



UNIVERSITAS INDONESIA

**EVALUASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN PENDANAAN
UNTUK KEGIATAN OPERASIONAL BERKELANJUTAN PT.
MRT JAKARTA MENGGUNAKAN FINANSIAL MODELING
DAN SISTEM DINAMIS**

SKRIPSI

**TYONARDO CAHAYADI
NPM 0806338102**

**PROGRAM PASCA SARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
14 JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**EVALUASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN PENDANAAN
UNTUK KEGIATAN OPERASIONAL BERKELANJUTAN PT.
MRT JAKARTA MENGGUNAKAN FINANSIAL MODELING
DAN SISTEM DINAMIS**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

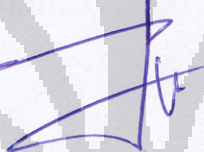
**TYONARDO CAHAYADI
NPM 0806338102**

**PROGRAM PASCA SARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
14 JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Tyonardo Cahayadi
NPM : 0806338102

Tanda Tangan : 

Tanggal : 14 Juni 2012

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh,

Nama : Tyonardo Cahayadi
NPM : 0806338102
Program Studi : Teknik Industri

Judul Skripsi : Evaluasi perhitungan kebutuhan pendanaan
untuk kegiatan operasional berkelanjutan
PT. MRT Jakarta menggunakan Finansial
Modeling dan Sistem Dinamis

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Akhmad Hidayatno,Dr.,ST.,MBT.

Penguji : Farizal,PhD

Penguji : Dendi P. Ishak,MSIE

Penguji : Romadhani Ardi,S.T.,M.T

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juni 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang berkat limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini sebagaisalah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, pada lembar ini saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Akhmad Hidayatno, Dr., ST., MBT. selaku pembimbing yang telah membimbing, memberikan pengarahan, dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini; serta Bapak Armand Omar Moeis ST., Msc yang juga telah memberikan banyak dukungan.
2. Kedua Orang Tua dan keluarga saya yang senantiasa mendoakan, memberikan dorongan dan dukungan dalam mengerjakan penelitian ini.
3. Ibu Arian Dhini, ST., MT. selaku pembimbing akademis saya selama berkuliah di Teknik Industri Universitas Indonesia dan seluruh dosen Departemen Teknik Industri UI atas segala ilmu dan bimbinganya yang telah diberikan.
4. Para *research assistant* lab. SEMS: Ajeng Masitha, Aninditha Kemala, Laisha Tatia Rizka, Oktioza Pratama, Rakhmat Satriawan, Stefan Darmansyah, dan Irvanu Rahman yang menghiasi indahny hari-hari saya di lab, para *lab. Assistant*, dantentunya, teman-teman Teknik Industri UI Angkatan 2008.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juni 2011

Penulis

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tyonardo Cahayadi
NPM : 0806338102
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Evaluasi perhitungan kebutuhan pendanaan untuk kegiatan operasional berkelanjutan PT. MRT Jakarta menggunakan finansial modeling dan sistem dinamis

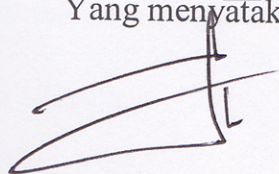
berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 14 Juni 2012

Yang menyatakan



(Tyonardo Cahayadi)

ABSTRAK

Nama : Tyonardo Cahayadi
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Evaluasi perhitungan kebutuhan pendanaan untuk kegiatan operasional berkelanjutan PT. MRT Jakarta menggunakan finansial modeling dan sistem dinamis

Jakarta merupakan salah satu kota terpadat di dunia dan mengalami kerugian besar akibat kemacetan. Untuk itu dilakukan studi untuk mengatasi kemacetan yang bernama *The Study on Integrated Transportation Master Plan for JABODETABEK (SITRAMP)*. Salah satu solusi yang ditawarkan pada SITRAMP adalah pengadaan MRT jalur Kota-Ciputat. Dengan selesainya studi *Basic Engineering Design* untuk fase konstruksi, PT. MRT Jakarta perlu untuk melakukan perhitungan potensi pendapatan yang dapat diraih terkait rancangan desain konstruksi stasiun yang akan dilakukan. Penggunaan kombinasi dari finansial modeling dan sistem dinamis mampu untuk memetakan variable yang terdapat pada bisnis MRT dan membantu menemukan variable penting guna memaksimalkan profitabilitas dari PT. MRT Jakarta.

Kata kunci:

Urban Planning, Sistem Dinamis, Model Finansial

ABSTRACT

Name : Tyonardo Cahayadi
Study Program : Industrial Engineering
Title : Funding needs evaluation of PT. MRT Jakarta for Aquiring Sustainable Operational by using combination of Financial Modeling and System Dynamics.

Jakarta is one of the most dense city in the world that encounter huge loss because of traffic jam. Meanwhile there is a study called SITRAMP by Japan International Cooperation Agency (JICA), The Study on Integrated Transportation Master Plan for JABODETABEK to solve the traffic problem. One of the solution that offered in SITRAMP is construction of MRT line from Kota to Ciputat. While, the Basic Engineering Design for construction phase has finished, and PT. MRT Jakarta has to do a study for calculating potency for revenue in their business related to their station design. Using combination of Financial Modeling and System Dynamics, variable mapping on MRT business environment can be done in order to maximize PT, MRT Jakarta profitability.

Key words:

Urban Planning, System Dynamics, Financial Modeling.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRACT.....	vii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Permasalahan	4
1.3. Diagram Keterkaitan Masalah	5
1.4. Tujuan dan Hipotesis Penelitian	6
1.5. Metodologi Penelitian	6
2. LANDASAN TEORI.....	11
2.1. Simulasi.....	11
2.1.1. Definisi Simulasi.....	11
2.1.2. Tujuan Simulasi	12
2.1.3. Penggunaan Simulasi	14
2.1.4. Jenis jenis simulasi.....	15
2.1.5. Simulasi Diskrit atau Simulasi Kontinu.....	16
2.2. Sistem Dinamis	18
2.2.1. Sistem.....	18
2.2.2. Berpikir Sistem	19
2.2.3. Sistem Dinamis	20
2.2.4. Proses Permodelan Sistem Dinamis.....	22
2.3. Validasi Model.....	25
2.4. MRT.....	29
2.4.1. Jalur MRT	31
2.4.2. Keselamatan dan keamanan	32
2.4.3. Infrastruktur.....	32
2.4.4. Variasi	33
2.4.5. Stasiun.....	33
2.5. Jenis jenis trips	34
2.5.1. Intercity trips	34
2.5.2. Commuter trips	34
2.5.3. Urban trips.....	34
2.6. Tipe tipe area.....	35
2.6.1. Area Komersial	35
2.6.2. Area Residensial.....	35

2.6.3.	Perkembangan area residensial	36
2.6.4.	Area Retail	37
2.7.	Ketertarikan Area Urban	37
2.7.1.	Daya tarik stasiun MRT	38
2.8.	Transit oriented Development.....	41
2.8.1.	Kaitan TOD dengan angkutan Massal	42
2.8.2.	Ciri Tata Ruang TOD	42
2.8.3.	Pengurangan ketergantungan terhadap kendaraan pribadi.....	42
2.8.4.	Penerapan TOD pada proyek MRT Jakarta	43
3.	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	44
3.1.	Pengumpulan data mental	44
3.1.1.	Pengumpulan persamaan dari studi pustaka	44
3.2.	Hipotesa Dinamis	48
3.3.	Kerangka Konseptualisasi Model	51
3.4.	Model	55
3.5.	Output Model model	57
3.6.	Validasi Model.....	59
3.6.1.	Kecukupan Batasan	59
3.6.2.	Penilaian Struktur.....	59
3.6.3.	Konsistensi Dimensi	60
3.6.4.	Kondisi Ekstrim	60
3.6.5.	Error dalam Integrasi.....	61
3.6.6.	Perbandingan perilaku model dengan dunia nyata.....	63
4.	ANALISA.....	65
4.1.	Analisa Output Model.....	65
4.2.	Penggunaan finansial modeling	66
4.2.1.	Koneksi Sistem dinamis menuju model finansial	67
4.2.2.	Output Model Finansial	76
4.3.	Peraturan yang membatasi pendapatan	80
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	82
DAFTAR PUSTAKA		107

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Cara-Cara Validasi Model	25
Tabel 2-2. Cara-Cara Validasi Model (Sambungan)	26
Tabel 2-3. Cara-Cara Validasi Model (Sambungan)	27
Tabel 2-4. Cara-Cara Validasi Model (Sambungan)	28
Tabel 3-1. Besaran Pengaruh stasiun terhadap nilai tanah area sekitarnya	45
Tabel 3-2. Index Harga Properti Residensial (IHPR)	45
Tabel 3-3. Nilai area Komersial terhadap Pertumbuhan area Komersial	46
Tabel 3-4. Sensitivitas konsumen terhadap harga tiket MRT	46
Tabel 3-5. Hasil keluaran Model SFD	58
Tabel 4-1. Jenis pendapatan dan variable yang mempengaruhi.....	68
Tabel 4-2. Asumsi pada pendapatan <i>Park and Ride</i>	68
Tabel 4-3. Asumsi pendapatan dari penyewaan saluran alat telekomunikasi dalam terowongan.....	69
Tabel 4-4. Asumsi pendapatan dari penyewaan saluran alat telekomunikasi di stasiun	69
Tabel 4-5. Asumsi pendapatan dari Penyewaan kios.....	70
Tabel 4-6. Asumsi pendapatan dari periklanan.....	70
Tabel 4-7. Asumsi pendapatan dari <i>Bus Feeder</i>	74
Tabel 4-8. Kalkulasi pendapatan <i>Non-Farebox</i>	76
Tabel 4-9. Peranan jenis jenis terhadap pemasukan keseluruhan	77
Tabel 4-10. Perbandingan <i>Revenue</i> dan <i>Cost Operational</i> MRT Jakarta.....	78
Tabel 4-11. Variable pendapatan dan <i>constraint</i> yang terdapat dari peraturan pemerintah	80

DAFTAR GAMBAR

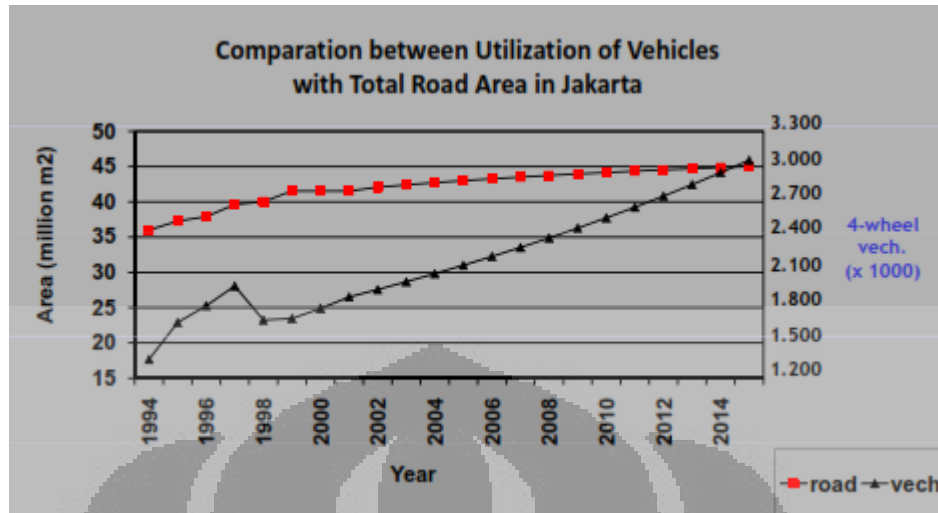
Gambar 1-1. Perbandingan Pertumbuhan Luas jalan dengan Pertumbuhan jumlah kendaraan di Jakarta	2
Gambar 1-2. Diagram Keterkaitan Masalah	6
Gambar 1-3. Diagram Metodologi Penelitian.....	7
Gambar 2-1. Diagram hubungan konsep, sistem, dan model	14
Gambar 2-2. Contoh dari Simulasi deterministik dan Simulasi Stokastik.....	16
Gambar 2-3. Perubahan Keadaan Diskrit Disebabkan oleh Adanya Discrete Event.....	17
Gambar 2-4. Perbandingan antara Discrete-Change Variable dan Continuous-Change Variable	18
Gambar 2-5. Proses Sistem Dinamik	22
Gambar 2-6. Visualisasi pengaruh stasiun terhadap nilai tanah	38
Gambar 3-1. Hubungan Matematis variable harga tiket terhadap jumlah penumpang.....	46
Gambar 3-2. Pengaruh nilai area residensial thdp pertumbuhan area residensial	47
Gambar 3-3. Pengaruh Nilai area Komersial terhadap pembangunan area kantor baru	47
Gambar 3-4. Hipotesa dinamis	50
Gambar 3-5. Causal Loop Diagram bisnis MRT	51
Gambar 3-6. System Diagram.....	53
Gambar 3-7. Modul <i>Passenger Flow</i>	55
Gambar 3-8. Modul area komersial	55
Gambar 3-9. Modul area retail.....	56
Gambar 3-10. Modul Area Residensial.....	56
Gambar 3-11. <i>Bird View</i> dari model SFD.....	57
Gambar 3-12. Grafik Keluaran Model.....	57
Gambar 3-13. Keluaran model pada kondisi ekstrim	61
Gambar 3-14. Keluaran Model dengan <i>time step</i> 22.5 day.....	62
Gambar 3-15. Keluaran Model dengan <i>time step</i> 45 Day.....	62
Gambar 3-16. Keluaran Model dengan <i>time step</i> 90 day.....	63
Gambar 3-17. Jumlah penumpang pada praktik bisnis MRT di Bangkok dan Manila.....	64
Gambar 4-1. Koneksi <i>Platform System</i> dinamis menuju Model Finansial	68

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan publikasi Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2011, Jakarta memiliki Jumlah penduduk sebesar 9,6 Juta Jiwa, dengan kepadatan sebesar 13.000 – 15.000 Jiwa per km² di daerah tertentu mencapai 20.000 – 30.000 jiwa per km². Dengan pertumbuhan penduduk 1,39% per tahun, total penduduk Jabodetabek berkisar 28 Juta orang yang berarti terbesar nomor 4 di dunia.

Pokok persoalan dari permasalahan kemacetan di DKI Jakarta adalah kapasitas jalan yang tidak sebanding dengan jumlah kendaraan yang beroperasi di jalan jalan Jakarta. Jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi di Jakarta berjumlah sekitar ± 5,5 Juta kendaraan yang 98% dari total keseluruhannya adalah kendaraan pribadi yang melayani 44% perjalanan, dan 2% dari kendaraan umum melayani 56% perjalanan sisanya. Fakta lainnya adalah jumlah pertumbuhan jumlah kendaraan dalam 5 tahun terakhir sebesar 9,5% padahal pertumbuhan kapasitas jalan hanya berkisar 0,01% tiap tahunnya. Mobilitas penduduk Jakarta yang cepat dan massive didukung oleh banyaknya penggunaan mobil pribadi membuat makin keruhnya kondisi kemacetan Jakarta. Untuk itu dibutuhkan solusi transportasi yang cepat dan berkapasitas tinggi untuk segera beroperasi di Jakarta.



Gambar 1-1. Perbandingan Pertumbuhan Luas jalan dengan Pertumbuhan jumlah kendaraan di Jakarta

Provinsi DKI Jakarta telah menghadapi masalah kemacetan lalu lintas yang kini semakin parah. Diperkirakan bahwa dampak dari kemacetan yang melanda kota Jakarta memberikan kerugian ekonomi sebesar Rp. 30 Triliun per tahun. Maka sebagai salah satu upaya untuk mengurangi kerugian ekonomi yang terkait dengan kemacetan lalu lintas, Pemerintah Republik Indonesia yang diwakili oleh Direktorat Jenderal Kereta Api (DJKA) dan Departemen Perhubungan (Dephub) bekerja sama dengan Pemerintah DKI Jakarta untuk mengembangkan Sistem Mass Rapid Transit Jakarta.

Sesuai dengan *The Study on Integrated Transportation Master Plan for JABODETABEK - Phase II (SITRAMP)*, salah satu program yang ditargetkan menjadi penyelesaian kemacetan di Jakarta merupakan pengoperasian Jakarta MRT untuk jalur Kota – Ciputat. Saat ini, dengan selesainya pekerjaan Desain Teknis Dasar (Basic Engineering Design – BED) yang dilakukan oleh Dirjen Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan (DJKA), serta serah terima dokumen desain tersebut antara Kementerian Perhubungan dengan Pemerintah Provinsi DKI Jakarta (DKI), maka dimulailah proses pengadaan Kontraktor Proyek MRT Jakarta.

Dalam tahap persiapan pengadaan konstruksi, terdapat kesulitan dalam perhitungan beban biaya yang akan ditanggung oleh MRTJ. Kesulitan ini muncul

karena belum terdapat kontrak yang jelas antara DKI sebagai *implementing agency* proyek dan MRTJ sebagai sub-*implementing agency* proyek secara akuntabel. Sangat diperlukan kejelasan akan bentuk hubungan yang antara DKI sebagai pemilik proyek dan MRTJ sebagai operator karena hal ini akan sangat mempengaruhi struktur biaya yang ditanggung oleh kedua belah pihak dan pemilihan strategi korporasi secara signifikan. Persetujuan kedua belah pihak merupakan landasan bagi tata kelola sistem yang baik, oleh karena itu sangat diperlukan pendefinisikan hubungan kontrak sejak awal sehingga hubungan antara kedua institusi ini mutual, berkontribusi terhadap keberlangsungan proyek dan membantu pengembangan jaringan MRT di masa depan. Tanpa kontrak hubungan konsesi yang jelas, strategi korporasi tidak akan dapat dirumuskan karena terlalu banyak *uncertainty* dalam pelaksanaannya.

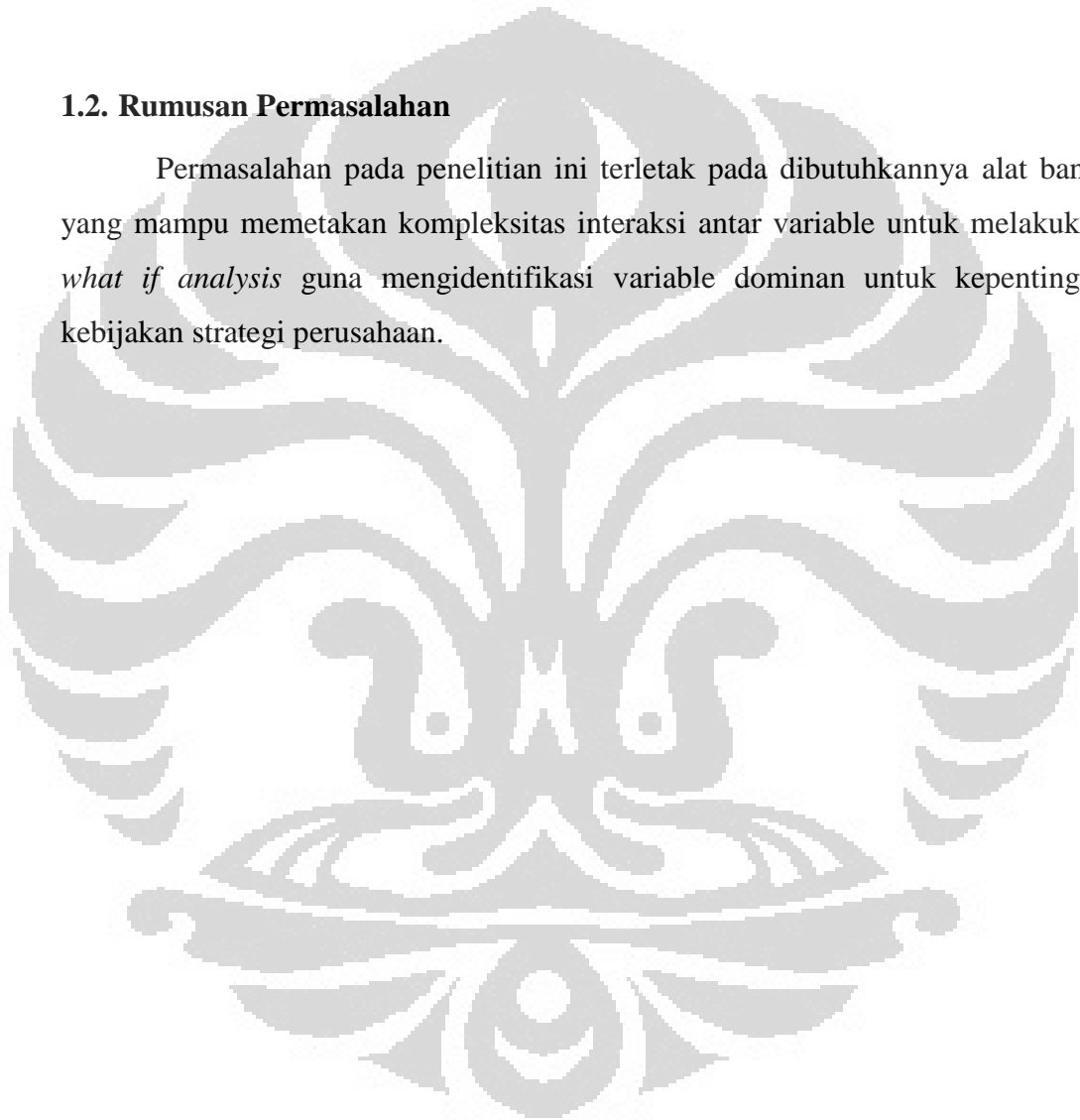
Kesulitan lain yang terdapat dalam menentukan strategi perusahaan terletak pada rumitnya variable yang mempengaruhi keberlangsungan perusahaan. Artinya terdapat sebuah kondisi dimana struktur dari variable yang terkait bisnis PT .MRT Jakarta memberikan *output* yang tidak linear. Contoh *nonlinearity* yang terjadi dalam bisnis PT MRT Jakarta adalah bagaimana pendapatan dari tiket dipengaruhi oleh jumlah penumpang yang menggunakan jasa transportasi MRT Jakarta, namun jumlah penumpang hanya akan bertambah banyak jika MRT mengakomodir penumpang untuk bepergian ke titik titik keramaian yang menjadi pusat aktivitas, namun disisi lain menjadikan stasiun MRT dikelilingi oleh pusat pusat aktivitas merupakan bagian dari investasi yang didukung oleh perizinan dari Pemerintah Provinsi DKI, padahal izin dan investasi hanya akan diberikan bila bisnis ini menguntungkan bagi kedua belah pihak, dan variabel kembali lagi kepada jumlah penumpang dan seterusnya.

Sulitnya menemukan variabel dominan dan banyaknya ketidakpastian dalam skenario bisnis PT MRTJ menyebabkan diperlukannya sebuah *tools* untuk melakukan *what-if analysis* dengan berbagai ketidakpastian yang ada pada bisnis MRTJ. Untuk menjawab pertanyaan *what if analysis*, *tools* yang paling tepat untuk digunakan adalah modeling dan simulasi. Untuk mendapatkan *tools* yang mengakomodir kebutuhan analisis seperti yang telah dibahas sebelumnya, penelitian ini akan menggunakan kombinasi antara finansial modeling dan sistem

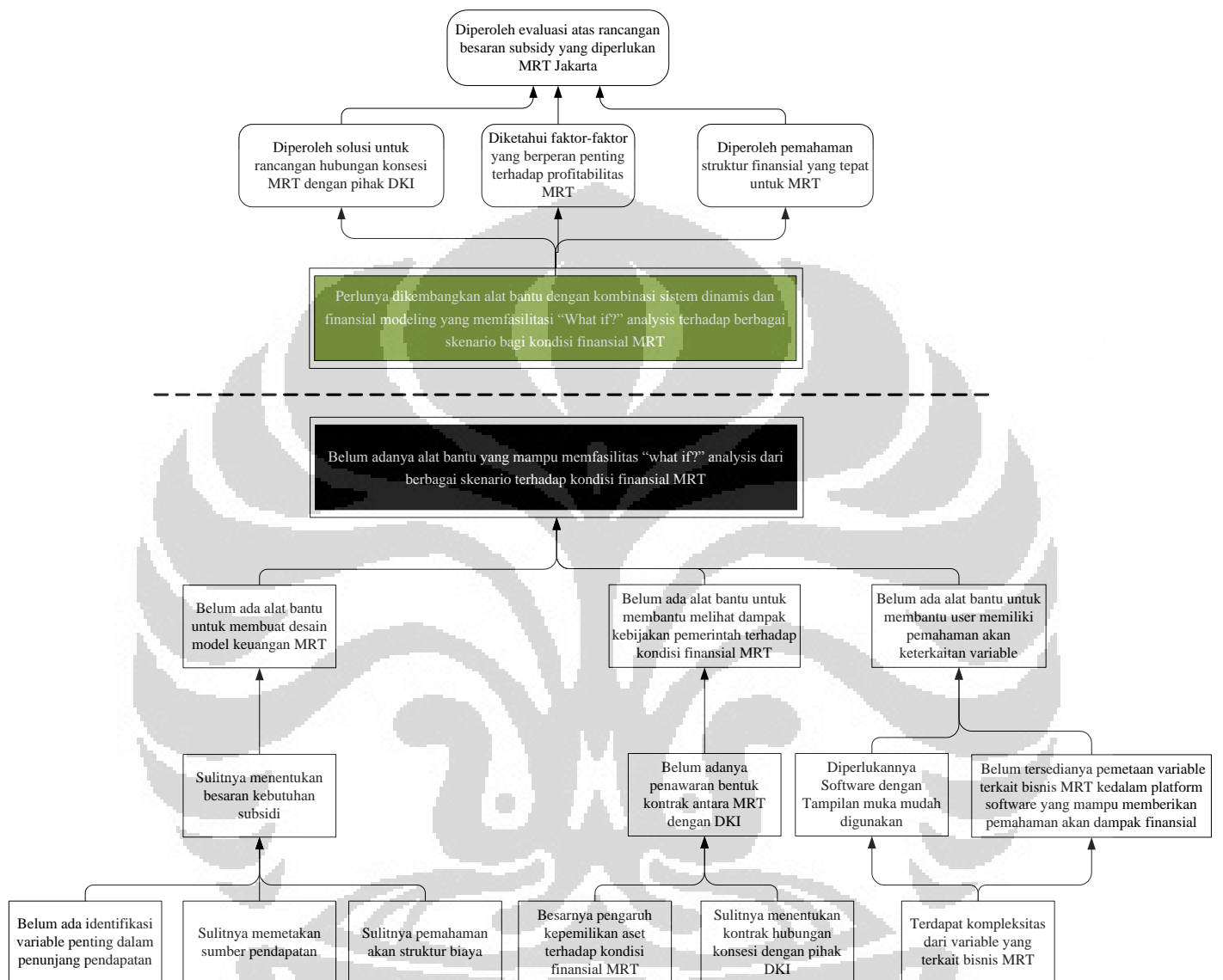
dinamis dalam pengerjaannya. Hal ini ditujukan untuk mendapatkan analisa berupa struktur biaya pada laporan keuangan maupun pemahaman akan sumber sumber arus kas. Sistem dinamis akan memberikan pemahaman akan keadaan yang kompleksitas, menyelesaikan permasalahan yang non linear, dan menemukan faktor faktor penting yang berdampak besar pada profitabilitas PT. MRT Jakakarta.

