UNIVERSITAS SAHID JAKARTA

(Terakreditasi Institusi BAN-PT)

Tourism and Entrepreneurial University

SURAT PERNYATAAN

Sehubungan dengan Surat Sdr. Dr. Ninin Gusdini, ST., MT tentang klarifikasi pengusulan artikel yang berjudul : ***"Pengelolaan Emisi Gas CO dari Sektor Transportasi di DKI Jakarta Dengan Pendekatan Sistem Dinamik"*** yang diterbitkan pada Jurnal Kimia Lingkungan Vol. 10 Nomor 1 bulan Agustus tahun 2008, maka kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Prof. Dr. Ir. Kholil., M. Kom., IPU
NIDN	: 0314036302
Jabatan	: Rektor
Perguruan Tinggi	: Universitas Sahid

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah Sdr. Dr. Ninin Gusdini, ST., MT yang berjudul tersebut di atas ***Belum Pernah*** diajukan/diusulkan untuk Kenaikan Jabatan Akademik.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila ada keterangan yang tidak sesuai, saya bersedia di proses secara hukum sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, 04 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan

Rektor Universitas Sahid

Mengetahui,

Ketua Senat Universitas Sahid

Prof. Dr. Ir. Giyatmi., M. Si

Prof. Dr. Ir. Kholil., M. Kom., IPU

JURNAL KIMIA LINGKUNGAN

Akreditasi No. : 55/DIKTI/Kep./2005

Diterbitkan oleh :

Kelompok Studi Lingkungan Indonesia
(Indonesian Environmental Study Group)
Sekretariat :
Lab. Kimia Fisik FMIPA Unair
Jl. Mulyorejo Kampus C Unair Surabaya, 60115

Kimia Lingk.	Vol. 10	No 1	Halaman 1 - 107	Surabaya Agustus 2008	ISSN 1411-1543

ISSN: 1411-1543

JURNAL KIMIA LINGKUNGAN

(JOURNAL OF ENVIRONMENTAL CHEMISTRY)

Jurnal Kimia Lingkungan – memuat karya ilmiah orisinil hasil penelitian dalam bidang : analisis kimia limbah B3, teknik pengolahan limbah B3, monitroing pencemaran lingkungan, instrumentasi monitoring cemaran lingkungan, pemodelan dalam memantau kualitas lingkungan, toksikologi lingkungan, riset – riset menuju produksi bersih, dan efek B3 pada flora, fauna serta kesehatan.

Status : Terakreditasi berdasarkan SK Ditjen DIKTI **No.: 55/DIKTI/Kep./2005** tertanggal **18 Nopember 2005**

Organisasi Jurnal :

Ketua Dewan Editor : Drs. Faidur Rochman, MS.

Anggota Dewan Editor :

1. Dr. Nikmatuzzahroh
2. Dewi Dwi Rianti, ST., M.Sc.
3. Dr. Sucpto Hariyanto, DEA
4. Dr Heri Purnobasuki
5. Dr.rer.nat. Ganden Supriyanto, M.Sc
6. Ir. Lilis Sulistyorini, M. Kes.
7. Drs. Eto Wuryanto, DEA
8. Dra. Retno Apsari, M.Si.

Mitra Bestari/*Peer Reviewer*:

1 Dr. Sofyan Tsauri, APU (LIPI Jakarta)
2 Prof.Dr.Ir. Wahyono Hadi, M.Sc(T.Lingk. ITS)
3 Prof. Dr. Alfian Noor (FMIPA Unhas)
4 Dr. Setyawan P. Sakti (FMIPA Unibraw)
5 Prof.Dr. Mustahdi Suryoatmodjo.(FKH Unair)
6 Prof. Ir. Judjono Suwarno (T. Kimia ITS)
7 Wibisono Soesanto, SKM.,M.Kes.(AKL-Surabaya)
8 Prof. Dr. Ir. Suhariningsih (FMIPA Unair)
9 Dr. Rustamsyah (LIPI Bandung)
10 Dr. IGP Ardhana, M.Sc. (FMIPA Udayana)
11 Dr. Siswoyo (FMIPA Unej)
12 Prof. Dr. Win Darmanto (FMIPA Unair)
13 Dr. Bambang Setiadji, M.Sc. (FMIPA UGM)
14 Prof.Dr. Ir. Joni Hermana,M.Sc. (T. Lingk. ITS)
15 Prof.Dr.Y. Trihadiningrum,M.Sc.(T.Lingk. ITS)
16 Dr. Ir. H. Chasan Bisri (FMIPA Unibraw)
17 Prof.Dr.Ir.Agoes Sugianto, DEA (FMIPA Unair)
18 Drs. Harjana, M.Sc (Farmasi Unair)
19 Prof. Dr. Sri Juari Santoso (FMIPA UGM)
20 Dr. Ambo Upe (FMIPA Unhas)
21 Dr. Bambang Irawan (FMIPA Unair)
22 Dr. Hermin Sulistiarti (FMIPA Unibraw)
23 Dr. Katherina Oginawati (T. Lingk. ITB)

Redaksi Pelaksana : Abdulloh, S,Si.,M.Si.
Drs. Hamami, M.Si.
Drs. Purkan, M.Si.
Drs. Sofijan Hadi, M.Si.

