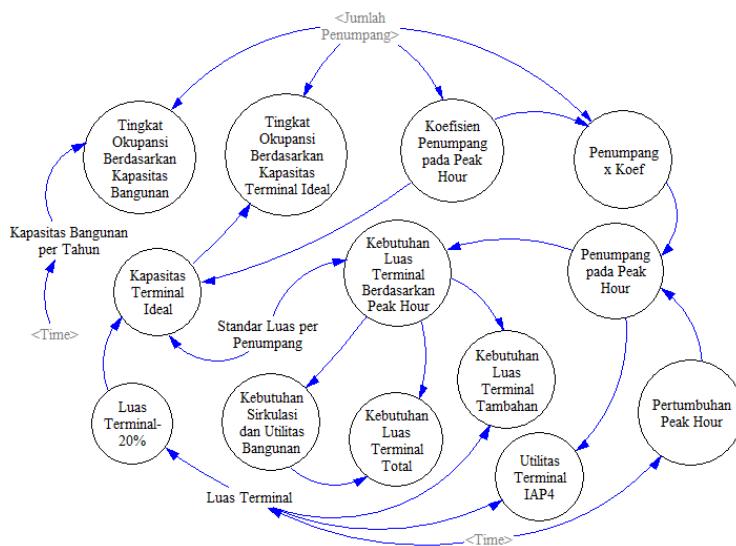
Tahun	Hasil Perkalian	Data Asli Penumpang
2006		3552187.00
2007		3571074.00
2008		3539582.00
2009	-4046041	4305927.00
2010	-4261640	5044724.00
2011	-4492030	5710269.00
2012	-4737533	6749476.00
2013	-5078885	7264393.00
2014	-5292708	6987700.00
2015	-5575086	6857696.00
2016		8019635.00
Mean	-4783418	5600242.091
StdDev	559226.2	1673444.331
E1	-185.41%	
E2	-66.58%	

8. Hasil validasi telah menunjukkan bahwa hasil persamaan **Jumlah Penumpang** dinyatakan valid. Sehingga persamaan yang digunakan ialah

$$\frac{\left(\frac{GDP}{1 * 10^9} + \frac{Populasi}{1 * 1000} \right)}{2} - \frac{\left(\frac{GDP}{1 * 10^9} + \frac{Populasi}{1 * 1000} \right)}{2} * 3.63$$

4.3.2 Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang *Base Model*

Sub model ini merupakan bagian dari *base model* yang menunjukkan penggunaan terminal penumpang dan kapasitas yang dibutuhkan berdasarkan input dari jumlah penumpang. Pada Gambar 4.3.2 menunjukkan hasil dari sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang *base model*.



Gambar 4.3.2 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang *base model*

Variabel yang ada pada sub model ini cukup banyak, antara lain variabel yang mempengaruhi jumlah penumpang pada *peak hour*, variabel yang mempengaruhi kapasitas dan luas terminal hingga variabel yang mempengaruhi tingkat okupansi bandara.

Pada beberapa variabel, persamaan yang di implementasikan mengacu kepada peraturan pemerintah yang berlaku saat ini, yaitu PM No. 178 tahun 2015 tentang standar pelayanan pengguna jasa bandar udara. Standar yang digunakan ini disusun dengan mengadopsi metode yang digunakan oleh The Federation Aviation Administration (FAA) di Amerika Serikat. Variabel tersebut antara lain Koefisien Penumpang pada *Peak*

Hour, Penumpang x Koef, Standar Luas per Penumpang, Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan dan Utilitas Terminal IAP4. Variabel Koefisien Penumpang pada *Peak Hour* dan Penumpang x Koef secara khusus mengacu kepada *typical peak hour passenger* (TPHP) yang ada pada aturan yang sudah disebutkan diatas.

Pada sub model ini, nantinya akan dilakukan penilaian terhadap hubungan antara jumlah penumpang pada *peak hour* dengan kapasitas terminal bandara. Persamaan yang digunakan pada submodel ini antara lain seperti pada Tabel 4.3.6.

Tabel 4.3.6 Persamaan pada sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang *base model*

VARIABEL	PERSAMAAN
Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour</i>	IF THEN ELSE(Jumlah Penumpang>3e+07, 0.035, IF THEN ELSE(2e+07<=Jumlah Penumpang:AND:Jumlah Penumpang<=3e+07, 0.04, IF THEN ELSE(1e+07<=Jumlah Penumpang:AND:Jumlah Penumpang<=2e+07, 0.045, IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang:AND:Jumlah Penumpang<=1e+07, 0.05, IF THEN ELSE(500000<=Jumlah Penumpang:AND:Jumlah Penumpang<=1e+06, 0.08, IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang:AND:Jumlah Penumpang<=500000, 0.13, 0.2))))))
Penumpang x Koef	(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour</i> /100)*Jumlah Penumpang
Penumpang pada <i>Peak Hour</i>	(0.803*Penumpang x Koef)+Pertumbuhan <i>Peak Hour</i>
Pertumbuhan <i>Peak Hour</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 2440, IF THEN ELSE(Time=2007, 2491,

VARIABEL	PERSAMAAN
	IF THEN ELSE(Time=2008, 2432, IF THEN ELSE(Time=2009, 2675, IF THEN ELSE(Time=2010, 2878, IF THEN ELSE(Time=2011, 3067, IF THEN ELSE(Time=2012, 3400, IF THEN ELSE(Time=2013, 3556, IF THEN ELSE(Time=2014, 3395, IF THEN ELSE(Time=2015, 3377, IF THEN ELSE(Time=2016, 3799, 0))))))))))
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal	(Jumlah Penumpang/Kapasitas Terminal Ideal)*100
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan	(Jumlah Penumpang/Kapasitas Bangunan per Tahun)*100
Kapasitas Bangunan per Tahun	IF THEN ELSE(Time<2014, 6.50E+06, 1.25E+07)
Kapasitas Terminal Ideal	("Luas Terminal-20% "/Standar Luas per Penumpang)/(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour</i> /100)
"Luas Terminal-20%"	Luas Terminal-(20/100)
Luas Terminal	IF THEN ELSE(Time<2014, 28088, 79588)
Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan	((20/100)/(80/100))*Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour</i>
Standar Luas per Penumpang	14

VARIABEL	PERSAMAAN
Kebutuhan Luas Terminal Total	Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan+Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour</i>
Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour</i>	Standar Luas per Penumpang*Penumpang pada <i>Peak Hour</i>
Kebutuhan Luas Terminal Tambahan	Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour</i> +(Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour</i> /2.9)-Luas Terminal
Utilitas Terminal IAP4	((Penumpang pada <i>Peak Hour</i> *14)/Luas Terminal)

Pada variabel Jumlah Penumpang pada *Peak Hour*, persamaan yang digunakan didapat dari Uji Regresi antara variabel Penumpang x Koef dan data historis Jumlah Penumpang pada *Peak Hour*. Hasil dari uji regresi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.3.3:

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.998373843
R Square	0.996750331
Adjusted R Square	0.996389257
Standard Error	48.37573136
Observations	11

ANOVA						
	df	SS	MS	F	Significance F	
Regression	1	6460184.098	6460184.098	2760.513063	1.64577E-12	
Residual	9	21061.90247	2340.211385			
Total	10	6481246				

Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%	
Intercept	-2110.167639	94.75539285	.22.26963105	3.51153E-09	-2324.51923	-1895.816048	-2324.51923	-1895.816048
Data Penumpang Peak Hour	0.803308255	0.01528929	52.54058491	1.64677E-12	0.768721477	0.837895032	0.768721477	0.837895032

Gambar 4.3.3 Hasil Uji Regresi variabel Penumpang x Koef dan data historis Jumlah Penumpang

Dari hasil regresi didapatkan bahwa nilai data penumpang *peak hour* sebesar 0,803. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa korelasi antar variabel berada pada nilai cukup, karena berada pada rentang nilai 0.61 – 0.8.

Selain itu untuk memastikan korelasi antara kedua variabel ini dilakukan juga Uji Korelasi untuk memastikan bahwa kedua

variabel ini memang berhubungan. Hasil Uji Korelasi dapat dilihat pada Gambar 4.3.4:

UJI KORELASI

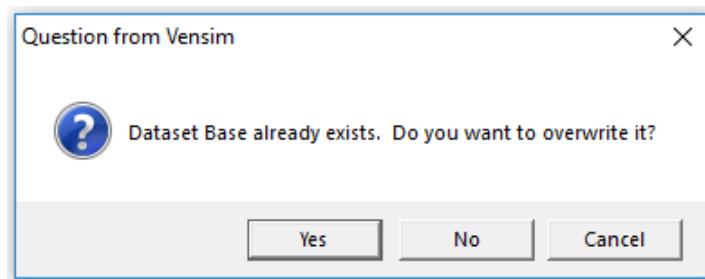
	<i>Data Penumpang</i>	<i>Penumpang x Peak Hour</i>	<i>Koef</i>
<i>Data Penumpang</i>		1	
<i>Penumpang x Koef</i>	0.998373843		1

Gambar 4.3.4 Hasil Uji Korelasi variabel Penumpang x Koef dan data historis Jumlah Penumpang

Hasil Uji Korelasi menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang cukup erat antara kedua variabel sebesar 0,998. Nilai positif menunjukkan bahwa hubungannya searah. Sehingga jika salah satu variabel semakin tinggi, maka variabel yang lain akan semakin tinggi juga.

4.4 Verifikasi Model

Verifikasi model bertujuan untuk memastikan tidak terjadi bug atau error pada program komputer dan implementasi dari model konseptual. Pada tahap ini akan dilakukan checking pada program komputer dan implementasinya. Pada program vensim, proses verifikasi dilakukan ketika model sudah bisa dijalankan atau running. Model dinyatakan tidak memiliki error saat running ketika model sudah bisa menampilkan pesan verifikasi seperti dialog box pada Gambar 4.4.1

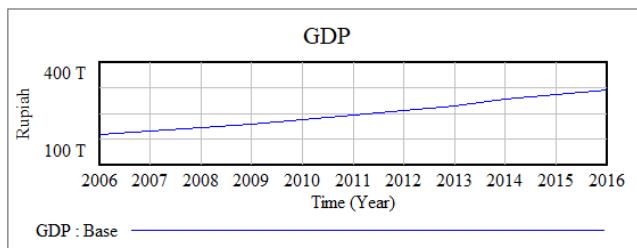


Gambar 4.4.1 Pesan verifikasi

Bentuk verifikasi lain ialah dengan menampilkan grafik dari setiap variabel. Berikut merupakan hasil grafik pada beberapa variabel sub model:

4.4.1 Verifikasi Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang Base Model

Grafik jumlah GDP (rupiah) kota Surabaya pada Gambar 4.4.2 menunjukkan bahwa selama 10 tahun terakhir terus mengalami kenaikan. Hal itu menunjukkan bahwa produktivitas ekonomi di kota Surabaya berjalan cukup baik.



Gambar 4.4.2 Grafik GDP Kota Surabaya 10 tahun terakhir

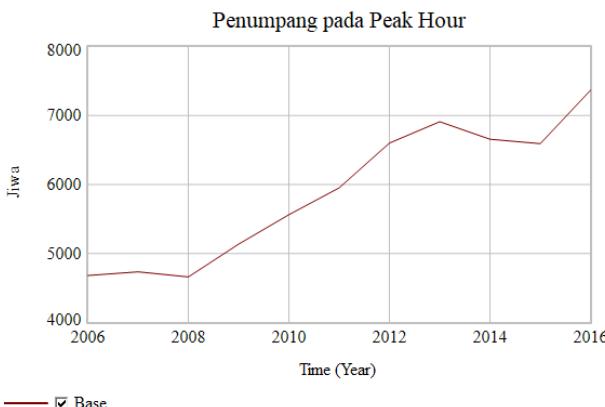
Selain itu grafik jumlah penumpang bandara Juanda Surabaya juga mengalami fluktuasi selama 10 tahun terakhir seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.4.3.



Gambar 4.4.3 Grafik jumlah penumpang Bandara Internasional Juanda Surabaya 10 tahun terakhir

4.4.2 Verifikasi Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang *Base Model*

Grafik Penumpang pada *Peak Hour* di bandara Juanda Surabaya seperti terlihat pada Gambar 4.4.4 mengalami fluktuasi selama 10 tahun terakhir. Grafik yang terjadi pada Penumpang pada *Peak Hour* ini tidak berbeda jauh dengan grafik pada jumlah penumpang selama 10 tahun terakhir.



Gambar 4.4.4 Grafik penumpang pada *peak hour*

4.5 Uji Validasi Model

Uji validasi merupakan sebuah proses penentuan apakah model konseptual simulasi benar-benar merupakan representasi akurat dari sistem aktual yang dimodelkan. Validasi model pada penelitian ini menggunakan pengujian *mean comparison* dan *variance comparison*. Hasil simulasi yang diuji meliputi:

4.5.1 Validasi Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang *Base Model*

Nilai E1 pada variabel GDP sudah sesuai dengan standar, yaitu dibawah atau sama dengan 5% dengan nilai 0%. Nilai E2 pada variabel GDP juga telah memenuhi standar, yaitu dibawah atau sama dengan 30% dengan nilai 0%. Hasil tersebut bisa dilihat pada Tabel 4.5.1:

Tabel 4.5.1 Hasil validasi variabel GDP

Tahun	Data Asli	Data Simulasi
2006	1.878E+14	1.88E+14
2007	1.97778E+14	1.98E+14
2008	2.08341E+14	2.08E+14
2009	2.19535E+14	2.19E+14
2010	2.31399E+14	2.31E+14
2011	2.43972E+14	2.44E+14
2012	2.5737E+14	2.57E+14
2013	2.76064E+14	2.71E+14
2014	2.88168E+14	2.91E+14
2015	3.03605E+14	3.03E+14
2016	3.17911E+14	3.20E+14
Rata-rata	2.48358E+14	2.48E+14
Standar Deviasi	4.39183E+13	4.41E+13

$$\begin{aligned}
 E1 &= \frac{|Rata-rata\ data\ simulasi - Rata-rata\ data\ asli|}{Rata-rata\ data\ asli} \\
 &= \frac{|2.48E+14 - 2.48358E+14|}{2.48358E+14} \\
 &= -0.00082138 \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

Error rate $E1 \leq 5\%$, berarti model simulasi **valid**.

$$\begin{aligned}
 E2 &= \frac{|Standar\ Deviasi\ data\ simulasi - Standar\ Deviasi\ data\ asli|}{Standar\ Deviasi\ data\ asli} \\
 &= \frac{|4.41E+13 - 4.39183E+13|}{4.39183E+13} \\
 &= 0.004910763 \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

Error rate $E2 \leq 30\%$, berarti model simulasi **valid**.

Lalu nilai $E1$ pada variabel Jumlah Penumpang sudah sesuai dengan standar, yaitu dibawah atau sama dengan 5% dengan nilai -6% . Nilai $E2$ pada variabel Jumlah Penumpang juga telah memenuhi standar, yaitu dibawah atau sama dengan 30% dengan Tabel 4.5.2:

Tabel 4.5.2 Hasil validasi variabel jumlah penumpang

Tahun	Data Asli	Data Simulasi
2006	3.552E+06	3.27E+06
2007	3.571E+06	3.28E+06
2008	3.540E+06	3.23E+06
2009	4.306E+06	3.98E+06
2010	5.045E+06	4.71E+06
2011	5.710E+06	5.35E+06
2012	6.749E+06	6.38E+06
2013	7.264E+06	6.87E+06
2014	6.988E+06	6.57E+06
2015	6.858E+06	6.42E+06
2016	8.020E+06	7.56E+06
Rata-rata	5600242	5.24E+06
Standar Deviasi	1673444	1617584.408

$$\begin{aligned}
 E1 &= \frac{|Rata-rata\ data\ simulasi - Rata-rata\ data\ asli|}{Rata-rata\ data\ asli} \\
 &= \frac{|5.24E+06 - 5600242|}{5600242} \\
 &= -0.064549 \\
 &= -6\%
 \end{aligned}$$

Error rate $E1 \leq 5\%$, berarti model simulasi **valid**.

$$\begin{aligned}
 E2 &= \frac{|Standar\ Deviasi\ data\ simulasi - Standar\ Deviasi\ data\ asli|}{Standar\ Deviasi\ data\ asli} \\
 &= \frac{|1617584.408 - 1673444|}{1673444} \\
 &= -0.03338 \\
 &= -3\%
 \end{aligned}$$

Error rate $E2 \leq 30\%$, berarti model simulasi **valid**.

