

ANALISIS DAMPAK PELAKSANAAN CAR FREE DAY DI KOTA DENPASAR**Studi kasus: Jalan Raya Puputan Niti Mandala Renon**Ni Putu Decy Arwini¹, I N. Widana Negara², I P. Alit Suthanaya²

Abstrak: Kawasan Renon merupakan pusat pemerintahan Provinsi Bali dan pada ruas jalan ini setiap hari minggu dilakukan kegiatan *Car Free Day* sebagai salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran udara maupun suara yang terjadi. Perhitungan yang dilakukan adalah kinerja ruas jalan, tingkat pencemaran udara dan tingkat kebisingan. Perhitungan tingkat pencemaran udara dan kebisingan dilakukan untuk 2 kondisi yaitu pada saat *Car Free Day* dan pada hari biasa.

Dari hasil perhitungan kinerja ruas jalan, diperoleh bahwa kapasitas jalan sebesar 4.110 smp/jam dengan derajat kejenuhan 0,8. Tingkat Pelayanan Jalan berada pada kategori D dimana arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih dapat di tolerir namun sangat terpengaruh oleh kondisi arus lalu lintas. Pengukuran terhadap tingkat pencemaran udara memperlihatkan bahwa dari enam parameter yang diujikan secara keseluruhan masih berada dibawah baku mutu yang diijinkan dengan kategori baik dan sedang. Peningkatan prosentase parameter antara hari kerja dengan pada saat *Car Free Day* yaitu Sulfur dioksida (SO₂) meningkat 6,87%, Nitrogen dioksida meningkat 36,35%, Karbon monoksida meningkat 366,25%, debu total meningkat 599,95 dan oksidan meningkat 28,57%. Kebisingan yang terjadi pada saat pelaksanaan *Car Free Day* menunjukkan angka rata-rata 61,65 dB(A) sedangkan tingkat kebisingan rata-rata pada hari kerja menunjukkan angka 72,77 dB(A). Kebisingan maksimal terjadi pada pagi hari baik untuk hari minggu saat dilaksanakannya program *Car Free Day* maupun pada hari kerja yaitu pada pukul 07.30 WITA sampai pukul 07.45 WITA. Peningkatan kebisingan yang terjadi antara dilaksanakannya program *Car Free Day* dengan hari biasa adalah sebesar 19,17%.

Kata kunci: Pencemaran udara, kebisingan, kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan

IMPACT ANALYSIS OF CAR FREE DAY IN DENPASAR**Case Study : Raya Puputan Niti Mandala Road**

Abstract: Renon area is the center of the government system of Bali province. As one of the main street in Denpasar city, this street can represent the characteristics of Denpasar city which is the *Car Free Day* was held in in every Sunday morning in this street, as a simple way to reduce the air pollution and noise. The calculation in this journal is road performance, air pollution and noise level for 2 condition that is in *Car Free Day* and in working day.

From the calculation result of road performance, the capacity of the street is 4.110 pcu/hour with degree of saturation is 0,8. The level of street service is on D category where the flow is almost unstable with high volume of traffic. The traffic volume is mostly reached the capacity and delay is frequently occur in this street. The measurement process of the level of air pollution showed that from six parameter which tested were over all are still under the standard quality which is allowed as good and medium category. The Sulfur dioksida (SO₂) which was measured in busy day showed the improvement about 6,78% from the measurement which is done in *Car Free Day*. The nitrogen dioksida showed the improvement for about 36,35% , the carbon monoksida also showed the improvement for about 366,25%, the total dust had the greatest improvement for about 599,95% or six time greater rather than the level of total dust in *Car Free Day*. In the other hand, oxidant showed the improvement for about 28,75%. The noises which occurred in *Car Free Day* showed the average level of dB(A) is 61,65 whereas in workdays showed 72,77 dB(A). At 07.30 until 07.45 in the morning , the maximum level of noises occurs in *Car Free Day* and in work day. The noises improvement which occurred when the *Car Free Day* was held with workday is about 19,17%.

Key words: air pollution, the noises, capacity, degree of saturation , speed

¹ Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Udayana

² Staf Pengajar Program Magister, PS Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Udayana

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Emisi gas buang yang dihasilkan oleh setiap kendaraan menjadi sumber polusi utama yaitu sekitar 70% dari seluruh penyebab pencemaran udara di perkotaan.

Dampak lain yang disebabkan oleh transportasi adalah kebisingan. Kendaraan bermotor seringkali dimodifikasi sehingga menghasilkan suara yang melebihi batas kebisingan yang diijinkan sehingga mengganggu kenyamanan lingkungan sekitarnya.

