

# PENDEKATAN SISTEM DINAMIK PADA PERTUMBUHAN SEKTOR TRANSPORTASI BERDASARKAN PERHITUNGAN INVESTASI PEMBANGUNAN SURABAYA MASS RAPID TRANSIT (SMART)

Muhammad Caesario Baruza, Udisubakti Ciptomulyono

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

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail:* caesariobaruza@gmail.com

*Kemacetan merupakan suatu permasalahan yang sudah umum terjadi di kota-kota besar seperti Surabaya. Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta dengan rata-rata laju peningkatan penduduk setiap tahunnya sebesar 2%. Pertambahan jumlah penduduk di Surabaya berbanding lurus dengan jumlah kendaraan pribadi yang beroperasi di Surabaya. Pertambahan pengguna kendaraan pribadi yang terus meningkat setiap tahunnya menyebabkan kepadatan dan kemacetan terus meningkat. Salah satu solusi yang dirumuskan oleh Pemerintah Kota Surabaya dalam mengurangi kemacetan tersebut adalah dengan melakukan investasi terhadap proyek urban transit dengan nama Surabaya Mass Rapid Transit (SMART) yang terdiri dari proyek monorail dan tram. Selain dari pengurangan tingkat kemacetan di Surabaya, SMART diharapkan juga mampu mengurangi tingkat polusi dan mengembangkan pertumbuhan ekonomi di Surabaya. Dalam merealisasikan proyek tersebut, pemerintah mengeluarkan dana yang tidak sedikit untuk melakukan perubahan terhadap Kota Surabaya. Penelitian ini menganalisa skenario investasi dari SMART yang dibangun dari sisi ekonomi makro dengan acuan penilaian dampak ekonomi terhadap PDRB Surabaya, lebih spesifiknya terhadap PDRB Transportasi. Penelitian ini menggunakan metode sistem dinamik atas dasar kompleksitas antar variabel dan perilaku sistem mengenai dinamika ekonomi dan transportasi Surabaya. Skala konstruksi dari pembangunan SMART digunakan sebagai variabel kontrol untuk melakukan simulasi perubahan jangka waktu dalam investasi yang menyebabkan perubahan output untuk masing-masing skenario investasi.*

**Kata Kunci**—*Surabaya Mass Rapid Transit, Simulasi, Sistem Dinamik, PDRB.*

## I. LATAR BELAKANG

Surabaya merupakan kota terbesar kedua yang ada di Indonesia dengan posisinya sebagai Ibukota Jawa Timur. Tidak salah dikatakan sebagai kota terluas kedua di Indonesia dengan luas wilayahnya yang mencapai kurang lebih seluas 33.306,3 hektar. Surabaya memiliki lokasi geografis yang sangat strategis dengan letaknya berada dipesisir utara Pulau Jawa sehingga menjadikan Surabaya sebagai kota dagang dan pelabuhan. Sebagai pusat perdagangan, tentunya Surabaya merupakan kota yang memiliki kepadatan penduduk tinggi yang disebabkan tingkat kelahiran yang tinggi didalam kota dan tingkat urbanisasi yang tinggi.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk Surabaya pada tahun 2014 sebesar 2.853.661 jiwa dengan komposisi laki-laki sebesar 1.430.985 jiwa dan wanita sebanyak 1.422.676 jiwa. Rakyat Surabaya memiliki tingkat laju pertumbuhan sebesar 2%. Meningkatnya jumlah penduduk, kesempatan kerja dan tingkat pendapatan masyarakat memiliki hubungan sebab-akibat dengan berkembangnya transportasi di Surabaya. Sudah merupakan hal yang tidak langka apabila terjadi kemacetan di Surabaya. Hal ini disebabkan terjadinya peningkatan pengguna kendaraan pribadi yang digunakan oleh penduduk masyarakat. Peningkatan jumlah kendaraan berbanding lurus dengan laju pertumbuhan penduduk. Banyaknya penduduk Surabaya mengakibatkan banyaknya jumlah kendaraan yang ada di Surabaya.