Bendahara : Dra. Thin Soedarti, CESA
(Rekening: Bank BNI Cab. Unair, Surabaya, No.: **0046074785**)

Ilustrator/Layouting : Mufid Choiruli, ST.
Distributor/sirkulasi : Yusri

Periode Publikasi : Jurnal Kimia Lingkungan terbit setiap 2 kali se tahun (bulan Agustus dan Pebruari). Biaya berlangganan Rp 75.000,-/tahun (termasuk ongkos kirim).

Diterbitkan oleh : Kelompok Studi Lingkungan (KSL) Indonesia
(***Indonesian Environmental Study Group***)

Alamat Redaksi : Laboratorium Kimia Fisik FMIPA Universitas Airlangga, Kampus C Unair
Jl. Mulyorejo, Surabaya- 60115. Telp./Fax. (031) 5936502 , HP.08175130021
E-mail: faidurr@yahoo.com. **W-site**: http://indonetwork.co.id/KSL_Indonesia

JURNAL KIMIA LINGKUNGAN
(Journal of Environmental Chemistry)

Vol. 10, No. 1, th. 2008

DAFTAR ISI

ARTIKEL RISET

No	JUDUL ARTIKEL	HAL.
1	**Pemanfaatan Kitosan dari Limbah Kulit Udang sebagai Alternatif zat Anti Kusut Dan Anti Bakteri Berbahan Dasar Formaldehida** ..... *K. Noerati, Cynthia L. Radiman[1], Sadijah Achmad, I.MadeArcana*	1
2	**Analisis Logam Pb, Cu, Zn dan Cd dalam Air Sungai Kunden di Sekitar Industri Tekstil Gumpang-Kartasura** ..... *Wahyu Utami, Dedi Hanwar, Septia Ika R, Eersta Zusvita W*	9
3	**Pemanfaatan Zeolit Aktif Turen Malang Sebagai Adsorben ion Sianida** ..... *Hamami, Abdulloh dan Nurotul Madichah*	13
4	**Pengelolaan Emisi Gas CO dari Sektor Trabsportasi di DKI Kakarta dengan Pendekatan Sistem Dinamik**..... *Ninin Gusdini*	21
5	**Pengembangan Sensor Kimia Potensiometri Bermembran Polimer Aliquat 336-$PbCl_4$-PVC untuk monitoring ion Pb(II) dalam Air Limbah** ..... *Atikah dan Chasan Bisri*	31
6	**Solidifikasi Sludge B3 dari Industri Percetakan sebagai bahan Campuran Pembuatan Paving Blok** ..... *Badrus Zaman*	41
7	**Penyisihan Limbah Organik Cair Pabrik Kulit Menggunakan Reaktor Aerobik Media Terfluidasi** ..... *Okik Hendriyanto Cahyonugroho*	51
8	**Pemanfaatan Kitosan Limbah Udang Windu (*Penaus monodon*) sebagai Adsorben ion Logam Ca(II) dalam Medium Air** ..... *Sari Edi Cahyaningrum, Narsito, Sri Juari S., Rudiana Agustini*	59
9	**Reduksi Emisi Gas Buang CO dan Hidrokarbon pada Motor Bensin dengan Katalis Zeolit** ..... *Philip Kristanto, Johan Wahyudi*	67
10	**Pengaruh Lokasi Terhadap Kandungan Timbal dalam Darah Sebagai Studi Awal Biomarker (Studi kasus: Kota Bandung)** ..... *Dwina R., Indah Rachmatiah S. S.i dan Suphia R.*	75
11	**Analisis Ultra renik Cu(II) Metode Voltametri Lucutan Adsorpsi Menggunakan Pengompleks Alizarin S** ..... *Muji Harsini, Miratul Khasanah dan Siska Kurniawati*	81

KAJIAN KHUSUS

Pemanasan Global dan Dampaknya terhadap Lingkungan Hidup 87
Joni Hermana

PENGELOLAAN EMISI GAS CO DARI SEKTOR TRANSPORTASI DI DKI JAKARTA DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIK

Ninin Gusdini
Teknik Lingkungan Universitas Sahid Jakarta
adhe_tl@yahoo.com

ABSTRACT

Transportation is the main contributor of CO emission in DKI Jakarta. Local government of DKI Jakarta has been doing many efforts to reduced CO emission by various local regulation (Perda). However the partial actions are so far unable to solve CO emission problem. The objective of this reaserch is to describe the behavior of CO emission using dynamics system approach.

Dynamic system is one of the approaches that looks upon the interactions among related variables in the system. Dynamic system predicts the behavior of parameter of interest (in this case CO emission) due to the variables behaviors and their interactions. Simulation was conducted for 30 year periods for several scenarios, there are status quo condition,intervention in vehicles number sub model and intervention in CO emission sub mode.

The simulation indicated that the behavior of CO emission associated with the behavior of vehicle population. So that when vehicles population increases,so does CO emission. Vehicles population is the most sensitive variable in this model. Some of intervention are recommended to reduce CO emission such as limitation in passenger car and motorcycle, limitation of vehicle-effective age, improving maintenance and reducing travelling distance. But variable which have the most significant demage to reduce CO emission are simultaneous limitation in vehicles population and vehicles effectif-age.