1.2. Rumusan Permasalahan

Permasalahan pada penelitian ini terletak pada dibutuhkannya alat bantu yang mampu memetakan kompleksitas interaksi antar variable untuk melakukan *what if analysis* guna mengidentifikasi variable dominan untuk kepentingan kebijakan strategi perusahaan.



1.3. Diagram Keterkaitan Masalah



Gambar 1-2. Diagram Keterkaitan Masalah

1.4. Tujuan dan Hipotesis Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh sebuah model simulasi berbasis kombinasi sistem dinamis dan finansial modeling untuk melakukan simulasi proyeksi perusahaan keuangan dimulai dari pembangunan dilaksanakan sampai tahap MRT Jakarta beroperasi dan didapatkan pemahaman tentang variabel yang mendukung keberlangsungan bisnis PT MRTJ dan rekomendasi strategi berdasarkan pemahaman tersebut.

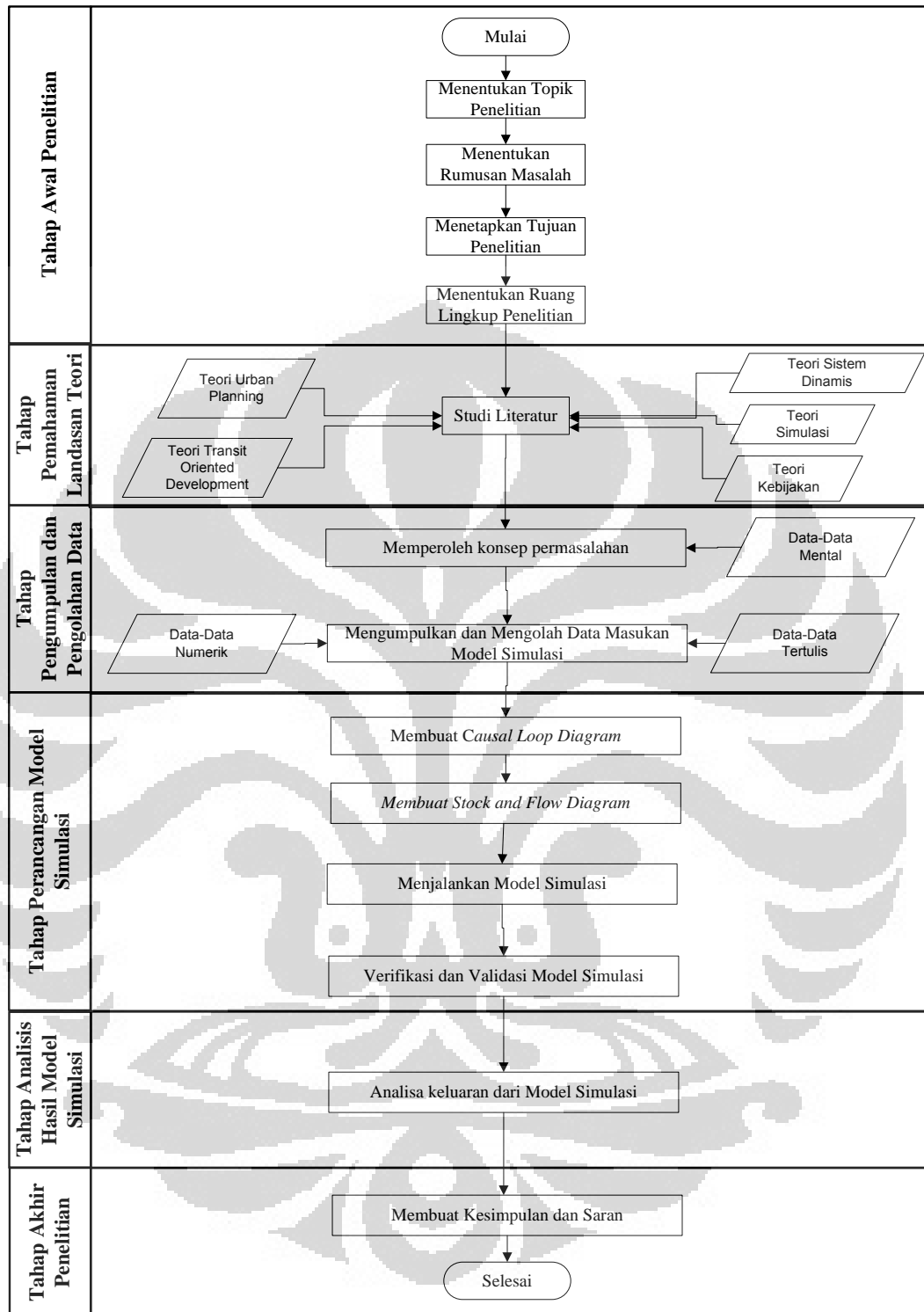
Batasan Penelitian

Beberapa batasan umum dilakukan untuk lebih mengarahkan hasil dari penelitian ini, yaitu:

- a) Variabel yang akan dimodelkan merupakan variable yang terkait dengan profitabilitas dari PT MRTJ, artinya semua hal yang tidak terkait dengan biaya maupun pendapatan tidak akan dimodelkan.
- b) Basis permodelan yang dilakukan adalah struktur finansial perusahaan.
- c) Jangka waktu model simulasi ini disesuaikan dengan waktu konstruksi ditambah dengan waktu beroperasi PT MRT Jakarta, yakni dari tahun 2012 – 2057.
- d) Pengolahan data dilakukan dengan pengembangan program komputer khusus dengan menggunakan perangkat lunak *Powersim Studio* 2009 dan *Microsoft Excel*.

1.5. Metodologi Penelitian

Di bawah ini merupakan diagram Metodologi Penelitian yang dilakukan



Gambar 1-3. Diagram Metodologi Penelitian

Berikut ini penjelasan mengenai metodologi atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, sebagaimana tergambar pada diagram alir

metodologi penelitian pada gambar 4. Metodologi penelitian ini terdiri atas tahapan yang antara lain adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Topik Penelitian.

Topik penelitian didapatkan melalui diskusi dengan dosen pembimbing. Adapun topik penelitian ini adalah pengembangan model sistem dinamis dari industri biodiesel di Indonesia dalam kaitannya dengan pemenuhan target biodiesel nasional. Pada bagian ini, ditentukan pula hasil akhir dan batasan masalah yang akan diteliti sehingga penelitian lebih terarah, terfokus dan berjalan sesuai dengan rencana

2. Pembahasan Landasan Teori

Dalam tahap ini, ditentukan landasan teori yang berhubungan dengan topik sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian. Landasan teori ini kemudian akan dijadikan acuan dalam pelaksanaan tugas akhir. Adapun landasan teori yang terkait adalah dasar teori simulasi, dasar teori sistem dinamis, dasar teori Urban planning, dan Teori Transit Oriented Development.

3. Pengumpulan dan pengolahan data yang dibutuhkan.

Dalam tahap ini, dilakukan proses strukturisasi masalah (*problem structuring*) dan tahap awal perancangan *causal loop diagram* (CLD). Pada intinya, proses ini dilakukan untuk memperoleh gambaran dan data-data yang diperlukan dalam pembuatan model simulasi dinamis. Di dalam proses ini, tahap-tahap yang dilakukan antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan identifikasi terhadap permasalahan dan kondisi yang ada dengan mempelajari informasi dan pengaruh dari keberadaan sebuah stasiun MRT
- b. Berdasarkan konsep permasalahan yang telah dipelajari, kemudian ditentukan variabel-variabel dan parameter-parameter yang berperan penting dalam potensi pendapatan dari perusahaan transportasi BUMD
- c. Melakukan pengumpulan data-data yang relevan dan detail, yakni laporan-laporan kondisi negara, data historis, kebijakan-kebijakan yang pernah berlaku, studi literatur yang bersangkutan atau yang

sudah ada, serta data-data lain berdasarkan variabel dan parameter yang telah didefinisikan.

4. Perancangan Model Simulasi.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses ini merupakan langkah-langkah utama yang diperlukan dalam pembuatan model simulasi sistem dinamis itu sendiri. Dalam hal ini, proses yang dilakukan adalah pembuatan diagram sebab-akibat (*causal loop modelling*) serta perancangan model simulasi sistem dinamis (*dynamic modelling*). Tahapan-tahapan yang dilakukan antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Membuat diagram sebab-akibat (CLD) untuk menggambarkan hubungan yang terjadi di antara variabel-variabel yang ada.
- b. Mempelajari perilaku-perilaku yang terjadi seiring dengan berjalannya waktu berdasarkan dinamika yang digambarkan dalam *causal loop diagram*.
- c. Mendefinisikan jenis-jenis variabel (seperti *stock*, *flows*, *converters*, dan lain-lain) dan menyusun *stock and flow diagram* (SFD) untuk modul property yang berbeda.
- d. Membangun model simulasi komputer yang didasarkan atas CLD atau SFD yang sebelumnya dibuat. Pada tahap ini dilakukan identifikasi nilai awal dari *stock/level*, nilai-nilai parameter dari hubungan-hubungan yang ada, serta hubungan struktural di antara variabel-variabel yang ada dengan menggunakan *constant*, hubungan grafis, atau fungsi-fungsi matematis yang sekiranya tepat. Pembuatan model ini dilakukan dengan menggunakan bantuan software Powersim Studio 9.
- e. Mensimulasikan model sesuai dengan periode waktu yang telah ditetapkan sebelumnya.
- f. Menyajikan hasil dalam bentuk grafik atau tabel dari hasil model simulasi dengan menggunakan bantuan *software* komputer. Perilaku yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan data historis atau referensi yang mendukung.
- g. Melakukan verifikasi terhadap persamaan-persamaan, parameter dan batasan, serta melakukan validasi terhadap perilaku model dalam

periode waktu yang dijalankan. Inspeksi kemudian dilakukan untuk melihat tabel dan grafik yang dihasilkan dari model simulasi pada tahap ini.

- h. Melakukan pengujian sensitivitas untuk mengukur sensitivitas parameter dan nilai awal (*initial value*) model. Pada tahap ini pula kemudian dilakukan identifikasi terhadap area sistem yang memerlukan perbaikan (*improvement*).

5. Analisa Hasil Model

Setelah model simulasi dijalankan, maka pada tahap ini dilakukan perancangan skenario dan kebijakan yang akan diterapkan. Setelah itu, hasil model simulasi yang ada kemudian diamati dan dianalisis untuk mendapatkan kebijakan yang sesuai dengan kondisi-kondisi skenario yang ada.

6. Hasil dan Kesimpulan.

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan terhadap hasil keluaran simulasi dan pengujian kebijakan pada skenario-skenario simulasi yang dijalankan.

BAB 2

LANDASAN TEORI

Studi pustaka dimulai dengan teori simulasi dan modeling, dan berlanjut pada teori akan moda transportasi MRT dan pengaruhnya terhadap property di sekitarnya.

2.1. Simulasi

2.1.1. Definisi Simulasi

Secara kontekstual menurut *Oxford American Dictionary* (1980), simulasi secara harfiah dapat berarti sebagai cara “untuk mereproduksi kondisi dari suatu situasi, melalui penggunaan model atau alat peraga, untuk keperluan penelitian, percobaan, atau latihan”. Dalam pembahasan pada penelitian ini, definisi simulasi, ditekankan pada penggunaannya dalam membantu metode sistem dinamis.

Simulasi dalam konteks ini dapat didefinisikan sebagai imitasi dari sistem dinamis dengan menggunakan model komputer untuk mengevaluasi dan melakukan perbaikan (*improvement*) terhadap kinerja sistem. Menurut Schriber (1987), simulasi adalah suatu aktivitas memodelkan suatu proses atau sistem sedemikian sehingga model yang dibuat memiliki respon yang menyerupai sistem aktual terhadap kejadian-kejadian yang terjadi seiring berjalannya waktu, perilaku ini yang seringkali disebut sebagai melihat perilaku system terhadap waktu (*Behavior over time*) sehingga lebih mudah mempelajari perilaku sistem secara komprehensif.

Simulasi secara umum dibuat dan dikendalikan menggunakan perangkat lunak untuk membantu proses dan komputasi yang terjadi di dalam model, oleh karena sifat model dari simulasi terutama model simulasi system dinamis merupakan aplikasi dari perhitungan matematis yang kompleks sehingga diperlukan perangkat lunak dan kemampuan komputasi computer untuk mampu menghasilkan hasil yang diinginkan.

Simulasi lalu dirancang memiliki sebuah tampilan grafis yang membantu pembuat kebijakan atau *user* melakukan intervensi terhadap model simulasi, selama jalannya simulasi, *user* dapat secara interaktif mengatur kecepatan

simulasi dan bahkan melakukan perubahan pada nilai parameter model untuk melakukan analisis “bagaimana-jika” (*“what-if” analysis*). Teknologi simulasi juga memungkinkan kemampuan untuk melakukan optimasi terhadap suatu model sehingga dihasilkan kondisi yang diinginkan. Bagaimanapun, optimasi ini tidak terjadi karena simulasi itu sendiri, melainkan karena adanya skenario-skenario yang memenuhi kendala-kendala kemungkinan yang ada sehingga model dapat dijalankan secara otomatis dan dianalisa dengan menggunakan algoritma pencapaian tujuan secara khusus.

2.1.2. Tujuan Simulasi

Simulasi memberikan sebuah alternative baru untuk menguji kondisi kondisi yang diatur sehingga dampak dari kondisi kondisi yang diatur tersebut dapat terlihat sebelum di implementasikan dalam dunia nyata, hal ini memberikan sebuah pemahaman apakah suatu keputusan yang telah dibuat merupakan keputusan yang terbaik berdasarkan parameter parameter tertentu yang diinginkan. Simulasi menghindarkan akan metode tradisional yang mahal, memakan waktu, dan menghabiskan banyak sumber daya. Dengan penekanan pada kondisi yang ada sekarang ini, metode pengambilan keputusan tradisional dengan cara *trial-and-error* sudah dianggap tidak sesuai lagi.

Kelebihan simulasi terletak pada kemampuan simulasi menyediakan suatu metode analisis yang tidak hanya formal dan prediktif, tetapi juga secara akurat mampu mengevaluasi kinerja dari suatu sistem, bahkan sistem yang paling kompleks sekalipun. Dengan kondisi persaingan pasar saat ini yang menuntut *“getting it right the first time”*, pentingnya simulasi menjadi semakin jelas agar tidak dilakukan permulaan yang keliru.

Dengan menggunakan komputer untuk memodelkan suatu sistem sebelum sistem itu dibuat atau untuk melakukan uji operasi sebelum sistem itu benar-benar diimplementasikan, kesalahan-kesalahan yang kerap kali ditemukan pada saat suatu sistem yang baru dijalankan atau saat memodifikasi sistem yang lama dapat dihindari. *Improvement* yang pada umumnya dengan metode tradisional dapat memakan waktu berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun dapat dicapai dengan waktu hitungan hari bahkan jam. Hal ini dimungkinkan karena simulasi berjalan

dalam waktu yang dikompresi (*compressed time*) di mana waktu mingguan dari suatu sistem dapat disimulasikan dalam beberapa menit bahkan beberapa detik.

Karakteristik dari suatu simulasi yang menyebabkan simulasi dianggap sebagai *tool* yang efektif untuk perencanaan dan pengambilan keputusan antara lain adalah sebagai berikut:

- Kemampuan menangkap ketergantungan di dalam sistem. (*interdependencies*)
- Kemampuan menggambarkan variasi di dalam sistem.
- Kemampuan untuk memodelkan sistem apapun.
- Kemampuan menunjukkan perilaku terhadap waktu.
- Memakan biaya dan waktu yang lebih rendah serta menggunakan sumber daya yang lebih efisien dibandingkan dengan metode tradisional yang melakukan eksperimen secara langsung pada sistem aktual.
- Kemampuan menyediakan informasi pada pengukuran kinerja yang berbeda-beda.
- Kemampuan visual yang menarik dan memancing keingintahuan dari orang-orang.
- Kemampuan menyajikan hasil yang mudah dimengerti dan mudah dikomunikasikan.
- Kemampuan untuk mengompresikan waktu.
- Menuntut perhatian untuk diberikan pada detail perancangan.

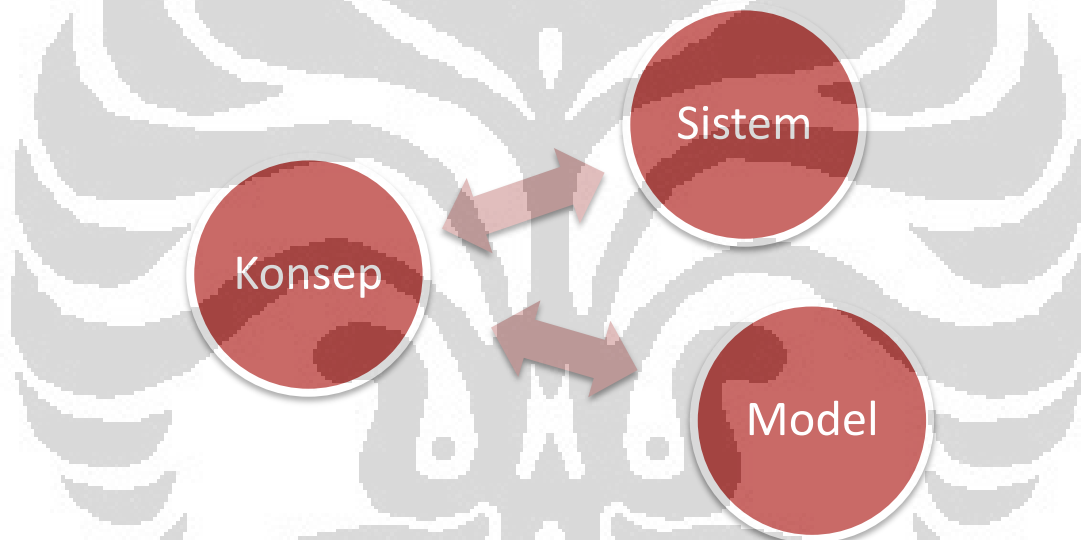
Karena simulasi dapat menggambarkan adanya saling ketergantungan (*interdependencies*) dan variasi, simulasi dapat memberikan pandangan yang mendalam mengenai dinamika yang kompleks dari suatu sistem yang tidak dapat diperoleh dengan menggunakan teknik analisis lainnya.

Simulasi memberikan kebebasan bagi perencana sistem untuk mencoba bermacam-macam ide yang berbeda untuk *improvement* dengan resiko yang nihil, yakni tidak menimbulkan biaya, tidak memakan waktu, dan tidak menimbulkan gangguan terhadap sistem aktual yang ada. Simulasi juga mampu menyajikan hasil secara visual dan kuantitatif dengan statistik kinerja yang tercatat secara otomatis dengan menggunakan bermacam-macam metrik pengukuran. Simulasi dapat dikerjakan dengan informasi yang tidak akurat, tetapi simulasi tidak dapat dibuat dengan data yang tidak lengkap.

2.1.3. Penggunaan Simulasi

Simulasi hampir selalu dilaksanakan sebagai bagian dari proses dalam perancangan sistem atau perbaikan proses yang besar. Alternatif-alternatif solusi akan dihasilkan dan kemudian dievaluasi, setelah itu solusi yang terbaik akan dipilih dan diimplementasikan.

Simulasi pada dasarnya merupakan sebuah alat yang digunakan untuk melakukan percobaan di mana model komputer dari sistem yang baru atau sistem yang sudah ada dibuat dengan tujuan untuk melakukan eksperimen. Model ini berperan sebagai pengganti dari sistem yang sebenarnya. Pengetahuan yang diperoleh dengan melakukan eksperimen pada model dapat ditransfer ke sistem yang sebenarnya.



Gambar 2-1. Diagram hubungan konsep, sistem, dan model

Simulasi Memberikan Cara Virtual dalam Melakukan Eksperimen terhadap Sistem

Menjalankan simulasi adalah sebuah proses merancang model dari sistem yang nyata dan melakukan eksperimen dengan model ini. Melakukan eksperimen pada model akan mengurangi waktu, biaya, dan kerusakan jika dibandingkan dengan eksperimen yang dilakukan pada sistem aktual. Bertolak dari hal ini, simulasi dapat dianggap sebagai *virtual prototyping tool* untuk mendemonstrasikan bukti dari konsep yang ada.

2.1.4. Jenis jenis simulasi

Cara simulasi bekerja didasarkan terutama pada jenis dari simulasi yang digunakan. Terdapat banyak pemahaman dalam mengkategorikan simulasi. Beberapa pemahaman yang umum adalah simulasi statis atau simulasi dinamis, simulasi stokastik atau simulasi deterministik, serta simulasi diskrit atau simulasi kontinu.

a) Simulasi Statis atau Simulasi Dinamis

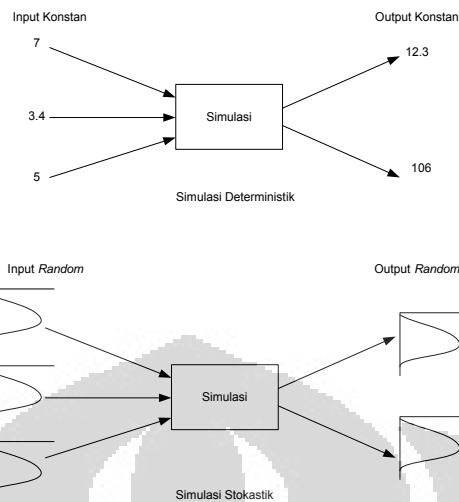
Simulasi statis adalah simulasi yang tidak didasarkan atas waktu. Simulasi ini seringkali melibatkan *random sampling* untuk menghasilkan hasil statistik sehingga simulasi ini kerap kali disebut dengan simulasi *Monte Carlo*.

Sebaliknya, simulasi dinamis mengikutsertakan di dalamnya aliran waktu. Keadaan yang ada di dalam sistem akan berubah seiring dengan jalannya waktu. Karena sifat ini, simulasi dinamis tepat untuk digunakan untuk menganalisa sistem manufaktur dan sistem jasa.

b) Simulasi Stokastik atau Simulasi Deterministik

Simulasi di mana satu atau lebih variabel *input* di dalamnya bersifat *random* disebut dengan simulasi stokastik atau probabilistik. Simulasi stokastik menghasilkan *output* yang juga bersifat *random* dan karenanya hanya memberikan satu *data point* mengenai bagaimana perilaku dari sistem.

Sementara itu simulasi yang tidak mempunyai komponen *input* yang bersifat *random* dapat dikatakan sebagai simulasi deterministik. Model simulasi deterministik pada umumnya serupa dengan model stokastik, hanya saja model simulasi deterministik tidak memiliki *randomness*. Dalam simulasi deterministik, semua keadaan ke depan ditentukan begitu data *input* dan keadaan awal telah didefinisikan.



