

## *Government Policy Analysis to Develop the Krian-Manyar-Gresik Toll in order to Reduce Traffic Jam using A Dynamic System Approach*

### **Analisis Kebijakan Pemerintah dalam Pembangunan Tol Krian-Manyar-Gresik Guna Mengurangi Kemacetan dengan Pendekatan Sistem Dinamis**

**Isna Nugraha<sup>1</sup>, Dwi Sukma Donoriyanto<sup>2\*</sup>, Nur Rahmawati<sup>3</sup>, Yuliatin Ali Syamsiah<sup>4</sup>, Ahmad Mujaddid Alfani<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,5</sup> Program Studi Teknik Industri,

<sup>4</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email : [isna.nugraha.ti@upnjatim.ac.id](mailto:isna.nugraha.ti@upnjatim.ac.id)<sup>1</sup>, [dwisukma.ti@upnjatim.ac.id](mailto:dwisukma.ti@upnjatim.ac.id)<sup>2\*</sup>, [nur.rahma.ti@upnjatim.ac.id](mailto:nur.rahma.ti@upnjatim.ac.id)<sup>3</sup>, [yuliatin1959@gmail.com](mailto:yuliatin1959@gmail.com)<sup>4</sup>, [ahmadmujaddid356@gmail.com](mailto:ahmadmujaddid356@gmail.com)<sup>5</sup>

#### **ABSTRACT**

*Infrastructure development in an area, including the construction of toll roads, aims to develop a region and increase the economy of the region. The toll road, connected from Krian-Manyar-Gresik, is carried out to facilitate traffic connecting Gresik-Sidoarjo. Traffic jams often occur at the link between the two cities. Congestion is usually caused by an increase in the volume of vehicles. Therefore, constructing a toll road connecting the two cities is the best alternative. This research aimed to know government policy's effectiveness in building this toll road. The method used in this research is to use a dynamic system approach and using the Vensim software. From the results of the traffic simulation model design, it is found that the construction of toll roads is considered very influential and can be a way out of congestion problems. This is due to a decrease in the degree of saturation of congestion, and although there is an increase from year to year, it is only slightly and not too significant. Thus, we suggest continuing the planned toll road construction project.*

**Keywords:** Congestion, Transportation, Dynamic System, Vensim.

#### **ABSTRAK**

Pembangunan infrastruktur pada suatu wilayah, termasuk didalamnya pembangunan jalan tol, bertujuan untuk pengembangan suatu wilayah serta peningkatan ekonomi wilayah tersebut. Pembangunan tol yang terhubung dari Krian-Manyar-Gresik ini dilakukan untuk memperlancar lalu lintas yang menghubungkan kedua kota tersebut yaitu Krian, Kabupaten Sidoarjo dengan Manyar, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Kemacetan lalu lintas sering terjadi di penghubung kedua kota tersebut. Kemacetan yang terjadi biasanya diakibatkan oleh peningkatan volume kendaraan. Oleh karena itu, pembangunan jalan tol penghubung kedua kota tersebut merupakan alternatif pilihan yang terbaik. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas kebijakan pemerintah dalam pembangunan tol ini. Pada penelitian ini digunakan pendekatan sistem dinamis dan menggunakan software Vensim. Dari hasil rancangan model simulasi lalu lintas didapatkan jika pembangunan jalan tol dinilai sangat berpengaruh dan dapat menjadi jalan keluar permasalahan kemacetan. Hal tersebut dikarenakan terjadi penurunan angka derajat kejenuhan kemacetan dan meskipun terdapat peningkatannya dari tahun ke tahun namun hanya sedikit dan tidak terlalu signifikan. Sehingga peneliti menyarankan untuk melanjutkan proyek pembangunan jalan tol yang telah direncanakan.

**Kata Kunci:** Kemacetan, Transportasi, Sistem Dinamis, Vensim.

Analisis Kebijakan Pemerintah dalam Pembangunan Tol Krian-Manyar-Gresik Guna Mengurangi Kemacetan dengan Pendekatan Sistem Dinamis / *Dwi Sukma Donoriyanto, Isna Nugraha, Nur Rahmawati, Yuliatin Ali Syamsiah, Ahmad Mujaddid Alfani*<sup>5</sup>

## PENDAHULUAN

Salah satu masalah yang harus dihadapi di wilayah perkotaan adalah mengenai masalah peningkatan volume kendaraan yang menyebabkan kemacetan [1]. Kepadatan penduduk pada wilayah perkotaan menjadi penyebab utamanya. Dalam rangka mengatasi permasalahan terkait kemacetan yang terjadi, dibangunlah jalan tol penghubung. Salah satu tujuan dibangunnya jalan tol penghubung yaitu untuk dapat menguraikan kemacetan yang diakibatkan oleh peningkatan volume kendaraan [2]. Jawa timur merupakan salah satu provinsi dengan tingkat kepadatan yang tinggi. Salah satu kota yang paling disorot dalam hal kemacetan yang terjadi adalah Surabaya.

