

Analisis Peningkatan Jumlah Transportasi Kota Surabaya Menggunakan Sistem Dinamik

Dea Puspita Anggraeni¹, Carissa Renatasari², Paulina April Romaito Pakpahan³, Seftin Fitri Ana Wati⁴

¹Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

^{2,3,4}Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, Indonesia
deap662@gmail.com

Abstract: *This study aims to analyze the increase in transportation volume in Surabaya City using a dynamic system approach. A dynamic system is a modeling method used to understand and simulate the interactions between various components within the city's transportation system. These components include population growth, the increase in motor vehicles, road infrastructure, and existing government policies. In this study, the dynamic system is employed to model various scenarios of transportation growth. Computer simulations enable researchers to explore the impact of each scenario on different aspects such as traffic congestion, air pollution, and the quality of life of the residents. The simulation results indicate that without appropriate interventions, the increase in transportation volume will continue to rise along with population growth. This has the potential to worsen traffic conditions, increase air pollution emissions, and decrease the quality of life for residents in Surabaya City. This study also provides several policy recommendations that can be implemented by the Surabaya City government to manage transportation growth more sustainably. These recommendations include the development of more efficient and environmentally friendly public transportation, the improvement of road infrastructure quality, and the implementation of more effective traffic control policies. By adopting these policies, it is hoped that transportation growth can be better managed, minimizing its negative impacts on the environment and the community.*

Keywords: *Number of Vehicles, Dynamical System, Surabaya City, Transportation*

Abstrak: *Studi ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan volume transportasi di Kota Surabaya menggunakan pendekatan sistem dinamik. Sistem dinamik adalah metode pemodelan yang digunakan untuk memahami dan mensimulasikan interaksi antara berbagai komponen dalam sistem transportasi kota. Komponen-komponen tersebut yaitu pertumbuhan penduduk, peningkatan kendaraan bermotor, infrastruktur jalan, dan kebijakan pemerintah yang ada. Dalam studi ini, sistem dinamik digunakan untuk memodelkan berbagai skenario pertumbuhan transportasi. Simulasi ini memungkinkan para peneliti untuk mengeksplorasi dampak dari setiap skenario terhadap berbagai aspek seperti kemacetan lalu lintas, emisi polusi udara, dan kualitas hidup penduduk. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tanpa intervensi yang tepat, peningkatan volume transportasi akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Hal ini berpotensi memperburuk kondisi lalu lintas, meningkatkan emisi polusi udara, dan menurunkan kualitas hidup penduduk di Kota Surabaya. Studi ini juga memberikan beberapa rekomendasi kebijakan yang dapat diterapkan oleh pemerintah Kota Surabaya untuk mengelola pertumbuhan transportasi secara lebih berkelanjutan. Rekomendasi tersebut meliputi pengembangan transportasi umum yang lebih efisien dan ramah lingkungan, peningkatan kualitas infrastruktur jalan, serta implementasi kebijakan pengendalian lalu lintas yang lebih efektif. Dengan mengadopsi kebijakan-kebijakan ini, diharapkan pertumbuhan transportasi dapat dikelola dengan lebih baik, sehingga dampak negatifnya terhadap lingkungan dan masyarakat dapat diminimalkan.*

Kata kunci: *Jumlah Kendaraan, Sistem Dinamik, Kota Surabaya, Transportasi*

Pendahuluan

Kota Surabaya, sebagai salah satu pusat ekonomi di Indonesia, terus mengalami pertumbuhan yang pesat dalam beberapa dekade terakhir. Jumlah penduduk di Kota Surabaya pada tahun 2020 mencapai sebesar 2.874.314 jiwa kemudian pada tahun 2022 mencapai sebesar

2.987.863 jiwa. Pertumbuhan populasi, perkembangan industri, dan urbanisasi telah mengakibatkan peningkatan signifikan dalam volume lalu lintas di kota ini. Dari 91 juta lebih kendaraan bermotor di pulau Jawa, provinsi Jawa Timur menyumbang angka paling besar di pulau Jawa sekaligus di Indonesia dengan total 24,43 juta kendaraan. Dengan jumlah kendaraan di provinsi Jawa Timur tersebut, sebanyak 10.91% berasal dari kota Surabaya. Sebagai respons terhadap tantangan mobilitas yang semakin kompleks, pemerintah kota telah merencanakan serangkaian proyek peningkatan infrastruktur transportasi.

Meskipun demikian, pengembangan infrastruktur transportasi tidak selalu menghasilkan hasil yang diharapkan. Dalam banyak kasus, proyek-proyek tersebut belum mampu sepenuhnya mengatasi masalah kemacetan dan meningkatkan efisiensi sistem transportasi kota secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih menyeluruh dan terpadu dalam merencanakan dan mengelola transportasi kota.

