



TESIS - KS142501

**PENERAPAN SISTEM DINAMIK DALAM SISTEM
TRANSPORTASI CERDAS UNTUK MENGURANGI
KEMACETAN, POLUSI DAN MENINGKATKAN
KESELAMATAN BERLALU LINTAS (STUDY KASUS
DINAS PERHUBUNGAN KOTA SURABAYA)**

PAMUDI

5112202031

DOSEN PEMBIMBING:

ERMA SURYANI, ST, MT, Ph.D

PROGRAM MAGISTER

BIDANG KEAHLIAN SISTEM INFORMASI

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2018

[halaman ini sengaja dikosongkan]

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Komputer (M.Kom)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

oleh:

Pamudi

NRP 5112202031

Tanggal Ujian : 8 Januari 2018

Periode Wisuda : Maret 2018

Disetujui Oleh:

1. Erma Suryani, S.T., M.T. Ph.D
NIP: 197004272005012001


(Pembimbing I)

2. Dr.Ir. Aris Tjahyanto, M.Kom.
NIP: 197002252009121001


(Penguji)

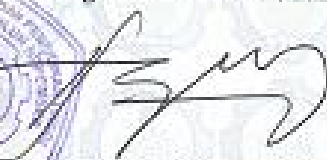
3. Dr. Apol Pribadi S., S.T., M.T.
NIP: 197002252009121001


(Penguji)

Dekan

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi,




Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom., M.Kom.
NIP.19720809 199512 1 001

[halaman ini sengaja dikosongkan]

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Azza wa Jalla, karena hanya dengan limpahan rahmat dan karunia-Nya, tesis ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar tanpa suatu halangan yang berarti. Tesis dengan judul **“Penerapan Sistem Dinamik Dalam Sistem Transportasi Cerdas Untuk Mengurangi Kemacetan, Polusi Dan Meningkatkan Keselamatan Berlalu Lintas (Study Kasus Dinas Perhubungan Kota Surabaya)”** ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan program pasca sarjana di jurusan Teknik Informatika program studi Sistem Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Tesis ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dari orang-orang di sekitar penulis yang telah mendukung penulis selama ini. Penulis menghaturkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis antara lain :

1. Ibu Erma Suryani, selaku dosen pembimbing yang memberikan banyak masukan dan ilmu serta membimbing dengan kesabaran dan ketelatenan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini, selain itu juga mendapat pengetahuan dan wawasan baru. Semoga ibu senantiasa diberi kesehatan sehingga dapat terus memberikaan ilmu yang bermanfaat bagi kami dan mendapat pahala di sisi Allah.
2. Istri tercinta, Tutik Rosita Idayatih, yang telah mendukung penulis selama pengerjaan tesis dan juga kesabaran beliau dalam banyak hal serta dukungan motivasi agar penulis dapat segera lulus. I love you full.
3. Bapak dan Ibu yang telah mendidik dan membesarkan penulis selama ini, yang sabar berdoa buat anaknya. Semoga penulis dapat selalu berbakti kepada ibu bapak sampai akhir hayat.
4. Ananda Tersayang, Aletha Pandora Ramadhani yang telah hadir mewarnai kehidupan papa dan mama. Tesis ini Papa persembahkan untuk kamu, yang selalu ditinggal selama pengerjaannya. Semoga kamu dapat menjadi orang yang berilmu dan pemimpin yang baik di masa depan, aamiin.
5. Bapak Apol Pribadi yang telah menjadi penguji dalam sidang tesis ini, terima kasih atas kritikan dan masukannya yang sangat membangun.
6. Seluruh teman-teman S2 Sistem Informasi yang banyak membantu penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan dan saran untuk penelitian yang akan datang.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

[halaman ini sengaja dikosongkan]

ABSTRAK

Penerapan Sistem Dinamik Dalam Sistem Transportasi Cerdas Untuk Mengurangi Kemacetan, Polusi Dan Meningkatkan Keselamatan Berjalan Lintas (Study Kasus Dinas Perhubungan Kota Surabaya)

Masalah Kemacetan di Indonesia semakin memprihatinkan, semakin banyaknya pertumbuhan kendaraan, semakin banyak produksi yang terus pasarkan oleh pabrik-pabrik kendaraan dan tidak ada aturan pembatasan kendaraan semakin membuat kemacetan yang ada dikota-kota besar di Indonesia dan juga tidak seimbangnya pertumbuhan jalan yang ada. Pertumbuhan kendaraan juga tidak diimbangi oleh mental-mental yang bagus semakin membuat kesemrawutan ditengah jalan.

Kota Surabaya merupakan salah satu kota besar yang ada di Indonesia yang hampir setiap jalan mengalami kemacetan. Kemacetan terjadi yang pertama penduduk penyangga kota Surabaya banyak yang melakukan aktifitas di kota Surabaya baik melakukan pekerjaan ataupun kegiatan lain yang bersifat pribadi. Kota Surabaya menjadi jantung jawa timur merupakan penduduk terbanyak yang ada di jawa timur. Penduduk kota Surabaya yang semakin padat menambah kemacetan yang ada. Penduduk Surabaya pada tahun 2015 sudah lebih dari 2,8 juta jiwa dengan pertumbuhan penduduk 0.63 pertahun. Pertumbuhan jalan dari dan keluar kota Surabaya yang kurang maksimal menambah kemacetan yang ada pada jam jam sibuk antara jam 06.00-09.00 dan 15.00-18.00.

Dalam penelitian ini kepadatan kendaraan yang ada dikota Surabaya dimodelkan dengan menggunakan system dinamik untuk menganalisis kondisi saat ini dan mengevaluasi permasalahan yang ada serta memberikan alternative scenario pemecahan masalah. Hasil scenario kendaraan bermotor dengan mengalihkan pengguna kendaraan pribadi dan kendaraan bermotor ke Bus Rapid Transport yang terintegrasi maka penurunan terhada kemacetan dan kecelakaan sebesar 15%. Dengan scenario lalu lintas dengan mengoptimalkan lampu hijau ketika antri kendaraan semakin panjang di traffig light maka penurunan sebesar 15% dn pengurangan polusi dari 2.979.481 ton menjadi 2533.403 ton pengurangan sebesar 15%.

Kata kunci: *System Transportasi Cerdas, Kemacetan, Sistem Dinamik*

[halaman ini sengaja dikosongkan]

ABSTRACT

Implementation of Dynamic System in Intelligent Transportation System To Reduce Congestion, Pollution And Increase Traffic Safety (Case Study Of Surabaya Transportation Department)

The problem of congestion in Indonesia is increasingly concerning, the increasing number of vehicle growth, the more production that continues to be marketed by vehicle factories and there are no rules of vehicle restrictions increasingly create congestion in big cities in Indonesia and also unbalance the growth of existing roads. Growth of the vehicle is also not balanced by good mentality increasingly create a chaos in the middle of the road.

The city of Surabaya is one of the big cities in Indonesia that almost every road has congestion. Congestion occurred the first population buffer the city of Surabaya many who do activities in the city of Surabaya either do work or other activities that are personal. The city of Surabaya is the heart of East Java is the largest population in East Java. The increasingly crowded Surabaya city population adds to the existing congestion. The population of Surabaya in 2015 is already more than 2.8 million people with population growth of 0.63 per year. The growth of roads from and out of Surabaya that less than the maximum increase congestion that existed during rush hour between 06.00-09.00 and 15.00-18.00.

In this study the density of existing vehicles in the city of Surabaya is modeled using a dynamic system to analyze current conditions and evaluate existing problems and provide alternative scenarios of problem solving. Motor vehicle scenario results by diverting private vehicle users and motor vehicles to integrated Bus Rapid Transport hence decrease in congestion and accident by 15%. With traffic scenario optimizing green light when the vehicle queue is getting longer in traffig light then the decrease of 15% dn pollution reduction from 2,979,481 ton to 2533,403 ton reduction by 15%.

Keywords: *Intelligent Transportation System, Congestion, Dynamic System*

[halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	5
1.3. Tujuan penelitian.....	6
1.4. Kontribusi penelitian	6
1.4.1. Kontribusi Teoritis	6
1.4.2. Kontribusi Praktis	6
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	6
1.6. Kajian pustaka.....	7
1.7. Sistematika Penulisan.....	15
BAB II KAJIAN PUSTAKA	17
2.1. Transportasi.....	17
2.2. Sistem Transportasi Cerdas	20
2.2.1. Adaptive Traffic Control System (ATCS).....	23
2.2.2. Variable Message Sign (VMS).....	24
2.3. Jalan Raya	25
2.4. Pemodelan Simulasi	29
2.4.1. Model	29
2.4.2. Simulasi	29
2.4.3. Sistem Dinamik.....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1. Kajian Pustaka.....	34

3.2.	Pengumpulan Data	34
3.3.	Pemodelan Sistem	35
3.4.	Pengolahan data	37
3.5.	Formulasi Model	37
3.6.	Validasi Model	37
3.7.	Skenario Model	38
3.8.	Analisis dan Pembahasan Hasil.....	38
3.9.	Rencana Kegiatan Penelitian	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1.	Sub Model Populasi	41
4.2.	Sub Model Koreksi	49
4.3.	Sub Model Volume Ruas Jalan.....	51
4.4.	Validasi Model	56
4.4.1.	Validasi Sub Model Populasi	57
4.4.2.	Validasi Sub Model Kendaraan.....	58
4.5.	Evaluasi	59
4.6.	Pengembangan Skenario	60
4.7.	Model dan Hasil Skenario	61
4.7.1.	Skenario Pada Kendaraan.....	61
4.7.2.	Skenario pada Base Model	64
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		77
5.1.	Kesimpulan	77
5.2.	Saran	77
DAFTAR PUSTAKA.....		78
BIOGRAFI PENULIS.....		81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.4.2-1.1. Kajian Pustaka	7
Gambar 3.7.3-1.1. Tahap Pengembangan Sistem.....	31
Gambar 3.7.3-1. Populasi Penduduk	42
Gambar 3.7.3-2. Kenaikan Populasi	42
Gambar 3.7.3-3. Laju Urbanisasi masuk	43
Gambar 3.7.3-4. Laju Urbanisasi Keluar.....	43
Gambar 3.7.3-1. Faktor Koreksi	50
Gambar 8.5.1-1. Validasi Populasi	58
Gambar 8.5.2-1Validasi Kendaraan	58
Gambar 8.5.2-2. Validasi Kendaraan	59
Gambar 8.8.1-2. Scenario Seluruh Kendaraan.....	62
Gambar 8.8.1-2. Scenario Seluruh Kendaraan.....	64
Gambar 8.8.2.1. Skenario Base MOdel	65
Gambar 8.8.2-2 Skenario Rasio Jalan.....	66
Gambar 8.8.2-3. Skenario Konsentrasi Co	67
Gambar 8.8.2.4. Skenario Konsentrasi Debu	69
Gambar 8.8.2-5. Skenario BBM.....	70
Gambar 8.8.2.1. Skenario Base MOdel	71
Gambar 8.8.2-2 Skenario Rasio Jalan.....	72
Gambar 8.8.2-3. Skenario Konsentrasi Co	73
Gambar 8.8.2.4. Skenario Konsentrasi Debu	75
Gambar 8.8.2-5. Skenario BBM.....	76

[halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR TABEL

Tabel 2.4-1. Variabel Sistem Dinamik	31
Tabel 3.9-1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	39
Tabel 4.5-1. validasi Populasi	57

[halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi yang sangat tinggi menimbulkan dampak perpindahan penduduk dari pedesaan ke perkotaan. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan penduduk di perkotaan dalam 20 tahun terakhir rata-rata mencapai kisaran 3-5%. berdampak lebih tinggi dari pertumbuhan penduduk nasional yang rata-rata sebesar 2%. Akibatnya perubahan perpindahan manusia mengalami suatu perubahan dalam lingkup kehidupan. Perubahan tersebut ditandai dengan meningkatnya jumlah kendaraan, pendapatan, dan tenaga kerja. Permintaan akan transportasi juga akan meningkat, sehingga perlu penyeimbang untuk peningkatan sarana dan prasarana transportasi yang memadai (maimunah, 2010).

Kemudahan arus transportasi darat makin meningkat ketika terjadi konektivitas antara kondisi jalan raya dengan kendaraan. Konektivitas ini dapat terbangun melalui dukungan teknologi komunikasi (information and communication technology, ICT) yang dewasa ini sudah diterapkan oleh industri kendaraan. Keadaan yang menciptakan konektivitas antara kendaraan dan riil jalan raya (sarana dan prasarana jalan) ini disebut juga sistem transportasi intelijen (intelligent transportation system, ITS).

Intelligent Transportation System atau biasa disingkat ITS pada prinsipnya adalah penerapan teknologi maju di bidang elektronika, komputer dan telekomunikasi untuk membuat prasarana dan sarana transportasi lebih informatif, lancar, aman dan nyaman sekaligus ramah lingkungan.

Intelligent Transportation System diluar negri sudah berkembang sejak lama sudah banyak forum yang yang menaungi kegiatan tersebut, seperti ITS Asia-Pacific yang memfasilitasi forum Sistem Transportasi Cerdas wilayah asia dan oceania yang beranggotakan china, thailand, malaysia, singapura, indonesia, jepang, korea, taiwan, hongkong, australia, newzealand termasuk vilipina dan vietnam.

Tujuannya its di Asia Pasifik. pertama, Mendukung pertumbuhan ekonomi di negara- yang menjadi anggota dan kualitas hidup yang lebih baik dengan memecahkan masalah transportasi dengan modal atau multi-modal

melalui pengembangan dan berbasis ITS, kedua membangun kerangka kerja sama dengan membangun fondasi dimana anggota ITS Asia-Pacific dapat berbagi dan menemukan solusi untuk masalah transportasi umum, ketiga berkolaborasi dengan organisasi internasional lainnya dengan menghubungkan organisasi di berbagai sektor (<http://itsasia-pacific.com/about-its-asia-pacific/>).

Seperti negara- negara berikut sudah menggunakan ITS sejak lama, contohnya saja Australia sejak tahun 1963 mengembangkan Sydney Coordinated Adaptive Traffic System (SCATS) dengan 8 sistem koordinasi percontohan percontohan di Sydney CBD menggunakan peralatan IBM berbasis katup. Sydney Coordinated Adaptive Traffic System (SCATS) dikembangkan selanjutnya pada tahun 1964 oleh Brisbane St Control Room. Pada tahun 1970 menggunakan sistem solid state dan minicomputer, dilanjutkan pada tahun 1974 oleh pengendali sinyal lalu lintas mikroprosesor. SCATS dimiliki dan dikembangkan oleh Roads & Maritime Services sebuah otoritas transportasi pemerintah di New South Wales, dan mengalami peningkatan terus menerus sejak awal. Sekarang sistem canggih dan cerdas yang umumnya dianggap sebagai salah satu sistem kontrol sinyal arus terkemuka di dunia.

Tahun 1995 dikembangkan waktu perjalanan otomatis untuk memudahkan para pengguna jalan secara aktif akan mendapat pesan setiap 30 detik dikirim melalui variable message signs (VMS) semacam aplikasi pengirim pesan otomatis yang sebagian besar dikembangkan pada jalan raya Auckland. Setelah memasuki jalan tol pengemudi tidak mendapatkan sms lagi karena diperkirakan jalan tol tidak lagi memiliki kemacetan. Pada tahun 2000 dikembangkan Multi-lane freeflow electronic tolling, yang digunakan pada jalan CityLink. CityLink adalah jalan raya sepanjang 22 kilometer di Melbourne, Australia, yang menghubungkan tiga jalan raya utama di dalam kota, dan menghubungkan pusat manufaktur Melbourne dengan pusat kota, pelabuhan dan bandara. Menggunakan microwave Dedicated Short-Range Communications untuk mengidentifikasi transponder kendaraan, dan kamera untuk menangkap gambar pelat nomor kendaraan di jalan tol. CityLink adalah salah satu jalan pertama di dunia yang menggunakan sistem elektronik untuk transaksi pembayarannya. Awalnya memproses lebih dari 600.000 transaksi per hari.

Sistem Transportasi Cerdas mempunyai beberapa manfaat yang sangat menguntungkan bagi masyarakat : pertama mengurangi kecelakaan yang mengakibatkan cacat atau kematian, dan kerugian materi yang tidak terhitung nilainya, kedua menaikkan produktifitas karena berkurangnya kemacetan jadi biaya untuk transportasi bisa berkurang, ketiga mengurangi kemacetan berimbas pada mengurangi pemakaian bahan bakar dan emisi gas yang mengakibatkan kerugian baik bagi manusia dan mengurangi polusi udara.

(<https://infrastructure.gov.au/transport/its/benefits.aspx>)

Di Indonesia permasalahan transportasi yang sebenarnya telah terjadi sejak tahun 1960an dan berlanjut pada tahun 1970an, bahkan sampai sekarang, seperti kemacetan lalu lintas, polusi (pencemaran) udara dan suara (bising), kecelakaan lalu lintas, dan tundaan (bertambahnya waktu tempuh). Pada akhir 1980-an, negara maju memasuki tahapan yang jauh lebih maju dibandingkan dengan 20 tahun sebelumnya di sektor perencanaan transportasi. Pesatnya perkembangan pengetahuan elektronika dan peralatan komputer telah memungkinkan berkembangnya beberapa konsep baru mengenai prasarana transportasi yang tidak pernah terpikirkan pada masa lalu (Tamin, 2000). Di lain pihak, banyak negara sedang berkembang (termasuk Indonesia) menghadapi permasalahan transportasi, yang beberapa di antaranya telah berada dalam tahap sangat kritis. Permasalahan akibat terbatasnya prasarana transportasi yang ada, sudah ditambah dengan permasalahan yang lain seperti rendahnya pendapatan (income per capita rendah), pesatnya urbanisasi, terbatasnya sumber daya, khususnya dana, kualitas dan kuantitas data yang berkaitan dengan transportasi, kualitas sumber daya manusia, rendahnya tingkat kedisiplinan, serta lemahnya perencanaan, pengendalian (control) dan pengawasan, membuat permasalahan transportasi menjadi semakin parah. Keadaan ini di Indonesia dapat dilihat di beberapa kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Medan dan Bandung.

Kota Surabaya merupakan kota terbesar kedua setelah kota Jakarta dengan jumlah penduduk mencapai 3,200,454 jiwa pada tahun dengan penduduk musiman sebanyak 31851 (dispendukcapil kota surabaya, 2016). Bahkan di beberapa kota berkembang lainnya juga sudah mulai sering terjadi kemacetan lalu lintas. Hal semacam ini selalu membawa dampak negatif di dalamnya, baik pada kondisi lalu lintas, maupun pengguna jalannya.

Jika dilihat melalui kasat mata, mudah saja menyimpulkan penyebab kemacetan di Surabaya. penyebab kemacetan adalah jumlah kendaraan yang semakin tidak terkontrol, baik mobil, motor, angkutan umum maupun kendaraan lain, yang kemudian bersama-sama tumpah ruah di jalanan lalu lintas sehingga menyebabkan terjadinya permasalahan umum ini. Terlebih lagi pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi. dapat dilihat bahkan jumlah mobil di jalan-jalan besar justru mendominasi ketimbang kendaraan-kendaraan lain seperti motor, angkutan umum dan sebagainya. Padahal harga mobil jauh diatas motor. Hal ini terlihat karena mobil tidak menjadi barang mewah dan mahal lagi. Belum lagi masalah ego yang dimiliki setiap pengguna jalan terutama mobil dan motor, dimana semuanya mementingkan kepentingan pribadi, mengabaikan peraturan lalu lintas, dan tidak jarang juga membahayakan pengguna jalan lainnya Belum lagi hitungan mundur lampu merah yang terbilang sangat lama hingga membuat banyak orang yang melanggar, baik dengan berhenti menunggu di depan zebra cross, maupun menerobos jalan sebelum lampu menunjukkan warna hijau. Sungguh tragis melihat bagaimana sikap para pengendara kendaraan di kota metropolis ini. pertumbuhan jumlah kendaraan yang terus meningkat dari tahun ke tahun yaitu rata-rata di atas 3%. Di sisi lain pembangunan infrastruktur atau penambahan jumlah dan lebar jalan sangat kecil kurang lebih di bawah 1% per tahunnya. Ketidakseimbangan antara jumlah lalu lintas dan prasarana jalan akan menimbulkan titik-titik kemacetan di kota (Rozari, 2015).

Kemacetan lalu lintas di Kota Surabaya terjadi di jalan protokol pada jam-jam sibuk yaitu jam 06.30-09.00 dan 15.00-18.00 WIB. Kemacetan lalu lintas pagi hari tidak dapat dihindarkan dikarenakan masyarakat banyak melakukan berbagai aktivitas di antara lain berangkat kerja, berangkat sekolah, dan keperluan lainnya. Sebaliknya pada sore hari saat masyarakat selesai dari pekerjaan akan memadati arus lalu lintas. Rutinitas rutin seperti ini akan menimbulkan kemacetan lalu lintas (Boediningsih, 2011).

Pemerintah kota surabaya memperluas jaringan Surabaya Intelligent Transport System (SITS). Sistem itu memang menjadi andalan pemkot untuk mengatur persimpangan jalan. Data yang dihimpun dari Dinas Perhubungan (Dishub) Surabaya menunjukkan, ada 121 persimpangan yang telah dipasang lampu rambu lalu lintas. Di antara jumlah itu, ada 57 titik yang terpasang

Surabaya Intelligent Transport System (SITS)(dishub kota Surabaya). Sistem Surabaya Intelligent Transport System (SITS) tersebut didukung kamera dengan sensor khusus yang bisa mendeteksi kepadatan kendaraan. Bila ada antrean kendaraan panjang, lampu yang menyala hijau akan lebih lama untuk jalur antrean itu.

Pada tahun 2012, dinas perhubungan meletakkan platform dasar ATCS Cerdas yang diintegrasikan dalam Intelligent Transport System. Hasil tahap 1 adalah terhubungnya 14 simpang cerdas pertama yang terhubung ke server di Control Room. pada tahun 2013 menambahkan jumlah simpang yang dilengkapi ATCS - ITS berjumlah 17 simpang dan tahun 2014 menambahkan 18 simpang. Untuk total keseluruhan 35 simpang. data traffic tidak saja menjadi alat pengatur lalu-lintas, tetapi juga menjadi wahana informasi publik dan sumber data optimasi transportasi. Masyarakat akan dapat menikmati informasi melalui SMS server, display VMS di jalan, GPS dan termasuk Kios Lalu-Lintas. Dinas perhubungan dan Kepolisian akan mulai memanfaatkan integrasi CCTV dan ATCS-ITS untuk crime detection system dan penindakan pelanggaran dengan menggunakan sistem SCATS (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System).

Menurut miro(1997) mengutip dari Tamim (1991) ada beberapa factor yang mempengaruhi kemacetan : tidak seimbangya pertumbuhan kendaraan di suatu daerah dan pertumbuhan jalan dan prasarananya, urbanisasi, dana dan waktu yang terbatas, kurang koordinasi antara instansi terkait, rendahnya disiplin suatu masyarakat dan hokum yang terlalu lemah jadi selain data diatas tidak termasuk factor yang mempengaruhi kemacetan.

1.2. Perumusan Masalah

Pada latar belakang diatas telah disebutkan penggunaan sistem dinamik dalam penggunaan sistem transportasi cerdas pada kota-kota untuk membantu meningkatkan produktifitas dan kenyamanan bagi masyarakat. Sistem transportasi cerdas mencakup *Advanced Traveller Information System, Advanced Traffic Management System, Incident Management System, Assistance For Safe Driving, Support for Public Transportation.*

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka digunakan permodelan simulasi untuk melakukan analisis dan rumusan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi efektifitas, efisiensi dan safety terhadap penggunaan sistem transportasi cerdas?
2. Bagaimana mengurangi kemacetan yang didukung dengan sistem transportasi cerdas?
3. Untuk memberikan saran/keputusan/kebijakan untuk menyelesaikan isu-isu terhadap keselamatan lalu lintas, meningkatkan kelancaran lalu lintas, mengurangi polusi di surabaya?