4.5.2 Validasi Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang Base Model

Nilai E1 pada variabel Penumpang pada *Peak Hour* sudah sesuai dengan standar, yaitu dibawah atau sama dengan 5% dengan nilai -4%. Nilai E2 pada variabel Penumpang pada *Peak Hour* juga telah memenuhi standar, yaitu dibawah atau sama dengan 30% dengan nilai -1%. Hasil tersebut bisa dilihat pada Tabel 4.5.3:

Tabel 4.5.3 Hasil validasi variabel penumpang pada *peak hour*

Tahun	Data Asli	Data Simulasi
2006	4880	3753.25
2007	4991	3806.53
2008	4842	3729.46
2009	5357	4274.06
2010	5783	4767.46
2011	6176	5216.79
2012	6811	5959.88
2013	7139	6315.13
2014	6878	6032.84
2015	6923	5955.84
2016	7580	6835.71
Rata-rata	6123.636	5149.72
Standar Deviasi	1000.553	1139.11

$$\begin{aligned}
 E1 &= \frac{|Rata-rata\ data\ simulasi - Rata-rata\ data\ asli|}{Rata-rata\ data\ asli} \\
 &= \frac{|5149.72 - 6123.636|}{6123.636} \\
 &= -0.1590 \\
 &= -16\%
 \end{aligned}$$

Error rate $E1 \leq 5\%$, berarti model simulasi **valid**.

$$E2 = \frac{|Standar\ Deviasi\ data\ simulasi - Standar\ Deviasi\ data\ asli|}{Standar\ Deviasi\ data\ asli}$$

$$= \frac{1139.11 - 1000.553}{1000.553}$$

$$= -0.1384$$

$$= 14\%$$

Error rate $E2 \leq 30\%$, berarti model simulasi **valid**.

4.6 Pengembangan Skenario

Setelah data hasil simulasi pada *base model* valid dengan data asli, maka selanjutnya adalah melakukan tahap pengembangan skenario. Dalam pengembangan skenario waktu diperpanjang dari tahun 2001 sampai tahun 2030. Skenario dikembangkan untuk memperbaiki dan meningkatkan kinerja dari sistem. Dengan penerapan skenario akan dilihat berbagai kemungkinan yang bisa terjadi dimasa yang akan datang. Spesifikasi time bounds untuk model yang dikembangkan dijelaskan pada Tabel 4.6.1:

Tabel 4.6.1 Spesifikasi *time bounds*

Variabel	Nilai	Keterangan
<i>INITIAL TIME</i>	2006	Waktu awal simulasi tahun 2006
<i>FINAL TIME</i>	2030	Waktu akhir simulasi tahun 2030
<i>TIME STEP</i>	1	Perhitungan simulasi dilakukan per satuan <i>time step</i>
<i>Save Result</i>	<i>Every TIME STEP</i>	Penyimpanan hasil dilakukan setiap <i>time step</i>
<i>Unit</i>	<i>Year</i>	Per satu <i>time step</i> memiliki satuan tahun

Terdapat 2 jenis skenario yang dapat digunakan pada sistem dinamik yaitu, skenario struktur dan skenario parameter. Skenario struktur merupakan skenario yang dilakukan dengan cara mengubah struktur modelnya. Pembuatan skenario jenis ini memerlukan pendalaman tentang sistem yang terdapat pada model agar dapat menghasilkan struktur baru yang mampu memperbaiki kinerja sistem. Sedangkan skenario parameter merupakan skenario yang ditujukan dengan cara merubah parameter yang digunakan pada model. Skenario ini dapat

dilakukan dengan mengubah nilai parameter dan melihat dampaknya terhadap output model.

Dalam menyusun model sistem untuk peramalan permintaan penumpang ini, pada skenario parameter penulis memanfaatkan fungsi RANDOM NORMAL agar pemodelan lebih representatif. Tujuannya ialah agar data-data yang tidak berpola akan dapat dibangkitkan menggunakan random normal.

4.6.1 Skenario Parameter

Pengembangan skenario parameter yang digunakan pada Tugas Akhir ini terdiri dari tiga, yaitu skenario *most likely*, skenario *pessimistic*, dan skenario *optimistic*. Variabel yang diubah antara lain:

1. Variabel Pertumbuhan GDP
2. Variabel Pertumbuhan Jumlah Penumpang
3. Variabel Kematian
4. Variabel Kelahiran
5. Variabel Pertumbuhan *Peak Hour*

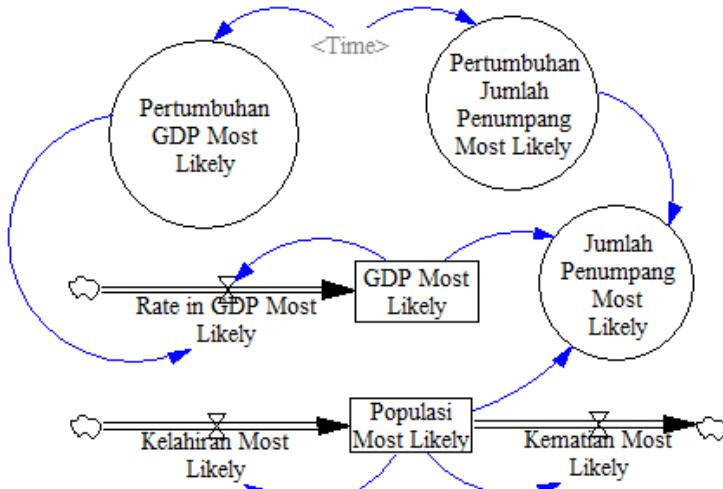
Pada variabel Kelahiran dan Kematian, nilai rate yang digunakan berdasarkan prediksi yang terdapat pada laporan “World Population Prospects: The 2017 Revision” [20].

4.6.1.1 Skenario Parameter *Most Likely*

Skenario parameter *most likely* pada Tugas Akhir ini, dilakukan dengan mengubah nilai-nilai variabel berdasarkan pertumbuhan rata-rata pada setiap tahunnya untuk setiap variabel yang akan diubah. Fungsi yang digunakan ialah fungsi RANDOM NORMAL. Fungsi ini membutuhkan nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standar deviasi dari data yang akan dicari. Perubahan nilai parameter hanya dilakukan pada lima variabel yang sudah ditentukan sebelumnya.

4.6.1.1 Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang

Gambar 4.6.1 berikut merupakan tampilan Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang pada skenario parameter *most likely*.



Gambar 4.6.1 Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang pada skenario parameter *most likely*

Persamaan yang digunakan pada submodel ini antara lain seperti pada Tabel 4.6.2.

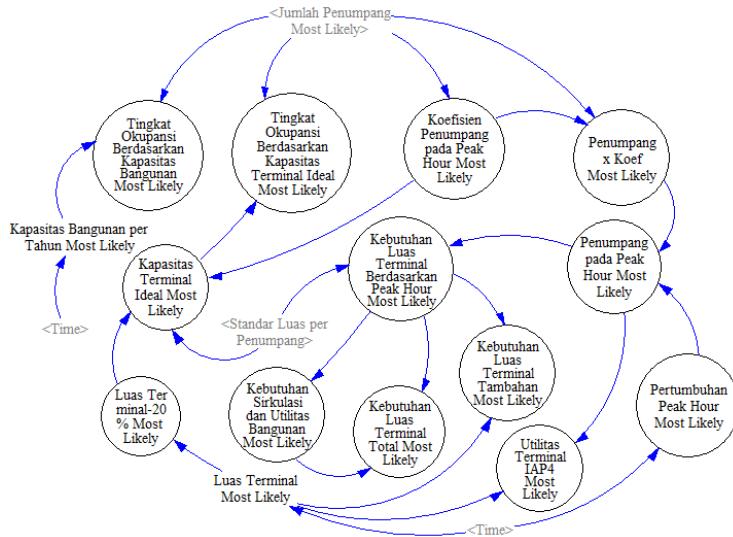
Tabel 4.6.2 Persamaan pada sub model faktor eksternal-jumlah penumpang pada skenario parameter *most likely*

VARIABEL	PERSAMAAN
GDP <i>Most Likely</i>	Rate in GDP <i>Most Likely</i>
Rate in GDP <i>Most Likely</i>	Pertumbuhan GDP <i>Most Likely</i> *GDP <i>Most Likely</i>
Pertumbuhan GDP <i>Most Likely</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 0.0531, IF THEN ELSE(Time=2007, 0.0531, IF THEN ELSE(Time=2008, 0.0534, IF THEN ELSE(Time=2009, 0.0537,

VARIABEL	PERSAMAAN
	IF THEN ELSE(Time=2010, 0.054, IF THEN ELSE(Time=2011, 0.0543, IF THEN ELSE(Time=2012, 0.0549, IF THEN ELSE(Time=2013, 0.0726, IF THEN ELSE(Time=2014, 0.0438, IF THEN ELSE(Time=2015, 0.0536, IF THEN ELSE(Time=2016, 0.0471, RANDOM NORMAL(0.0541, 0.0541, 0.0541, 6.83e-17, 0.0541)))))))))))
Pertumbuhan Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 3.552e+06, IF THEN ELSE(Time=2007, 3.571e+06, IF THEN ELSE(Time=2008, 3.54e+06, IF THEN ELSE(Time=2009, 4.306e+06, IF THEN ELSE(Time=2010, 5.045e+06, IF THEN ELSE(Time=2011, 5.71e+06, IF THEN ELSE(Time=2012, 6.749e+06, IF THEN ELSE(Time=2013, 7.264e+06, IF THEN ELSE(Time=2014, 6.988e+06, IF THEN ELSE(Time=2015, 6.858e+06, IF THEN ELSE(Time=2016, 8.02e+06, RANDOM NORMAL(3.552e+06, 8.314e+06, 5.841e+06, 1.577e+06, 3.552e+06)))))))))))
Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i>	((GDP Most Likely/1e+09)+(Populasi Most Likely/100))/2-(((GDP Most Likely/1e+09)+(Populasi Most Likely/100))/2)*3.63)+Pertumbuhan Jumlah Penumpang Most Likely)
Populasi <i>Most Likely</i>	Kelahiran <i>Most Likely</i> -Kematian <i>Most Likely</i>
Kelahiran <i>Most Likely</i>	Populasi <i>Most Likely</i> *(17.93/100)
Kematian <i>Most Likely</i>	Populasi <i>Most Likely</i> *(8.12/100)

4.6.1.1.2 Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang

Gambar 4.6.2 berikut merupakan tampilan Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang pada skenario parameter *most likely*.



Gambar 4.6.2 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter *most likely*

Persamaan yang digunakan pada submodel ini antara lain seperti pada Tabel 4.6.3.

Tabel 4.6.3 Persamaan pada sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter *most likely*

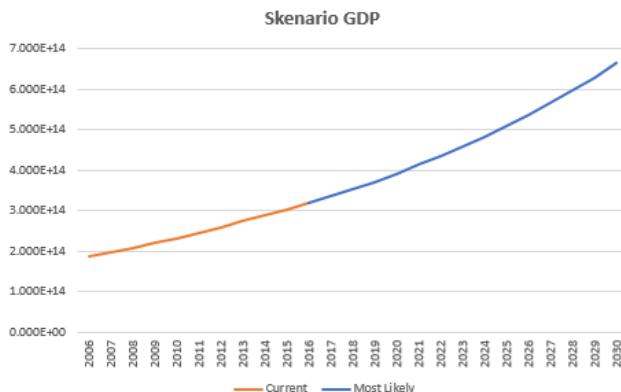
VARIABEL	PERSAMAAN
Koeffisien Penumpang pada Peak Hour Most Likely	IF THEN ELSE(Jumlah Penumpang Most Likely >3e+07, 0.035, IF THEN ELSE(2e+07<=Jumlah Penumpang Most Likely:AND:Jumlah Penumpang Most Likely <=3e+07, 0.04, IF THEN ELSE(1e+07<=Jumlah Penumpang Most Likely:AND:Jumlah Penumpang Most Likely <=2e+07, 0.045,

VARIABEL	PERSAMAAN
	IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> <=1e+07, 0.05, IF THEN ELSE(500000<=Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> <=1e+06, 0.08, IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> <=500000, 0.13, 0.2))))))
Penumpang x Koef <i>Most Likely</i>	(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Most Likely</i> /100)*Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i>
Penumpang pada <i>Peak Hour Most Likely</i>	(0.803*Penumpang x Koef)+Pertumbuhan <i>Peak Hour Most Likely</i>
Pertumbuhan <i>Peak Hour Most Likely</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 2440, IF THEN ELSE(Time=2007, 2491, IF THEN ELSE(Time=2008, 2432, IF THEN ELSE(Time=2009, 2675, IF THEN ELSE(Time=2010, 2878, IF THEN ELSE(Time=2011, 3067, IF THEN ELSE(Time=2012, 3400, IF THEN ELSE(Time=2013, 3556, IF THEN ELSE(Time=2014, 3395, IF THEN ELSE(Time=2015, 3377, IF THEN ELSE(Time=2016, 3799, RANDOM NORMAL(4880, 7670, 6311, 925, 4880)))))))))))
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal <i>Most Likely</i>	(Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> /Kapasitas Terminal Ideal <i>Most Likely</i>)*100

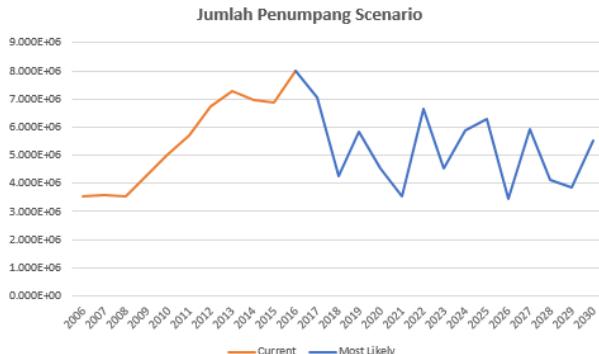
VARIABEL	PERSAMAAN
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan <i>Most Likely</i>	(Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> /Kapasitas Bangunan per Tahun <i>Most Likely</i>)*100
Kapasitas Bangunan per Tahun <i>Most Likely</i>	IF THEN ELSE(Time<2014, 6.5e+06, 1.25e+07)
Kapasitas Terminal Ideal <i>Most Likely</i>	("Luas Terminal-20% <i>Most Likely</i> "/Standar Luas per Penumpang)/(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Most Likely</i> /100)
"Luas Terminal-20%" <i>Most Likely</i>	Luas Terminal <i>Most Likely</i> -(20/100)
Luas Terminal <i>Most Likely</i>	IF THEN ELSE(Time<2014, 28088, 79588)
Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan <i>Most Likely</i>	((20/100)/(80/100))*Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Most Likely</i>
Standar Luas per Penumpang	14
Kebutuhan Luas Terminal Total <i>Most Likely</i>	Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan <i>Most Likely</i> +Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Most Likely</i>
Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Most Likely</i>	Standar Luas per Penumpang*Penumpang pada <i>Peak Hour Most Likely</i>

