

IDENTIFIKASI TINGKAT PENCEMARAN UDARA AKIBAT AKTIVITAS TRANSPORTASI

AYN Terto Djen

Teknik Sipil F T Unika Widya Mandira Kupang
Jl. A. Yani No.50-52 Kupang-NTT
Telp. 0380-833395, 0380-8081630 Fax 0380-
831194
ayn_djen@yahoo.com

Don Gaspar N. da Costa

Teknik Sipil F T Unika Widya Mandira Kupang
Jl. A. Yani No.50-52 Kupang-NTT
Telp. 0380-833395, 0380-8081630 Fax 0380-
831194
noesaku@yahoo.com; dnoesaku@gmail.com

Abstract

Growth in the number of motor vehicles have an impact on the increase in volume, which in turn result in increased levels of pollutants resulting from the combustion engine of the motor vehicle. Congested corridors traffic rightly evaluated the air contaminant levels, so that the causes and/or triggers and the potential negative impact of contaminants/pollutants referred to can be managed fruitfully. Prediction of pollutant levels analogously performed using a variety of mathematical models that exist, where the parameter which can be used merely parameters based on the amount of traffic volume alone. Survey results showed that the volume of traffic on the roads Jl. Sudirman is high so that the results of the simulation identified that CO, NO_x and Pb are the types of pollutants whose levels have exceeded the threshold of air quality standards as required by the Minister of Environment Decree No.554/MENLH/10/1997 about the Pollutant Standards Index (ISPU) and as required under Indonesian Government Regulation No.41/1999 on Ambient Air Quality Standards. Recommendation strategy and/or management technique is to 1) Control of pollutants in pollutant source by limiting the volume of vehicles dispersal location-based activity, routine vehicle control and vehicle operating restrictions of old-engined 2) Control of pollutants in the receiving contamination by limiting the duration of activity of the curband/or use a mask covering the nose 3) environmental quality control at contaminated locations via a covered yard of land all location policy (ban concrete floor) and road side vegetation 4) Vehicle Inspection and Maintenance 5) follow policies that ban covered parking area with concrete and road side vegetation program.

Key Words: *sustainable transport environment, traffic volumes, levels of pollutants*

Abstrak

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor berdampak pada peningkatan volume yang pada gilirannya berdampak pada peningkatan kadar polutan yang dihasilkan dari sisa pembakaran mesin kendaraan bermotor tersebut. Koridor-koridor padat lalu lintas sudah sepatasnya dievaluasi tingkatan pencemaran udaranya, sedemikian sehingga faktor penyebab dan/atau pemicu maupun potensi dampak negatif pencemaran/polutan dimaksud dapat dikelola secara berdayaguna. Prediksi kadar polutan dilakukan secara analogis dengan menggunakan berbagai model matematis yang ada, dimana parameter konsideran yang dipakai hanyalah berdasarkan pada besaran volume lalu lintasnya saja. Hasil survai menunjukkan bahwa volume lalu lintas di ruas Jl. Soedirman tergolong tinggi sehingga dari hasil simulasi teridentifikasi bahwa CO, NO_x dan Pb merupakan jenis polutan yang kadarnya telah melampaui ambang batas baku mutu kualitas udara sebagaimana disyaratkan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 554/MENLH/10/1997 tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) maupun sebagaimana disyaratkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Udara Ambient. Rekomendasi strategi dan/atau teknik pengelolaannya adalah dengan 1) Pengendalian polutan pada sumber pencemar dengan cara pembatasan volume kendaraan berbasis dispersi lokasi aktivitas, pemeriksaan rutin kendaraan dan pembatasan operasi kendaraan bermesin tua 2) Pengendalian polutan pada penerima pencemaran dengan membatasi durasi aktivitas tepi jalan dan/atau penggunaan masker penutup hidung 3) pengendalian kualitas lingkungan di lokasi tercemar melalui kebijakan alokasi halaman berpenutup tanah (larangan lantainisasi) dan penanaman vegetasi tepi jalan 4) Pemeriksaan dan Pemeliharaan Kendaraan 5) penerapan kebijakan ikutan yaitu larangan lantainisasi halaman dan program vegetasi tepi jalan

Kata-Kata Kunci: *environment sustainable transport, volume lalu lintas, kadar polutan*