Banyaknya kendaraan pribadi yang menghiasi menyebabkan sering terjadinya kemacetan yang sering menjadi keluh dan kesah penduduk Surabaya. Dapat dikatakan Surabaya saat ini memiliki masalah terhadap kemacetan, keterbatasan lahan untuk pembangunan jalan, perjalanan penumpang yang tidak efisien dan peningkatan polusi udara sebagai akibat dari peningkatan pengguna kendaraan pribadi, dengan kata lain transportasi yang ada di Surabaya tidak memadai dan buruk. Mengatasi permasalahan tersebut, maka dibuatlah proyek *Surabaya Mass Rapid Transit (SMART)*. Disamping mengatasi permasalahan tersebut, Proyek SMART yang akan terdiri dari *tram (Surotram)* dan *monorail (Boyorail)* bertujuan untuk mengembangkan perekonomian Surabaya dilihat dari mobilitas yang efisien pada transportasi Surabaya.

Sebagai Kota Jasa dan Perdagangan, transportasi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan. Transportasi memiliki pengaruh terhadap perkembangan ekonomi suatu daerah. Pembangunan SMART memiliki manfaat antara lain dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru, menurunkan waktu tempuh dan meningkatkan mobilitas, memberikan dampak yang positif terhadap perbaikan lingkungan dan *Transit Oriented Development (TOD)* yang menjadikan SMART sebagai pendorong pada perbaikan tata ruang dan fisik kota. Adanya TOD dapat memberikan dampak positif terhadap perkembangan ekonomi pada area sekitar. Salah satu pengaruh transportasi terhadap ekonomi adalah adanya keterkaitan

antara efisiensi ekonomi dan produktivitas. Efisiensi ekonomi dilihat dari total *benefit to cost ratio*. Efisiensi ekonomi yang meningkat akan meningkatkan produktivitas yang mana akan meningkatkan perkembangan ekonomi (Litman, 2010).

Dalam perencanaan proyek SMART, masih belum diketahui dampak-dampak yang ditimbulkan dari investasinya. Dalam penanaman investasi perlu diketahui apa-apa saja yang didapatkan dari dilakukannya penanaman investasi tersebut. Untuk mengetahui dampak-dampak apa saja yang akan diperlukan suatu kajian yang membahas analisis investasi beserta dampak-dampaknya. Oleh karena itu diperlukannya kajian mengenai analisis dampak penanaman investasi pada program SMART. Penelitian ini mengutamakan pengkajian terhadap dampak penanaman investasi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode simulasi dengan Sistem Dinamik dimana dalam melakukan analisis dampak perubahan ekonomi didapatkan dari perbandingan antara model simulasi *existing* dengan model simulasi saat terjadi perubahan/investasi pembangunan SMART.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Surabaya Mass Rapid Transit (SMART)

Merupakan proyek pemerintah kota untuk mengatasi solusi kemacetan, keterbatasan lahan untuk pembangunan jalan, perjalanan penumpang yang tidak efisien dan peningkatan polusi udara sebagai akibat dari peningkatan pengguna kendaraan pribadi. SMART memiliki 2 jenis transportasi utama, yaitu *monorail* dan *tram*. *Monorail* yang akan disebut dengan nama Boyorail akan beroperasi untuk Surabaya wilayah barat hingga timur, sedangkan *tram*, yang akan disebut dengan Suratram akan beroperasi dari Surabaya utara hingga selatan dengan pusat stasiun utama berada di Joyoboyo

### B. Causal-loop (Hubungan Timbal Balik)

Struktur umpan-balik ini merupakan blok pembentuk model yang diungkapkan melalui lingkaran-lingkaran tertutup. Lingkaran umpan-balik (*feedback loop*) tersebut menyatakan hubungan sebab-akibat variabel-variabel yang melingkar, bukan menyatakan hubungan karena adanya korelasi-korelasi statistik.

### C. Metodologi Sistem Dinamik

Diperkenalkan oleh Jay W. Forrester, metode ini erat berhubungan dengan pertanyaan-pertanyaan tentang tendensi-tendensi dinamika sistem-sistem yang kompleks, yaitu pola-pola tingkah laku yang dibangkitkan oleh sistem itu dengan bertambahnya waktu. Simulasi merupakan sebuah metode yang digunakan dalam untuk mempelajari suatu dinamika sistem. Simulasi memberikan suatu penjelasan atau deskripsi perilaku sistem dalam perkembangannya sejalan dengan terus bertambahnya waktu. Sedangkan sistem merupakan suatu kumpulan unit-unit, bagian, komponen, atau elemen yang beroperasi dalam beberapa cara yang saling berhubungan.