VARIABEL	PERSAMAAN
Kebutuhan Luas Terminal Tambahan <i>Most Likely</i>	Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Most Likely</i> +(Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Most Likely</i> /2.9)-Luas Terminal <i>Most Likely</i>
Utilitas Terminal IAP4 <i>Most Likely</i>	((Penumpang pada <i>Peak Hour Most Likely</i> *14)/Luas Terminal <i>Most Likely</i>)

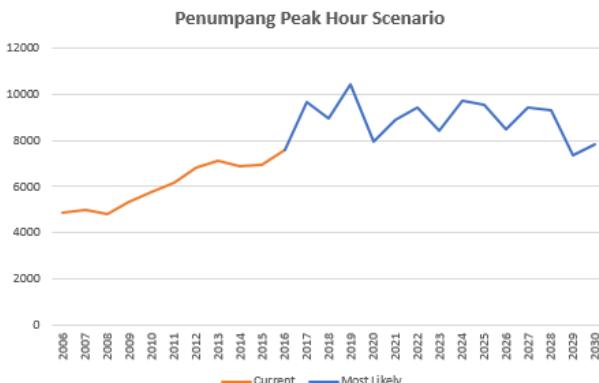
Hasil dari proyeksi yang telah dilakukan dari skenario parameter *most likely* dapat dilihat pada Gambar 4.6.3, Gambar 4.6.4 dan Gambar 4.6.5 berikut



Gambar 4.6.3 Grafik hasil proyeksi GDP skenario parameter *most likely*



Gambar 4.6.4 Grafik hasil proyeksi jumlah penumpang skenario parameter *most likely*



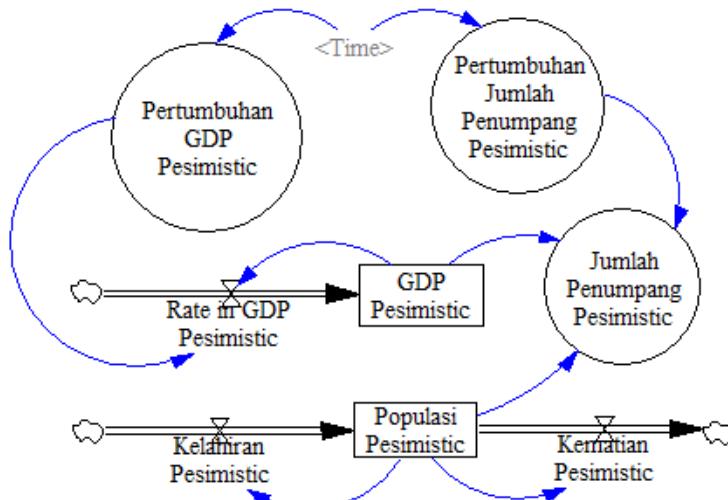
Gambar 4.6.5 Grafik hasil proyeksi penumpang pada *peak hour* skenario parameter *most likely*

4.6.1.2 Skenario Parameter *Pessimistic*

Skenario parameter *pessimistic* pada Tugas Akhir ini, dilakukan dengan mengubah nilai-nilai variabel berdasarkan pertumbuhan rata-rata pada setiap tahunnya untuk setiap variabel yang akan diubah. Fungsi yang digunakan ialah fungsi RANDOM NORMAL. Fungsi ini membutuhkan nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standar deviasi dari data yang akan dicari. Perubahan nilai parameter hanya dilakukan pada lima variabel yang sudah ditentukan sebelumnya.

4.6.1.2.1 Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang

Gambar 4.6.6 berikut merupakan tampilan Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang pada skenario parameter *pessimistic*.



Gambar 4.6.6 Sub model faktor eksternal-jumlah penumpang pada skenario parameter *pessimistic*

Persamaan yang digunakan pada submodel ini antara lain seperti pada Tabel 4.6.4.

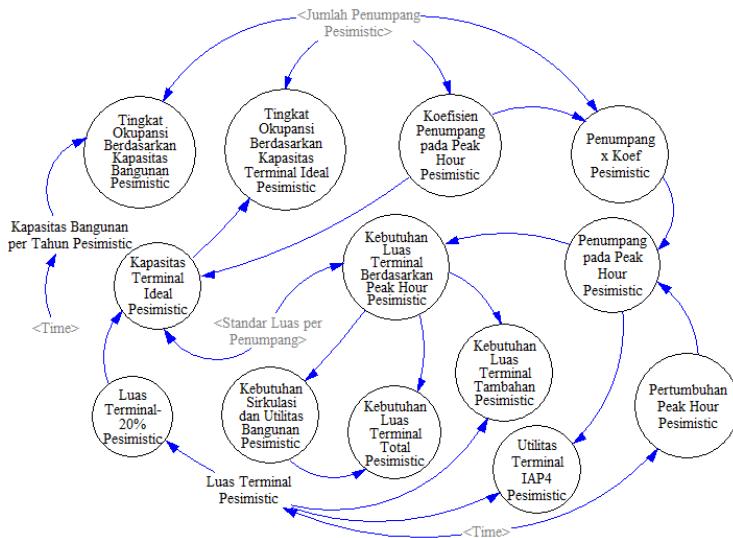
Tabel 4.6.4 Persamaan pada sub model faktor eksternal-jumlah penumpang pada skenario parameter *pessimistic*

VARIABEL	PERSAMAAN
GDP <i>Pessimistic</i>	Rate in GDP <i>Pessimistic</i>
Rate in GDP <i>Pessimistic</i>	Pertumbuhan GDP <i>Pessimistic</i> *GDP <i>Pessimistic</i>
Pertumbuhan GDP <i>Pessimistic</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 0.0531, IF THEN ELSE(Time=2007, 0.0531, IF THEN ELSE(Time=2008, 0.0534, IF THEN ELSE(Time=2009, 0.0537,

VARIABEL	PERSAMAAN
	IF THEN ELSE(Time=2010, 0.054, IF THEN ELSE(Time=2011, 0.0543, IF THEN ELSE(Time=2012, 0.0549, IF THEN ELSE(Time=2013, 0.0726, IF THEN ELSE(Time=2014, 0.0438, IF THEN ELSE(Time=2015, 0.0536, IF THEN ELSE(Time=2016, 0.0471, RANDOM NORMAL(0.0438, 0.0438, 0.0438, 4.28e-17, 0.0438))))))))))
Pertumbuhan Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 3.552e+06, IF THEN ELSE(Time=2007, 3.571e+06, IF THEN ELSE(Time=2008, 3.54e+06, IF THEN ELSE(Time=2009, 4.306e+06, IF THEN ELSE(Time=2010, 5.045e+06, IF THEN ELSE(Time=2011, 5.71e+06, IF THEN ELSE(Time=2012, 6.749e+06, IF THEN ELSE(Time=2013, 7.264e+06, IF THEN ELSE(Time=2014, 6.988e+06, IF THEN ELSE(Time=2015, 6.858e+06, IF THEN ELSE(Time=2016, 8.02e+06, RANDOM NORMAL(2.41e+06, 3.55e+06, 2.89e+06, 379000, 2.41e+06)))))))))))
Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i>	((GDP <i>Pessimistic</i> /1e+09)+(Populasi <i>Pessimistic</i> /100))/2-(((GDP <i>Pessimistic</i> /1e+09)+(Populasi <i>Pessimistic</i> /100))/2)*3.63)+Pertumbuhan Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i>)
Populasi <i>Pessimistic</i>	Kelahiran <i>Pessimistic</i> -Kematian <i>Pessimistic</i>
Kelahiran <i>Pessimistic</i>	Populasi <i>Pessimistic</i> *(12.47/100)
Kematian <i>Pessimistic</i>	Populasi <i>Pessimistic</i> *(8.58/100)

4.6.1.2.2 Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang

Gambar 4.6.7 berikut merupakan tampilan Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang pada skenario parameter *pessimistic*.



Gambar 4.6.7 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter *pessimistic*

Persamaan yang digunakan pada submodel ini antara lain seperti pada Tabel 4.6.5.

Tabel 4.6.5 Persamaan pada sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang pada skenario parameter *pessimistic*

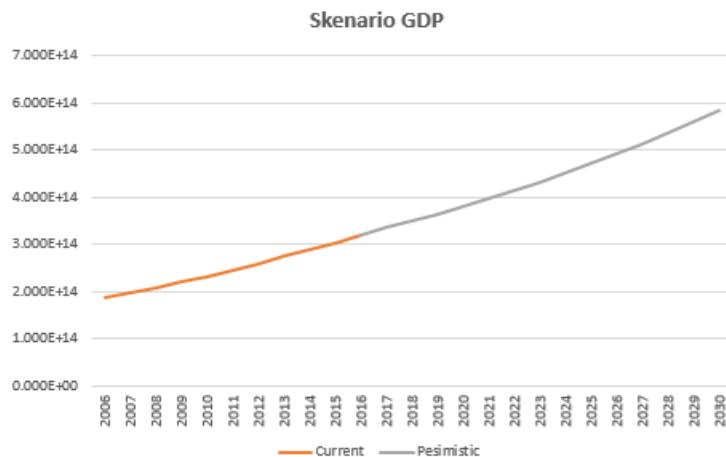
VARIABEL	PERSAMAAN
Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Pessimistic</i>	IF THEN ELSE(Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> >3e+07, 0.035, IF THEN ELSE(2e+07<=Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> <=3e+07, 0.04, IF THEN ELSE(1e+07<=Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> <=2e+07, 0.045,

VARIABEL	PERSAMAAN
	IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> <=1e+07, 0.05, IF THEN ELSE(500000<=Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> <=1e+06, 0.08, IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> <=500000, 0.13, 0.2))))))
Penumpang x Koef <i>Pessimistic</i>	(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Pessimistic</i> /100)*Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i>
Penumpang pada <i>Peak Hour Pessimistic</i>	(0.803*Penumpang x Koef)+Pertumbuhan <i>Peak Hour Pessimistic</i>
Pertumbuhan <i>Peak Hour Pessimistic</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 2440, IF THEN ELSE(Time=2007, 2491, IF THEN ELSE(Time=2008, 2432, IF THEN ELSE(Time=2009, 2675, IF THEN ELSE(Time=2010, 2878, IF THEN ELSE(Time=2011, 3067, IF THEN ELSE(Time=2012, 3400, IF THEN ELSE(Time=2013, 3556, IF THEN ELSE(Time=2014, 3395, IF THEN ELSE(Time=2015, 3377, IF THEN ELSE(Time=2016, 3799, RANDOM NORMAL(3360, 4880, 4000, 503, 3360)))))))))))
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal <i>Pessimistic</i>	(Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> /Kapasitas Terminal Ideal <i>Pessimistic</i>)*100

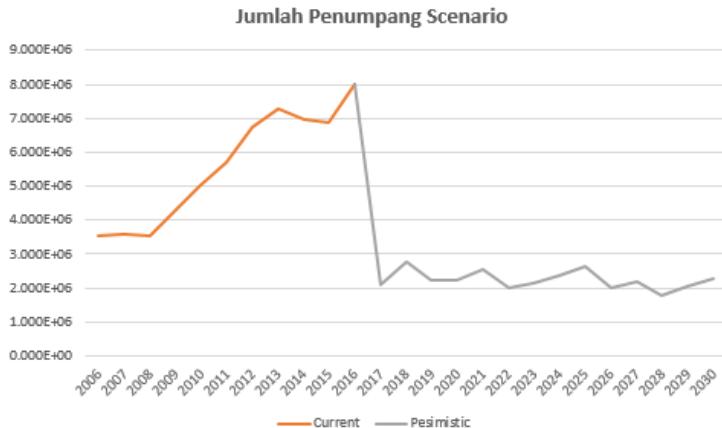
VARIABEL	PERSAMAAN
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan <i>Pessimistic</i>	(Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> /Kapasitas Bangunan per Tahun <i>Pessimistic</i>)*100
Kapasitas Bangunan per Tahun <i>Pessimistic</i>	IF THEN ELSE(Time<2014, 6.5e+06, 1.25e+07)
Kapasitas Terminal Ideal <i>Pessimistic</i>	("Luas Terminal-20% <i>Pessimistic</i> "/Standar Luas per Penumpang)/(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Pessimistic</i> /100)
"Luas Terminal-20%" <i>Pessimistic</i>	Luas Terminal <i>Pessimistic</i> -(20/100)
Luas Terminal <i>Pessimistic</i>	IF THEN ELSE(Time<2014, 28088, 79588)
Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan <i>Pessimistic</i>	((20/100)/(80/100))*Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Pessimistic</i>
Standar Luas per Penumpang	14
Kebutuhan Luas Terminal Total <i>Pessimistic</i>	Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan <i>Pessimistic</i> +Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Pessimistic</i>
Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Pessimistic</i>	Standar Luas per Penumpang*Penumpang pada <i>Peak Hour Pessimistic</i>

VARIABEL	PERSAMAAN
Kebutuhan Luas Terminal Tambahan <i>Pessimistic</i>	Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Pessimistic</i> +(Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Pessimistic</i> /2.9)-Luas Terminal <i>Pessimistic</i>
Utilitas Terminal IAP4 <i>Pessimistic</i>	((Penumpang pada <i>Peak Hour Pessimistic</i> *14)/Luas Terminal <i>Pessimistic</i>)

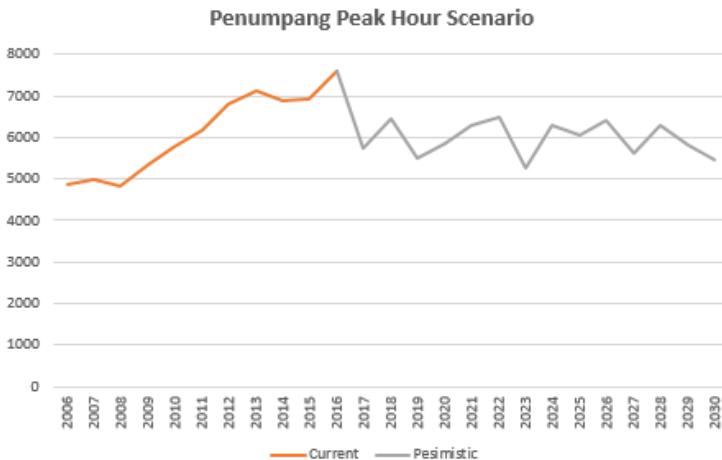
Hasil dari proyeksi yang telah dilakukan dari skenario parameter *pessimistic* dapat dilihat pada Gambar 4.6.8, Gambar 4.6.9 dan Gambar 4.6.10 berikut



Gambar 4.6.8 Hasil proyeksi GDP pada skenario *pessimistic*



Gambar 4.6.9 Hasil proyeksi jumlah penumpang pada skenario pessimistic



Gambar 4.6.10 Hasil proyeksi penumpang pada peak hour pada skenario pessimistic

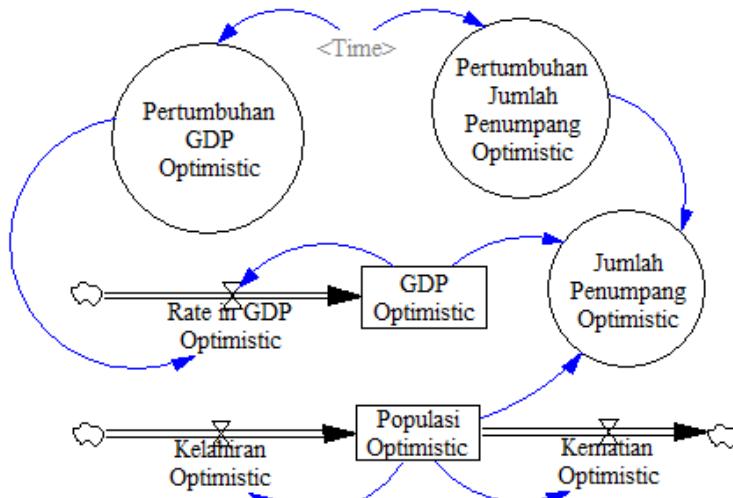
4.6.1.3 Skenario Parameter *Optimistic*

Skenario parameter *optimistic* pada Tugas Akhir ini, dilakukan dengan mengubah nilai-nilai variabel berdasarkan pertumbuhan rata-rata pada setiap tahunnya untuk setiap variabel yang akan diubah. Fungsi yang digunakan ialah fungsi RANDOM

NORMAL. Fungsi ini membutuhkan nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standar deviasi dari data yang akan dicari. Perubahan nilai parameter hanya dilakukan pada lima variabel yang sudah ditentukan sebelumnya.