Keyword: *CO emission, model behavior, sensitive, simulation, transportation*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan beberapa hasil penelitian dan pemantauan yang dilakukan dalam satu dasawarsa terakhir, terbukti bahwa transportasi merupakan kontributor terbesar terhadap konsentrasi polutan yang ada di udara Jakarta, selain sektor industri dan rumah tangga. (BPLHD DKI Jakarta, 2001). Salah satu sumber utama dari permasalahan transportasi adalah tidak terkendalinya pertambahan jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi di ruas-ruas jalan kota Jakarta. Hal ini diperlihatkan dengan tingkat laju pertumbuhan rata-rata yang relatif tinggi, yaitu sebesar 10% pertahun dalam satu dasawarsa, yaitu 1,65 juta kendaraan pada tahun 1990 menjadi 4,16 juta pada akhir tahun 2000. Jumlah kendaraan bermotor yang

beroperasi di Jakarta pada tahun 2001 tersebut terdiri dari mobil pribadi (29%), truk (10%), bis (8%) dan kendaraan bermotor roda dua (54%) (BPS, 2002). Pertambahan jumlah kendaraan yang tidak dibarengi dengan peningkatan ruas jalan secara signifikan, mendorong peningkatan kasus kemacetan lalu lintas. Kemcetan menyebabkan pemborosan penggunaan bahan bakar, kerugian waktu dan meningkatan jumlah konsentrasi gas CO yang diemisikan ke lingkungan oleh kendaraan. Dalam kondisi macet kendaraan bermotor berada dalam kondisi stasioner , sehingga terjadi pembakaran yang tidak sempurna yang menyebabkan emisi CO.

Untuk mengurangi emisi CO maka perlu dilakukan langkah-langkah untuk pengendalian secara menyeluruh, terintegrasi dan berakar pada permasalahan riil yang ada dilapangan. Untuk keperluan tersebut maka dalam penelitian ini akan dilakukan analisis untuk merumuskan pengelolaan gas CO yang berasal dari kendaraan bermotor dalam melalui pendekatan system dinamik.

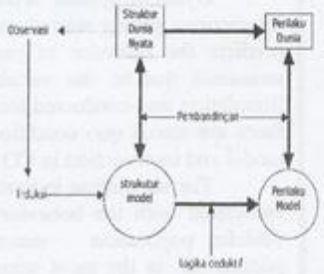
1.2. Pendekatan Sistem Dinamik

Sistem adalah kumpulan dari elemen-elemen yang saling berinteraksi dan membentuk kesatuan yang melaksanakan suatu fungsi tertentu untuk mencapai satu tujuan (Forrester, 1971). Forrester mengklasifikasikan system menjadi 2 yaitu system tertutup dan system terbuka. Pada system terbuka keluaran merupakan respon dari masukan tetapi keluaran tidk memberikan pengaruh terhadap masukan. Sistem dinamik merupakan yang berdasarkan prinsip system tertutup, yaitu output merupakan respon dari input dan output kembali mempengaruhi input (adanya *feed back*)

Sistem dinamik memiliki filosofi bahwa perilaku system terhadap waktu pada dasarnya disebabkan oleh susunan interaksi dari variable yang terlibat (Ford, 1999). *Feed back* positif jika divergen sehingga akan memberikan hasil yang semakin besar atau semakin kecil. *Feed back* negatif mengandung makna bahwa jika input meningkat maka output akan menurun atau sebaliknya.

2.2 Alur Penelitian

Sistem dinamik tidak bertujuan untuk meramalkan suatu besaran melainkan untuk memahami karakteristik atau perilaku interaksi antar variabl yang bekerja dalam suatu system dan ragam dimasa depan . Tujuan pemanfaatan system dinamis adalah untuk memahami, mengenal dan mempelajari susunan atau struktur pembentuk system kebijakan dan merumuskan tindakan apa yang perlu dilakukan dalam memperbaiki perilaku system. Perbaikan perilaku system dirumuskan berdasarkan skenario-skenario yang dibuat berdasarkan kondisi yang mungkin terjadi. Adapun kerangka berfikir yang dilakukan dalam membentuk struktur model dengan pendekatan system dinamik ditunjukkan oleh gambar 1 berikut (Tasrif, 2000):



Gambar 1. Kerangka Berfikir Pendekatan Sistem Dinamik
(Sumber : Tasrif. M, 2000)

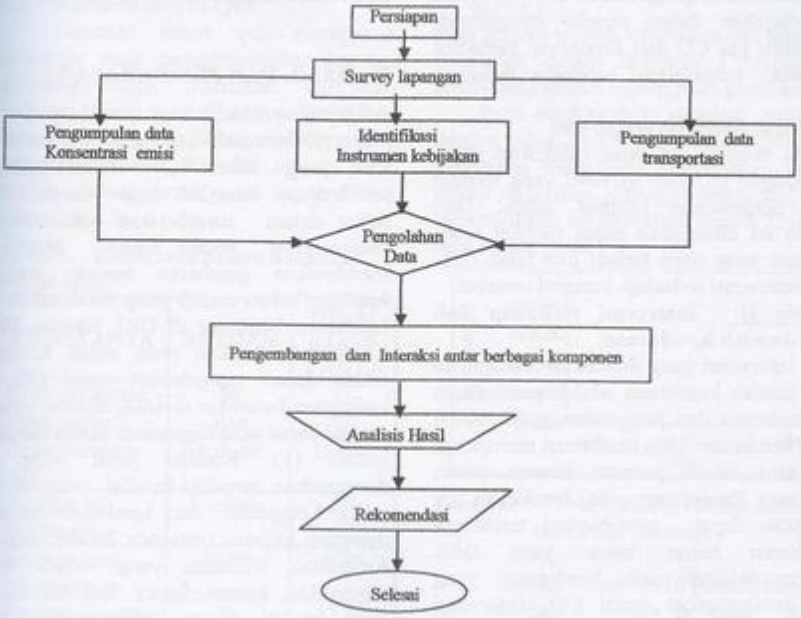
2. METODE PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Untuk memenuhi kebutuhan dalam pembangunan model yang dapat menggambarkan fenomena riil yang ada di lapangan maka diperlukan data yang yang valid. Untuk keperluan tersebut, maka penulis mengumpulkan data berdasarkan sumber utama yang dapat dipertanggungjawabkan. Adapun sumber data tersebut antara lain :