Dengan adanya penetapan terbaru kota Surabaya dan sekitarnya sebagai Kawasan Strategis Nasional (KSN), mendorong pemerintahan provinsi untuk segera mengatasi permasalahan kemacetan tersebut agar dapat mempermudah jalur distribusi untuk perekonomian. Kebijakan yang dapat diambil untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan membangun infrastruktur jalan tol. Jalan tol ini membentang diantara kecamatan Krian – Legundi – Bunder yang menghubungkan antar kota Gresik-Sidoarjo. Dalam setiap pembangunan ruas tol, perlu dilakukan perancangan simulasinya terlebih dahulu untuk melihat efektivitasnya karena dalam pembangunan jalan tol dibutuhkan biaya yang tidak sedikit [3]. Penelitian ini bertujuan untuk menguji produktivitas pembangunan jalan tol berdasarkan tingkat kejenuhan kemacetan sehingga dapat menjadi pertimbangan bagi pengambil kebijakan Pemerintahan Jawa Timur apakah sudah tepat diberlakukan keputusan pembangunan jalan tol.

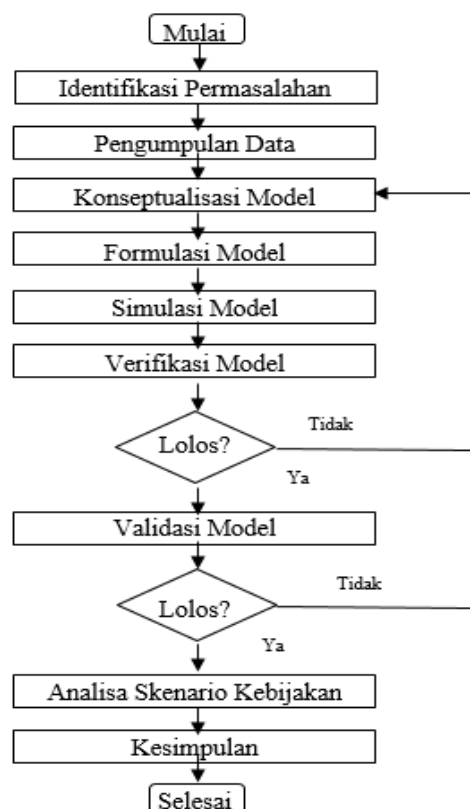
Penelitian ini akan diselesaikan menggunakan metode sistem dinamis. Beberapa metode telah diusulkan untuk dapat mengatasi problem kemacetan [4], *support vector machine classification algorithm* [5], *emission modeling and pricing* [6], *dynamical analysis of lorenz system* [7] dan simulasi sistem dinamis [8]. Kekurangan dari metode *Support Vector Machine* yaitu sulit dipakai dalam problem berskala besar, skala besar dalam hal ini dimaksudkan dengan jumlah sample yang diolah. Sedangkan sistem dinamis sendiri terpilih menjadi metode penyelesaian dalam penelitian ini dikarenakan metode ini terbukti dapat mengantisipasi perubahan yang terjadi baik dalam jangka pendek hingga jangka panjang. Seluruh variabel yang mempengaruhi sistem yang bersifat dinamis serta kompleks dapat teridentifikasi dengan menggunakan metode ini [9]. Simulasi cocok diaplikasikan untuk membaca pergerakan sistem yang kompleks [10]. Pada kasus sederhana, pendekatan analitis dapat digunakan untuk memecahkan problem yang dihadapi. Namun, untuk kasus-kasus yang kompleks menggunakan metode analitis akan sangat merepotkan dan menyita banyak waktu [11]. Harus dibuat banyak asumsi untuk lebih memudahkan pemecahan masalahnya namun hasil yang didapatkan tidak lagi akurat [12]. Disinilah simulasi berperan. Penelitian menggunakan software Vensim untuk menganalisis efektivitas kebijakan pemerintah dan para pemangku kepentingan. Hipotesis dalam penelitian ini yaitu dengan model simulasi sistem dinamis yang dilakukan dapat menghasilkan model simulasi untuk menganalisis efektivitas kebijakan pemerintah dalam rangka mengatasi permasalahan terkait kemacetan yang terjadi di Krian-Manyar-Gresik. Kerangka kerja simulasi model sistem dinamik dapat digunakan untuk menganalisis model dan menghasilkan skenario untuk meningkatkan kinerja sistem karena kemampuan mewakili arus fisik dan informasi, berdasarkan kontrol informasi umpan balik yang terus menerus diubah menjadi keputusan dan tindakan [13][14].

## METODE

Metode yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan ini adalah metode sistem dinamis. Sistem dinamis adalah metode unik yang dapat digunakan untuk membantu para manajer dan pengambil keputusan agar dapat

menemukan kebijakan dan keputusan yang menguntungkan dan dapat dilaksanakan dengan baik dalam jangka waktu tertentu. Sistem dinamis itu sendiri adalah sebuah metode untuk mempelajari dan mengelola sistem umpan balik yang kompleks. Sistem dinamis dapat digunakan sebagai alat analisis untuk mengevaluasi dampak kebijakan jangka pendek dan jangka panjang [15]. Sistem dinamis mampu menganalisis perilaku perubahan dalam suatu sistem yang selanjutnya bisa digunakan untuk menganalisis kebijakan yang berkelanjutan [16]. Adapun untuk

metode pengumpulan data menggunakan data sekunder yang berasal dari data Badan Pusat Statistik Jawa Timur. Berikut langkah-langkah penyelesaiannya dapat dilihat pada Gambar 1. *Flowchart* Penelitian:



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu identifikasi masalah dan objek kajian, pengumpulan data, konseptualisasi model, formulasi model, simulasi model, verifikasi dan validasi model, analisis hasil, serta kesimpulan. Identifikasi masalah dan analisis sistem meliputi tahapan identifikasi terhadap aspek yang dipertimbangkan dalam sistem, penggambaran *causal loop diagram*, pengembangan model matematis untuk

merumuskan hubungan antar entitas dan pengembangan *stock flow diagram*. Pada tahap analisis dilakukan evaluasi terhadap output dari simulasi pada setiap skenario perbaikan. Output simulasi dari setiap skenario ini kemudian dibandingkan dan di analisis untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter terhadap output simulasi, sehingga diperoleh skenario yang sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu data dari internet, eksplorasi buku, serta penelitian sebelumnya. Berikut adalah data yang diperlukan untuk dapat mendukung penelitian yang dilakukan, dapat dilihat yaitu Tabel 1. Kapasitas Jalan Menurut Kerusakannya.

**Tabel 1.** Kapasitas Jalan Menurut Kerusakannya Pada Jawa Timur

Kondisi Permukaan Jalan	Tahun		
	2017 (Kend/Jam)	2018 (Kend/Jam)	2019 (Kend/Jam)
Baik	586,85	671,63	1.029,32
Sedang	696,47	622,63	282,93
Rusak	125,92	122,51	68,04
Rusak Berat	11,76	4,23	40,71
Jumlah Mantap	1.283,32	1.294,25	1.312,25
Jumlah Tidak Mantap	137,68	126,74	108,75

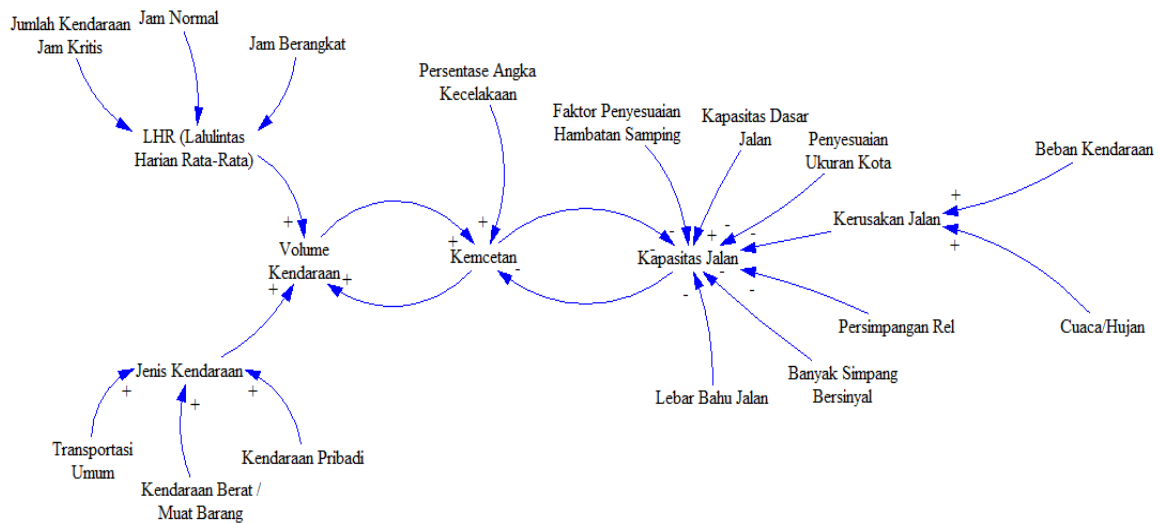
Sumber: Dinas PU Bina Marga Provinsi Jatim.

### B. Konseptualisasi Model

Model konseptual pada sistem dinamik terdiri dari diagram sebab akibat (*causal loop diagram*) dan diagram alir (*stock flow diagram*). Sebelum dibuat *stock flow diagram*, *causal loop diagram* perlu dibuat untuk melihat hubungan sebab akibat antar masing-masing variabel yang mempengaruhi sistem.

#### 1. *Causal loop diagram*

Diagram sebab akibat (*Causal loop diagram*) berguna untuk memotret keterkaitan antar variabel dalam suatu sistem [17][15]. Terdapat dua jenis umpan balik dalam *causal loop diagram*, yaitu umpan balik positif (+) dan negatif (-). Tanda positif menunjukkan bahwa suatu variabel menimbulkan pertambahan dalam variabel lainnya, sedangkan umpan balik negative jika suatu variabel mengakibatkan pengurangan pada variabel lainnya [18]. Berikut adalah *causal loop diagram* simulasi model sistem dinamis untuk pembangunan jalan tol dapat dilihat pada Gambar 2. *Causal Loop Diagram*.