Pemerintah Kota Denpasar juga telah ikut berpartisipasi dalam upaya menjaga dan meningkatkan kualitas lingkungan di Kota Denpasar dengan mencanangkan *Car Free Day* Kota Denpasar pada tanggal 15 Agustus 2009 dan pelaksanaan pertama dilaksanakan pada keesokan harinya yaitu pada tanggal 16 Agustus 2009 dengan lokasi pertama di Lapangan Puputan Badung di depan Museum Bali. Namun untuk selanjutnya dilaksanakan di seputar Lapangan Puputan Margarana Renon Denpasar. Pelaksanaan *Car Free Day* ini dimulai pukul 07.00 WITA sampai 10.00 WITA.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, dapat disusun tujuan penelitian ini, meliputi:

1. Bagaimanakah kinerja ruas Jalan Raya Puputan Niti Mandala Renon pada saat ini (meliputi kapasitas ruas jalan, derajat kejenuhan, dan kecepatan)?
2. Bagaimanakah tingkat polusi udara dan kebisingan pada ruas jalan tersebut serta berapa besar perbedaan tingkat polusi udara dan tingkat kebisingan antara saat pelaksanaan *Car Free Day* maupun hari biasa?
3. Bagaimanakah model hubungan kebisingan dengan volume lalu lintas dan model hubungan kebisingan dengan kecepatan lalu lintas pada ruas jalan tersebut?

KAJIAN PUSTAKA

Kinerja Ruas Jalan

Perhitungan kinerja ruas jalan meliputi perhitungan terhadap kapasitas (C), derajat kejenuhan (DS), kecepatan (V). Segmen jalan yang menjadi obyek penelitian adalah segmen pada ruas Jalan Raya Puputan Niti Mandala Renon Denpasar.

Perhitungan kecepatan arus bebas kendaraan ringan

Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata teoretis (km/jam) lalu lintas pada kerapatan sama dengan nol yaitu tidak ada kendaraan yang lewat. Perhitungan kecepatan arus bebas ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$FV = (FV_0 + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \dots \dots \dots (1)$$

Perhitungan kapasitas

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu (geometrik, distribusi arah dan komposisi lalu lintas). Kapasitas dinyatakan dalam satuan smp/jam. Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas sesuai dengan MKJI adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \dots \dots \dots (2)$$

Perhitungan derajat kejenuhan (*degree of saturation*)

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus terhadap kapasitas, dimana derajat kejenuhan digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan (Departemen Pekerjaan Umum, 1997).

Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$DS = Q/C \dots \dots \dots (3)$$

Perhitungan kecepatan

Dalam MKJI, analisis kecepatan menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena mudah dimengerti dan mudah diukur. Kecepatan tempuh yang dimaksud disini adalah kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$V = \frac{L}{TT} \dots \dots \dots (4)$$

Pencemaran Udara

Pencemaran udara dapat di definisikan sebagai kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan atau merusak properti. Gas-gas yang terkandung dalam emisi gas buang kendaraan inilah yang membahayakan kesehatan manusia terutama kesehatan saluran pernafasan.

Dalam perhitungan tingkat pencemaran udara, dikenal istilah Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) yaitu angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi kualitas udara ambien di lokasi dan waktu tertentu yang didasarkan pada

dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya.

Data yang didapat dari hasil survei memiliki satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan dalam ISPU, data yang ditampilkan memiliki satuan SI, jadi hasil yang didapat harus dirubah dulu kedalam satuan SI dengan rumus berikut:

$$I = \frac{Ia - Ib}{Xa - Xb}(Xx - Xb) + Ib \dots \dots \dots (5)$$

Kebisingan

Yang dimaksud dengan kebisingan disini adalah sama dengan polusi suara. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996 yang dimaksud dengan kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Sedangkan baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Analisis data untuk tingkat kebisingan dilakukan dengan metode tingkat kebisingan sinambung setara (Leq). Metode tingkat kebisingan sinambung setara (Leq) berperan dalam penentuan nilai tingkat kebisingan yang berubah-ubah (fluktuatif) dan terjadi dalam suatu interval waktu tertentu (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996).

$$Leq = 10 \log \frac{1}{nt} \sum nk. 10^{0.1 Lk} \dots \dots \dots (6)$$

Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan terutama untuk tujuan peramalan, dimana dalam model tersebut ada sebuah variabel yang bersifat dependen (tergantung) dan variabel yang bersifat independen (bebas). Dalam jurnal ini selanjutnya akan menggunakan analisis regresi berganda. Secara matematis, rumus persamaan garis regresi ganda dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \dots \dots \dots (7)$$

Dengan konstanta a dan koefisien-koefisien $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ dapat ditaksir berdasarkan n buah pasang data $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ dan Y (Nurgiantoro et al, 2004).

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Dalam perencanaan terhadap segala kegiatan, ada suatu cara atau metode yang akan digunakan agar hasil yang diinginkan, dapat dicapai dengan lebih efektif, efisien, dan tepat sasaran. Dengan

menggunakan metode yang tepat, maka setiap kegiatan akan menjadi lebih terencana terutama dalam penggunaan waktu, tenaga, dan biaya.

Lokasi penelitian

Pengambilan sampel dilakukan pada satu titik sepanjang rute *Car Free Day*. Titik yang dipilih sebagai tempat untuk melakukan survei pencemaran udara maupun kebisingan adalah di depan Monumen Perjuangan Rakyat Bali Bajra Sandi Denpasar.