- Biro Pusat Statistik (BPS)
- Kepolisian
- Pemda DKI
- Departemen Perhubungan
- Departemen Kimpraswil :
- Swiss contact dan Pelangi (NGO)
- dinas tata ruang dan jasa marga

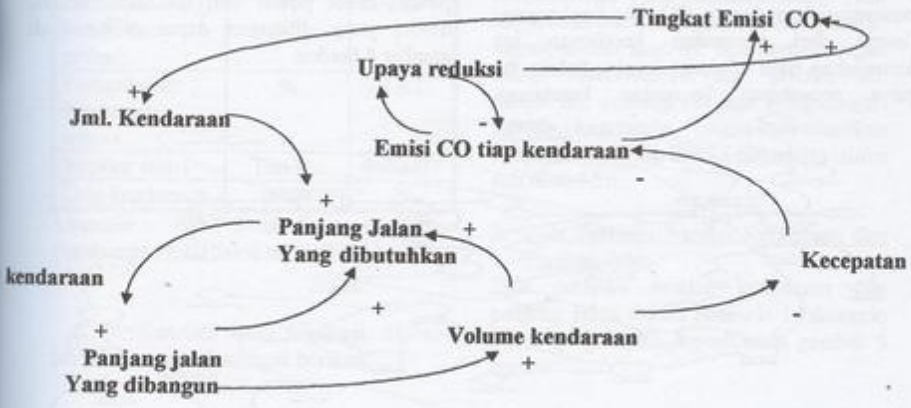
Penelitian ini dilaksanakan menurut alur seperti pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Alur Penelitian

2.3 Causal Loop

Untuk membangun struktur model dinamik maka dilakukan pembuatan causal loop yang menggambarkan keterkaitan variabl utama. *Causal loop* tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 3. *Causal Loop* Pengelolaan Emisi CO dari Sektor Transportasi

2.4 Skenario Kebijakan

Rekomendasi pengelolaan kualitas udara yang diajukan dalam rangka mengurangi konsentrasi gas CO dari kendaraan bermotor disusunkan berdasarkan beberapa skenario, yaitu:

Skenario I: Skenario status quo

Pada skenario ini tidak dilakukan intervensi apapun terhadap variabel yang terpilih dalam pengelolaan kualitas udara. Dari skenario ini diharapkan dapat melihat fenomena apa yang akan terjadi jika tidak dilakukan intervensi terhadap variabel tersebut.

Skenario II: Intervensi terhadap Sub Model Jumlah Kendaraan

Intervensi yang dilakukan dalam sub model jumlah kendaraan adalah pembatasan usia kendaraan dan pengaturan proporsional jumlah kendaraan Usia kendaraan merupakan salah satu faktor penentu kinerja mesin kendaraan. Pengaturan usia kendaraan ini diharapkan dapat menghindari terjadinya pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna didalam mesin kendaraan yang dapat meningkatkan emisi CO. Intervensi terhadap usia kendaraan ini telah diisyaratkan dalam SK Gubernur DKI No: 95 tahun 2000

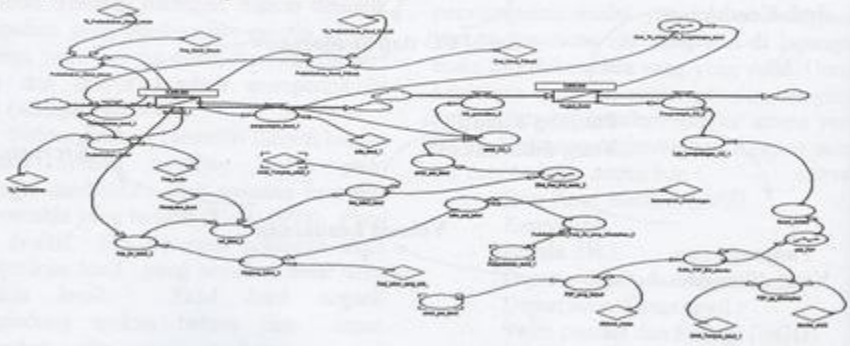
Skenario III: Intervensi Terhadap Sub Model Tingkat Emisi CO

Perawatan kinerja mesin kendaraan secara periodik dapat membantu mengurangi konsentrasi emisi gas CO ke lingkungan. Kinerja dari perawatan kendaraan ini dicerminkan oleh efisiensi mesin. Selain itu upaya pengaturan kecepatan kendaraan diharapkan dapat mengurangi emisi CO, karena putaran mesin yang tinggi menyebabkan emisi CO yang rendah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Batasan Model