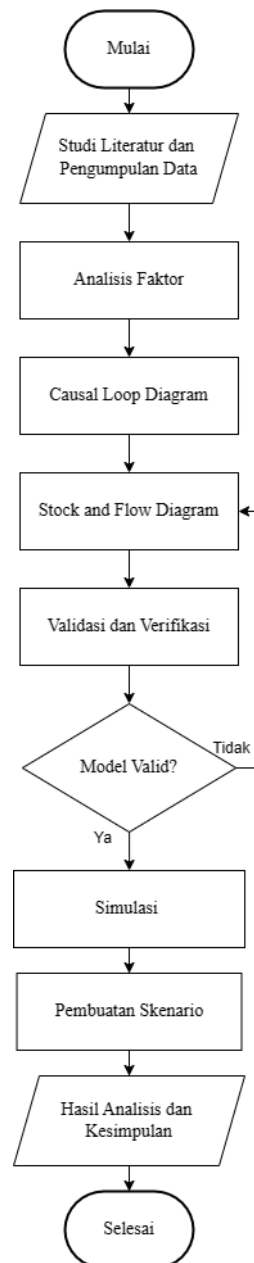
Dalam konteks ini, penggunaan model simulasi sistem dinamik menjadi semakin relevan. Sistem dinamik adalah alat analisis yang memungkinkan pemodelan interaksi kompleks antara berbagai variabel dalam sistem seiring waktu. Dengan menggunakan pendekatan ini, kita dapat memahami efek jangka panjang dari kebijakan dan tindakan tertentu terhadap sistem transportasi kota secara menyeluruh.

Melalui simulasi sistem dinamik, kita dapat mengenali kemungkinan konsekuensi bertahap dari perubahan kecil dalam infrastruktur, aturan lalu lintas, atau kebiasaan penggunaan transportasi umum. Lebih dari itu, metode ini memungkinkan penggabungan berbagai elemen yang mempengaruhi mobilitas kota, seperti pertumbuhan jumlah penduduk, pola perjalanan, perubahan ekonomi, dan dinamika perkotaan.

Dengan melakukan analisis menggunakan sistem dinamik, kita dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang kompleksitas sistem transportasi Kota Surabaya. Informasi ini dapat digunakan oleh pemerintah kota, lembaga swadaya masyarakat, dan pemangku kepentingan lainnya untuk mengembangkan strategi yang lebih efektif dalam meningkatkan mobilitas, mengurangi kemacetan, dan meningkatkan kualitas hidup penduduk kota secara keseluruhan.

Metode

Metodologi penelitian ini terdiri dari beberapa langkah yang saling berkaitan.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

1. Studi literatur dan pengumpulan data

Pada tahap awal penelitian, peneliti melakukan studi literatur dan pengumpulan data untuk mendapatkan pemahaman tentang berbagai teori dan informasi yang relevan untuk mendukung penelitian dan memodelkan hasilnya. Dengan melakukan penelitian ini, peneliti dapat mengidentifikasi konsep penting, kerangka kerja teoritis, dan hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan topik penelitian. Studi literatur dilakukan dengan meninjau berbagai sumber yang dapat dipercaya, seperti jurnal ilmiah, buku akademik, dan laporan penelitian.

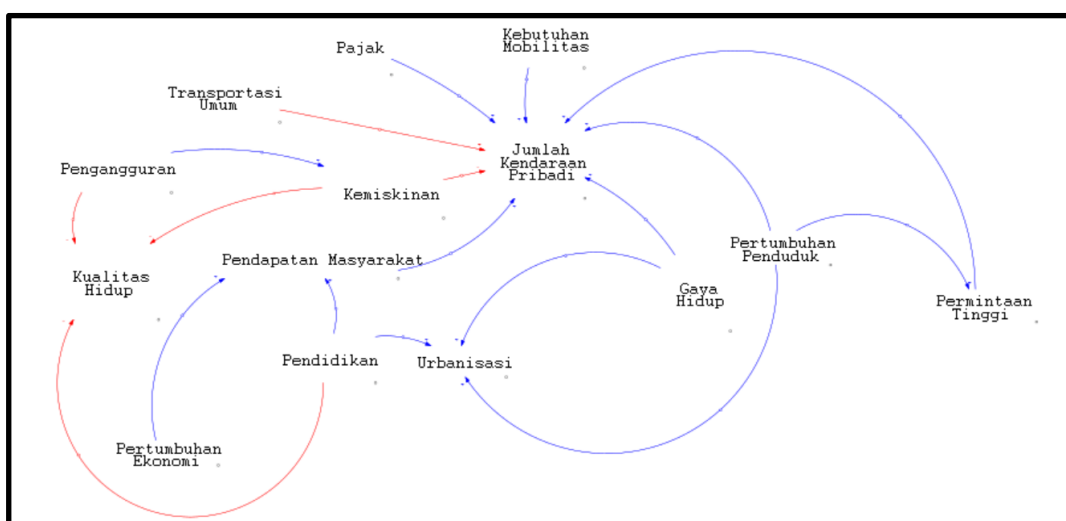
Selain itu, data dikumpulkan untuk mendapatkan informasi untuk analisis lanjutan. Selanjutnya, data kuantitatif dan kualitatif dianalisis untuk membangun model penelitian dan menginterpretasikan temuan. Data dikumpulkan melalui situs web resmi Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Penelitian dan Pengembangan (Bappeda) Surabaya dan diubah dengan teknik tertentu untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam penelitian ini lengkap dan akurat.