Gambar 2. Causal Loop Diagram

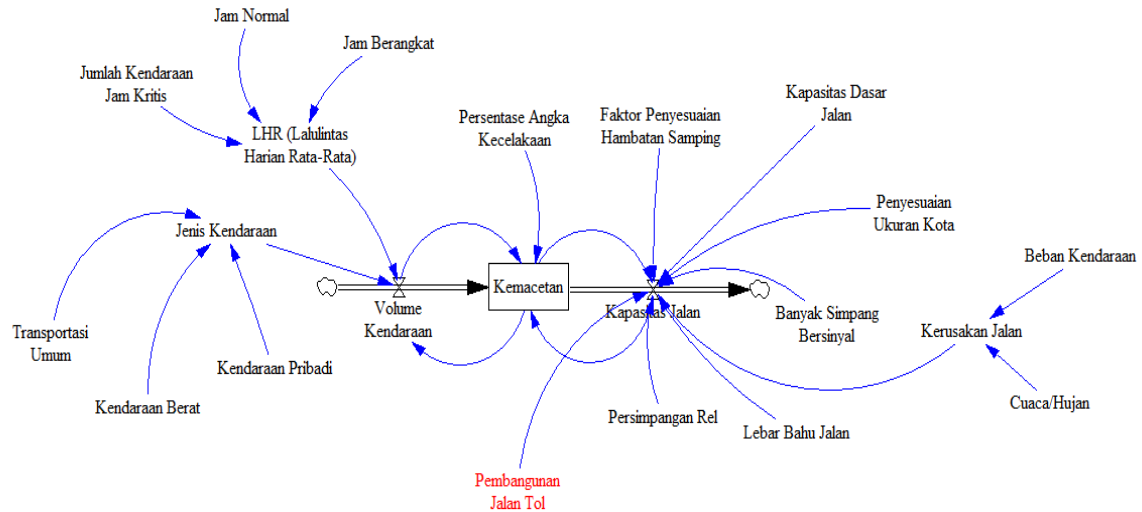
Variabel Kemacetan dipengaruhi oleh variabel volume kendaraan dan variabel kapasitas jalan. Variabel volume kendaraan dipengaruhi oleh LHR (Lalu lintas harian rata-rata) dan jenis kendaraan, kedua variabel tersebut mempunyai umpan balik positif (+) terhadap volume kendaraan, artinya semakin tinggi LHR (Lalu lintas harian

rata-rata) dan jenis kendaraan maka semakin tinggi pula volume kendaraan. Variabel LHR (Lalu lintas harian rata-rata) dipengaruhi oleh jumlah kendaraan jam kritis, jam normal, jam berangkat, dimana ketiga variabel tersebut mempunyai pengaruh (+) terhadap variabel LHR (Lalu lintas harian rata-rata), artinya semakin tinggi ketiga variabel tersebut maka semakin tinggi pula LHR (Lalu lintas harian rata-rata). Variabel jenis kendaraan dipengaruhi oleh variabel transportasi umum, kendaraan berat/muat barang, kendaraan pribadi, ketiga variabel tersebut mempunyai pengaruh positif (+) terhadap variabel jenis kendaraan, yang artinya semakin tinggi ketiga variabel tersebut maka semakin tinggi pula variabel jenis kendaraan. Presentase angka kecelakaan mempunyai pengaruh positif (+) terhadap kemacetan, artinya semakin tinggi presentase angka kecelakaan maka semakin tinggi pula kemacetan. Variabel faktor penyesuaian hambatan samping, penyesuaian ukuran kota, kerusakan jalan, persimpangan rel, banyak simpang bersinyal dan lebar bahu jalan mempunyai negatif (-) terhadap kapasitas jalan, artinya semakin tinggi 6 variabel tersebut maka semakin rendah kapasitas jalannya. Variabel kerusakan jalan dipengaruhi oleh variabel yaitu beban kendaraan dan cuaca/hujan, kedua variabel tersebut mempunyai pengaruh positif (+) terhadap kerusakan jalan, artinya semakin tinggi beban kendaraan dan cuaca/hujan maka akan semakin tinggi pula tingkat kerusakan jalannya.

## 2. Stock Flow Diagram

Analisis Kebijakan Pemerintah dalam Pembangunan Tol Krian-Manyar-Gresik Guna Mengurangi Kemacetan dengan Pendekatan Sistem Dinamis / *Dwi Sukma Donoriyanto, Isna Nugraha, Nur Rahmawati, Yuliatin Ali Syamsiah, Ahmad Mujaddid Alfani*

Pada *stock flow diagram* menggambarkan variabel yang berpengaruh terhadap dinamika perubahan *load factor* [19]. Pembuatan *stock flow diagram* model kemacetan yang terjadi di jalan raya Legundi yang nantinya akan berkurang dengan adanya pembangunan tol Krian-Manyar-Gresik. Berikut adalah *stock flow diagram* dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3. *Stock Flow Diagram*