Dalam model pengelolaan emisi gas CO yang dibentuk, model disusun sesederhana mungkin agar menjadi lebih fokus dalam memberikan gambaran dan rekomendasi secara teknis. Model ini memberikan gambaran tentang *emission loading* (beban emisi) yang dikeluarkan dari kendaraan bermotor di DKI Jakarta. Model ini lebih diarahkan pada aspek kebijakan teknis dalam pengelolaan emisi CO dari kendaraan bermotor di DKI Jakarta. Adapun asumsi dasar yang digunakan dalam model ini adalah (1). Kondisi jalan yang ada diasumsikan memiliki kondisi yang seragam , (2). Kecepatan dari kendaraan bermotor dianggap konstan (rata-rata 20 km/jam), (3). Kepadatan lalulintas yang terjadi bukan disebabkan karena faktor non teknis dari jalan, seperti adanya pedagang kaki lima, pejalan kaki, kedisiplinan pengemudi dan lain-lain. Berdasarkan identifikasi variabel yang berperan dalam peningkatan emisi CO dan hubungan dari setiap variabel tersebut maka dibangunlah suatu struktur model dengan menggunakan alat bantu berupa piranti lunak power sim ver. 2.5. Struktur model yang dibangun dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4 Flow Diagram Model Pengelolaan Emisi CO

3.2 Perilaku Model

3.2.1 Skenario Status Quo

Skenario status quo merupakan skena-rio yang menggambarkan kondisi eksisting tanpa dilakukan intervensi kedalam sistem yang dibangun. Perbedaan antara masing-masing skenario dinyatakan dalam konstan-ta. Kondisi umum yang berlaku dalam skenario ini dapat dilihat dalam tabel 1.

Tabel 1. Konstanta dalam Skenario Status Quo

KONSTANTA	SATUAN	NILAI KONS-TANTA
Efisiensi mesin	%	15
Jarak tempuh	Km	30
Jarak Tempuh rata2	Km /th	18.000
Kecepatan kendaraan	Km/jam	30
Kemampuan Membangun	% /th	6,28
Posentase motor	%	51.27
Prosentase ken-daraan pribadi	%	31.2
Prosentase ken-daraan umum	%	17.52
Pertumbuhan jumlah motor	%	8.49
Pertumbuhan ∑ kendaraan pribadi	%	4.74
Pertambahan ∑ kendaraan umum	%	1.62
Standar emisi	Ton/km	0.00007
Usia kendaraan	tahun	20

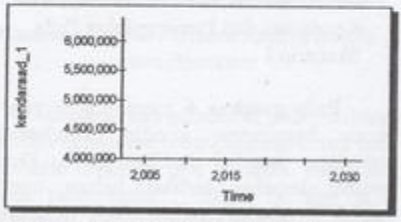
(Sumber : BPS; Swiss Contact; Dinas Perubungan DKI Jakarta, 2002)

Berdasarkan hasil simulasi, dipero-leh prilaku model sebagai berikut:

1. Pola Perilaku Jumlah Kendaraan Pada Skenario I

Pola prilaku jumlah kendaraan dan jumlah penduduk dalam skenario I (skenario status quo) adalah seperti pada **gambar 5.**

Pada awal periode simulasi sampai dengan tahun ke 15 (tahun 2015) jumlah kendaraan mengalami peningkatan yang cukup signifikan, sehingga dalam fase ini menunjukkan pertambahan jumlah kenda-raan secara pesat.

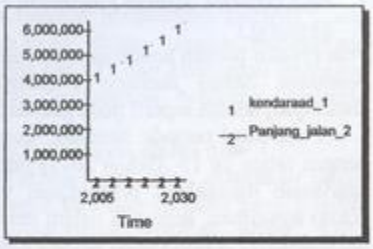


Gambar 5 Pola Perilaku Jumlah Kenda-raan Pada Skenario I

Setelah tahun 2015 jumlah kenda-raan meningkat secara perlahan atau dengan kata lain yingkat pertambahan jumlah kendaraan pada fase ini lebih kecil dibandingkan dengan fase sebelumnya. Selama periode simulasi 30 tahun kondisi stagnasi belum dicapai, dimana selama periode ini yang terjadi hanya fase pertumbuhan. Pada kondisi dimana jum-lah kendaraan meningkat, menunjuk-kan bahwa dalam loop ini laju pertum-buhan masih mendominasi dari prilaku sub model ini, sedangkaan laju pengurangan jumlah kendaraan belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap prilaku sub model ini.