1.3. Tujuan penelitian

Sesuai dengan perumusan masalah yang ada maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Identifikasi variabel-variabel signifikan terhadap dan pengurangan polusi.
2. Mengembangkan skenario untuk mengurangi kemacetan menggunakan konsep sistem transportasi cerdas dengan Sistem Dinamik.
3. Memberikan beberapa alternatif solusi untuk meningkatkan kecepatan, mengurangi polusi dan keselamatan berkendara.

1.4. Kontribusi penelitian

1.4.1. Kontribusi Teoritis

Kontribusi teoritis dari penelitian ini adalah menciptakan model yang dapat mengurangi kemacetan, polusi dan meningkatkan keselamatan berlalu lintas mempertimbangkan dinamika faktor internal dan eksternal

1.4.2. Kontribusi Praktis

Kontribusi praktis dari penelitian ini adalah dapat menghasilkan skenario model yang dapat digunakan pemerintah kota Surabaya atau pejabat terkait untuk meningkatkan kecepatan, mengurangi polusi di kota Surabaya dan meningkatkan keselamatan dikota Surabaya.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Batasan penelitian ini adalah :

- a) Penelitian sistem transportasi cerdas dilakukan di Dinas Perhubungan Kota Surabaya.
- b) Sampel/ data penelitian dibatasi di Dinas Perhubungan kota Surabaya yaitu rekam data yang dimiliki dinas tersebut.

- c) Penelitian ini dilakukan untuk keselamatan lalu lintas, meningkatkan kelancaran lalu lintas, mengurangi polusi di kota Surabaya

1.6. Kajian pustaka

Gambar 1.4.2-1.1. Kajian Pustaka

No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1	PENGGUNAKAN SISTEM DINAMIK DALAM MANAJEMEN TRANSPORTASI UNTUK MENGATASI KEMACETAN DI DAERAH PERKOTAAN	Sugeng Wiyono, 2012	menerapkan sistem manajemen transportasi yang terintegrasi	Permodelan dinamis	Permodelan sistem dinamis dapat digunakan sebagai suatu alat untuk mengestimasi kebutuhan Meningkatnya aktivitas dan mobilitas masyarakat, dengan variabel-variabel permodelan harus ditentukan terlebih dahulu sehingga jelas apa yang mau dinilai dan bagaimana data tersebut distrukturkan. Dalam penelitian ini lebih difokuskan terhadap pembangunan infrastruktur yang ada.
2	IMPLEMENTASI "INTELLIGE	Rusmadi Suyuti (2012)	Pendekatan ITS dalam mengatasi		Dengan sistem ini pengguna jalan akan dapat mengetahui

	<p>NT TRANSPORT ATION SYSTEM (ITS)” UNTUK MENGATASI KEMACETAN LALU LINTAS DI DKI JAKARTA</p>		<p>kemacetan lalu</p>	<p>rute mana yang terbaik untuk dilalui sepanjang perjalanannya. Proses diseminasi dapat dilakukan dalam bentuk Variable Message Sign (VMS), melalui mobile tv, telpon seluler maupun lewat callcentre dan sms. Sistem GPS tersebut perlu dihubungkan satu sama lain dan bermuara pada suatu public transport control centre. Aplikasi yang bisa dilakukan adalah berupa fleet management terhadap bus transjakarta, informasi lama waktu kedatangan bus berikutnya baik melalui papan pengumuman / display pada halte atau melalui telepon</p>
--	--	--	---------------------------	---

					<p>seluler. Electronic Law Enforcement digunakan diantaranya untuk melakukan penindakan secara elektronik bagi pelanggaran lampu lalu lintas, pelanggaran jalur busway, pelanggaran yellow box, dsb.</p>
3	<p>Studi Penerapan Intelligent Transportation System (ITS) di Kabupaten Seram Bagian Barat</p>	<p>Hanok Mandaku Marcus Tukan</p>	<p>meningkatkan efektivitas dan efisiensi layanan transportasi</p>		<p>Penerapan ITS pada sistem transportasi multimoda Seram Bagian Barat saat ini merupakan skala prioritas untuk mendukung kegiatan operasional yang bertujuan meningkatkan produktivitas dan efisiensi.</p> <p>Teknologi informasi dan komunikasi yang semakin terjangkau menjadi pendorong tambahan untuk</p>

					<p>merealisasi penerapan ITS pada industri transportasi multimoda yang lebih cepat di Seram Bagian Barat.</p> <p>Penerapan paket implementasi (market packages) saat ini masih bersifat parsial, stand-alone, belum sepenuhnya terintegrasi.</p> <p>Penggunaan teknologi informasi dan komunikasi telah digunakan oleh industri transportasi secara mandiri.</p>
4	ANALISIS DAMPAK RENCANA PEMBANGUNAN BUSWAY TERHADAP KEMACETAN LALU	Irna Fitriana Yudha Prasetyawan, ST, M.Eng	dampak dari rencana pembangunan busway ini terhadap kemacetan lalu lintas yang terjadi di Surabaya	sistem dinamik	pembatasan motor dan mobil pribadi mampu menekan angka kemacetan karena pertumbuhan kendaraan pribadi seperti motor dan mobil mengalami penurunan karena

	LINTAS PADA JALUR UTARA – SELATAN DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIK				pengguna motor dan mobil beralih menggunakan busway. Berkurangnya angka kemacetan membawa dampak bagi polusi, dimana angka polusi udara mengalami penurunan secara signifikan.
5	PENGGUNAKAN SISTEM DINAMIK DALAM MANAJEMEN TRANSPORTASI UNTUK MENGATASI KEMACETAN LALULINTAS DI KOTA PEKANBARU	Sugeng Wiyono	pengelolaan yang terpadu dan mampu mendeteksi terjadinya berbagai potensi kemacetan sedini mungkin	sistem dinamik	beberapa ruas jalan yang sudah menunjukkan ada gangguan kemacetan/lalulintas mulai tidak stabil hal ini disebabkan karena pengembangan wilayah yang terkonsentrasi pada Wilayah Pengembangan (WP) I
6	TINJAUAN PENGGUNAAN MODEL DINAMIKA SISTEM (SYSTEM	Elsa Tri Mukti Ade Sjafruddin Aine	memetakan dan melakukan tinjauan terhadap bagaimana	sistem dinamik	Dalam kasus sektor transportasi jalan, dapat digunakan untuk kebijakan dan pengambilan keputusan untuk

	DYNAMICS) DALAM KEBIJAKAN KESELAMAT AN TRANSPORT ASI	Kusuma wati	metodologi pendekatan sistem dalam hal ini pendekatan Dinamika Sistem (System Dynamics) digunakan dalam kerangka kajian kebijakan keselamatan transportasi khususnya jalan		memahami dinamika yang berlaku yang mempengaruhi perkembangan dan mengevaluasi kebijakan keselamatan.
7	Developmental pattern and international cooperation on intelligent transport system in China	Xiaojing Wang Fan Zhang Bin Li Jian Gao	Mengidentifi kasi kapan dan bagaimana mengintegra sikan teknologi baru ke dalam sistem transportasi dan ke Merumuska n strategi		Pengembangan dan penerapan ITS diharapkan tidak hanya memperbarui industri transportasi tradisional, tetapi juga memberikan potensi pasar yang besar bagi industri teknologi tinggi, sehingga prospek pengembangan ITS akan menarik.

			pengembangan yang tepat, terutama dengan ITS.		Dengan demikian, baik dirancang kerangka kerja dan perencanaan bangunan penting untuk pengembangan ITS, kerangka kerja ini harus ditingkatkan dengan yang baru pengembangan teknologi
8	Methodological application of system dynamics for evaluating traffic safety policy	Yang Miang Goh Peter E.D. Love	kebijakan keselamatan lalu lintas makro dapat menciptakan lebih sistem yang berkelanjutan meningkatkan masalah keselamatan dan mengurangi kemungkinan kecelakaan lalu lintas.	Sistem Dinamik	Konsep dan struktur untuk menangani isu-isu terkait kebijakan Endogen dengan model Struktur model konsisten dengan pengetahuan deskriptif yang relevan
9	Application of System	Er. S. Naveen	Mengidentifikasi	Sistem Dinamik	Sangat penting untuk memberikan

	Dynamic Simulation Modeling in Road Safety	Kumar M.E. Dr. G.Umad ev	berbagai penyebab kecelakaan lalu lintas		pelatihan tidak hanya kepada semua pegawai pemerintah yang berkepentingan namun semua orang yang memakai jalan yang terlibat dalam kecelakaan lalu lintas. faktor manusia Menyumbang lebih dari 95 persen kecelakaan lalu lintas.
10	System dynamic model of measures for reducing the number of road accidents due to wrong-way movement on motorways	Darja Topolšek, M.Sc. Martin Lipičnik, Ph.D.	Untuk mengurangi jumlah kecelakaan jalan raya karena mengemudi dengan cara yang salah	Sistem Dinamik	Penanggulangan yang mungkin dilakukan, yang ditunjukkan di sini untuk mencegah pengemudi mengemudi ke arah yang salah di jalan raya secara drastis mengurangi jumlah manuver U-putaran yang mengakibatkan mengemudi ke arah yang salah dan mempengaruhi tingkat keselamatan di jalan raya.

1.7. Sistematika Penulisan

a. Bab I Pendahuluan.

Bab ini berisi pendahuluan yang menjelaskan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kontribusi penelitian, batasan penelitian serta sistematika penulisan.

b. Bab II Dasar Teori dan Tinjauan Pustaka.

Bab ini berisi tinjauan pustaka yang meliputi dasar teori dan kajian pustaka.

c. Bab III Metodologi Penelitian.

Bab ini berisi tentang langkah-langkah metodologi penelitian yang akan digunakan dan jadwal kegiatan penelitian.

d. Bab IV Pengembangan Model.

Bab ini berisi tentang pengembangan model dari base model, validasi model dan model skenario serta hasil dari pengembangan model

e. Kesimpulan dan saran

Bab ini berisi kesimpulan dari sistem yang dibuat dan saran untuk proses pengembangan model berikutnya

f. Daftar Pustaka.

Berisi daftar referensi yang digunakan dalam penelitian ini, baik jurnal, buku maupun artikel.

[halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Transportasi

Transportasi adalah berpindahnya dari suatu tempat ketempat lain dengan menggunakan alat angkutan, baik yang dipindahkan oleh tenaga manusia, hewan (kuda, sapi, kerbau, onta) atau mesin (sukarto, 2006). Konsep transportasi didasarkan pada adanya perpindahan antara asal (origin) dan tujuan (destination). Perjalanan adalah berpindahnya orang dan barang antara dua tempat kegiatan yang terpisah untuk melakukan kegiatan perorangan atau kelompok dalam masyarakat. Perjalanan dilakukan melalui lintasan yang menghubungkan asal dan tujuan, menggunakan alat angkut atau kendaraan dengan kecepatan tertentu.

Definisi transportasi menurut beberapa ahli adalah :

1. Morlok (1978), transportasi didefinisikan sebagai kegiatan memindahkan atau mengangkut sesuatu dari satu tempat ketempat lain.
2. Bowersox (1981), dalah perpindahan barang atau penumpang dari suatu tempat ketempat lain, dimana barang atau penumpang dipindahkan ke tempat tujuan dibutuhkan. secara umum transportasi adalah kegiatan memindahkan sesuatu (barang dan/atau manusia) dari suatu tempat ke tempat lain, baik dengan atautanpa sarana.
3. Steenbrink (1974), adalah perpindahan seseorang atau barang dengan menggunakan alat atau kendaraan dari dan ke tempat-tempat yang terpisah secara geografis.
4. Papacostas (1987), adalah sebagai suatu sistem yang terdiri dari fasilitas tertentu beserta arus dansistem control yang memungkinkan orang atau barang dapatberpindah dari suatu tempat ke tempat lain secara efisien dalamsetiap waktu untuk mendukung aktivitas manusia.
5. Utomo (2010), transportasi adalah pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan, salah satu jenis kegiatan yangmenyangkut peningkatan kebutuhan manusia dengan mengubah letak geografis barang dan orang sehingga akan menimbulkan adanya transaksi.

6. Sukarto (2006) transportasi adalah perpindahan dari suatu tempat ke tempat lain dengan menggunakan alat pengangkutan, baik yang digerakkan oleh tenaga manusia, hewan (kuda, sapi, kerbau), atau mesin.

Pada dasarnya permintaan angkutan disebabkan dari hal- hal berikut (Nasution, 2004):

1. karena kebutuhan manusia untuk berpergian dari lokasi satu ke lokasi lain dengan tujuan mengambil bagian di dalam suatu kegiatan, misalnya bekerja, belanja, ke sekolah, dan lain- lain.
2. Karena kebutuhan angkutan barang untuk dapat digunakan atau dikonsumsi di lokasi lain

Transportasi di Indonesia dibedakan menjadi 3 yaitu: transportasi darat, air, dan udara. Pemilihan manusia untuk menggunakan moda transportasi tergantung dan ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu:

- a. Segi Pelayanan
- b. Keandalan dalam bergerak
- c. Keselamatan dalam perjalanan
- d. Biaya
- e. Jarak Tempuh
- f. Kecepatan Gerak
- g. Keandalan
- h. Keperluan
- i. Fleksibilitas
- j. Tingkat Populasi
- k. Penggunaan Bahan Bakar
- l. Dan Lainnya

moda transportasi menurut, memiliki ciri-ciri yang berlainan, yakni dalam hal:

- a. Kecepatan, menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan alat transportasi yang dibutuhkan dari awal berjalan sampai di tujuan.

- b. Tersedianya pelayanan (*availability of service*), menyangkut kemampuan untuk menyelenggarakan hubungan antara dua lokasi.
- c. Pengoperasian yang dapat diandalkan (*dependability of operation*), dimana penyedia layanan memberikan layanan yang terbaik seperti ketepatan waktu untuk berangkat.
- d. Kemampuan (*capability*), merupakan kemampuan untuk dapat menangani segala bentuk dan keperluan akan pengangkutan.
- e. Frekuensi adalah senerapa banyakan moda yang mendukung transportasi

Salah satu permasalahan yang dijumpai di kota-kota besar di Indonesia (Surabaya) adalah pertumbuhan jumlah kendaraan yang terus meningkat dari tahun ke tahun yaitu rata-rata di atas 3%. Di sisi lain pembangunan infrastruktur atau penambahan jumlah dan lebar jalan sangat kecil kurang lebih di bawah 1% per tahunnya. Ketidakseimbangan antara jumlah lalu lintas dan prasarana jalan akan menimbulkan titik-titik kemacetan di kota.

Kendaraan yang sangat dominan di Surabaya menurut data (dishub Surabaya, 2014) adalah sebagai berikut

- a. Sepeda motor
- b. Mobil pribadi
- c. Angkot
- d. Bus Mini
- e. pick-up/box
- f. Mini Truk
- g. Bus Besar
- h. Truk 2 sumbu
- i. Truk 3 sumbu
- j. Truk Gandeng
- k. Trailer
- l. Kendaraan tak bermotor

Transportasi merupakan salah satu komponen yang mutlak penting bagi pencapaian tujuan pembangunan masa kini dan mendatang. Berbagai studi telah

menunjukkan bahwa negara-negara yang berhasil dalam pencapaian tujuan pembangunan adalah negara-negara yang memiliki sistem transportasi yang memadai dalam memenuhi kebutuhan dinamis penduduknya. Pembangunan transportasi lebih efisien, efektif dan memberikan nilai tambah bagi sektor lain serta tidak menimbulkan berbagai dampak negatif bagi masyarakat dan lingkungan dipadukan dengan pengembangan teknologi dan manajemen transportasi.

Pemanfaatan TIK bagi kepentingan transportasi belum optimal. Hal ini terlihat dari minimnya penggunaan teknologi tersebut pada sistem persinyalan jaringan kereta api, sistem pengaturan lalu-lintas jalan raya seperti ITS (Intelligent Transportation System), pengaturan lalu-lintas penerbangan dan bandar udara serta perangkat pendukungnya seperti ATS (*Air Traffic Service*), ATM (*Air Traffic Management*) dan EDI (*Electronic Data Interchange*) untuk pelabuhan.

2.2. Sistem Transportasi Cerdas

Pada tahun 1988, OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) di Paris, yakni organisasi pertama yang menyatakan bahwa negara-negara maju setiap tahunnya kehilangan milyaran dolar Amerika dari bidang transportasi hanya karena pengemudi tidak mempunyai cukup informasi terkait mengenai navigasi [Krakiwsky, 1993].

IVHS AMERIKA (1992) adalah organisasi pertama yang mengkuantifikasi pernyataan OECD tersebut. Dalam laporannya, IVHS AMERIKA melaporkan bahwa pada tahun 1991 di Amerika Serikat 41.000 meninggal akibat kecelakaan lalu lintas dan lebih dari 5 juta orang terluka. Disamping itu, kemacetan lalu lintas disebut sebagai faktor penghilang produktifitas kerja yang dianggap merugikan Amerika Serikat sebesar 100 milyar dollar per tahun. Kecelakaan-kecelakaan lalu lintas, yang terkait dengan kemacetan lalu lintas, berkontribusi kerugian lainya yang diperkirakan sebesar 70 milyar dollar per tahun.

Setelah mempelajari karakteristik persoalan tersebut, IVHS AMERIKA kemudian menyimpulkan bahwa sistem navigasi IVHS (Intelligent Vehicle Highway systems), sekarang dinamakan ITS (Intelligent Transportation Systems) dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan diatas. ITS memadukan

antara faktor manusia (people), jalan (road), dan kendaraan (vehicles) dengan memanfaatkan state of the art teknologi informasi.

ITS diawali dengan istilah transport telematics pada tahun 1990. Selanjutnya, pada tahun 1991 istilah Intelligent Transportation Systems disetujui untuk digunakan di Amerika Serikat dan Jepang. Hal tersebut diikuti dengan disetujuinya istilah tersebut di Eropa pada kongres ITS sedunia (world ITS Congress) yang diadakan di Perancis pada tahun 1994 (Nowacki,2012).

Menurut (Xinping,321-2012), ITS adalah teknologi mutakhir yang bertujuan untuk menyediakan layanan inovatif terkait dengan berbagai jenis sarana transportasi dan manajemen lalu lintas. Hal tersebut memungkinkan berbagai pengguna untuk mendapat informasi di perjalanan dan juga membuat perjalanan lebih aman serta terkoordinasi lebih baik.

Intelligent Transportation Systems (ITS) adalah rute yang teruji untuk mengurangi masalah kemacetan lalu lintas. ITS bisa Didefinisikan secara luas sebagai penggunaan teknologi untuk memperbaiki sistem transportasi. Tujuan utama ITS Adalah untuk mengevaluasi, mengembangkan, menganalisa dan mengintegrasikan teknologi dan konsep baru untuk mencapai efisiensi lalu lintas, Meningkatkan kualitas lingkungan, menghemat energi, melestarikan waktu, dan meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengemudi, Pejalan kaki, dan kelompok lalu lintas lainnya. Gambaran umum ITS dapat digambarkan secara skematis seperti yang ditunjukkan. Teknologi akuisisi dan evaluasi data mutakhir, jaringan komunikasi, digital Pemetaan, pemantauan video, sensor dan pesan bervariasi menciptakan tren baru dalam lalu lintas Manajemen di seluruh dunia. Sinergi akuisisi data, analisis, evaluasi, dan informasi membantu dalam mengembangkan sistem organisasi lalu lintas yang mencakup semua yang memungkinkannya Berbagi informasi antar pengelola dan pengguna lalu lintas. Meskipun asal mula ITS formal yang berasal dari tahun 1970an. Kegiatan ITS bertujuan untuk pengembangan strategi multi sistem transportasi moda transportasi yang akan membangun lingkungan transportasi yang terhubung Kendaraan, infrastruktur, dan perangkat portable. Penyiapan semacam itu memanfaatkan teknologi agar bisa berjalan lancar Memaksimalkan keamanan dan mobilitas pengemudi sambil memperbaiki kinerja lingkungan dan fokus pada penyebaran. ITS mencakup semua moda transportasi udara, laut, jalan dan rel,

dan berpotongan berbagai Komponen masing-masing mode kendaraan, infrastruktur, sistem komunikasi dan operasional. Berbagai Negara mengembangkan strategi dan teknik, berdasarkan geografis, budaya, sosial ekonomi dan latar belakang lingkungan, untuk mengintegrasikan berbagai komponen ke dalam sistem yang saling terkait.

Banyak aplikasi ITS telah dikembangkan oleh berbagai organisasi atau lembaga di seluruh dunia dan disesuaikan untuk menawarkan solusi transportasi untuk memenuhi kebutuhan spesifik mereka. Di negara maju, jalan operator telah menjadi tergantung pada ITS untuk tidak hanya kemacetan dan manajemen permintaan, tetapi juga untuk keselamatan jalan dan infrastruktur ditingkatkan. mempekerjakan komunikasi modern, komputer dan sensor ITS teknologi secara langsung, dan juga diaktifkan secara tidak langsung dengan perkembangan teknologi bahan dan riset operasi, termasuk analisis jaringan dan tugas beresiko. Luasnya lapangan membuat ITS upaya kerjasama antara masyarakat sektor, sektor swasta, dan akademisi. Ada penekanan besar pada peran sentral dan penting dari lokal kemitraan sektor publik dengan masukan pengetahuan dari kalangan akademisi. perubahan substansial telah dibuat dalam kompetensi inti dan perspektif organisasi-organisasi ini dan hubungan untuk mengembangkan program menuju ITS sukses. Di depan sektor publik, ITS yang dibangun pada arsitektur regional dan nasional sesuai dengan wilayah tertentu. Di pihak swasta, teknologi baru didorong oleh pasar konsumen. Kemajuan dalam komunikasi dan teknologi informasi telah membantu integrasi kendaraan dengan infrastruktur, sebuah penting kebutuhan sifat sistemik ITS. jatuh ITS dalam kerangka sistem cyber fisik karena interaksi intim antara sistem fisik (kendaraan) dan pengumpulan informasi didistribusikan dan infrastruktur penyebaran (kabel dan nirkabel jaringan, sensor, prosesor, dan menyertainya perangkat lunak). Perkembangan ITS didorong kuat oleh sosio-ekonomi kebutuhan, dan tuntutan lingkungan. Sebuah penelitian Laporan berjudul “Cerdas Sistem Transportasi: Sebuah Laporan Global Strategic Business”, yang diterbitkan oleh global Analisis industri, Inc, menyediakan komprehensif tren, pengembangan produk, merger, akuisisi dan kegiatan industri strategis lainnya dalam domain ITS. Menurut laporan ini, pasar global untuk sistem transportasi cerdas (ITS) diproyeksikan mencapai US \$ 18,5 miliar pada tahun 2015. Amerika Serikat memiliki pasar

regional terbesar untuk ITS, akuntansi untuk pangsa hampir 40% dari pendapatan global yang dihasilkan. Pasar untuk ITS adalah menjanjikan di Asia-Pasifik dan Latin wilayah Amerika sebagai baik dan didorong oleh pembangunan infrastruktur yang cepat. Di antara berbagai program dari ITS di seluruh dunia, manajemen lalu lintas maju memegang permintaan terbesar diikuti oleh pengumpulan tol elektronik Sistem.