4.6.1.3.1 Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang

Gambar 4.6.11 berikut merupakan tampilan Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang pada skenario parameter *optimistic*



Gambar 4.6.11 Sub model faktor eksternal-jumlah penumpang pada skenario parameter *optimistic*

Persamaan yang digunakan pada submodel ini antara lain seperti pada Tabel 4.6.6.

Tabel 4.6.6 Persamaan pada sub model faktor eksternal-jumlah penumpang pada skenario parameter *optimistic*

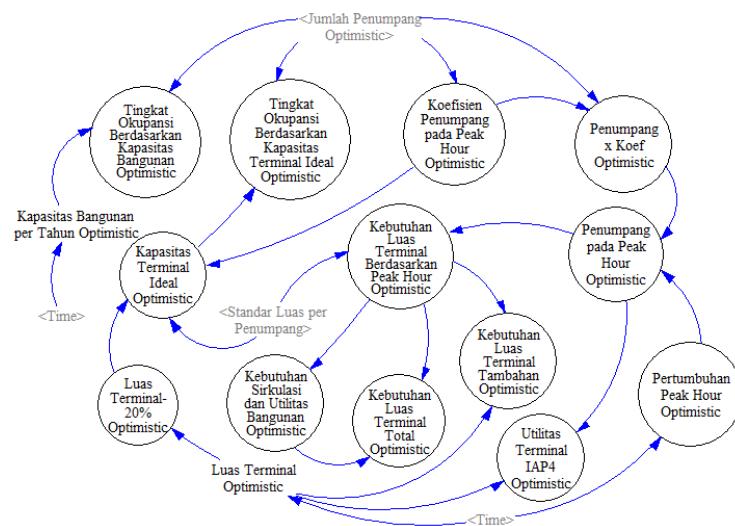
VARIABEL	PERSAMAAN
GDP <i>Optimistic</i>	Rate in GDP <i>Optimistic</i>

VARIABEL	PERSAMAAN
Rate in GDP <i>Optimistic</i>	Pertumbuhan GDP <i>Optimistic</i> *GDP <i>Optimistic</i>
Pertumbuhan GDP <i>Optimistic</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 0.0531, IF THEN ELSE(Time=2007, 0.0531, IF THEN ELSE(Time=2008, 0.0534, IF THEN ELSE(Time=2009, 0.0537, IF THEN ELSE(Time=2010, 0.054, IF THEN ELSE(Time=2011, 0.0543, IF THEN ELSE(Time=2012, 0.0549, IF THEN ELSE(Time=2013, 0.0726, IF THEN ELSE(Time=2014, 0.0438, IF THEN ELSE(Time=2015, 0.0536, IF THEN ELSE(Time=2016, 0.0471, RANDOM NORMAL(0.0726, 0.0726, 0.0726, 5.51e-17, 0.0726)))))))))))
Pertumbuhan Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 3.552e+06, IF THEN ELSE(Time=2007, 3.571e+06, IF THEN ELSE(Time=2008, 3.54e+06, IF THEN ELSE(Time=2009, 4.306e+06, IF THEN ELSE(Time=2010, 5.045e+06, IF THEN ELSE(Time=2011, 5.71e+06, IF THEN ELSE(Time=2012, 6.749e+06, IF THEN ELSE(Time=2013, 7.264e+06, IF THEN ELSE(Time=2014, 6.988e+06, IF THEN ELSE(Time=2015, 6.858e+06, IF THEN ELSE(Time=2016, 8.02e+06, RANDOM NORMAL(3.552e+06, 2.521e+07, 1.217e+07, 7.126e+06, 3.552e+06)))))))))))
Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i>	((GDP <i>Optimistic</i> /1e+09)+(Populasi <i>Optimistic</i> /100))/2-(((GDP <i>Optimistic</i> /1e+09)+(Populasi <i>Optimistic</i> /100))/2)*3.63)+Pertumbuhan Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i>)
Populasi <i>Optimistic</i>	Kelahiran <i>Optimistic</i> -Kematian <i>Optimistic</i>

VARIABEL	PERSAMAAN
Kelahiran <i>Optimistic</i>	Populasi <i>Optimistic</i> *(18.54/100)
Kematian <i>Optimistic</i>	Populasi <i>Optimistic</i> *(8.03/100)

4.6.1.3.2 Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang

Gambar 4.6.12 berikut merupakan tampilan Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang pada skenario parameter *Optimistic*.



Gambar 4.6.12 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter *Optimistic*

Persamaan yang digunakan pada submodel ini antara lain seperti pada Tabel 4.6.7.

Tabel 4.6.7 Persamaan pada sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter *Optimistic*

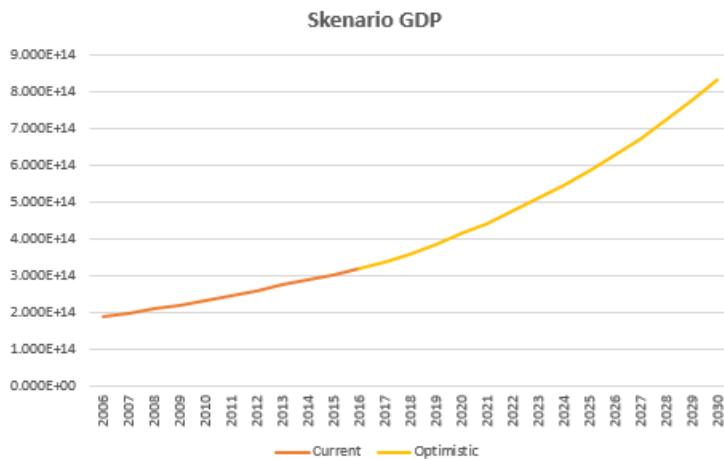
VARIABEL	PERSAMAAN
Koefisien Penumpang	IF THEN ELSE(Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> >3e+07, 0.035,

VARIABEL	PERSAMAAN
pada <i>Peak Hour Optimistic</i>	IF THEN ELSE(2e+07<=Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> <=3e+07, 0.04, IF THEN ELSE(1e+07<=Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> <=2e+07, 0.045, IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> <=1e+07, 0.05, IF THEN ELSE(500000<=Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> <=1e+06, 0.08, IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> <=500000, 0.13, 0.2))))))
Penumpang x Koef <i>Optimistic</i>	(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Optimistic</i> /100)*Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i>
Penumpang pada <i>Peak Hour Optimistic</i>	(0.803*Penumpang x Koef)+Pertumbuhan <i>Peak Hour Optimistic</i>
Pertumbuhan <i>Peak Hour Optimistic</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 2440, IF THEN ELSE(Time=2007, 2491, IF THEN ELSE(Time=2008, 2432, IF THEN ELSE(Time=2009, 2675, IF THEN ELSE(Time=2010, 2878, IF THEN ELSE(Time=2011, 3067, IF THEN ELSE(Time=2012, 3400, IF THEN ELSE(Time=2013, 3556, IF THEN ELSE(Time=2014, 3395, IF THEN ELSE(Time=2015, 3377, IF THEN ELSE(Time=2016, 3799, RANDOM NORMAL(4880, 13410, 8872, 2822, 4880)))))))))))

VARIABEL	PERSAMAAN
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal <i>Optimistic</i>	(Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> /Kapasitas Terminal Ideal <i>Optimistic</i>)*100
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan per Tahun <i>Optimistic</i>	(Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> /Kapasitas Bangunan per Tahun <i>Optimistic</i>)*100
Kapasitas Bangunan per Tahun <i>Optimistic</i>	IF THEN ELSE(Time<2014, 6.5e+06, 1.25e+07)
Kapasitas Terminal Ideal <i>Optimistic</i>	("Luas Terminal-20% <i>Optimistic</i> "/Standar Luas per Penumpang)/(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Optimistic</i> /100)
"Luas Terminal-20%" <i>Optimistic</i>	Luas Terminal <i>Optimistic</i> -(20/100)
Luas Terminal <i>Optimistic</i>	IF THEN ELSE(Time<2014, 28088, 79588)
Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan <i>Optimistic</i>	((20/100)/(80/100))*Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Optimistic</i>
Standar Luas per Penumpang	14
Kebutuhan Luas Terminal Total <i>Optimistic</i>	Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan <i>Optimistic</i> +Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Optimistic</i>

VARIABEL	PERSAMAAN
Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Optimistic</i>	Standar Luas per Penumpang*Penumpang pada <i>Peak Hour Optimistic</i>
Kebutuhan Luas Terminal Tambahan <i>Optimistic</i>	Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Optimistic</i> +(Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Optimistic</i> /2.9)-Luas Terminal <i>Optimistic</i>
Utilitas Terminal IAP4 <i>Optimistic</i>	((Penumpang pada <i>Peak Hour Optimistic</i> *14)/Luas Terminal <i>Optimistic</i>)

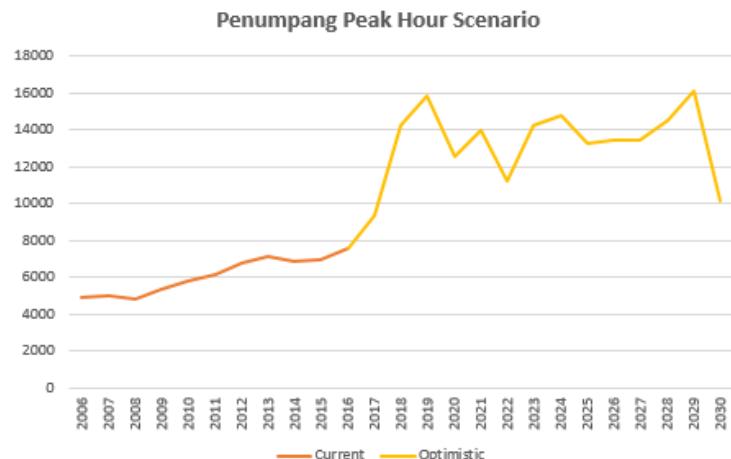
Hasil dari proyeksi yang telah dilakukan dari skenario parameter *optimistic* dapat dilihat pada Gambar 4.6.13, Gambar 4.6.14 dan Gambar 4.6.15 berikut



Gambar 4.6.13 Grafik hasil proyeksi GDP pada skenario parameter *optimistic*



Gambar 4.6.14 Grafik hasil proyeksi jumlah penumpang pada skenario parameter *optimistic*



Gambar 4.6.15 Grafik hasil proyeksi penumpang pada *peak hour* pada skenario parameter *optimistic*

4.6.2 Skenario Struktur

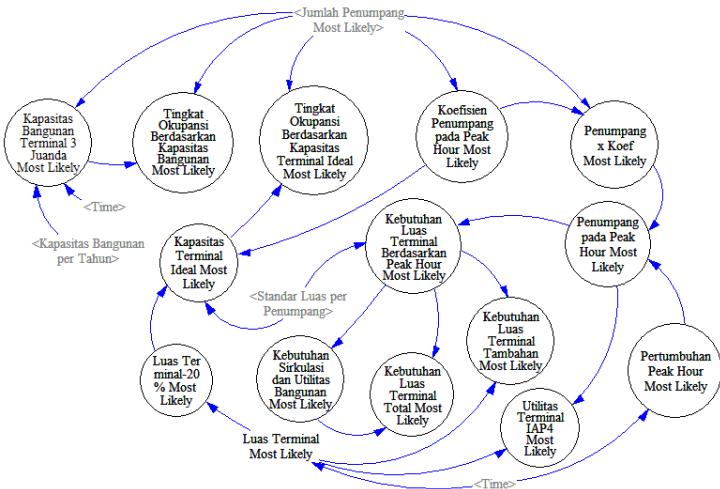
Pada tugas akhir ini skenario struktur digunakan dengan tujuan untuk mampu membuat ataupun menambahkan struktur baru yang dapat memperbaiki kinerja sistem pada basemodel simulasi yang telah dibuat. Skenario yang digunakan untuk

dapat memenuhi tujuan dari penggunaan skenario struktur tersebut ialah dengan penambahan kapasitas terminal bandara Juanda. Saat ini bandara Juanda sudah memiliki dua terminal dengan kapasitas 6 juta penumpang per tahun pada masing-masing terminal. Rencananya terminal 3 ini akan mampu menampung 70 juta penumpang per tahun. Diharapkan dengan adanya terminal 3 ini nantinya akan mampu mengakomodasi peningkatan penumpang yang terjadi di masa mendatang. Terminal 3 ini akan dibangun di sisi timur terminal 1 dan rencana awal dari Angkasa Pura 1 selaku pengelola bandara Juanda pembangunannya akan rampung pada 2019 [21].

Pada model yang sudah ada, penambahan variabel kapasitas terminal 3 ini akan dikombinasikan dengan model skenario parameter yang sudah dibuat sebelumnya karena jika di implementasikan pada *base model* tidak akan berpengaruh karena perbedaan waktu yang ada. Selain itu, sub model yang akan ditampilkan pada sub bab ini hanyalah Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang. Alasannya ialah karena variabel yang mempengaruhi kapasitas terminal bandara berada pada sub model ini. Sementara Sub Model Faktor Eksternal-Jumlah Penumpang tidak membahas mengenai kapasitas terminal bandara.

4.6.2.1 Skenario Stuktur Terminal 3 *Most Likely* pada Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang

Gambar 4.6.16 berikut merupakan tampilan Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang pada skenario parameter *most likely*.



Gambar 4.6.16 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter *most likely*

Persamaan yang digunakan pada submodel ini antara lain seperti pada Tabel 4.6.8.