Gambar 2-2. Contoh dari Simulasi deterministik dan Simulasi Stokastik
(Sumber: Bowden, et. al., 2000, hal. 49)

Seperti yang dilihat pada gambar 2.2, simulasi deterministik memiliki *input* konstan dan menghasilkan *output* yang bersifat konstan pula. Sementara itu, simulasi stokastik memiliki *input random* dan menghasilkan *output* yang juga *random*. *Input* yang ada meliputi waktu aktivitas, interval kedatangan, dan urutan *routing*. Sementara itu *output* yang ada meliputi metrik-metrik seperti waktu aliran rata-rata, *flow rate*, dan *resource utilization*. *Output* apapun yang dihasilkan oleh *variable input* yang bersifat *random* akan juga menjadi variabel yang bersifat *random*.

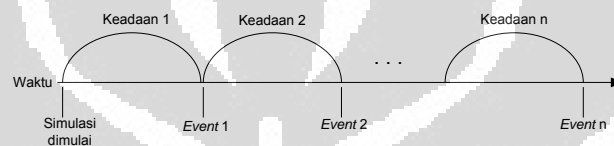
Simulasi deterministik akan selalu mengeluarkan hasil yang sama tidak peduli berapa kali simulasi itu dijalankan. Dalam simulasi stokastik, beberapa replikasi harus dibuat untuk memperoleh perkiraan kinerja yang akurat karena setiap replikasi bervariasi antara satu dengan lainnya secara statistik. Estimasi kinerja dari simulasi stokastik diperoleh dengan menghitung nilai rata-rata dari metrik kinerja yang ada di antara replikasi-replikasi. Sebaliknya, simulasi deterministik hanya perlu dijalankan satu kali untuk memperoleh hasil yang akurat karena hasil yang diperoleh akan selalu sama.

2.1.5. Simulasi Diskrit atau Simulasi Kontinu

Simulasi terkadang dapat dikategorikan sebagai simulasi diskrit (*discrete-event simulation*) atau simulasi kontinu (*continuous simulation*). Sebuah simulasi

diskrit merupakan simulasi di mana perubahan terjadi pada titik-titik diskrit di dalam waktu yang dipicu oleh adanya *event*. *Event* yang dimaksudkan dapat berupa:

- Kedatangan *entity* ke dalam *workstation*.
- Kegagalan kerja dari *resource*.
- Selesainya suatu aktivitas.
- Akhir dari *shift* kerja.

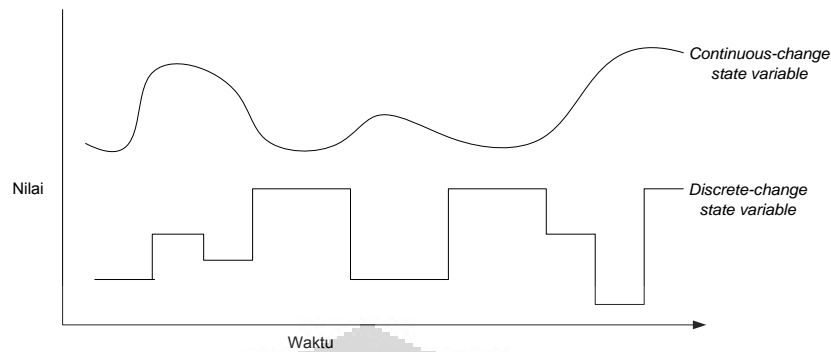


Gambar 2-3. Perubahan Keadaan Diskrit Disebabkan oleh Adanya Discrete Event

(Sumber: Bowden, et. al., 2000, hal. 49)

Perubahan keadaan di dalam model terjadi pada saat beberapa *event* terjadi, seperti yang terlihat pada gambar di atas. Keadaan dari model menjadi keadaan kolektif dari semua elemen-elemen di dalam model pada suatu waktu tertentu. Variabel keadaan (*state variable*) yang terdapat di dalam simulasi diskrit disebut dengan *variable* perubahan keadaan diskrit (*discrete-change state variable*).

Di dalam simulasi kontinu, variabel keadaan berubah secara kontinu seiring dengan berjalannya waktu dan karenanya dinamakan *variable* perubahan keadaan kontinu (*continuous-change state variable*). Gambar di bawah ini menunjukkan perbandingan antara *discrete-change state variable* dan *continuous-change state variable* yang berubah terhadap waktu.



Gambar 2-4. Perbandingan antara Discrete-Change Variable dan Continuous-Change Variable

(Sumber: Bowden, et. al., 2000, hal. 50)

2.2. Sistem Dinamis

2.2.1. Sistem

Secara luas sistem dapat didefinisikan sebagai keseluruhan interaksi antar unsur dari sebuah obyek dalam batas lingkungan tertentu yang bekerja untuk mencapai tujuan tertentu. Beberapa contoh sistem antara lain sistem perbintangan, ekosistem, sistem lalu lintas, sistem politik, sistem ekonomi, sistem manufaktur, dan sistem jasa.

Suatu sistem setidaknya terbentuk atas elemen-elemen sebagai berikut:

- Komponen-komponen atau bagian-bagian penyusun suatu sistem
- Interaksi antar komponen-komponen
- Tujuan bersama atas interaksi-interaksi antar komponen-komponen
- Lingkungan atau batasan sistem (*system boundary*)

Berdasarkan pengaruh hasil keluaran (*output*) sistem terhadap kondisi sistem, maka sistem dapat dibedakan menjadi:

- Sistem terbuka

Sistem terbuka ialah suatu sistem dimana *output* merupakan hasil dari *input*, walaupun demikian *output* terpisah dan tidak memiliki pengaruh terhadap *input* awal. Sistem ini tidak mengamati maupun bereaksi dengan performanya sendiri sehingga tidak memiliki kendali atas perilakunya di masa mendatang.

- Sistem tertutup

Sistem tertutup disebut juga *feedback* sistem, yaitu sistem yang memiliki struktur *loop* yang tertutup yang membawa hasil dari tindakan di masa lalu (*output* sebelumnya) kembali untuk mengendalikan tindakan (*input* saat ini) di masa mendatang. Sebuah *loop* umpan balik membutuhkan dua faktor penting untuk menjalankan operasinya yakni perbedaan antara hasil aktual dengan hasil yang diinginkan, serta aturan atau kebijakan yang menentukan aksi yang akan dilakukan terhadap suatu nilai perbedaan.

2.2.2. Berpikir Sistem

Untuk memahami apa itu sistem dinamis perlu diketahui terlebih dahulu apa itu berpikir sistem (*system thinking*) karena berpikir sistem merupakan konsep dasar dari pemahaman terhadap sistem dinamis. Berpikir sistem merupakan suatu konsep di mana suatu sistem hanya dapat dipahami jika dilihat secara keseluruhan sebagai suatu integritas.

”Berpikir sistem adalah kemampuan untuk melihat dunia sebagai suatu sistem yang kompleks, yang kita mengerti bahwa ’kita tidak dapat melakukan hanya satu hal’ dan bahwa ’segala sesuatu berkaitan dengan segala sesuatu’.” (Stermann, 2000, hal. 4).

Berdasarkan berpikir sistem, kita tidak dapat memahami suatu individu sebagai komponen dari sistem untuk dapat memahami sistem secara keseluruhan, sebab sistem memiliki karakteristik unik yang tidak dimiliki oleh komponen-komponen dari sistem tersebut. Karakteristik ini terbentuk karena adanya interaksi-interaksi antar komponen-komponen dalam sistem tersebut.

Dalam memahami sistem ada dua cara yang umum dilakukan:

- Mempelajari/menganalisis bagaimana komponen-komponen dari sistem bekerja sehingga kita mendapatkan hasil berupa pengetahuan mengenai kerja sistem tersebut
- Melakukan proses sintesis di mana kita melihat sistem secara keseluruhan sehingga mendapatkan hasil berupa pemahaman akan sistem tersebut. Cara ini merupakan prinsip dasar dari berpikir sistem

2.2.3. Sistem Dinamis

Sistem dinamis disusun dan dibangun pada akhir tahun 1950-an dan awal tahun 1960-an di *Massachusetts Institute of Technology* oleh Jay Forrester. Memang, kedatangan sistem dinamik secara umum dianggap menjadi alat publikasi buku pionir Forrester, *Industrial Dynamics* pada tahun 1961.

Sistem dinamis adalah metode untuk memperkuat pembelajaran dalam sistem yang kompleks, dan sebagian, adalah sebagai metode untuk membentuk suatu *management flight simulator*, model simulasi komputer, untuk membantu dalam mempelajari kompleksitas dinamis, mengerti sumber resistensi kebijakan, dan mendesain kebijakan yang lebih efektif (Sterman, 2000, hal. 4). Dinamika atau perilaku sistem didefinisikan oleh strukturnya dan interaksi antar komponen-komponennya.

Sementara itu, Forrester (1991, hal. 5) dalam sebuah tulisannya yang berjudul *System Dynamics and 35 Years of Experience* juga mengemukakan sisi lain pengertian *system dynamics*: “*System dynamics combines the theory, methods, and philosophy needed to analyze the behavior of systems in not only management, but also in environmental change, politics, economic behavior, medicine, engineering, and other fields*”.

Hal tersebut sejalan dengan berbagai hal yang dihadapi oleh sang penggagas konsep selama hidupnya sebelumnya menciptakan konsep ini. Forrester (1989) mengemukakan dalam sebuah perbincangan jamuan makan pada pertemuan internasional *System Dynamics Society* bahwa bidang keilmuan ini seolah telah terbentuk semenjak kecil. Berkat masa kecilnya yang ia habiskan di peternakan, konsep-konsep ekonomi seperti penawaran dan permintaan, perubahan harga dan biaya, dan tekanan perekonomian dunia pertanian menjadi pengalaman yang merasuk dalam jiwanya. Singkatnya, berbagai pengalaman yang diperolehnya dengan melakukan banyak proyek di berbagai bidang, dari teknologi rendah hingga teknologi tinggi mendorongnya untuk menggabungkan kedua konsep tersebut, yaitu kekompleksan dan dinamika sistem dengan komputer.

Pada dasarnya, menurut Jenna Barnes, dalam jurnalnya yang berjudul “*System Dynamics and Its Use in Organization*”, terdapat empat konsep dasar

dalam sistem dinamis yang menopang struktur dan perilaku sistem yang kompleks. Konsep tersebut adalah (Sternan, 2000):

1. Ruang lingkup yang tertutup

Yang dimaksud tertutup di sini bukan berarti tidak ada interaksi dengan variabel dari luar sistem. Yang dimaksud tertutup adalah variabel penting yang menciptakan interaksi sebab-akibat berada di dalam sistem dan variabel yang tidak begitu penting berada di luar

2. *Loop* umpan balik sebagai komponen dasar sistem

Perilaku dari sistem dipengaruhi oleh struktur dari *loop* umpan balik yang ada dalam sistem yang tertutup. Sehingga struktur umpan balik inilah yang mempengaruhi setiap perubahan yang terjadi pada sistem sepanjang waktu.

3. *Level* dan *rate* (tingkat)

Sebuah sistem dinamis pasti memiliki dua jenis variabel dasar yaitu *level* dan *rate*. *Level*, seperti halnya stok, merupakan akumulasi elemen sepanjang waktu, contohnya seperti jumlah pegawai atau jumlah inventori di gudang. Sedangkan *rate* merupakan variabel yang mempengaruhi perubahan nilai dari *level*.

4. Kondisi yang ingin dicapai, kondisi riil, dan perbedaan antara kondisi yang ingin dicapai dengan kondisi riil.

Suatu sistem yang dinamis akan memperlihatkan adanya kondisi yang menjadi tujuan sistem dan kondisi yang saat ini terjadi. Oleh karena ada kemungkinan kondisi yang ingin dicapai belum terjadi maka terjadi perbedaan yang mendasari perubahan dalam sistem.

Setiap gejala, baik fisik maupun non-fisik, bagaimanapun kerumitannya, dapat disederhanakan menjadi struktur dasar yaitu mekanisme dari masukan, proses, keluaran, dan umpan balik. Mekanisme kerja berkelanjutan yang menunjukkan adanya perubahan menurut waktu bersifat dinamis. Perubahan tersebut menghasilkan kinerja sistem yang dapat diamati perilakunya.

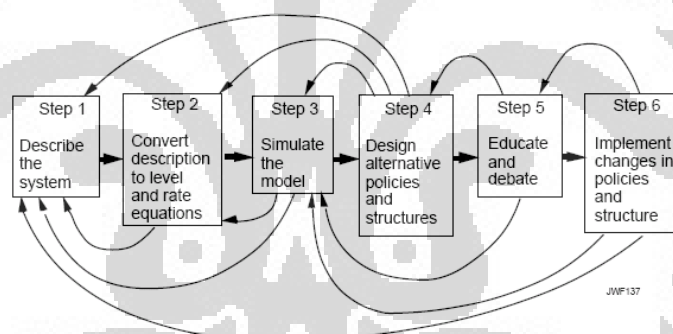
Mekanisme berkelanjutan dari masukan, proses, keluaran dan umpan balik tersebut dalam dunia nyata tidak bebas atau tidak tumbuh tanpa batas, tetapi tumbuh dengan pengendalian. Kendali yang membatasi tersebut dapat bersumber dari dalam maupun dari luar sistem. Kendali dari dalam sistem menyangkut

kerusakan sistem, sedangkan kendali dari luar sistem menyangkut intervensi dan hambatan lingkungan.

2.2.4. Proses Permodelan Sistem Dinamis

Tujuan model sistem dinamik adalah untuk mempelajari, mengenal, dan memahami struktur, kebijakan, dan *delay* suatu keputusan yang mempengaruhi perilaku sistem itu sendiri. Dalam kerangka berpikir sistem dinamik, permasalahan dalam suatu sistem dilihat tidak disebabkan oleh pengaruh luar (*exogenous explanation*) namun dianggap disebabkan oleh struktur internal sistem (*endogenous explanation*). Fokus utama dari metodologi sistem dinamik adalah memperoleh pemahaman atas suatu sistem, sehingga langkah-langkah pemecahan masalah memberikan umpan balik pada pemahaman sistem.

Pada gambar 2.5 ditunjukkan rangkaian proses dalam sistem dinamik yang dijelaskan oleh Jay Forrester dalam jurnalnya, “*System Dynamics, System Thinking and Soft OR*” :



Gambar 2-5. Proses Sistem Dinamik

(Sumber: Forrester, 1994, hal.4)

Langkah pertama merupakan investigasi yang termotivasi oleh perilaku sistem yang tidak diinginkan yang ingin dimengerti dan diperbaiki. Langkah awal adalah mengerti, tetapi tujuan akhirnya adalah perbaikan. Pertama-tama adalah mendeskripsikan sistem yang relevan kemudian menghasilkan suatu hipotesis bagaimana sistem tersebut menghasilkan perilaku.

Langkah kedua adalah memulai memformulasikan suatu model simulasi. Deskripsi sistem dari langkah pertama diubah menjadi persamaan *level* dan *rate* dari suatu model sistem dinamik. Penulisan persamaan bisa memperlihatkan

adanya gap dan ketidakkonsistenan yang harus di perbaiki di tahap sebelumnya (tahap deskripsi).

Langkah ketiga dapat dimulai jika persamaan di langkah kedua telah memenuhi kriteria logis untuk sebuah model yang dapat dijalankan. *Software* sistem dinamik biasanya menyediakan cek logis untuk memenuhi kriteria logis tersebut. Tahap simulasi ini juga mengarahkan pada deskripsi masalah dan perbaikan persamaan kembali. Langkah ketiga ini harus menyesuaikan dengan elemen penting dalam praktek sistem dinamik yang baik, simulasi harus menggambarkan bagaimana pertimbangan kesulitan yang dicoba dilakukan di sistem yang nyata. Berbeda dengan metodologi yang berfokus pada kondisi masa depan ideal untuk suatu sistem, sistem dinamik hanya menyatakan bagaimana kondisi saat ini dan bagaimana mengarahkannya ke suatu perbaikan. Simulasi pertama akan mengarahkan pada pertanyaan-pertanyaan dan pengulangan langkah pertama dan kedua, hingga model benar-benar dikatakan cukup untuk mencapai tujuan. Tidak ada cara untuk membuktikan validasi dari isi suatu teori yang merepresentasikan perilaku dunia nyata. Yang mungkin dicapai hanyalah tingkat kepercayaan dari sebuah model yang terhadap kecukupan, waktu, serta biaya untuk melakukan perbaikan.

Langkah keempat adalah mengidentifikasi alternatif skenario atau *policy option* untuk pengujian. Uji simulasi digunakan untuk mencari skenario yang akan memberikan peluang penerapan terbaik. Alternatif tersebut dapat berupa pengetahuan intuitif selama tiga langkah pertama, analisis yang berpengalaman, permintaan orang-orang yang berada dalam sistem, atau berupa uji perubahan parameter secara otomatis yang lebih mendalam. Pencarian parameter secara otomatis akan sangat berguna.

Langkah kelima melalui suatu konsensus untuk proses implementasi. Langkah kelima merepresentasikan tantangan terbesar terhadap kemampuan memimpin dan mengoordinasi. Tidak masalah berapa orang yang ikut andil dalam langkah pertama hingga keempat, karena semuanya akan terlibat dalam proses implementasi. Model akan memperlihatkan bagaimana sistem menyebabkan masalah yang sedang mereka dihadapi.

Langkah keenam adalah implementasi kebijakan baru. Kesulitan dari langkah ini kebanyakan berasal dari ketidakcukupan langkah sebelumnya. Jika modelnya relevan dan persuasif, dan pendidikan di langkah kelima telah cukup, maka langkah keenam akan berjalan dengan baik. Walaupun demikian, implementasi memerlukan waktu yang sangat panjang. Kebijakan lama harus benar-benar dihilangkan, dan kebijakan baru akan memerlukan sumber informasi baru dan *training*.



2.3. Validasi Model

Dalam Konteks Modeling, tidak ada model yang benar benar sempurna, karena model dibentuk dengan asumsi dan tujuan dari sang modeler. Perbedaan asumsi dari pengguna model dan pencipta model dapat membuat adanya perbedaan pemahaman dari logika yang terkandung didalam model. Hal ini bukan berarti sebuah model tidak dapat di validasi, metode validasi tetap dapat dilakukan dengan cara memastikan bahwa logika yang dimiliki dalam model sudah mencerminkan apa yang terjadi pada dunia nyata. Berikut cara melakukan validasi model menurut Sterman.

Tabel 2-1. Cara-Cara Validasi Model

No	Jenis Pengujian	Tujuan Pengujian	Alat dan Prosedur
1	Kecukupan batasan	Menentukan batasan masalah yang dianggap <i>endogenous</i>	Gunakan grafik batasan, diagram sub-sistem, diagram sebab-akibat, peta <i>stock and flow</i> , dan pemeriksaan persamaan model secara langsung
		Apakah perilaku model berubah secara signifikan ketika batasan masalah diubah?	Gunakan <i>interview</i> , <i>workshop</i> untuk mendapatkan opini para ahli, bahan-bahan utama, literatur, partisipasi langsung pada proses sistem
		Apakah rekomendasi kebijakan akan berubah ketika batasan model diperluas?	Modifikasi model untuk mendapatkan struktur tambahan yang mungkin, membuat konstanta dan variabel eksogenus dan endogenus, lalu ulangi analisa kebijakan dan sensitivitas

Tabel 2-2. Cara-Cara Validasi Model (Sambungan)

No	Jenis Pengujian	Tujuan Pengujian	Alat dan Prosedur
2	Penilaian struktur	Apakah struktur model konsisten dengan pengetahuan yang relevan dari sistem?	Gunakan diagram struktur kebijakan, diagram sebab-akibat, peta <i>stock and flow</i> , pemeriksaan persamaan model secara langsung
		Apakah tingkat agregasinya mencukupi?	Gunakan interview, workshop untuk mendapatkan para ahli, bahan-bahan utama, literatur, partisipasi langsung pada proses sistem
		Apakah model tersebut menyesuaikan dengan hukum perlindungan alam?	Adakah tes model secara parsial dengan kebijakan yang diinginkan
			Apakah percobaan laboratorium untuk mendapatkan <i>mental model</i> dan kendali kebijakan dari partisipan
3	Konsistensi dimensi	Apakah kebijakan mengendalikan perilaku sistem?	Bangun sub-model parsial dan bandingkan perilakunya terhadap perilaku secara keseluruhan
			Perhatikan beberapa variabel kemudian ulangi analisa kebijakan dan sensitivitas
4	Penilaian parameter	Apakah tiap persamaan sudah konsisten, tanpa menggunakan parameter yang tidak perlu?	Gunakan <i>software</i> analisa dimensi, periksa persamaan model di variabel-variabel tertentu
			Gunakan metode statistik untuk memperkirakan parameter
		Apakah parameter nilai telah sesuai dengan pengetahuan deskriptif dan numerik sistem	Gunakan tes model secara parsial untuk mengkalibrasi sub-sistem
			Apakah setiap parameter memiliki imbalan di dunia nyata?
Gunakan beberapa sub-model untuk memperkirakan hubungan dalam keseluruhan model			

Tabel 2-3. Cara-Cara Validasi Model (Sambungan)

No	Jenis Pengujian	Tujuan Pengujian	Alat dan Prosedur
5	Kondisi ekstrim	Apakah model tersebut masih sesuai jika inputnya ditaruh sebagai kondisi ekstrim?	Periksa tiap persamaan, tes respon pada nilai ekstrim di tiap input, tiap bagian atau dalam kombinasi
		Apakah model memungkinkan merespon kebijakan, gangguan, dan parameter ekstrim?	Subjek model pada gangguan besar dan kondisi ekstrim. Gunakan tes sesuai dengan aturan dasar (misal: tidak ada inventori, tidak ada <i>shipment</i> , dll)
6	<i>Error</i> dalam integrasi	Apakah hasil simulasi sensitif terhadap pemilihan timestep atau metode integrasi numerik?	Gunakan setengah timestep dan tes perubahan perilakunya. Gunakan metode integrasi berbeda dari tes perubahan perilakunya
7	Reproduksi perilaku	apakah model menghasilkan perilaku penting dari sistem?	gunakan pengukuran statistik untuk melihat kesesuaian antara model dan data
		Apakah variabel endogenus menghasilkan gejala kesulitan pembelajaran?	Bandingkan keluaran model dengan data secara kualitatif termasuk perilaku sederhana, ukuran variabel, asimetris, amplitudo dan fase relatif, kejadian yang tidak biasa
		Apakah model menghasilkan beberapa perilaku sederhana seperti pada dunia nyata?	
		Apakah frekuensi dan fase hubungan antar variabel sesuai dengan data?	Perilaku respon model terhadap input tes, <i>shock event</i> dan <i>noise</i>

Tabel 2-4. Cara-Cara Validasi Model (Sambungan)

No	Jenis Pengujian	Tujuan Pengujian	Alat dan Prosedur
8	Anomali perilaku	Apakah ada anomali perilaku ketika asumsi model diubah atau dihilangkan?	<i>Zero out key effect</i> , gantikan asumsi <i>equilibrium</i> dengan asumsi dengan struktur <i>disequilibrium</i>
9	Anggota keluarga	Bisakah model digunakan untuk melihat perilaku di bagian lain dalam suatu sistem?	Kalibrasikan model pada range kemungkinan yang lebih luas dari sistem yang berhubungan
10	Perilaku mengejutkan	Apakah model menghasilkan perilaku yang tak terduga?	Pertahankan akurasi, kelengkapan, dan record data dari simulasi model. Gunakan model untuk mensimulasikan perilaku masa mendatang dari sistem
		Apakah model bisa mengantisipasi respon sistem pada kondisi baru?	Pisahkan semua ketidaksesuaian antara model dengan pengertianmu terhadap sistem nyata
			Dokumentasikan partisipan serta mental model klien sebelum memodelkannya
11	Analisa sensitivitas	Sensitivitas numerik lakukan perubahan nilai secara signifikan	Gunakan analisa sensitivitas univariat dan multivariat, gunakan metode analitis (linier, lokal dan analisa stabilitas global
		Sensitivitas perilaku lakukan perubahan perilaku sederhana model secara signifikan	Buat batasan model dan daftar tes agregat untuk tes di atas
		Sensitivitas kebijakan lakukan perubahan implikasi kebijakan secara	Gunakan metode optimasi untuk mendapatkan parameter dan kebijakan terbaik
		Kapan asumsi terhadap parameter, batasan dan agregasi bervariasi pada <i>range</i> kemungkinan ketidakpastian?	Gunakan metode optimasi untuk mendapatkan kombinasi parameter yang menghasilkan ketidakmungkinan atau <i>reverse policy outcomes</i>
12	Perbaikan sistem	Apakah proses <i>modeling</i> membantu merubah sistem menjadi lebih baik?	Desain percobaan terkontrol dengan perlakuan dan kontrol grup, tugas acak, penilaian sebelum dan sesudah intervensi

(Sumber : Sterman, 2000, hal. 859)

2.4. MRT

Mass rapid transportation atau sering disingkat dengan MRT adalah moda transportasi berbasis rel yang terletak pada lorong bawah tanah, atau terangkat (*elevated*) dengan menggunakan tenaga listrik. MRT umumnya terdapat pada area urban dengan kapasitas dan frekuensi perjalanan yang besar bila dibandingkan dengan moda transportasi lainnya. MRT juga mampu melaju tanpa hambatan yang disebabkan oleh desain jalurnya yang terpisahkan dari lalu lintas lainnya (bawah tanah atau terangkat). Namun pada area diluar urban, untuk mengurangi biaya jalur rel MRT bisa saja dibangun pada jalanan terbuka.

