

Penerapan Sistem Dinamik dalam Intelligent Transport Systems (ITS) untuk Meningkatkan Efektifitas, Efisiensi, dan Safety (Study Kasus Dinas Perhubungan Kota Surabaya)

Pamudi¹, Erma Suryani²

^{1,2} Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember

¹ pamudip@yahoo.com (*), ² erma.suryani@gmail.com

Abstract— Very high economic collisions have the effect of migrating from rural to urban areas. This has resulted in population growth in urban areas in the last 20 years on average reaching 3-5% range, a higher impact than the national average population growth of 2%. The change is marked by the increasing number of vehicles, income, and labor. The ease of onshore transport flows is increasing when there is connectivity between road and vehicle conditions. This connectivity can be built through the support of communication technology (information and communication technology, ICT) which is now applied by the vehicle industry.

Intelligent Transport Systems (ITS) has some very beneficial benefits to society: first reducing accidents resulting in defects or deaths, and unaccounted material losses, both increasing productivity due to reduced congestion so the cost for transportation can be reduced, all three reduce the congestion impact on reducing fuel consumption and emissions that result in good loss to humans and reduce air pollution.

It is expected that the resulting system approach will result in reduced accidents to reduce the travel time of a fairly long and dense and reduce pollution to the environment in the city of Surabaya with the amount of carbon dioxide wasted, and reduce the use of fuel used (efficient)

Keywords— intelligent transportation system, safety, system dinamic

Abstrak— 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%. Perubahan tersebut ditandai dengan meningkatnya jumlah kendaraan, pendapatan, dan tenaga kerja. 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. Intelligent Transport Systems (ITS) 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. Diharapkan dari pendekatan system yang terbentuk memberikan hasil untuk mengurangi kecelakaan mengurangi waktu tempuh yang lumayan lama dan padat dan mengurangi polusi terhadap lingkungan di kota Surabaya dengan banyaknya karbon dioksida yang terbuang, dan mengurangi pemakaian bahan bakar yang dipakai (efisien).

Kata kunci— intelligent transportation system, safety, system dinamic

I. 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. 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 biasanya disingkat dengan ITS pada prinsipnya adalah kemajuan dalam bidang elektronika, telekomunikasi dan komputer yang diterapkan dalam bidang transportasi sehingga membuat prasarana lebih informatif, aman, lancar serta membuat nyaman penggunaannya dan ramah terhadap lingkungan.

Intelligent Transportation System diluar negeri sudah berkembang sejak lama sudah banyak forum yang mendukung kegiatan tersebut, seperti ITS Asia-Pacific yang memfasilitasi forum Intelligent Transport Systems (ITS) wilayah asia dan oceania yang beranggotakan china, thailand, malaysia, singapura, indonesia, jepang, korea, taiwan, hongkong, australia, newzealand termasuk vilipina dan vietnam.

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. 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.

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). Di lain pihak, negara-negara berkembang dalam masa kritis terhadap permasalahan transportasi. 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. Kota-kota yang mengalami permasalahan transportasi seperti Surabaya Bandung, Jakarta dan Medan. Jika dilihat melalui kasat mata, kemacetan di kota Surabaya bisa disimpulkan dengan sangat mudah. penyebab kemacetan adalah kendaraan yang ada di kota Surabaya seperti kendaraan pribadi, angkutan yang ada di kota Surabaya, sepeda motor yang sangat tidak terkontrol dan menyebabkan kemacetan yang ada. Terlebih lagi pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi. Kendaraan yang paling mendominasi paling banyak adalah kendaraan pribadi dibandingkan sepeda motor, kendaraan umum dan kendaraan lainnya. 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.

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). 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.

1.2 Rumusan Masalah

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

Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi efektifitas, efisiensi dan safety terhadap penggunaan Intelligent Transport Systems (ITS)?

Bagaimana mengurangi kemacetan yang didukung dengan Intelligent Transport Systems (ITS)?

1.3 Tujuan Penelitian

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

Identifikasi variabel-variabel signifikan terhadap , efisiensi dan safety.

Mengembangkan skenario untuk mengurangi kemacetan menggunakan konsep Intelligent Transport Systems (ITS) dengan Sistem Dinamik.