- Amerika

US Department of Transportation mengkoordinasikan kegiatan penelitian ITS di dalam negeri melalui Riset dan Teknologi Inovatif Administrasi (RITA) sayap. The RITA menggabungkan pemotongan tepi penelitian dengan transfer teknologi dan bertujuan untuk meningkatkan sistem transportasi negara. Tujuan utama dari RITA meliputi:

- Koordinasi, fasilitasi dan meninjau penelitian dan program dan kegiatan pembangunan di rumah Tim serta kemitraan akademik dan industri
- Mengembangkan konsep yang inovatif untuk lalu lintas manajemen melalui bisnis akademik dan kecil penelitian yang inovatif (SBIR) program
- Melakukan statistik transportasi yang komprehensif penelitian, analisis dan pelaporan; dan
- Mendidik kelompok khusus dan masyarakat umum di transportasi dan bidang terkait transportasi.

2.2.1. Adaptive Traffic Control System (ATCS)

Lampu lalu lintas (traffic light) seiring dengan peningkatan jumlah kendaraan akan sangat di butuhkan dalam pengaturan lalu lintas terutama di kota-kota besar yang pertumbuhann jumlah kendaraannya meningkat cepat. Kemacetan lalu lintas merupakan salah satu masalah besar yang terjadi di kota besar dan umumnya terjadi di persimpangan jalan. Lampu lalu lintas di satu kondisi akan sangat membantu dalam kelancaran arus lalu lintas tetapi di lain kondisi malah menjadikan kemacetan semakin parah. Contoh banyak yang terjadi adalah saat jam sibuk dan sore hari. Kemacetan terjadi karena pengaturan pewaktuan lampu lalu lintas yang terpasang masih menggunakan pewaktuan pada kondisi lalu lintas normal. Dengan pewaktuan tersebut akan menyebabkan terjadinya penumpukan

jumlah kendaraan di salah satu sisi persimpangan dan sangat rentan menyebabkan terjadinya kemacetan.

Tujuan dari penerapan ATCS ini adalah untuk mempermudah kerja manusia dalam mengatur traffic light pada setiap jalur yang ada. Dengan menggunakan system ATCS ini juga dapat meminimalisir masalah human error dalam pengaturan traffic light. Sistem ATCS ini memberikan keamanan dan kemudahan dalam melakukan manajemen pengaturan traffic light., sehingga dapat memberikan data dan informasi tentang perubahan kondisi lalu lintas atau tingkat kepadatan pada setiap jalur yang selalu berubah-ubah. Sehingga dapat dilakukan pengaturan pewaktuan pengaturan nyala lampu lalu lintas secara otomatis dan seketika (adaptif) pada setiap jalur.

Salah satu ciri ATCS adalah pemakaian kamera CCTV sebagai monitoring kondisi jalan-raya dan juga bisa diaplikasikan sebagai detector kepadatan jalan raya. Kamera CCTV ada dua model : statis dan dinamis (bisa dikendalikan dari jarak jauh untuk bergerak ke kiri maupun ke kanan). Kelebihan kamera CCTV statis adalah kemampuan dia sebagai detector. Sedangkan pada kamera CCTV dinamis tidak bisa dijadikan detektor. Karena pengambilan gambar pada kamera CCTV dinamis selalu berubahubah areanya. Beberapa penelitian dilakukan menggunakan kamera CCTV yang statis untuk detektor, baik sebagai deteksi kepadatan, kecepatan dan penghitung jumlah kendaraan.

2.2.2. Variable Message Sign (VMS)

VMS digunakan untuk mengatur batas kecepatan atau untuk menampilkan informasi kepada pengguna jalan. Di berbagai negara, jumlah informasi yang ditampilkan pada perangkat ini sangat bervariasi: Di Jerman, sebagian besar VMS tidak menyajikan rekomendasi, misalnya, waktu tempuh, namun hanya rambu jalan. Di negara-negara Eropa lainnya, seperti Belanda, Inggris Raya atau Prancis, waktu tempuh dan rekomendasi diberikan (Emmerink (1996), Wardman (1997)). Selain itu untuk VMS, sinyal kontrol jalur digunakan yang memungkinkan penggunaan jalur lalulintas yang responsif.

Variable message signs (VMS) yang bervariasi, sebagai sistem panduan lalu lintas yang maju, dapat memberikan informasi lalu lintas real-time di jaringan jalan perkotaan untuk membantu pengemudi memilih rute dengan volume lalu lintas lebih yang lengang. Dengan demikian, kendaraan dapat berjalan secara

layak di seluruh jaringan sehingga dapat meningkatkan kinerja sistem lalu lintas (Emmerink,1996), Dengan bantuan VMS, kapasitas jalan dapat ditingkatkan secara nyata dan efisiensi penggunaan jalan turun dari hilir dapat ditingkatkan. efektivitas VMS bergantung pada perilaku pilihan rute pengemudi, dan desain dan posisi VMS dapat mempengaruhi perubahan jalur dan perilaku kontrol kecepatan. Perilaku mewakili persepsi pengemudi terhadap informasi panduan dan tingkat kepercayaan terhadap informasi (Zhong ,2012)

2.3. Jalan Raya

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006).

Jalan raya adalah jalur - jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran - ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat (Clarkson,1999).

Untuk perencanaan jalan raya yang baik, bentuk geometriknya harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya, sebab tujuan akhir dari perencanaan geometrik ini adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan biaya juga memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan.

Jalan raya pada umumnya dapat digolongkan dalam 4 klasifikasi yaitu: klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi menurut medan jalan dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan (Bina Marga 1997).

- Klasifikasi menurut fungsi jalan

Klasifikasi menurut fungsi jalan terdiri atas 3 golongan yaitu:

- 1) Jalan arteri yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- 2) Jalan kolektor yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- 3) Jalan lokal yaitu Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

- Klasifikasi menurut kelas jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton.

- Klasifikasi menurut medan jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

Klasifikasi Jalan Berdasarkan Undang-undang No. 38 (UU No.38 Tahun 2004) mengenai jalan, maka jalan dapat diklasifikasikan menjadi 2 klasifikasi jalan yaitu :

1. Klasifikasi jalan menurut fungsi
2. Klasifikasi menurut wewenang

Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi

Klasifikasi jalan umum menurut peran dan fungsinya terdiri atas :

1. Jalan Arteri

Jalan Arteri Primer adalah ruas jalan yang menghubungkan antar kota jenjang kesatu yang berdampingan atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.

Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi oleh Jalan Arteri Primer adalah :

- a. Kecepatan rencana > 60 km/jam.
- b. Lebar badan jalan $> 8,0$ m.
- c. Kapasitas jalan lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
- d. Jalan masuk dibatasi secara efisien sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan dapat tercapai.
- e. Tidak boleh terganggu oleh kegiatan lokal, lalu lintas lokal.
- f. Jalan primer tidak terputus walaupun memasuki kota.

Jalan Arteri Sekunder adalah ruas jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder lainnya atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi oleh Jalan Arteri Sekunder adalah :

- a. Kecepatan rencana > 30 km/jam.
- b. Lebar jalan $> 8,0$ m.
- c. Kapasitas jalan lebih besar atau sama dari volume lalu lintas rata-rata.
- d. Tidak boleh diganggu oleh lalu lintas lambat.

2. Jalan Kolektor

Jalan Kolektor Primer adalah ruas jalan yang menghubungkan antar kota kedua dengan kota jenjang kedua, atau kota jenjang kesatu dengan kota jenjang ketiga.

Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi oleh Jalan Kolektor Primer adalah :

- a. Kecepatan rencana > 40 km/jam.
- b. Lebar badan jalan $> 7,0$ m.
- c. Kapasitas jalan lebih besar atau sama dengan volume lalu lintas rata-rata.
- d. Jalan masuk dibatasi secara efisien sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan tidak terganggu.
- e. Tidak boleh terganggu oleh kegiatan lokal, lalu lintas lokal.
- f. Jalan kolektor primer tidak terputus walaupun memasuki daerah kota.

Jalan Kolektor Sekunder adalah ruas jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder lainnya atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.

Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi oleh Jalan Kolektor Sekunder adalah :

- a. Kecepatan rencana > 20 km/jam.
- b. Lebar jalan $> 7,0$ m.

3. Jalan Lokal

Jalan Lokal Primer adalah ruas jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil, kota jenjang kedua dengan persil, kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga lainnya, kota jenjang ketiga dengan kota jenjang di bawahnya. (R. Desutama, 2007)

Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi oleh Jalan Lokal Primer adalah :

- a. Kecepatan rencana > 20 km/jam.
- b. Lebar badan jalan $> 6,0$ m.
- c. Jalan lokal primer tidak terputus walaupun memasuki desa

Jalan Lokal Sekunder adalah ruas jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, atau kawasan sekunder kedua dengan perumahan, atau kawasan sekunder ketiga dan seterusnya dengan perumahan.

Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi oleh Jalan Lokal Sekunder adalah :

- a. Kecepatan rencana > 10 km/jam.
- b. Lebar jalan $> 5,0$ m.
- c. Jalan Lingkungan

Jalan Lingkungan adalah merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri-ciri seperti sebagai berikut :

1. Perjalanan jarak dekat

Kecepatan rata-rata rendah

2.4. Pemodelan Simulasi

2.4.1. Model

Model merupakan representasi dari sistem dalam kehidupan nyata yang menjadi suatu fokus perhatian dan menjadi salah satu pokok permasalahan. Pemodelan didefinisikan sebagai suatu proses pembentukan model dari sistem tersebut yang menggunakan bahasa formal tertentu (Suryani, 2006 : 1).

Menurut Andersson dan Karlsson (2001:17) sebuah model adalah suatu abstraksi dari objek nyata atau sistem, dan memodelkan sistem berarti menangkap dan mengintisarikan komponen sistem, hubungan serta perilaku, sesuai dengan tujuan pemodelan.

2.4.2. Simulasi

Menurut Suryani (2006) sudah banyak ahli yang telah mendefinisikan simulasi dengan berbagai variasinya. Beberapa definisi diantaranya adalah sebagai berikut:

- Shannon (1975) : simulasi merupakan suatu proses perancangan model dari sistemnyata yang dilanjutkan dengan pelaksanaan eksperimen terhadap modeluntuk mempelajari perilaku system atau evaluasi strategi.
- Law dan Kelton (1991) : simulasi didefinisikan sebagai sekumpulan metodedan aplikasi untuk menirukan atau menggambarkan perilaku dari

suatu sistem yang nyata, yang biasanya dilakukan pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu.

Model simulasi sangat efektif digunakan untuk sistem yang relatif kompleks untuk pemecahan suatu analitis dari sebuah model yang tidak dapat dipecahkan dengan cara matematis biasa. Penggunaan simulasi akan memberikan wawasan yang lebih luas kepada pengambil kebijakan dalam menyelesaikan suatu masalah tertentu (Suryani, 2006 : 4).

2.4.3. Sistem Dinamik

Simulasi sistem dinamik merupakan suatu simulasi kontinyu yang dikembangkan oleh Jay Forrester (MIT) pada tahun 1960-an, yang berfokus pada struktur dan perilaku sistem yang terdiri antar variabel dan loop feedback (umpan balik). Hubungan dan interaksi antar variabel dinyatakan dalam bentuk diagram kausatik. Proses umpan balik bisa dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu (Suryani, 2006:63-64) :

1. Umpan balik positif

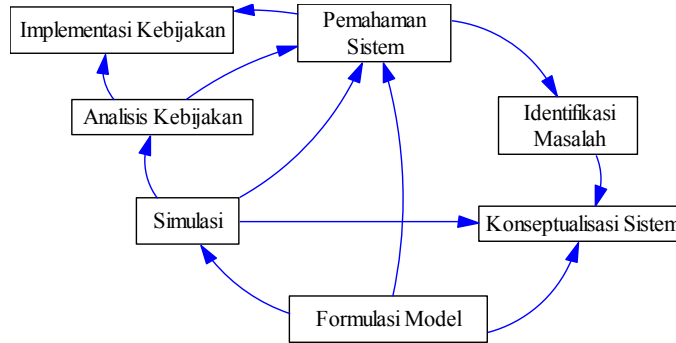
Jenis umpan balik yang satu ini menciptakan proses pertumbuhan, dimana salah satu kejadian dapat menimbulkan akibat yang akan memperbesar kejadian yang lain secara terus menerus. Umpan balik ini dapat menyebabkan ketidak stabilan, ketidak seimbangan, serta pertumbuhan yang kontinyu pada kejadian. Contohnya : sistem pertumbuhan penduduk.

2. Umpan balik negatif

Jenis umpan balik ini berusaha untuk menciptakan keseimbangan dengan memberikan koreksi agar tujuan dari proses dapat dicapai. Contoh : sistem pengatur suhu ruangan.

Tahapan pengembangan model sistem dinamik terlihat pada gambar Untuk memudahkan proses pembuatan model, maka model dapat dipecah ke beberapa sub-sub model. Setelah membagi model menjadi beberapa sub model, selanjutnya dilakukan konseptualisasi sistem yang terdiri dari identifikasi masalah serta penentuan batasan-batasan model. Dalam batasan model digambarkan cakupan analitis yang didasarkan pada suatu masalah yang menimbulkan perilaku yang menjadi salah satu fokus perhatian. Dalam tahap ini sudah mulai dilakukan penggolongan terhadap variabel-variabel internal dan variabel-variabel eksternal. Setelah identifikasi variabel tersebut, kemudian membentuk keterkaitan antar

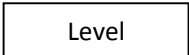

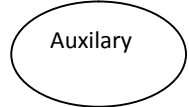
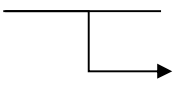
variabel yang satu dengan yang lain yang dinyatakan dalam persamaan. Setelah itu dilakukan validasi terhadap model untuk melihat apakah model sudah sesuai dengan sistem nyata. Setelah model dinyatakan valid baru dapat dilakukan skenarioisasi (Suryani, 2006).



Gambar 2.4.3-1.1. Tahap Pengembangan Sistem

Dalam bukunya Suryani (2006) terdapat beberapa variabel-variabel dalam sistem dinamik yang dirangkum dalam tabel dibawah ini :

Tabel 2.4-1. Variabel Sistem Dinamik

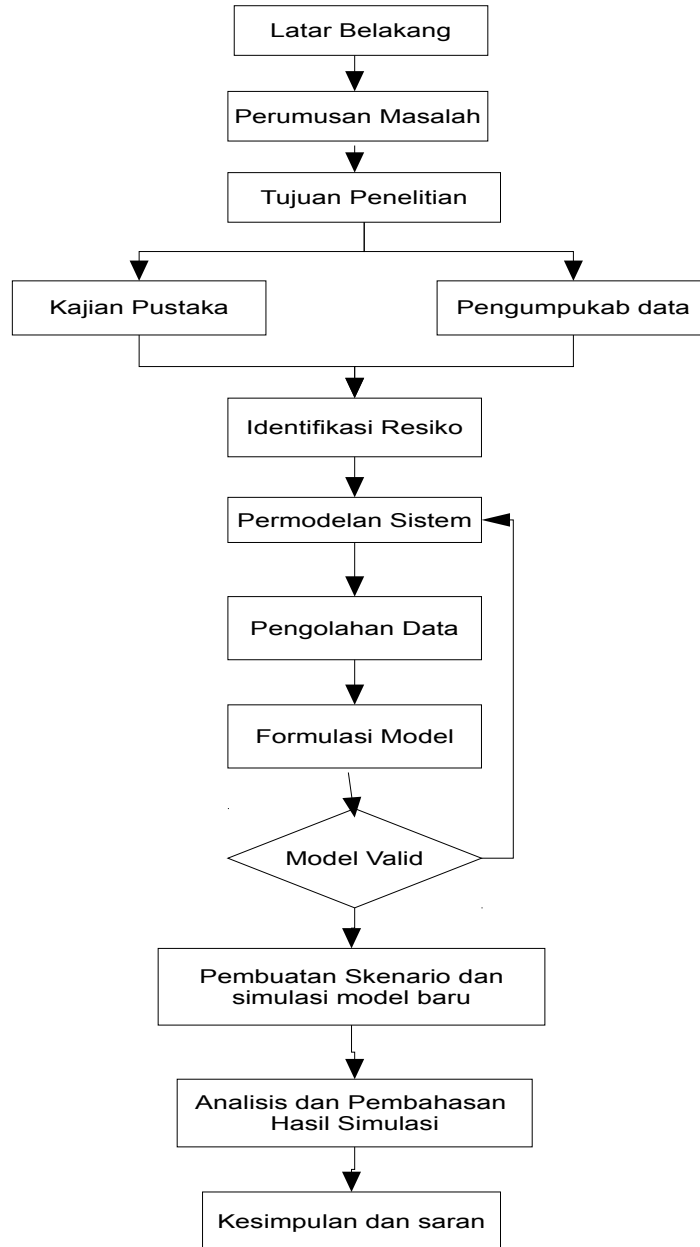
No	Nama Variabel	Keterangan	Simbol
1.	Level/Stok	merupakan akumulasi aliran dari waktu ke waktu. Level dipengaruhi oleh aliran masuk dan aliran keluar.	
2.	Rate/Flow	merupakan laju yang menentukan aliran masuk atau keluar dari atau ke level.	
3.	Auxiliary	merupakan variabel bantu untuk menyederhanakan hubungan antar variabel.	
4.	Parameter (konstanta)	merupakan input informasi untuk rate maupun auxiliary. Konstanta memiliki nilai tetap sepanjang periode simulasi, sedangkan parameter merupakan nilai yang tetap pada saat tertentu namun dapat	

No	Nama Variabel	Keterangan	Simbol
		berubah di saat yang lain.	

Sumber : (Suryani, 2006)

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahapan yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan pada penelitian. Pada gambatr dijelaskan tentang metodologi pemecahan masalah pada penelitian.



Gambar. 3. 1. Metode Penelitian

Penjelasan tahapan metodologi penelitian menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, dan tujuan penelitian yang dijelaskan pada Bab 1. Penjelasan mengenai tahapan metodologi mengenai kajian pustaka, pengumpulan data, identifikasi, permodelan sistem, pengolahan data, validasi, pemodelan sistem dengan skenario, analisi dan pembahasan akan dijelaskan pada sub bab dibawah ini.

3.1. Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan dengan mencari dan mempelajari referensi teks, jurnal, paper serta literatur lainnya yang mempunyai hubungan dengan pokok bahasan yang dibahas pada penelitian, diantaranya adalah mengenai intelligent transportation system (ITS), keuntungan menggunakan intelligent transportation system (ITS) agar lebih efektif, efisien dan safety

3.2. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara yang digunakan peneliti untuk mendapatkan data dalam suatu penelitian. Pada penelitian kali ini peneliti memilih jenis penelitian kualitatif maka data yang diperoleh haruslah mendalam, jelas dan spesifik. Selanjutnya dijelaskan oleh Sugiyono (2009:225) bahwa pengumpulan data dapat diperoleh dari hasil observasi, wawancara, dokumentasi.

1. Observasi

Observasi menurut Kusuma (1987:25) adalah pengamatan yang dilakukan dengan sengaja dan sistematis terhadap aktivitas individu atau obyek lain yang diselidiki. Adapun jenis-jenis observasi tersebut diantaranya yaitu observasi terstruktur, observasi tak terstruktur, observasi partisipan, dan observasi nonpartisipan.

Dalam penelitian ini, sesuai dengan objek penelitian maka, peneliti memilih observasi partisipan. Observasi partisipan yaitu suatu teknik pengamatan dimana peneliti ikut ambil bagian dalam kegiatan yang dilakukan oleh objek yang diselidiki. Observasi ini dilakukan dengan mengamati dan mencatat langsung terhadap objek penelitian, yaitu dengan mengamati kegiatan-kegiatan yang ada di Dinas Perhubungan Kota Surabaya.

2. Wawancara

Dalam teknik pengumpulan menggunakan wawancara hampir sama dengan kuesioner. Wawancara itu sendiri dibagi menjadi 3 kelompok yaitu wawancara terstruktur, wawancara semi-terstruktur, dan wawancara mendalam (in-depth interview).

Dalam penelitian ini untuk mencari informasi dengan mewawancarai pihak dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya serta membuat daftar data yang akan dijadikan penelitian

3. Studi Pustaka

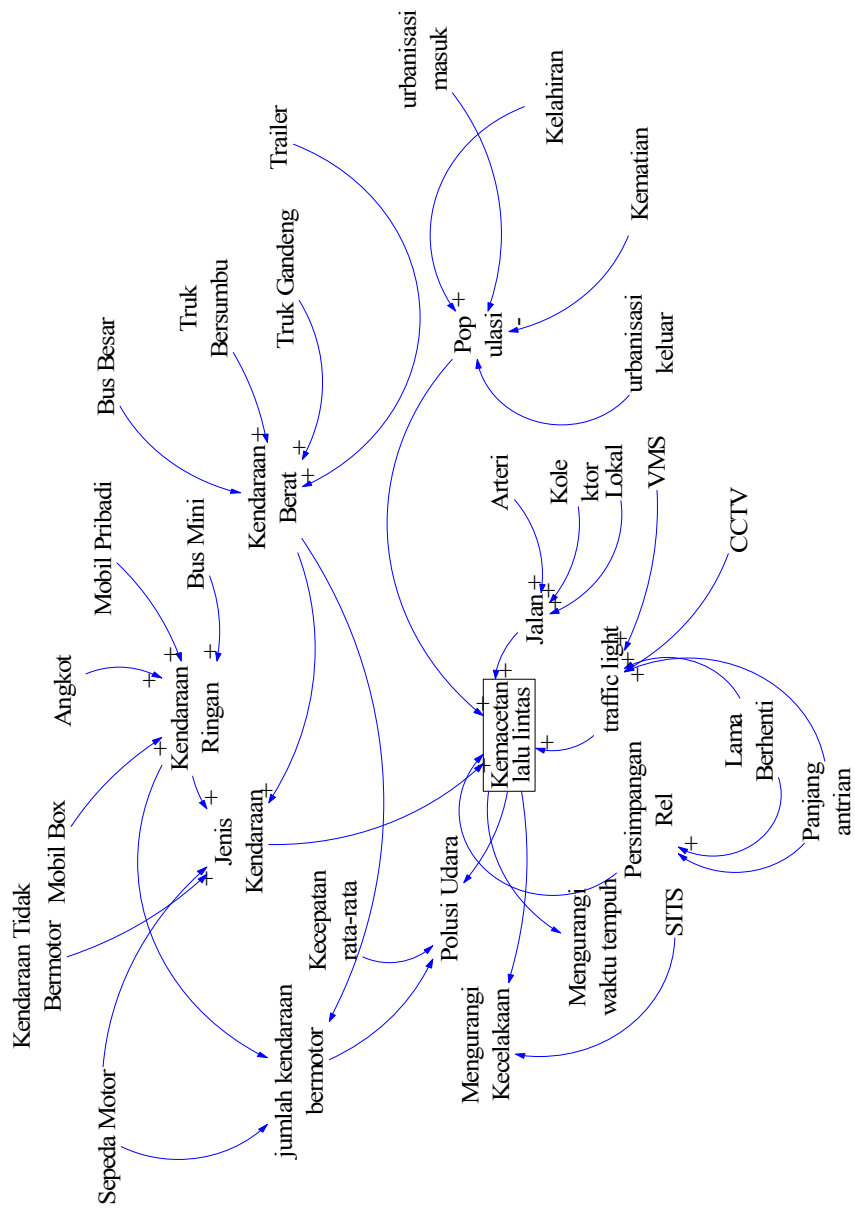
Yaitu Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan mempelajari buku-buku referensi, laporan-laporan, majalah-majalah, jurnal-jurnal dan media lainnya yang berkaitan dengan obyek penelitian.