Layanan transportasi MRT beroperasi menggunakan beberapa rail dengan beberapa unit listrik. Pada beberapa sistem, MRT beroperasi menggunakan roda karet, tenaga angkut magnet, atau monorail. MRT umumnya terintegrasi dengan transportasi public lainnya dan seringkali transportasi yang terintegrasi ini dimiliki oleh perusahaan yang sama. MRT lebih cepat dan berkapasitas lebih besar daripada kendaraan rel lainnya, namun tidak memiliki jangkauan sepanjang kereta yang tergolong commuter. Tantangan dari MRT adalah tuntutan untuk mampu memiliki kemampuan memindahkan penumpang dalam jumlah yang besar pada jarak yang pendek dengan pengaturan penggunaan tanah.

MRT pertama beroperasi di jalur bawah tanah London pada tahun 1863. Teknologi ini dengan cepat menyebar ke kota-kota di Eropa, lalu ke Amerika dimana sistem *elevated* baru mulai dikembangkan. Pada mulanya sistem ini menggunakan tenaga lokomotif uap, dan seiring dengan perkembangan jaman sistem kereta MRT mengadopsi tenaga listrik. Belakangan ini perkembangan terbesar pertumbuhan MRT berada di Asia. Lebih dari 160 kota sekarang memiliki sistem transportasi ini dengan total lebih dari 8000 km jalur dan 7000 stasiun.

System MRT terbesar di dunia terdapat di Metro system milik New York City Subway, sedangkan jalur terbanyak dimiliki oleh Shanghai Metro dan London Underground. Sistem MRT dengan jumlah penumpang terbesar saat ini terdapat pada Tokyo subway, Moscow Metro, dan Seoul Metropolitan Subway. MRT yang digunakan pada perkotaan akan mengalami beban penumpang yang besar, karena pada umumnya pada perkotaan akan terjadi aglomerasi atau

sentralisasi, sehingga jumlah penduduk yang melakukan aktivitas akan sangat terpusat pada satu kota. Berbagai strategi digunakan oleh berbagai sistem MRT di berbagai Negara tergantung pada kondisi lingkungan dan perilaku penumpang. Pada beberapa Negara, MRT beroperasi sebagai transportasi dalam kota dengan kereta yang akan berhenti pada beberapa perhentian. Namun ada juga sistem yang membuat kereta melintas diluar perkotaan dan terhubung dengan jalur moda commuter.

MRT umumnya didukung oleh sistem transportasi lainnya seperti bus, trem, atau rel commuter. Kombinasi ini akan melengkapi kekurangan MRT yaitu keterbatasan perhentian, dan jauhnya jarak tempuh berjalan kaki antara stasiun dengan infrastruktur diluar area akses kendaraan. Keterbatasan dari perhentian yang bisa diadakan oleh desain MRT tentunya dapat diakali dengan berbagai cara, salah satu metode adalah kombinasi dari transportasi tanpa rel dalam lingkungan urban. Perjalanan pendek memang lebih mudah dilakukan dengan menggunakan bus atau trem. Beberapa kota telah mencoba mengoperasikan sistem trem didalam kota namun beberapa kota diluar eropa lebih memilih mengubah sistem trem menjadi bus.

Beberapa strategi lainnya yang sering digunakan adalah menggunakan sistem feeder untuk memindahkan penumpang ke titik transit, lalu penumpang dapat dengan bebas mengakses jalur MRT untuk berpindah kedalam kota. Dengan cara ini MRT dapat menghubungkan beberapa terminal moda lain dengan stasiun MRT dan mengubah beberapa stasiun MRT menjadi pusat atau simpul aktivitas bisnis. Skema ini akan menghasilkan banyak ketertarikan bagi penumpang yang memiliki kebutuhan untuk berpindah menuju jalanan di pusat kota.

Di Toronto, hampir 50% dari sistem MRT memiliki terminal bus dan mobil dengan area berbayar. Ketersediaan jaringan ini memberikan layanan bagi pada pengendara moda lain untuk mengakses MRT di koridor manapun. Beberapa stasiun bawah tanah juga telah mengembangkan satelit untuk distrik komersial mereka.

MRT memiliki fixed costs yang besar. Hampir seluruh sistem dimiliki oleh pemerintah local maupun nasional karena kebutuhan pendanaan tersebut. Investasi bagi MRT seringkali didapat dari pajak ketimbang dari penumpang,

maka pada beberapa kasus terjadi kemelut perebutan pendanaan antara MRT dengan pendanaan untuk perbaikan jalanan. Sistem MRT dapat dioperasikan oleh perusahaan swasta melalui obligasi pelayanan public. Pemilik dari sistem ini seringkali langsung menghubungkan jalur MRT dengan jalur Bus atau rel yang dimiliki oleh mereka sendiri. Perusahaan ini umumnya adalah perusahaan penyedia transportasi local atau asosiasi dari transportasi.

Hampir seluruh dari sistem operasi MRT merupakan sistem yang tidak menghasilkan profit atau deficit, untuk itu pasti dibutuhkan pendanaan dari tempat lain berupa periklanan, maupun subsidi untuk menutup biaya. Rasio pemulihan investasi dari ticketing berbanding biaya operasional adalah rasio yang sering digunakan untuk melihat profitability operasional dari sistem MRT. Pada sistem MRT hongkong (MTR Hongkong Corporation), mereka mampu mencapai rasio 100%, meskipun perhitungan ini mengacuhkan biaya capital seperti bangunan dari sistem. Angka ini dapat tercapai dengan subsidi dari pinjaman dan portofolio property.

2.4.1. Jalur MRT

Setiap jalur MRT memiliki rute spesifik dengan kereta yang akan berhenti pada setiap stasiunnya. Sistem pengoperasian jalur ini akan diidentifikasi berdasarkan warna, nama, penomoran, atau kombinasi dari ketiga ini. Jalur ini umumnya akan bercabang dan menghubungkan antara pinggiran kota dan pusat kota. Percabangan ini dilakukan untuk memisahkan pelayanan antar kota dan pinggiran kota karena kebutuhan pada pusat kota pastinya membutuhkan frekuensi perjalanan yang lebih tinggi. Contoh sistem yang mengadopsi jalur seperti itu adalah Metro Copenhagen dengan alternative terminal dan interchange yang menghubungkan pusat perkotaan dengan pinggiran kota. Paris metro juga merupakan sistem MRT yang dibangun rapat dengan matrix silang diseluruh penjuru kota.

Kapasitas dari jalur ini digunakan dengan memperhitungkan kapasitas gerbong, panjang kereta, dan frekuensi layanan. Kereta MRT yang tergolong “Heavy Rapid Transit Trains” memiliki 12 gerbong pada layanannya.

Untuk sistem yang lebih ringan biasanya menggunakan empat gerbong atau lebih kecil.

Jeda minimum antar kedatangan kereta harus selalu lebih kecil dari kendaraan umum lainnya. Waktu kedatangan terkecil adalah 90 detik, dan biasanya dibatasi sampai 120. Tipikal kapasitas dari layanan adalah 1200 orang per gerbong, maka didapatkan 36.000 penumpang tiap jamnya. Kapasitas terbesar dari MRT yang dapat dilayani disediakan oleh MTR Hongkong dengan jumlah penumpang 80.000 tiap jamnya.

2.4.2. Keselamatan dan keamanan

MRT merupakan area public, dan akan sering mengalami permasalahan keamanan. Kriminalitas seperti copet, dan pencurian barang berharga, sampai kriminalitas serius seperti kekerasan adalah resiko yang akan dimiliki oleh sistem MRT. Beberapa parameter keamanan yang dapat dilakukan oleh MRT berupa Video pengawas, penjaga keamanan, dan konduktor. Pada beberapa Negara, polisi pada transit mulai diadakan. Parameter keamanan ini umumnya terintegrasi dengan penjagaan akan adanya penumpang gelap.

MRT karena tergolong sangat strategis bagi infrastruktur perkotaan juga sering menjadi objek teroris dengan berbagai penyebab seperti contohnya pada tahun 1995 Tokyo subway menjadi korban serangan gas sarin.

Dibandingkan moda transportasi lainnya, MRT memiliki rekor keamanan yang cukup baik. Hal ini tercapai karena regulasi keamanan, perbaikan dan prosedur yang baik menjadi standar pada MRT. Tabrakan sangat jarang terjadi karena digunakan rel ganda dan pengoperasian pada kecepatan rendah untuk mengurangi keparahan dari tabrakan ataupun lepasnya kereta dari rail. Faktor yang lebih berbahaya pada sistem bawah tanah adalah kebakaran. Untuk itu diperlukan desain evakuasi di banyak titik diseluruh sistem transportasi.

2.4.3. Infrastruktur

MRT kebanyakan memiliki panjang tiga smpa sepuluh kali lipat mobil biasa. Tenaga biasanya disalurkan dari jalur ketiga atau kabel listrik diatas kereta. Kereta MRT umumnya melaju pada rel besi konvensional, meskipun beberapa

masih menggunakan roda karet seperti yang digunakan oleh Montreal Metro dan Mexico city Metro. Roda karet menyediakan kemampuan untuk menanjak dan perjalanan yang lebih mulus, namun membutuhkan biaya perawatan yang lebih tinggi dan membutuhkan energy yang lebih besar. Kereta dengan ban karet juga memiliki masalah pada kondisi yang basah atau bersalju. Beberapa sistem sekarang beroperasi tanpa adanya staff atau kru didalam kereta, namun masih terdapat sistem yang tidka ingin menghilangkan peran manusia didalam pengoperasian kereta meskipun hanya berperan untuk menutup atau membuka pintu kereta pada stasiun.

2.4.4. Variasi

Terowongan bawah tanah akan memindahkan lalu lintas terlepas dari jalanan, sehingga membiarkan jalanan mampu digunakan untuk keperluan lainnya. Pada area dimana harga tanah sangatlah tinggi dan penggunaannya sangat padat, terowongan adalah satu satunya jalur ekonomi untuk melakukan transportasi besar besaran.

Rel pada ketinggian jalan hanya digunakan pada area yang tidak terlalu padat, karena sistem jenis ini menyediakan penghalang bagi arus kendaraan lainnya yang melintas memotong jalurnya. Konstruksi ini hanya akan memiliki harga yang murah apabila harga tanah tempat dibangun daerah tersebut murah. Desain dari jalur inipun umumnya akan dihubungkan dengan bangunan bangunan bila jalurnya telah dibangun. Elevated Railways adalah salah satu solusi yang murah dan mudah untuk membangun jalur tanpa menggali terowongan.

MRT menyediakan layanan penghubung pada tempat tempat strategis seperti airport, sentral kota, taman bermain, layanan shuttle atau moda transportasi lain.

2.4.5. Stasiun

Stasiun memiliki fungsi sebagai penghubung bagi penumpang untuk naik dan turun dair kereta. Peran stasiun juga sebagai tempat bagi penumpang untuk melakukan transaksi. Stasiun juga menjadi tempat bagi penumpang untuk

berpindah moda transportasi misalnya dari kereta menjadi bus, atau sebaliknya. Beberapa stasiun bawah tanah terintegrasi dengan pusat perbelanjaan, atau memiliki area komersial yang besar disekitarnya. Pada pinggiran kota, umumnya terdapat fasilitas untuk memarkir mobil yang terhubung dengan stasiun, fasilitas ini dinamakan “park and ride” untuk mendapatkan kemudahan akses kedalam kereta,.

2.5. Jenis jenis trips

2.5.1. Intercity trips

Pelayanan intercity trips umumnya disebut juga dengan shuttle service. Perjalanan ini adalah kegiatan berpindah dari suatu kota ke kota lainnya. Perjalanan intercity tidak memiliki frekuensi perjalanan dan kapasitas transport yang besar.

2.5.2. Commuter trips

Commuter adalah perjalanan yang dilakukan secara regular dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan tempat asal pinggiran kota, menuju kota dan kembali dari kota menuju pinggiran kota. Orang orang yang melakukan perjalanan commuter merupakan orang orang yang memiliki aktivitas di daerah pusat kota, namun memiliki tempat tinggal di pinggiran kota. Jenis perjalanan ini banyak terdapat di pagi hari dan sore hari pada peak hour dengan jumlah penumpang yang sangat besar. Frekuensi perjalanan tidaklah banyak, jenis perjalanan commuter umumnya hanya terjadi dua kali dalam sehari tiap orangnya. Perjalanan pergi di pagi hari, dan perjalanan pulang di sore hari, untuk itu tidak diperlukan frekuensi perjalanan yang tinggi untuk melayani kebutuhan perjalanan jenis ini.

2.5.3. Urban trips

Urban trips adalah perjalanan dalam kota. Perjalanan dalam kota ini mencakup berbagai perjalanan seperti peak hour travel atau kegiatan transport yang melayani penumpang pergi bekerja, maupun non peak hour travel yang melayani kegiatan leisure trips. Urban trips memiliki frekuensi perjalanan yang

paling tinggi diantara jenis trips lainnya, namun beban perjalanannya sangat tidak merata. Menumpuk dengan hebat di pagi dan sore hari, namun sangat berkurang di sela sela waktu tersebut.

2.6. Tipe tipe area

2.6.1. Area Komersial

Area komersial umumnya mencakup 5% bagian dari sebuah kota. Penggunaan area ini adalah untuk berbagai kegiatan komersil yakni kegiatan yang berfokus pada transaksi. Kegiatan ini mencakup pembelian, ataupun penjualan barang dan jasa pada bisnis retail, wholesale, finansial, jasa, dan kegiatanlainnya yang dikategorikan sebagai kegiatan bisnis. Meskipun komersial area hanya mencakup bagian kecil dari daerah, namun area ini sangatlah penting terhadap ekonomi dari komunitas. Area ini menyediakan pekerjaan dan uang kepada komunitas.

Beberapa contoh area komersial adalah :

- Pertokoan
- Bank
- Department Store
- SPBU
- Pusat perbelanjaan
- Farmasi
- Perkantoran
- Gelanggang Olahraga
- Bioskop
- Restoran

2.6.2. Area Residensial

Area residensial adalah area dengan penggunaan tanah untuk keperluan perumahan. Perumahan dapat bervariasi secara signifikan antar jenis rumah itu sendiri, seperti rumah satu keluarga, rumah multi keluarga, atau rumah mobile. Pemetaan (zoning) pada penggunaan area residensial akan menyediakan kemampuan untuk mengatur kepadatan dari penggunaan tanah. Zoning dari area

residensial umumnya memiliki rasio area (FAR Floor Area Ratio) yang lebih kecil dari area komersial maupun area industrial.

Area residensial dapat memiliki standar yang besar atau kecil tergantung dari lingkungannya. Pada beberapa area residensial yang tergolong pedesaan, area tersebut tidak menggunakan saluran yang terhubung seperti saluran air, pembuangan, telepon, ataupun listrik dan layanan lainnya. Untuk itu, orang yang tinggal di daerah pedesaan akan membutuhkan kendaraan untuk berpindah ketempat lain dengan kendaraan sendiri, atau infrastruktur seperti rel kereta yang telah diberikan untuk pengembangan daerah tersebut.

2.6.3. Perkembangan area residensial

Perkembangan area residensial erat kaitannya dengan perkembangan dari property, dimana tanah dibagi menjadi lot dan gedung gedung untuk keperluan rumah dibangun. Pada beberapa tahun silam perkembangan are residensial dibagi menjadi dua jenis, orang kaya membeli tanah di perkotaan, menyewa seorang arsitek dan / atau kontraktor, dan membangun sebuah rumah yang dipesan lebih dahulu atau rumah besar untuk keluarga mereka. Sedangkan kaum miskin kota tinggal di perumahan kumuh atau di rumah-rumah petak yang dibangun untuk sewa. Tren kebutuhan akan area residensial muncul pasca Perang Dunia II dimana terdapat ekspansi ekonomi di kota besar di Amerika Serikat, khususnya New York City dan Los Angeles yang menghasilkan permintaan untuk ribuan rumah baru.

Seperti produk lainnya, perbaikan terus-menerus muncul untuk area residensial. Jalan-jalan besar, jalur hijau taman, kolam lingkungan, dan masyarakat baru terus bermunculan. Beragam desain lantai dengan jumlah ruang yang berbeda, dan peningkatan lingkungan hidup. Pengembang tetap kompetitif satu sama lain dalam segala hal, termasuk lokasi, fasilitas masyarakat, paket alat dapur, dan harga.

Saat ini, pengembangan perumahan khas di Amerika Serikat mungkin termasuk fitur lalu lintas menenangkan, seperti jalan perlahan berkelok-kelok, mati-endroad, jalan melingkar, atau cul-de-sac berjajar dengan rumah terkait.

Perkembangan Suburban membantu membentuk citra stereotip dari "Amerika pinggiran kota," dan umumnya terkait dengan Amerika kelas menengah. Rumah penawaran yang paling dalam kisaran sempit usia, ukuran harga, dan fitur, sehingga penduduk potensial memiliki kebutuhan yang berbeda, keinginan atau sumber daya harus mencari tempat lain. Beberapa perkembangan perumahan merupakan komunitas berpagar.

Masalah dengan Perkembangan Perumahan Kritik terhadap pembangunan perumahan meliputi: Mereka tidak mesh baik dengan masyarakat yang lebih besar. Ada yang terisolasi, dengan hanya satu pintu masuk, atau terhubung dengan seluruh masyarakat dalam beberapa cara. Menjadi kota-kota komuter, mereka melayani tujuan tidak lebih untuk komunitas yang lebih besar dari pemukiman khusus lainnya lakukan, sehingga membutuhkan penduduk untuk pergi ke masyarakat yang lebih besar untuk tujuan komersial atau lainnya. Sedangkan campuran menggunakan perkembangan perdagangan memperhitungkan pertimbangan dan aspek lain dari perencanaan masyarakat, perkembangan perumahan sering dilihat sebagai penyediaan perumahan saja.

2.6.4. Area Retail

Area retail adalah area luas lantai dari pusat perdagangan yang sedang disewakan atau sedang tersedia untuk disewa.

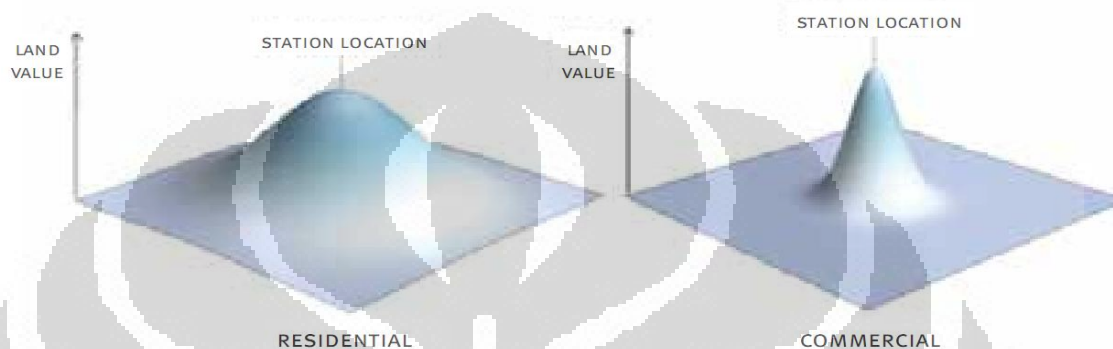
2.7. Ketertarikan Area Urban

Prinsip daya tarik dari sebuah daerah publik menyatakan bahwa untuk setiap kelas populasi tertentu, cenderung untuk bergerak menuju suatu area geografis tertentu. Penduduk cenderung untuk berpindah dari daerah yang tidak menarik ke area yang memiliki daya tarik lebih besar. Perpindahan penduduk adalah proses yang menunjukkan perbedaan ketertarikan antar daerah.

Untuk menggambarkan prinsip daya tarik, bayangkan sejenak kota yang ideal. Mungkin kota yang ideal akan menjadi satu dengan perumahan tersedia dengan biaya rendah, surplus dari pekerjaan di upah yang tinggi, sekolah yang sangat baik, tidak ada asap atau polusi, perumahan yang berada di dekat tempat seseorang bekerja, tidak ada kejahatan, taman indah, dan peluang budaya. Kondisi

yang akan tercipta adalah orang-orang dari mana-mana akan pindah ke kota yang ideal sampai keuntungan telah begitu dibanjiri oleh penduduk meningkat bahwa kota itu akan tidak memberikan daya tarik bersih dibandingkan dengan lokasi lain.

2.7.1. Daya tarik stasiun MRT



Gambar 2-6. Visualisasi pengaruh stasiun terhadap nilai tanah

Hadirnya sebuah stasiun memiliki dampak yang signifikan terhadap suatu daerah, terutama pada nilai tanah dari daerah tersebut. Pada Gambar 2-6. Visualisasi pengaruh stasiun terhadap nilai tanah dapat dilihat bahwa dengan adanya stasiun, nilai tanah yang berada sangat dekat dengan stasiun tersebut melonjak secara drastis, pengaruh tersebut lebih besar bagi area komersial, dan berangsur angsur menurun semakin menjauh dari area stasiun.

Banyak kegiatan bisnis yang menyediakan jasa terletak pada pusat kota, sehingga memastikan kemudahan mendapatkan akses pada pekerja terlatih, pasar inti, dan supplier beserta seluruh koneksi keseluruhan bagian dalam sebuah Negara. Aglomerasi benefit berarti bisnis seringkali terletak pada pusat kota meskipun terdapat biaya tambahan yang harus dibayar, dan lokasi dari kota akan menjadi tempat dimana sector dengan nilai tambah tinggi terfokuskan. Sebagai contoh kota leeds adalah pusat dari jasa hukum dan finansial, sementara Cambridge sekarang menjadi salah satu pusat terpenting dari riset teknologi dan manufaktur di dunia.

Lebih jauh lagi, efek dari sentralisasi adalah pemaksaan diri untuk menjadi sector yang lebih menarik untuk kegiatan bisnis, sehingga meningkatkan

produktivitas pada seluruh sector. Sebagai konsekuensinya, kota kota besar akan mengalami penambahan signifikan pada lapangan kerja.

Peningkatan fokus dari lapangan kerja yang berasal dari industry jasa pada perkotaan menyumbangkan pertumbuhan permintaan yang besar pada transportasi berbasis rel. dimana pertumbuhan transportasi berbasis rel meningkat 37% dari tahun 2000 ke tahun 2012. Permintaan akan jasa transportasi ini akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan bisnis jasa di perkotaan.

Pada beberapa konteks, stasiun dapat mendukung pertumbuhan perekonomian pada suatu daerah dengan beberapa cara, yaitu:

- Menyediakan konektivitas

Kunci utama dari sebuah stasiun adalah menyediakan akses kepada konektivitas yang mampu disediakan oleh jaringan rel kereta milik nasional. Tingkat dari konektivitas yang ditawarkan oleh rel tergantung pada jarak dan frekuensi dari layanan yang tersedia pada stasiun. Dimana semuanya itu tergantung oleh ukuran dan konfigurasi yang diatur oleh pemilik penyedia jasa. Layanan perhubungan ini secara umum terpusat pada stasiun yang berada di pusat perkotaan, commuter local, ataupun stasiun yang memiliki peran penting dalam pusat kegiatan komersial.

- Menyediakan kapasitas untuk pertumbuhan

Stasiun menyediakan bantuan untuk pertumbuhan pada lingkungannya hingga pada titik tertentu stasiun mencapai kapasitas maksimal, atau mencapai batasannya. Pada kejadian dimana sebuah stasiun telah mencapai kapasitasnya, suatu tempat itu sendiri akan dilihat sebagai tempat yang tidak menarik sebagai tempat untuk tinggal maupun bekerja, dan penumpang akan enggan untuk berjalan jalan menuju tempat tersebut. Penyediaan kapasitas stasiun yang mendukung perkembangan pertumbuhan dimasa depan akan memiliki dampak langsung pada pertumbuhan area residensial dan pertumbuhan lapangan pekerjaan yang dapat berkelanjutan terutama dimana terdapat jalanan dan koneksi transportasi lainnya yang terintegrasi

- Mendukung pertumbuhan Ekonomi yang berkelanjutan

Dengan konektivitas dan kapasitas yang dimiliki oleh sebuah stasiun, pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dapat diakomodir oleh sebuah stasiun MRT. Hal ini diraih dengan cara mengakomodasi pertumbuhan kebutuhan bertransportasi dan pembatasan penggunaan mobil pribadi. Dengan cara ini sebuah stasiun MRT mampu untuk mendukung pertumbuhan kepadatan disekitar area stasiun, juga mampu mengembangkan keseluruhan kota untuk bertumbuh dalam jangka panjang.