Waktu penelitian

Pengambilan data pada lokasi pengambilan sampel udara dan pengukuran kebisingan dilakukan selama rentang waktu pelaksanaan *Car Free Day* pada titik yang telah ditentukan dan pada satu hari kerja selama 12 jam dan pada rentang waktu pelaksanaan *Car Free Day* untuk membandingkan hasil yang didapat. Pengambilan data dilakukan selama 4 jam mulai dari pukul 06.00 WITA sampai pukul 10.00 WITA. Waktu pelaksanaan survei adalah Tanggal 8 Mei 2011 untuk survei pada saat *Car Free Day* dan Tanggal 9 Mei 2011 untuk survei yang mewakili hari kerja.

Metode Pengumpulan Data

Ada dua macam data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder didapat dari literatur-literatur yang menunjang penelitian ini. Sedangkan untuk data primer didapat dari survei yang dilakukan dilapangan dan pengolahan data di laboratorium. Data primer yang dicari melalui survei antara lain data volume dan kecepatan lalu lintas, kadar parameter pencemar udara, dan tingkat kebisingan. Survei lalu lintas dan kebisingan dilakukan dengan menggunakan video kamera sedangkan survei pencemaran udara menggunakan instrument yang telah dipersiapkan oleh Hiperkes Denpasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang akan dianalisis dan dibahas terdiri dari empat bagian yaitu analisis kinerja ruas jalan, analisis tingkat kebisingan, analisis tingkat pencemaran udara, serta pemodelan dari volume lalu lintas dan kecepatan lalu lintas pada segmen jalan tempat pelaksanaan survei.

Analisis Kinerja Ruas Jalan Geometrik Jalan

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengamatan visual secara langsung dilapangan, diperoleh bahwa lebar Jalan Raya Puputan Niti Mandala Renon

Denpasar adalah 9 meter dengan 3 lajur dimana masing-masing lajur memiliki lebar yang sama yaitu 3 meter. Jalan memiliki bahu dengan lebar yang sama yaitu masing-masing 1 meter. Jalan Raya Puputan Niti Mandala Renon Denpasar merupakan jalan 3/1 UD yang menghubungkan antara pusat wisata Sanur dengan pusat Kota Denpasar.

Volume lalu lintas

Survei volume lalu lintas dilakukan pada Hari Senin Tanggal 9 Mei 2011 selama 12 jam. Selama 12 jam pelaksanaan survei yaitu mulai dari pukul 06.00 WITA sampai pukul 18.00 WITA ruas Jalan Raya Puputan Niti Mandala Renon Denpasar dilewati oleh 51.642 kendaraan dengan klasifikasi sepeda motor sebanyak 37.089 kendaraan, kendaraan ringan sebanyak 13.879 kendaraan dan kendaraan berat sebanyak 674 kendaraan.

Hambatan samping

Survei hambatan samping di lakukan sepanjang segmen jalan selama jam puncak pagi. Tipe kejadian digolongkan antara lain, jumlah pejalan kaki berjalan atau menyeberang sepanjang segmen jalan (PED/*Pedestrian*), jumlah kendaraan berhenti atau parkir (PSV/*Parking and Slow Vehicles*), jumlah kendaraan bermotor yang masuk dan keluar dari samping jalan (EEV/*Entry and Exit Vehicles*), dan arus kendaraan yang bergerak lambat (SMV/*Slow Moving Vehicles*).

Dalam penentuan kelas hambatan samping, dilakukan perhitungan frekuensi bobot tiap kejadian. Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa kelas hambatan samping pada segmen jalan tersebut termasuk dalam kategori sangat rendah (*very low*).

Tabel 4 Penentuan frekuensi kejadian hambatan samping

No	Tipe kejadian hambatan samping	Faktor bobot	Frekuensi kejadian	Frekuensi bobot
1	Pejalan kaki (PED)	0,5	32	16
2	Parkir, kendaraan berhenti (PSV)	1,0	18	18
3	Kendaraan masuk+keluar (EEV)	0,7	52	36
4	Kendaraan lambat (SMV)	0,4	10	4
Total				74

Sumber : Hasil analisis, 2012

Data jumlah penduduk

Data jumlah penduduk Kota Denpasar diperoleh dari Situs Resmi Pemerintah Kota Denpasar untuk tahun 2011 adalah sebesar 788.445 jiwa.

Kondisi pencemaran udara

Dalam analisis pencemaran udara, akan dibahas mengenai kadar parameter pencemar udara yang nilainya diperoleh dengan melakukan survei pengambilan sampel udara pada lokasi survei selama dua hari dengan waktu pengambilan sampel selama 1 jam.