2. Analisis Faktor

Analisis faktor dilakukan untuk mengetahui struktur yang mendasari hubungan antar variabel dalam penelitian ini, dan langkah berikutnya bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang mempengaruhi sistem yang diteliti. Analisis ini memberikan fondasi yang kuat untuk membangun model penelitian dan membantu memahami pola-pola data yang kompleks.

3. Causal Loop Diagram

Causal loop diagram (CLD) adalah alat yang digunakan dalam pemodelan sistem dinamik untuk memvisualisasikan dan menganalisis hubungan sebab-akibat dalam suatu sistem. Dalam penelitian studi kasus, CLD dapat membantu mengidentifikasi dan memahami interaksi dinamis antara berbagai komponen sistem. CLD dibuat dengan menggambarkan variabel-variabel kunci dan hubungan sebab-akibat di antara mereka. Hubungan ini diwakili oleh panah yang menunjukkan arah pengaruh dari satu variabel ke variabel lain. Terdapat dua jenis hubungan dalam CLD yaitu hubungan positif dan hubungan negatif. Hubungan positif menunjukkan adanya hubungan yang berbanding lurus, dimana penambahan nilai pada variabel tersebut akan mempengaruhi penambahan variabel berikutnya. Sedangkan hubungan negatif menunjukkan adanya hubungan yang berbanding terbalik antar variabel, dimana penambahan pada variabel pertama akan menyebabkan pengurangan pada variabel berikutnya.