2. Pola Perilaku Jumlah Kendaraan dan Panjang Jalan

Pola perilaku jumlah kendaraan dan panjang jalan dalam skenario I (skenario status quo) adalah seperti pada gambar 6 berikut:

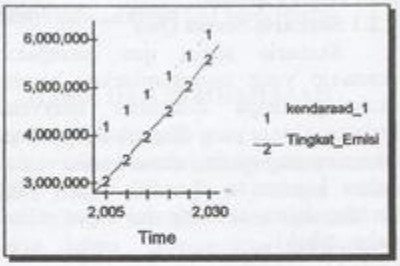


Gambar 6 Pola Perilaku Jumlah Kendaraan dan Panjang Jalan Pada Skenario I

Pada **gambar 6** memberikan gambaran bagaimana kondisi kendaraan terhadap kondisi fasilitas jalan. Dari gambar tersebut terlihat bahwa trend jumlah kendaraan sangat jauh melebihi dari trend pertambahan panjang jalan. Hal ini secara tidak langsung menunjukkan situasi jalan yang sangat rawan kemacetan lalulintas. Dengan semakin besar perbedaan antara jumlah kendraraan jumlah kendaraan dibandingkan dengan pertambahan jalan merupakan faktor pemicu terhadap peningkatan kasus kemacetan lalulintas. Dengan meningkatnya kasus kemacetan di DKI Jakarta berdampak terhadap semakin meningkatnya emisi CO yang dikeluarkan oleh kendaraan setiap perjalanan sehingga tingkat emisi total CO juga akan meningkat.

3. Pola Perilaku Emisi CO dan Jumlah Kendaraan

Pola perilaku emisi CO dan jumlah kendaraan dalam skenario I (skenario status quo) adalah seperti pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. Pola Perilaku Tingkat Emisi dan Jumlah Kendaraan Pada Skenario I

Pada **gambar 7** terlihat bahwa pening-katan emisi CO selalu seiring dengan peningkatan dari jumlah kendaraan Pada gambar tersebut terlihat bahwa peningkatan emisi CO selalu seiring dengan peningkatan dari jumlah kendaraan. Tingkat pertambahan kendaraan selama periode simulasi lebih lambat dibandingkan dengan tingkat pertambahan jumlah kendaraan, sehingga semakin mendekati akhir periode simulasi, ratio jumlah kendaraan terhadap tingkat emisi semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa selain jumlah kendaraan masih ada faktor lain yang mempengaruhi peningkatan tingkat emisi.

Pada awal periode simulasi (tahun 2005) tingkat emisi yang ditimbulkan oleh kendaraan rata-rata adalah sekitar 0.73 ton/tahun per kendaraan , secara berturut-turut tingkat emisi CO pada tahun 2010 rata-rata sebesar 0.78 ton/tahun per kendaraan, tahun 2015 sebesar 0.82 ton/tahun per kendaraan, tahun 2020 sebesar 0.86 ton/tahun per kendaraan , tahun 2025 sebesar 0.89 ton/tahun per kendaraan dan pada akhir periode simulasi yaitu tahun 2030 tingkat emisi CO per kendaraan adalah sebesar 0.92 ton/tahun.

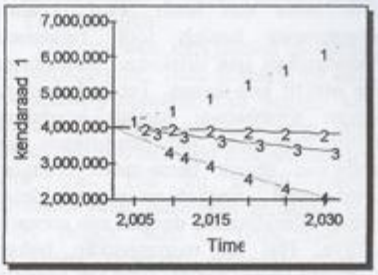
3.2.2 Skenario Intervensi Terhadap Sub Model Jumlah Kendaraan

Skenario ke dua dibangun berdasarkan intervensi terhadap sub model jumlah kendaraan, dimana kondisi variabel yang lain (konstanta variabel lain) tetap. Interven-si yang dilakukan adalah dengan membatasi usia kendaraan dan meningkatkan proporsi jumlah kendaraan umum serta mengurangi proporsi jumlah kendaraan pribadi. Penga-turan proporsi jumlah kendaraan ditujukan untuk mengendalikan pertambahan jumlah kendaraan yang beroperasi, sedang-kan pengaturan usia kendaraan bertujuan untuk mengurangi jumlah kendaraan yang ber-operasi. Simulasi pada sub model jumlah kendaran digunakan untuk mengetahui sejauh mana sub model ini mempengaruhi prilaku sistem secara keseluruhan. Adapun skenario intervensi yang dilakukan terhadap pembatasan usia kendaraan dan proporsi jumlah kendaraan tercantum dalam **tabel 2.**

Berdasarkan hasil simulasi dari skenario II, diperileh prilaku model sebagai berikut:

1. Pola Perilaku Jumlah Kendaraan

Pola perilaku jumlah kendaraan dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini.



Gambar 8 Pola Perilaku Jumlah Kendaraan Bermotor

Berdasarkan gambar 8, pola perilaku jumlah kendaraan secara umum untuk sub skenario optimis dan pesimis memiliki pola yang sama , tetapi ke tiga sub skenario tersebut memiliki pola yang berbeda dengan sub skenario eksisting. Pada sub skenario eksisting loop pertambahan jumlah kendaraan memiliki dampak yang dominan, sehingga jumlah kendaraan mengalami fase pertambahan. Sedangkan pada sub skenario optimis dan pesimis, loop pengurangan jumlah kendaraan memiliki pengaruh yang dominan sehingga jumlah kendaraan mengalami fase penurunan jumlah kendaraan.