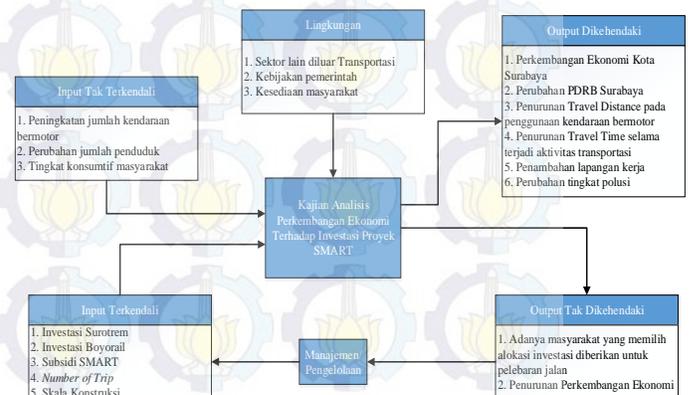
### D. Verifikasi dan Validasi

SCara yang dilakukan adalah menguji sejauh mana program komputer yang dibuat telah menunjukkan perilaku dan respon yang sesuai dengan tujuan dari model. Validasi adalah proses penentuan apakah model, sebagai konseptualisasi atau abstraksi, merupakan representasi berarti dan akurat dari sistem nyata (Hoover dan Perry, 1989).

## III. PENGEMBANGAN MODEL

### A. Input-Output Diagram

Penyusunan diagram *input-output* dilakukan untuk mendeskripsikan variabel-variabel *input* dan *output* dari system secara sistematis. Dalam diagram *input-output*, variabel-variabel dikelompokkan menjadi *input* terkendali, *input* tak terkendali, *output* dikehendaki, *output* tak dikehendaki dan lingkungan. Berikut ini merupakan diagram *input-output* yang dibentuk untuk mendeskripsikan variabel-variabel yang digunakan dalam pengkajian dampak ekonomi pada investasi proyek SMART yang akan dilakukan.



Gambar 1. *Input-Output Diagram*

*Input* yang dapat dikendalikan pada system ini diantaranya adalah besarnya jumlah investasi dalam pembangunan Surotrem dan Boyorail, besarnya subsidi yang akan diberikan dalam keberlangsungan SMART dan jumlah trip untuk tiap-tiap transportasi. Sedangkan *input* yang tak terkendali terdiri dari penambahan jumlah kendaraan bermotor, perubahan jumlah penduduk dan tingkat konsumtif dari masyarakat Surabaya. *Output* yang dikehendaki dari permodelan ini adalah Perkembangan Ekonomi Kota Surabaya, perubahan PDRB Surabaya, penurunan *Travel Distance* pada penggunaan kendaraan bermotor, penurunan *Travel Time* selama terjadi aktivitas transportasi, penambahan lapangan kerja serta perubahan tingkat polusi. Sedangkan *output* yang tidak dikehendaki antara lain adalah adanya masyarakat yang memilih alokasi investasi diberikan untuk pelebaran jalan dan penurunan perkembangan ekonomi. Manajemen atau pengelolaan dilakukan terhadap *output* yang tidak diharapkan sehingga menjadi *input* yang dapat dikendalikan



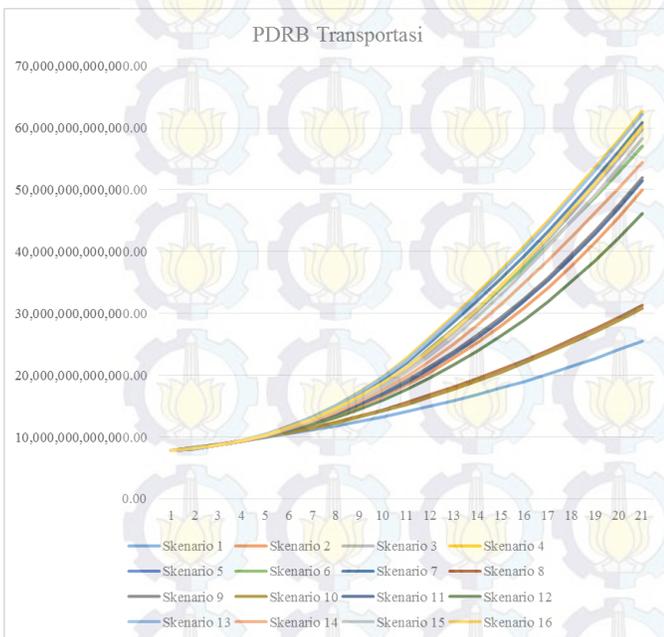
IV. MODEL SKENARIO INVESTASI

Pembahasan model skenario investasi dan analisis kebijakan memiliki 4 skenario utama terkait investasi yang dipengaruhi dengan skala pembangunan dimana dari keempat skenario tersebut bisa dikombinasikan menjadi 16 skenario investasi. Faktor peubah skenario investasi adalah skala konstruksi yang memiliki nilai 0, 0.5, 0.8 dan 1. Skala konstruksi merupakan tingkat keseriusan baik dari pemerintah dan seluruh tim proyek dalam menyelesaikan pembangunan. Sebagai contoh, pembangunan untuk menyelesaikan keseluruhan proyek SMART ini diestimasikan akan memakan waktu selama 10 tahun pembangunan