Memberikan beberapa alternatif solusi untuk meningkatkan efektifitas, efisiensi dan safety.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Transportasi

Transportasi adalah berpindahnya sesuatu dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan alat, pemindahan tersebut bisa menggunakan alat atau tenaga lain [1]. Ada beberapa pendapat tentang transportasi menurut para ahli :

1. Morlok [2] transportasi didefinisikan sebagai suatu kegiatan memindahkan atau mengangkut sesuatu dari satu tempat ke tempat lain.
2. Bowersox [3] adalah suatu perpindahan barang atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lain, dimana barang atau penumpang dipindahkan ke tempat tujuan dibutuhkan. Pengertian transportasi adalah kegiatan memindahkan sesuatu (barang dan/atau manusia) dari

suatu tempat ke tempat lain, baik dengan ataupun tanpa sarana.

3. Steenbrink[4], adalah suatu perpindahan seseorang atau barang dengan menggunakan alat ataupun kendaraan dari dan ke tempat yang terpisah secara geografis dan letak.
4. Papacostas [5] adalah sebagai sistem yang terdiri dari fasilitas tertentu beserta arus dan sistem control yang mengakibatkan orang atau barang dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat lain secara efisien dalam waktu tertentu untuk mendukung aktivitas manusia.
5. Utomo [6] transportasi adalah perubahan letak geografis yang dilakukan orang ataupun barang sehingga menyebabkan perpindahan barang dan makhluk hidup dari tempat satu ke tempat lainnya sehingga menyebabkan suatu transaksi tertentu.

B. Intelligent Transport Systems (ITS)

Pada tahun 1988, OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) di Paris, yakni suatu organisasi pertama yang menyatakan bahwasannya negara-negara maju setiap tahunnya kehilangan milyaran dolar Amerika dari bidang transportasi hanya karena pengemudi tidak mempunyai cukup informasi terkait mengenai [7].

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 [8].

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 [8].

Banyak aplikasi ITS telah dikembangkan oleh berbagai organisasi / 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.

C. Jalan

Jalan adalah dimana suatu prasarana transportasi darat, sarana tersebut bisa meliputi jalan itu sendiri, bagian yang ada pada jalan itu, dan pelengkap-pelengkap yang ada di jalan tersebut yang digunakan sebagai media transportasi oleh manusia dan kebutuhan lainnya sehingga memudahkan

manusia untuk melakukan transaksi yang ada atau aktifitas yang ada.

Jalan raya adalah media transportasi yang ada yang digunakan sebagai jalur transportasi darat yang berada pada permukaan bumi sehingga bisa digunakan sebagai media untuk transportasi lalu lintas manusia, dan hewan dan alat yang digunakan untuk angkutan tersebut dari titik tertentu ke titik lainnya sehingga bisa memudahkan penggunaannya dan cepat [9].

Ada 4 golongan untuk mengklasifikasi jalan raya pada umumnya menurut fungsi, medan, wewenang dan klasifikasi[10]

Klasifikasi menurut fungsi jalan terdiri atas 3 golongan.

Tabel I. Klasifikasi Fungsi Jalan

Klasifikasi fungsi	Arteri	Kolektor	Lokal
Pelayanan	Melayani angkutan utama	Melayani angkutan pengumpul/ pembagi	Melayani angkutan setempat
jarak	Perjalan biasanya jarak jauh	Perjalanan jarak sedang	Perjalan jarak sedang
Kecepatan rata-rata	Kecepatan tinggi	Kecepatan sedang	Kecepatan rendah
Jumlah jalan	Dibatasi secara efisien	Dibatasi	Tidak dibatasi

Klasifikasi jalan umum menurut peran dan fungsinya dijelaskan pada tabel di bawah.

Tabel II. Jalan Arteri

Klasifikasi	Premier	Skunder
Penghubung	Penghubung jenjang kesatu ke jenjang kedua	Penghubungjenjang skunder satu dengan skunder kedua
Kecepatan	60 km/jam	30 km/jam
Lebar jalan	8 m	8

Kapasitas	Lebih besar dari volume	Lebih besar dari volume
Pembatasan	Jalan masuk dibatasi	Jalan masuk dibatasi
Gangguan	Tidak ada gangguan lokal	Tidak ada gangguan lokal
Terputus	Tidak terputus sampai kota	Tidak terputus sampai kota

Pembatasan	Jalan masuk dibatasi	Jalan masuk dibatasi
Gangguan	Tidak ada gangguan lokal	Tidak ada gangguan lokal
Terputus	Tidak terputus sampai kota	Tidak terputus sampai kota