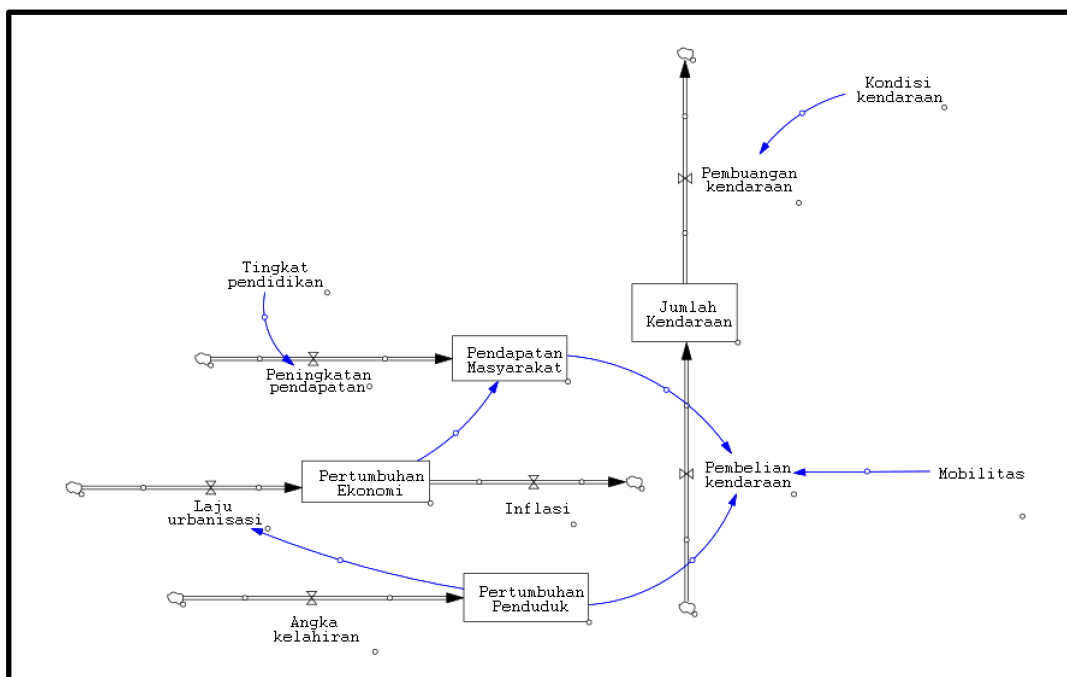


Gambar 2. Causal Loop Diagram

Dari gambar Causal Loop Diagram diatas menunjukkan bahwa jumlah kendaraan pribadi akan meningkat jika dipengaruhi langsung oleh pendapatan masyarakat, gaya hidup, pertumbuhan penduduk, dan kebutuhan mobilitas. Sedangkan penurunan jumlah kendaraan pribadi dipengaruhi langsung oleh kemiskinan dan transportasi umum. Dengan demikian, hubungan antara faktor-faktor ini saling mempengaruhi dan membentuk lingkaran kausal yang kompleks.

4. Stock and Flow Diagram

Stock and Flow Diagram membantu untuk memahami dan memvisualisasikan bagaimana perubahan dalam satu bagian sistem dapat mempengaruhi keseluruhan sistem, serta bagaimana intervensi kebijakan dapat diimplementasikan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Dasar yang digunakan dalam penyusunan stock and flow diagram berasal dari model konseptual yang telah dibuat sebelumnya, yaitu causal loop diagram. Pada stock and flow diagram, variabel-variabel yang telah diidentifikasi sebelumnya dinyatakan dalam bentuk numerik dalam besaran tertentu.



Gambar 3. Stock And Flow Diagram

Diagram stock and flow ini menggambarkan dinamika jumlah kendaraan dalam masyarakat. Jumlah Kendaraan adalah stok yang dipengaruhi oleh dua aliran utama: Pembelian Kendaraan dan Pembuangan Kendaraan. Pembelian kendaraan dipengaruhi oleh Pendapatan Masyarakat, yang berhubungan dengan Pertumbuhan Ekonomi dan Pertumbuhan Penduduk. Pertumbuhan ekonomi dipengaruhi oleh Laju Urbanisasi dan Angka Kelahiran, sementara pendapatan masyarakat meningkat dengan Tingkat

Pendidikan dan dipengaruhi oleh Inflasi. Pembuangan kendaraan bergantung pada Kondisi Kendaraan, yang bisa mencakup faktor-faktor seperti usia dan performa kendaraan. Mobilitas juga mempengaruhi pembelian kendaraan, menunjukkan bahwa kebutuhan untuk berpindah tempat mendorong masyarakat untuk membeli kendaraan baru. Diagram ini menyoroti bagaimana berbagai faktor ekonomi dan sosial saling berinteraksi untuk mempengaruhi jumlah kendaraan di masyarakat. Keseluruhan, ini menggambarkan kompleksitas sistem yang mengatur dinamika kendaraan dengan mempertimbangkan aspek pendapatan, pendidikan, ekonomi, dan populasi.

5. Validasi dan Verifikasi

Tahapan selanjutnya adalah verifikasi dan validasi untuk memastikan hasil dari pembuatan model Causal Loop Diagram dan Stock and Flow Diagram sudah akurat dan sesuai kenyataan di lapangan. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil analisis dengan data nyata dan feedback dari para pemangku kepentingan. Proses ini memastikan bahwa model yang dibuat akurat dan dapat diandalkan untuk menggambarkan sistem yang sedang dipelajari. Menurut Barlas proses validasi dilakukan dengan dua cara pengujian yaitu validasi model dengan uji perbandingan rata-rata (mean comparison) atau validasi model dengan uji perbandingan variasi amplitudo amplitudo (% error variance).

a. Mean Comparison

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

Keterangan :

S = Nilai rata-rata hasil simulasi

A = Nilai rata-rata data

Model dianggap valid jika $E_1 \leq 5\%$

b. % Error Variance

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

Keterangan :

S_s = Standar deviasi model

S_A = Standar deviasi data

Model dianggap valid jika $E_2 \leq 30\%$

6. Simulasi

Tahap simulasi merupakan langkah penting dalam analisis sistem dinamik untuk memahami perilaku sistem dari waktu ke waktu. Simulasi membantu memprediksi dampak

dari berbagai intervensi dan skenario terhadap sistem yang sedang dipelajari. Langkah pertama dalam simulasi adalah mendefinisikan hubungan matematis antara stock dan flow. Simulasi membantu dalam mengurangi ketidakpastian dan risiko dengan memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi konsekuensi dari berbagai tindakan sebelum tindakan tersebut diambil dalam situasi nyata.