Pembatasan jumlah kendaraan pri-

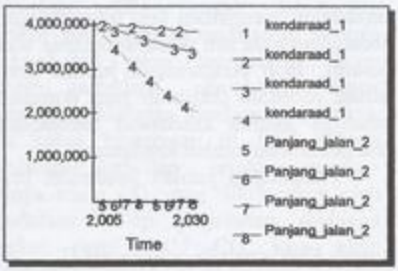
Tabel 2 Usia Kendaraan dan Proporsi Jumlah Kendaraan Pada Skenario II

SUB SKENARIO	USIA KENDARAAN	PROPORSI KENDARAAN PRIBADI	PROPORSI KENDARAAN UMUM	PROPORSI MOTOR	KECEPATAN (KM/JAM)
Eksisting	20	0.11	0.06	0.19	20
Pesimis I	15	0.11	0.06	0.19	20
Pesimis II	20	0.07	0.1	0.15	20
Optimis	15	0.07	0.1	0.15	55

badi dan motor memiliki dampak yang lebih besar dan lebih cepat dalam pengurangan jumlah total kendaraan dibandingkan jika dilakukan pembatasan usia efektif ken-daraan. Tetapi kebijakan dengan membata-si jumlah kendaraan pribadi dan motor dan pembatasan usia kendaraan secara bersa-maan menghasilkan trend tingkat emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan sub scenario lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi secara parsial terhadap variabel dalam sub model ini tidak lebih efisien, tetapi ketika intervensi ini dilakukan secara simultan maka hasil yang diperoleh menjadi lebih baik.

2. Pola Perilaku Jumlah Kendaraan dan Panjang Jalan

Pola perilaku jumlah kendaraan dan panjang jalan berdasarkan hasil simulasi pada skenario II adalah seperti pada gambar 9 berikut:

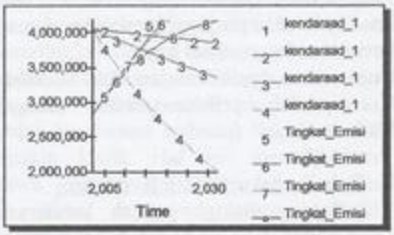


Gambar 9 Pola Perilaku Jumlah Kenda-raan Bermotor dan Panjang Jalan Skenario II

Pada **gambar 9,** terlihat bahwa perbe-daan antara jumlah kendaraan dengan ketersedian fasilitas jalan sangat signifikan terjadi. Perbedaan yang signi-fikan tersebut memberikan gambaran kecenderungan terjadinya kasus kema-cetan lalulintas, yang pada akhirnya juga turut berkontribusi terhadap peningkatan emisi CO. Fenomena ini menunjukkan bahwa intervensi terhadap jumlah kenda-raan ternyata memiliki pengaruh terhadap kondisi kemacetan lalulintas. Apabila kasus kemacetan meningkat maka secara tidak langsung dapat berdampak terhadap tingkat emisi CO karena tingkat emisi CO akan meningkat apabila kondisi kecepatan kendaraan rendah. Pada Sub scenario 4, jumlah kendaraan memiliki trend yang terendah dibandingkan dengan sub scenario yang lain sehingga dapat tergam-barkan bahwa perbandingan antara jumlah kendaraan dengan panjang jalan akan lebih kecil pada sub skenario ini dibandingkan yamng lain.

3. Pola Perilaku Tingkat Emisi CO dan Jumlah Kendaraan

Pola perilaku Jumlah kendaraan dan tingkat emisi CO berdasarkan hasil simulasi skenario II adalah seperti pada gambar 10 berikut:



Gambar 10 Pola Perilaku Tingkat Emisi CO dan Jumlah Kendaraan Skenario II

Berdasarkan **gambar 10,** secara umum pola prilaku jumlah kendaraan dan tingkat emisi CO adalah sama. Pada bagian akhir periode simulasi tingkat emisi CO terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah kendaraan, walaupun perbedaan trend tersebut tidak berbeda secara signifikan. Pada tahun 2030 yang merupakan periode akhir periode simulasi tingkat emisi yang ditimbulkan oleh kendaraan rata-rata untuk sub skenarti eksisting adalah sebesar 0.92 ton/tahun, untuk sub skenario 2 (pesimis 1) adalah sebesar 1.25 ton/tahun, untuk sub skenario 3 (pesimis

2) adalah sebesar 1.37 ton/tahun dan untuk sub skenario 4 (optimis) adalah sebesar 1.95 ton/tahun. Fenomena ini menunjukkan bahwa tingkat emisi per kendaraan pada sub model ini tidak mengurangi tingkat emisi per kendaraan, tetapi mampu megurangi tingkat emisi secara total karena pada skenario ini yang direduksi adalah *agent of product* dari emisi CO bukan *performance of agent* .

3.2.3 Skenario Intervensi Terhadap Sub Model Tingkat Emisi CO

Skenario ke tiga dibangun berdasarkan intervensi terhadap sub model tingkat emisi CO, dimana kondisi variabel yang lain (konstanta variabel lain) tetap. Intervensi yang dilakukan adalah dengan pengaturan efisiensi mesin kendaraan dan jarak tempuh per tahunnya dari kendaraan. Pengaturan efisiensi mesin kendaraan ditujukan untuk meningkatkan upaya reduksi terhadap emisi CO, sedangkan pngurangan jarak tempuh dari kendaraan pertahunnya dimaksudkan untuk melindungi kinerja mesin. Simulasi pada sub tingkat emisi CO digunakan untuk mengetahui sejauh mana sub model ini mempengaruhi prilaku sistem secara keseluruhan. Adapun skenario intervensi yang dilakukan tercantum dalam tabel 3.