Gambar 3. *Stock Flow Diagram*

C. Formulasi Model

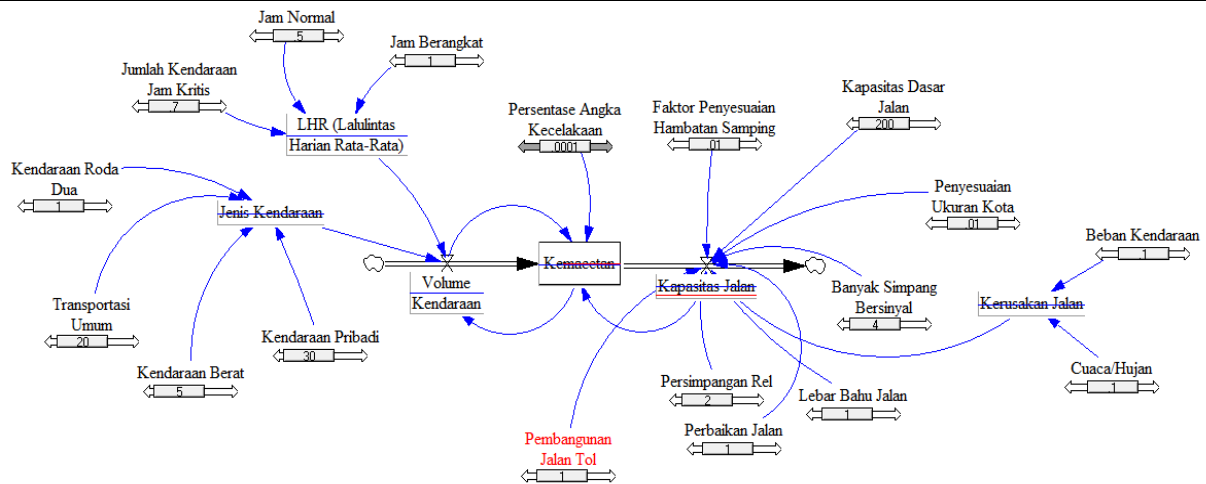
Formulasi model matematis dilakukan dengan cara memasukkan keterkaitan antar variabel menjadi suatu persamaan matematis [20]. Berikut Tabel 2. Formulasi Model merupakan formulasi model yang akan disimulasikan:

Tabel 2. Formulasi Model

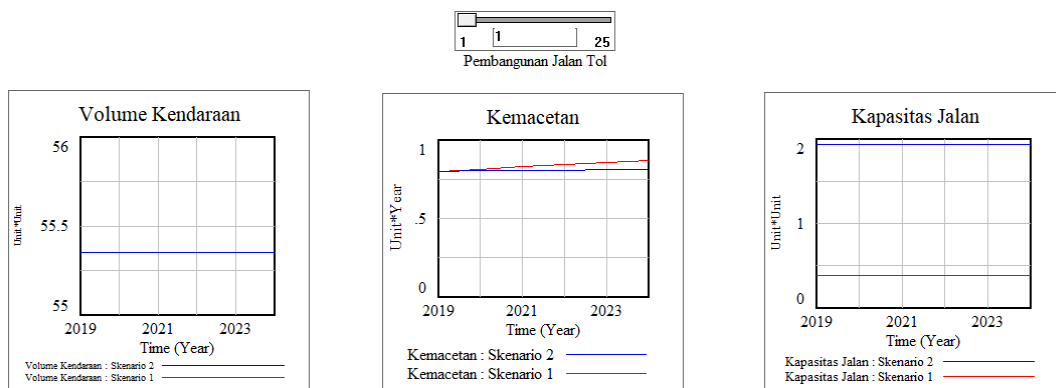
No.	Variabel	Type	Equation	Unit
1.	Kemacetan	Level	$(\text{Volume Kendaraan} - \text{Kapasitas Jalan}) \times \text{Persentase Angka Kecelakaan}$	Unit*Year
2.	Volume Kendaraan	Rate	$(\text{Jenis Kendaraan} + \text{"LHR (Lalulintas Harian Rata-Rata)"}) \times \text{Kemacetan} / \text{Kemacetan}$	Unit*Unit
3.	Kapasitas Jalan	Rate	$(\text{Kemacetan} - (\text{Banyak Simpang Bersinyal} + \text{Faktor Penyesuaian Hambatan Samping} + \text{Kapasitas Dasar Jalan} + \text{Kerusakan Jalan} + \text{Lebar Bahu Jalan} + \text{Penyesuaian Ukuran Kota} + \text{Persimpangan Rel})) / \text{Pembangunan Jalan Tol}$	Unit*Unit
4.	LHR (Lalu lintas harian rata-rata)	Auxiliary	$((\text{Jam Berangkat} \times \text{Jumlah Kendaraan Jam Kritis}) + (\text{Jam Normal} \times \text{Jumlah Kendaraan Jam Kritis})) / 3$	Unit*Unit
5.	Jenis kendaraan	Auxiliary	$\text{Kendaraan Berat} + \text{Kendaraan Pribadi} + \text{Transportasi Umum}$	Unit*Unit
6.	Kerusakan jalan	Auxiliary	$\text{Beban Kendaraan} \times \text{"Cuaca/Hujan"}$	Unit*Unit

D. Simulasi Model

Analisis Kebijakan Pemerintah dalam Pembangunan Tol Krian-Manyar-Gresik Guna Mengurangi Kemacetan dengan Pendekatan Sistem Dinamis / *Dwi Sukma Donoriyanto, Isna Nugraha, Nur Rahmawati, Yuliatin Ali Syamsiah, Ahmad Mujaddid Alfani*