7. Pembuatan Skenario

Pada tahap ini, akan dilakukan analisis perilaku sistem berdasarkan berbagai skenario spesifik yang mungkin terjadi. Penggunaan skenario ini bertujuan untuk mengevaluasi seberapa tangguh sistem yang telah dibangun dan bagaimana respons sistem terhadap skenario tertentu. Hal ini juga membantu mengidentifikasi efek positif yang dapat muncul jika skenario-skenario tersebut ditambahkan ke dalam analisis.

8. Hasil Analisis dan Kesimpulan

Hasil analisis dilakukan dengan menginterpretasikan data yang telah diproses menggunakan metode yang telah digunakan sebelumnya, seperti analisis faktor, causal loop diagram, dan stock and flow diagram. Hasil analisis ini kemudian dibandingkan dengan kerangka teori dan temuan dari studi literatur untuk mengevaluasi konsistensi dan validitas model yang telah dibangun. Hasil analisis ini menghasilkan kesimpulan yang dapat digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian dan menentukan konsekuensi praktis dari temuan tersebut. Diharapkan temuan ini akan memberikan pengetahuan baru, saran untuk kebijakan, dan peningkatan signifikan untuk bidang studi yang bersangkutan. Selain itu, batasan penelitian juga diidentifikasi. Ini dilakukan untuk memberikan gambaran yang jelas tentang batasan penelitian dan tujuan penelitian berikutnya.

Hasil dan Pembahasan

a. Verifikasi dan Validasi Model

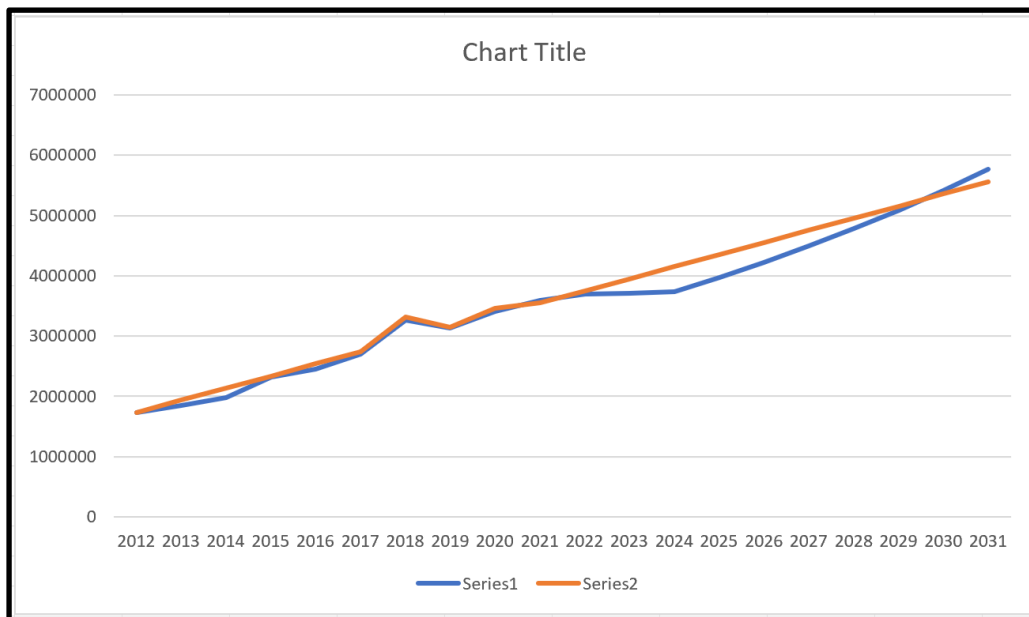
Validasi model bertujuan untuk memastikan apakah luaran perilaku model akurat dan sesuai dengan ekspektasi. Verifikasi model memastikan bahwa tidak ada bug dalam program komputer yang menggambarkan model konseptual. Pengujian validasi dilakukan dengan uji perbandingan mean comparison dan % error variance. Dikatakan valid apabila nilai mean comparison $\leq 5\%$ dan nilai % error variance $\leq 30\%$. Berikut adalah perbandingan data asli dengan data yang telah dimodelkan.