Beberapa riset sebelumnya membuktikan bahwa stasiun memang memiliki dampak besar terhadap kota yang dilayani. Beberapa bukti juga memfokuskan terhadap harga dari tanah dan juga efeknya pada kualitas dari lingkungan yang dibangun cenderung berdampak signifikan pada kegiatan ekonomi.

- Harga tanah cenderung lebih tinggi disekitar stasiun

Secara keseluruhan, hubungan antara kehadiran stasiun dan harga tanah berbanding positif, namun memiliki besaran yang berbeda antara area residensial dan area komersial. Dampak dari sebuah stasiun pada area residensial dapat secara umum dapat dilihat hanya pada radius tiga mil dari area stasiun. Untuk lebih memperjelas, dampak dari property komersial cenderung lebih terbatas pada radius jalan (walking distance) atau sekitar lima ratus meter dari stasiun meskipun dampaknya pada harga berada pada skala yang berbeda.

- Berperan sebagai Gerbang Masuk

Stasiun adalah titik kunci kedatangan dan kepergian dari banyak pejalan bisnis dan pendatang lainnya. Kualitas dari lingkungan stasiun mampu untuk menggambarkan keseluruhan kesan dan persepsi dari sebuah kota. Selain permasalahan kapasitas, kualitas desain stasiun yang baik mampu untuk memberikan persepsi yang baik akan lokasi tersebut dan membuat tempat tersebut menjadi tempat yang menarik untuk ditinggali, bekerja, dan berinvestasi disana.

- Memberikan peluang perkembangan

Kehadiran dari sebuah stasiun mampu untuk mendorong perkembangan pada area sekitarnya. Pada prinsipnya, tanah disekitar stasiun adalah titik focus dari

pertambahan perkembangan yang diakibatkan dari keuntungan akses yang dimiliki oleh area komersial disekitarnya.

- Berperan sebagai pusat komunitas

Beberapa stasiun menyediakan fasilitas yang beragam bagi penumpangnya, bukan hanya dari layanan jasa, namun juga berbentuk konsep dari komunitas. Untuk stasiun yang besar, konsep stasiunnya akan menyediakan area retail yang berkualitas dan tempat untuk berekreasi.

- Pertumbuhan kepadatan penggunaan area disekitar stasiun

Beberapa penelitian di US menemukan beberapa konsentrasi perkembangan area komersial dan residensial disekitar stasiun. Terdapat juga beberapa bukti bahwa beberapa kota di US yang memiliki stasiun memiliki pertumbuhan lapangan kerja mulai sampa dua setengah kali lipat dari kota tanpa stasiun. Hubungan yang sama juga diteliti di UK dan beberapa Negara maju lainnya.

2.8. Transit oriented Development

Transit Oriented Development (TOD) adalah pengembangan kota yang mengadopsi tata ruang campuran dan memaksimalkan penggunaan angkutan massal seperti Busway/BRT, Kereta api kota (MRT), Kereta api ringan (LRT), serta dilengkapi jaringan pejalan kaki/sepeda. Dengan demikian perjalanan/trip akan didominasi dengan menggunakan angkutan umum yang terhubung langsung dengan tujuan perjalanan. Tempat perhentian angkutan umum mempunyai kepadatan yang relatif tinggi dan biasanya dilengkapi dengan fasilitas parkir, khususnya parkir sepeda.

Pengembangan TOD sangat membantu kemajuan dari sebuah kota, atas alasan ini lah pemakaian TOD menjadi tren dikota-kota yang berpenduduk padat khususnya di kawasan kota baru yang besar seperti Tokyo di Jepang, Seoul di Korea, Hongkong, Singapura, yang memanfaatkan kereta api kota serta beberapa kota di Amerika Serikat dan Eropa.

2.8.1. Kaitan TOD dengan angkutan Massal

TOD harus ditempatkan

- Pada jaringan utama angkutan massal
- Pada koridor jaringan bus/ BRT dengan frekuensi tinggi
- Pada jaringan penmpnan bus yang waktu tempuhnya kurang dari 10 menit dari jaringan utama angkutan massal.

Apabila persyaratan di atas tidak dipenuhi oleh suatu kawasan, maka perlu diambil langkah untuk menghubungkan dengan angkutan massal, disamping itu yang juga perlu menjadi pertimbangan adalah frekuensi angkutan umum yang tinggi.

2.8.2. Ciri Tata Ruang TOD

Ada beberapa ciri tata ruang campuran yang bisa dicapai dengan mudah cukup berjalan kaki atau bersepeda. Beberapa ciri penting yang akan terjadi dalam pengembangan TOD yaitu:

- Penggunaan ruang campuran yang terdiri dari pemukiman, perkantoran, serta fasilitas pendukung,
- Kepadatan penduduk yang tinggi yang ditandai dengan bangunan apartemen, condominium
- Tersedia fasilitas perbelanjaan
- Fasilitas kesehatan,
- Fasilitas pendidikan
- Fasilitas hiburan
- Fasilitas olahraga
- Fasilitas Perbankan

2.8.3. Pengurangan ketergantungan terhadap kendaraan pribadi

Ketergantungan terhadap kendaraan pribadi cenderung meningkat di kota-kota besar Indonesia, pilihan moda pribadi telah meningkat menjadi 80 persen, yang kalau dilihat kembali kondisi tahun 1980an angkanya masih berkisar 50-50 di Jakarta. Hal ini akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Berdasarkan penerapan TOD di beberapa kota besar menunjukkan penurunan ketergantungan terhadap kendaraan pribadi, karena adanya pilihan yang cepat, murah dan mudah mencapai tujuan hanya dengan hanya berjalan kaki, berjalan kaki, menggunakan angkutan umum, Masyarakat tidak perlu repot mencari tempat parkir, membayar biaya parkir yang tinggi, biaya operasi yang tinggi pula.

2.8.4. Penerapan TOD pada proyek MRT Jakarta

Pada tahun 2016 Jakarta akan memiliki jalur MRT modern pertama yang akan menggunakan pendekatan memaksimalkan pemanfaatan lahan disekitar stasiun untuk pengembangan properti dengan kepadatan tinggi. Pemerintah provinsi DKI Jakarta akan mengedepankan konsep pengembangan berorientasi transit atau transit oriented development atau TOD. Terutama dalam pembangunan 12 stasiun KABT tahap pertama dengan rute Lebak Bulus–Dukuh Atas. Namun, klasifikasi 12 stasiun itu masing-masing tetap berbeda.

Dari 12 stasiun itu, lima di antaranya akan dijadikan TOD maksimum, yakni Stasiun Lebak Bulus, Fatmawati, Cipete, Blok M dan Stasiun Dukuh Atas. Kemudian tiga stasiun, yakni Senayan, Istora dan Bendungan Hilir akan dikembangkan dengan pola TOD medium, yakni konsep pengembangan medium. Sedangkan empat stasiun lainnya, yakni Haji Nawi, Blok A, Sisinga Mangaraja dan Setiabudi akan dikembangkan dengan konsep TOD minimum.

BAB 3

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pengumpulan data dilakukan guna menemukan relasi antar variable dan merangkainya menjadi sebuah model sistem dinamis yang memiliki struktur sesuai dengan studi yang dikumpulkan pada landasan teori.

3.1. Pengumpulan data mental

Bab ini akan menjelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data dalam pembuatan mode. Data yang dikumpulkan merupakan data tersier dari beberapa sumber seperti Badan Pusat Statistik, Publikasi Bank Indonesia, Jakarta Dalam Angka, dan Jakarta Coastal Defense Land use report. Data yang didapat kemudian akan diolah sesuai dengan kebutuhan variabel pada model, dan berikutnya akan digunakan sebagai basis simulasi model yang akan dibahas pada bab berikutnya.

Untuk mengkonseptualisasikan model, dibutuhkan pengumpulan data mental atau logika logika yang benar sesuai dengan riset terdahulu yang pernah ada sebagai landasan dalam pembentukan konsep model terhadap permasalahan yang ada. Kumpulan dari konsep ini akan membentuk kerangka berfikir yang menjadi acuan dalam mengumpulkan data maupun pengolahan data.

3.1.1. Pengumpulan persamaan dari studi pustaka

- Kenaikan land value akibat adanya stasiun

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada dasar teori, bahwa kehadiran stasiun mampu untuk mendongkrak nilai tanah disekitar stasiun. Besaran dari kenaikan yang mampu diberikan oleh stasiun beragam dari berbagai penelitian.

Tabel 3-1. Besaran Pengaruh stasiun terhadap nilai tanah area sekitarnya

Author(s)	Result
Weinstein and Clower (1999)	Effect of station on property vale Within ¼ mile of the station (percentage change)
Retail	36.75%
Office	13.85%
Residential	5.97%
Industrial	7.68%
Dueker and Bianco (1999)	Property value declines \$1593 for every 200 feet out of the station
Fejarang (1994)	Properties within ¼ mile of the station enjoy premium of \$31 per square foot.

Penelitian yang dilakukan oleh Weinstein dan Clower mengatakan bahwa dengan kehadiran stasiun pada suatu daerah, nilai dari property disekitarnya akan cenderung naik dengan besaran 36,75% untuk area retail, 13,85% untuk area komersial, dan 5,97% untuk area residensial pada radius 500m disekitar stasiun.

- Attractiveness pada tanah dengan nilai yang tinggi

Nilai dari property yang cenderung naik memberikan ketertarikan tersendiri bagi pertumbuhan area tersebut. Pertumbuhan area ini belum pernah diteliti sebelumnya dan sulit untuk diketahui. Untuk itu digunakan data sekunder untuk melihat apakah terdapat hubungan yang terjadi dengan menggunakan metode regresi. Hasil yang didapat adalah perhitungan sebagai berikut

Tabel 3-2. Index Harga Properti Residensial (IHPR)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
quarter 1	115.1	129.18	136.02	141.79	156.93	154.3
quarter 2	117.59	130.72	138.38	143.11	147.67	156.31
quarter 3	122.48	132.22	139.37	143.91	148.3	156.92
quarter 4	127.58	134.27	141.2	144.89	149.21	156.98
AVERAGE	120.6875	131.5975	138.7425	143.425	150.5275	156.1275

Sumber: publikasi BI, www.bi.go.id

Index dari peningkatan harga residential dilakukan berdasarkan nilai patokan dasar pada tahun 2002 yakni senilai Rp 164,607,597.45.

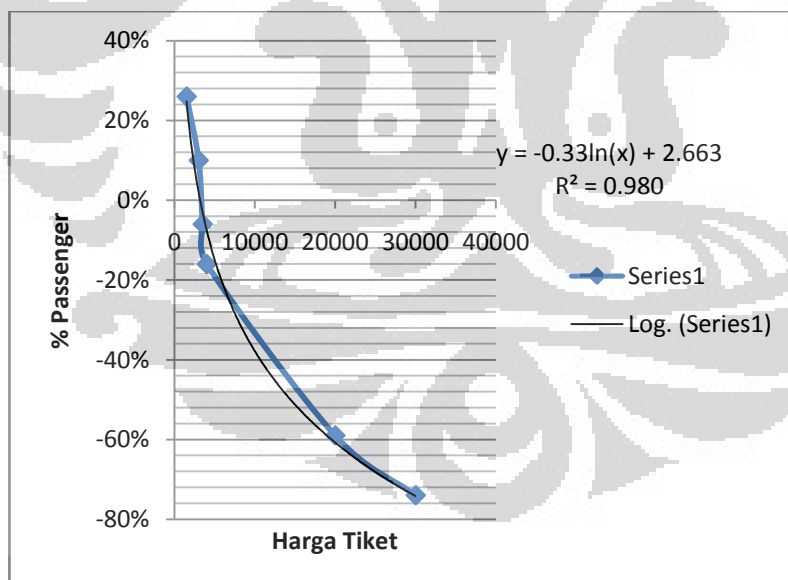
Tabel 3-3. Nilai area Komersial terhadap Pertumbuhan area Komersial

	2007	2008	2009	2010	2011
Land Value (Rp/m2)	Rp 13,368,938	Rp 14,848,163	Rp 15,715,317	Rp 15,152,557	Rp 16,076,722
IMB non residensial	2,029	2,338	3,567	3,398	3,430

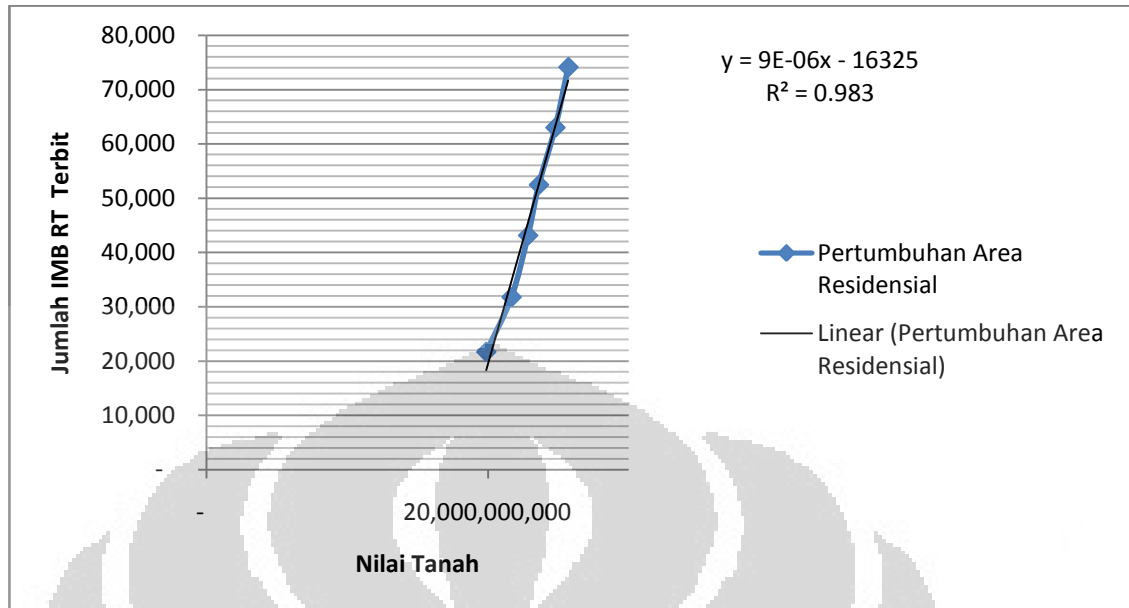
Tabel 3-4. Sensitivitas konsumen terhadap harga tiket MRT

Harga tiket	1500	3000	3500	4000	20000	30000
% ridership change	26%	10%	-6%	-16%	-59%	-74%

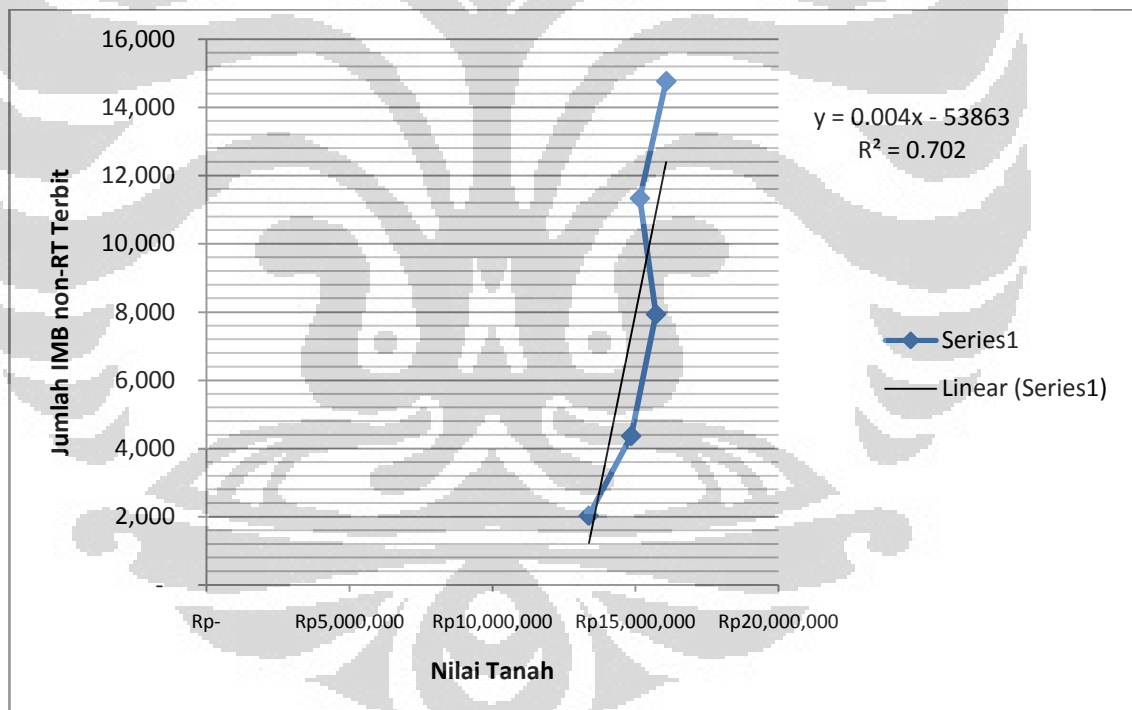
Sumber : KPMG (2012), "Jakarta Mass Rapid Transit Advisory Services, Financial and Commercial Report". Jakarta



Gambar 3-1. Hubungan Matematis variable harga tiket terhadap jumlah penumpang



Gambar 3-2. Pengaruh nilai area residensial thdp pertumbuhan area residensial



Gambar 3-3. Pengaruh Nilai area Komersial terhadap pembangunan area kantor baru

- Peran area sekitar kepada volume penumpang MRT

Dengan adanya pertumbuhan disekitar area stasiun, tentunya terdapat kebutuhan Sumber daya manusia akibat aktivitas perekonomian yang terjadi disana. Model ini mengunci asumsi bahwa segmen orang yang terdapat pada area komersial dan residensial sekitar stasiun sama dengan segmen yang dilayani oleh MRT yakni segmen menengah keatas, oleh karena itu diasumsikan bahwa konversi penggunaan mobil menuju MRT terjadi dan seluruh kegiatan transportasi sekitar stasiun dapat dilayani oleh MRT saja.

Untuk itu dengan mengambil asumsi bahwa setiap $9m^2$ terdapat kebutuhan akan 1 orang bertransportasi, lalu dengan mengambil asumsi bahwa satu rumah berukuran $500m^2$ memiliki penghuni dua orang untuk pergi bekerja, sehingga tiap $500m^2$ akan terdapat dua aktivitas pergi pada peak hour pagi dan dua aktivitas pulang pada peak hour petang, didapatkanlah besaran kebutuhan penumpang MRT.

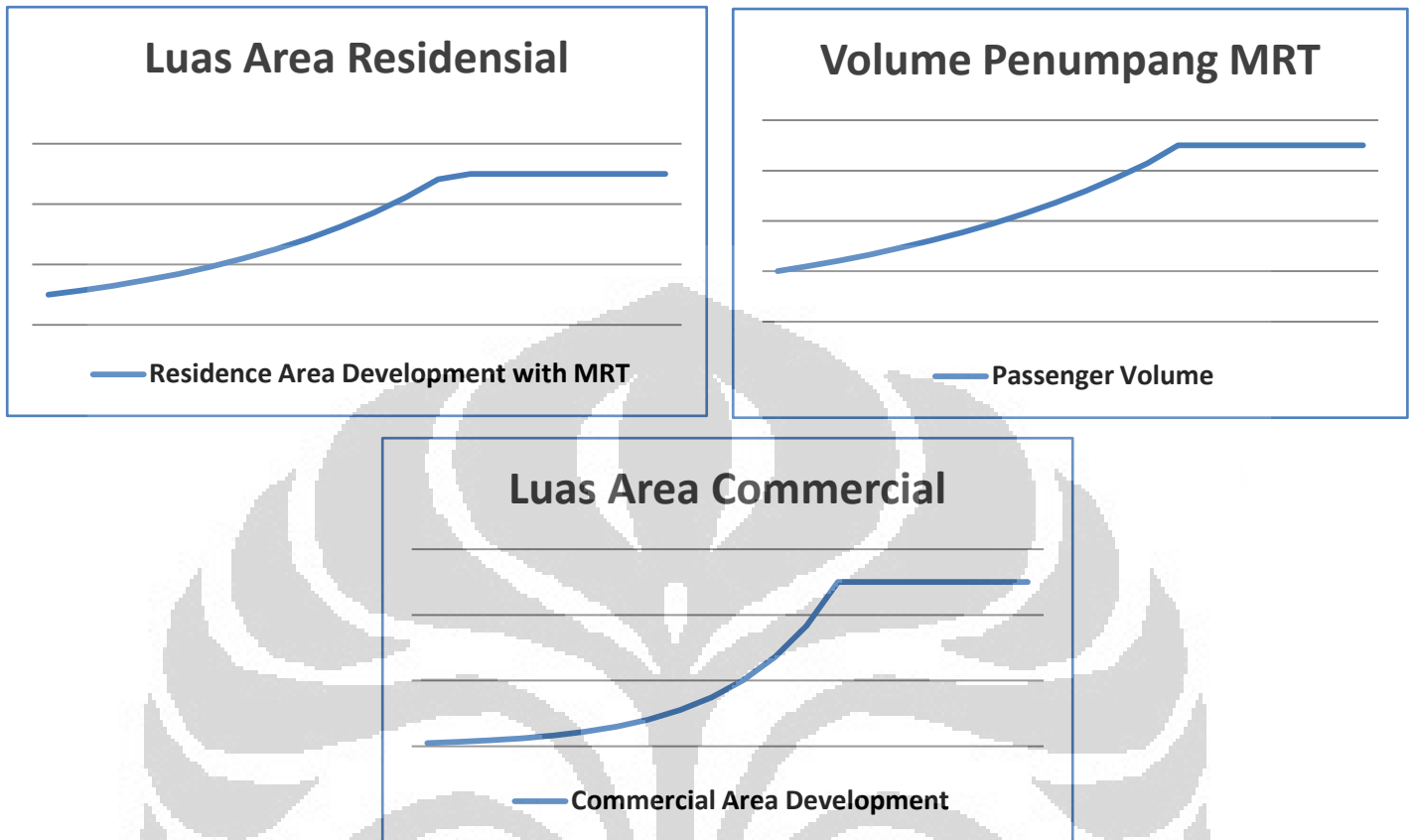
3.2. Hipotesa Dinamis

Hipotesa dinamis untuk model ini adalah bahwa stasiun memiliki peran sangat signifikan terhadap perkembangan area sekitarnya yaitu area residensial, area komersial, dan area retail. Adanya stasiun MRT disuatu lokasi akan memberikan konektivitas dan akses terhadap daerah tersebut dengan berbagai daerah lainnya yang dapat dijangkau oleh jaringan stasiun MRT. Adanya aksesibilitas menghadirkan keramaian akibat mudahnya menjangkau tempat tersebut. Dimana terdapat keramaian, dapat dipastikan bahwa terdapat konsumsi yang besar yang mampu menciptakan pertumbuhan kegiatan perekonomian. Hipotesa untuk hubungan ini adalah kehadiran stasiun akan terus mendorong pertumbuhan area disekitarnya.

Peran timbal balik dari area sekitar terhadap volume penumpang dari MRT juga terjadi yakni dimana terdapat area yang melakukan perekonomian disitu terdapat kebutuhan akan sumber daya manusia. Sumber daya manusia yang akan melakukan aktivitas akan menjangkau tempat tersebut dengan berbagai cara seperti penggunaan mobil pribadi, penggunaan moda transportasi darat atau rel. Tentunya kecocokan area yang berkembang disekitar stasiun MRT dengan

segmen pasar penumpang yang berkendara dengan MRT adalah faktor yang menentukan ada atau tidaknya timbal balik ini. Maka bila syarat ini terpenuhi, pertumbuhan Area sekitar akan memberikan kebutuhan akses transportasi ke daerah tersebut, MRT melayani kebutuhan tersebut sehingga terjadi penambahan volume penumpang pada MRT sesuai dengan laju pertumbuhan area tersebut.