4. Dokumentasi

Dokumen menurut Sugiyono (2009:240) merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen yang digunakan peneliti disini berupa foto, gambar, serta data-data mengenai sistem transportasi cerdas kepada pihak Dinas Perhubungan Kota Surabaya. Hasil penelitian dari observasi dan wawancara akan semakin sah dan dapat dipercaya apabila didukung oleh foto-foto

3.3. Pemodelan Sistem

Pada tahapan ini, model mulai dibangun dengan penetapan variabel-variabel dengan menggunakan sistem dinamik. Pemodelan sistem dimulai dari konseptualisasi sistem yang dilakukan melalui pembuatan model konseptual yang digambarkan melalui diagram kausal loop atau causal loop diagram. Konseptualisasi sistem yang digunakan untuk menggambarkan secara umum mengenai simulasi sistem dinamik yang akan dilakukan dari komponen atau variabel-variabel, baik variabel yang signifikan maupun variabel pembantu yang saling mempengaruhi perilaku sistem. Hasil dari tahapan ini akan didapatkan beberapa diagram sebab akibat yang nantinya akan digabung menjadi sebuah sistem utuh. Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sugeng (2012) hanya menjelaskan bagaimana urbanisasi mempengaruhi terhadap kemacetan tidak menjelaskan tentang bagaimana urbanisasi berpengaruh terhadap efektifitas perjalanan, efisiensinya dan safety suatu perjalanan. Dengan demikian maka permodelan seperti berikut.



Gambar. 3. 2 Causal Loop Diagram

3.4. Pengolahan data

Model konseptual yang digambarkan melalui diagram kausal akan diterjemahkan menjadi model sistem dinamik yang digambarkan melalui diagram stock dan flow yang dibentuk melalui empat komponen yaitu : sistem, umpan balik, level dan rate. Kemudian selanjutnya menentukan persamaan dari tiap-tiap variabel, sebagai formulasi pada model dilakukan dengan cara memahami dan menguji konsistensi model apakah sudah sesuai dengan cara memahami dan menguji konsistensi model apa sudah sesuai dengan tujuan dan batasan sistem yang dibuat. Setelah model dibuat, selanjutnya dilakukan tahap verifikasi. Pada tahap verifikasi, dilakukan pengecekan terhadap model yang dibuat, apakah model sesuai dengan yang diinginkan, masuk akal dan persamaan maupun satuan sudah konsisten maka selanjutnya, model sistem awal disimulasikan dengan menggunakan aplikasi vensim

3.5. Formulasi Model

Formulasi model dilakukan untuk menerjemahkan model konseptual ke dalam media komputer untuk mempelajarinya, karena kaitan itulah ada dipatikan ada perangkat lunak komputer yang memfasilitasi untuk melakukan formulasi sistem menjadi model. formulasi model yaitu menerjemahkan hubungan antar elemen atau antar pelaku dalam sistem kedalam bahasa pemrograman. Bahasa pemrograman sering digunakan biasanya mengikuti persamaan matematis, mulai dari yang sederhana hingga yang paling kompleks.

3.6. Validasi Model

Tujuan pengujian adalah membandingkan perilaku simulasi model untuk perilaku aktual sistem. Pada tahap pengujian, pemodel harus memastikan bahwa model memiliki "dimensi konsistensi" hubungan antara unit-unit level, rate dan auxiliary pada variabel dan konstanta harus masuk akal. (Sterman, 2000) menganjurkan pengujian menyeluruh dan berkesinambungan untuk membangun kepercayaan diri dalam model dan mendapatkan wawasan ke dalam sistem. (Homer, 1996) pendukung "pemodelan ilmiah" yang bergantung pada validasi model melalui eksperimen berulang dengan membandingkan perilaku model dengan perilaku sistem nyata. Validasi Data dapat ditentukan dengan menggunakan dua cara pengujian (Barlas & Wu, 1989).

a. *Mean Comparison*

$$E_1 = \frac{|\bar{S} - \bar{A}|}{\bar{A}}$$

Dimana :

S = Nilai rata – rata hasil simulasi

A = Nilai rata – rata data

Dimana model dianggap valid apabila $E_1 \leq 5\%$

b. *% error variance*

$$E_2 = \frac{|s_S - s_A|}{s_A}$$

Dimana :

S_S = Standar deviasi model

S_A = Standar deviasi data

Dimana model dianggap valid apabila $E_2 \leq 30\%$

3.7. Skenario Model

Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini maka model yang telah dibangun tersebut akan dibuat suatu skenario dengan cara memanfaatkan sistem transportasi cerdas di dinas perhubungan Surabaya sehingga secara otomatis akan memicu efektifitas, efisiensi dan safety bagi pengguna jalan disurabaya. Pada tahap ini akan dilakukan simulasi kebijakan untuk mengetahui perilaku yang akan dihasilkan, simulasi ini dilakukan dengan membandingkan beberapa kebijakan yang ingin diambil dan memastikan kebijakan mana yang memiliki skenario terbaik.

3.8. Analisis dan Pembahasan Hasil

Data hasil simulasi skenario kemudian akan dianalisis untuk penentuan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan pada hasil yang diinginkan, tahapan ini dapat diputuskan kebijakan yang terbaik terhadap pelaksanaan sistem transportasi cerdas.

3.9. Rencana Kegiatan Penelitian

Aktivitas penelitian ini direncanakan berlangsung selama kurang lebih enam bulan dengan jadwal pelaksanaan seperti pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 3.9-1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan	1				2				3				4				5				6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■																
Pemodelan Sistem			■	■	■	■	■	■																
Pengumpulan dan pengolahan data serta validasi model			■	■	■	■	■	■																
Perlakuan model dengan skenario									■	■	■													
Analisis Hasil Simulasi											■	■												
Kesimpulan dan Saran													■	■	■	■								
Analisis Hasil																	■	■	■	■	■	■	■	■
Dokumentasi	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Sumber : pribadi

[halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

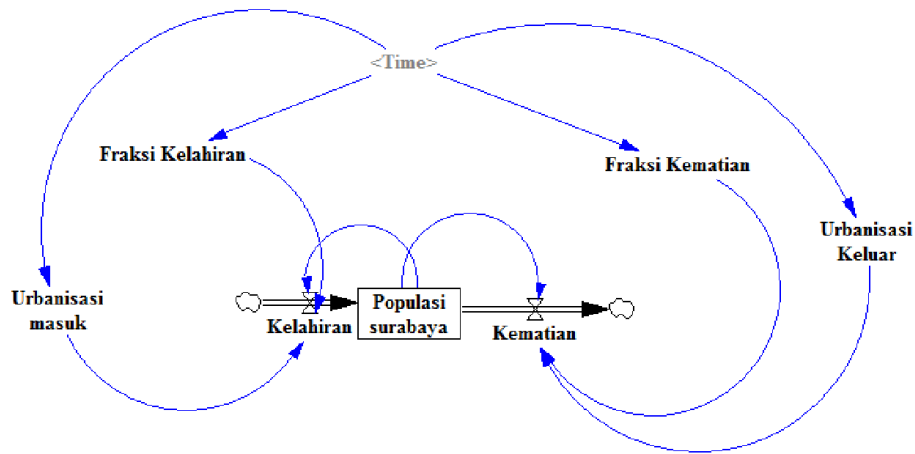
4.1. Sub Model Populasi

Pertumbuhan penduduk kota-kota di Indonesia cenderung mengalami kenaikan yang sangat besar, sementara pada saat yang sama, tidak diimbangi dengan pemerataan disuatu tempat pertumbuhan dikota besar sangat terlihat. Pertumbuhan penduduk adalah perubahan populasi pada waktu tertentu yang sudah dilakukan pendataan. Sebutan pertumbuhan penduduk merujuk pada bertambahnya jumlah penduduk. Perkembangan penduduk di Surabaya dikarenakan peningkatan data kelahiran perhari di bandingkan data kematian yang ada hal ini yang mengakibatkan banyaknya kehidupan tidak sebanding banyaknya kematian yang mengakibatkan bertambahnya penduduk di kota Surabaya.

Maka yang melandasi perkembangan penduduk di kota Surabaya adalah banyaknya kelahiran di bandingkan dengan kematian dan banyaknya urbanisasi yang dilakukan masyarakat dari desa ke Surabaya yang dilandasi untuk meningkatkan perekonomian mereka. Alasan yang ada lebih banyak karena urusan pekerjaan. Perkembangan masyarakat Asli kota Surabaya sudah banyak apalagi ditambah urbanisasi masuk dan tidak diimbangi urbanisasi keluar dari kota Surabaya. Semakin banyak lapangan pekerjaan semakin banyak pula penduduk dari kota lain berdatangan ke kota Surabaya.

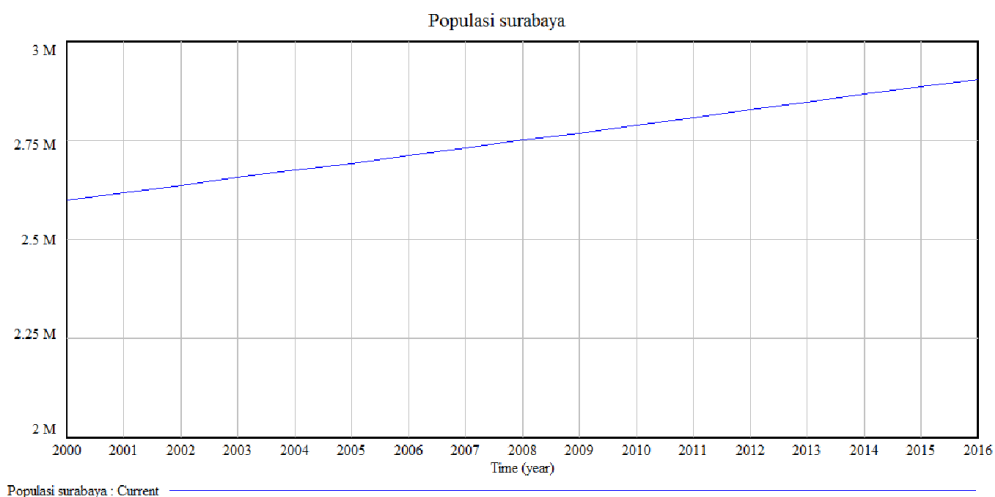
Kota Surabaya yang terletak antara 07 21 Lintang Selatan dan 112 36 s.d 112 54 Bujur Timur. wilayah kota Surabaya memiliki dataran terendah 3 meter diatas permukaan laut sampai 50 meter diatas permukaan laut. ini menunjukkan bahwa kota Surabaya berada didataran rendah. Untuk batas kota sebelah utara dan timur dibatasi oleh selat madura, selatan berbatasan dengan kota Sidoarjo dan barat berbatasan dengan kota Gresik. Luas kota Surabaya seluruhnya kurang lebih 326,36 km² yang terdiri didalamnya 31 kecamatan dan 163 kelurahan. Pada tahun 2000 jumlah penduduk di kota Surabaya mencapai 2,599,796 juta jiwa. Kemudian pada tahun 2015 jumlah penduduk di kota Surabaya bertambah 2,870,200 juta jiwa, dengan laju pertumbuhan penduduk kota Surabaya sebesar 0,63% per tahun. Penambahan rata-rata tiap tahun adalah 100.000 jiwa. Berikut ini merupakan sub model populasi di kota Surabaya, yang menggambarkan laju kelahiran, laju

kematian, urbanisasi masuk ke kota Surabaya dan Urbanisasi keluar dari kota Surabaya.

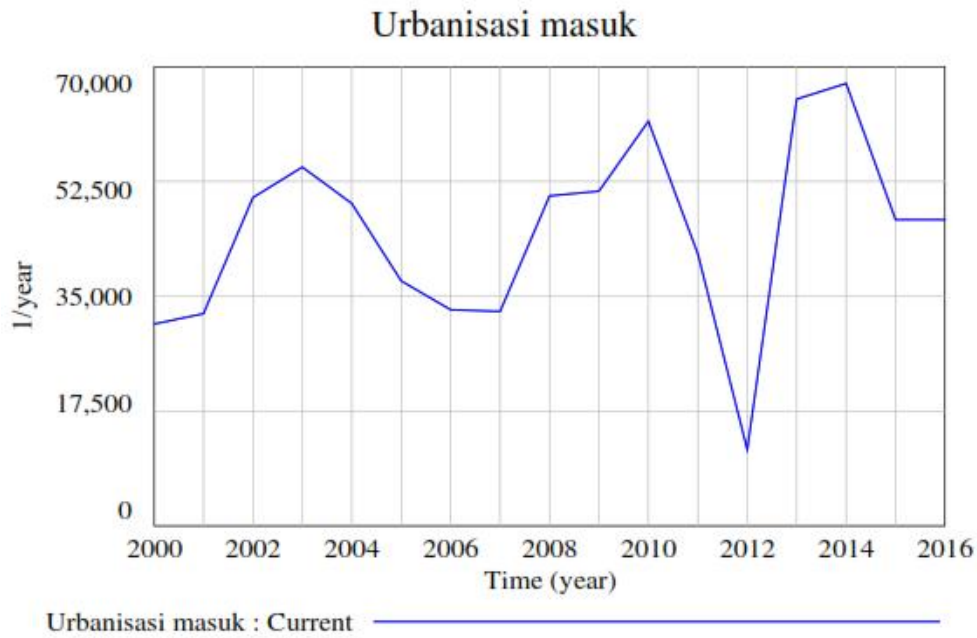


Gambar 2.4.3-1. Populasi Penduduk

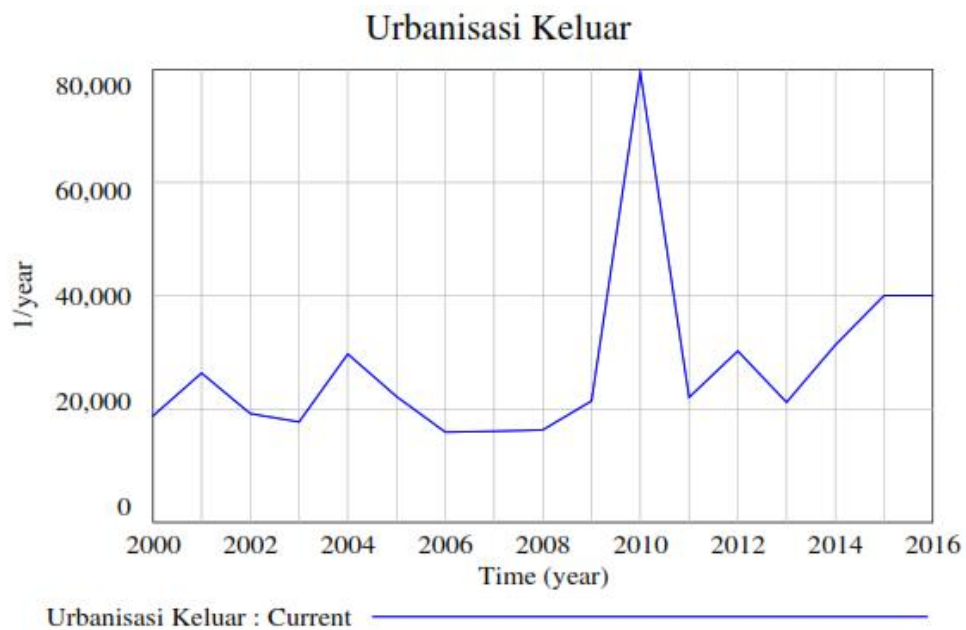
Gambar diatas adalah sub model populasi di kota Surabaya yang menggambarkan jumlah penduduk kota Surabaya yang terus bertambah dari tahun ke tahun. Laju pertumbuhan penduduk didapatkan dari laju kelahiran ditambah urbanisasi masuk dikurangi laju kematian ditambah urbanisasi keluar di tiap area. Penambahan jumlah penduduk ini menentukan besarnya kemacetan dan polusi kota Surabaya.



Gambar 2.4.3-2. Kenaikan Populasi



Gambar 2.4.3-3. Laju Urbanisasi masuk



Gambar 2.4.3-4. Laju Urbanisasi Keluar

Berdasarkan data histori tren penduduk di kota Surabaya mengalami kenaikan. Kota Surabaya merupakan kota yang paling padat penduduk. Pada tahun 2010 penduduk di Jawa mencapai 2,5 juta jiwa lebih, dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0.63 % per tahun. Urbanisasi yang ada dikota

Surabaya sangat banyak hal ini dikarenakan beberapa sebab, seperti kota Surabaya merupakan kota terbesar dengan harapan dari orang-orang yang urbanisasi tersebut ingin mengharapkan kehidupan yang layak, banyak lapangan pekerjaan dikota Surabaya. Urbanisasi dikota Surabaya terbanyak tahun tahun 2014 sebesar 67.000 jiwa pertahun tersebut. Untuk urbanisasi keluar dari kota Surabaya terbesar tahun 2010 sebesar 79.000 jiwa. Penduduk yang keluar Surabaya pertahunnya lebih sedikit dari pada penduduk yang masuk. Hal ini yang mengakibatkan kota Surabaya semakin banyak penduduknya.

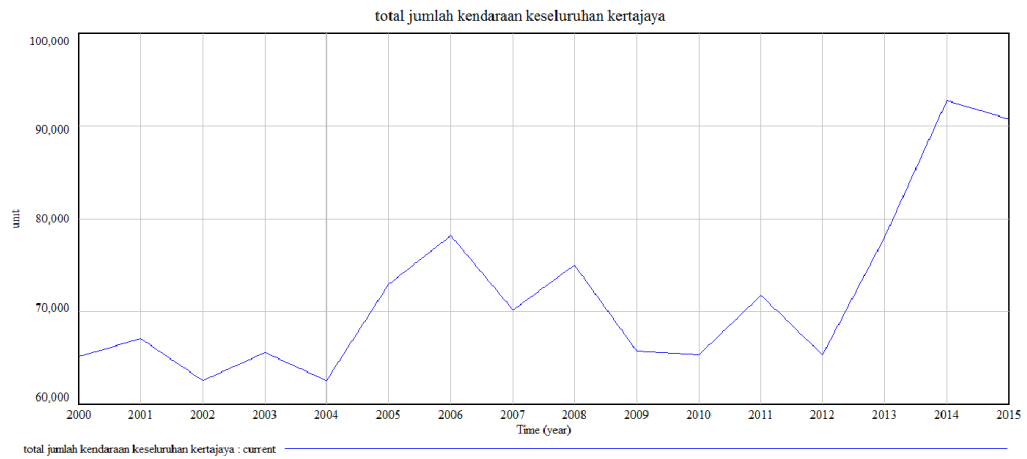
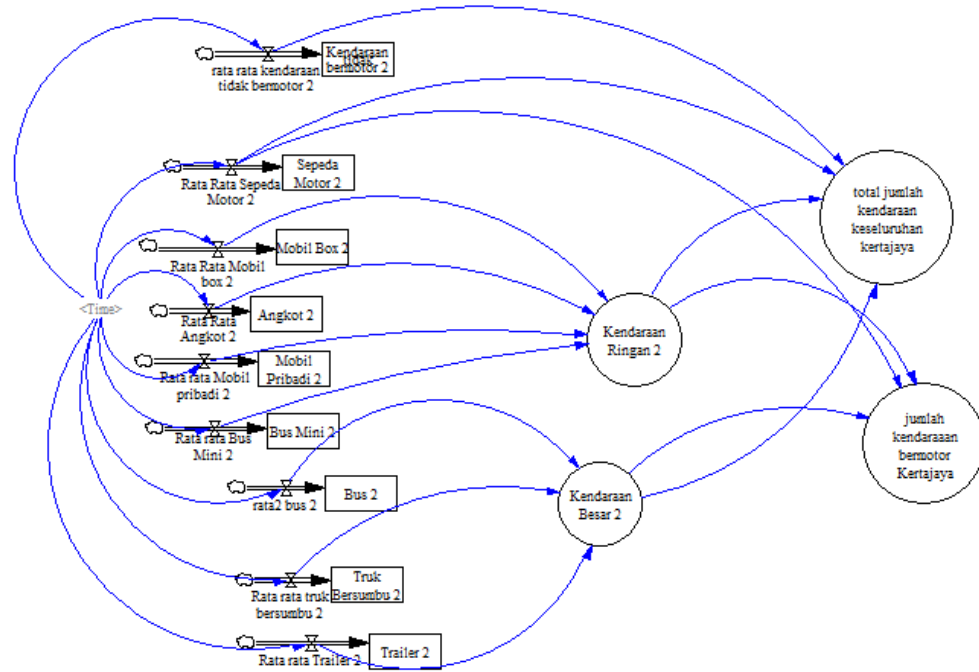
Sub model Kendaraan

Surabaya merupakan salah satu kota besar yang memiliki kepadatan penduduk tesebesar di Indonesia. Banyak aktivitas kehidupan yang terjadi di Surabaya karena kepadatan ini. Karena itu transportasi sudah tidak dapat dipisahkan lagi dari kebutuhan kehidupan manusia sehari-hari. Transportasi telah berkembang menjadi salah satu kebutuhan manusia paling dibutuhkan. Oleh karena itu, mulai dari anak muda hingga orang tua, baik untuk pendidikan atau pekerjaan selalu dijadikan kebutuhan.

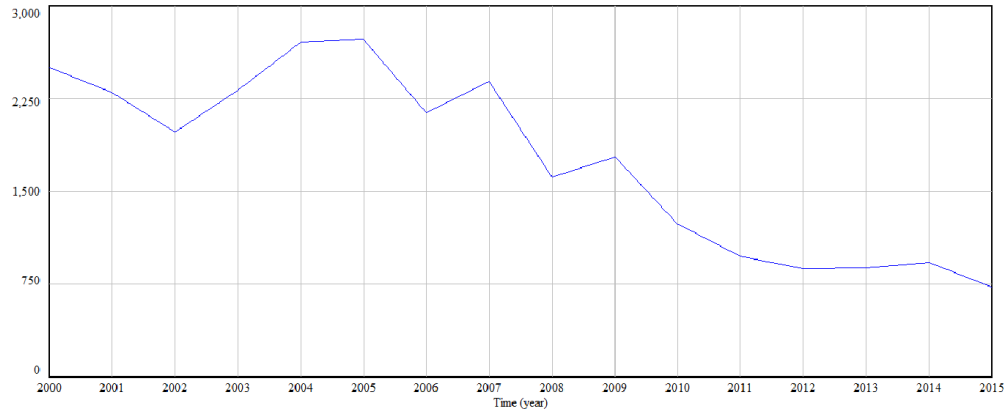
Perkembangan transportasi yang pada saat ini menjadi kebutuhan dasar yang dapat disejajarkan dengan kebutuhan primer seperti pangan maupun papan. Fenomena transportasi ini bisa dilihat dari bertambahnya alat transportasi yang selalu naik setiap tahunnya, mobil pribadi sendiri untuk keperluan sehari-hari mencapai 9% sedangkan kendaraan roda dua sebanyak 23%. Hal ini tidak sebanding dengan jumlah angkutan umum yang ada saat ini dimana perbandingan antara kendaraan bermotor dan angkutan adalah 70:30. Ini membuktikan bahwa animo masyarakat untuk menggunakan angkutan umum sangatlah kurang sekali. Kendaraan pribadi maupun roda dua menjadi sangat diminati karena fasilitas dan kenyamanan dari kendaraan umum kurang maksimal dan waktu tempuh semakin lama. Pertumbuhan ekonomi di kota surabaya pun menjadi penyebab mobilitas seseorang meningkat sehingga kebutuhan pergerakannya pun sangat meningkat melebihi kapasitas sistem jalan sebagai media transportasi yang ada dan hal ini akan meyebabkan kendaraan umum tidak berfungsi secara baik, pengguna lebih menggunakan kendaraan roda dua dan kendaraan umum pada akhirnya akan menyebabkan kemacetan. Hal ini pula yang menyebabkan sebagian pengendara dikota Surabaya terjebak dalam kemacetan. Berikut ini merupakan sub model alat

transportasi di kota Surabaya, yang menggambarkan jumlah rata-rata n kendaraan yang berada dikota Surabaya.