Tabel 1. Perbandingan Data Asli dengan Data Model

Tahun	Jumlah Kendaraan di Kota Surabaya (data)	Jumlah Kendaraan di Kota Surabaya (model)
2012	1733422	1733422
2013	1854607	1934780
2014	1981984	2136150
2015	2316087	2337510
2016	2457478	2538880
2017	2706747	2740250
2018	3264516	3317310
2019	3131435	3142990
2020	3408188	3461540
2021	3595480	3545740
2022	3693908	3747110
2023	3705132	3948490
2024	3729901	4149870
2025	3969084	4351260
2026	4223604	4552640
2027	4494446	4754030
2028	4782655	4955420
2029	5089346	5156810
2030	5415704	5358200
2031	5762990	5559600
Rata-rata	3565836	3671100
Std. Dev	1174280.571	1181212.598
E1		3%
E2		1%

Dari hasil perbandingan uji rata-rata dan standar deviasi tersebut dapat diketahui

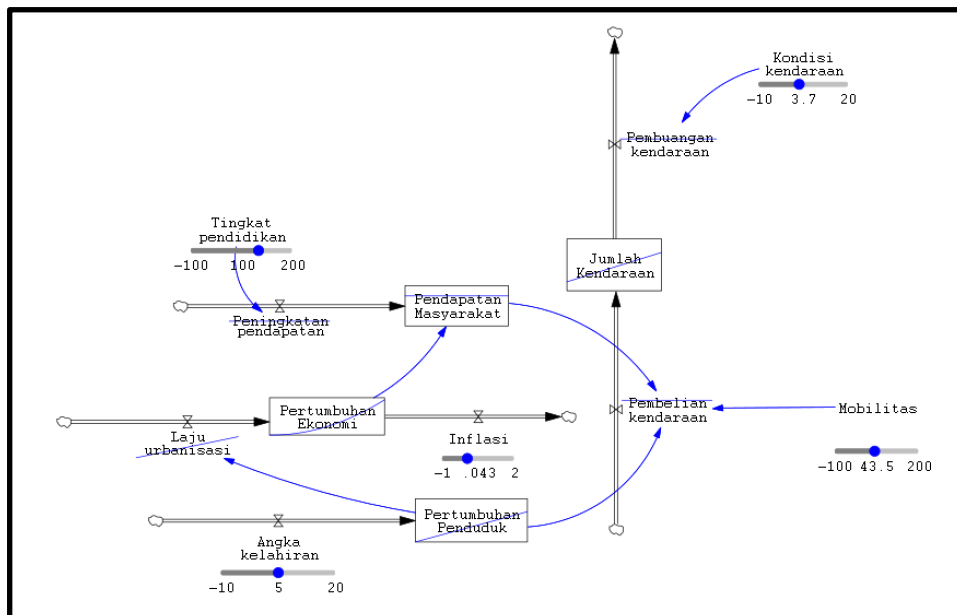
bahwa setiap nilai E1 3% dan setiap nilai E2 1% sehingga model dapat dikatakan valid. Berikut ini adalah grafik perbandingan hasil simulasi dan data asli variabel populasi Kota Surabaya.



Gambar 4. Perbandingan Data Asli dengan Data Model

b. Simulasi

Simulasi pemodelan telah menjadi alat yang vital untuk menganalisis dampak peningkatan jumlah transportasi dalam konteks perkotaan. Fokus pada kota Surabaya, penggunaan sistem dinamik memungkinkan kita untuk memahami bagaimana perubahan dalam infrastruktur transportasi dapat mempengaruhi berbagai aspek kehidupan kota, dari kepadatan lalu lintas hingga kualitas udara dan kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan. Melalui simulasi ini, kita dapat menggambarkan secara detail bagaimana interaksi kompleks antara berbagai faktor dapat membentuk masa depan transportasi yang berkelanjutan dan efisien untuk Surabaya. Berikut adalah simulasi dari model yang telah dibuat:



Gambar 5. Simulasi dari Stock and Flow Diagram

Pemodelan ini adalah diagram aliran sistem dinamis yang menggambarkan hubungan antara berbagai variabel yang mempengaruhi jumlah kendaraan di masyarakat. Tingkat pendidikan mempengaruhi peningkatan pendapatan yang berdampak pada pendapatan masyarakat. Pendapatan masyarakat kemudian mempengaruhi pertumbuhan ekonomi, yang juga dipengaruhi oleh laju urbanisasi. Pertumbuhan ekonomi mempengaruhi inflasi, yang pada gilirannya memengaruhi pendapatan masyarakat dan pembelian kendaraan. Pertumbuhan ekonomi juga berdampak pada pertumbuhan penduduk yang dipengaruhi oleh angka kelahiran. Pendapatan masyarakat dan pertumbuhan penduduk mempengaruhi pembelian kendaraan, sementara pembelian kendaraan dan pembuangan kendaraan menentukan jumlah kendaraan. Kondisi kendaraan mempengaruhi jumlah kendaraan yang ada, dan jumlah kendaraan ini kemudian mempengaruhi mobilitas masyarakat, yang selanjutnya berdampak pada pembelian kendaraan kembali. Diagram ini menunjukkan interaksi dinamis antara faktor-faktor ekonomi, sosial, dan demografi dalam menentukan jumlah kendaraan di masyarakat.