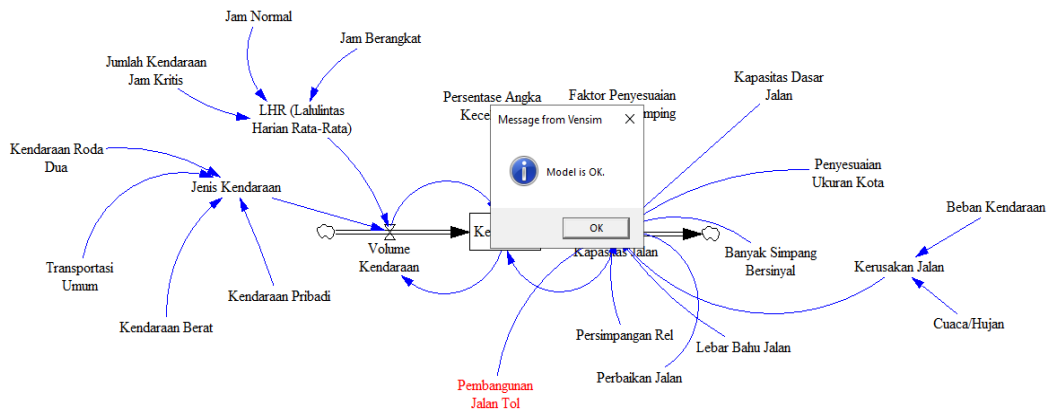
**Gambar 4.** Simulasi Model dengan Vensim



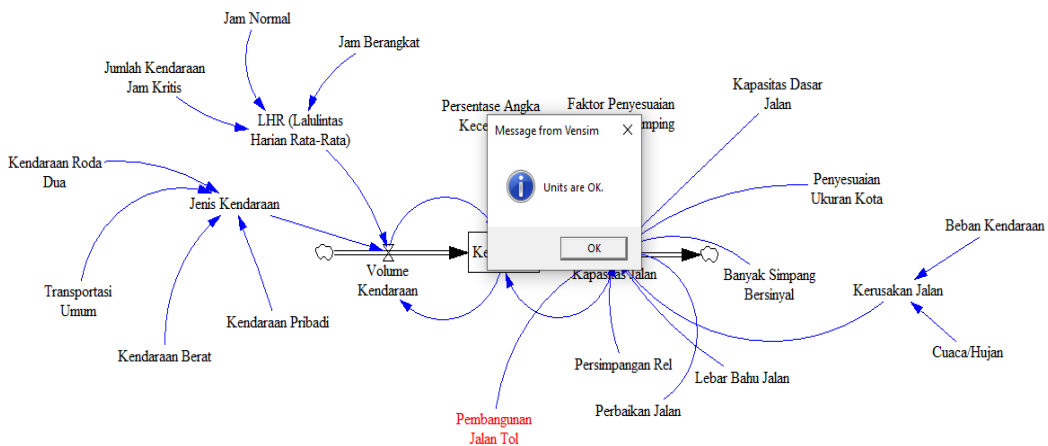
**Gambar 5.** Hasil Simulasi Model Kemacetan

Gambar 4 merupakan hasil simulasi model sistem dinamis menggunakan Vensim, sedangkan gambar 5 merupakan hasil simulasi model kemacetan dengan beberapa skenario untuk volume kendaraan, kemacetan dan kapasitas jalan, dari gambar 5 juga akan memudahkan pihak pengambil kebijakan dalam merumuskan kebijakan.

#### E. Verifikasi Model



Gambar 6. Verifikasi Formulasi Model



Gambar 7. Verifikasi Unit Model

Dari hasil uji konsistensi dan uji verifikasi dengan menggunakan fasilitas yang ada pada *software* VENSIM, bahwa model dan unit satuan keseluruhan variabel telah sesuai (OK) sehingga dapat dinyatakan bahwa model simulasi sistem dinamis pembangunan jalan tol sudah terverifikasi sesuai dengan hasil output yang dapat dilihat pada Gambar 6. Verifikasi Formulasi Model dan Gambar 7. Verifikasi Unit Model.



## F. Validasi Model

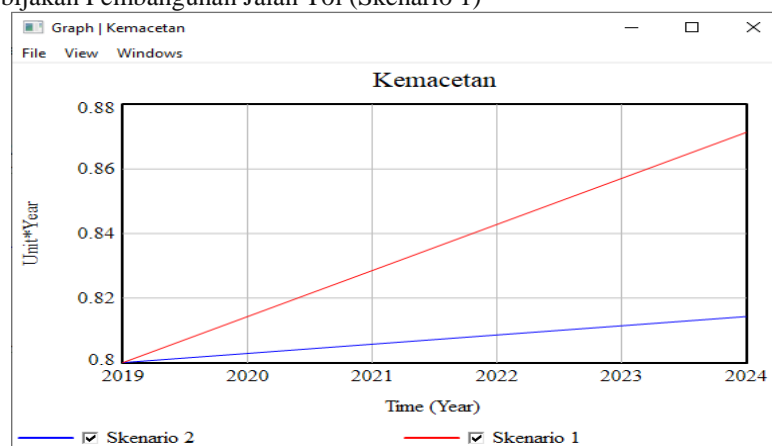
**Tabel 3.** Validasi Model

	0,8	0,8
Mean	0,821423	0,83895
Variance	0,000102	0,000484
Observations	2	2
Pearson Correlation	1	
Hypothesized Mean Df	0	
Df	1	
t Stat	-2,08425	
P(T<=t) one tail	0,142395	
t Critical one tail	6,313752	
P(T<=t) two tail	0,284791	
t Critical two tail	12,7062	

Tabel 3. Validasi Model menunjukkan hasil validasi model menggunakan *software Microsoft Excel* sebagai uji statistiknya, dapat dilihat pada Gambar 7 validasi data yang diinputkan adalah simulasi derajat kejenuhan kemacetan dan aktual derajat kejenuhan dengan nilai  $P = 0,284791$  artinya jika  $P\ value \geq \alpha (0,05)$  maka  $H_0$  diterima, yang artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara *output* nyata dan *ouput* hasil simulasi. Model dapat dinyatakan valid.