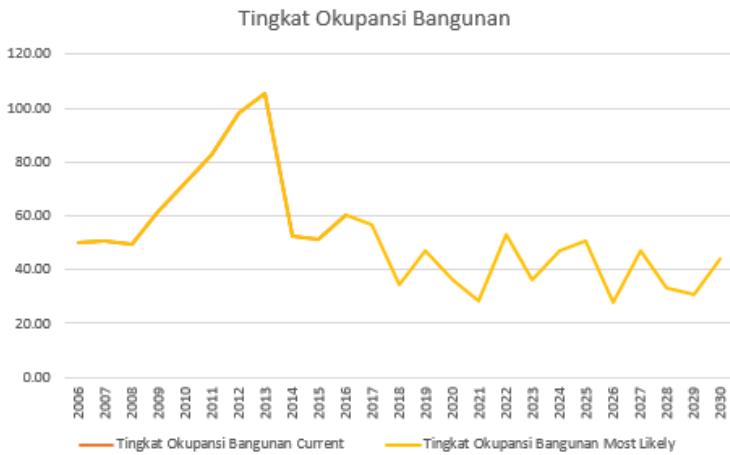
Tabel 4.6.8 Persamaan pada sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter *most likely*

VARIABEL	PERSAMAAN
Koefisien Penumpang pada Peak Hour Most Likely	IF THEN ELSE(Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> >3e+07, 0.035, IF THEN ELSE(2e+07<=Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> <=3e+07, 0.04, IF THEN ELSE(1e+07<=Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> <=2e+07, 0.045, IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> <=1e+07, 0.05, IF THEN ELSE(500000<=Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> <=1e+06, 0.08,

VARIABEL	PERSAMAAN
	IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> <=500000, 0.13, 0.2))))))
Penumpang x Koef <i>Most Likely</i>	(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Most Likely</i> /100)*Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i>
Penumpang pada <i>Peak Hour Most Likely</i>	(0.803*Penumpang x Koef)+Pertumbuhan <i>Peak Hour Most Likely</i>
Pertumbuhan <i>Peak Hour Most Likely</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 2440, IF THEN ELSE(Time=2007, 2491, IF THEN ELSE(Time=2008, 2432, IF THEN ELSE(Time=2009, 2675, IF THEN ELSE(Time=2010, 2878, IF THEN ELSE(Time=2011, 3067, IF THEN ELSE(Time=2012, 3400, IF THEN ELSE(Time=2013, 3556, IF THEN ELSE(Time=2014, 3395, IF THEN ELSE(Time=2015, 3377, IF THEN ELSE(Time=2016, 3799, RANDOM NORMAL(4880, 13410, 8872, 2822, 4880)))))))))))
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal <i>Most Likely</i>	(Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> /Kapasitas Terminal Ideal <i>Most Likely</i>)*100
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan <i>Most Likely</i>	(Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> /Kapasitas Bangunan Terminal 3 Juanda <i>Most Likely</i>)*100

VARIABEL	PERSAMAAN
Kapasitas Terminal 3 Juanda <i>Most Likely</i>	IF THEN ELSE(Time>2019, IF THEN ELSE(Jumlah Penumpang <i>Most Likely</i> <1.25e+07, 1.25e+07, 7e+07) , Kapasitas Bangunan per Tahun)
Kapasitas Terminal Ideal <i>Most Likely</i>	("Luas Terminal-20% <i>Most Likely</i> "/Standar Luas per Penumpang)/(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Most Likely</i> /100)
"Luas Terminal-20%" <i>Most Likely</i>	Luas Terminal <i>Most Likely</i> -(20/100)
Luas Terminal <i>Most Likely</i>	IF THEN ELSE(Time<2014, 28088, 79588)
Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan <i>Most Likely</i>	((20/100)/(80/100))*Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Most Likely</i>
Standar Luas per Penumpang	14
Kebutuhan Luas Terminal Total <i>Most Likely</i>	Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan <i>Most Likely</i> +Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Most Likely</i>
Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Most Likely</i>	Standar Luas per Penumpang*Penumpang pada <i>Peak Hour Most Likely</i>
Kebutuhan Luas Terminal Tambahan <i>Most Likely</i>	Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Most Likely</i> +(Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Most Likely</i> /2.9)-Luas Terminal <i>Most Likely</i>
Utilitas Terminal IAP4 <i>Most Likely</i>	((Penumpang pada <i>Peak Hour Most Likely</i> *14)/Luas Terminal <i>Most Likely</i>)

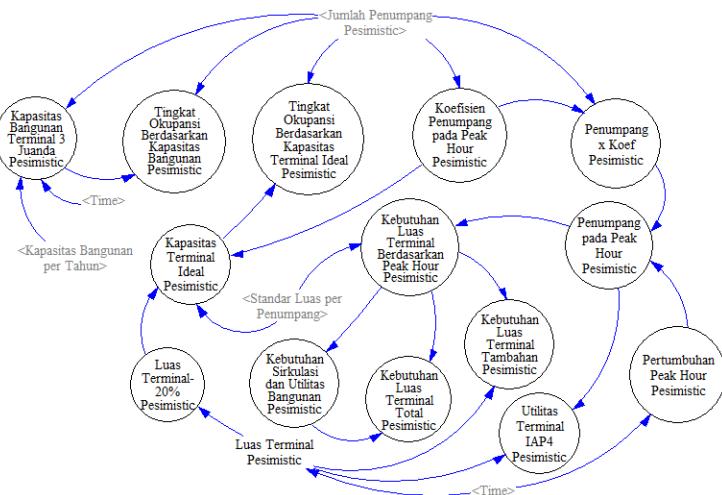
Hasil dari proyeksi yang telah dilakukan dari skenario parameter *most likely* dapat dilihat pada Gambar 4.6.17 berikut



Gambar 4.6.17 Hasil proyeksi tingkat okupansi bangunan pada skenario parameter *most likely*

4.6.2.2 Skenario Stuktur Terminal 3 *Pessimistic* pada Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang

Gambar 4.6.18 berikut merupakan tampilan Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang pada skenario parameter *pessimistic*.



Gambar 4.6.18 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter *pessimistic*

Persamaan yang digunakan pada submodel ini antara lain seperti pada Tabel 4.6.9.

Tabel 4.6.9 Persamaan pada sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter *pessimistic*

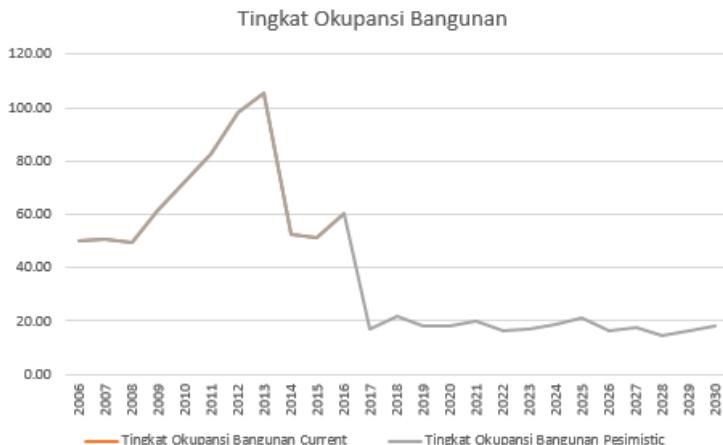
VARIABEL	PERSAMAAN
Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Pessimistic</i>	IF THEN ELSE(Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> >3e+07, 0.035, IF THEN ELSE(2e+07 <= Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> <=3e+07, 0.04, IF THEN ELSE(1e+07 <= Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> <=2e+07, 0.045, IF THEN ELSE(1e+06 <= Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> <=1e+07, 0.05, IF THEN ELSE(500000 <= Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> <=1e+06, 0.08,

VARIABEL	PERSAMAAN
	IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> <=500000, 0.13, 0.2))))))
Penumpang x Koef <i>Pessimistic</i>	(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Pessimistic</i> /100)*Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i>
Penumpang pada <i>Peak Hour Pessimistic</i>	(0.803*Penumpang x Koef)+Pertumbuhan <i>Peak Hour Pessimistic</i>
Pertumbuhan <i>Peak Hour Pessimistic</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 2440, IF THEN ELSE(Time=2007, 2491, IF THEN ELSE(Time=2008, 2432, IF THEN ELSE(Time=2009, 2675, IF THEN ELSE(Time=2010, 2878, IF THEN ELSE(Time=2011, 3067, IF THEN ELSE(Time=2012, 3400, IF THEN ELSE(Time=2013, 3556, IF THEN ELSE(Time=2014, 3395, IF THEN ELSE(Time=2015, 3377, IF THEN ELSE(Time=2016, 3799, RANDOM NORMAL(3360, 4880, 4000, 503, 3360)))))))))))
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal <i>Pessimistic</i>	(Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> /Kapasitas Terminal Ideal <i>Pessimistic</i>)*100
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan <i>Pessimistic</i>	(Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> /Kapasitas Bangunan Terminal 3 Juanda <i>Pessimistic</i>)*100

VARIABEL	PERSAMAAN
Kapasitas Terminal 3 Juanda <i>Pessimistic</i>	IF THEN ELSE(Time>2019, IF THEN ELSE(Jumlah Penumpang <i>Pessimistic</i> <1.25e+07, 1.25e+07, 7e+07) , Kapasitas Bangunan per Tahun)
Kapasitas Terminal Ideal <i>Pessimistic</i>	("Luas Terminal-20% <i>Pessimistic</i> "/Standar Luas per Penumpang)/(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Pessimistic</i> /100)
"Luas Terminal-20%" <i>Pessimistic</i>	Luas Terminal <i>Pessimistic</i> -(20/100)
Luas Terminal <i>Pessimistic</i>	IF THEN ELSE(Time<2014, 28088, 79588)
Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan <i>Pessimistic</i>	((20/100)/(80/100))*Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Pessimistic</i>
Standar Luas per Penumpang	14
Kebutuhan Luas Terminal Total <i>Pessimistic</i>	Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan <i>Pessimistic</i> +Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Pessimistic</i>
Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Pessimistic</i>	Standar Luas per Penumpang*Penumpang pada <i>Peak Hour Pessimistic</i>
Kebutuhan Luas Terminal Tambahan <i>Pessimistic</i>	Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Pessimistic</i> +(Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Pessimistic</i> /2.9)-Luas Terminal <i>Pessimistic</i>

VARIABEL	PERSAMAAN
Utilitas Terminal IAP4	((Penumpang pada <i>Peak Hour Pessimistic</i> *14)/Luas Terminal <i>Pessimistic</i>)
<i>Pessimistic</i>	

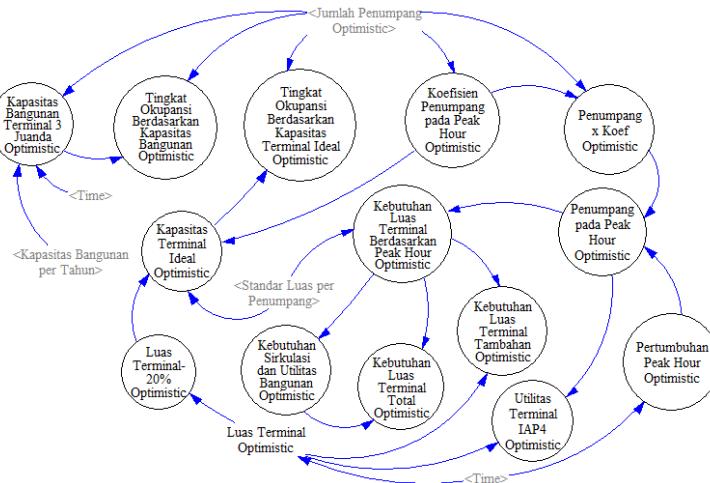
Hasil dari proyeksi yang telah dilakukan dari skenario parameter *pessimistic* dapat dilihat pada Gambar 4.6.19 berikut



Gambar 4.6.19 Hasil proyeksi tingkat okupansi bangunan pada skenario parameter *pessimistic*

4.6.2.3 Skenario Stuktur Terminal 3 *Optimistic* pada Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang

Gambar 4.6.20 berikut merupakan tampilan Sub Model Kapasitas dan Penggunaan Terminal Penumpang pada skenario parameter *optimistic*.



Gambar 4.6.20 Sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter *optimistic*

Persamaan yang digunakan pada submodel ini antara lain seperti pada Tabel 4.6.10.

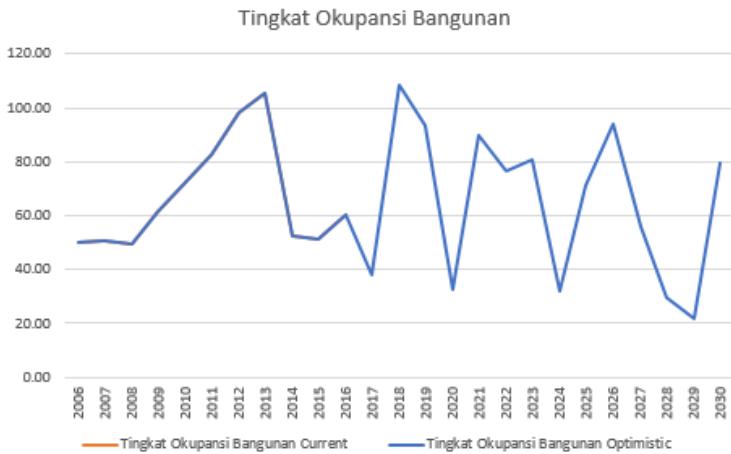
Tabel 4.6.10 Persamaan pada sub model kapasitas dan penggunaan terminal penumpang pada skenario parameter *optimistic*

VARIABEL	PERSAMAAN
Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Optimistic</i>	IF THEN ELSE(Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> >3e+07, 0.035, IF THEN ELSE(2e+07<=Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> <=3e+07, 0.04, IF THEN ELSE(1e+07<=Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> <=2e+07, 0.045, IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> <=1e+07, 0.05, IF THEN ELSE(500000<=Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> <=1e+06, 0.08,

VARIABEL	PERSAMAAN
	IF THEN ELSE(1e+06<=Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> :AND:Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> <=500000, 0.13, 0.2))))))
Penumpang x Koef <i>Optimistic</i>	(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Optimistic</i> /100)*Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i>
Penumpang pada <i>Peak Hour Optimistic</i>	(0.803*Penumpang x Koef)+Pertumbuhan <i>Peak Hour Optimistic</i>
Pertumbuhan <i>Peak Hour Optimistic</i>	IF THEN ELSE(Time=2006, 2440, IF THEN ELSE(Time=2007, 2491, IF THEN ELSE(Time=2008, 2432, IF THEN ELSE(Time=2009, 2675, IF THEN ELSE(Time=2010, 2878, IF THEN ELSE(Time=2011, 3067, IF THEN ELSE(Time=2012, 3400, IF THEN ELSE(Time=2013, 3556, IF THEN ELSE(Time=2014, 3395, IF THEN ELSE(Time=2015, 3377, IF THEN ELSE(Time=2016, 3799, RANDOM NORMAL(4880, 13410, 8872, 2822, 4880)))))))))))
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal <i>Optimistic</i>	(Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> /Kapasitas Terminal Ideal <i>Optimistic</i>)*100
Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan Terminal 3 Juanda <i>Optimistic</i>	(Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> /Kapasitas Bangunan Terminal 3 Juanda <i>Optimistic</i>)*100

VARIABEL	PERSAMAAN
Kapasitas Terminal 3 Juanda <i>Optimistic</i>	IF THEN ELSE(Time>2019, IF THEN ELSE(Jumlah Penumpang <i>Optimistic</i> <1.25e+07, 1.25e+07, 7e+07) , Kapasitas Bangunan per Tahun)
Kapasitas Terminal Ideal <i>Optimistic</i>	("Luas Terminal-20% <i>Optimistic</i> "/Standar Luas per Penumpang)/(Koefisien Penumpang pada <i>Peak Hour Optimistic</i> /100)
"Luas Terminal-20%" <i>Optimistic</i>	Luas Terminal <i>Optimistic</i> -(20/100)
Luas Terminal <i>Optimistic</i>	IF THEN ELSE(Time<2014, 28088, 79588)
Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan <i>Optimistic</i>	((20/100)/(80/100))*Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Optimistic</i>
Standar Luas per Penumpang	14
Kebutuhan Luas Terminal Total <i>Optimistic</i>	Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan <i>Optimistic</i> +Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Optimistic</i>
Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Optimistic</i>	Standar Luas per Penumpang*Penumpang pada <i>Peak Hour Optimistic</i>
Kebutuhan Luas Terminal Tambahan <i>Optimistic</i>	Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Optimistic</i> +(Kebutuhan Luas Terminal Berdasarkan <i>Peak Hour Optimistic</i> /2.9)-Luas Terminal <i>Optimistic</i>
Utilitas Terminal IAP4 <i>Optimistic</i>	((Penumpang pada <i>Peak Hour Optimistic</i> *14)/Luas Terminal <i>Optimistic</i>)

Hasil dari proyeksi yang telah dilakukan dari skenario parameter *optimistic* dapat dilihat pada Gambar 4.6.21 berikut



Gambar 4.6.21 Hasil proyeksi tingkat okupansi bangunan pada skenario parameter *optimistic*

BAB V

HASIL IMPLEMENTASI, ANALISIS DAN EVALUASI

Bab ini akan menjelaskan hasil implementasi dari model yang sudah dibuat. Model yang dimaksud ialah *base model* dan model skenario. Kemudian akan dilakukan analisis terhadap hasil yang diperoleh dari pembuatan skenario tersebut.