- **Kertajaya**

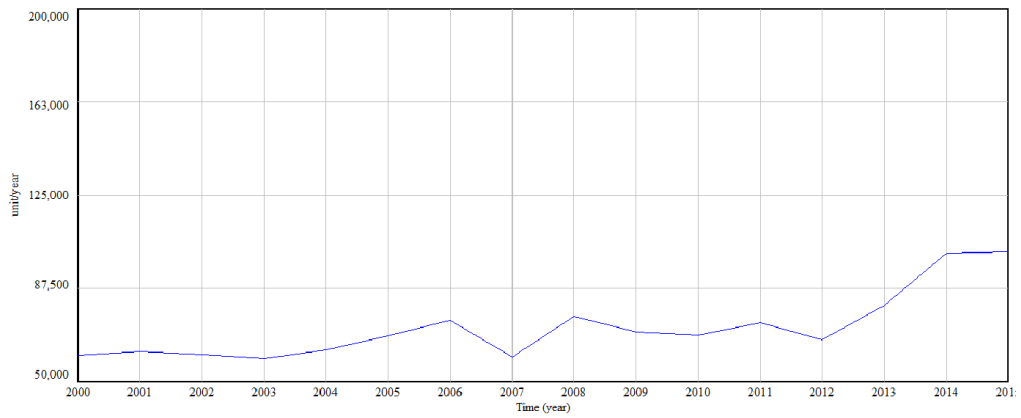


rata rata kendaraan tidak bermotor 2



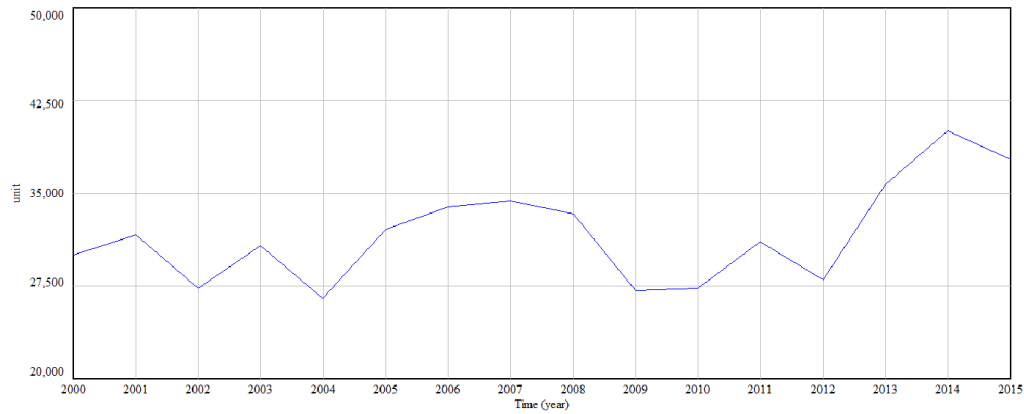
rata rata kendaraan tidak bermotor 2 : current

Rata Rata Sepeda Motor 2

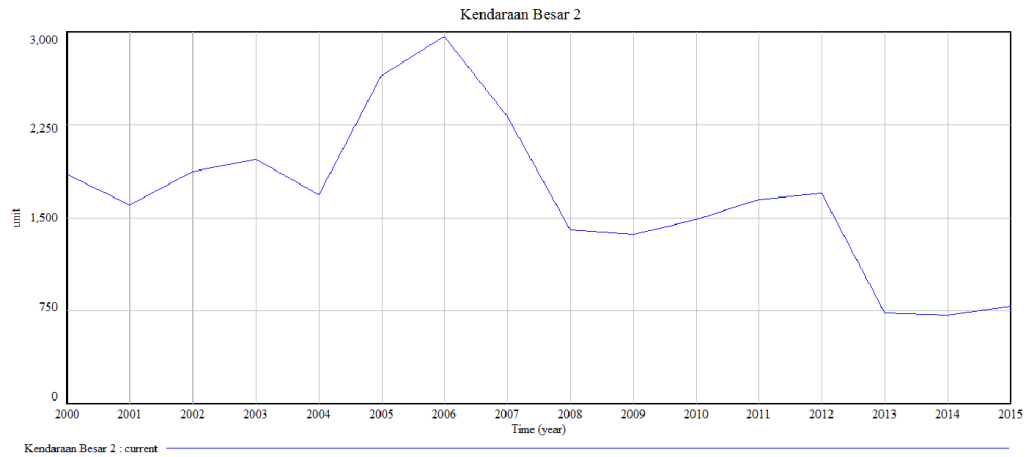


Rata Rata Sepeda Motor 2 : current

Kendaraan Ringan 2

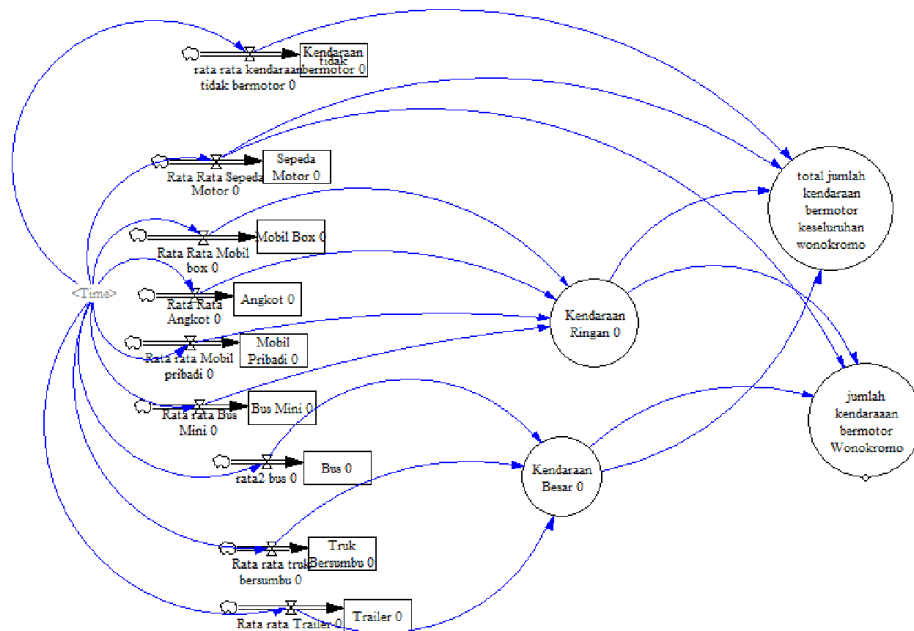


Kendaraan Ringan 2 : current

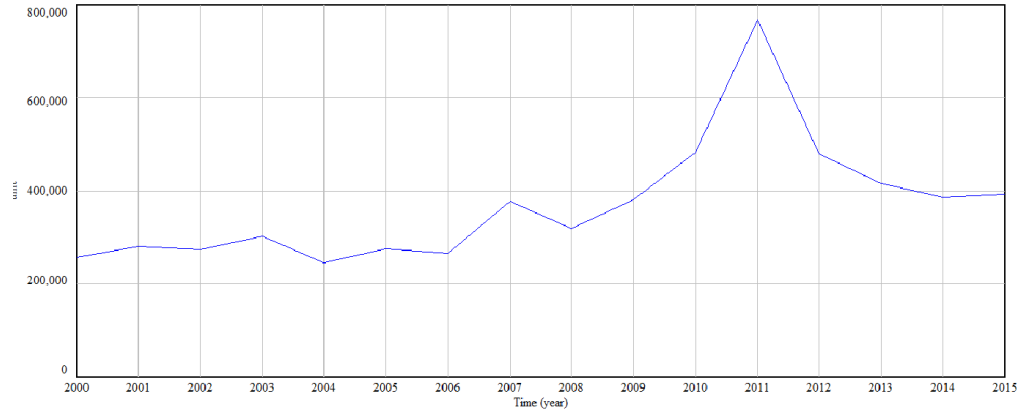


Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa kendaraan dikota Surabaya khususnya jalan kertajaya semakin tahun semakin meningkat. hal itu dapat dilihat dari grafik total kendaraan yang masuk ke jalan kertajaya. Rata-rata kendaraan yang masuk jalan kertajaya pada jam sibuk sekitar 90000 smp/jam. Dengan kendaraan bermotor mengalami kenaikan yang signifikan. Dengan data itu maka dapat dilihat betapa padatnya kendaraan dikota Surabaya. Untuk kendaraan tidak bermotor mengalami penurunan tiap tahunnya, masyarakat Surabaya kurang berminat terhadap kendaraan tidak bermotor sesuai dengan data yang semakin menurun tiap tahunnya.

- **Wonokromo**

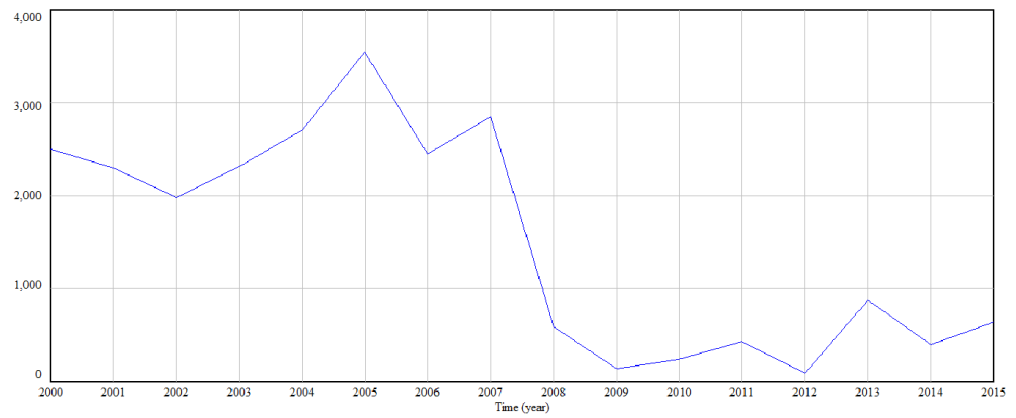


total jumlah kendaraan bermotor keseluruhan wonokromo



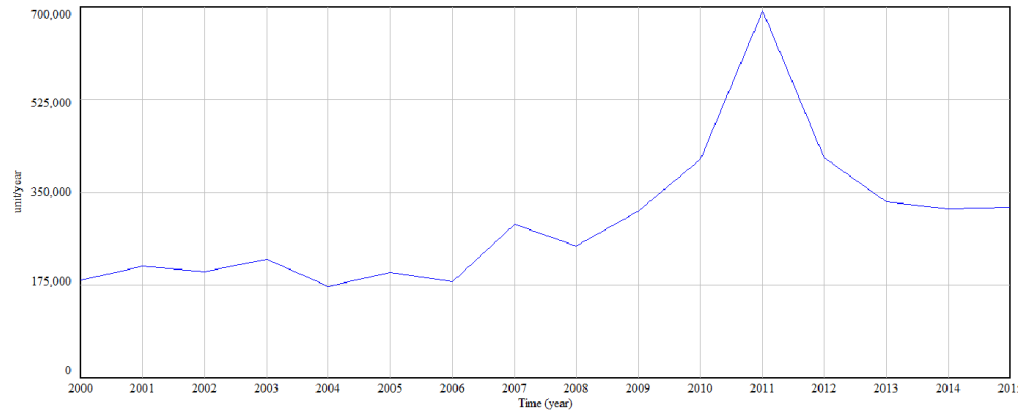
total jumlah kendaraan bermotor keseluruhan wonokromo : current

rata rata kendaraan tidak bermotor 0



rata rata kendaraan tidak bermotor 0 : current

Rata Rata Sepeda Motor 0



Rata Rata Sepeda Motor 0 : current

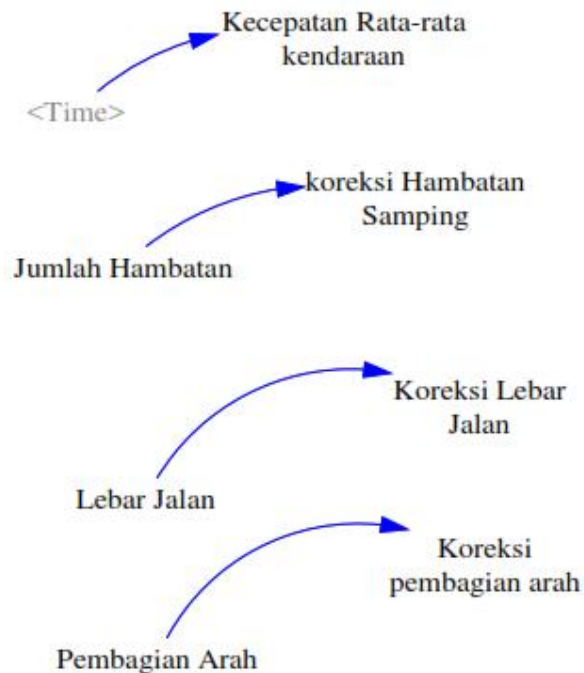


Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa kendaraan dikota Surabaya khususnya jalan Wonokromo semakin tahun semakin meningkat. hal itu dapat dilihat dari grafik total kendaraan yang masuk ke jalan Wonokromo. Rata-rata kendaraan yang masuk jalan Wonokromo pada jam sibuk sudah diktakan melebihi kapasitas. Dengan kendaraan bermotor mengalami kenaikan yang signifikan. Dengan data itu maka dapat dilihat betapa padatnya kendaraan yang melewati jalan Wonokromo. Untuk kendaraan tidak bermotor mengalami penurunan tiap tahunnya, masyarakat Surabaya kurang berminat terhadap kendaraan tidak bermotor sesuai dengan data yang semakin menurun tiap tahunnya. Kendaraan besar mengalami banyak penurunan dikarenakan dibatasinya kendaran besar melewati jalan wonokromo

4.2. Sub Model Koreksi

Perencanaan kekerasan jalan adalah menetapkan suatu jenis jenis dan ketebalan konstruksi perkerasan untuk dapat melayani lalu lintas di sesuai dengan

umur rencana. Penentuan estimasi lalu lintas sangatlah penting untuk keakuratan hasil perencanaan jalan. Salah satu masalah yang mempengaruhi dalam mengestimasi lalu lintas rencana jalan adalah lebar lajur jalan, lebar lajur jalan di Indonesia bermacam-macam dan sangat berbeda dengan diluar negeri. Lebar lajur jalan sangat dapat mempengaruhi kenyamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan sehingga perilaku dari pengguna jalan akan berbeda tergantung dari lebar lajur jalan yang akan digunakannya. Maka dari itu perlu faktor koreksi dalam mengestimasi lalu lintas pada lajur rencana. Khusus untuk ruas jalan dengan volume sangat padat, daerah tikungan dan tanjakan atau turunan, maka besaran nilai faktor koreksi lebar lajur sebaiknya berdasarkan hasil survey langsung di lapangan. Berikut ini merupakan sub model factor koreksi di kota Surabaya, yang menggambarkan factor-faktor yang mempengaruhi kota surabaya yang berada dikota Surabaya. Factor ini bisa disesuaikan dengan jenis jalan yang ada di kota Surabaya.



Gambar 2.4.3-1. Faktor Koreksi

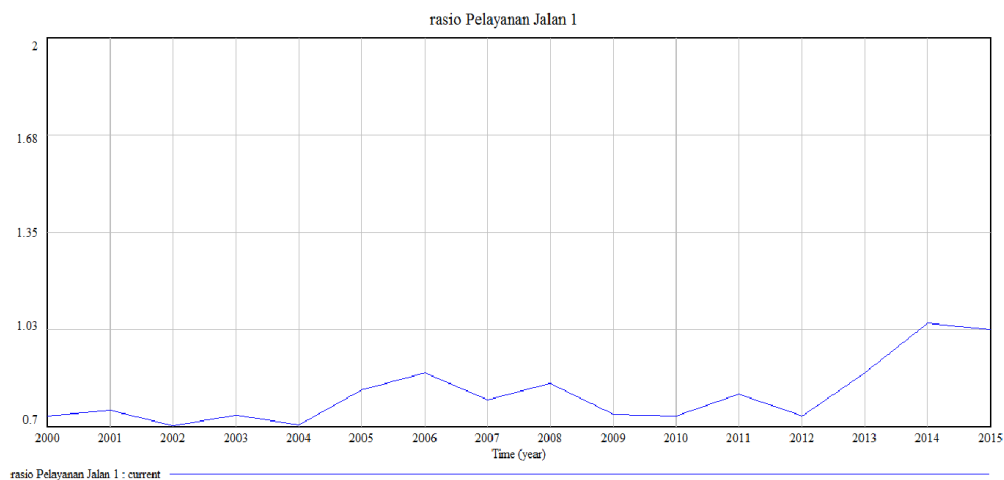
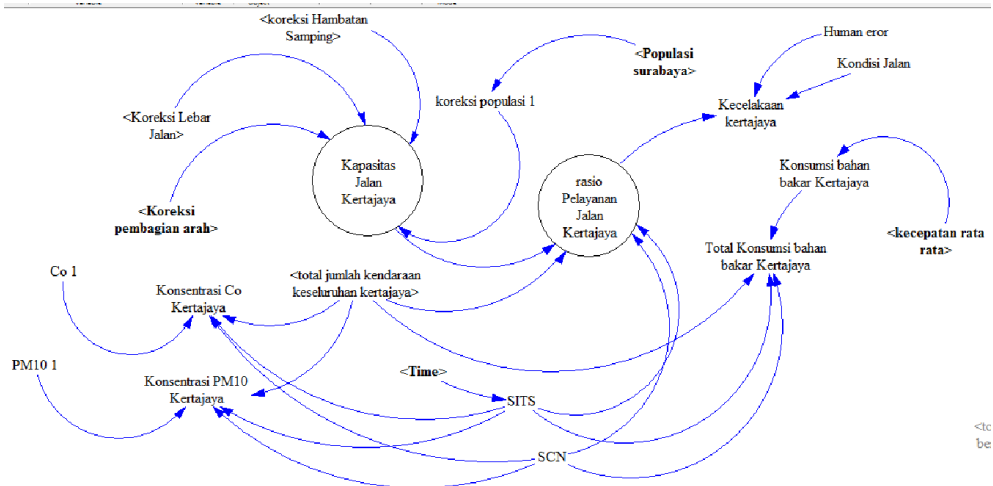
4.3. Sub Model Volume Ruas Jalan

Volume lalulintas adalah jumlah kendaraan yang lewat disuatu jalan tertentu dinyatakan dalam satuan mobil penumpang dengan dikalikan ekivalensi mobil penumpang untuk tiap-tiap tipe kendaran tergantung pada tipe jalan dan arus lalu lintas total yang dinyatakan dalam satuan smp/jam (MKJI, 1979:5-9).

Volume lalu lintas merupakan jumlah dari kendaraan yang melewati pada ruas jalan tertentu dalam satuan waktu tertentu dengan satuan kendaraan/jam atau kendaraan/hari yang dinyatakan dengan kata lain Lintas Harian Rata-rata (LHR). Volume lalu lintas digunakan untuk perencanaan lebar perkerasan jalan agar jalan dapat melayani lalu lintas dengan aman dan nyaman. Untuk Lalu lintas harian rata-rata (LHR) merupakan jumlah kendaraan yang melewati pada suatu jalan tertentu dalam satu tahun dibagi dengan 365 hari.

Dalam menghitung volume lalu lintas pada ruas jalan di kota Surabaya dilakukan perhitungan secara riil melalui traffic counting yang dilakukan di ruas jalan dikota surabaya. Untuk menghitung n Lalu lintas Harian Rata-rata yang dilakukan adalah dengan melakukan perhitungan sederhana, yaitu dengan melakukan perhitungan jumlah kendaraan dilapangan secara langsung di kota surabaya, sedangkan untuk metode satuan mobil penumpang adalah merupakan kelanjutan perhitungan lalulintas harian rata-rata di kawasan studi dengan mengalikan hasil perhitungan dengan metode traffic counting dengan standar perbandingan jenis kendaraan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Dengan menggunakan satuan standar jenis kendaraan yaitu Satuan Mobil Penumpang akan memudahkan untuk menganalisa dalam perhitungan lebih lanjut. . Berikut ini merupakan base model volume di kota Surabaya, yang menggambarkan berapa rasio pelayanan jalan kota surabaya, polusi dan konsumsi bahan bakar kota Surabaya.

- **Kertajaya**

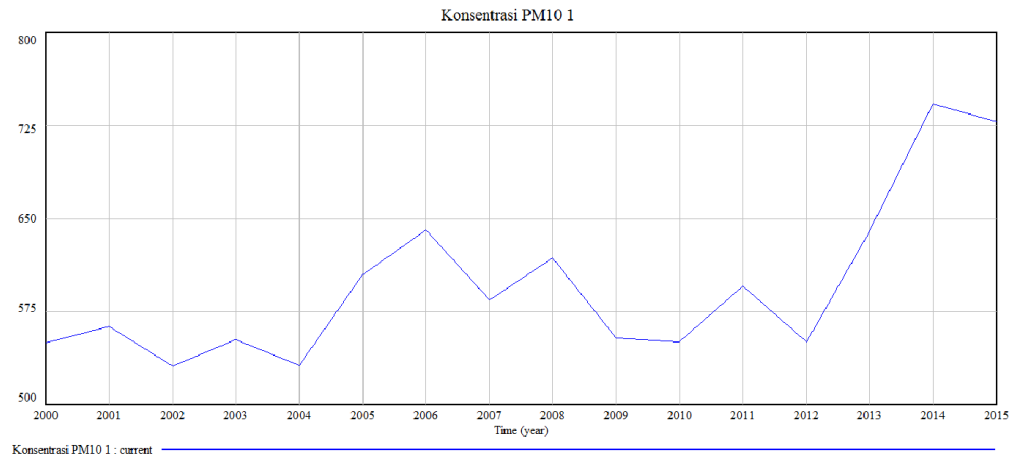
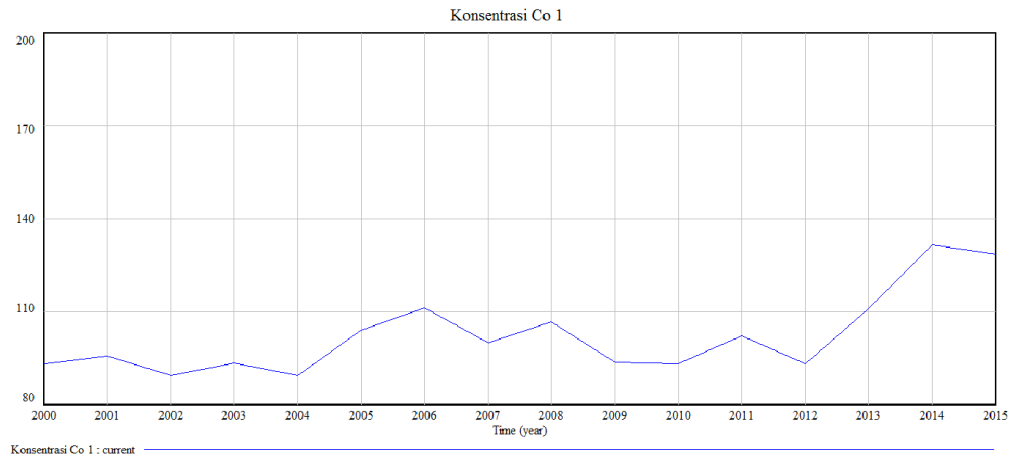


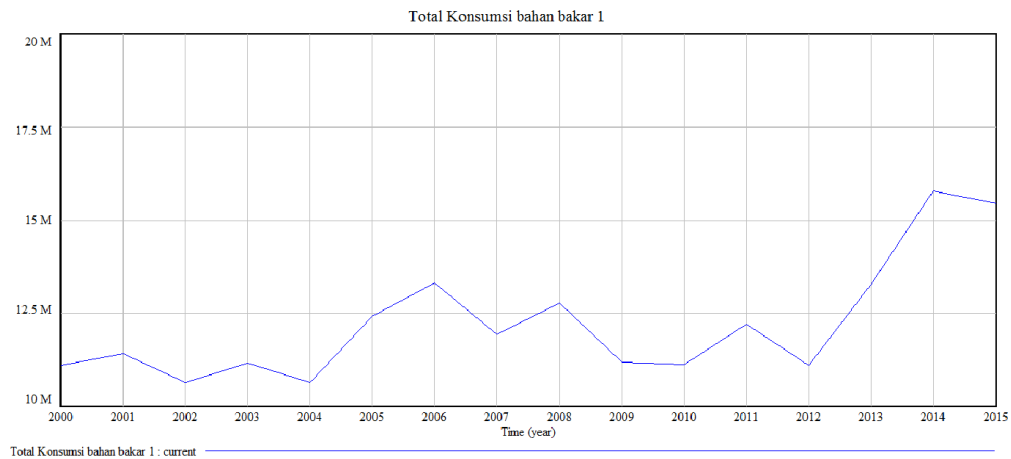
Untuk menentukan ukuran untuk Keselamatan berkendara sesuai dengan . Dalam standarisasi nilai Rasio Pelayanan Jalan ditetapkan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) yang diteliti menurut rentana(2012) dan indratmo (2006) tentang hubungan kecelakaan dan derajat kejenuhan adalah sebagai berikut :

1. 0,01 – 0,7 dimana kendaraan dapat berjalan dengan lancar menunjukkan kecelakaan semakin meningkat karena kendaraan semakin cepat.
2. 0,7 - 0,8 dimana kendaraan berjalan lancar dengan sedikit hambatan kecelakaan semakin berkurang karena kendaraan mengurangi kecepatan.
3. 0,8 - 0,9 dimana kendaraan berjalan lancar tapi adanya hambatan lalu lintas sudah lebih mengganggu kecelakaan bisa dibilang dikatakan paling kecil.
4. 0,9 - 1,0 Kondisi pelayanan kurang baik dimana kendaraan berjalan dengan banyak hambatan dimana menyebabkan kondisi pengendara mengalami

kejenuhan dan ingin berjalan dengan cepat hal ini mengakibatkan kecelakaan meningkat lagi.