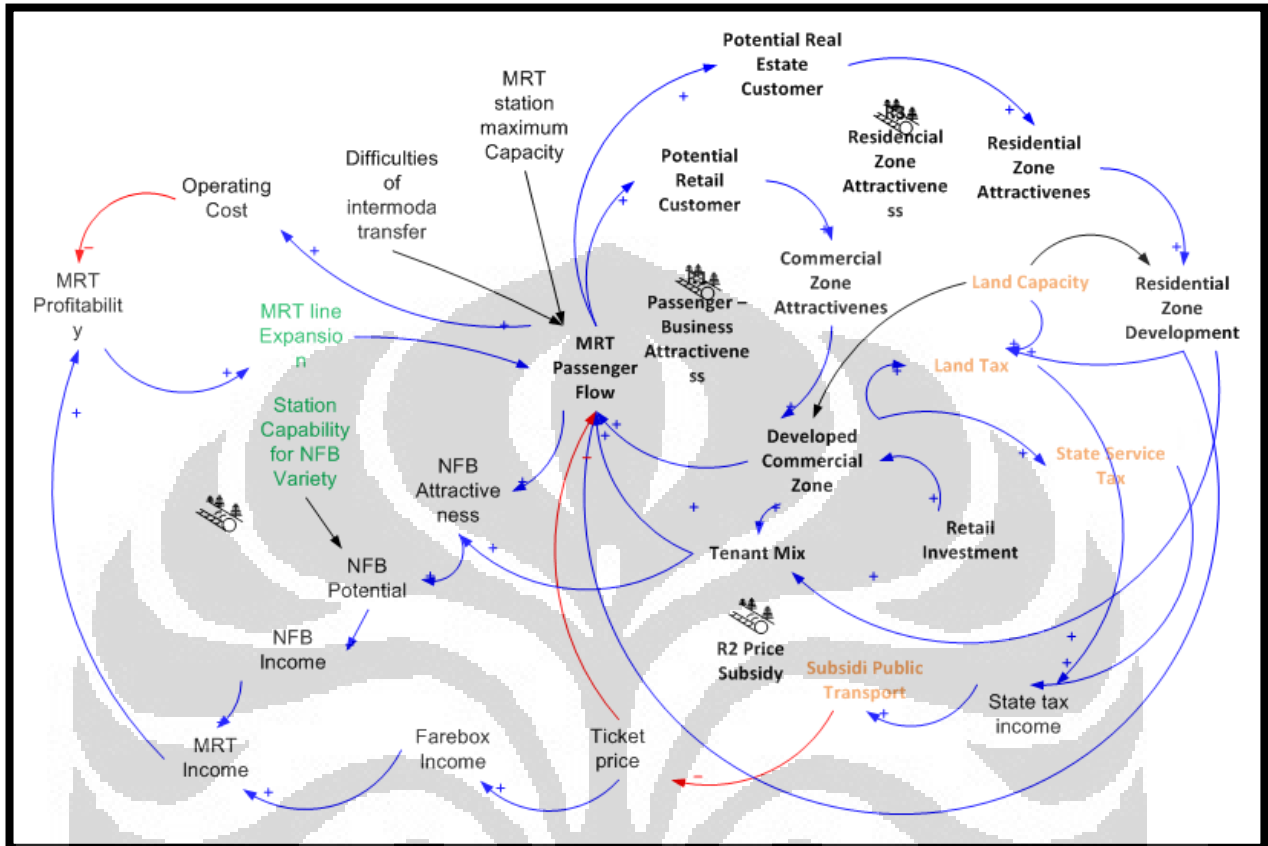
Besaran kontribusi ini terjadi secara terus menerus sampai tercapainya suatu batasan. Batasan tersebut terdapat pada luas area, dan kapasitas dari MRT. Penggunaan area yang terus menerus meluas akan memiliki batasan penggunaannya, begitu juga dengan pertumbuhan penumpang dari MRT akan mencapai suatu titik dimana jumlah penumpang yang dilayani tidak bisa bertambah lagi karena MRT telah mencapai kapasitas Maksimum. Namun terdapat konsep yang menarik pada perkembangan area disekitar stasiun atau yang disebut dengan *Transit Oriented Development (TOD)*, yaitu pertumbuhan area memiliki batasan yang sangat besar, karena ketika suatu area telah terpakai habis, area tersebut akan tetap berkembang namun dengan kepadatan yang bertambah. Bila area tersebut telah mencapai kepadatan yang paling maksimal, area tersebut akan berubah menjadi gedung bertingkat sehingga penambahan area bukan lagi melebar melainkan bertingkat naik ke atas.



Gambar 3-4. Hipotesa dinamis

Berikut adalah ilustrasi hipotesa dinamis yang dikeluarkan oleh model, terlihat bahwa pada semua sektor, pertumbuhan terus terjadi sampai terjadi suatu hambatan yang dikarenakan adanya kapasitas maksimum sehingga pertumbuhan berhenti. Hal yang dapat dilihat dari grafik tersebut adalah bahwa kecuraman pertumbuhan dari area residensial tidaklah securam area komersial. Hal ini menggambarkan bahwa dampak dari stasiun terhadap area residensial tidak memiliki besaran yang lebih kecil bila dibandingkan terhadap area komersial.

3.3. Kerangka Konseptualisasi Model



Gambar 3-5. Causal Loop Diagram bisnis MRT

Permodelan bisnis dari MRT Jakarta dimulai dengan sebuah hipotesis yang ditunjukkan dari causal loop diagram berikut ini. Diagram ini menunjukkan keterkaitan variable variable yang saling mempengaruhi didalam bisnis MRT. Secara garis besar terdapat tiga area yang akan menerima dampak dari keberadaan stasiun MRT. Hal ini ditunjang oleh studi literatur pada jurnal jurnal transportasi yang mengatakan hal serupa.

*As a location becomes **more attractive**, as a result of certain characteristics, **demand increases**. This results in **price increase**. In most cases CBDs are the centres of many activities. Thus closeness to the CBD is considered as an attractive quality that increases property prices (Fejarang 1994).*

*The theory on land prices and settlement indicates that a **higher accessibility of a location leads to a dense settlement**. One way of investigating this assertion is to measure the **premium that residents are willing to pay to remain close to the railway stations**. Naturally, railway stations have an effect on both land value and land use patterns (Ferguson et al, 1988).*

*Grass (1992) indicates that public infrastructure has a profound influence on the pattern of urban development and spatial distribution of **urban property values**. 'The presence of other facilities that increase accessibility like highways, sewer services and other facilities influence the impact area in the same fashion.'*

*Properties close to the investment area also enjoy benefits from transport facility investments. Being close to a transport facility **increases the accessibility of the property** and thus the value of the transport facility is capitalized in the **property value**.*

When we move away from the station, prices decrease. Local peaks occur at the station areas, and the Property Value global peak will be found around the CBD. The number of parking lots in or near the station and the proximity of the railway station to the CBD also increase the impact of the station on property value (Bowes and Ihlanfeldt 2001)

Pada area komersial, akan terdapat ketertarikan pada area yang dekat dengan radius stasiun MRT yang menaikkan nilai dari tanah tersebut, kemudian sering dengan berkembangnya nilai tanah pada daerah tersebut, kegiatan perekonomian juga akan turut berkembang. Akan terdapat gedung gedung besar baik untuk kantor kantor maupun pusat perbelanjaan ditempat dengan akses yang mudah dan nyaman tersebut.

Kedua adalah area residensial, dimana pada tempat yang memiliki akses mudah menuju tempat lainnya dengan jaringan yang luas, tentunya akan sangat menarik bagi developer untuk membangun apartemen maupun hotel pada daerah dekat dengan akses tersebut. Dikatakan juga bahwa dampak dari stasiun MRT ini

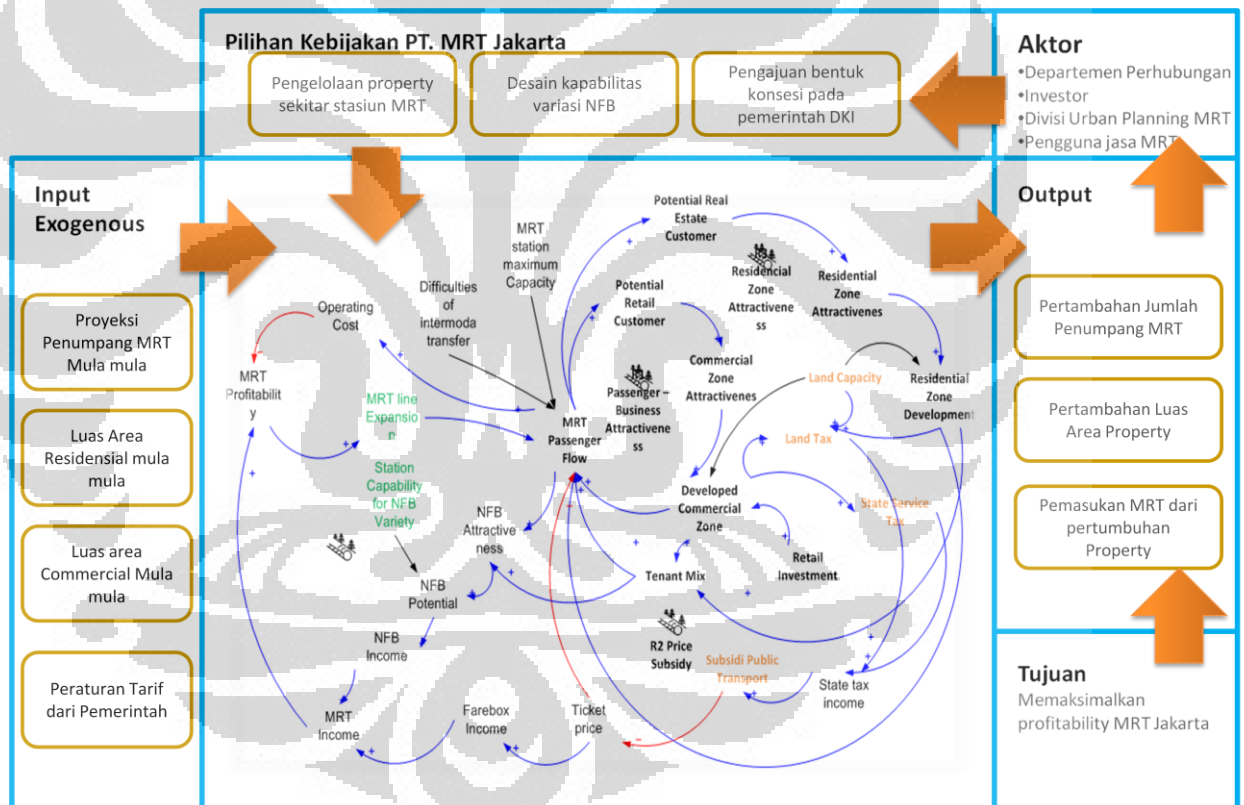
sendiri sangatlah besar pada bisnis pariwisata, karena umumnya turis lebih ingin tinggal ditempat yang memiliki akses transportasi yang mudah.

Area ketiga adalah retail, dimana ketika terdapat aliran penumpang yang sangat deras, tentunya terdapat potensi untuk menjadi tempat berjualan yang menguntungkan. Akan tercipta banyak minimarket maupun retail retail lainnya yang mengambil keuntungan dari banyaknya arus penumpang disekitar stasiun.

Terdapat tiga informasi loop yang ada pada causal loop diagram ini :

- Loop pengaruh MRT terhadap area komersial
- Loop pengaruh MRT terhadap area residensial
- Loop pengaruh MRT terhadap area Residensial

Dengan hipotesa demikian, dibuatlah model yang difokuskan penggunaanya dan tujuannya dalam system diagram.



Gambar 3-6. System Diagram

Model ini dibuat dengan latar belakang masalah bahwa dibutuhkan alat bantu yang mampu memetakan interaksi antara variable yang terkait dalam bisnis MRT, kemudian melakukan "what if analysis" guna mengidentifikasi variable penting yang menunjang bisnis MRT. Maka dari itu User dari model ini adalah

orang yang akan melakukan “what if analysis” tersebut. Aktor tersebut adalah divisi urban planning MRT.

Tujuan dari model adalah menemukan variable variable yang paling berpengaruh dalam memaksimalkan profitabilitas MRT, kemudian mengeksploitasi variable tersebut dan merumuskan strategi perusahaan yang berbasis pada penemuan tersebut. Lebih spesifik, divisi yang ditujukan sebagai user model ini adalah divisi urban planning. Maka temuan dari model ini harus mampu menunjang perancangan desain urban planning yang mampu menunjang profitabilitas MRT.

Pada model, akan terdapat variable yang bisa diubah ubah sebagai skenario untuk melihat dampak yang terjadi. Hal tersebut adalah salah satu instrument pada “what if analysis”. Variable yang menjadi instrument untuk dilakukan perubahan adalah ruang gerak dari MRT untuk turut campur tangan dalam mengubah system ini. Pada situasi ini pilihan kebijakan dari MRT adalah :

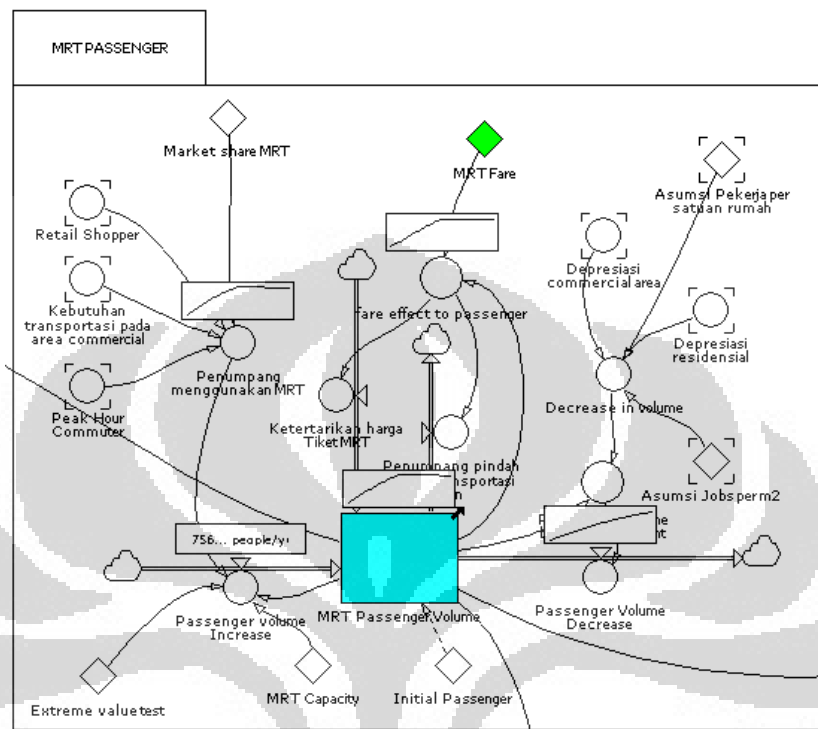
- Pengelolaan property sekitar stasiun MRT
- Desain kapabilitas dan variasi dari Non-FareBox pada stasiun
- Pengajuan bentuk konsesi pada pemerintah DKI terkait kepemilikan asset dan kewajiban pendanaan

Variable eksternal adalah variable yang mempengaruhi model, namun tidak ada yang bisa dilakukan untuk merubah hal tersebut. Beberapa variable tersebut adalah

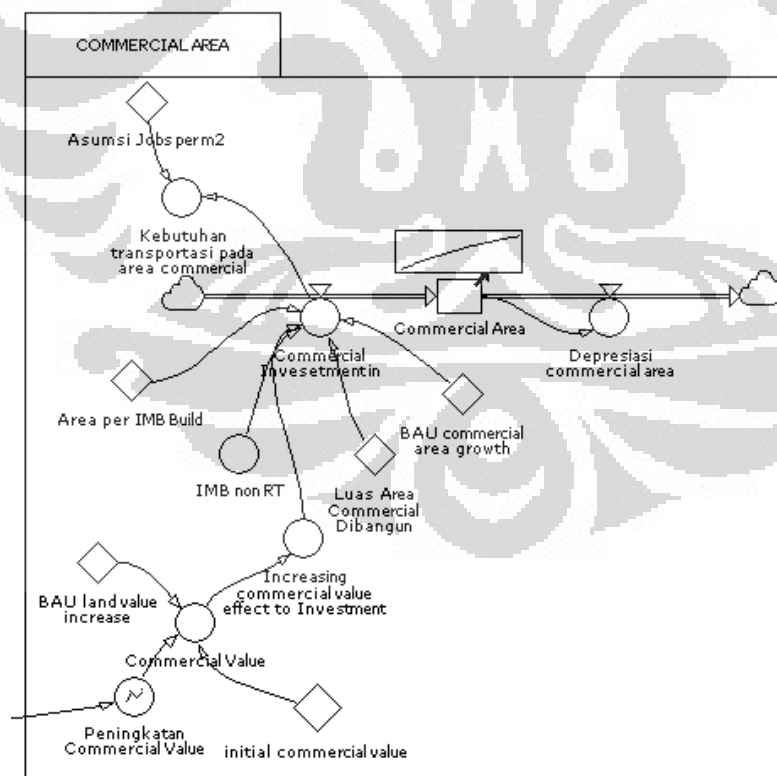
- Proyeksi penumpang mula mula
- Luas area komersial mula mula
- Luas area residensial mula mula
- Peraturan tariff dari pemerintah

3.4. Model

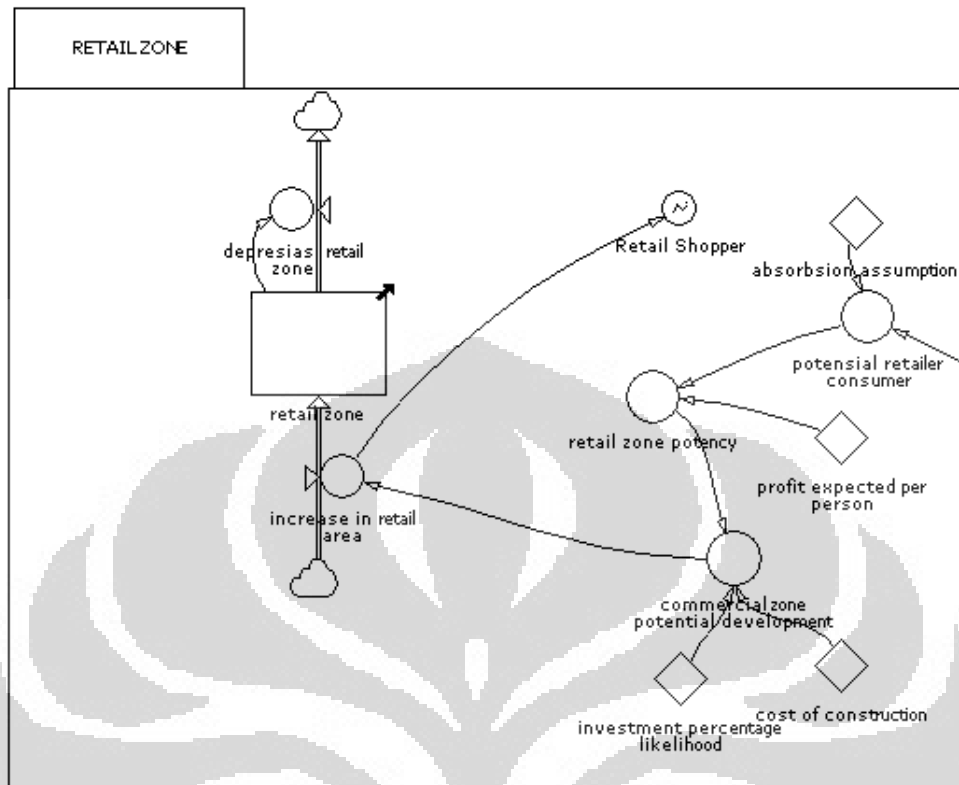
Berikut adalah tampilan dari Stock and Flow diagram dari penelitian ini.



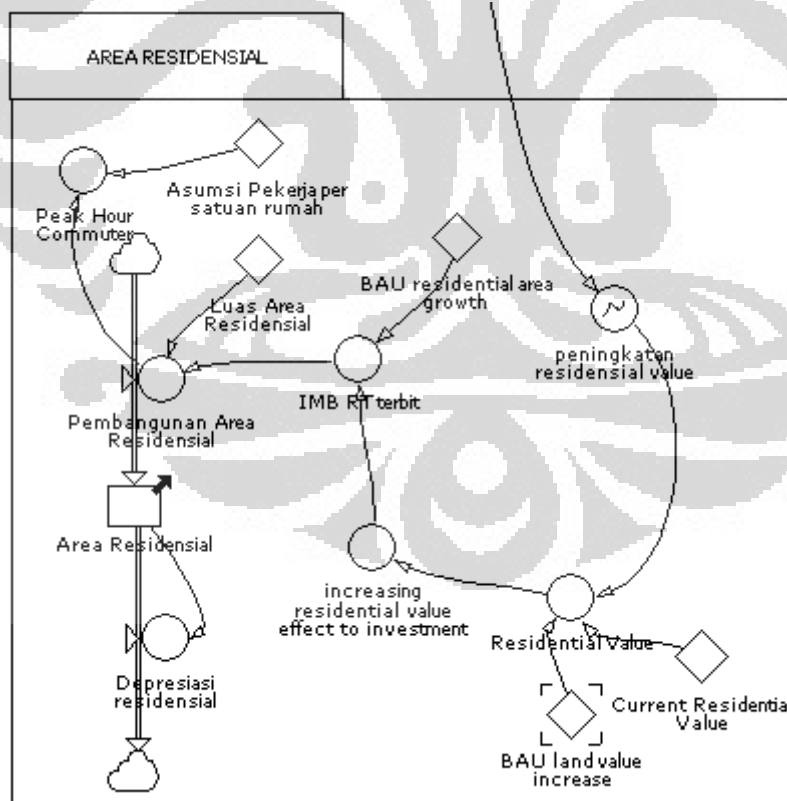
Gambar 3-7. Modul *Passenger Flow*



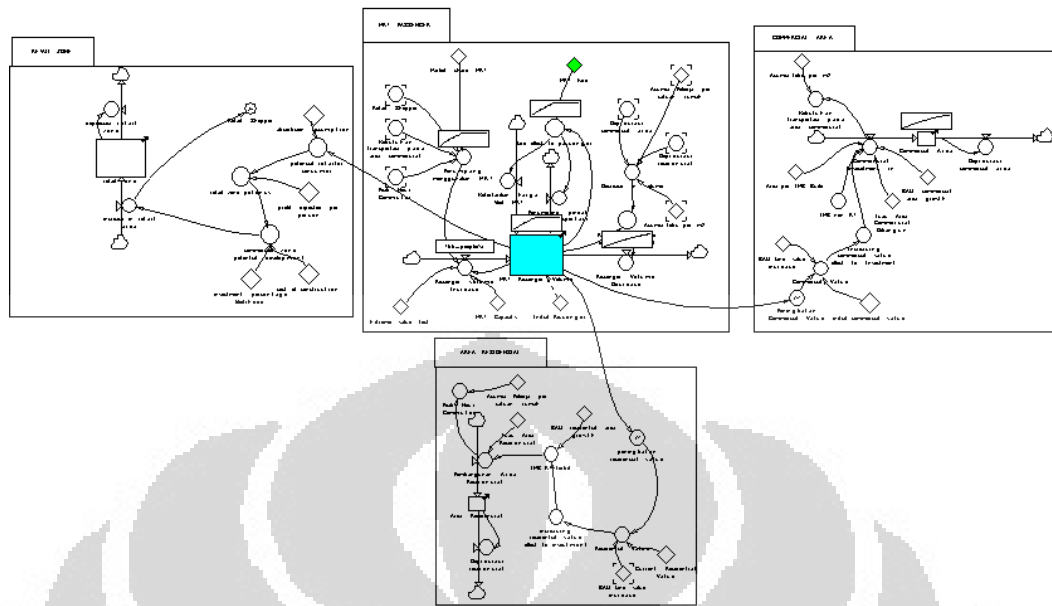
Gambar 3-8. Modul area komersial



Gambar 3-9. Modul area retail

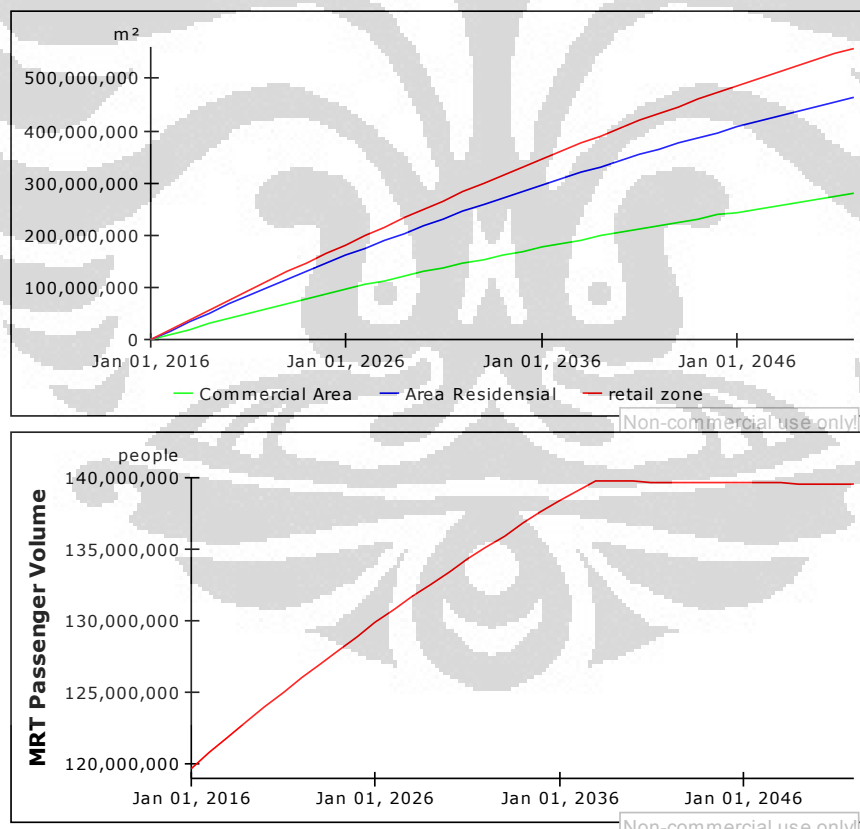


Gambar 3-10. Modul Area Residensial



Gambar 3-11. Bird View dari model SFD

3.5. Output Model model



Gambar 3-12. Grafik Keluaran Model

Berikut adalah output yang dihasilkan dari model. Grafik “behavior over time” ini adalah grafik yang menunjukkan perilaku dari satu variable yang dipengaruhi oleh sistem seiring dengan berjalannya waktu. Yang terjadi pada ketiga grafik ini adalah, terjadi pertumbuhan terus menerus, sampai adanya suatu titik dimana terdapat batas yang menghentikan pertumbuhan.