PENDAHULUAN

Kemacetan dan polusi udara secara umum diterima sebagai salah satu faktor pemicu ketidaknyamanan (gangguan emosional) yang pada akhirnya dapat bermuara pada gangguan kelancaran pekerjaan serta pada perubahan perilaku pengguna jalan (terutama pengemudi) sehingga memicu agresivitas dan perilaku anarkis di jalan (*road rage*). Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, dampak dari penyelenggaraan jalan dan pengelolaan lalu lintas serta penyesuaian pola pemanfaatan lahan selain dimaksudkan untuk menunjang peningkatan struktur sosial-ekonomi kawasan, juga diharapkan bermuara pada perbaikan kualitas lingkungan. Namun demikian, hingga kini aspek lingkungan belum secara penuh diintegrasikan secara eksplisit di dalam setiap produk perencanaan pembangunan di sector transportasi. Peningkatan kepadatan dan pertambahan lokasi rawan macet misalnya walaupun berdampak pada degradasi lingkungan akibat peningkatan kadar polutan dan kebisingan serta resiko kecelakaan, namun masih terus terabaikan dalam penyusunan kerangka kebijakan pengelolannya. Berbagai produk rencana lingkungan semisal dokumen ANDAL dan RKL/RPL juga terindikasi mengabaikan hal tersebut.

Rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah seberapa besar tingkat pencemaran udara akibat aktivitas lalu lintas di ruas jalan Jend.Sudirman yang merupakan salah satu ruas jalan protokol dengan kepadatan tertinggi di Kota Kupang dan bagaimana strategi serta teknik pengendalian potensi dampak negative yang ditimbulkannya?

Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah untuk:

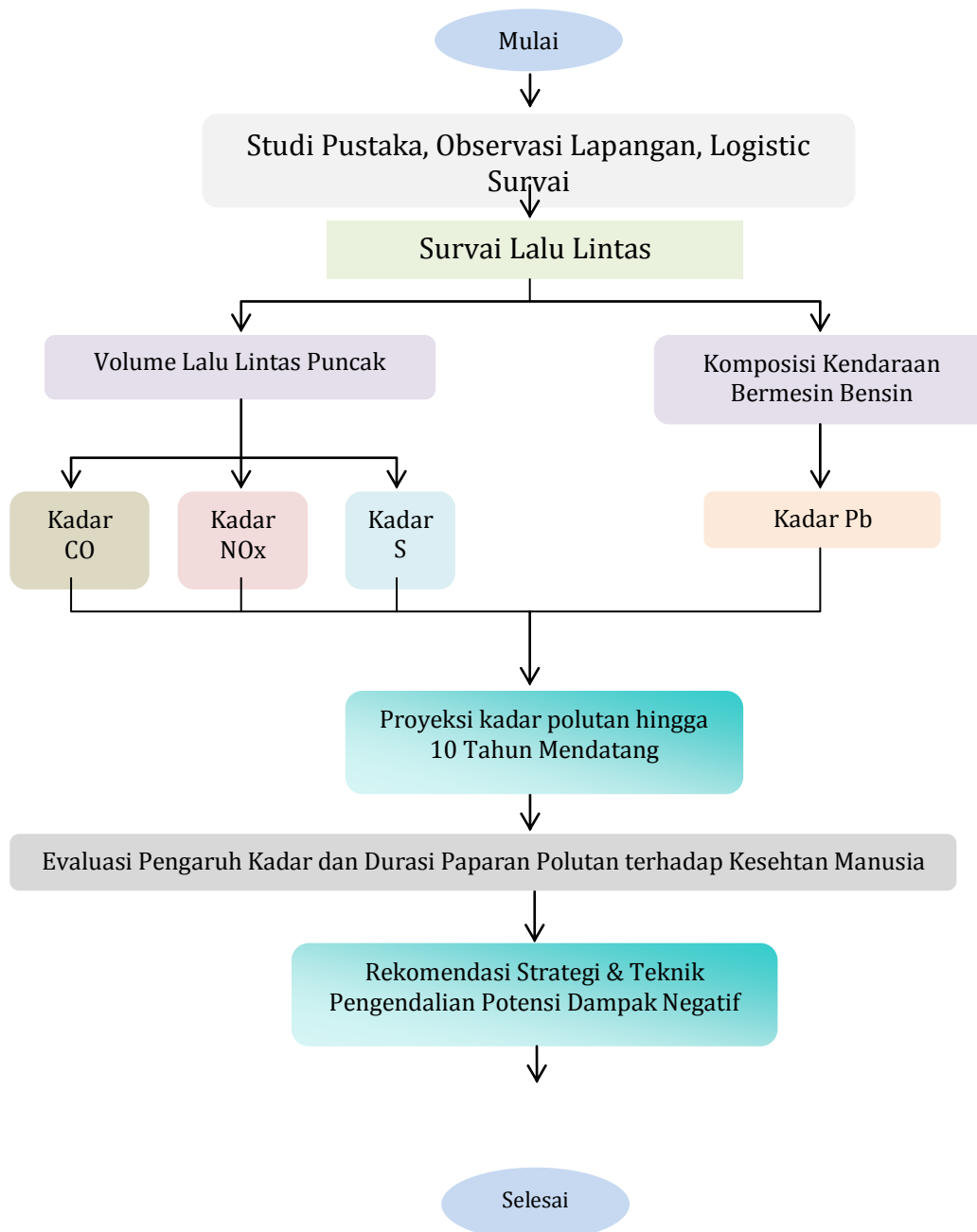
1. Memprediksi kadar polutan atau tingkat pencemaran udara akibat aktivitas transportasi, khususnya parameter Karbon Monoksida (CO), Nitrit Oksida (NO_x), Asap (S) dan Timbal (Pb) pada saat ini hingga 10 tahun mendatang.
2. Merekomendasikan strategi dan teknik penanganan dan/atau pengendaliannya (menentukan upaya pengurangan kadar polutan)