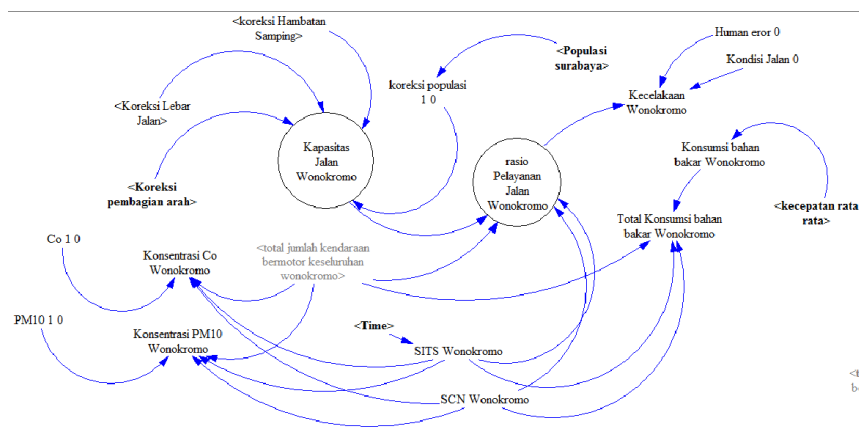
5. > 1,0 keatas Kondisi pelayanan buruk dimana kendaraan berjalan dengan lamban dan cenderung macet, berjalan di bahu jalan dan saling berdesakan membuat pengendara semakin banyak mengalami kecelakaan.

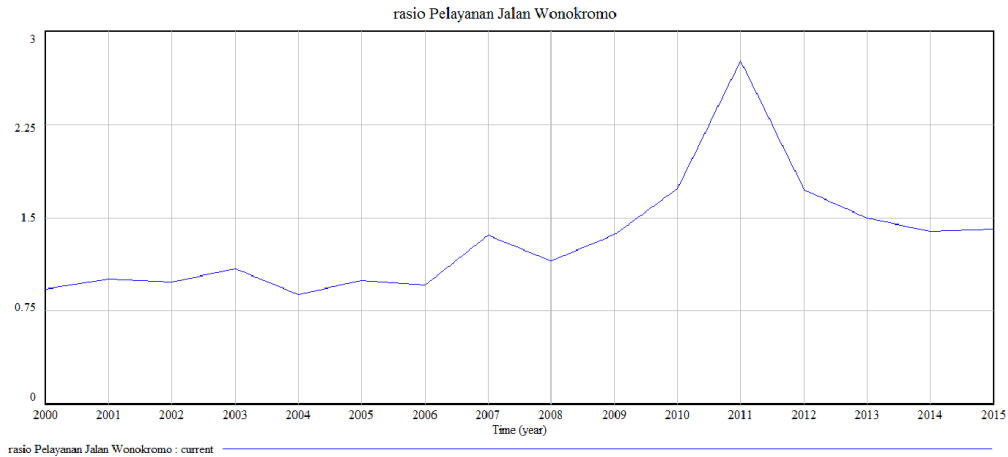




Data diatas menunjukkan bahwa pada tahun 2013 menunjukkan bahwa kondisi di jalan kertajaya sudah mulai padat dan sudah bisa dikatakan ada kemacetan, pada kondisi ini jalan kertajaya kondisi pelayanan jalan kurang baik dan sudah mulai banyak hambatan-hambatan pada tahun 2014 menunjukkan bahwa kondisi jalan sudah tidak baik dan perlu adanya pembenahan. Dari kondisi arus kurang lancar tersebut maka polusi udara juga semakin meningkat dan bisa dikatakan kurang baik buat kesehatan dan konsumsi bahan bakar juga akan mengalami peningkatan.

- **Wonokromo**

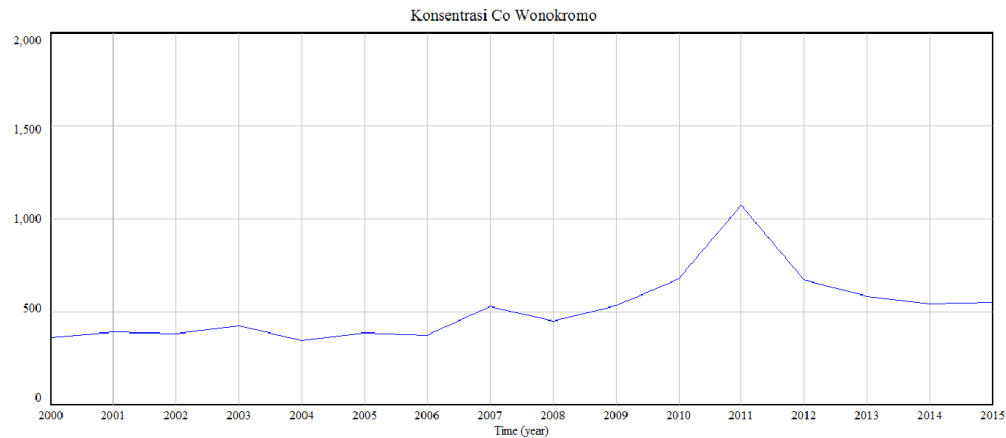




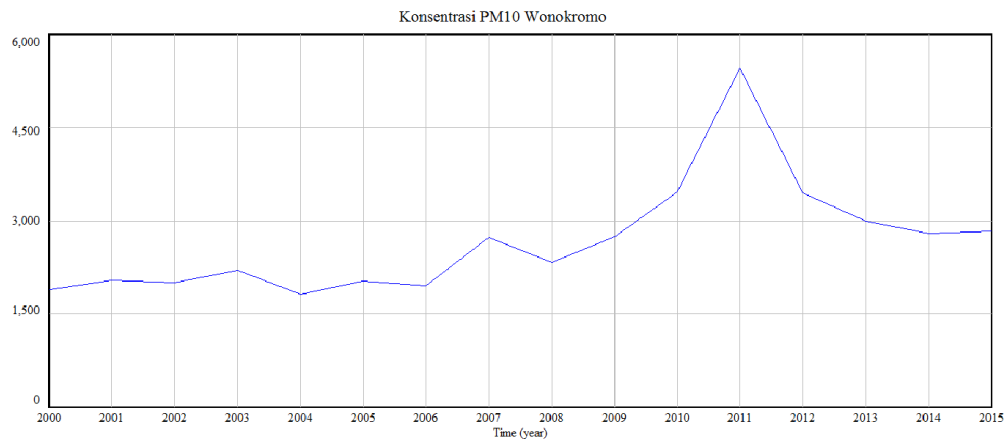
Untuk menentukan ukuran untuk Keselamatan berkendara sesuai dengan . Dalam standarisasi nilai Rasio Pelayanan Jalan ditetapkan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) yang diteliti menurut rentu(2012) dan indratmo (2006) tentang hubungan kecelakaan dan derajat kejenuhan adalah sebagai berikut :

1. 0,01 – 0,7 dimana kendaraan dapat berjalan dengan lancar menunjukkan kecelakaan semakin meningkat karena kendaraan semakin cepat.
2. 0,7 - 0,8 dimana kendaraan berjalan lancar dengan sedikit hambatan kecelakaan semakin berkurang karena kendaraan mengurangi kecepatan.
3. 0,8 - 0,9 dimana kendaraan berjalan lancar tapi adanya hambatan lalulintas sudah lebih mengganggu kecelakaan bisa dibilang dikatakan paling kecil.
4. 0,9 - 1,0 Kondisi pelayanan kurang baik dimana kendaraan berjalan dengan banyak hambatan dimana menyebabkan kondisi pengendara mengalami kejenuhan dan ingin berjalan dengan cepat hal ini mengakibatkan kecelakaan meningkat lagi.
5. > 1,0 keatas Kondisi pelayanan buruk dimana kendaraan berjalan dengan lamban dan cenderung macet, berjalan di bahu jalan dan saling berdesakan membuat pengendara semakin banyak mengalami kecelakaan.

Sejak tahun 2000 kondisi jalan di Wonokromo menunjukkan bahwa jalan tersebut sudah banyak hambatan hal ini ditunjukkan dengan derajat kejenuhan antara 0,7 – 0,8 dan mengalami peningkatan pada tahun-tahun berikutnya.



Konsentrasi Co Wonokromo : current



Konsentrasi PM10 Wonokromo : current

Kondisi dari polusi udara di jalan Wonokromo juga kurang sehat dari tahun ke tahun. Peningkatan polusi udara juga berdampak pada kesehatan udara yang ada. Polusi paling tinggi terdapat pada tahun 2011 dimana pada tahun tersebut peningkatan volume kendaraan tinggi dan gas buang juga semakin tinggi, tapi pada tahun berikutnya polusi mengalami penurunan.

4.4. Validasi Model

Hasil dari simulasi akan divalidasi untuk memastikan bahwa model yang dibuat benar-benar dapat menggambarkan kondisi sistem nyata. Validasi sistem dilakukan dengan dua cara pengujian Yaman Barlas yaitu validasi model dengan statistik uji perbandingan rata-rata atau mean comparison dan validasi model dengan uji perbandingan variasi amplitudo atau % error variance, dimana model dianggap valid bila $E1 \leq 5\%$ dan $E2 \leq 30\%$.

Variabel yang divalidasi antara lain populasi, kendaraan, jalan yang berpengaruh terhadap volume kendaraan yang ada. Hasil uji perbandingan rata-

rata dan standar deviasi hasil simulasi dan data asli dapat dilihat pada data dibawah ini :

4.4.1. Validasi Sub Model Populasi

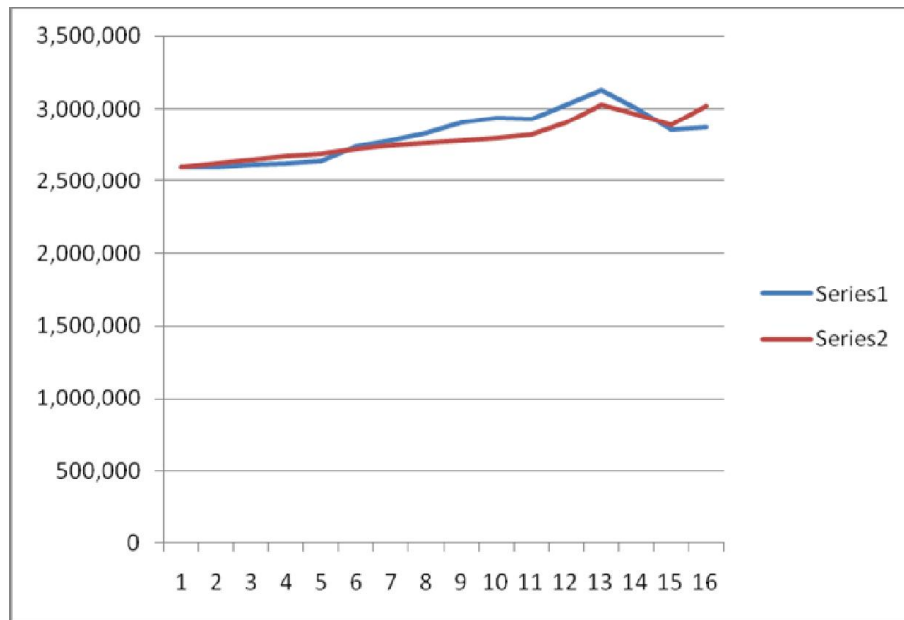
Validasi ini menjelaskan tentang validasi Populasi di kota Surabaya.

Dengan data seperti table dibawah ini :

Tabel 4.4-1. validasi Populasi

Tahun	Populasi Kota Surabaya (data)	Populasi Kota Surabaya (model)
2000	2,599,796	2599000
2001	2,599,796	2620520
2002	2,613,315	2648570
2003	2,626,904	2670270
2004	2,640,564	2690990
2005	2,740,490	2722810
2006	2,784,196	2746690
2007	2,829,552	2764420
2008	2,902,507	2,782,440
2009	2,938,225	2,801,130
2010	2,929,528	2,825,510
2011	3,024,321	2,907,630
2012	3,125,576	2931970
2013	3,200,454	2962960
2014	2,853,661	2987790
2015	2,870,200	3022360
Rata rata	2,829,943	2,792,816
standdev	188254.7814	135332.7653
E1		1.3%
E2		28%

Dari hasil perbandingan uji rata-rata dan standar deviasi tersebut dapat diketahui bahwa setiap nilai E1 1.3% dan setiap nilai $E2 \leq 28\%$ sehingga model dapat dikatakan valid. Berikut ini adalah grafik perbandingan hasil simulasi dan data asli variabel populasi kota surabaya.



Gambar 4.4.1-1. Validasi Populasi

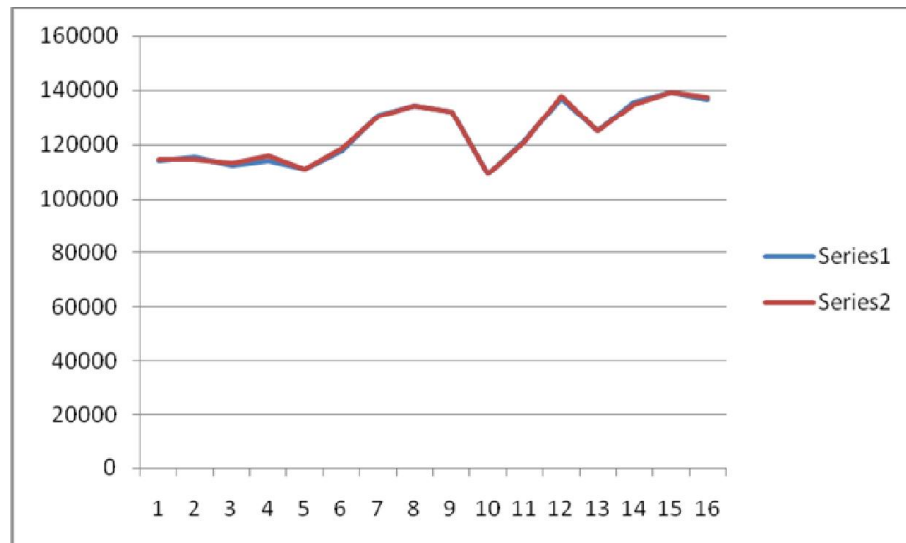
4.4.2. Validasi Sub Model Kendaraan

Berikut adalah perbandingan dari sub model populasi antara data asli dan hasil simulasi.

Gambar 4.4.2-1 Validasi Kendaraan

Tahun	Kendaraan (data)	Kendaraan (model)
2000	114296	114721
2001	115715	114553
2002	112215	113117
2003	114366	116160
2004	111220	111277
2005	117572	118869
2006	130564	130564
2007	134250	134250
2008	132180	132180
2009	109307	109307
2010	121502	120728
2011	136886	137769
2012	124893	124846
2013	135690	135005
2014	139193	139311
2015	136357	137431
rata-rata	124,138	124,381
Standev	10,718	10,674
E1		0.1%
E2		0.4%

Dari hasil perbandingan uji rata-rata dan standar deviasi tersebut dapat diketahui bahwa setiap nilai $E1 \leq 0.1\%$ dan setiap nilai $E2 \leq 0.4\%$ sehingga model dapat dikatakan valid. Berikut ini adalah grafik perbandingan hasil simulasi dan data asli variabel populasi kota surabaya.



Gambar 4.4.2-2. Validasi Kendaraan

4.5. Evaluasi

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai evaluasi kondisi saat ini yang sudah digambarkan pada model..Kota Surabaya mengalami perkembangan yang cukup besar dalam pada populasi beberapa tahun ini, terutama pertumbuhan penduduk. Populasi yang ada disurabaya sangat besar karena dipengaruhi oleh faktor pendarang yang ada dari luar kota surabaya. Populasi yang ada disurabaya meningkat dengan pertumbuhan sebesar 0.63% pertahun. Pada tahun 2000 populasi yang ada dikota Surabaya sebesar 2.599.000 jiwa. Hal ini sangat padat jika dilihat dari luas kota Surabaya. Tapi pada tahun 2013 memiliki populasi tertinggi yang mencarapai 3.200.000 jiwa. Daya tarik ekonomi kota besar seperti Kota Surabaya menjadikan penduduk sekitar dari berbagai daerah di jawa timur juga luar jawa timur menjadikan kota Surabaya sebagai tempat tujuan perpindahan penduduk yang diharapkan dapat meningkatkan perekonomian

mereka. Apabila urbanisasi tidak diimbangi dengan sumberdaya manusia yang baik maka akan timbul permasalahan-permasalahan ekonomi yang akhirnya menjadi masalah pemerintah kota Surabaya dan juga masalah bagi masyarakat yang lain yang berada dikota Surabaya. Permasalahan yang akan datang seperti kemiskinan, kesenjangan sosial, pemukiman kumuh dan kemacetan bagi kota Surabaya itu sendiri. Hal yang harus diperhatikan adalah bagaimana pemerintah bisa mengatasi hal-hal seperti ini agar masalah masalah yang ada tidak semakin berlanjut.

Pertumbuhan populasi tersebut berdampak terhadap pertumbuhan jumlah kendaraan yang ada dikota Surabaya. Seiring bertumbuhnya jumlah penduduk disebuah di kota Surabaya karena laju pertumbuhan yang sangat tinggi dan adanya urbanisasi yang cukup besar maka hal tersebut menimbulkan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor sebagai penunjang aktifitas masyarakat yang berakibat semakin banyaknya kendaraan bermotor hingga memunculkan dampak negatif yang sangat serius yaitu kemacetan lalu lintas kendaraan bermotor. Volume kendaraan yang semakin meningkat mengakibatkan kapasitas jalan menjadi semakin sempit jika tidak diimbangi dengan peningkatan jaringan dan kapasitas jalan mengindikasikan. pemerintah Kota Surabaya harus senantiasa terus memikirkan upaya untuk mengatasi permasalahan kemacetan yang ada di Surabaya agar tidak semakin parah di kemudian hari yang akan sangat merugikan bagi warga kota Surabaya. Data menunjukkan bahwa kendaraan bermotor pada tahun 2000 sudah mencapai rata-rata 114.296 unit perhari dalam satu tahun. Hal ini meningkat sampai tahun 2015 mencapai 136.357 unit kendaraan.

4.6. Pengembangan Skenario

Dari evaluasi kondisi di atas perlu dilakukan beberapa skenario untuk mengurangi polusi, mengurangi kecelakaan dan perjalanan semakin lancar. Terdapat 2 macam skenario yang dilakukan yaitu skenario pesimis dan skenario optimis. Skenario pesimis adalah adalah skenario dengan kondisi apa adanya seperti yang berkembang sekarang. Skenario optimis adalah skenario dengan intervensi maksimal , sehingga peningkatan dari persiapan ke kecepatan dapat lebih cepat. Pengembangan skenario dilakukan dengan melakukan perubahan

terhadap struktur dasar maupun dengan perubahan nilai parameter sesuai dengan . Terdapat dua buah skenario yang dikembangkan antara lain :

- Skenario Sistem Transportasi cerdas dalam bentuk system transportasi public terintegrasi: merupakan pengalihan kendaraan umum ke Bus Rapid Transport. Masyarakat yang dulunya kurang minat terhadap pelayanan kendaraan umum akan dirubah persepsinya agar lebih minat ke pelayanan umum yang ada, fasilitas diperbaiki dan arena mempunyai jalur husus akan lebih cepat sampai ke tujuan.
- Skenario Sistem Transportasi cerdas dalam bentuk system transportasi public terintegrasi terhadap pengurangan kendaraan: merupakan bagaimana fasilitas publik bisa mengurangi polusi yang ada.