Tabel 1. Kombinasi Skenario

SKENARIO	Skala Konstruksi							
	Surotrem				Boyorail			
	0	0.5	0.8	1	0	0.5	0.8	1
Skenario 1	v				v			
Skenario 2		v				v		
Skenario 3			v				v	
Skenario 4				v				v
Skenario 5	v							v
Skenario 6		v			v			
Skenario 7		v				v		
Skenario 8				v	v			
Skenario 9				v		v		
Skenario 10			v		v			
Skenario 11			v			v		
Skenario 12	v					v		
Skenario 13			v				v	
Skenario 14	v						v	
Skenario 15		v					v	
Skenario 16				v			v	

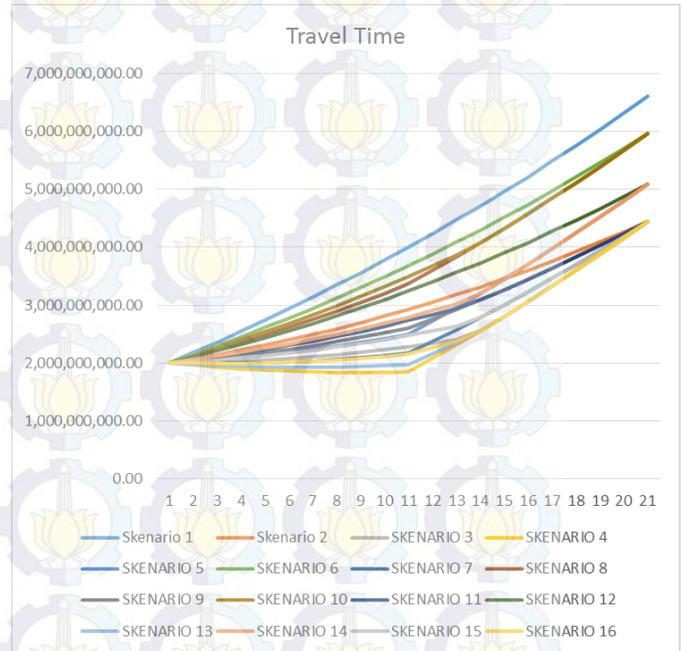
Skenario-skenario yang terbentuk tersebut kemudian di-run. Berikut ini merupakan hasil simulasinya.



Gambar 5. PDRB Transportasi Hasil Perbandingan 16 Skenario

Berdasarkan gambar 5, dapat dilihat dengan jelas bahwa dengan adanya investasi SMART akan menambah pertumbuhan PRDB Surabaya. Dapat dilihat bahwa skenario 1 atau kondisi eksisting selalu berada dibawah skenario lainnya.

Jadi, keputusan jenis investasi seperti apapun yang akan dilakukan pemerintah akan meningkatkan nilai PDRB Surabaya. Hal ini dikarenakan Surabaya mendapatkan pemasukan baru dari adanya proyek ini. Dibandingkan dengan seluruh skenario, skenario 12 merupakan skenario yang memiliki peningkatan lebih lama dan lebih banyak apabila dibandingkan skenario lain..



Gambar 6. Travel Time Hasil Perbandingan 16 Skenario

Berdasarkan gambar 6, skenario 4 memiliki dominasi dalam menurunkan kemacetan dalam investasi SMART apabila dibandingkan dengan skenario-skenario lainnya. Dengan kata lain, skenario 4 merupakan skenario yang memiliki peran paling baik dalam menurunkan kemacetan apabila dibandingkan dengan skenario-skenario lainnya.

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Keputusan dalam penanaman investasi pada pembangunan proyek SMART memiliki dampak yang positif terhadap dampak aspek ekonomi regional Surabaya. Apabila dilihat dari perbedaan antara dilakukannya investasi atau tidak, hasil simulasi dengan melakukan penanaman investasi pada proyek SMART memiliki nilai PDRB yang lebih tinggi dibandingkan dengan tidak melakukan penanaman investasi.