METODA STUDI DAN KERANGKA PIKIR

Perhitungan prediksi kadar polutan akibat aktivitas lalu lintas dilakukan dengan menggunakan model-model matematis (pendekatan analogis) dengan pertimbangan dan/atau asumsi dasar berikut:

1. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa laju emisi gas buang kendaraan bermotor khususnya Karbon Monoksida (CO), Nitrit Oksida (NO_x) dan Asap/Smog diasumsikan dominan dipengaruhi oleh perubahan volume lalu lintas. Angka pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Kota Kupang mencapai kisaran 10,3% (BPS Kota Kupang, 2012) tergolong tinggi. Berarti, peningkatan volume lalu lintas akibat penambahan jumlah kendaraan bermotor tersebut diyakini berdampak signifikan terhadap kadar polutan di udara. Asap/smog secara khusus juga ditinjau karena 1) terdapat sejumlah besar kendaraan dengan usia mesin di atas 10 tahun 2) jenis penyakit dominan di Kota Kupang adalah Infeksi Saluran Pernapasan atas (ISPA).
2. Hasil survai volume lalu lintas menunjukkan bahwa jenis kendaraan dominan di Kota Kupang adalah sepeda motor (73%, BPS Kota Kupang, 2012) dan kendaraan bermesin diesel sekitar 2,37%. Hal itu berarti Timah (Pb) merupakan jenis polutan yang paling banyak tersebar karena jenis polutan tersebut secara khusus hanya diproduksi oleh jenis kendaraan berbahan bakar bensin.

3. Berdasarkan point pertimbangan a dan b tersebut, diasumsikan bahwa model matematis tersebut dapat digunakan secara analogis untuk memprediksi besarnya kadar polutan di lokasi penelitian secara cukup baik dan kontekstual.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data/Input Analisis

Tabel 1. Volume Lalu Lintas Puncak (Jumat, 2 Mei 2014, pukul 17.15-18.15)

Sepeda Mortor (MC)		Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)		Volume Puncak (V)	
Kend/jam	Smp/jam	Smp/jam	Kend/jam	Smp/jam	Kend/jam	Smp/jam
4.237	1.483	754	55	72	5.046	2.309

Sumber: hasil olahan data survai, 2014

Volume lalu lintas puncak terjadi di sore hari, sehingga pada periode jam puncak tersebut hasil survai menunjukkan bahwa komposisi kendaraan bermesin diesel (kendaraan berat) adalah sebagai berikut:

1. Kendaraan berat sekitar 1,1%.
2. Kendaraan ringan diasumsikan sejumlah 10%

Dengan demikian total kendaraan bermesin diesel adalah sekitar 11,1% sehingga jumlah kendaraan berbahan bakar bensin adalah sekitar 4.537 kend/jam atau sekitar 13.473 kend/3jam.