Untuk menentukan kenapa menggunakan Bus Rapid transport sebagai solusi yang digunakan dalam simulasi, penerapan Bus Rapid Transport sangat berpengaruh terhadap Polusi udara menurut Hasan (2013) dan penerapan yang dilakukan di busway Jakarta mengurangi kemacetan sesuai dengan penelitian yang dilakukan faadhillah (2017)

- Skenario Rekayasa Lalu lintas dengan cara mengubah lama waktu lampu hijau : lampu hijau akan lebih lama ketika panjang antrian dalam traffig light ketika panjang antrian berlebihan. Pengaturan fase ini dilakukan dengan sensor sehingga panjang antrian bisa teratasi dan tidak mengakibatkan kemacetan yang berlebihan. Hal ini didukung oleh penelitian Danny (2004) dan Zulfikar(2011)

4.7. Model dan Hasil Skenario

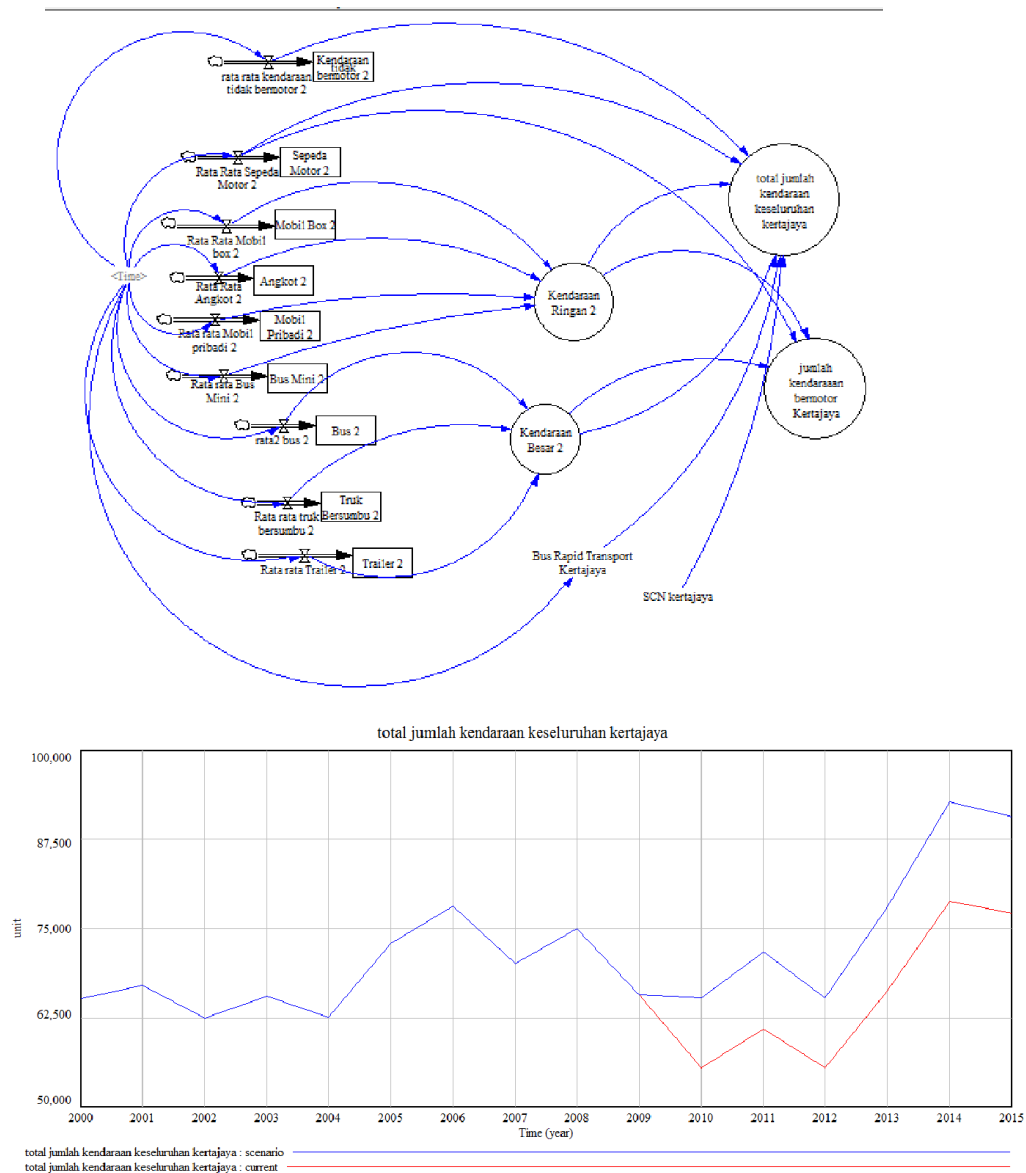
Pada bagian ini akan dijabarkan perlakuan masing-masing skenario dan dampaknya terhadap kemacetan, polusi dan total konsumsi bahan bakar.

4.7.1. Skenario Pada Kendaraan

Pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana Sistem Transportasi Cerdas dalam Bentuk Bus Rapid Transport mempengaruhi terhadap pengguna di kota Surabaya. Dari data tersebut pengguna transportasi umum bisa dikurangi sehingga pengguna alat transportasi bisa berkurang dan berpindah ke Bus Rapid Transport

Manfaat praktis dan strategis dari bus rapid transport tidak hanya mampu mengoptimalkan penggunaan jalan yang ada, tetapi juga dapat mengubah perilaku masyarakat kota surabaya dalam menggunakan angkutan umum. Dengan demikian, diharapkan terbangun suatu tatanan baru dalam praktik bertransportasi di masyarakat kota surabaya, dan juga dapat mencapai efisiensi dan efektivitas sistem transportasi di kota surabaya.

• **Kertajaya**

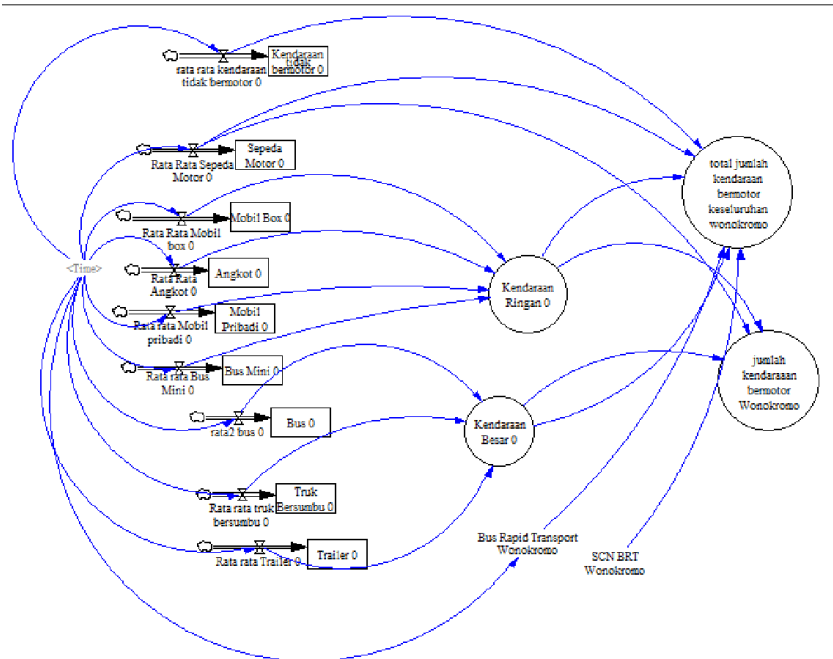


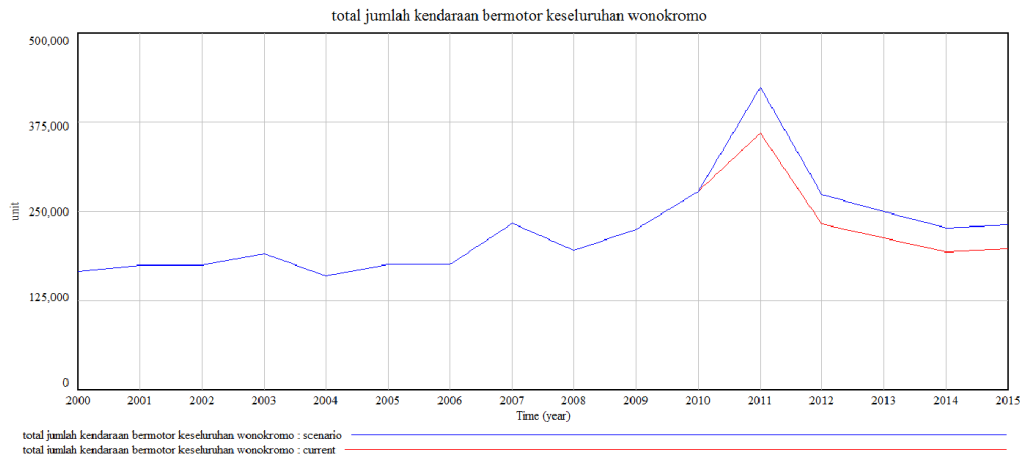
Gambar 4.7.1-1. Scenario Seluruh Kendaraan

Dengan adanya skenario ekstensifikasi, dari kendaraan dikota Surabaya menurun karena masyarakat kota Surabaya beralih ke Bus Rapid Transport. hal ini juga diperkuat oleh penelitian Fitriana (2010) dan syafei (2004) menyebutkan bahwa jika surabaya memiliki moda transportasi cerdas maka pengguna kendaraan bermotor akan berkurang dan pengguna mobil pribadi juga mengalami penurunan.

Satu kendaraan Bus Rapid Transport tersebut dapat mengangkut sekitar 650 penumpang dalam sehari, dengan demikian jika jumlah Bus Rapid Transport yang dimiliki Kota Surabaya yang beroperasi di jalan kertajaya sebanyak 15 unit maka penurunan kendaraan yang ada dikota Surabaya sebesar 15%

- **Wonokromo**





Gambar 4.7.1-2. Scenario Seluruh Kendaraan

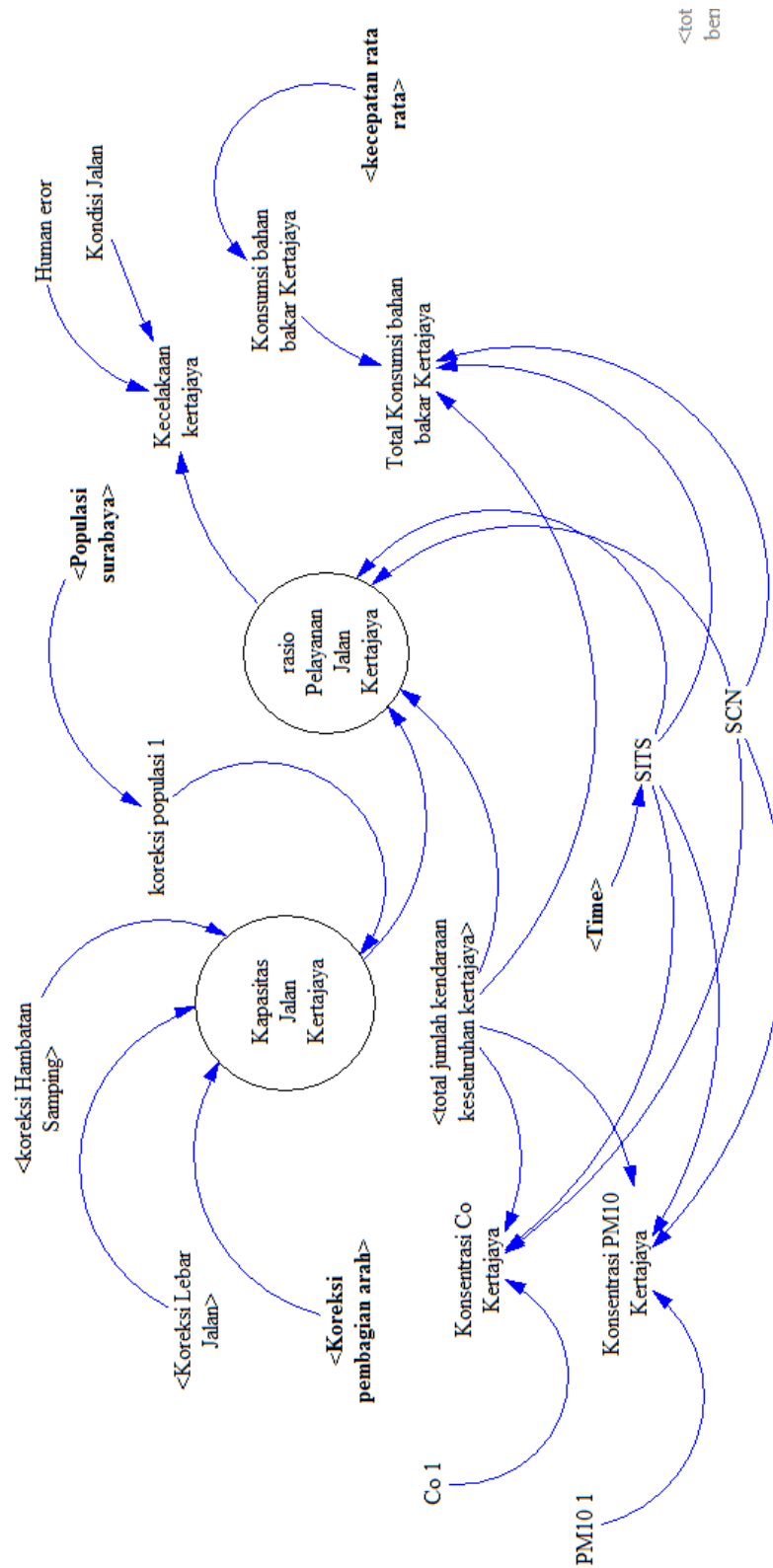
Dengan adanya skenario ekstensifikasi, dari kendaraan dikota Surabaya menurun karena masyarakat kota Surabaya beralih ke Bus Rapid Transport. hal ini juga diperkuat oleh penelitian Fitriana (2010) dan syafei (2004) menyebutkan bahwa jika surabaya memiliki moda transportasi cerdas maka pengguna kendaraan bermotor akan berkurang dan pengguna mobil pribadi juga mengalami penurunan.

Satu kendaraan Bus Rapid Transport tersebut dapat mengangkut sekitar 650 penumpang dalam sehari, dengan demikian jika jumlah Bus Rapid Transport yang dimiliki Kota Surabaya yang yang beroperasi di jalan kertajaya sebanyak 20 unit maka penurunan kendaraan yang ada dikota Surabaya sebesar 15%

4.7.2. Skenario pada Base Model

Scenario pada base model terbadap banyak pengaruh dari beralihnya pengguna kendaraan ke Bus Rapid Transport. Semakin sedikit pengguna kendaraan bermotor semakin sedikit pula polusi yang dihasilkan. Dengan demikian penyumbang polusi terbesar dari kendaraan bermotor yang ada

- Kertajaya



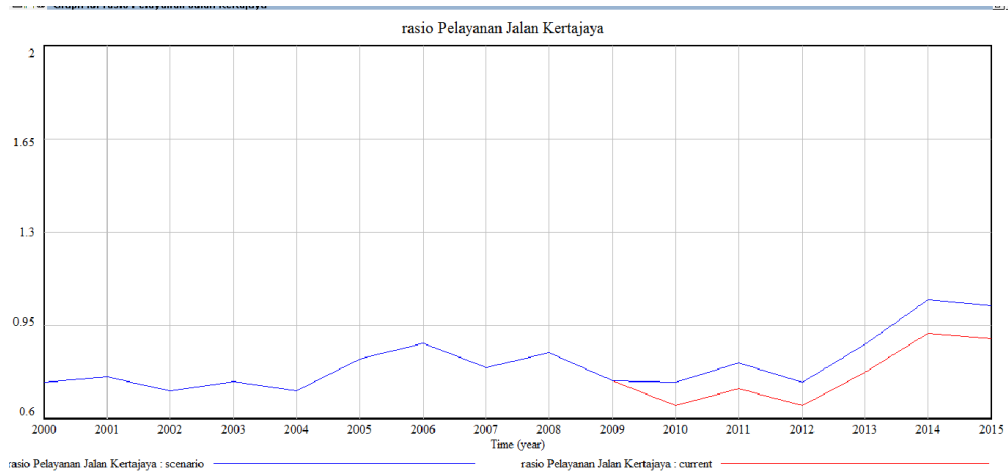
<tot
ben

Gambar 4.7.2.1. Skenario Base Model

Dengan adanya Bus Rapid Transport maka semakin banyak pula pengguna kendaraan bermotor beralih ke moda transportasi baru tersebut hal ini menyebabkan rasio pelayanan jalan semakin kecil. Dalam standarisasi nilai Rasio Pelayanan Jalan ditetapkan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) adalah sebagai berikut :

6. 0,01 – 0,7 kondisi pelayanan sangat baik, dimana kendaraan dapat berjalan dengan lancar.
7. 0,7 - 0,8 Kondisi pelayanan baik, dimana kendaraan berjalan lancar dengan sedikit hambatan.
8. 0,8 - 0,9 Kondisi pelayanan cukup baik, dimana kendaraan berjalan lancar tapi adanya hambatan lalu lintas sudah lebih mengganggu.
9. 0,9 - 1,0 Kondisi pelayanan kurang baik dimana kendaraan berjalan dengan banyak hambatan.
10. 1,0 keatas Kondisi pelayanan buruk dimana kendaraan berjalan dengan lamban dan cenderung macet, berjalan di bahu jalan.

Semakin kecil nilai dari rasio pemenuhan jalan maka jalan tersebut semakin lancar. Hal ini dapat digambarkan pada gambar diawah ini.



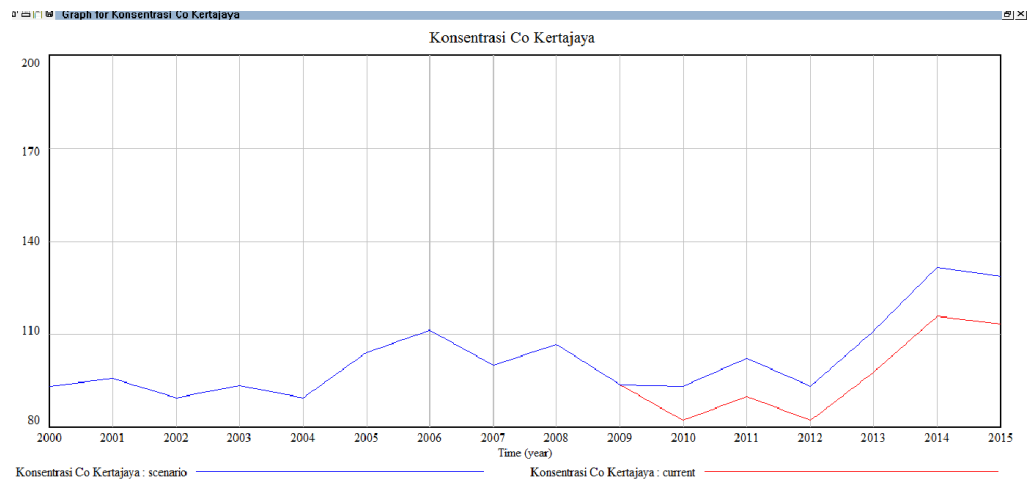
Gambar 4.7.2-2 Skenario Rasio Jalan

Konsentrasi Co dan Asap dikota Surabaya juga dipengaruhi oleh banyaknya kendaraan. semakin banyanya jumlah kendaraan yang melintas pada jalan kota surabaya pada waktu tertentu berarti semakin besar volume kendaraan yang ada. apabila ruas tersebut mengingkat maka akan menimbulkan masalah-masalah yang ada. masalah tersebut akan terjadi apabila ruas jalan tersebut tidak lagi mampu menampung terhadap kendaraan yang ada. yang nantinya berakibat

pada peningkatan polusi yang sudah ada. hal ini diperkuat oleh penjelasan hobbs (1979). Apabila ada solusi dari masalah kelebihan alat transportasi tersebut maka kapasitas polusi yang ada bisa dikurangi. Untuk kapasitas yang ada sebelum diskenariokan adalah 137431 ppm (part per million) perhari. Bisa berkurang sebesar 15% perhari. Batas ambang 101-199 berarti udara di kota Surabaya tidak sehat yang akan mengakibatkan peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung hal ini sesuai dengan Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (2007)

Standart yang dipakai untuk polusi udara adalah menurut Pengendalian Dampak LIngkungan sebagai berikut:

- kategori baik rentang 0 – 50 dengan warna hijau
- kategori sedang rentang 51 – 100 dengan wama biru
- kateoori tidak sehat rentang 101 – 199 dengan warna kuning
- kategori sangat tidak sehat rentang 200 – 299 dengan wama merah
- kategori berbahaya rentang 300 – 500 dengan warna hitam.



Gambar 4.7.2-3. Skenario Konsentrasi Co
Data dari penurunan Konsentrasi CO sebagai berikut :

Tahun	Polusi	Penurunan Polusi
2000	162.123	162.123
2001	161.888	161.888
2002	159.886	159.886
2003	164.129	164.129
2004	157.32	157.32
2005	167.907	167.907
2006	184.214	184.214

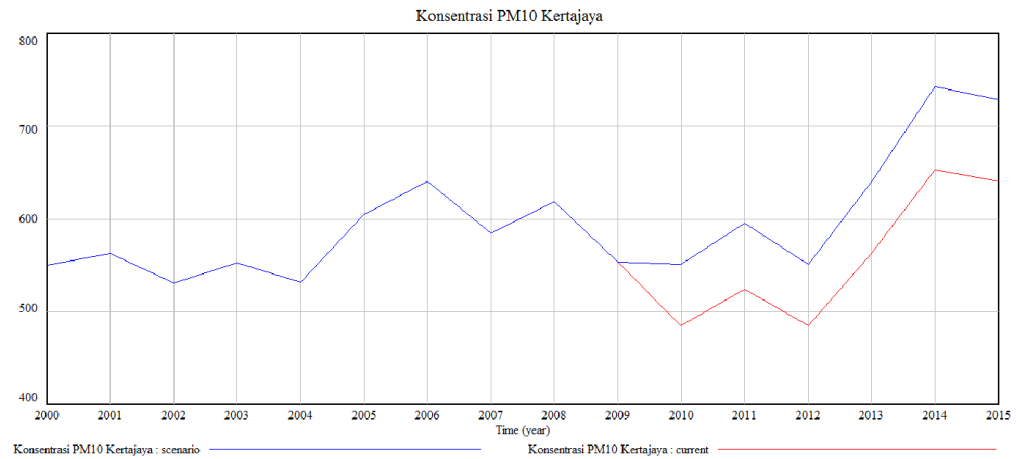
2007	189.354	189.354
2008	186.468	186.468
2009	154.573	154.573
2010	170.499	170.499
2011	194.261	191.472
2012	176.241	173.452
2013	190.407	187.618
2014	196.411	193.622
2015	193.79	191.001
Berkurangnya polusi		14.96181619 %

Perhitungan untuk mendapatkan persentase sebagai berikut :

$$\text{Signifikan pengurangan} = \frac{\frac{\text{Data Asli}}{\text{Data Simulasi}}}{\text{Data Asli}} \times 100\%$$

$$= \frac{2979.481}{2533.403} \times 100\% = 14,96 \%$$

Untuk kadar asap yang ada dikota Surabaya juga bisa dikendalikan dengan adanya Bus Rapid Transport tersebut hampir sama penurunannya dengan kadar Co yang sebelumnya sebesar 1054.11 mikrogram/m³. Jika hasilnya seperti itu menurut Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (2007) maka termasuk udara yang tidak sehat



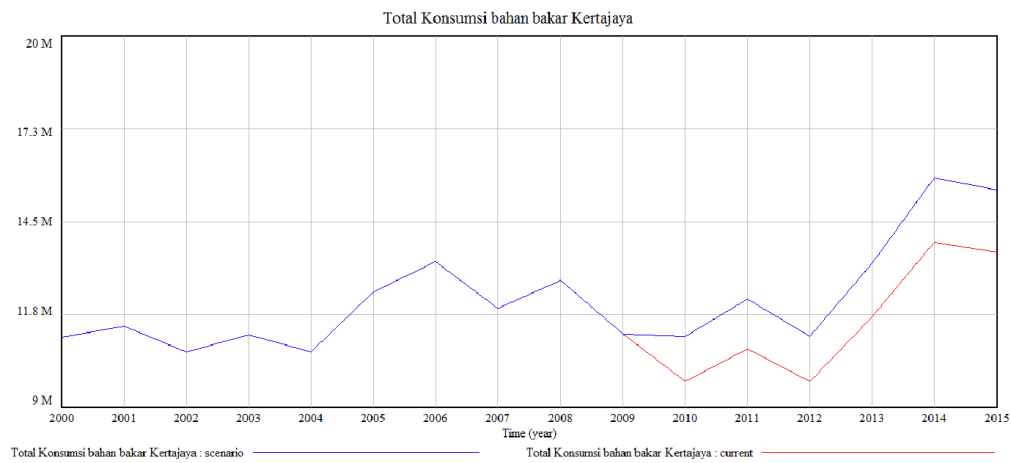
Gambar 4.7.2.4. Skenario Konsentrasi Debu
 Konsumsi bahan bakar di kota Surabaya juga bisa dikendalikan dengan baik jika Bus Rapid Transport Tersebut sudah berjalan dengan maksimal. Maka pengurangan terhadap konsumsi bahan bakar akan berkurang sebesar 15%.