Survei terhadap pencemaran udara juga dilakukan pada ruas Jalan Raya Puputan Niti Mandala Renon Denpasar. Survei dilakukan pada saat bersamaan dengan survei kebisingan namun hanya dilakukan selama 1 jam per hari. Pada Hari Minggu, 8 Mei 2011, survei dilakukan mulai pukul 07.30 WITA sampai pukul 08.30 WITA dan untuk Hari Senin, 9 Mei 2011 survei dilakukan pada pukul 07.00 WITA sampai pukul 08.00 WITA. Dari survei tersebut didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 5 Hasil survei pencemaran udara

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian	
			I	II
1	Sulfur dioksida (SO2)	µg/m³	69,744	74,53
2	Nitrogen dioksida (NO2)	µg/m³	54,359	74,118
3	Carbon monoksida (CO)	µg/m³	1,6	7,46
4	Debu Total	µg/m³	13,889	97,222
5	Timbal	µg/m³	ttd	0,592
6	Oksidan (Ox)	µg/m³	105	135

Sumber: Hasil Survei, 2011

Kebisingan Lalu Lintas

Analisis kebisingan dibedakan kedalam dua kelompok sesuai dengan survei yang telah dilakukan yaitu analisis kebisingan berdasarkan data yang diperoleh saat pelaksanaan *Car Free Day* dan analisis kebisingan berdasarkan data yang diperoleh pada satu hari biasa. Survei telah dilakukan pada Hari Minggu, 8 Mei 2011 untuk mendapatkan data kebisingan saat pelaksanaan *Car Free Day* yang dilaksanakan selama 4 jam dan survei untuk mendapatkan data kebisingan pada hari biasa telah dilaksanakan pada keesokan harinya yaitu pada Hari Senin, 9 Mei 2011 yang dilaksanakan selama 12 jam. Data kebisingan yang didapat merupakan data kebisingan tiap detiknya sehingga untuk data kebisingan saat pelaksanaan *Car Free Day* total diperoleh sebanyak 14.400 data sedangkan data kebisingan untuk hari biasa total diperoleh sebanyak 43.200 data.

Volume jam puncak

Dari hasil survei volume lalu lintas ini diperoleh 3 volume jam puncak yaitu jam puncak pagi, jam puncak siang dan jam puncak sore. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3 Analisis Jam Puncak

Waktu	Jenis Kendaraan						Volume Jam Puncak	
	MC		LV		HV		kend/jam	smp/jam
	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam		
07.15-08.15	4678	1871.2	1318	1318	90	117	6086	3306.2
12.15-13.15	3120	1248	1451	1451	51	66.3	4622	2765.3
17.00-18.00	3453	1381.2	1168	1168	52	67.6	4673	2616.8

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan

Langkah perhitungan kecepatan arus bebas terdiri dari penentuan nilai kecepatan arus bebas dasar yang disesuaikan dengan kondisi ruas jalan dan beberapa nilai penyesuaian. Nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Perhitungan Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan

FV ₀	FV _w	FV ₀ + FV _w	Faktor Penyesuaian		FV
			FFV _{SF}	FFV _{CS}	
61	-4	57	1,01	0,95	54,69

Sumber: Hasil Analisis, 2012

Kapasitas ruas jalan

Dalam perhitungan kapasitas ruas jalan, langkah-langkah perhitungannya adalah menentukan nilai-nilai yang dijadikan dasar dalam perhitungan kapasitas yaitu nilai kapasitas dasar dan beberapa nilai faktor penyesuaian. Proses perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Perhitungan Kapasitas

C ₀	Faktor Penyesuaian				C
	FC _w	FC _{SP}	FC _{SF}	FC _{CS}	
4950	0,92	1,00	0,96	0,94	4109,53

Sumber: Hasil Analisis, 2012

Derajat kejenuhan, Kecepatan dan Waktu tempuh

Setelah didapat nilai kapasitas, maka selanjutnya adalah analisis perilaku lalu lintas yaitu derajat kejenuhan, kecepatan dan waktu tempuh. Derajat kejenuhan merupakan rasio arus terhadap kapasitas dimana derajat kejenuhan digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan.

Derajat Kejenuhan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$DS = \frac{Q}{C}$$

$$= \frac{3306}{4110} = 0,80$$

Dengan menggunakan Grafik D-2:2 MKJI untuk jalan banyak lajur ataupun untuk jalan satu arah, maka di dapatkan bahwa kecepatan pada ruas segmen jalan adalah 34 km/jam.

Dengan panjang segmen yang digunakan sebagai tempat survei yaitu 90 meter maka dapat dihitung waktu tempuh (TT) pada segmen jalan tersebut yaitu 0,003 jam atau kurang lebih sekitar 9,53 detik.

Kecepatan rata-rata lalu lintas

Dari sampel kecepatan yang diambil per lima belas menit di rata-ratakan sehingga kemudian diperoleh hasil seperti yang terlihat pada Tabel 7.