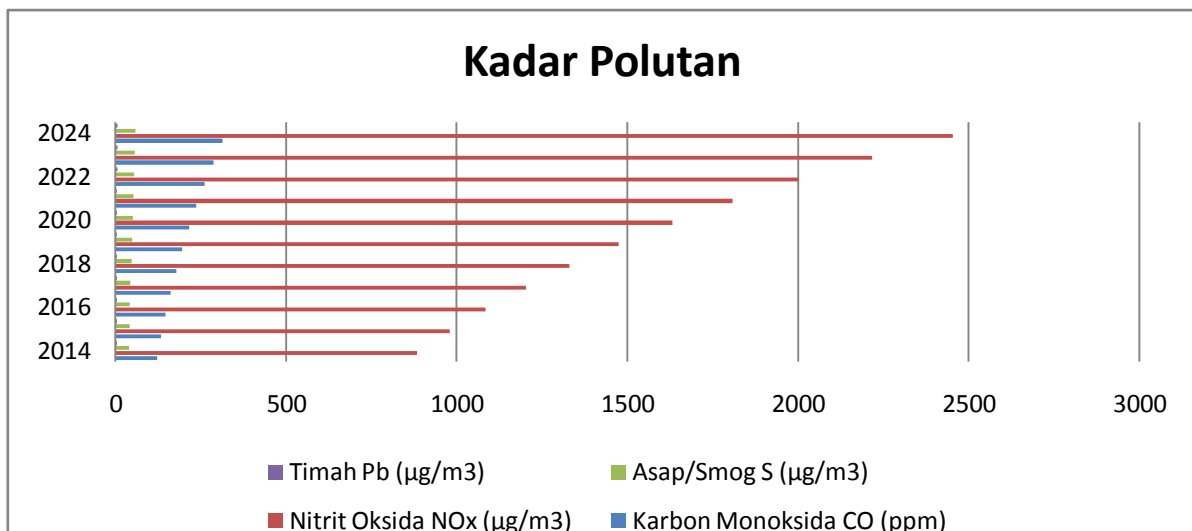
Kadar Polutan

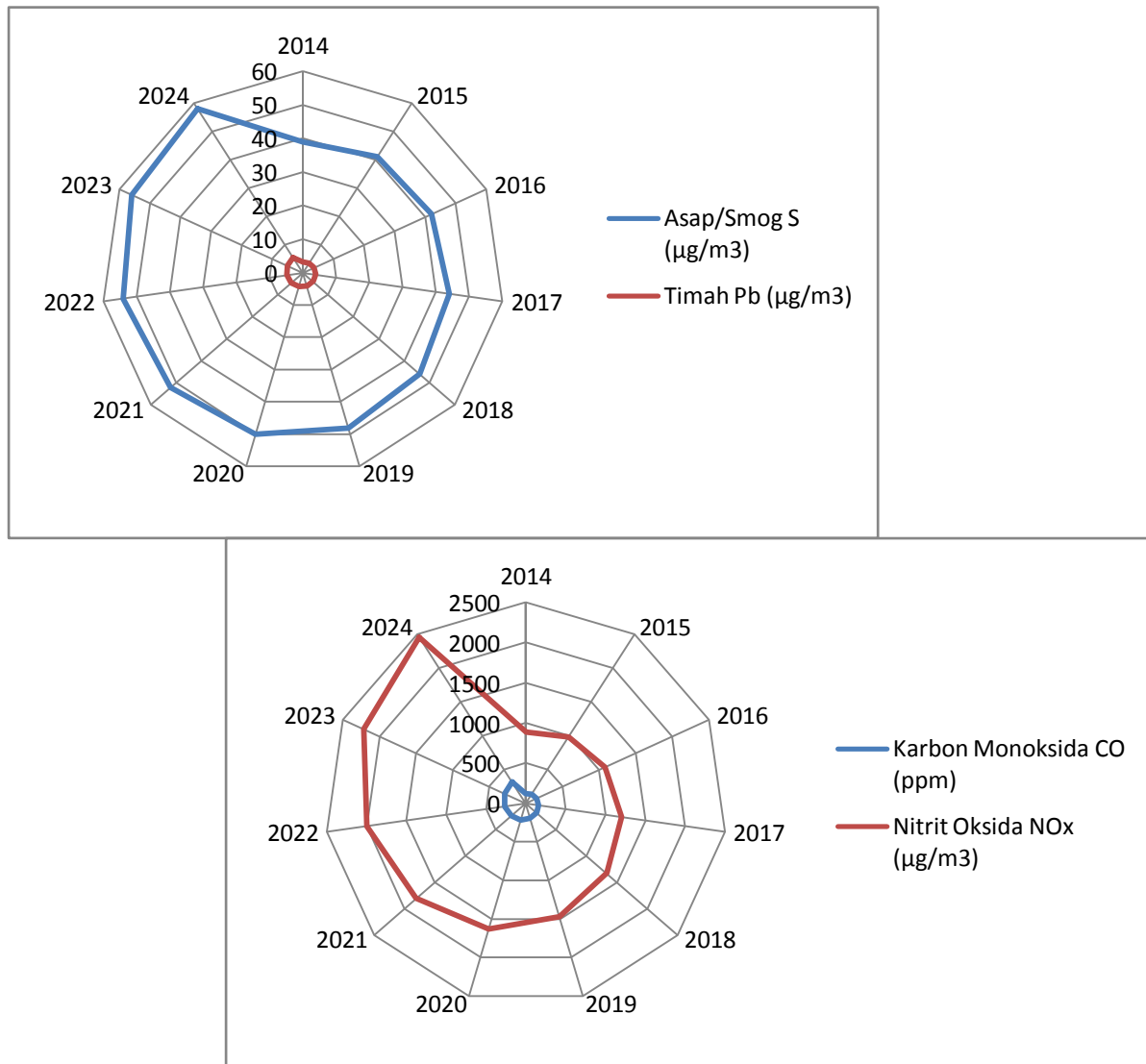
Tabel 2. Prediksi Kadar Polutan

Tahun	Volume (Kend/jam)	Volume (Kend/3jam)	Vol. Kend Non Diesel (Kend/3jam)	Kadar Polutan			
				Karbon Monoksida CO (ppm)	Nitrit Oksida NOx (µg/m3)	Asap/Smog S (µg/m3)	Timah Pb (µg/m3)
2014	5,046	15,138	13,473	122.384	883.729	39.766	3.277
2015	5,298	15,895	14,146	134.370	979.041	41.280	3.438
2016	5,563	16,690	14,854	147.573	1,084.599	42.869	3.608
2017	5,841	17,524	15,596	162.115	1,201.477	44.538	3.786
2018	6,133	18,400	16,376	178.134	1,330.862	46.291	3.973
2019	6,440	19,320	17,195	195.780	1,474.060	48.131	4.170
2020	6,762	20,286	18,055	215.220	1,632.516	50.063	4.376
2021	7,100	21,301	18,958	236.636	1,807.822	52.091	4.593
2022	7,455	22,366	19,905	260.230	2,001.736	54.221	4.820
2023	7,828	23,484	20,901	286.224	2,216.197	56.458	5.059
2024	8,219	24,658	21,946	314.864	2,453.344	58.806	5.310

Sumber: hasil analisis, 2014

Produksi polutan berbanding lurus terhadap pertambahan jumlah kendaraan (volume lalu lintas). Dengan demikian, prediksi peningkatan kadar polutan akibat pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor dilakukan dengan asumsi peningkatan volume lalu lintas adalah sebesar 5%/tahun.





Gambar 2a-c. Prediksi Kadar Polutan

Evaluasi Pengaruh Polutan terhadap Kesehatan Manusia

Hasil perhitungan kadar polutan eksisting maupun hasil prediksi dibandingkan terhadap standar/kriteria kualitas udara sebagaimana diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 554/MENLH/10/1997 tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dan Standar Baku Mutu Udara Ambient sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Udara Ambient.

Disimpulkan bahwa:

1. Kadar Karbon Monoksida (CO) pada saat ini atau kondisi eksisting 2014 (122,384 ppm) maupun hingga 10 tahun mendatang (314,864 ppm), sudah melampaui standar baku mutu yang disyaratkan yaitu $30.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ per jam. Terhisapnya CO ke dalam paru-paru berdampak pada beredarnya CO tersebut dalam darah sehingga menghalangi masuknya oksigen (O_2). Hal ini terjadi karena CO merupakan racun metabolisme (ikut bereaksi secara metabolisme dengan darah). Reaksi CO dengan darah (haemoglobin) menghasilkan senyawa COHb (karboksi haemoglobin). Konsentrasi CO hingga 