## G. Analisa Skenario Kebijakan

### 1. Sebelum Kebijakan Pembangunan Jalan Tol (Skenario 1)



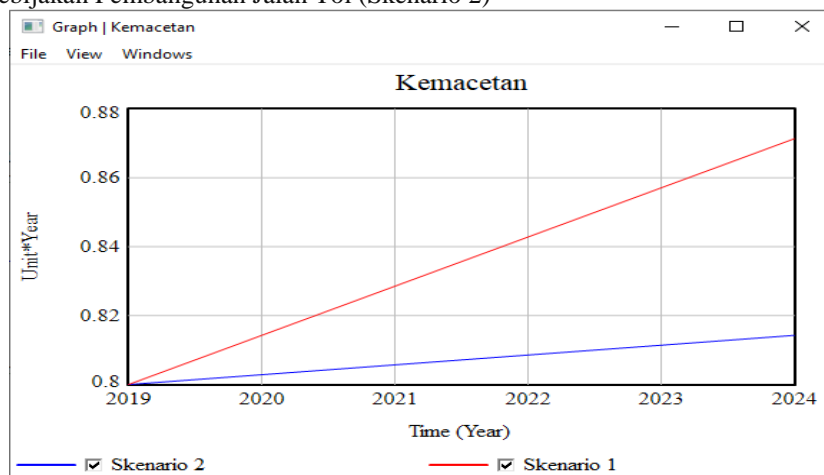
Analisis Kebijakan Pemerintah dalam Pembangunan Tol Krian-Manyar-Gresik Guna Mengurangi Kemacetan dengan Pendekatan Sistem Dinamis / *Dwi Sukma Donoriyanto, Isna Nugraha, Nur Rahmawati, Yuliatin Ali Syamsiah, Ahmad Mujaddid Alfani*

Time (Year)	2019	2020	2021	2022	2023	2024
"Kemacetan" Runs:	Skenario 2	Skenario 1				
Kemacetan	0.8	0.802856	0.805713	0.808569	0.811425	0.814282
: Skenario 1	0.8	0.814282	0.828563	0.842845	0.857127	0.871408

Gambar 8. Grafik dan Hasil Derajat Kejenuhan Kemacetan Skenario 1

Dapat dilihat pada gambar 8. Grafik dan Hasil Derajat Kejenuhan Kemacetan Skenario 1 yaitu terdapat garis berwarna merah pada grafik dan juga tulisan merah pada tabel hasil vensim jika derajat kejenuhan kemacetan sebelum pembangunan jalan tol untuk tahun 2019 yang dimulai dengan 0,8 terus melonjak hingga 0,871408 pada tahun 2024. Dimana pelonjakan ini termasuk signifikan dan dapat mengganggu perjalanan pengguna jalan.

## 2. Setelah Kebijakan Pembangunan Jalan Tol (Skenario 2)



Time (Year)	2019	2020	2021	2022	2023	2024
"Kemacetan" Runs:	Skenario 2	Skenario 1				
Kemacetan	0.8	0.802856	0.805713	0.808569	0.811425	0.814282
: Skenario 1	0.8	0.814282	0.828563	0.842845	0.857127	0.871408

**Gambar 9.** Grafik dan Hasil Derajat Kejenuhan Kemacetan Skenario 2

Pada Gambar 9. Grafik dan Hasil Derajat Kejenuhan Kemacetan Skenario 2 dapat dilihat pada garis berwarna biru pada grafik dan juga tulisan biru pada tabel hasil vensim jika derajat kejenuhan kemacetan setelah pembangunan jalan tol untuk tahun 2019 yang dimulai dengan 0,8 tetap terdapat peningkatan dari tahun ke tahun namun peningkatannya sangat sedikit hingga 0,814282 pada tahun 2024. Dimana peningkatan ini termasuk tidak signifikan dan dapat dikatakan masih normal.

## SIMPULAN

Dari hasil rancangan model simulasi lalu lintas didapatkan jika pembangunan jalan tol dinilai sangat berpengaruh dan dapat menjadi jalan keluar permasalahan kemacetan. Hal tersebut dikarenakan terjadi penurunan angka derajat kejenuhan kemacetan dan meskipun terdapat peningkatannya dari tahun ke tahun namun hanya sedikit dan tidak terlalu signifikan. Sehingga peneliti menyarankan untuk melanjutkan proyek pembangunan jalan tol yang telah direncanakan. Adapun untuk keterbatasan dari penelitian ini yaitu tidak mempertimbangkan dari sub-sistem faktor