Tabel III. Jalan Kolektor

Klasifikasi	Premier	Skunder
Penghubung	menghubungkan antar kota kedua dengan kota jenjang kedua, atau kota jenjang kesatu dengan kota jenjang ketiga	menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder lainnya atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga
Kecepatan	40 km/jam	20 km/jam
Lebar jalan	7 m	7m
Kapasitas	Lebih besar dari volume	Lebih besar dari volume

Tabel IV. Jalan Lokal

Klasifikasi	Premier	Skunder
Penghubung	menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil, kota jenjang kedua dengan persil, kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga lainnya	menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, atau kawasan sekunder kedua dengan perumahan, atau kawasan sekunder ketiga dan seterusnya dengan perumahan
Kecepatan	20 km/jam	10 km/jam
Lebar jalan	6 m	6 m
Kapasitas	Lebih besar dari volume	Lebih besar dari volume

Pembatasan	Jalan masuk dibatasi	Jalan masuk dibatasi
Gangguan	-	-
Terputus	-	-

D. Sistem Dinamik

Simulasi Sistem Dinamik merupakan simulasi kontinyu yang dikembangkan oleh Jay Forrester (MIT) tahun 1960-an, berfokus pada struktur dan perilaku sistem. Sistem Dinamik (SD) berasal dari Forrester's World Dynamics [11]. Ketika mencoba untuk model keberlanjutan seluruh bumi dalam satu masalah yang kompleks, Forrester mengembangkan SD dalam rangka memberikan pemahaman tentang dinamika sistem kompleks pada masalah skala besar. Pendekatan SD mengambil pandangan menyeluruh dari keseluruhan sistem. Bukan hanya berkonsentrasi pada bagaimana satu variabel, X mempengaruhi satu variabel Y dan lainnya, sehingga Y pada gilirannya mempengaruhi X dan setiap (dan berpotensi setiap) variabel lain dalam sistem. Sebuah sistem umpan balik dipengaruhi oleh perilaku sebelumnya sendiri. [12] Tanggapan sistem melibatkan reaksi berantai yang menyebar jauh melewati pihak yang terkena dampak yang jelas. Hal ini dapat menyebabkan situasi yang sangat kompleks yang melibatkan banyak variabel kuantitatif dan kualitatif, dan hubungan non linear yang sebenarnya cukup mencerminkan situasi kehidupan nyata. Interaksi sangat penting bahwa "pengembangan jumlah dan hubungan struktural antara unsur-unsur sistem bisa menjadi lebih penting dalam menentukan perilaku sistem keseluruhan dari masing-masing komponen itu sendiri. Sebuah sistem umpan balik dipengaruhi oleh perilaku sebelumnya sendiri. [12] Tanggapan sistem melibatkan reaksi berantai yang menyebar jauh melewati pihak yang terkena dampak yang jelas. Hal ini dapat menyebabkan situasi yang sangat kompleks yang melibatkan banyak variabel kuantitatif dan kualitatif, dan hubungan non linear yang sebenarnya cukup mencerminkan situasi kehidupan nyata. Interaksi sangat penting bahwa "pengembangan jumlah dan hubungan struktural antara unsur-unsur sistem bisa menjadi lebih penting dalam menentukan perilaku sistem keseluruhan dari masing-masing komponen itu sendiri.

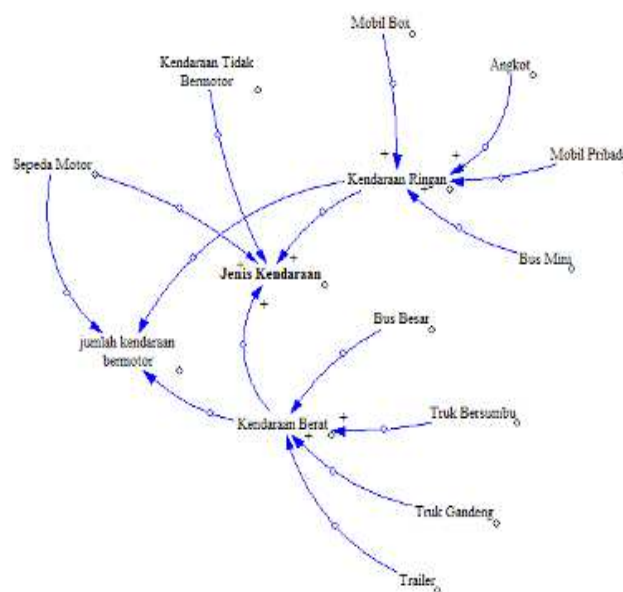
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1. Sub.Model Transportasi