100 ppm relatif aman bagi manusia bila kontak (durasi paparan bersifat sesaat), namun terhirupnya CO dalam konsentrasi 30 ppm selama 8 jam per hari dapat berdampak pada gangguan kesehatan (pusing, sesak napas, pucat dan mual. Paparan dalam jangka panjang diyakini menjadi pemicu mudahnya seseorang terkena serangan jantung. Selain itu, reaksi karboksi haemoglobin juga berdampak pada menurunnya fungsi sistem kontrol syaraf. Bagi pengendara kendaraan bermotor, penurunan fungsi sistem kontrol syaraf tersebut dapat menjadi pemicu kecelakaan akibat kehilangan waktu reaksi terhadap hambatan perjalanan, pada saat mengalami gangguan keseimbangan saat mengemudi. Sejak awal tahun 2000 aspek kecelakaan sudah menjadi issue kesehatan (penyebab kematian manusia) karena diproyeksikan pada tahun 2020 kecelakaan lalu lintas akan menjadi penyebab ke-3 kematian umat manusia, sehingga informasi ini bernilai strategis terhadap upaya pengurangan korban kecelakaan (kesehatan manusia) secara terpadu dan berkelanjutan.
2. Kadar Nitrit Oksida (NO_x) pada saat ini atau kondisi eksisting 2014 ($883,729 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ per jam) saja sudah berada jauh diatas standar baku mutu yang disyaratkan yaitu $400 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ per jam. Paparan polutan ini dalam jangka panjang memicu gangguan pernapasan. Situasi ini diasumsikan akan meningkatkan resiko gangguan ISPA pada pengguna jalan dan/atau masyarakat di sepanjang koridor ramai lalu lintas.
3. Kadar Timah (Pb) pada saat ini atau kondisi eksisting 2014 ($3,277 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ per 3 jam) saja sudah berada jauh diatas standar baku mutu yang disyaratkan yaitu $2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ per 24 jam. Konsentrasi polutan Pb ini berpotensi meningkatkan resiko gangguan fungsi syaraf (kanker), terlebih pada anak-anak.
4. Asap/Smog (S) adalah sejenis partikulat yang bersumber dari karbon (C) yang berdiameter $< 0,1$ mikron. Asap ini terbentuk akibat pembakaran jidrat karbon yang kurang sempurna. Dampaknya terhadap kesehatan manusia biasanya diasosiasikan dengan gangguan iritasi membran mukosa saluran pernapasan dan memicu broncho konstriksi dan merusak selaput lendir pada saluran pernapasan, sehingga memudahkan masuknya kuman ke dalam tubuh.