ekonomi, faktor ekonomi dari konsumen atau pengguna jalan tol maupun faktor ekonomi pedagang kecil yang nantinya tidak akan dilewati transportasi karena sebagian besar transportasi akan melewati jalan tol. Saran untuk penelitian kedepannya adalah peneliti dapat menambahkan atau mengembangkan model sistem dinamis dengan menambahkan dan mempertimbangkan sub sistem faktor lingkungan dan sosial sehingga perusahaan dapat menerapkan konsep *sustainable development goals*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Gao, L. Jia, and J. Guo, "Applying system dynamics to simulate the passenger flow in subway stations," *Discret. Dyn. Nat. Soc.*, vol. 2019, 2019.
- [2] P. Mittal, Y. Singh, and Y. Sharma, "Analysis of dynamic road traffic congestion control (DRTCC) techniques," *Am. J. Eng. Res.*, vol. 4, no. 10, pp. 40–47, 2015.
- [3] A. Faradibah and E. Suryani, "Pengembangan model simulasi sistem dinamik untuk meningkatkan efisiensi sistem operasional transportasi," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 11, no. 1, pp. 67–76, 2019.
- [4] M. T. Hossain and M. K. Hassan, "Assessment of traffic congestion by traffic flow analysis in Pabna Town," *Am. J. Traffic Transp. Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 75–81, 2019.
- [5] Y. U. Rong, W. Guoxiang, J. Zheng, and W. Haiyan, "Urban road traffic condition pattern recognition based

Analisis Kebijakan Pemerintah dalam Pembangunan Tol Krian-Manyar-Gresik Guna Mengurangi Kemacetan dengan Pendekatan Sistem Dinamis / *Dwi Sukma Donoriyanto, Isna Nugraha, Nur Rahmawati, Yuliatin Ali Syamsiah, Ahmad Mujaddid Alfani*

- on support vector machine,” *J. Transp. Syst. Eng. Inf. Technol.*, vol. 13, no. 1, pp. 130–136, 2013.
- [6] J. Wu, C. Ma, and K. Tang, “The static and dynamic heterogeneity and determinants of marginal abatement cost of CO<sub>2</sub> emissions in Chinese cities,” *Energy*, vol. 178, pp. 685–694, 2019.
- [7] F. Y. Saptaningtyas and K. P. Krisnawan, “Dynamical analysis of Lorenz System on traffic problem in Yogyakarta, Indonesia,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2018, vol. 983, no. 1, p. 12092.
- [8] S. He and J. Li, “A study of urban city traffic congestion governance effectiveness based on system dynamics simulation,” *Int. Ref. J. Eng. Sci.*, vol. 8, pp. 37–47, 2019.
- [9] P. F. E. Adipraja and D. A. Sulistyono, “Pemodelan sistem dinamik untuk prediksi intensitas hujan harian di Kota Malang,” *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 12, no. 2, pp. 137–146, 2018.
- [10] J. Banks, J. S. Carson, B. L. Nelson, and D. M. Nicol, *Discrete-Event System Simulation: Pearson New International Edition PDF eBook*. Pearson Higher Ed, 2013.
- [11] P. Bocciarelli, A. D’Ambrogio, A. Falcone, A. Garro, and A. Giglio, “A model-driven approach to enable the simulation of complex systems on distributed architectures,” *Simulation*, vol. 95, no. 12, pp. 1185–1211, 2019.
- [12] R. Sayyadi and A. Awasthi, “A system dynamics based simulation model to evaluate regulatory policies for sustainable transportation planning,” *Int. J. Model. Simul.*, vol. 37, no. 1, pp. 25–35, 2017.
- [13] E. Suryani, S.-Y. Chou, and C.-H. Chen, “Air passenger demand forecasting and passenger terminal capacity expansion: A system dynamics framework,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 37, no. 3, pp. 2324–2339, 2010.
- [14] X. Li, “Operations management of logistics and supply chain: Issues and directions,” *Discret. Dyn. Nat. Soc.*, vol. 2014, 2014.
- [15] F. Tulinayo, P. van Bommel, and H. Proper, “From a system dynamics causal loop diagram to an object-role model: a stepwise approach,” *J. Digit. Inf. Manag.*, vol. 10, no. 3, pp. 174–186, 2012.
- [16] I. Nugraha, W. Sutopo, M. Hisjam, and N. Oktyajati, “The Dynamic Simulation Model of Local Soybean Competitiveness Policy to Support the Soybean Price Stabilization,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 943, no. 1, p. 12046.
- [17] B. K. Khotimah, “Teori Simulasi Dan Pemodelan: Konsep,” *Apl. Dan Terap. Fak. Tek. Prodi Tek. Inform. Univ. Trunojoyo Madura Wade Gr.*, 2015.
- [18] N. Hasan, E. Suryani, and R. Hendrawan, “Analysis of soybean production and demand to develop strategic policy of food self sufficiency: a system dynamics framework,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 72, pp. 605–612, 2015.
- [19] Y. Qiu, X. Shi, and C. Shi, “A system dynamics model for simulating the logistics demand dynamics of metropolitans: A case study of Beijing, China,” *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 8, no. 3, pp. 783–803, 2015.
- [20] H. Sapiri, J. Zulkepli, N. Ahmad, N. Z. Abidin, and N. N. Hawari, *Introduction to System Dynamic Modelling and Vensim Software: UUM Press*. UUM Press, 2017.