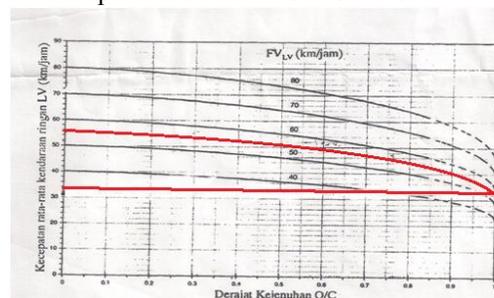
Tabel 7 Kecepatan Rata-rata Lalu Lintas Pada Jam Puncak

waktu (15 menit)	Kecepatan (km/jam)		
	MC	LV	HV
07.15-07.30	26,99	22,56	9,64
07.30-07.45	23,84	21,62	17,13
07.45-08.00	25,11	16,82	17,02
08.00-08.15	23,30	22,27	14,22
total	99,24	83,27	58,01
rata-rata	24,81	20,82	14,50

Sumber: Hasil analisis, 2012

Tingkat pelayanan jalan (Level of Service)

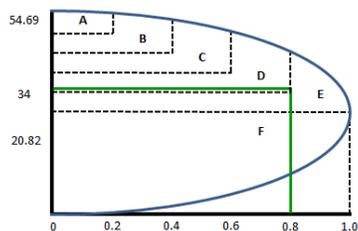
Dalam penentuan tingkat pelayanan jalan, yang menjadi patokan adalah derajat kejenuhan, kecepatan arus bebas kendaraan ringan dan kecepatan tempuh. Selengkapnya untuk penentuan tingkat pelayanan jalan ini dapat dilihat dalam Gambar 1 berikut:



Gambar 1 Penentuan Tingkat Pelayanan Jalan
Sumber: Hasil Analisis, 2012

Dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,80 berarti ruas Jalan Raya Puputan Niti Mandala Renon Denpasar termasuk dalam katagori D dimana arus dipaksakan, kecepatan rendah dan volume hampir

mencapai kapasitas. Kecepatan kendaraan mendekati tidak stabil tetapi kecepatan masih dapat dikendalikan. Kondisi ini dapat dilihat dengan lebih jelas pada gambar berikut:



Gambar 2 Tingkat Pelayanan Jalan
Sumber: Hasil analisis, 2012

Analisis Pencemaran Udara

Baku mutu yang digunakan sebagai pembanding adalah Keputusan Kepala Bapedal tentang Perhitungan dan Pelaporan serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara. Data yang diperoleh dari Hiperkes tersebut diinterpolasi terlebih dahulu kedalam nilai ISPU sehingga kandungan gas pencemar dapat diketahui oleh masyarakat dalam bentuk warna. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 8 Analisis Kadar Pencemar Udara pada saat *Car Free Day*

Parameter	Ia	Ib	Xa	Xb	Xx	Hasil
SO ₂	100	50	365	80	69,74	39,92
NO ₂	*	*	*	*	54,36	*
CO	200	100	17	10	1,6	*
PM ₁₀	100	50	150	50	13,89	31,94
O _x	100	50	235	120	105	43,48

Sumber: Hasil Analisis, 2012

* tidak termasuk dalam rentang nilai perhitungan Sedangkan hasil analisis data hasil interpolasi data pencemaran lingkungan pada hari biasa ditunjukkan oleh Tabel 9 berikut:

Tabel 9 Analisis Data Kadar Pencemar Udara pada saat hari biasa

Parameter	Ia	Ib	Xa	Xb	Xx	Hasil
SO ₂	100	50	365	80	74,53	49,04
NO ₂	*	*	*	*	74,12	*
CO	200	100	17	10	7,46	74,6
PM ₁₀	100	50	150	50	97,22	73,61
O _x	100	50	235	120	135	56,52

Sumber: Hasil analisis, 2012

Analisis pencemaran udara dilakukan terhadap dua data yang telah diperoleh yaitu analisis

pencemaran udara berdasarkan sampel udara yang telah diambil di lokasi survei pada saat pelaksanaan program *Car Free Day* dan pada saat hari biasa. Hasil yang diperoleh dapat disajikan dalam bentuk tabel berikut:

Tabel 9 Hasil analisis pencemaran udara

Parameter	<i>Car Free Day</i> (µg/m ³) (8 Mei 2011)	Hari biasa (µg/m ³) (9 Mei 2011)	Selisih (µg/m ³)
SO ₂	69,74	74,53	4,79
NO ₂	54,36	74,12	19,76
CO	1,6	7,46	5,86
PM ₁₀	13,89	97,22	83,33
O _x	105	135	30

Sumber: Hasil analisis, 2012

Keterangan:

Warna hijau termasuk dalam kategori baik
Warna biru termasuk dalam kategori sedang

Hasil pengukuran pencemaran udara di lokasi survei menunjukkan bahwa terjadi peningkatan yang drastis untuk beberapa parameter pencemaran udara antara sampel yang diambil pada saat pelaksanaan *Car Free Day* dengan sampel yang diambil pada hari kerja. Sulfur dioksida mengalami peningkatan sebanyak 6,87%, nitrogen dioksida mengalami peningkatan sebesar 36,35%, karbon monoksida mengalami peningkatan sebesar 366,25%, PM₁₀ mengalami peningkatan hampir 600%, dan Oksidan mengalami peningkatan sebesar 28,57%.

Analisis Data Kebisingan

Pengolahan data dilakukan untuk setiap data per lima belas menit yang telah didapat berdasarkan hasil survei. Maka akan didapatkan total 64 nilai Leq yang terdiri dari 16 nilai Leq untuk survei hari pertama pada saat pelaksanaan *Car Free Day*, dan 48 nilai Leq untuk survei hari kedua yaitu pada hari kerja.