Strategi Pengendalian Dampak Negatif Polutan

Pada dasarnya, peningkatan berbagai kadar polutan tersebut berkorelasi linear positif terhadap peningkatan volume lalu lintas. Oleh karena itu, secara teknis, strategi dasar yang harus diterapkan adalah membatasi volume lalu lintas di kawasan-kawasan padat lalu lintas dengan durasi kemacetan lebih dari 3 jam untuk tiap periode jam sibuk hariannya. Pilihan/jenis teknik pembatasan volume lalu lintas tentu saja harus disesuaikan terhadap karakteristik arus lalu lintas (jenis dan komposisi kendaraan, serta durasi dan frekuensi kemacetan harian) dan tata guna lahan (jenis, jumlah dan skala serta sebaran/kepadatan lokasi aktivitas social-ekonomi pemicu tarikan dan bangkitan perjalanan dominan) di tiap kawasan.

Secara umum, vegetasi tepi jalan merupakan strategi dasar yang dapat digunakan untuk secara langsung mereduksi kadar polutan akibat emisi gas dan/atau partikel sisa

pembakaran mesin dari knalpot kendaraan bermotor. Hasil penelitian (Human, 1971 dalam Saputra, Y.E., 2009) menyebutkan bahwa mikroorganisma tanah merupakan salah satu materi yang dapat menurunkan dan bahkan menghilangkan kandungan CO dari atmosfer/udara. Disebutkan bahwa kandungan CO sebesar 120 ppm dapat dihilangkan dalam waktu 3 jam apabila kadar CO tersebut berkontak dengan 2,8 kg tanah, khususnya akibat peranan kandungan jamur *penicillium* dan *aspergillus* dalam tanah.

Dengan demikian menjadi jelas bahwa khusus untuk mengatasi pengaruh CO akibat emisi gas buang kendaraan bermotor, penyediaan taman/penanaman vegetasi tepi jalan pada lahan tanah terbuka merupakan salah satu teknik efektif untuk menurunkan bahkan menghilangkan pengaruh CO bagi kesehatan pengguna jalan. Hal ini menjadi penting diperhatikan dan dilaksanakan karena kadar CO akibat aktivitas transportasi di lokasi studi sudah berada di atas 120 ppm dengan durasi kemacetan (periode jam sibuk) rerata 2 jam pada periode sibuk pagi dan 3-4 jam pada periode sibuk siang dan sore/malam.

Pada gilirannya penyediaan lahan terbuka untuk fungsi vegetasi tepi jalan berdampak pada penurunan peluang kecelakaan (akibat tetap terjaganya kemampuan/fungsi control syaraf pengemudi) yang pada gilirannya berdampak pada menurunkan resiko kecelakaan karena resiko kecelakaan tersebut merupakan fungsi dari peluang (*probability*) terjadinya kecelakaan dan dampak yang ditimbulkannya. Menurunkan peluang (*probability*) berarti menurunkan resiko kecelakaan. Issue ini menjadi penting karena indeks dan rasio fatalitas di Kota Kupang sudah berada dalam kategori yang mencemaskan (da Costa, 2012).