Tahun	Data Awal	Scenario
2000	19517388	19517388
2001	19498626	19498626
2002	19256178	19256178
2003	19766558	19766558
2004	18931464	18931464
2005	20231044	20231044
2006	22228794	22228794
2007	22853990	22853990
2008	22494374	22494374
2009	18594430	18594430
2010	20543952	20543952
2011	23437764	22929944
2012	21238030	20730240
2013	22968580	22460738
2014	23707454	23199478
2015	23387354	22879382
Pengurangan BBM		15,00%

Perhitungan untuk mendapatkan persentase sebagai berikut :

$$\text{Signifikan pengurangan} = \frac{\frac{\text{Data Asli}}{\text{Data Simulasi}}}{\text{Data Asli}} \times 100\%$$

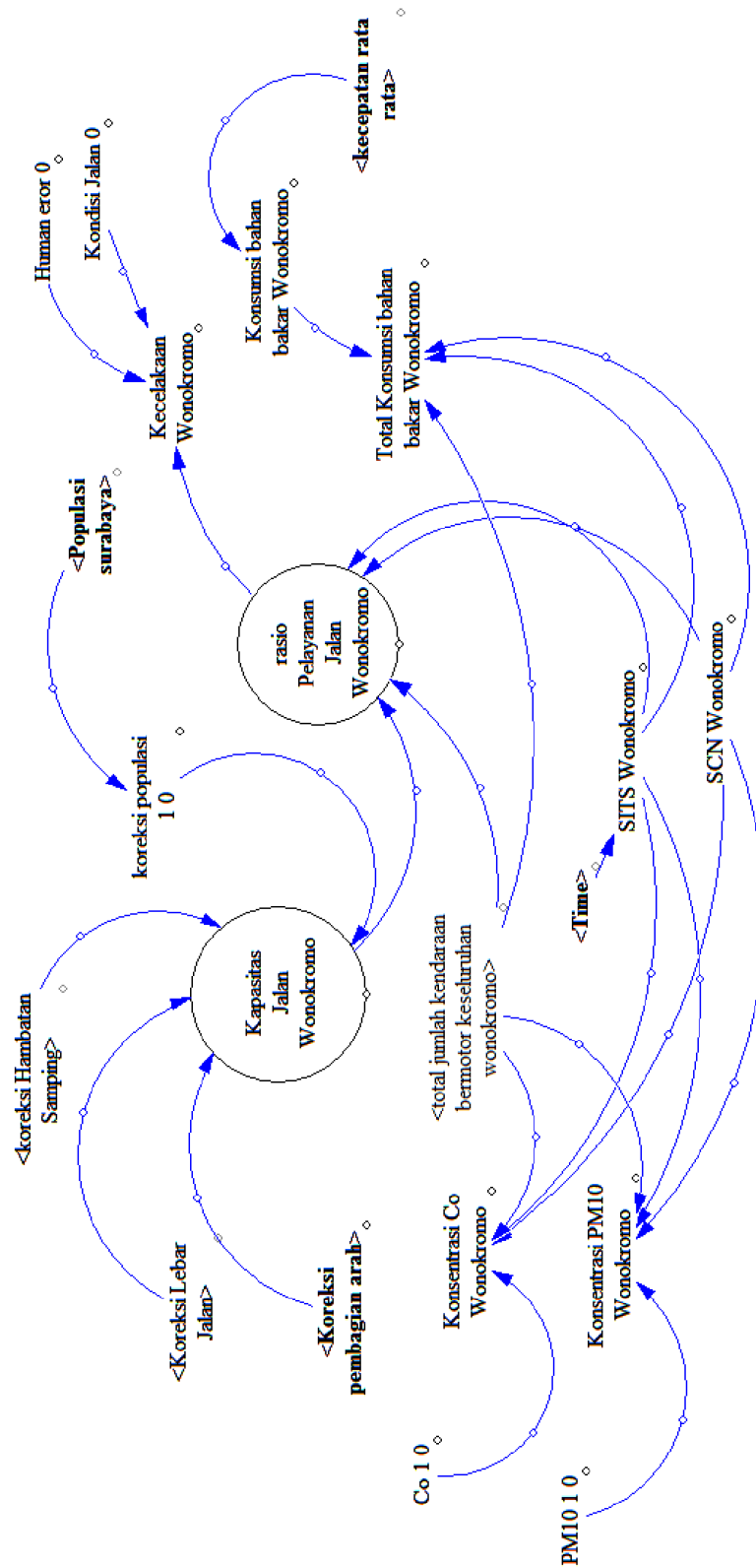
$$= \frac{338655980}{287703315} \times 100\% = 15,00 \%$$



Gambar 4.7.2-5. Skenario BBM

Konsumsi BBM pada jalan Kertaya menunjukkan angka diatas 140 juta liter pada tahun 2014 tapi jika dilakukan scenario maka pengurangan sebesar 15%.

- Wonokromo

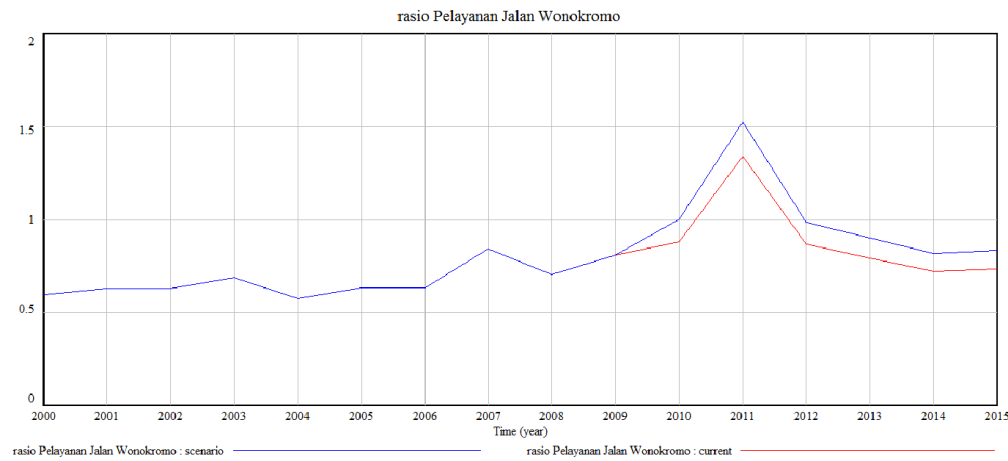


Gambar 4.7.2.6. Skenario Base Model

Dengan adanya Bus Rapid Transport maka semakin banyak pula pengguna kendaraan bermotor beralih ke moda transportasi baru tersebut hal ini menyebabkan rasio pelayanan jalan semakin kecil. Dalam standarisasi nilai Rasio Pelayanan Jalan ditetapkan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) adalah sebagai berikut :

11. 0,01 – 0,7 kondisi pelayanan sangat baik, dimana kendaraan dapat berjalan dengan lancar.
12. 0,7 - 0,8 Kondisi pelayanan baik, dimana kendaraan berjalan lancar dengan sedikit hambatan.
13. 0,8 - 0,9 Kondisi pelayanan cukup baik, dimana kendaraan berjalan lancar tapi adanya hambatan lalu lintas sudah lebih mengganggu.
14. 0,9 - 1,0 Kondisi pelayanan kurang baik dimana kendaraan berjalan dengan banyak hambatan.
15. 1,0 keatas Kondisi pelayanan buruk dimana kendaraan berjalan dengan lamban dan cenderung macet, berjalan di bahu jalan.

Semakin kecil nilai dari rasio pemenuhan jalan maka jalan tersebut semakin lancar. Hal ini dapat digambarkan pada gambar diawah ini.



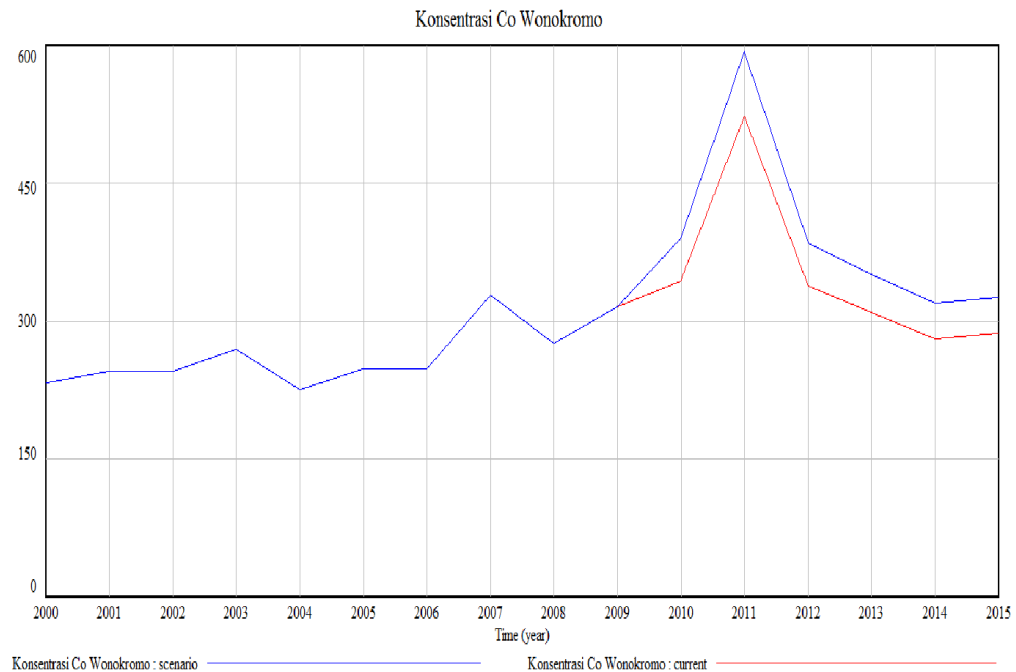
Gambar 4.7.2-7 Skenario Rasio Jalan

Konsentrasi Co dan Asap jalan Wonokromo juga dipengaruhi oleh banyaknya kendaraan. semakin banyanya jumlah kendaraan yang melintas pada jalan kota surabaya pada waktu tertentu berarti semakin besar volume kendaraan yang ada. apabila ruas tersebut meringkat maka akan menimbulkan masalah-masalah yang ada. masalah tersebut akan terjadi apabila ruas jalan tersebut tidak lagi mampu menampung terhadap kendaraan yang ada. yang nantinya berakibat

pada peningkatan polusi yang sudah ada. hal ini diperkuat oleh penjelasan hobbs (1979). Apabila ada solusi dari masalah kelebihan alat transportasi tersebut maka kapasitas polusi yang ada bisa dikurangi. Untuk kapasitas yang ada sebelum diskenariokan adalah 137431 ppm (part per million) perhari. Bisa berkurang sebesar 15% perhari. Batas ambang 101-199 berarti udara di kota Surabaya tidak sehat yang akan mengakibatkan peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung hal ini sesuai dengan Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (2007)

Standart yang dipakai untuk polusi udara adalah menurut Pengendalian Dampak LIngkungan sebagai berikut:

- kategori baik rentang 0 – 50 dengan warna hijau
- kategori sedang rentang 51 – 100 dengan wama biru
- kateoori tidak sehat rentang 101 – 199 dengan warna kuning
- kategori sangat tidak sehat rentang 200 – 299 dengan wama merah
- kategori berbahaya rentang 300 – 500 dengan warna hitam.



Gambar 4.7.2-8. Skenario Konsentrasi Co

Data dari penurunan Konsentrasi CO sebagai berikut :

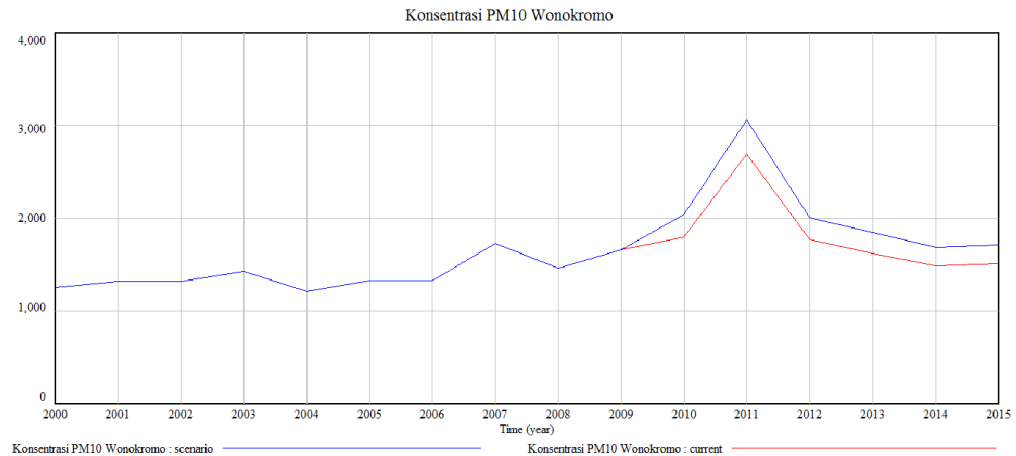
Tahun	Polusi	Penurunan Polusi
2000	162.123	162.123
2001	161.888	161.888
2002	159.886	159.886
2003	164.129	164.129
2004	157.32	157.32
2005	167.907	167.907
2006	184.214	184.214
2007	189.354	189.354
2008	186.468	186.468
2009	154.573	154.573
2010	170.499	170.499
2011	194.261	191.472
2012	176.241	173.452
2013	190.407	187.618
2014	196.411	193.622
2015	193.79	191.001
Berkurangnya polusi		14.96181619 %

Perhitungan untuk mendapatkan persentase sebagai berikut :

$$\text{Signifikan pengurangan} = \frac{\text{Data Asli} - \text{Data Simulasi}}{\text{Data Asli}} \times 100\%$$

$$= \frac{2979.481 - 2533.403}{2979.481} \times 100\% = 14,96 \%$$

Untuk kadar asap yang ada dikota Surabaya juga bisa dikendalikan dengan adanya Bus Rapid Transport tersebut hampir sama penurunannya dengan kadar Co yang sebelumnya sebesar 1054.11 mikrogram/m³. Jika hasilnya seperti itu menurut Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (2007) maka termasuk udara yang tidak sehat



Gambar 4.7.2.9. Skenario Konsentrasi Debu

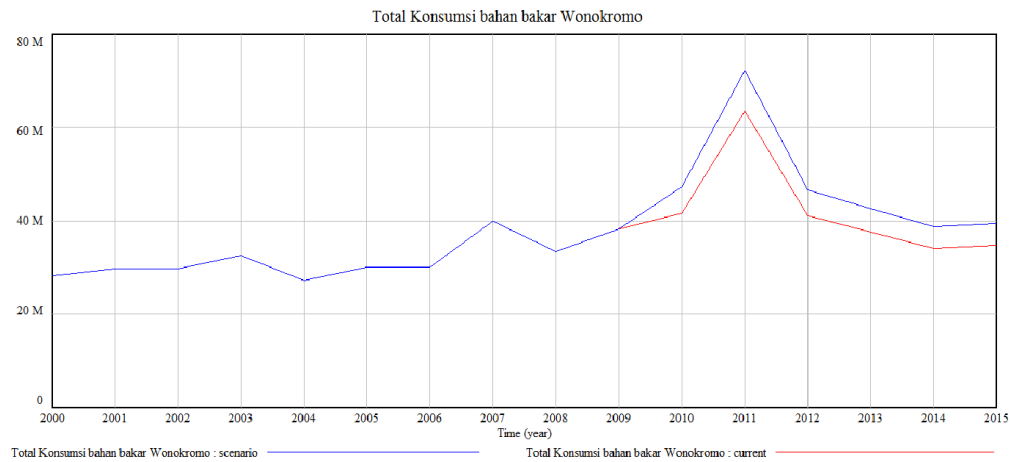
Konsumsi bahan bakar di kota Surabaya juga bisa dikendalikan dengan baik jika Bus Rapid Transport Tersebut sudah berjalan dengan maksimal. Maka pengurangan terhadap konsumsi bahan bakar akan berkurang sebesar 15%.

Tahun	Data Awal	Scenario
2000	19517388	19517388
2001	19498626	19498626
2002	19256178	19256178
2003	19766558	19766558
2004	18931464	18931464
2005	20231044	20231044
2006	22228794	22228794
2007	22853990	22853990
2008	22494374	22494374
2009	18594430	18594430
2010	20543952	20543952
2011	23437764	22929944
2012	21238030	20730240
2013	22968580	22460738
2014	23707454	23199478
2015	23387354	22879382
Pengurangan BBM		15,00%

Perhitungan untuk mendapatkan persentase sebagai berikut :

$$\text{Signifikan pengurangan} = \frac{\frac{\text{Data Asli}}{\text{Data Simulasi}}}{\text{Data Asli}} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{338655980}{287703315}}{338655980} \times 100\% = 15,00 \%$$



Gambar 4.7.2-10. Skenario BBM

Konsumsi BBM pada jalan Kertaya menunjukkan angka diatas hampir 80 juta liter pada tahun 2011 tapi jika dilakukan scenario maka pengurangan sebesar 15%.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Langkah awal dalam membuat model adalah memahami sistem yang akan dibuat. Dengan pemahaman sistem yang memadai akan terbentuk pemodelan yang mencakup variabel-variabel yang berpengaruh signifikan.
2. Model yang dibuat meliputi kondisi saat ini dengan memotret sistem secara apa adanya, kemudian dilakukan evaluasi untuk mengetahui permasalahan yang ada, dan dibuat skenario sebagai alternatif solusi pemecahan masalah.
3. Dari hasil skenario yang dilakukan dengan penambahan Bus Rapid Transport di jalan kertajaya sebanyak 15 unit yang mampu menampung sebesar 650 penumpang setiap harinya maka penurunan kendaraan bermotor sebesar 15%.
4. Dari hasil skenario yang dilakukan dengan penambahan Bus Rapid Transport di jalan Wonokromo sebanyak 20 unit yang mampu menampung sebesar 650 penumpang setiap harinya maka penurunan kendaraan bermotor sebesar 15%.
5. Dari hasil skenario yang dilakukan dengan penambahan Bus Rapid Transport di jalan urip sumoharjo sebanyak 25 unit yang mampu menampung sebesar 650 penumpang setiap harinya maka penurunan kendaraan bermotor sebesar 15%.
6. Pengurangan polusi yang dilakukan dengan adanya system Transportasi cerdas sebesar 20%

5.2. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan skenario untuk memperkecil pengurangan alat transportasi yang mencapai 30% dengan system transportasi cerdas yang lain yang memadai dan juga skenario pengembangan dari system transportasi cerdas dapat meningkatkan kecepatan dan polusi udara yang ada di kota surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Forum ITS Asia-Pasific 2017. (<http://itsasia-pacific.com/about-its-asia-pacific/>).
- ITS Pemerintahan Australia. (<https://infrastructure.gov.au/transport/its/benefits.aspx>)
- LHK Dishub Kota Surabaya, 2014.
- Peraturan Pemerintah Nomor 34 (2006). Klasifikasi Jalan Raya. Jakarta, Indonesia
- Morlok , Edward K., 1978, Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi , Penerbit Erlangga
- Bowersox, C. (1981). *Introduction to Transportation*. New York: Macmillan Publishing Co, Inc.
- Humam Santosa Utomo, Manajemen Transportasi, Malang: Pascasarjana Universitas Brawijaya, 2010.
- Haryono Sukarto, Transportasi Perkotaan dan Lingkungan, Jurnal Teknik, Jakarta, 2006.
- Steenbrink. 1974. *Optimization of Transport Networks*. Tugas Akhir Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto.
- Papacostas. 1987. *Fundamentals of Transportation Engineering*. Prantice Hall. USA
- Steenbrink, 1974, *Optimization of Transport Networks*, Tugas Akhir Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto
- Nasution, M.N. (2004). Manajemen Jasa Terpadu. Jakarta: PT Ghalia Indonesia.
- Djoko Setijowarno, R. B. Frazila, 2001, Pengantar Sistem Transportasi, Semarang: Universitas Katolik Soegijapranata.
- Simonović, S. P. (2009). Managing water resources. Methods and tools for a systems approach, *40*, 681.
- Simonovic Slobodan, S. ahmad. (2009). A new method for spatial and temporal analysis of risk in water resources management. *Journal of Hydroinformatics*, *11*(3–4), 320.
- Society, S. D. (2009). *System Dynamics Society*.

- Ruth, M., & Pieper, F. (1994). Modeling spatial dynamics of sea-level rise in a coastal area. *System Dynamics Review*, 10(4), 375–389.
- Forrester, J. W. (2001). System Dynamics: the Foundation under Systems Thinking. *Change*, 1(3), 1–3. Retrieved from
- 1997, B. (1997). Tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota, (38), 1–54.
- Zhong, S., Zhou, L., Ma, S., & Jia, N. (2012). Effects of different factors on drivers' guidance compliance behaviors under road condition information shown on VMS. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(9), 1490–1505.
- Wardman, M., Bonsall, P. ., & Shires, J. . (1997). Driver response to variable message signs: a stated preference investigation. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 5(6), 389–405.
- Nowacki, G. (2012). Development and Standardization of Intelligent Transport Systems. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 6(3), 403–411.
- Douglas, C. (2012). *Business , Engineering and Science Dcabs 2012*.
- Peraturan Pemerintah No 34. (2006). Jalan.
- Warmayana, I. G. A. K. (2012). Sistem informasi trafik lalu lintas cerdas di bali.
- peter bonsall. (2016). Handbook of Transport Modelling Modelling Response to Information Systems and Other Intelligent Transport System Innovations Article information : About Emerald www.emeraldinsight.com.
- Emmerink, R. H. M., Nijkamp, P., Rietveld, P., & Van Ommeren, J. N. (1996). Variable message signs and radio traffic information: An integrated empirical analysis of drivers' route choice behaviour. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 30(2), 135–153. [https://doi.org/10.1016/0965-8564\(95\)00016-X](https://doi.org/10.1016/0965-8564(95)00016-X)
- Sukarto, H. (2006). Pemilihan Model Transportasi di DKI Jakarta dengan Analisis Kebijakan “Proses Hirarki Analitik.” *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 25–36. Retrieved
- Maimunah, S. (2010). Optimalisasi dan Pengembangan Transportasi Perkotaan di DKI, 1.

- Boediningsih, W. (2011). Dampak Kepadatan Lalu Lintas Terhadap Polusi Udara Kota Surabaya. *Jurnal Fakultas Hukum, XX*, 119–138.
- Rozari. (2015). Faktor-faktor yang menyebabkan kemacetan lalu lintas di jalan utama kota surabaya. *Faktor-faktor yang menyebabkan kemacetan lalu lintas di jalan utama kota surabaya*, 42–57.
- Tamin, O. Z. (2000). Perencanaan & Pemodelan
- Danny (2004) Perancangan dan pembuatan simulasi intelligent traffic light control system.
- Zulfikar (2011) Perancangan Pengontrolan Traffic Light Otomatis, Jurnal Rekayasa ElektriKA.
- Miro, Fide l(1997) Sistem Transportasi Kota, Bandung, Penerbit Tarsito.
- Suryani, E. (2006). Pemodelan dan Simulasi. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Andersson, C., & Karlsson, L. (2001). *A System Dynamics Simulation Study of a Software Development Process*.

BIOGRAFI PENULIS



Nama lengkap Pamudi, lahir di Probolinggo, pada tanggal 3 Juli 1988 sebagai putra ketiga dari pasangan Bapak Misnadar dan Ibu Paimah. Penulis adalah warga Negara Indonesia dan beragama Islam. Saat menyusun thesis ini penulis beralamat Desa Klampok RT.23 RW.07 Kecamatan Tongan Kabupaten Probolinggo.

Adapun Riwayat Pendidikan penulis yaitu pada tahun 2001 lulus dari SDN Klampok 1 kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo, kemudian melanjutkan pendidikan di SLTP Negeri 2 Tongas Probolinggo. Pada tahun 2007 lulus dari SMA Swasta di kabupaten Probolinggo. Kemudian pada tahun 2008 penulis melanjutkan studi ke Jurusan Sistem Informasi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya mengambil Program Study Sistem Informasi dan lulus 4 tahun. kemudian melanjutkan pendidikan ke tingkat yang lebih tinggi yaitu Magister di jurusan Sistem Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Setelah lulus, penulis melaksanakan tugas pengabdian sebagai tenaga pengajar di sebuah universitas swasta. Penulis dapat dihubungi di alamat email pamudip@yahoo.com.