c. Pengembangan Skenario

Setelah melalui tahapan verifikasi dan validasi model, langkah selanjutnya adalah mengembangkan skenario untuk menganalisis berbagai kemungkinan dan dampak dari kebijakan yang dapat diterapkan. Pengembangan skenario ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang bagaimana perubahan dalam variabel-variabel kunci dapat mempengaruhi hasil akhir, dalam hal ini jumlah kendaraan di kota Surabaya. Dengan menggunakan pemodelan dinamis yang telah dibangun, kita dapat mengeksplorasi

berbagai intervensi kebijakan yang mungkin dan melihat efek jangka panjangnya secara sistematis. Skenario-skenario ini akan membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik, berdasarkan simulasi dan analisis data yang komprehensif. Adapun skenario yang dirumuskan dalam pemodelan ini adalah sebagai berikut:

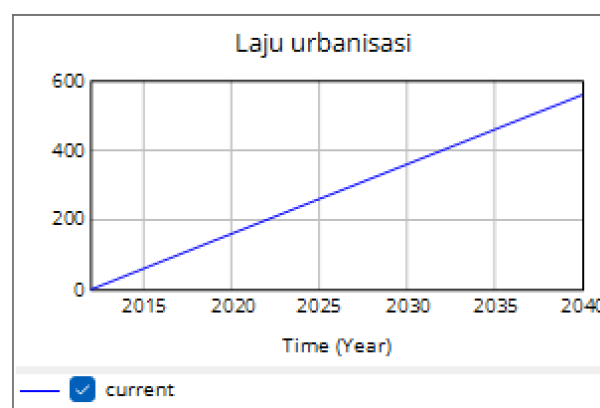
1. Skenario Meningkatkan Tingkat Pendidikan Penduduk Kota Surabaya



Gambar 6. Diagram Tingkat Pendidikan

Jika tingkat pendidikan penduduk Kota Surabaya meningkat, diharapkan masyarakat akan lebih melek terhadap manfaat dan pentingnya penggunaan transportasi umum. Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai dampak negatif dari kepemilikan kendaraan bermotor pribadi, seperti kemacetan lalu lintas dan polusi udara, masyarakat akan lebih terdorong untuk memanfaatkan transportasi publik yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Hal ini tidak hanya akan meningkatkan kualitas hidup di kota, tetapi juga berkontribusi pada terciptanya lingkungan yang lebih bersih dan lebih tertata.

2. Skenario Mengendalikan Laju Urbanisasi



Gambar 7. Diagram Laju Urbanisasi

Fokus skenario ini adalah mengontrol laju urbanisasi sebagai cara untuk mengurangi jumlah kendaraan yang melintasi kota Surabaya. Proses urbanisasi yang tidak terkendali dapat menyebabkan peningkatan tajam dalam jumlah

orang yang tinggal di wilayah perkotaan, yang pada gilirannya menyebabkan peningkatan permintaan untuk kendaraan. Jumlah penduduk di kota dapat dikelola secara lebih berkelanjutan dengan membuat kebijakan yang mengontrol laju urbanisasi. Perencanaan tata ruang dan zonasi yang lebih ketat serta promosi pembangunan di daerah-daerah satelit di sekitar Surabaya adalah bagian dari kebijakan ini. Dengan melakukan ini, kepadatan di pusat kota dapat dikurangi, sehingga mengurangi kemacetan lalu lintas dan kebutuhan akan kendaraan pribadi. Selain itu, pengaturan kota yang lebih baik memungkinkan pertumbuhan ekonomi diawasi dengan lebih baik dan mencegah lonjakan besar dalam pendapatan masyarakat yang dapat menyebabkan peningkatan pembelian mobil. Melalui strategi ini, Surabaya dapat mempertahankan jumlah kendaraan pada tingkat yang lebih terkendali dan memastikan kualitas hidup yang lebih baik bagi warganya.

3. Skenario Menekan Angka Kelahiran



Gambar 7. Diagram Angka Kelahiran

Untuk mengendalikan pertumbuhan jumlah kendaraan di Kota Surabaya, langkah strategis yang dapat diambil adalah dengan mengurangi angka kelahiran. Dengan mengatur kelahiran penduduk, pemerintah dapat mengurangi tekanan terhadap infrastruktur transportasi dan lingkungan kota. Dampak dari kebijakan ini akan membantu dalam menjaga kualitas udara yang lebih baik serta mengurangi kemacetan lalu lintas yang berpotensi meningkatkan polusi. Selain itu, penekanan terhadap angka kelahiran juga berpotensi meningkatkan kualitas hidup penduduk dengan memastikan sumber daya kota seperti air bersih, listrik, dan layanan kesehatan dapat dipertahankan dalam tingkat yang optimal. Dengan demikian, mengendalikan populasi penduduk secara langsung dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi keberlanjutan dan kesejahteraan Kota Surabaya.