Dengan demikian, karena penyebab kecelakaan bersifat *multi event*, maka pengurangan salah satu factor penyebab munculnya peluang kecelakaan berdampak linear pada pengurangan tingkat resiko kecelakaan. Dalam hal ini, peningkatan agresivitas pengemudi (pilihan kecepatan dan pola mengemudi/manuver kendaraan) - terlebih pada saat terjadi kemacetan lalu lintas - akan berakumulasi dengan aspek pilihan jarak antar kendaraan, sehingga apabila terjadi penurunan kemampuan mengemudi akibat menurunnya kinerja sistem kendali syaraf akan berdampak pada peningkatan peluang dan dampak (resiko) kecelakaan tersebut. Aspek ini yang selama ini terabaikan, sehingga walaupun pernyataan ini dapat dikategorikan masih bersifat indikasi, namun sudah saatnya untuk merekomendasikan kebijakan pengelolaan lingkungan transportasi secara arif. Khusus bagi upaya pengurangan resiko kecelakaan, informasi ini diharapkan mendukung berbagai upaya pengurangan resiko dari aspek teknis, masupun dari aspek social-ekonomi terhadap penurunan tingkat resiko kecelakaan secara berkelanjutan, yang agar memiliki kekuatan implementasi hendaknya diatur dalam berbagai model perangkat implementasi (pedoman, manual, bahkan dalam bentuk PERDA) dan dijadikan prasyarat perijinan pembangunan.

PENUTUP

Kesimpulan

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa:

Tingkat pencemaran udara di segmen Simpang Jl. Banteng-depan Kantor Bank BTN Ruas Jalan Jend. Sudirman, Kelurahan Kuanino Kota Kupang saat ini berada dalam level yang sudah memprihatinkan karena konsentrasi polutan yang terjadi sudah melampaui ambang batas baku mutu kualitas udara yang disyaratkan dalam peraturan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia.

Jenis polutan yang harus dikelola dampaknya adalah Karbon Monoksida (CO), Nitrit Oksida (NO_x) dan Timbal/Timah (Pb) serta Asap/Smog (S). Potensi gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh kadar polutan tersebut antara lain gangguan sistem pernapasan (bronchitis, pneumonia), mual/pusing, kehilangan keseimbangan dan kanker.

Selain mengganggu kesehatan, secara teoritis CO ternyata berpotensi menjadi pemicu dan/atau penyebab peningkatan resiko kecelakaan karena serapan CO dalam kadar 30 ppm selama 8 jam per hari dapat menimbulkan gangguan psikologis (emosional) dan gangguan keseimbangan (sistem kontrol syaraf pengemudi).

Rekomendasi Strategi dan Teknik Penanganannya

Dengan demikian strategi yang diperlukan untuk pengelolaannya adalah melalui penancangan program *environmental sustainable transport/EST* sebagai kerangka kebijakan makro yang kiranya sudah harus mulai diimplementasikan secara berkelanjutan. Strategi dasar yang dipakai dalam upaya pengelolaan dampak polutan secara berkelanjutan dimaksud adalah melalui:

1. Pengendalian pada sumber pencemar
2. Pengendalian pada penerima polutan (recipient)
3. Pengendalian kualitas lingkungan di lokasi tercemar

Dengan strategi dasar tersebut, selanjutnya ditetapkan teknik pengelolaan yang sesuai untuk tiap strategi dimaksud sebagai berikut:

Teknik pengendalian dan/atau penanganan adalah dengan:

1. Teknik pengendalian polutan pada sumber pencemar:
Pengurangan dan/atau pembatasan volume lalu lintas, yaitu antara lain dengan cara dispersi lokasi aktivitas sosial-ekonomi skala menengah-besar ke koridor perkotaan lainnya (pendekatan tata guna lahan dan aspek perijinan pembangunan).
Pemeriksaan dan/atau pemeliharaan kendaraan melalui pengontrolan emisi gas dan partikel dari knalpot kendaraan bermotor sesuai standar yang ditetapkan, yang dimaksudkan untuk pengontrolan kinerja mesin kendaraan secara teratur dan berkesinambungan.
Pembatasan operasi kendaraan bermesin tua, khususnya kendaraan angkutan umum karena bersifat comuter
2. Teknik pengendalian polutan pada penerima cemaran
Kelompok masyarakat yang secara rutin selalu berinteraksi/beraktivitas di sepanjang tepi jalan perkotaan (khususnya di ruas jalan dengan volume lalu lintas tinggi) agar membatasi durasi aktivitasnya di saat periode jam puncak,
Penggunaan masker penutup hidung bila harus beraktivitas di sekitar tepi jalan dimaksud dalam durasi 3-8 jam per hari.
3. Teknik pengendalian kualitas lingkungan di lokasi tercemar
Waktu tinggal CO dalam atmosfer adalah 4 bulan dan dapat dioksidasi menjadi CO₂. Mikroorganisma tanah merupakan bahan yang dapat menghilangkan CO dari udara. CO sebesar 120 ppm dapat dihilangkan dalam waktu 3 jam dengan cara mengontakkannya dengan 2,8 kg tanah. Oleh karena itu, setiap pekarangan bangunan di sepanjang koridor ramai lalu lintas agar menyisakan sebagian lahan pekarangannya dalam bentuk taman terbuka (membatasi lantainisasi halaman rumah/bangunan).