Kebisingan pada saat *Car Free Day*

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dengan menggunakan data hasil survei kemudian direkapitulasi kedalam Tabel 10 berikut:

Tabel 10 Nilai Leq Pada Saat Car Free Day

No	Waktu	Leq	No	Waktu	Leq
1	06.00-06.15	65,0	9	08.00-08.15	62,2
2	06.15-06.30	64,3	10	08.15-08.30	59,1
3	06.30-06.45	62,4	11	08.30-08.45	59,1
4	06.45-07.00	63,5	12	08.45-09.00	59,1
5	07.00-07.15	62,5	13	09.00-09.15	58,0
6	07.15-07.30	62,4	14	09.15-09.30	61,4
7	07.30-07.45	66,9	15	09.30-09.45	59,9
8	07.45-08.00	62,1	16	09.45-10.00	58,5

Sumber: Hasil analisis, 2012

Kebisingan pada saat hari biasa

Sedangkan untuk survei hari kedua yaitu Tanggal 9 Mei 2011 untuk hari biasa, hasil perhitungan nilai Leq dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 11 Nilai Leq pada hari biasa

No	waktu	Leq	No	waktu	Leq
1	06.00-16.15	80.50	1	12.00-12.15	72.00
2	06.15-06.30	73.10	2	12.15-12.30	71.20
3	06.30-06.45	73.30	3	12.30-12.45	70.80
4	06.45-07.00	73.50	4	12.45-13.00	70.40
5	07.00-07.15	74.00	5	13.00-13.15	71.80
6	07.15-07.30	73.10	6	13.15-13.30	71.90
7	07.30-07.45	73.50	7	13.30-13.45	72.20
8	07.45-08.00	73.60	8	13.45-14.00	73.90
9	08.00-08.15	75.40	9	14.00-14.15	71.90
10	08.15-08.30	73.90	10	14.15-14.30	71.90
11	08.30-08.45	72.80	11	14.30-14.45	71.80
12	08.45-09.00	72.30	12	14.45-15.00	72.60
13	09.00-09.15	75.40	13	15.00-15.15	73.30
14	09.15-09.30	74.80	14	15.15-15.30	74.40
15	09.30-09.45	72.60	15	15.30-15.45	72.40
16	09.45-10.00	73.30	16	15.45-16.00	72.60
17	10.00-10.15	72.40	17	16.00-16.15	74.90
18	10.15-10.30	72.50	18	16.15-16.30	72.80
19	10.30-10.45	72.80	19	16.30-16.45	72.50
20	10.45-11.00	72.30	20	16.45-17.00	72.60
21	11.00-11.15	70.80	21	17.00-17.15	72.60
22	11.15-11.30	72.30	22	17.15-17.30	71.90
23	11.30-11.45	77.30	23	17.30-17.45	67.00
24	11.45-12.00	71.40	24	17.45-18.00	71.80

Sumber: Hasil analisis, 2012

Nilai Leq tertinggi untuk survei yang dilakukan pada saat pelaksanaan Car Free Day, yaitu 66,9 dB(A) dan nilai Leq terendah yaitu 58,5 dB(A). Rata-rata Leq pada saat Car Free Day yaitu 61,65 dB(A). Nilai Leq tertinggi untuk survei yang dilakukan pada hari kerja adalah 78,60 dB(A) Sedangkan nilai Leq terendah adalah 70,60 dB(A). Nilai Leq rata-rata yang diperoleh pada survei hari kedua ini adalah 72,77 dB(A). Bila dibandingkan dengan baku mutu kebisingan yaitu 50 dB(A) untuk ruang terbuka hijau dan 65 dB(A) untuk perkantoran dan perdagangan maka dengan nilai kebisingan rata-rata 61,65 dB(A)

untuk survei hari pertama masih berada dibawah baku mutu untuk perdagangan dan perkantoran namun diatas baku mutu untuk ruang terbuka hijau. Sedangkan untuk survei yang dilakukan pada hari sibuk dengan nilai Leq rata-rata sebesar 72,77 dB(A) menunjukkan bahwa nilai kebisingan yang terjadi berada diatas baku tingkat kebisingan yang diijinkan untuk ruang terbuka hijau maupun untuk perdagangan dan perkantoran. Dari nilai rata-rata yang dihasilkan oleh survei yang dilakukan selama dua hari dengan dua kondisi yang berbeda, terjadi peningkatan kebisingan sebesar 19,17%.

Model Hubungan Kebisingan Dengan Lalu Lintas

Hubungan Kebisingan dan Volume Lalu Lintas

Dari hasil pengolahan data dengan SPSS 17.0 diperoleh nilai rata-rata dari setiap variabel yaitu nilai rata-rata Leq yaitu 72,77, rata-rata volume sepeda motor 772,69, rata-rata volume kendaraan ringan 289,15 dan rata-rata volume kendaraan berat 14,04.

Nilai R square terbesar dimiliki oleh kendaraan berat yaitu 0,458 yang artinya 45,8% dari variasi Leq diakibatkan oleh volume sepeda motor, volume kendaran ringan, dan volume kendaraan berat. Sedangkan sisanya yaitu sebesar 54,2% disebabkan oleh faktor lain.