5.1 Hasil Implementasi dan Analisis Model Skenario

Pada sub bab ini dijelaskan analisis hasil permodelan skenario. Skenario dilakukan dalam rentang waktu 2006-2030, dimana proyeksi mulai dilakukan pada tahun 2017. Sebelumnya telah dilakukan 2 bentuk skenario, yaitu skenario struktur dan skenario parameter. Maka selanjutnya adalah dilakukan perbandingan antar skenario agar dapat menemukan hasil yang paling optimal. Berikut ini adalah hasil analisis dari skenario yang telah dibuat:

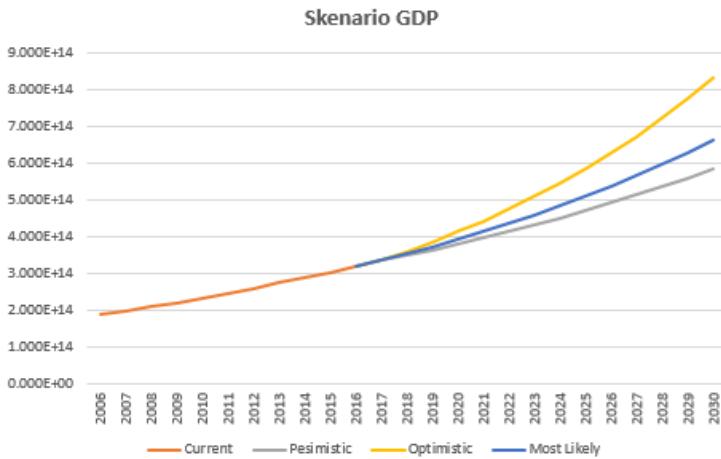
5.1.1 Skenario Parameter

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, terdapat lima variabel yang diubah dan akan dianalisis pada skenario parameter pada Tugas Akhir ini. Pengembangan skenario parameter yang digunakan ini terdiri dari tiga, yaitu skenario *most likely*, skenario *pessimistic*, dan skenario *optimistic*. Variabel yang diubah antara lain:

1. Variabel Pertumbuhan GDP
2. Variabel Pertumbuhan Jumlah Penumpang
3. Variabel Kematian
4. Variabel Kelahiran
5. Variabel Pertumbuhan *Peak Hour*

Berikut merupakan analisa dari setiap variabel.

5.1.1.1 Analisis Variabel Pertumbuhan GDP

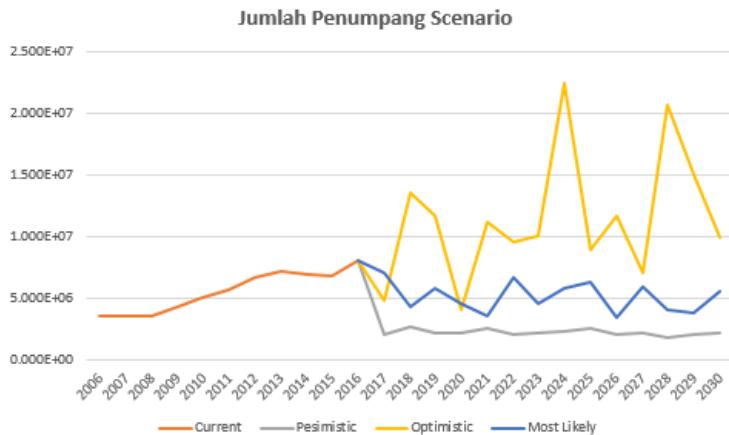


Gambar 5.1.1 Grafik variabel pertumbuhan GDP

Analisis yang dapat dilihat dari Gambar 5.1.1 diatas antara lain sebagai berikut:

1. Pada semua skenario, GDP di tahun 2017 mengalami peningkatan.
2. Pada semua skenario, nilai GDP yang dihasilkan mengalami peningkatan dan urutan peningkatan yang terjadi telah sesuai ekspektasi. Urutan peningkatan GDP yang terjadi ialah *optimistic, most likely* dan *pessimistic*. Pada tahun 2030 GDP pada skenario *pessimistic* bernilai 584 ribu triliun rupiah, lalu pada skenario *most likely* bernilai 663 ribu triliun rupiah dan pada skenario *optimistic* bernilai 832 ribu triliun rupiah.

5.1.1.2 Analisis Variabel Pertumbuhan Jumlah Penumpang



Gambar 5.1.2 Grafik variabel pertumbuhan jumlah penumpang

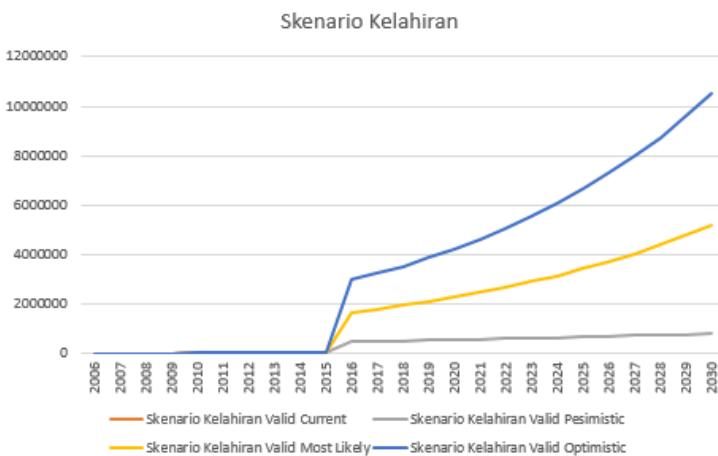
Analisis yang dapat dilihat dari Gambar 5.1.2 diatas antara lain sebagai berikut:

1. Jika dibandingkan dengan data historis pada tahun 2016, jumlah penumpang pada tahun 2017 di semua skenario mengalami penurunan. Penurunan terbesar terjadi pada skenario *pessimistic* sebesar 0.74, lalu pada skenario *optimistic* sebesar 0.41 dan yang terkecil pada skenario *most likely* sebesar 0.12. Hal ini dipengaruhi oleh nilai minimum dan maksimum pada setiap skenario yang dijalankan menggunakan fungsi RANDOM NORMAL. Sehingga secara umum nilai proyeksi awal akan mendekati nilai minimum skenario.
2. Hasil dari proyeksi skenario *most likely* dan *pessimistic* cenderung lebih stabil dibandingkan skenario *optimistic* yang mengalami peningkatan dan penurunan yang cukup signifikan dari tahun ke tahun.
3. Peningkatan dan penurunan grafik yang cukup signifikan yang ditunjukkan skenario *optimistic* dipengaruhi oleh kesenjangan nilai maksimum dan minimum yang cukup jauh. Berbeda dengan skenario *most likely* dan *pessimistic*

yang memiliki nilai kesenjangan lebih kecil antara nilai maksimum dan minimumnya.

4. Urutan skenario dengan jumlah penumpang tertinggi hingga terendah sudah sesuai ekspektasi, yaitu skenario *optimistic*, *most likely* dan *pessimistic*. Pada tahun 2030 jumlah penumpang pada skenario *pessimistic* berjumlah 2.2 juta penumpang, lalu pada skenario *most likely* berjumlah 5.5 juta penumpang dan pada skenario *optimistic* berjumlah 9.9 juta penumpang.

5.1.1.3 Analisis Variabel Kelahiran



Gambar 5.1.3 Grafik variabel kelahiran

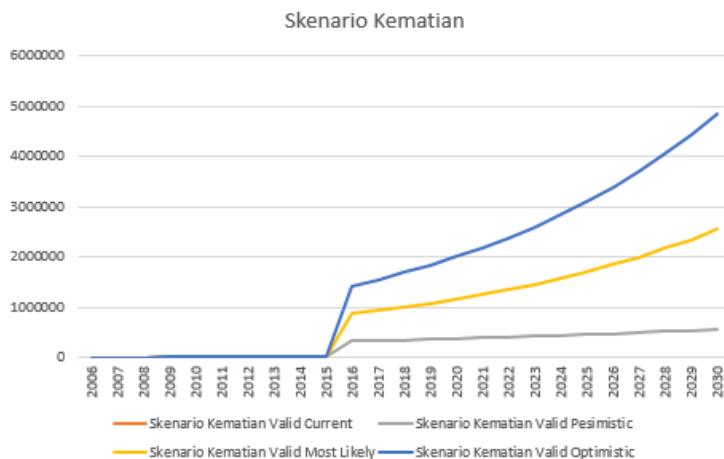
Analisis yang dapat dilihat dari Gambar 5.1.3 diatas antara lain sebagai berikut:

1. Pada semua skenario, tingkat kelahiran mengalami peningkatan di semua skenario.
2. Perbedaan data yang cukup signifikan antara data historis dengan data proyeksi pada skenario, terutama pada skenario *optimistic*, dipengaruhi oleh nilai rate pertumbuhan yang digunakan. Seperti sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, nilai *rate* yang digunakan berdasarkan prediksi yang

terdapat pada laporan “World Population Prospects: The 2017 Revision”.

3. Urutan skenario dengan jumlah kelahiran tertinggi hingga terendah sudah sesuai ekspektasi, yaitu skenario *optimistic*, *most likely* dan *pessimistic*. Pada tahun 2030 jumlah kelahiran pada skenario *pessimistic* berjumlah 810 ribu kelahiran, lalu pada skenario *most likely* berjumlah 4.4 juta kelahiran dan pada skenario *optimistic* berjumlah 5.3 juta kelahiran.

5.1.1.4 Analisis Variabel Kematian



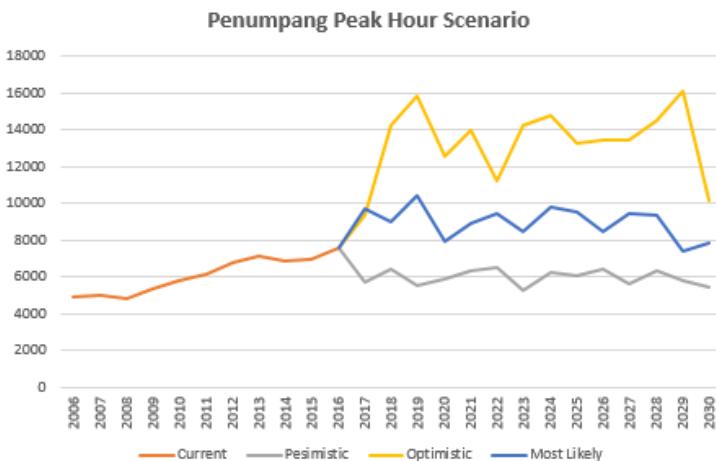
Gambar 5.1.4 Grafik variabel kematian

Analisis yang dapat dilihat dari Gambar 5.1.4 diatas antara lain sebagai berikut:

1. Pada semua skenario, tingkat kematian mengalami peningkatan di semua skenario.
2. Perbedaan data yang cukup signifikan antara data historis dengan data proyeksi pada skenario, terutama pada skenario *optimistic*, dipengaruhi oleh nilai rate pertumbuhan yang digunakan.

3. Urutan skenario dengan jumlah kematian tertinggi hingga terendah sudah sesuai ekspektasi, yaitu skenario *optimistic*, *most likely* dan *pessimistic*. Pada tahun 2030 jumlah kematian pada skenario *pessimistic* berjumlah 557 ribu kematian, lalu pada skenario *most likely* berjumlah 1.9 juta kematian dan pada skenario *optimistic* berjumlah 2.2 juta kematian.

5.1.1.5 Analisis Variabel Pertumbuhan *Peak Hour*



Gambar 5.1.5 Grafik variabel pertumbuhan *peak hour*

Analisis yang dapat dilihat dari Gambar 5.1.5 diatas antara lain sebagai berikut:

1. Jika dibandingkan dengan data tahun 2016, peningkatan terjadi pada skenario *optimistic* dan skenario *most likely*. Sementara skenario *pessimistic* mengalami penurunan. Skenario *optimistic* mengalami peningkatan sebesar 0.23, lalu pada skenario *most likely* mengalami peningkatan sebesar 0.28 dan skenario *pessimistic* mengalami penurunan sebesar 0.24.

2. Jika dibandingkan dengan data historis, peningkatan jumlah penumpang pada *peak hour* terjadi pada skenario *optimistic* dan *most likely*. Sementara pada skenario *pessimistic* jumlah penumpang pada *peak hour* cenderung stabil dibandingkan dengan data historis.
3. Peningkatan dan penurunan grafik yang cukup signifikan yang ditunjukkan skenario *optimistic* dipengaruhi oleh kesenjangan nilai maksimum dan minimum yang cukup jauh. Berbeda dengan skenario *most likely* dan *pessimistic* yang memiliki nilai kesenjangan lebih kecil antara nilai maksimum dan minimumnya.
4. Urutan skenario dengan jumlah penumpang tertinggi hingga terendah sudah sesuai ekspektasi, yaitu skenario *optimistic*, *most likely* dan *pessimistic*. Pada tahun 2030 jumlah penumpang pada *peak hour* pada skenario *pessimistic* berjumlah 5 ribu penumpang, lalu pada skenario *most likely* berjumlah 7 ribu penumpang dan pada skenario *optimistic* berjumlah 10 ribu penumpang.

5.1.2 Skenario Struktur

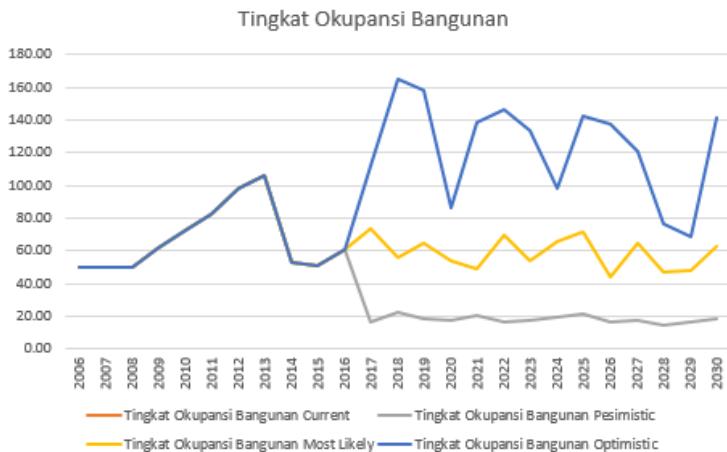
Seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, terdapat penambahan variabel kapasitas terminal 3 yang telah dikombinasikan dengan model skenario parameter yang sudah ada.

Variabel yang dianalisis pada skenario ini antara lain:

1. Variabel Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan
2. Variabel Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal
3. Variabel Kebutuhan Luas Terminal Total
4. Variabel Kebutuhan Luas Terminal Tambahan
5. Variabel Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan

Berikut merupakan analisa dari setiap variabel.