Alat transportasi saat ini sangat penting untuk kegiatan sehari-hari bagi masyarakat Surabaya terutama yang melakukan kegiatan diluar rumah. hal ini berdampak pada kemacetan yang ada disurabaya. Dengan demikian banyak

moda transportasi. 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 ril jalan raya (sarana dan prasarana jalan) ini disebut juga sistem transportasi intelijen (intelligent transportation system, ITS). Di Indonesia permasalahan transportasi yang sebenarnya telah terjadi sejak tahun 1960an dan melanjut pada tahun 1970an, bahkan sampai sekarang, seperti kemacetan lalu lintas, polusi (pencemaran) udara dan suara (bising), kecelakaan lalu lintas, dan tundaan (bertambahnya waktu tempuh). 20 tahun sebelum tahun 1980 transportasi memiliki kemajuan yang sangat pesat dan sangat membantu dan memudahkan. Berkembangnya prasarana transportasi yang tidak terpikirkan pada masa lampau bisa juga dibantu dengan berkembangnya pencerahan tentang elektronika dan peralatan-peralatan komputer [13].

Alat transportasi disurabaya sangat banyak dan diklasifikasikan menurut jenis dan fungsinya. Dengan demikian didapatkan model alat transportasi sebagai berikut :



Gambar 1. Transportasi Surabaya

Pada jenis transportasi ini nanti didapatkan alat transportasi apa yang sangat berpengaruh terhadap kemacetan kota Surabaya dan juga akan dihasilkan alat transportasi mana saja yang harus dikurangi dan harus ditambah. Pengurangan dan penambahan alat transportasi tersebut diatur dalam peraturan pemerintah kota Surabaya.

Diharapkan dengan peraturan tersebut kemacetan kota surabaya bisa dikurangi dengan maksimal.

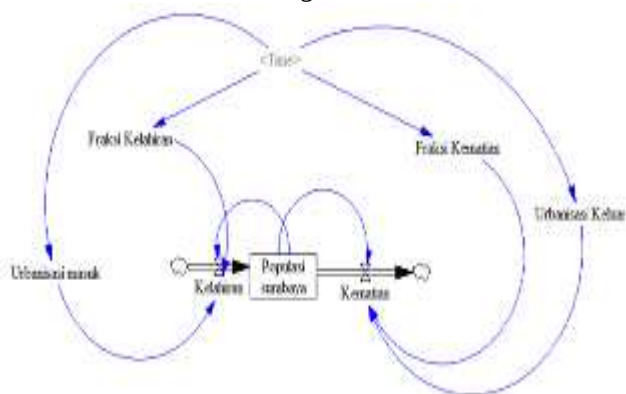
1.2. Sub model populasi penduduk

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.

Kota Surabaya merupakan kota terbesar kedua setelah kota Jakarta dengan jumlah penduduk mencapai 3,200,454 jiwa pada tahun dengan penduduk musiman sebanyak 31851 data ini didapat dari dispendukcapil kota surabaya tahun 2016. Beberapa negara berkembang sudah banyak yang mengalami kemacetan lalu lintas bahkan bisa sangat parah. Hal ini menyebabkan beberapa dampak negatif terhadap negara tersebut baik pada kondisi lalu lintas maupun pengguna lalu lintas seperti polusi udara dan kesehatan.

Adanya urbanisasi yang sangat besar ini telah menimbulkan berbagai masalah di surabaya. Masalah yang terjadi kota antara lain yaitu meningkatnya kemacetan yang sangat besar bagi kota surabaya dan mengakibatkan hal-hal yang sangat merugikan. kerugian tersebut dari tenaga maupun materi.

dengan urbanisasi tersebut maka didapatkan model yang diasumsikan sebagai berikut :