Simulasi dengan bantuan *software* Stella dijalankan dengan *time frame* selama 20 tahun yang dimulai pada tahun 2015 hingga 2025. Pada masa simulasi, investasi memiliki pengaruh terhadap peningkatan ekonomi seperti yang telah disebutkan dan juga pengurangan nilai kemacetan yang didekati dengan *travel time* serta penurunan terhadap emisi polusi.

Hasil dari masing-masing skenario menunjukkan dampaknya terhadap perkembangan ekonomi regional sehingga pemerintah dapat memilih harus melakukan investasi dengan melakukan skala prioritas terlebih dahulu. Berdasarkan

tujuan dari dibangunnya SMART, maka kondisi hasil skenario 4 dipilih untuk mengurangi jumlah kemacetan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang besar kepada Prof. Udisubakti selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan ilmunya yang bermanfaat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Lingkungan Hidup, 2011. *Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Surabaya 2011*, Surabaya: BLH.
- [2] Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2014. *Banyaknya Penduduk Menurut Jenis Kelamin Per Kecamatan Hasil Registrasi, 2014*. [Online] [Diakses 3 April 2015]
- [3] Badan Pusat Statistik Surabaya, 2011. *Surabaya Dalam Angka 2011*, Surabaya: BPS.
- [4] Badan Pusat Statistik Surabaya, 2014. *Penduduk Berumur 15 Tahun ke Atas yang Bekerja Selama Seminggu yang Lalu Menurut Kabupaten/Kota*, Surabaya: BPS.
- [5] Badan Pusat Statistik Surabaya, 2014. *Surabaya Dalam Angka 2014*, Surabaya: BPS.
- [6] Barlas, Y., 1994. System Dynamics: Methodological and Technical Issues. *Model Validation in System Dynamics*, p. 8.
- [7] Courtenay, P., 2004. *What is A Tram*. [Online] Available at: <http://www.thetrams.co.uk/whatisatram.php> [Diakses 3 April 2015].
- [8] Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2012.
- [9] Jawa Pos, 2014. *Kendaraan di Surabaya Tambah 17 Ribu Lebih Sebulan*. [Online] Available at: <http://www.jawapos.com/baca/artikel/9796/kendaraan-di-surabaya-tambah-17-ribu-lebih-sebulan> [Diakses 25 Maret 2015].
- [10] Jin, W., Xu, L. & Yang, Z., 2009. Modeling a policy making framework for urban sustainability: Incorporating system. *Ecological Economics*, pp. 2938-2949.
- [11] Litman, T., 2010. *Evaluating Transportation Economic Development Impacts*, Victoria: Victoria Transport Policy Institute,
- [12] Pemerintah Kota Surabaya, 2011. *Sejarah Kota*. [Online] Available at: <http://www.surabaya.go.id/profilkota/index.php?id=1> [Diakses 31 Maret 2015].
- [13] Pemerintah Kota Surabaya, 2013. *Surabaya MRT, 2013: Pemerintah Kota Surabaya*.
- [14] Schade, B. & Rothengatter, W., 2004. *The Economic Impact of Environmentally Sustainable*, Karlsruhe: University of Karlsruhe.
- [15] Setiawan, E., 2012. *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) online*. [Online] Available at: <http://kbbi.web.id/monorel> [Diakses 3 April 2015].
- [16] Serman, J. D., 2000. *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World*. 1st penyunt. Massachusetts: Irwin McGraw-Hill.
- [17] Surabaya Monorail & Tram Project, 2013. *Latar Belakang*. [Online] Available at: [http://smart.surabaya.go.id/?page\\_id=2](http://smart.surabaya.go.id/?page_id=2) [Diakses 6 April 2015].
- [18] Sutomo, M. S., 2012. *Kebutuhan Transportasi Publik di Kota Surabaya*. [Online] Available at: <http://yplkjatim.or.id/kebutuhan-angkutan-umum-di-kota-surabaya-revisi/> [Diakses 12 Maret 2015].
- [19] Tasrif, D. M., 2006. *Analisis Kebijakan Menggunakan Model System Dynamics*. 2nd penyunt. Bandung: Program Magister Studi Pembangunan ITB.
- [20] Wirjodirdjo, P. B., 2010. *Konsep-konsep Dasar Simulasi*, Surabaya: ITS.
- [21] Yang, Y., 2006. *Assessment of The Impact of Urban Rail Transit on Metropolitan Regions Using System Dynamics Model*, China: Southwest Jiaotong University.