5.1.2.1 Analisis Variabel Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan



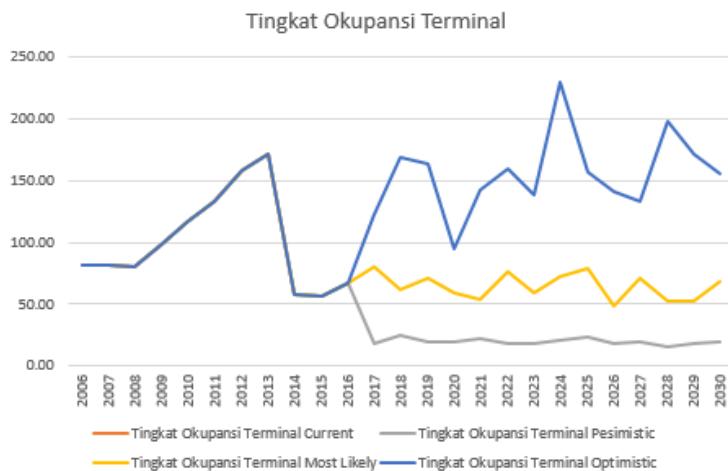
Gambar 5.1.6 Grafik variabel tingkat okupansi berdasarkan kapasitas bangunan

Analisis yang dapat dilihat dari Gambar 5.1.6 diatas antara lain sebagai berikut:

1. Jika dibandingkan dengan data tahun 2016, peningkatan terjadi pada skenario *optimistic* dan skenario *most likely*. Sementara skenario *pessimistic* mengalami penurunan. Diantara ketiga skenario, skenario *optimistic* mengalami peningkatan yang paling signifikan.
2. Jika dibandingkan dengan data historis, peningkatan Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan terjadi pada skenario *optimistic*. Sementara pada skenario *most likely*, variabel Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan cenderung stabil dibandingkan dengan data historis. Sementara itu pada skenario *pessimistic*, Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan mengalami penurunan jika dibandingkan dengan data historis.

3. Nilai Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan pada setiap skenario berbanding lurus dengan jumlah penumpang pada masing-masing skenario.
4. Urutan skenario dengan Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan tertinggi hingga terendah sudah sesuai ekspektasi, yaitu skenario *optimistic*, *most likely* dan *pessimistic*. Pada tahun 2030 Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan pada skenario *pessimistic* bernilai 72.29%, lalu pada skenario *most likely* bernilai 44.24% dan pada skenario *optimistic* bernilai 18.06%.

5.1.2.2 Analisis Variabel Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal



Gambar 5.1.7 Grafik variabel tingkat okupansi bangunan berdasarkan kapasitas terminal ideal

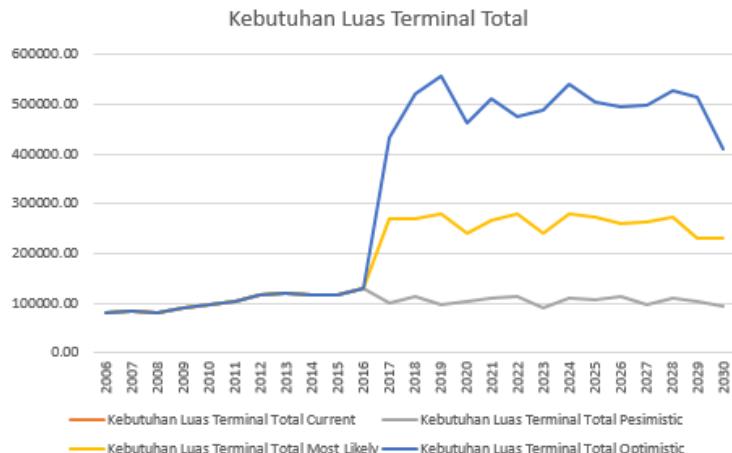
Analisis yang dapat dilihat dari Gambar 5.1.7 diatas antara lain sebagai berikut:

1. Jika dibandingkan dengan data tahun 2016, peningkatan terjadi pada skenario *optimistic* dan skenario *most likely*. Sementara skenario *pessimistic* mengalami penurunan.

Diantara ketiga skenario, skenario *optimistic* mengalami peningkatan yang paling signifikan.

2. Jika dibandingkan dengan data historis, peningkatan Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal terjadi pada skenario *optimistic*. Sementara pada skenario *most likely*, variabel Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal cenderung stabil dibandingkan dengan data historis. Sementara itu pada skenario *pessimistic*, Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal mengalami penurunan jika dibandingkan dengan data historis.
3. Nilai Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal pada setiap skenario berbanding lurus dengan jumlah penumpang pada masing-masing skenario.
4. Urutan skenario dengan Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal tertinggi hingga terendah sudah sesuai ekspektasi, yaitu skenario *optimistic*, *most likely* dan *pessimistic*. Pada tahun 2030 Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal pada skenario *pessimistic* bernilai 87.17%, lalu pada skenario *most likely* bernilai 48.64% dan pada skenario *optimistic* bernilai 19.86%.

5.1.2.3 Analisis Variabel Kebutuhan Luas Terminal Total

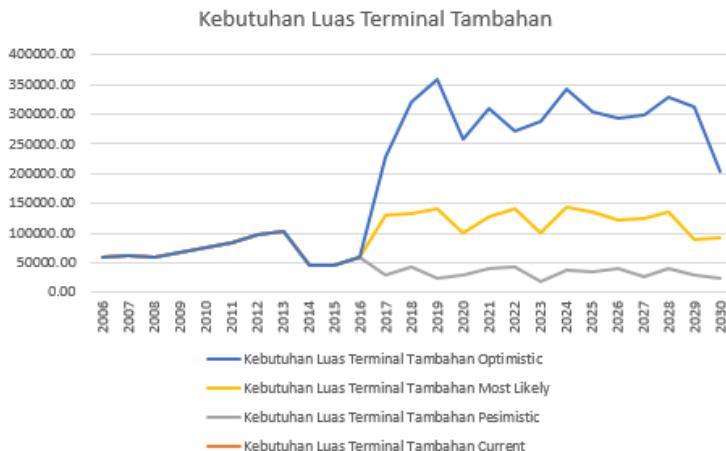


Gambar 5.1.8 Grafik variabel kebutuhan luas terminal total

Analisis yang dapat dilihat dari Gambar 5.1.8 diatas antara lain sebagai berikut:

1. Jika dibandingkan dengan data tahun 2016, peningkatan terjadi pada skenario *optimistic* dan skenario *most likely*. Sementara skenario *pessimistic* mengalami penurunan. Diantara ketiga skenario, skenario *optimistic* mengalami peningkatan yang paling signifikan.
2. Pada skenario *most likely*, variabel Kebutuhan Luas Terminal Total cenderung stabil dibandingkan dengan data historis.
3. Urutan skenario dengan Kebutuhan Luas Terminal Total tertinggi hingga terendah sudah sesuai ekspektasi, yaitu skenario *optimistic*, *most likely* dan *pessimistic*. Pada tahun 2030 Kebutuhan Luas Terminal Total pada skenario *pessimistic* ialah 95301.48 m², lalu pada skenario *most likely* ialah 137032.45 m² dan pada skenario *optimistic* ialah 177754.03 m².

5.1.2.4 Analisis Variabel Kebutuhan Luas Terminal Tambahan

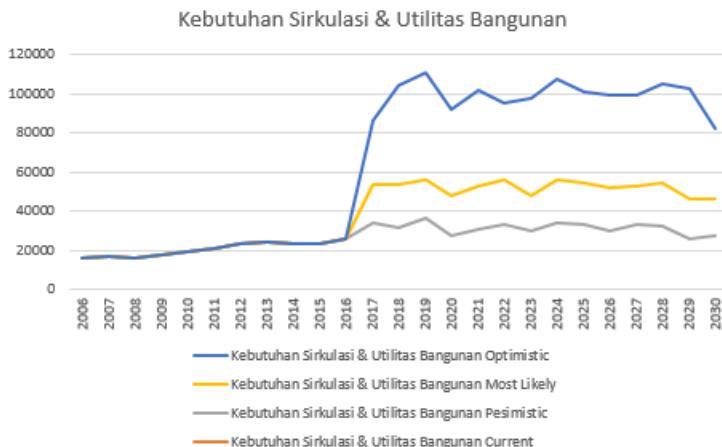


Gambar 5.1.9 Grafik variabel kebutuhan luas terminal tambahan

Analisis yang dapat dilihat dari Gambar 5.1.9 diatas antara lain sebagai berikut:

1. Jika dibandingkan dengan data tahun 2016, peningkatan terjadi pada skenario *optimistic* dan skenario *most likely*. Sementara skenario *pessimistic* mengalami penurunan. Diantara ketiga skenario, skenario *optimistic* mengalami peningkatan yang paling signifikan.
2. Pada skenario *most likely*, variabel Kebutuhan Luas Terminal Tambahan cenderung stabil dibandingkan dengan data historis.
3. Urutan skenario dengan Kebutuhan Luas Terminal Tambahan tertinggi hingga terendah sudah sesuai ekspektasi, yaitu skenario *optimistic*, *most likely* dan *pessimistic*. Pada tahun 2030 Kebutuhan Luas Terminal Tambahan pada skenario *pessimistic* ialah 22943.24 m^2 , lalu pada skenario *most likely* ialah 67840.02 m^2 dan pada skenario *optimistic* ialah 111650.81 m^2 .

5.1.2.5 Analisis Variabel Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan



Gambar 5.1.10 Grafik variabel kebutuhan sirkulasi dan utilitas bangunan

Analisis yang dapat dilihat dari Gambar 5.1.10 diatas antara lain sebagai berikut:

1. Pada semua skenario, Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan di tahun 2017 mengalami peningkatan.
2. Jika dibandingkan dengan data historis, peningkatan Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan yang paling signifikan terjadi pada skenario *optimistic* lalu diikuti oleh skenario *most likely*. Sementara pada skenario *pessimistic* Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan peningkatan yang terjadi cenderung stabil dibandingkan dengan data historis.
3. Urutan skenario dengan Kebutuhan Luas Terminal Total tertinggi hingga terendah sudah sesuai ekspektasi, yaitu skenario *optimistic*, *most likely* dan *pessimistic*. Pada tahun 2030 Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan pada skenario *pessimistic* ialah 27406.49 m², lalu pada skenario

most likely ialah 19060.2949 m² dan pada skenario *optimistic* ialah 35550.805 m².

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat diambil dari keseluruhan penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini serta terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan dalam pengembangan tugas akhir ini.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, berikut ini merupakan beberapa kesimpulan yang dapat diambil:

1. Proses pengembangan model memerlukan informasi yang mendukung serta pemahaman terhadap kondisi yang sedang terjadi. Selain itu diperlukan juga pemahaman akan regulasi pemerintah yang sedang berlaku. Tujuannya agar model simulasi dapat menggambarkan kondisi nyata dari suatu sistem dan hasilnya dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang ada.
2. Pada tahun 2030 jumlah penumpang model skenario *pessimistic* mencapai 2.258.000 penumpang per tahun, lalu jumlah penumpang model skenario *most likely* mencapai 5.530.530 penumpang per tahun dan jumlah penumpang model skenario *optimistic* mencapai 9.911.010 penumpang per tahun.
3. Pada tahun 2030 luas terminal total model skenario *pessimistic* yang dibutuhkan adalah 95.301,48 m². Luas terminal total model skenario *most likely* yang dibutuhkan adalah 137.032,45 m². Sedangkan luas terminal total model skenario *optimistic* yang dibutuhkan adalah 177754.03 m².
4. Pada tahun 2030 kapasitas terminal yang ada saat ini masih mencukupi untuk mengakomodasi jumlah penumpang pada model skenario *pessimistic* dan *most likely*. Sedangkan pada model skenario *optimistic* waktu ideal pembangunan terminal tambahan ialah sebelum tahun 2018 agar dapat

mengakomodasi peningkatan jumlah penumpang pada tahun 2018.

5. Pada model skenario *pessimistic*, jika dilihat dari tingkat okupansi berdasarkan kapasitas terminal ideal pada tahun 2030, pengembangan terminal tidak terlalu diperlukan karena kapasitas terminal masih berada pada titik yang cukup rendah yaitu sebesar 19.86%. Hal ini sebanding jika dilihat dari tingkat okupansi berdasarkan kapasitas bangunan pada tahun 2030 karena tingkat okupansi berada pada titik 18.06%. Pada model skenario *most likely*, jika dilihat dari tingkat okupansi berdasarkan kapasitas terminal ideal pada tahun 2030, pengembangan terminal juga tidak terlalu diperlukan karena kapasitas terminal masih berada pada titik 48.64%. Hal ini sebanding jika dilihat dari tingkat okupansi berdasarkan kapasitas bangunan pada tahun 2030 karena tingkat okupansi berada pada titik 44.24%. Pada model skenario *optimistic*, jika dilihat dari tingkat okupansi berdasarkan kapasitas terminal ideal pada tahun 2030, sebaiknya sudah dilakukan pengembangan terminal karena kapasitas terminal sudah berada pada titik yang cukup tinggi yaitu sebesar 87.17%. Hal ini sebanding jika dilihat dari tingkat okupansi berdasarkan kapasitas bangunan pada tahun 2030 karena tingkat okupansi berada pada titik 79.29%.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan hasil penelitian, adapun saran yang dapat digunakan dalam perbaikan atau penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan perluasan ruang lingkup penelitian yang juga mencakup penerbangan internasional.

2. Pada penelitian selanjutnya dilakukan pengembangan pemodelan dengan mengikutsertakan faktor internal sebagai faktor yang mempengaruhi jumlah penumpang.
3. Sebaiknya pihak Angkasa Pura I selaku pengelola Bandara Juanda Surabaya dan Kementerian Perhubungan Republik Indonesia merencanakan pembangunan terminal 3 Bandara Juanda Surabaya dengan mempertimbangkan hasil dari ketiga skenario. Menurut model skenario *pessimistic* dan *most likely*, kapasitas terminal yang ada saat ini masih mencukupi hingga tahun 2030. Sedangkan pada model skenario *optimistic* waktu ideal pembangunan terminal tambahan ialah sebelum tahun 2018. Harusnya saat ini pembangunan sudah dilakukan untuk memenuhi jumlah penumpang pada tahun 2018 yang sudah melebihi kapasitas terminal saat ini.
4. Sebaiknya pihak Angkasa Pura I selaku pengelola Bandara Juanda Surabaya dan Kementerian Perhubungan Republik Indonesia mempersiapkan langkah antisipasi jika kapasitas terminal 3 Bandara Juanda Surabaya sudah melampaui kapasitas maksimal. Hasil proyeksi ketiga skenario yang berupa tingkat okupansi berdasarkan kapasitas terminal ideal dan tingkat okupansi berdasarkan kapasitas bangunan dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk melakukan perencanaan pengembangan terminal terminal 3 Bandara Juanda Surabaya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sanjaya, “Pengertian Bandar Udara Definisi Menurut Para Ahli Asas Fungsi Tujuan Penerbangan dan Kebandarudaraan,” Landasanteori.com, 2015. [Online]. Available: www.landasanteori.com. [Diakses 20 February 2017].
- [2] H. C. ©. 2.-2. D. J. P. Udara, “Pengertian Umum,” Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2014. [Online]. Available: www.hubud.dephub.go.id. [Diakses 20 February 2017].
- [3] B. Ventura, “BPS: Jumlah Penumpang Pesawat Tahun 2016 Capai 95,2 Juta,” Sindonews.com, 2017. [Online]. Available: www.ekbis.sindonews.com. [Diakses 20 February 2017].
- [4] D. Armandhanu, “Penerbangan Masih Jadi Moda Transportasi Paling Aman,” CNN Indonesia, 2016. [Online]. Available: www.cnnindonesia.com. [Diakses 20 February 2017].
- [5] D. R. Rosmayanti, “Angkutan Darat Abaikan Keselamatan,” harian-nasional.com, 2016. [Online]. Available: www.harnas.co. [Diakses 20 February 2017].
- [6] Boulevard, “Jumlah Penumpang di Bandara Juanda Tahun 2016 Turun 2,49%,” Bandara Juanda, 2017. [Online]. Available: www.juandaairport.com. [Diakses 20 February 2017].
- [7] E. Djumena, “Angkasa Pura I Akan Bangun Terminal 3 Bandara Juanda,” kompas.com, 2015. [Online].