Tabel 3-5. Hasil keluaran Model SFD

Tahun	retail zone	MRT Passenger Volume	Commercial Area	Area Residensial
2016	0 m ²	119689056 people	0 m ²	0 m ²
2017	19150248.96 m ²	120786563.5 people	10404264.16 m ²	17478629.58 m ²
2018	38093094.14 m ²	121865412.9 people	20628773.86 m ²	34641712.63 m ²
2019	56829698.33 m ²	122925885.5 people	30676642.55 m ²	51494981.62 m ²
2020	75361246.03 m ²	123968256.9 people	40550928.68 m ²	68044063.1 m ²
2021	93688942.21 m ²	124992797.3 people	50254636.65 m ²	84294479.61 m ²
2022	111814010.9 m ²	125999771.8 people	59790717.72 m ²	100251651.7 m ²
2023	129737694.2 m ²	126989440.7 people	69162071 m ²	115920899.5 m ²
2024	147461250.8 m ²	127962061.2 people	78371544.31 m ²	131307445.2 m ²
2025	164985955.6 m ²	128917887.6 people	87421935.18 m ²	146416414.1 m ²
2026	182313098.5 m ²	129857171.4 people	96315991.73 m ²	161252837.1 m ²
2027	199443984 m ²	130780161.4 people	105056413.6 m ²	175821652.4 m ²
2028	216379930.1 m ²	131687103.2 people	113645852.9 m ²	190127706.8 m ²
2029	233122268 m ²	132578239.9 people	122086915.1 m ²	204175758 m ²
2030	249672341.1 m ²	133453811.5 people	130382159.6 m ²	217970476.2 m ²
2031	266031504.1 m ²	134314055.3 people	138534101 m ²	231516445.4 m ²
2032	282201122.8 m ²	135159205.5 people	146545209.8 m ²	244818165.4 m ²
2033	298182573.3 m ²	135989493.6 people	154417912.9 m ²	257880053.2 m ²
2034	313977240.8 m ²	136805148.1 people	162154594.8 m ²	270706444.7 m ²
2035	329586519.6 m ²	137606394.7 people	169757598.2 m ²	283301596.1 m ²
2036	345011812.4 m ²	138393456.3 people	177229224.8 m ²	295669685.6 m ²
2037	360254529.2 m ²	139166552.8 people	184571735.9 m ²	307814814.5 m ²
2038	375316087 m ²	139793937.5 people	191787353.3 m ²	319741009.2 m ²

2039	390176795.3 m ²	139776805.4 people	198874853.5 m ²	331448130.9 m ²
2040	404737548.3 m ²	139759914.3 people	205820161.5 m ²	342920579 m ²
2041	419004383.6 m ²	139743362 people	212626127.3 m ²	354163054.4 m ²
2042	432983233.8 m ²	139727141.9 people	219295546.5 m ²	365180167.2 m ²
2043	446679911.9 m ²	139711247.1 people	225831158.6 m ²	375976434.8 m ²
2044	460100113.1 m ²	139695671.1 people	232235648.2 m ²	386556284.3 m ²
2045	473249418.3 m ²	139680407.7 people	238511645.9 m ²	396924053.9 m ²
2046	486133295.1 m ²	139665450.5 people	244661729.6 m ²	407083994.9 m ²
2047	498757101.3 m ²	139650793.3 people	250688425.6 m ²	417040273.3 m ²
2048	511126086.2 m ²	139636430.2 people	256594209.2 m ²	426796971.8 m ²
2049	523245393.3 m ²	139622355.2 people	262381506.5 m ²	436358091 m ²
2050	535120062.3 m ²	139608562.6 people	268052694.5 m ²	445727551.4 m ²
2051	546755031.1 m ²	139595046.7 people	273610102.6 m ²	454909195.1 m ²
2052	558155137.9 m ²	139581802 people	279056013.8 m ²	463906786.8 m ²

3.6. Validasi Model

Validasi dilakukan untuk menilai apakah suatu model dapat dianggap memberikan gambaran yang benar mengenai sebuah sistem dan hasilnya. Validasi dilakukan melalui beberapa tes seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2.

3.6.1. Kecukupan Batasan

Model ini telah dibuat berdasarkan tujuannya untuk melihat pengaruh dari adanya stasiun MRT terhadap perkembangan area disekitarnya. Batasan-batasan yang ada pada model ini telah dibuat berdasarkan pemetaan variabel yang ada pada sistem diagram yang didapat dari studi terdahulu dari jurnal penelitian urban planning.

3.6.2. Penilaian Struktur

Model yang dibuat sudah memiliki struktur yang relevan dengan sistem dan konsep permasalahan yang ada. Hal ini dapat dilihat dari loop yang terdapat *causal loop diagram* telah ada sepenuhnya pada *stock and flow diagram*. Terdapat tiga *loop* dari kerangka model ini yakni *loop* pengaruh stasiun terhadap

area commercial, loop pengaruh stasiun terhadap area residensial, *loop* pengaruh stasiun terhadap area retail.

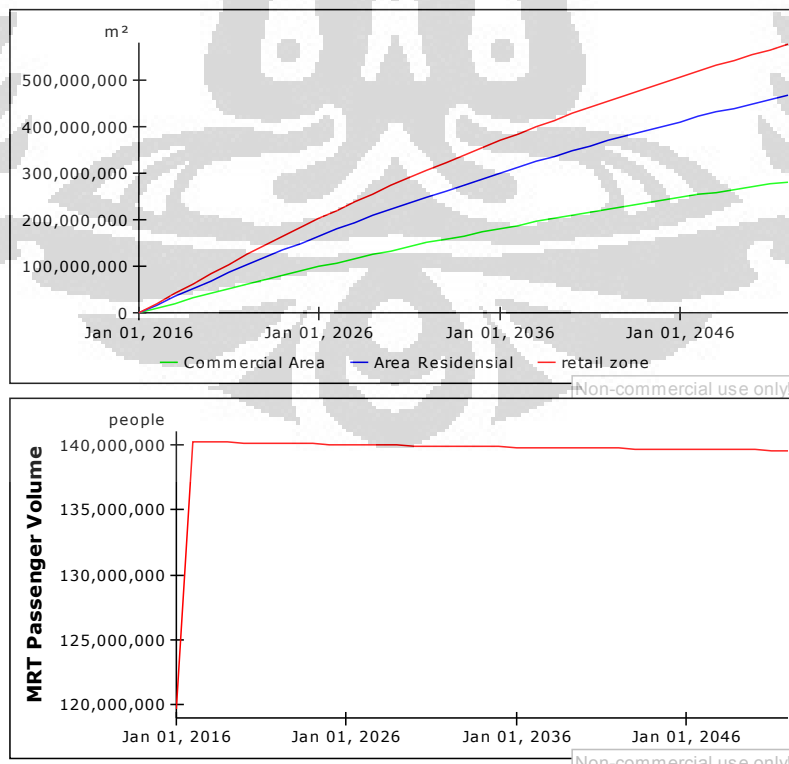
3.6.3. Konsistensi Dimensi

Model ini bekerja pada PowerSim Studio 9, dimana struktur model tidak akan dapat menghasilkan output bila terdapat satuan yang tidak konsisten. Karena model simulasi ini dapat berjalan, maka secara otomatis konsistensi dimensinya telah teruji.

3.6.4. Kondisi Ekstrim

Pengujian kondisi ekstrim ini dilakukan untuk menguji apakah model simulasi benar-benar bekerja sesuai dengan batasan yang telah dibuat dalam *causal loop* yang telah dijelaskan sebelumnya. Dalam hal ini, cara yang dilakukan adalah dengan memberikan input nilai ekstrim pada satu atau beberapa parameter model simulasi yang ada.

Pengujian pada kondisi ekstrim di model ini akan coba dilakukan pada variabel yang menjadi penggerak utama dari model, yakni jumlah penumpang pada stasiun. Pada pengujian ini, diberikan nilai ekstrim pada pertambahannya tiap tahun, dan didapatkan grafik berbentuk demikian

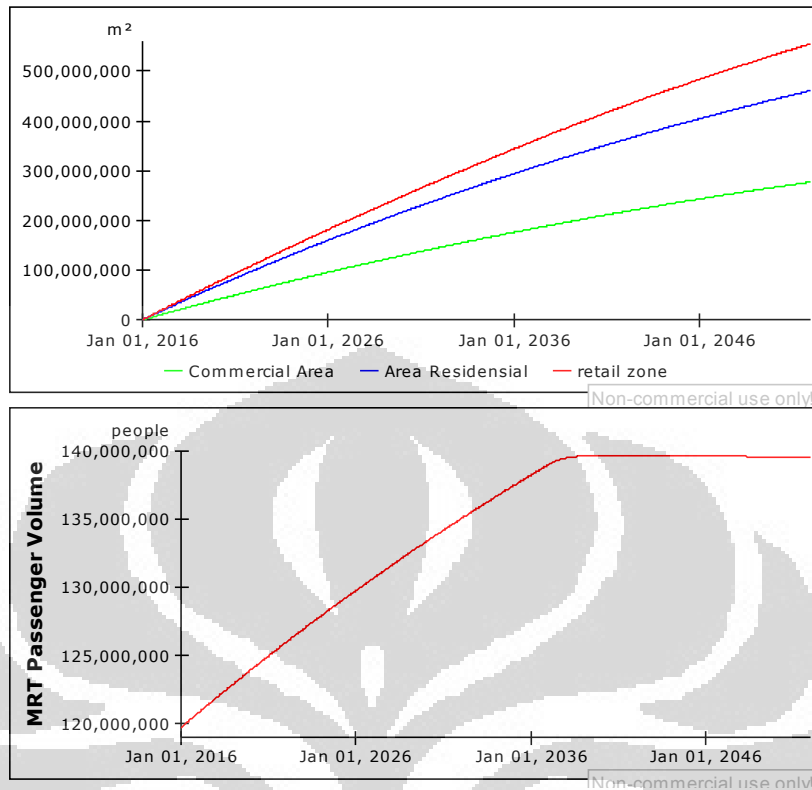


Gambar 3-13. Keluaran model pada kondisi ekstrim

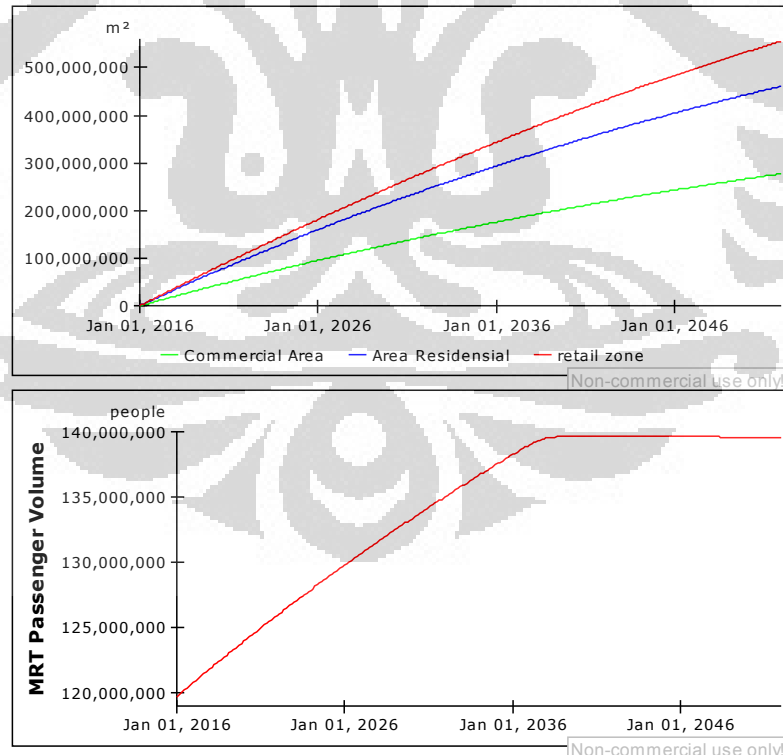
Hal ini telah membuktikan bahwa dengan uji kasus ekstrim, model masih dapat memberikan perilaku membatasi perkembangan model tanpa nilai yang ekstrim pula. Perilaku yang dihasilkan model mencerminkan logika yang seharusnya ada, karena dengan adanya nilai pertambahan ekstrim pada jumlah penumpang, besaran penumpang yang masuk kedalam MRT akan dibatasi oleh kapasitas maksimum yang dapat dilayani MRT.

3.6.5. Error dalam Integrasi

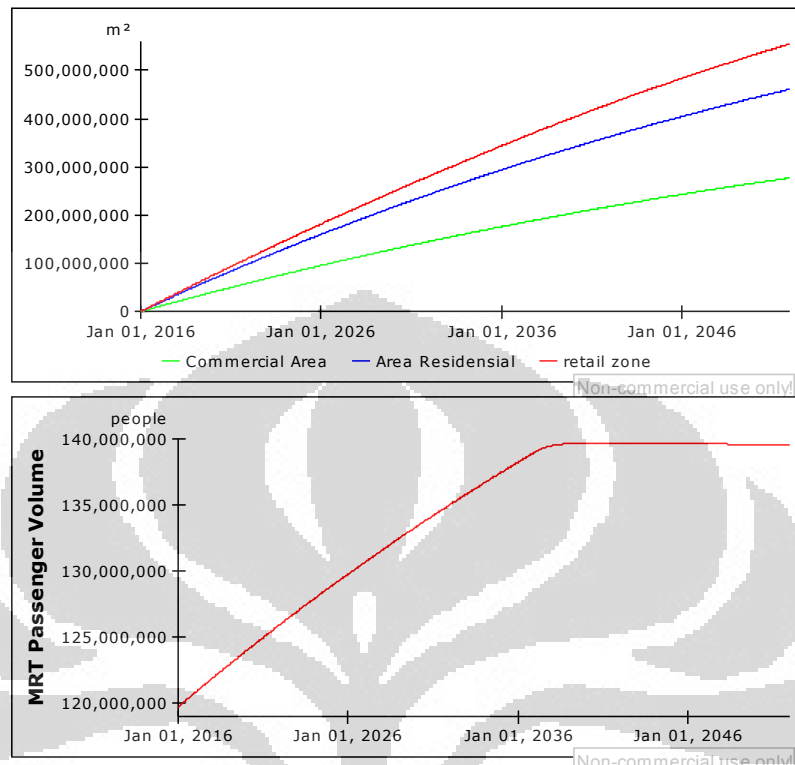
Pengujian ini dilakukan untuk menguji apakah hasil keluaran simulasi sensitif terhadap *time step* yang dipergunakan. Metode yang umum dalam pengujian ini adalah dengan membandingkan hasil simulasi *time step* normal dengan hasil simulasi *time step* setengah dari seharusnya. Sesuai dengan teori sistem dinamis yang dikemukakan Stermann, sebuah simulasi sistem dinamis memiliki nilai yang baik apabila langkah perhitungan yang dilakukan adalah sejumlah $1/8$ dari rentang waktu terkecil yang ingin dipelajari, berawal dari teori tersebut maka model ini secara alami menggunakan langkah perhitungan sebesar 45 hari. Namun untuk melihat kemungkinan kesalahan integrasi yang tinggi maka model diuji dengan menggunakan nilai setengah dari langkah perhitungan alami dan dua kali dari nilai perhitungan alami.



Gambar 3-14. Keluaran Model dengan *time step* 22.5 day



Gambar 3-15. Keluaran Model dengan *time step* 45 Day

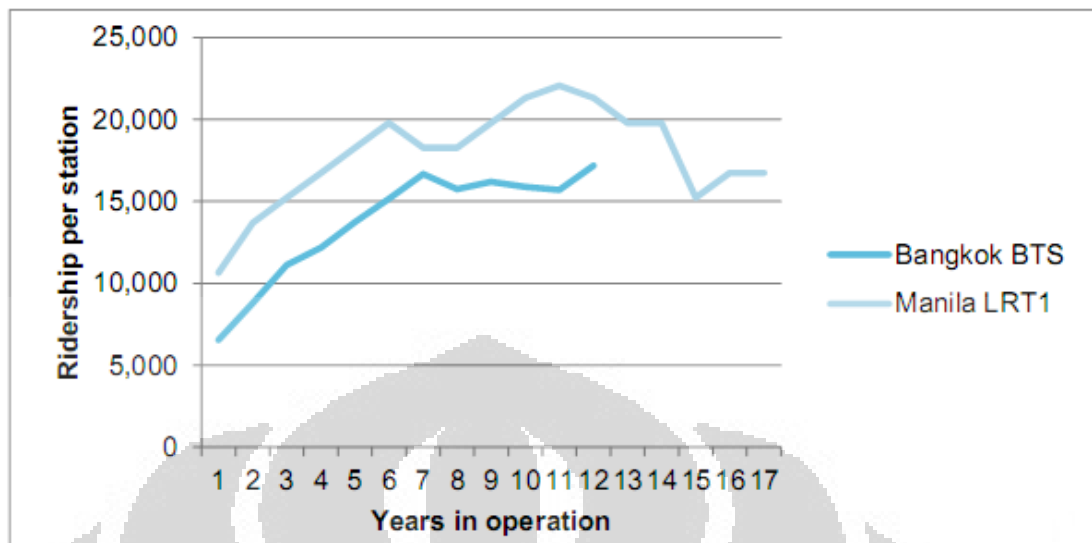


Gambar 3-16 Keluaran Model dengan *time step* 90 day

Terlihat pada ketiga grafik diatas bahwa nilai yang dihasilkan tidak jauh berbeda satu sama lain, ketiganya menunjukkan nilai dan perilaku yang sama sehingga dapat terbukti bahwa perubahan *Time Step* tidak mempengaruhi perhitungan model.

3.6.6. Perbandingan perilaku model dengan dunia nyata

Untuk melihat kebenaran *behavior over time* dari model, maka keluaran dari model dibandingkan dengan data historis yang ada pada praktik bisnis MRT di hongkong. Data dibandingkan untuk melihat apakah terdapat perilaku yang sama dari model pada praktik bisnis terdahulu yang serupa.



Gambar 3-17. Jumlah penumpang pada praktik bisnis MRT di Bangkok dan Manila

Pada praktik bisnis MRT dan Bangkok dan Manila terdapat perilaku yang serupa yakni peningkatan penumpang yang tinggi pada tahun awal pengoperasian, namun lama kelamaan pertumbuhan tersebut akan melambat dan akhirnya mencapai besaran konstan karena mencapai kapasitas maksimum.

Pertumbuhan area residensial, komersial, dan retail disekitar stasiun tidak dapat dibandingkan karena tidak didapatkan kecukupan data dari praktik bisnis Negara lain.

BAB 4 ANALISA

Hasil keluaran dari model baik grafik, struktur model, dan besaran output memberikan informasi penting guna pengambilan keputusan maupun kebijakan. Analisa berikut akan menjadi acuan dari pengambilan keputusan yang bisa dilakukan oleh PT. MRT Jakarta.

4.1. Analisa Output Model

Beberapa hal yang bisa dipelajari dari model ini adalah:

Bisnis MRT merupakan bisnis yang sangat berdampak bagi property sekitarnya, artinya bilamana sebuah stasiun MRT didirikan, akan terjadi perubahan baik fisik maupun image dari tempat tersebut. Hal ini dimodelkan dengan naiknya value dari tanah yang berangsur angsur berkurang pada area yang semakin menjauh dari stasiun MRT

Setiap area baik retail, residensial, maupun komersial memiliki dampak signifikan bagi penambahan volume penumpang MRT, namun terdapat pengaruh yang berbeda beda dari tiap kategori. Untuk memaksimalkan pertumbuhan ini sendiri MRT perlu turut mengembangkan area property disekitarnya untuk mengeksploitasi lebih jauh variable yang paling berdampak saja ketimbang mengembangkan area yang berdampak tidak signifikan terhadap pertumbuhan volume penumpang MRT. Dampak dari adanya stasiun MRT terhadap value dari area retail, residensial dan komersial masing masing adalah 36.75%, 5,97% ,dan 13,85%.

Pada grafik output yang didapatkan dari model, dapat dilihat bahwa pertumbuhan dari volume penumpang, area residensial, komersial, dan retail meningkat terus menerus sampai adanya suatu batasan yang menghentikan pertumbuhan ini. Hal tersebut adalah kapasitas maksimum dari jumlah penumpang yang mampu dilayani oleh MRT. Hal yang terjadi pada kondisi ini adalah MRT yang telah mencapai kapasitas maksimum tidak mampu memberikan lagi penambahan traffic atau arus pergerakan penumpang yang melebihi kapasitasnya, akibatnya attractiveness pada area tersebut pun tidak akan bertambah lagi. Attractiveness

yang konstan tidak memicu adanya pertumbuhan lebih lagi dari apa yang telah ada sehingga loop tersebut kehilangan fungsi reinforcingnya. Hal yang bisa dilakukan dalam keadaan ini adalah membukan jalur baru untuk kembali mendapatkan area baru yang nantinya akan kembali berkembang karena kehadiran stasiun MRT.

Terdapat misi dari MRT sendiri yang menginginkan kehadiran dari MRT untuk mengurangi kemacetan dengan cara konversi pengguna kendaraan pribadi menjadi pengguna MRT. Hal ini tidak akan terjadi bila target market yang dituju adalah segmen menengah keatas. Artinya salah satu elemen yang penting dalam model adalah fasilitas yang membuat pengguna mobil berganti moda transportasi. Salah satu jawaban dari fasilitas tersebut adalah fasilitas “Park and Ride”. Model dapat menjelaskan pertumbuhan area komersial yang akan mencapai titik puncak pada besaran tertentu, hal tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan desain kapasitas gedung parkir untuk kegiatan “park and ride” yang sesuai untuk menampung jumlah mobil yang ada sesuai dengan prediksi demand.

4.2. Penggunaan finansial modeling

Finansial Modeling digunakan pada penelitian ini sebagai pelengkap solusi yang ditawarkan oleh pendekatan sebelumnya, yakni sistem dinamis. Finansial modeling memiliki tiga peran dalam mendukung pendekatan sistem dinamis yaitu :

- Pemetaan peluang pendapatan (tiket dan non tiket)
- Mengkuantifikasikan peluang
- Melakukan analisa terhadap peluang

Untuk pendapatan tiket (farebox income), metode perhitungannya sangat sederhana yakni harga tiket x jumlah penumpang. Sedangkan untuk non tiket (Non Farebox income) Pemetaan peluang dilakukan dengan cara mengambil beberapa variable yang ada pada model sistem dinamis. Dari sekian banyak variable, tentunya terdapat beberapa variable yang mampu untuk memberikan pemasukan bagi MRT. Penggunaan finansial modeling lah yang mampu

melakukan filtrasi terhadap variabel tersebut dan memilih mana yang memang berpengaruh terhadap pemasukan.