Penanaman vegetasi meliputi aspek pengaturan jenis, jumlah dan kerapatan vegetasi reduktor polutan di sepanjang tepi koridor ramai lalu lintas

4. Secara kelembagaan, suatu kebijakan harus didukung oleh kebijakan lainnya (kebijakan ikutan) sehingga secara kumulatif dampak atau manfaat dari tiap kebijakan dapat saling bersinergi (saling memperkuat manfaat). Oleh karena itu, pembatasan volume melalui teknik dispersi lokasi aktivitas hendaknya didukung oleh kebijakan penghijauan rumija perkotaan sedemikian sehingga kadar polutan dapat diasimilasi baik oleh .vegetasi maupun oleh tanah (khusus bagi polutan CO). Program ril yang hendaknya segera dijalankan oleh Pemkot Kupang adalah menyediakan mekanisme implementasi larangan lantainisasi halaman/pekarangan disertai kewajiban penanaman vegetasi dan penyediaan pekarangan terbuka sehingga mikroorganisma tanah dapat menyerap kadar CO, lengkap dengan mekanisme peneanaan sanksi atas pelanggaran.

Saran

Penelitian ini belum memperhitungkan pengaruh kerapatan dan/atau ketinggian bangunan terhadap konsentrasi polutan di suatu koridor, padahal kerapatan bangunan dapat memengaruhi durasi konsentrasi polutan di suatu area akibat perbedaan berat jenis sejumlah polutan terhadap berat jenis udara di sekitarnya.

Percepatan upaya realisasi program EST agar dilaksanakan melalui program pengabdian pada masyarakat secara swadaya dan/atau semi swadaya, tanpa harus menunggu alokasi pembiayaan atau kebijakan khusus dari pemerintah maupun kebijakan normatif sejenis lainnya, karena tanggungjawab lingkungan adalah tanggungjawab bersama, terlebih masyarakat pada hakekatnya adalah merupakan kelompok pencemar lingkungan itu sendiri pada saat masyarakat tidak menggunakan sarana transportasi secara bijaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A. A. 2008. **Rekayasa Lalu Lintas**. Edisi Revisi. Malang: UMM Press.
- da Costa. D.G.N. 2012. **Analisis Resiko Kecelakaan Pengguna Sepeda Motor**. Simposium Internasional Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi ke-15, Sekolah Tinggi Transportasi Darat. Bekasi: *Proceeding* FSTP16
- da Costa. D.G.N. 2013. **Identifikasi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas**. Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Unika Widya Mandira. Kupang. (Tidak dipublikasikan).
- da Costa. D.G.N. 2014. **Identifikasi Tingkat Pencemaran Udara Akibat Aktivitas Transportasi**. Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Unika Widya Mandira. Kupang. (Tidak dipublikasikan).
- Departemen Perhubungan. 1988. **Sistem Transportasi Kota**. Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. Jakarta.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 554/MENLH/10/1997 tentang **Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)**. Jakarta.
- Keputusan Kepala BAPEDAL Nomor: Kep.107-/KABAPEDAL/11/1997 tentang **Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan serta Informasi ISPU**. Jakarta.
- Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor: Kep-02/MNEKLH/I/1988. **Lampiran Nomor 18 tentang Tingkat Kebisingan**

Maksimum yang Diijinkan. Kementrian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Jakarta

- Kusnoputranto. 2000. Soemirat. 2002. Fardiaz. 1992. **Dampak Partikulat terhadap Kesehatan.** <http://putra.prabu.wordpress.com>.
- Malkamah, S. 1993. **Kecepatan Kendaraan Optimal yang Menghasilkan Tingkat Kebisingan Minimal.** Forum Teknik, Jilid 17 Nomor Gabungan, Edisi Oktober 1993. Yogyakarta: Fak. Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Malkamah, S. 1994. **Pengaruh Jarak pada Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Jalan Raya.** Forum Teknik Sipil, Jilid 17 Nomor III, Edisi 1 Desember 1994, ISSN 0854-1116, Yogyakarta: Fak. Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Pemerintah Republik Indonesia. 1999. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang **Baku Mutu Udara Ambien.** Jakarta
- PT. Nusa Bahana Niaga. 2014. **Dokumen ANDAL dan RKL/RPL Rencana Pembangunan Kupang Mixed Used Develoment.** Tim Teknis Komisi Penilai AMDAL Provinsi NTT-BLHD Provinsi NTT. Kupang (*unpublished*)
- Saputra. Y. E. 2009. **Karbon Monoksida dan Dampaknya terhadap Kesehatan.** <http://www.chem.is.try.org>.