Gambar 2. Populasi

1.3. Model simulasi

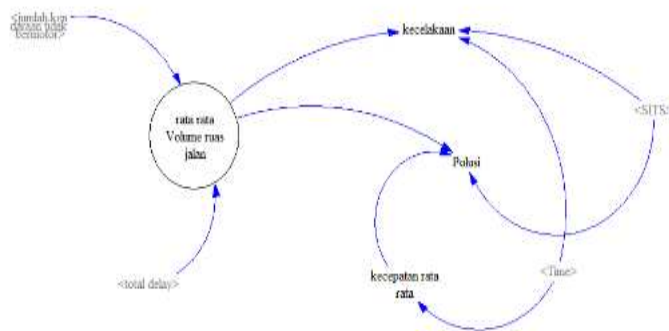
transportasi adalah sarana untuk bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain, dari situ transportasi merupakan suatu yang sangat penting untuk kelangsungan hidup yang ada di bumi. Jika transportasi yang ada mengalami kemacetan atau gangguan maka mobilitas yang ada di kota surabaya juga terganggu atau juga bisa mengalami hal yang sangat tidak diinginkan.. Gangguan-gangguan tersebut sangat berdampak negatif pada masyarakat.

Masalah lalu lintas merupakan suatu masalah yang sangat sulit dan sangat penting untuk segera diselesaikan. Apabila masalah transportasi tidak segera diselesaikan, maka semua kerugian yang akibat yang ditimbulkan dari masalah tersebut ditanggung oleh masyarakat itu sendiri, dan apabila kemacetan tersebut dapat terselesaikan dengan cepat dan baik, maka masyarakat sendiri yang akan segera mendapatkan manfaatnya.

Kemacetan transportasi yang ada disurabaya sangat sulit untuk dihilangkan, untuk itu bagaimana kita dapat kurangi kepadatannya. Hal ini disebabkan karena kemacetan transportasi dipengaruhi oleh banyak faktor yang saling berkaitan. Hal yang dilakukan untuk mengatasi kemacetan transportasi perlu diteliti dulu apa saja yang menjadi penyebabnya dan apa dampak negatif yang ditimbulkan dan bagaimana cara agar bisa mengurangi kemacetan dan mengurangi kerugian yang ada.

Dengan model yang dibuat ini diupayakan kemacetan surabaya bisa dikurangi dan bisa bermanfaat bagi yang lainnya. Model ini sudah diuji dengan seksama dan teruji diharapkan bisa mengurangi kemacetan yang ada disurabaya saat ini dan dipastikan manfaatnya bisa dirasakan dengan maksimal.

Model sistem dinamik ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. Simulasi

IV. KESIMPULAN

Dengan pengembangan model tersebut dapat dihasilkan pengurangan terhadap kemacetan di kota Surabaya dengan cara mengurangi penggunaan sepeda motor dan dimaksimalkan kendaraan umum yang ada. Dengan cara ini kemacetan di kota Surabaya bisa dikurangi dan bisa mengurangi kecelakaan dan mengurangi polusi di kota Surabaya..

REFERENSI

- [1] Haryono Sukarto, Transportasi Perkotaan dan Lingkungan, Jurnal Teknik, Jakarta, 2006.
- [2] Morlok, Edward K., 1978, Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, Penerbit Erlangga

- [3] Bowersox, C.. Introduction to Transportation. New York: Macmillan Publishing Co, Inc., 1981
- [4] Steenbrink.. Optimization of Transport Networks.. 1974
- [5] Papacostas.. Fundamentals of Transportation Engineering. Prantice Hall. USA, 1987
- [6] Utomo Nasution. Tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota, (38), 1–54, 1997
- [7] Krakiwsky, E.J., P. Vaníček and D.J. Szabo. Further Development and Testing of Robustness Analysis. Contract Report, Geodetic Survey Division, Geomatics Canada, Ottawa., 1993
- [8] Nowacki, G,. Development and Standardization of Intelligent Transport Systems. International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 6(3), 403–411, 2012
- [9] Douglas, Clarkson., Business , Engineering and Science Dcabs, 2012.
- [10] Binamarga.., Tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota, (38), 1–54., 1997
- [11] Forrester, J. W., System Dynamics: the Foundation under Systems Thinking. Change, 1(3), 1–3., 2001
- [12] Simonovic Slobodan, S. ahmad., A new method for spatial and temporal analysis of risk in water resources management. Journal of Hydroinformatics, 11(3–4), 320.,(2009
- [13] Tamin, O. Z, Perencanaan & Pemodelan, 2000