- Available: www.lipsus.kompas.com. [Diakses 20 February 2017].
- [8] H. C. ©. 2. B. P. Statistik, “Jumlah Penumpang yang Berangkat pada Penerbangan Domestik di Bandara Utama Indonesia, 2006-2016 (Orang),” Badan Pusat Statistik, 2017. [Online]. Available: www.bps.go.id. [Diakses 28 February 2017].
 - [9] H. C. ©. 2. B. P. Statistik, “Jumlah Penumpang yang Berangkat pada Penerbangan Internasional di Bandara Utama Indonesia, 2006-2016 (Orang),” Badan Pusat Statistik, 2017. [Online]. Available: www.bps.go.id. [Diakses 28 February 2017].
 - [10] R. Burhani, “Terminal 2 tambah kapasitas Juanda 6 juta orang,” ANTARA, 2013. [Online]. Available: www.antaranews.com. [Diakses 16 March 2017].
 - [11] “MNTI,” [binus.ac.id](http://library.binus.ac.id), [Online]. Available: <http://library.binus.ac.id>. [Diakses 28 February 2017].
 - [12] E. Suryani, “Air passenger demand forecasting and passenger terminal capacity expansion: A system dynamics framework,” *Elsevier: Expert Systems with Applications*, p. 1, 2009.
 - [13] D. J.-P. Rodrigue, “THE GEOGRAPHY OF TRANSPORT SYSTEMS,” Dept. of Global Studies & Geography , Hofstra University, New York, USA, Copyright © 1998-2017. [Online]. Available: www.people.hofstra.edu. [Diakses 16 March 2017].
 - [14] M. Rouse, “Capacity Planning,” TechTarget, 2006. [Online]. Available: www.searchenterprisewan.techtarget.com. [Diakses 28 February 2017].
 - [15] M. Ir. Silvi Ariyanti, “PEMODELAN SISTEM DAN SIMULASI INDUSTRI,” FAKULTAS TEKNOLOGI

- INDUSTRI UNIVERSITAS MERCU BUANA, 2012. [Online]. Available: www.dosen.narotama.ac.id. [Diakses 28 February 2017].
- [16] S. B. Muhammadi E.A, Analisis Sistem Dinamis Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, dan Manajemen, Jakarta: UMJ Press, 2001.
- [17] Malabay, Pendekatan Sistem Model Causal Loop Diagram Dalam Memahami Permasalahan Penerimaan Kuantitas Mahasiswa Baru Di Perguruan Tinggi Swasta, Jakarta, 2008.
- [18] L. Kelton, “Simulation Modelling and Analysis. 2nd Edition McGraw-Hill International Edition,” dalam *Simulation Modelling and Analysis*, 1991.
- [19] A. O. B.-F. S. M. J. Seraj Y. Abed, “An econometric analysis of international air travel demand in Saudi Arabia,” *Elsevier-Journal of Air Transport Management*, pp. 2-3, 2001.
- [20] U. Nations, “United Nations, Department of Economic and Social Affairs Copyright © 2017,” United Nations, New York, 2017.
- [21] Boulevard, “Rampung 2019, Terminal 3 Bandara Juanda Didukung Double Runway,” Bandara Juanda, 2017. [Online]. Available: www.juandaairport.com. [Diakses 16 March 2017].

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A

A-1. Data Awal Simulasi

Tahun	GDP
2006	1.878E+14
2007	1.978E+14
2008	2.083E+14
2009	2.195E+14
2010	2.314E+14
2011	2.440E+14
2012	2.574E+14
2013	2.761E+14
2014	2.882E+14
2015	3.036E+14
2016	3.179E+14

Tahun	Jumlah Penumpang
2006	3.552E+06
2007	3.571E+06
2008	3.540E+06
2009	4.306E+06
2010	5.045E+06
2011	5.710E+06
2012	6.749E+06
2013	7.264E+06
2014	6.988E+06
2015	6.858E+06
2016	8.020E+06

Tahun	Jumlah Penumpang Peak Hour
2006	4880

Tahun	Jumlah Penumpang <i>Peak Hour</i>
2007	4991
2008	4842
2009	5357
2010	5783
2011	6176
2012	6811
2013	7139
2014	6878
2015	6923
2016	7580

LAMPIRAN B

B-1. Hasil Model Simulasi *Base Model*

Tahun	GDP
2006	1.88E+14
2007	1.98E+14
2008	2.08E+14
2009	2.19E+14
2010	2.31E+14
2011	2.44E+14
2012	2.57E+14
2013	2.71E+14
2014	2.91E+14
2015	3.03E+14
2016	3.20E+14

Tahun	Jumlah Penumpang
2006	3.27E+06
2007	3.28E+06
2008	3.23E+06
2009	3.98E+06
2010	4.71E+06
2011	5.35E+06
2012	6.38E+06
2013	6.87E+06
2014	6.57E+06
2015	6.42E+06
2016	7.56E+06

Tahun	Jumlah Penumpang <i>Peak Hour</i>
2006	3753.24854
2007	3806.53247

Tahun	Jumlah Penumpang <i>Peak Hour</i>
2008	3729.46118
2009	4274.05762
2010	4767.46484
2011	5216.79004
2012	5959.88086
2013	6315.125
2014	6032.84082
2015	5955.84033
2016	6835.71338

LAMPIRAN C

Data Hasil Model Simulasi Skenario

C-1. Skenario Parameter

GDP

Tahun	<i>Pessimistic</i>	<i>Most Likely</i>	<i>Optimistic</i>
2017	3.347E+14	3.347E+14	3.347E+14
2018	3.494E+14	3.528E+14	3.590E+14
2019	3.647E+14	3.719E+14	3.851E+14
2020	3.807E+14	3.920E+14	4.130E+14
2021	3.973E+14	4.132E+14	4.430E+14
2022	4.147E+14	4.356E+14	4.752E+14
2023	4.329E+14	4.592E+14	5.097E+14
2024	4.519E+14	4.840E+14	5.467E+14
2025	4.716E+14	5.102E+14	5.864E+14
2026	4.923E+14	5.378E+14	6.290E+14
2027	5.139E+14	5.669E+14	6.746E+14
2028	5.364E+14	5.976E+14	7.236E+14
2029	5.599E+14	6.299E+14	7.761E+14
2030	5.844E+14	6.640E+14	8.325E+14

Jumlah Penumpang

Tahun	<i>Pessimistic</i>	<i>Most Likely</i>	<i>Optimistic</i>
2017	2.107E+06	7.074E+06	4.769E+06
2018	2.753E+06	4.271E+06	1.358E+07
2019	2.248E+06	5.853E+06	1.165E+07
2020	2.231E+06	4.540E+06	4.055E+06
2021	2.527E+06	3.537E+06	1.120E+07
2022	2.024E+06	6.646E+06	9.569E+06
2023	2.134E+06	4.544E+06	1.007E+07

Tahun	<i>Pessimistic</i>	<i>Most Likely</i>	<i>Optimistic</i>
2024	2.373E+06	5.862E+06	2.242E+07
2025	2.630E+06	6.298E+06	8.898E+06
2026	2.010E+06	3.454E+06	1.174E+07
2027	2.204E+06	5.908E+06	7.045E+06
2028	1.791E+06	4.128E+06	2.071E+07
2029	2.069E+06	3.871E+06	1.511E+07
2030	2.258E+06	5.531E+06	9.911E+06

Kelahiran

Tahun	<i>Pessimistic</i>	<i>Most Likely</i>	<i>Optimistic</i>
2017	493307.38	1304911.63	1446995.13
2018	512497.03	1432923.50	1599074.38
2019	532433.19	1573493.38	1767137.00
2020	553144.81	1727853.00	1952863.13
2021	574662.19	1897355.38	2158109.25
2022	597016.56	2083486.00	2384926.50
2023	620240.50	2287876.00	2635582.25
2024	644367.81	2512316.50	2912581.75
2025	669433.69	2758774.75	3218694.25
2026	695474.69	3029410.75	3556979.25
2027	722528.63	3326595.75	3930818.00
2028	750635.00	3652934.75	4343947.00
2029	779834.75	4011287.75	4800496.00
2030	810170.31	4404795.00	5305028.50

Kematian

Tahun	<i>Pessimistic</i>	<i>Most Likely</i>	<i>Optimistic</i>
2017	339420.78	590958.25	626719.00

Tahun	<i>Pessimistic</i>	<i>Most Likely</i>	<i>Optimistic</i>
2018	352624.25	648931.31	692587.13
2019	366341.34	712591.44	765378.06
2020	380592.03	782496.69	845819.31
2021	395397.06	859259.56	934714.94
2022	410778.00	943552.94	1032953.44
2023	426757.28	1036115.50	1141516.88
2024	443358.13	1137758.38	1261490.25
2025	460604.72	1249372.50	1394073.00
2026	478522.25	1371936.00	1540590.13
2027	497136.78	1506522.88	1702506.25
2028	516475.41	1654312.75	1881439.63
2029	536566.31	1816600.75	2079179.00
2030	557438.75	1994809.50	2297700.75

C-3

Penumpang *Peak Hour*

Tahun	<i>Pessimistic</i>	<i>Most Likely</i>	<i>Optimistic</i>
2017	5924.99	10339.05	9757.87
2018	6710.20	9389.59	15386.80
2019	5725.54	10983.86	16798.20
2020	6056.47	8363.19	12947.43
2021	6534.10	9217.21	14901.46
2022	6669.30	10082.63	12078.62
2023	5454.33	8881.00	15129.39
2024	6503.12	10307.35	16474.36
2025	6294.61	10158.55	14080.47
2026	6607.71	8813.46	14391.78
2027	5810.85	10000.65	14113.03
2028	6459.37	9692.83	16043.53
2029	6025.21	7742.36	17386.16

Tahun	<i>Pessimistic</i>	<i>Most Likely</i>	<i>Optimistic</i>
2030	5654.66	8342.00	11074.14

C-2. Skenario Struktur

Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Bangunan

Tahun	<i>Pessimistic</i>	<i>Most Likely</i>	<i>Optimistic</i>
2017	16.85	56.59	38.15
2018	22.03	34.17	108.67
2019	17.98	46.82	93.19
2020	17.85	36.32	32.44
2021	20.22	28.29	89.60
2022	16.19	53.17	76.55
2023	17.07	36.35	80.55
2024	18.98	46.90	32.03
2025	21.04	50.39	71.19
2026	16.08	27.64	93.89
2027	17.63	47.27	56.36
2028	14.33	33.02	29.59
2029	16.55	30.97	21.59
2030	18.06	44.24	79.29

Tingkat Okupansi Berdasarkan Kapasitas Terminal Ideal

Tahun	<i>Pessimistic</i>	<i>Most Likely</i>	<i>Optimistic</i>
2017	18.53	62.22	41.94
2018	24.22	37.57	107.52
2019	19.77	51.47	92.21
2020	19.62	39.93	35.67
2021	22.23	31.11	88.66
2022	17.80	58.45	84.16

Tahun	Pessimistic	Most Likely	Optimistic
2023	18.76	39.97	79.71
2024	20.87	51.56	157.74
2025	23.14	55.40	78.26
2026	17.68	30.38	92.90
2027	19.38	51.97	61.96
2028	15.75	36.30	145.74
2029	18.20	34.05	119.62
2030	19.86	48.64	87.17

Kebutuhan Luas Terminal Total

Tahun	Pessimistic	Most Likely	Optimistic
2017	103687.25	180933.42	170762.64
2018	117428.45	164317.78	269269.09
2019	100196.88	192217.63	293968.47
2020	105988.16	146355.88	226580.02
2021	114346.71	161301.27	260775.63
2022	116712.70	176446.06	211375.80
2023	95450.78	155417.47	264764.38
2024	113804.64	180378.66	288301.28
2025	110155.75	177774.56	246408.28
2026	115635.00	154235.64	251856.09
2027	101689.95	175011.39	246978.11
2028	113038.92	169624.53	280761.84
2029	105441.17	135491.28	304257.88
2030	98956.60	145985.00	193797.50

C-3.

C-4. Kebutuhan Luas Terminal Tambahan

Tahun	Pessimistic	Most Likely	Optimistic
2017	31965.17	115071.41	104129.05
2018	46748.82	97195.25	210108.38
2019	28210.03	127211.64	236681.53
2020	34440.63	77870.73	164180.84
2021	43433.28	93949.91	200970.59
2022	45978.77	110243.63	147823.20
2023	23103.88	87619.75	205261.94
2024	42850.09	114474.55	230584.44
2025	38924.39	111672.91	185513.31
2026	44819.31	86348.27	191374.41
2027	29816.36	108700.11	186126.38
2028	42026.29	102904.59	222473.00
2029	33852.16	66181.94	247751.50
2030	26875.66	77471.72	128911.38

C-5.

C-6. Kebutuhan Sirkulasi dan Utilitas Bangunan

Tahun	Pessimistic	Most Likely	Optimistic
2017	20737.449	36186.6836	34152.527
2018	23485.691	32863.5547	53853.816
2019	20039.377	38443.5234	58793.695
2020	21197.631	29271.1758	45316.004
2021	22869.342	32260.252	52155.125
2022	23342.539	35289.2109	42275.16
2023	19090.156	31083.4922	52952.875
2024	22760.928	36075.7305	57660.258
2025	22031.15	35554.9141	49281.656
2026	23127	30847.127	50371.219
2027	20337.99	35002.2773	49395.621

Tahun	<i>Pessimistic</i>	<i>Most Likely</i>	<i>Optimistic</i>
2028	22607.785	33924.9063	56152.367
2029	21088.234	27098.2578	60851.574
2030	19791.32	29197	38759.5

C-7

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Daniel Surya Anjas, dengan panggilan Daniel. Penulis lahir di Pematang Siantar pada tanggal 10 Oktober 1995, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan *formal* yaitu: SDN 091463 Girsang Sipangan Bolon lulus pada tahun 2007, SMPN 1 Girsang Sipangan Bolon lulus pada tahun 2010, dan SMAN 1 Raya yang lulus pada tahun 2013. SMA ini merupakan SMA terbaik di Kabupaten

Simalungun. Lalu penulis meneruskan pendidikan di Jurusan Sistem Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun yang sama dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 5213100058. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dan selalu tertarik mengikuti organisasi kemahasiswaan dibuktikan dengan aktif di organisasi eksekutif kampus tingkat fakultas yaitu Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (BEM FTIf) selama dua periode pelaksanaan mulai tahun 2014-2015 sebagai Staff Departemen Hubungan Luar hingga Kepala Departemen Hubungan Luar 2015-2016. Penulis juga aktif pada kegiatan kepanitiaan lingkup departemen, fakultas dan institut meliputi GERIGI-ITS, FTIf Journey, MANAGE, Youth Environmental Leader Program, LKMM TD HMSI, Natal-Paskah ITS dan Dies Natalis 54 ITS.

Penulis juga pernah melakukan kerja praktik di PT Garuda Maintenance Facility AeroAsia untuk belajar dan memahami bagaimana kehidupan di dunia kerja sesungguhnya. Penulis dapat dihubungi melalui email marbunanjas@gmail.com.