Kesimpulan

Pendekatan sistem dinamik telah digunakan untuk menganalisis tren pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Kota Surabaya dari tahun 2012 hingga 2031. Hasil analisis menunjukkan bahwa tanpa intervensi yang tepat, jumlah kendaraan bermotor akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan ekonomi. Faktor-faktor seperti pertumbuhan penduduk, peningkatan pendapatan, urbanisasi, dan perubahan gaya hidup berkontribusi signifikan terhadap peningkatan jumlah kendaraan. Dampak dari peningkatan ini termasuk kemacetan lalu lintas yang semakin parah, peningkatan polusi udara, dan penurunan kualitas hidup penduduk. Untuk mengatasi masalah ini, direkomendasikan beberapa kebijakan berbasis hasil simulasi sistem dinamik, termasuk pengembangan transportasi umum yang lebih efisien dan ramah lingkungan, manajemen lalu lintas yang lebih efektif, pengendalian laju urbanisasi, dan peningkatan kesadaran masyarakat tentang manfaat transportasi umum. Kebijakan-kebijakan ini diharapkan dapat mengendalikan pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor, mengurangi kemacetan, menurunkan polusi udara, dan meningkatkan kualitas hidup penduduk Kota Surabaya. Dengan penerapan strategi-strategi tersebut, Surabaya dapat mencapai mobilitas yang lebih berkelanjutan dan lingkungan yang lebih bersih serta nyaman.

Referensi

- Adiningsih, S. (2001), Regulasi dalam Revitalisasi Usaha Kecil dan Menengah di Indonesia (Artikel web). Diakses di <http://jurnal.unikom.ac.id/vol4/art7.html>
- Adawiyah, W. R. (2011). Faktor Penghambat Pertumbuhan Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM): Studi di Kabupaten Banyumas (Artikel web). Diakses di <http://jp.feb.unsoed.ac.id/index.php/sca-1/article/view/134/139>
- Baruza, M. C., & Ciptomulyono, U. (2015). *Pendekatan Sistem Dinamik Pada Pertumbuhan Sektor Transportasi Berdasarkan Perhitungan Investasi Pembangunan Surabaya Mass Rapid Transit (SMART)* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Falah, M. D. (2023). *Pengembangan Model Sistem Dinamik untuk Meningkatkan Jumlah Pengguna Aktif Transportasi Massal Bus di Surabaya* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Faradibah, A., & Suryani, E. (2019). Pengembangan model simulasi sistem dinamik untuk meningkatkan efisiensi sistem operasional transportasi. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 11(1), 67-76.
- Hasan, A. J., & Yeubun, A. M. (2021). Analisis Pengaruh Sumber Daya Manusia dan Pengangguran Terhadap Kasus Pencurian Kendaraan Bermotor Di Kota Sorong. *Jurnal Ekonomi. Universitas Muhammadiyah Sorong*.
- Pamudi. (2018). Penerapan Sistem Dinamik dalam Sistem Transportasi Cerdas untuk Mengurangi Kemacetan, Polusi dan Meningkatkan Keselamatan Berlalu Lintas (Studi Kasus Dinas Perhubungan Kota Surabaya). Thesis, 17–18.
- Pamudi, P., & Suryani, E. (2018). Penerapan Sistem Dinamik dalam Intelligent Transport Systems (ITS) untuk Meningkatkan Efektifitas, Efisiensi dan Safety (Study Kasus Dinas Perhubungan Kota Surabaya). *Jurnal INFORM*, 3(1), 19–25. <https://doi.org/10.25139/ojsinf.v3i1.570>
- Shiddekh, M. A. I., & Suryani, E. (2018). Model Sistem Dinamik Spasial untuk Mengurangi Tingkat Kepadatan Ruas Jalan Utama Kota Surabaya dengan Metode Smart Mobility. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.28314>
- Yuni Krida Sakti. (2022). Pemodelan Simulasi Sistem Dinamis Untuk Memprediksi Pengaruh Kriteria Utama Peningkatan Jumlah Pengunjung Pada Usaha Kecil Menengah Sentra Ikan Bulak (SIB)

Kenjeran. Aptek , 14(2), 137–143. <https://doi.org/10.30606/aptek.v14i2.1387>