Tabel Coefficients menunjukkan persamaan regresi yaitu:

$$Y = 70,820 + 0,006 X_1 - 0,013 X_2 + 0,084 X_3 \dots (4.1)$$

Konstanta 70,820 menunjukkan bahwa bila tidak ada kendaraan, tingkat kebisingan yang terjadi sebesar 70,820 dB(A).

Hubungan Kebisingan dan Kecepatan

Dari hasil analisis data pada Lampiran I2 memperlihatkan nilai rata-rata dari setiap variabel yaitu rata-rata dari Leq sebesar 72.7708 dB(A), kecepatan rata-rata sepeda motor adalah 32,9829 km/jam, kecepatan rata-rata kendaraan ringan adalah 29,0013 km/jam dan kecepatan rata-rata dari kendaraan berat adalah 23,4802 km/jam.

Nilai R Square sebesar 0,204 yang artinya bahwa pengaruh kecepatan rata-rata kendaraan ringan terhadap nilai Leq hanya sebesar 20.4% sedangkan sisanya sebesar 79.6% disebabkan oleh faktor lain.

Dari tabel Anova diperoleh data F hitung sebesar 11,806 dengan tingkat signifikansi 0,001. Karena probabilitas jauh lebih kecil dari 0,05 maka model regresi ini dapat digunakan untuk memprediksi nilai Leq.

Selanjutnya adalah persamaan regresi yang dihasilkan yaitu

$$Y = 78,147 - 0,185 X_2 \dots \dots \dots (4.2)$$

Yang bisa dimasukkan kedalam persamaan dengan menggunakan metode Stepwise hanya kecepatan kendaraan ringan, oleh karena itu persamaan yang diperoleh hanya memiliki satu variabel.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari pembahasan dan analisis terhadap data baik itu data primer yang diperoleh langsung melalui survei maupun data sekunder yang diperoleh dari berbagai pihak, maka dapat ditarik kesimpulan atas tesis ini yaitu:

1. Dari hasil pembahasan mengenai kinerja ruas Jalan Raya Puputan Niti Mandala Renon Denpasar menunjukkan bahwa:
 - a. Kecepatan arus bebas kendaraan ringan yang melintasi ruas jalan tersebut adalah 54,69 km/jam.
 - b. Volume lalu lintas saat jam puncak sebesar 3306 smp/jam
 - c. Kapasitas ruas Jalan Raya Puputan Niti Mandala Renon Denpasar adalah 4.110 smp/jam
 - d. Derajat Kejenuhan sebesar 0,80
 - e. Kecepatan tempuh kendaraan yaitu 34 km/jam dengan waktu tempuh 9,53 detik
 - f. Tingkat Pelayanan Jalan termasuk dalam kategori D dimana arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas yang tinggi. Kecepatan masih dapat di tolerir namun sangat tergantung pada arus lalu lintas yang terjadi
2. Analisis Pencemaran Udara
Hasil pengukuran pencemaran udara di lokasi survei menunjukkan bahwa terjadi peningkatan yang drastis untuk beberapa parameter pencemaran udara antara sampel yang diambil pada saat pelaksanaan *Car Free Day* dengan sampel yang diambil pada hari kerja. Sulfur dioksida mengalami peningkatan sebanyak 6,87%, nitrogen dioksida mengalami peningkatan sebesar 36,35%, karbon monoksida mengalami peningkatan sebesar 366,25%, PM_{10} mengalami peningkatan hampir 600%, dan Oksidan mengalami peningkatan sebesar 28,57%.
3. Analisis Kebisingan
 - a. Nilai Leq tertinggi untuk survei yang dilakukan pada saat pelaksanaan *Car Free Day*, yaitu Minggu, 8 Mei 2011 terjadi pada pukul 07.30 WITA sampai pukul 07.45 WITA sebesar 66,9 dB(A) dan nilai Leq terendah terjadi pada rentang waktu pukul 09.45 WITA sampai pukul 09.00 WITA sampai 09.15

WITA sebesar 58,5 dB(A). Rata-rata kebisingan pada survei ini adalah sebesar 61,65 dB(A).

- b. Nilai Leq tertinggi untuk survei yang dilakukan pada hari kerja yaitu Senin, 9 Mei 2011 adalah 78,60 yang terjadi pada rentang waktu 07.30 WITA sampai 07.45 WITA. Sedangkan nilai Leq terendah terjadi pada rentang waktu 12.45 WITA sampai 13.00 WITA yaitu sebesar 70,60 dB(A). Nilai Leq rata-rata yang diperoleh pada survei hari kedua ini adalah sebesar 72,77 dB(A).
 - c. Bila dibandingkan dengan baku mutu kebisingan yaitu 50 dB(A) untuk ruang terbuka hijau dan 65 dB(A) untuk perkantoran dan perdagangan maka dengan nilai kebisingan rata-rata 61,65 dB(A) untuk survei hari pertama masih berada dibawah baku mutu untuk perdagangan dan perkantoran namun diatas baku mutu untuk ruang terbuka hijau. Sedangkan untuk survei yang dilakukan pada hari sibuk dengan nilai Leq rata-rata sebesar 72,77 dB(A) menunjukkan bahwa nilai kebisingan yang terjadi berada diatas baku tingkat kebisingan yang diijinkan untuk ruang terbuka hijau maupun untuk perdagangan dan perkantoran.
 - d. Dari nilai rata-rata yang dihasilkan oleh survei yang dilakukan selama dua hari dengan dua kondisi yang berbeda, terjadi peningkatan kebisingan sebesar 19,17%.
4. Dengan menggunakan bantuan Program SPSS 17.0 maka diperoleh dua persamaan yaitu:
 - a. Hubungan antara Leq dengan volume lalu lintas