Tabel 3 Kecepatan dan Efisiensi Mesin Kendaraan Pada Skenario III

SUB SKENARIO	EFISIENSI MESIN	JARAK TEMPUH PER TAHUN (KM)
Eksisting	0.15	18000
Pesimis	0.50	17000
Optimis	0.70	16000

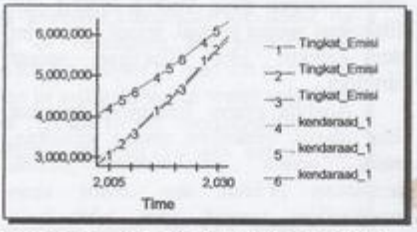
Berdasarkan hasil simulasi pada skenario III, diperoleh prilaku mode;l sebagai berikut:

1. Pola Perilaku Jumlah Kendaraan dan Panjang Jalan

Pola perilaku dari jumlah kendaraan dan panjang jalan pada skenario ini tidak mengalami perubahan atau dengan kata lain memiliki pola perilaku yang sama dari ke tiga sub skenario dengan skenario status quo. Hal ini terjadi karena intervensi yang dilakukan terhadap sub model tingkat emisi CO tidak memiliki efek yang langsung terhadap jumlah kendaraan sehingga pola perilakunya tidak berubah.

2. Pola Perilaku Tingkat Emisi CO dan Jumlah Kendaraan

Pola perilaku dari tingkat emisi dan jumlah kendaraan dari hasil simulasi pada skenario III dapat dilihat pada gambar 11 berikut ini.



Gambar 11 Pola Perilaku Tingkat Emisi dan Jumlah Kendaraan

Berdasarkan **gambar 11**, secara umum pola prilaku jumlah kendaraan dan tingkat emisi CO adalah sama. Pada bagian akhir periode simulasi tingkat emisi CO terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah kendaraan. Pada tahun 2030 yang merupakan periode akhir dari periode simulasi, tingkat emisi yang ditimbulkan oleh kendaraan rata-rata pada untuk sub skenario pesimis adalah sebesar 0.93 ton/tahun per kendaraan dan pada sub skenario optimis tingkat emisi CO adalah 0.92 ton/tahun per kendaraan. Fenomena ini menunjukkan bahwa kinerja mesin dan jarak tempuh kendaraan mampu

menurunkan emisi CO dari tiap-tiap kendaraan tanpa merubah pola prilaku dasar.

4. KESIMPULAN

Struktur model yang di bangun menitik beratkan pada variabel teknis yang berkaitan dengan emisi CO. Hasil simulasi yang diperoleh memberikan gambaran prilaku dari model untuk 30 tahun ke depan. Selama periode tahun simulasi perubahan skenario tidak merubah prilaku dasar dari model.

Berdasarkan hasil simulasi variabel yang peling sensitif adalah proporsi jumlah kendaraan dan usia kendaraan.Intervensi terhadap sub model jumlah kendaraan yang diberikan dalam upaya pengurangan tingkat emisi CO dengan melakukan pembatasan usia kendaraan dan penguranan jumlah pertam-bahan kendaraan pribadi dan motor menghasilkan dampak yang kurang efektif jika dilakukan secara parsial, tetapi upaya ini akan efektif jika dilakukan secara simultan.

Apabila upaya intervensi tersebut tidak dapat dilakukan secara simultan, maka upaya pembetasan jumlah kendaraan pribadi dan motor akan memberikan dampak yang lebih baik dalam pengu-rangan jumlah kendaraan secara total dan pengurangan tingkat emisi CO selama periode simulasi 30 tahun dibandingkan dengan pembatasan usia ken-daraan Model yang dibentuk akan lebih sempurna jika dimasukkan factor non teknis seperti perilaku pengemudi, demo-grafi, dan sosial ekonomi.

5. SARAN/REKOMENDASI

Berdasarkan hasil dari simulasi dapat dirumuskan beberapa kebijakan yang dapat diambil guna menurunkan tingkat emisi CO di DKI Jakarta sebagai berikut:

1. Pengurangan Jumlah Kendaraan
2. Peningkatan pengadan kendaraan umum
3. Pengaturan kecepatan kendaraan
4. Optimalisasi kegiatan P2P (perawatan dan Pemeliharaan) kendaraan
5. Pengurangan Jarak Tempuh Kendaraan

6. DAFTAR PUSTAKA

Forrester. Jay, 1971, Principles of Systems, Cambridge, MIT Press

Ford.A, 1999. *Modeling The Environment : An Introduction to System Dynamics Models of Environmental System*, ISLAND Press. Washington DC.

Robert.N, Anderson.D and Garet. M, 1983. *Computer Simulation: A System Dynamics Modeling Approach*, Addison-Wisley, California.

Cooper. D, 1999. *Air Pollution Control* , Mc Graw Hill

NN, 2000. *Perawatan Mesin Kendaraan Bermotor*, Swiss Contact. Jakarta.

NN, 2002. *Jakarta Dalam Angka*. Biro Pusat Statistik. Jakarta.

NN, 2000-2002. *Statistik Lingkungan Hidup*. Biro Pusat Statistik. Jakarta.

NN, 2002. *Satatistik Perumahan DKI Jakarta*. Biro Pusat Statistik. Jakarta

Tasrif. M, 2000. *Sistem Dinamik*. PPE-ITB. Bandung.