Filtrasi dilakukan dengan cara mengumpulkan peluang pemasukan dari MRT berdasarkan praktik bisnis yang serupa. Pengumpulan informasi dan studi banding dengan perusahaan mass rapid moda rel di Negara lain telah dilakukan oleh konsultan sewaan MRTJ yaitu KPMG. Untuk itu penulis tidak perlu melakukan review sendiri untuk mengulang apa yang telah dilakukan KPMG. Beberapa peluang pemasukan adalah :

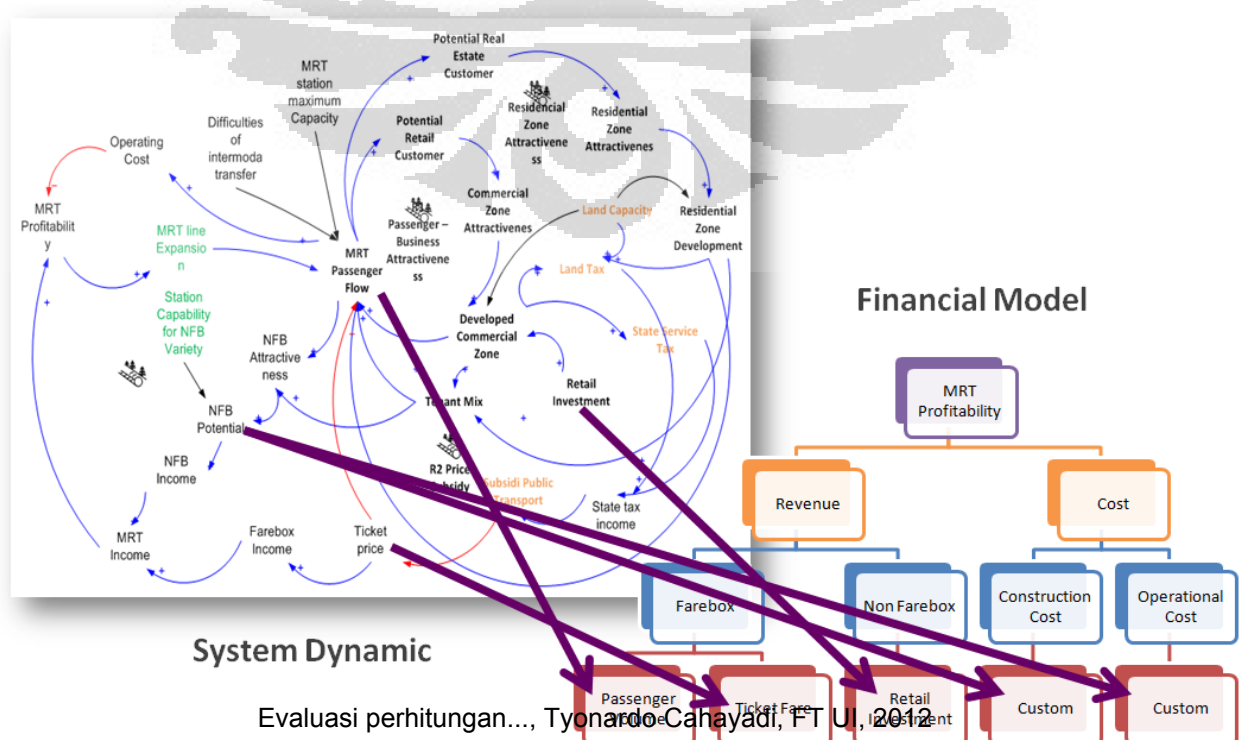
Sewa ritel di stasiun

Reklame dan iklan

- *Park and ride*
- Layanan taksi dan bus
- Jasa konsultasi dan *engineering*
- Telekomunikasi
- Investasi
- Peluang lainnya; dan
- Pengembangan property

4.2.1. Koneksi Sistem dinamis menuju model finansial

Berikut adalah penyesuaian struktur system dinamis dalam bentuk causal loop diagram dan finansial model dalam bentuk cost structure tree. Maka sistem dinamis akan memberikan input bagi model finansial seperti yang terlihat pada gambar berikut



Gambar 4-1. Koneksi Platform System dinamis menuju Model Finansial

Maka dengan pemetaan seperti ini, variable yang terkait dengan model system dinamis yang dibuat adalah seperti pada table berikut

Tabel 4-1. Jenis pendapatan dan variable yang mempengaruhi

Jenis Pendapatan NFB	Variable pada Model Sistem Dinamis
Sewa ritel di stasiun	Land Value
Reklame dan iklan	Passenger Volume, Land Value
<i>Park and ride</i>	Passenger Volume
Layanan taksi dan bus	-
Jasa konsultasi dan <i>engineering</i>	-
Telekomunikasi	Luas area komersial
Pengembangan property	Land Value, Passenger flow, Luas area komersial, luas area retail
Investasi	-

Mengkuantifikasikan peluang dari pendapatan dilakukan dengan cara mengambil beberapa variable dari sistem dinamis dan memasukan beberapa asumsi untuk mendapatkan satuan yang sama yakni rupiah. Beberapa asumsi tersebut adalah seperti yang tertulis pada table berikut.

Tabel 4-2. Asumsi pada pendapatan *Park and Ride*

Deskripsi	Asumsi	Landasan Asumsi
Kapasitas <i>Park and ride</i> pada tahun dasar	5.376 mobil	area yang tersedia: 48.000 m2 ruang yang diperlukan untuk setiap mobil: 2,5*5 ruang yang dapat digunakan: 70%
Pemanfaatan	75% pada tahun	Berdasarkan estimasi

ruang (%) untuk <i>park and ride</i>	pertama dan meningkat sebesar 10% setiap tahunnya	
Durasi rata-rata parkir di <i>park and ride</i>	8 jam	dengan asumsi bahwa fasilitas <i>park and ride</i> akan digunakan oleh penumpang yang bekerja/pegawai
Tarif parkir (IDR) / jam	IDR 2.000	dengan asumsi bahwa tarif parkir di fasilitas <i>park and ride</i> akan lebih murah dibandingkan dengan tarif pasar agar terciptanya insentif untuk memarkirkan kendaraan di fasilitas <i>park and ride</i>

Tabel 4-3. Asumsi pendapatan dari penyewaan saluran alat telekomunikasi dalam terowongan

Deskripsi	Asumsi	Landasan Asumsi
# Sub-saluran per saluran untuk pendapatan sewa telekomunikasi dalam terowongan	5	Asumsi ini dibuat berdasarkan praktik industry standar, yaitu 1 saluran terdiri dari 5 sub saluran; 4 untuk saluran selular dan 1 untuk saluran ISP
Harga sewa IDR / sub-saluran / stasiun / bulan	Rp. 8.333.333	Berdasarkan tolak ukur regional dan indeks harga konsumen yang disesuaikan menjadi sekitar IDR 100 juta per perusahaan untuk setiap stasiun.

Tabel 4-4. Asumsi pendapatan dari penyewaan saluran alat telekomunikasi di stasiun

Deskripsi	Asumsi	Landasan Asumsi
-----------	--------	-----------------

Kapasitas yang disewakan per stasiun	10	Total 5 perusahaan telekomunikasi, 1 ditingkat concourse dan 1 di koridor untuk setiap perusahaan
Harga sewa IDR / kapasitas / bulan	Rp. 1.250.000	Standar harga sewa gedung IDR 15 juta per tahun per kapasitas

Tabel 4-5. Asumsi pendapatan dari Penyewaan kios

Deskripsi	Asumsi	Landasan Asumsi
Ruang yang tersedia di stasiun (IDR/m ² /bulan)	26,4 – 104,65 m ²	Perkiraan berdasarkan desain stasiun
Harga sewa kios di stasiun kecil (IDR/m ² /bulan)	300.000	Berdasarkan JLL's survey 2009, harga sewa komersial di TB simatupang
Harga sewa kios di stasiun Sedang (IDR/m ² /bulan)	350.000	Berdasarkan JLL's survey 2009, harga sewa komersial di Blook M / Fatmawati
Harga sewa kios di stasiun Besar	600.000	Berdasarkan JLL's survey 2009, harga sewa komersial di Sudirman

Tabel 4-6. Asumsi pendapatan dari periklanan

Deskripsi	Asumsi	Landasan Asumsi
Ruang yang tersedia untuk periklanan di stasiun kecil (m ²)	290	Berdasarkan advertisement space opportunity (minimum effort assumption) yang disediakan oleh MRTJ : 20 (concourse) + 0 (Platform) + 30 (Ceiling) + 240 (Outside) = 290 m ²
Ruang yang tersedia untuk periklanan di stasiun stasiun menengah (m ²)	32	Berdasarkan advertisement space opportunity (minimum effort assumption) yang disediakan oleh

		MRTJ (underground station): 12 (concourse) + 20 (Platform) + 0 (Ceiling) + 0 (Outside) = 32 m ²
Ruang yang tersedia untuk periklanan di stasiun stasiun besar (m ²)	290	Berdasarkan advertisement space opportunity (minimum effort assumption) yang disediakan oleh MRTJ (elevated station): 20 (concourse) + 0 (Platform) + 30 (Ceiling) + 240 (Outside) = 290 m ²
Ruang yang tersedia untuk periklanan di kereta / rolling stock (m ²)	48.6	Berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, ruang untuk periklanan yang tersedia adalah 3.6 (inside) + 45 (outside) = 48.6 m ² untuk setiap kereta/rolling stock
Ruang yang tersedia untuk periklanan di koridor (m ²)	910	# of ads = # of piers in the elevated section = (9,100m (elevated section) / 40m (distance between pier) x 2 (two sides)) = 455 ads Ads size = 1m x 2m
% iklan standard dan premium di stasiun kecil	standar = 17,24%, premium = 82,76%	berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, % ruang yang tersedia untuk periklanan standar = (20 +30)/(20+30+240) = 17,24%
% iklan standard dan premium di stasiun besar	standar = 17,24%, premium = 82,76%	berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, % ruang yang tersedia untuk periklanan standar = (20 +30)/(20+30+240) = 17,24%

premium di stasiun menengah	37,5%, premium = 63,5%	Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, % ruang yang tersedia untuk periklanan standar $= 12/(12+20) = 37,5\%$
% iklan standard dan premium di stasiun besar	standar = 17,24%, premium = 82,76%	berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, % ruang yang tersedia untuk periklanan standar $= (20 + 30)/(20+30+240) = 17,24\%$
% iklan standard dan premium pada kereta	standar = 7,4%, premium = 92,6%	berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, % ruang yang tersedia untuk periklanan standar $= 3,6/(3,6+45) = 7,4\%$
% iklan standard dan premium sepanjang koridor	standar = 100%, premium = n/a	Asumsi semua ruang yang tersedia untuk periklanan adalah sama
Jumlah kereta/rolling stock	96	6 kereta dengan 16 bundel tiap kereta
Jumlah iklan sepanjang koridor fase I (unit)	455	# iklan = # tiang pada elevated section = $(9.100m \text{ (elevated section)} / 40m \text{ (distance between pier)} \times 2 \text{ (twosides)}) = 455 \text{ ads}$
Tarif rata rata untuk pemasangan iklan standar	16.250.000	Berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort

per m ² di stasiun stasiun kecil (IDR/m ² /periode)		Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, tarif iklan standar adalah sebesar 32500000/2 = 16250000
Tarif rata rata untuk pemasangan iklan standar per m ² di stasiun stasiun menengah (IDR/m ² /periode)	25.000.000	Berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, tarif iklan standar adalah sebesar 50000000/2 = 25000000
Tarif rata rata untuk pemasangan iklan standar per m ² di stasiun stasiun besar (IDR/m ² /periode)	16.250.000	Berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, tarif iklan standar adalah sebesar 32500000/2 = 16250000
Tarif rata rata untuk pemasangan iklan standar per m ² di dalam kereta / rolling stocks (IDR/m ² /periode)	16.250.000	Berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, tarif iklan standar adalah sebesar 3250000/0.2 = 16250000
Tarif rata rata untuk pemasangan iklan standar per m ² sepanjang koridor (IDR/m ² /periode) ²	8.112.500	Biaya per iklan: Rp.32.500.000
Tarif rata rata untuk pemasangan iklan premium per m ² di stasiun stasiun kecil (IDR/m ² /periode)	12.500.000	Berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, tarif iklan premium adalah sebesar 750000000/60 = 12500000

Tarif rata rata untuk pemasangan iklan premium per m ² di stasiun menengah (IDR/m ² /periode)	25.000.000	Berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, tarif iklan premium adalah sebesar $50000000/2 = 25000000$
Tarif rata rata untuk pemasangan iklan premium per m ² di stasiun besar (IDR/m ² /periode) ²	12.500.000	Berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, tarif iklan premium adalah sebesar $750000000/60 = 12500000$
Tarif rata-rata untuk pemasangan iklan premium per m ² di dalam kereta/rolling stocks (IDR/m ² /periode)	11.111.111	Berdasarkan Advertisement Space Opportunity (Minimum Effort Assumption) yang disediakan oleh MRTJ, tarif iklan premium adalah sebesar $250000000/22.5 = 11111111$

Tabel 4-7. Asumsi pendapatan dari *Bus Feeder*

Deskripsi	Asumsi	Landasan Teori
Jumlah bus pada saat pertama kali beroperasi	37	Berdasarkan perkiraan yang disediakan oleh MRTJ, bus feeder akan melayani rute berikut: Haji Nawi – Pondok Indah (6 bus), Blok A – Kemang (7bus), Blok M – Gandaria (8bus), SCBD (5bus), Behnil – Ambas (11 bus)
Kapasitas rata rata bus (jumlah penumpang/bus)	32	Bus pengangkut penumpang pada umumnya memiliki kapasitas sebanyak 24 kursi dan tempat berdiri untuk 8

		orang
CAPEX untuk bus (IDR/bus)	500.000.000	Harga retail bus Hyundai yang berukuran menengah / sedang
% jumlah penumpang yang akan memanfaatkan jasa layanan bus feeder pada tahun 1	1%	Berdasarkan asumsi awal KPMG
% jumlah penumpang yang akan memanfaatkan jasa layanan bus feeder pada tahun 2	3%	Berdasarkan asumsi awal KPMG
% jumlah penumpang yang akan memanfaatkan jasa layanan bus feeder pada tahun 3	5%	Berdasarkan asumsi awal KPMG
% jumlah penumpang yang akan memanfaatkan jasa layanan bus feeder pada tahun 4	7%	Berdasarkan asumsi awal KPMG
% jumlah penumpang yang akan memanfaatkan jasa layanan bus feeder pada tahun 5	10%	Berdasarkan asumsi awal KPMG
Tarif Bus Feeder (IDR/perjalanan)	2.500	50% dari TARIF patas ac (idr 5.000) agar penumpang tertarik untuk

		menggunakan layanan feeder
--	--	----------------------------

4.2.2. Output Model Finansial

Maka dengan menggunakan finansial modeling, didapatkan hasil pendapatan demikian

Tabel 4-8. Kalkulasi pendapatan *Non-Farebox*

Park and ride				
tariff x duration x available park x utilisation				
Tariff (Rp)	Duration (hour)	Available parking space (20station unit/year)	utilisation	
2000	8	76800	75%	
\$				
921,600,000				
Sewa Retail di stasiun				
capacity x rent price				
Capacity (m2)	Kiosk size	Rent price per month	Number of station	
80	3.75	350,000	20	
1,792,000,000				
Telecommunication / duct rental				
(luas area commercial * asumsi pemakaian * tariff) / (luas lantai * jumlah lantai)				
Luas area Commercial	Luas lantai (m2)	Rata rata jumlah lantai	asumsi pemakai jasa	tariff (Rp)
190,762,727	30,000	15	80%	8,300,000
				0

2,814,810,023				
Station Connectivity				
From KPMG				
Luas area Commercial	Luas lantai (m2)	Rata rata jumlah lantai	asumsi pemakai jasa	tariff per year per building (Rp)
190,762,727	30,000	15	100%	6,875,000
2,914,430,559				
Advertising				
From KPMG (Rp / Year)				
13,500,034,512,241.10				
Bus feeder				
From KPMG (Rp / year)				
1,037,908,825.85				

Bersaran dari tiap variable terhadap pemasukan dari MRT keseluruhan adalah

Tabel 4-9. Peranan jenis jenis terhadap pemasukan keseluruhan

Jenis Pemasukan	Besar Pemasukan	peranan pada pemasukan
Farebox	Rp 2,905,132,398,143	89.77%
Sewa ritel di stasiun	Rp1,792,000,000	0.06%

Reklame dan iklan	Rp321,429,393,149	9.93%
<i>Park and ride</i>	Rp921,600,000	0.03%
Layanan taksi dan bus	Rp1,037,908,826	0.03%
Jasa konsultasi dan <i>engineering</i>	N/A	-
Telekomunikasi	Rp2,814,810,023	0.09%
Pengembangan property	Rp2,914,430,559	0.09%
Investasi	N/A	-
TOTAL	Rp 3,236,042,540,700	

Dari table berikut dapat dilihat bahwa variable yang paling berpengaruh terhadap pemasukan masih merupakan farebox dengan persentasi sebesar 89.77%.

Tabel 4-10. Perbandingan *Revenue* dan *Cost Operational* MRT Jakarta

<i>Revenue</i>	
<i>Farebox Revenue on Low Demand</i>	Rp 2,905,132,398,143.36
<i>Farebox Revenue on high demand</i>	Rp 3,700,283,570,051.92
<i>total Non farebox</i>	Rp 330,910,142,556.30
<i>Operating Costs</i>	
<i>Staff</i>	Rp (1,020,866,761,958.23)
<i>Energy</i>	Rp (602,714,894,160.11)
<i>Maintenance / spares</i>	Rp (1,374,478,570,004.68)
<i>Other</i>	Rp (22,257,344,068.68)

<i>Shadow operator cost</i>	Rp	(28,338,050,123.22)
<i>TOTAL OPERATING COST</i>	Rp	(3,048,655,620,314.93)
<i>Farebox Low Demand + Operational Cost</i>	Rp	(143,523,222,172)

Dari hasil perbandingan ini, dapat dilihat bahwa meskipun penunjang pemasukan utama MRT adalah dari tiket penjualan jasa, namun biaya operasional tidak dapat tertutupi hanya dari pendapatan ini saja. Ketika permintaan menurun, pemasukan akan mengalami penurunan juga, namun biaya operasional tidak berubah. Hal ini terjadi karena standar yang ditetapkan oleh MRT bahwa setiap 15 menit harus terdapat kereta yang lewat, dengan standar *fix* seperti ini, tentunya biaya operasional tidak akan mengalami perubahan. Sehingga dapat dilihat bahwa elemen pemasukan lainnya dari MRT tidak bisa diabaikan dan harus terus di gali lagi potensi yang masih bisa didapat agar MRT Jakarta memperoleh kondisi Operasional yang berkelanjutan.

Terdapat beberapa kunci dari pemahaman yang dapat disajikan oleh penelitian ini dengan menggunakan model sistem dinamis sebagai exploratory modeling. Pertama adalah pemaman bahwa industri MRT bukanlah industry yang mampu berdiri sendiri untuk dapat sukses membiayai dirinya sendiri. MRT secara mutlak harus disertai dengan pengelolaan property untuk dapat menuju sustainable operation, pengecualian bila pemerintah memilih untuk mensubsidi MRT berapapun biaya yang diajukan. Hal ini dapat disimpulkan demikian karena melihat variable yang berpengaruh terhadap pemasukan dari MRT, sebagian besar pemasukan MRT disokong oleh pengelolaan bisnis property. Untuk itu perlu ada kegiatan pengajuan revisi akan kontrak konsesi untuk merubah ikatan yang ada pada perda nomor 3 tahun 2008. bahwa MRTJ diizinkan untuk mengoperasikan usaha perkeretaapian dan manajemen stasiun. Namun, jangkauan hak yang diberikan akan perlu untuk ditetapkan lebih lanjut.

4.3. Peraturan yang membatasi pendapatan

Berikutnya adalah fakta bahwa pemasukan dari MRT sangat dipengaruhi oleh kontrak kesepakatan antara pemerintah DKI dan perusahaan MRTJ. Berikut jenis jenis pemasukan dan peraturan yang mengaturnya.

Tabel 4-11. Variable pendapatan dan *constraint* yang terdapat dari peraturan pemerintah

Jenis Pendapatan NFB	Peraturan pemerintah
Sewa ritel di stasiun	<p>Peraturan Menteri Perhubungan No. 33 tahun 2011 tentang Jenis, Kelas dan Kegiatan di Stasiun Kereta Api. Diatur dalam peraturan tersebut bahwa penyediaan kegiatan usaha pendukung dapat dioperasikan oleh operator kereta api sendiri atau oleh pihak ketiga.</p> <p>Peraturan Menteri Perhubungan No. 29 tahun 2011 tentang persyaratan teknis bangunan stasiun kereta api menyatakan bahwa bangunan stasiun dapat termasuk toko/ kios, restoran, ruang perkantoran, parkir, hotel dan ruang lainnya yang disediakan untuk kegiatan pendukung</p>
Reklame dan iklan	<p>Di Jakarta, kebijakan mengenai reklame diatur dalam Peraturan Daerah No. 7 tahun 2004 yang menjelaskan tentang jenis dan desain reklame, lokasi, perizinan dan sanksi. Pihak yang menggunakan ruang pengiklanan dikenakan pajak reklame sebesar 25% dan biaya tertentu yang diatur oleh Surat Keputusan Gubernur DKI</p> <p>Perhitungan untuk pajak reklame biasanya dilakukan berdasarkan ukuran reklame tersebut dan diatur dalam Peraturan Daerah No. 2 tahun 2004 tentang Pajak Reklame</p> <p>Pembagian pendapatan iklan masih memerlukan kesepakatan antara DKI dan MRTJ. Dengan</p>

	mengacu pada Peraturan Daerah No. 7 tahun 2004, pendapatan iklan yang didapat dari reklame di wilayah publik merupakan hak istimewa Pemerintah Daerah DKI dan akan dianggap sebagai Pendapatan Asli Daerah (PAD)
<i>Park and ride</i>	tarif parkir harus mengikuti peraturan yang ditetapkan oleh gubernur melalui Surat Keputusan Gubernur No. 48 tahun 2004, sebesar IDR 2.000/jam untuk mobil
Layanan taksi dan bus	Peraturan yang mempengaruhi adalah peraturan akan kepemilikan stasiun dan hak untuk mengoperasikan stasiun. Dengan persetujuan dari pemerintah, transit operator dapat memonopoli area stasiun dan hanya memperbolehkan taksi dan bus yang dioperasikan oleh mereka sendiri untuk mendapatkan akses langsung yang paling dekat dengan pintu masuk
Jasa konsultasi dan <i>engineering</i>	-
Telekomunikasi	-
Pengembangan property	-
Investasi	-

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- Dengan menggunakan platform sistem dinamis, interaksi antar variable dapat dipetakan sesuai dengan hipotesis awal yakni perkembangan area property, retail dan residensial akan saling mempengaruhi volume penumpang MRT seiring dengan berjalannya waktu.
- Dengan membaca pola pertumbuhan tiap variable, pengguna model pun dapat memahami variable mana yang akan menjadi pembatas profit, variable mana yang akan menunjang pemasukan, dan variable mana yang memiliki signifikansi rendah terhadap profitability MRT.
- Model ini dapat digunakan sebagai media *exploratory* atau alat bantu pemahaman akan akan variable bisnis yang terkait dengan bisnis MRT. Beberapa pemahaman penting yang didapat dari model adalah :
 - a) Bisnis MRT akan kesulitan mendapatkan keuntungan bila hanya mengandalkan pemasukan dari Tiket
 - b) Dibutuhkan pemasukan alternative untuk mendapatkan kondisi *sustainable operational*, dan hasil dari model mampu untuk menjelaskan variable mana yang akan memberikan pemasukan terbesar bagi kelangsungan bisnis MRT.
- Model ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam policy making. Beberapa pengambilan keputusan yang diambil oleh MRT adalah
 - a) Mengajukan kontrak kepemilikan asset, asset seperti stasiun, *rolling stock*, perlu untuk dimiliki MRT sendiri. Karena pada beberapa pemasukan NFB seperti penyediaan bus dan taxi hanya bisa dilakukan bila stasiun dimiliki sendiri oleh MRT, kemudian bila asset rolling stock dimiliki oleh MRT, maka pendapatan advertising pada kereta pun akan menjadi milik MRT.
 - b) Mengajukan hak mengelola property. Pada pemasukan NFB, sangat banyak pemasukan yang bisa diraih dengan syarat MRT memiliki hak untuk mengelola bukan hanya stasiun, melainkan property disekitarnya, seperti pemasukan dari tariff tersedianya interkoneksi bagi pejalan kaki antara stasiun dengan gedung gedung disekitarnya dan biaya sewa tanah untuk area retail sekitar stasiun.

- c) Desain stasiun merupakan keputusan yang sangat menentukan kemampuan menyerap pemasukan NFB. Seperti yang terdapat pada pemasukan advertising, rancangan untuk advertising sangatlah penting dalam menunjang pemasukan. Lebih detail akan rancangan yang perlu diatur terdapat pada table asumsi pada bab 4.

Saran untuk penelitian kedepannya adalah:

- Model yang dibuat dapat ditambah kompleksitasnya sehingga mampu mengeluarkan angka initial ridership, karena untuk mendapatkan initial ridership model ini masih bergantung dari perhitungan luar yang asumsinya masih belum bisa dipertahankan.
- Model dapat memasukan komponen segmentasi penumpang penggunaan kendaraan public untuk dapat mengetahui keberhasilan dari konversi pengguna kendaraan pribadi menjadi pengguna kendaraan umum.
- Integrasi model yang ada dengan model konversi kendaraan pribadi menuju kendaraan umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Debrezion, G., Pels, E., & Rietveld, P. (2007). The Impact of Railway Station on Residential and Commercial Property Value: A Meta-analysis. *Journal of Real Estate Finance Economy* .
- Debrezion, G., Pels, E., & Rietveld, P. (2004). The Impact of Railway Stations on Residential and Commercial Property Value. *Tinbergen Institute Paper* .
- Government, J. L. (2004). *The Study on the Integrated Transportation Master Plan (SITRAMP Phase 1 and 2)*. Jakarta.
- IP-536, E. C. (2005). *Engineering Services for Jakarta Mass Rapid Transit system Project*.
- Karanikolas, N., & Anastasiadou, E. (2012). The Effect of Location of Metro Stations on Real Estate Values of Commercial Properties. A Case Study of Thessaloniki, Grece. *Journal Of Economics and Engineering* .
- KPMG. (2012). *Jakarta Mass Rapid Transit Advisory Services, Financial and Commercial Report*. Jakarta.