$$Y = 70,820 + 0,006 X_1 - 0,013 X_2 + 0,0084 X_3$$
 $(R^2 = 0,458)$
 - b. Hubungan antara Leq dengan kecepatan

$$Y = 79,077 - 0,217 X_2$$
 $(R^2 = 0,204)$

Saran

Dari kesimpulan yang telah diperoleh diatas, dapat disarankan beberapa hal berikut:

1. Mengingat volume lalu lintas pada ruas Jalan Raya Puputan pada saat jam puncak cukup besar yaitu 4.110 smp/jam maka perlu dikaji lebih lanjut dampak pengalihan arus lalu lintas ke ruas jalan di sekitarnya.
2. Peningkatan pencemaran udara pada hari biasa berkisar antara 6,87% sampai 599,93% sehingga perlu dikaji lebih lanjut dampak yang timbulkan terhadap permukiman di sekitar ruas jalan tempat pengalihan arus lalu lintas.
3. Terdapat kecenderungan bahwa kecepatan berbanding terbalik dengan kebisingan. Untuk

mengurangi kebisingan dapat dilakukan upaya manajemen dan rekayasa lalu lintas untuk memperlancar arus lalu lintas sehingga kecepatan meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.2009. UU No.22 tahun 2009 tentang *Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*.
- Asmaningprojo, A. 1995.*Peranan Akustik dalam Peningkatan Kualitas Lingkungan Hidup dan Produktivitas Kerja*.Proceeding Experimental and Theoretical Mechanics ITB. Bandung.
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. 1997. *Keputusan Kepala Bapedal No.107 tahun 1997 tentangPerhitungan dan Pelaporan serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara*. Jakarta.
- Biro Bina Kependudukan dan Lingkungan Hidup. 1991. *Baku Cara Uji Udara Ambien*. Jawa Timur.
- Budi, S. *SPSS 13.0 Terapan Riset Statistik Parametri*. CV. Andi Offset. Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Darat.1999. *Pedoman Pengumpulan Data Lalu Lintas Jalan*. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. Jakarta.
- Gabriel, J.F. 1996. *Fisika Kedokteran*. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta.
- Juju. 2013. Negara Paling Ramah Lingkungan di Dunia. Senin, 15 April 2013. Available from: URL: <http://jujubandung> Negara Paling Ramah Lingkungan di Dunia.htm.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 1996. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan*. Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 1997. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 15 tahun 1997 tentangProgram Langit Biru*. Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 1997. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 45 tahun 1997 tentang Indeks Standar Pencemar Udara*. Jakarta.
- Kusminingrum, N., Gunawan, G. 2008. *Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Perkotaan Pulau Jawa dan Bali*.Puslitbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. 2012. Data SO₂ (Sulfur dioksida). Available from: URL: <http://dirgantara-lapan.or.id/jizonpolud/htm/SO2.htm>
- Lind, W. 2007.*Teknik-Teknik Statistika Dalam Bisnis Dan Ekonomi Menggunakan Kelompok Data Global*. Jakarta. Bumi Aksara.
- Mukono, H.J. 1997. *Pencemaran Udara dan Pengaruh Terhadap Gangguan Saluran Pernafasan*. Surabaya. AUP.
- Nurgiantoro. 2004. *Statistik Terapan Untuk Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ochoa, C. 2008. In Bogota Car-Free Isn't Pollution Free. February 11, 2008. Available from: URL:<http://TheCityFix.htm>
- Pemerintah Kota Denpasar. 2008. *Status Lingkungan Hidup Kota Denpasar2008*. Denpasar.
- Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 tentang *Pengendalian Pencemaran Udara*
- Puspasari, D. 2012. Desa Ini Paling Bebas Polusi Di Dunia. Kamis, 5 Juli 2012. Available from: URL:<http://detikTravel.com>
- Santoso, S. 2010. *Panduan Lengkap Menguasai Statistik dengan SPSS 17.0*. Kompas Gramedia. Jakarta.
- Suarna.2009. *Permasalahan Kebisingan di Kota Denpasar*.PPLH Universitas Udayana.Denpasar.
- Sulaiman, W. 2004.*Analisis Regresi Menggunakan SPSS*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Tamin, O.Z. 2003. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Edisi Kesatu*.Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Usman. 2006. *Pengantar Statistika*. Jakarta. Bumi Aksara.
- Watkins, L.H. 1981. *Environmental Impact of Roads and Traffic*.Inggris.Applied Science Publishers.