

# Pengaruh Perubahan Inventaris Jalan Terhadap Kualitas Udara (Emisi Gas Buang Kendaraan) Di Jalan Imam Bonjol Denpasar Dengan Pendekatan Mikrosimulasi

Putu Eka Suartawan<sup>1</sup>, Aswin Badarudin Atmajaya<sup>2</sup>, Dwi Wahyu Hidayat<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Manajemen Transportasi Jalan, Politeknik Transportasi Darat Bali, Jalan Cempaka Putih Tabanan

e-mail: <sup>1</sup>[putu.eka@poltradabali.ac.id](mailto:putu.eka@poltradabali.ac.id) , <sup>2</sup>[aswin@poltradabali.ac.id](mailto:aswin@poltradabali.ac.id) ,  
<sup>3</sup>[dwi.wahyu@poltradabali.ac.id](mailto:dwi.wahyu@poltradabali.ac.id)

Received 17-Juni-2024; Reviewed 17-Juni-2024; Accepted 27-Juni-2024

Journal Homepage: <http://ktj.pktj.ac.id/index.php/ktj>

DOI: 10.46447/ktj.v11i1.590

## Abstract

*Changes in land use in urban areas trigger an increase in the growth of movement in supporting community activities. The higher the movement of the community, the necessary supporting infrastructure for adequate transportation in the form of a larger road capacity so that the flow of vehicles that can pass through the road is also greater, as happened on Jalan Imam Bonjol Denpasar which carried out road widening to accommodate the increasing number of vehicles and up to Currently, it is not known how the air quality is caused by the production of exhaust gases from vehicles that pass on Jalan Imam Bonjol Denpasar, therefore this study aims to determine the air quality caused by these exhaust gas emissions. In this study, we use the vissim modeling method which has been calibrated for road, speed, and volume inventories which can then determine vehicle emission output which then produces the percentage of exhaust gas output produced, namely a spike in CO and NOx gas output up to 216.21% after road widening.*

**Keywords:** Exhaust Emissions, Road Marking, Vissim, ISPU

## Abstrak

*Perubahan tata guna lahan pada daerah perkotaan memicu naiknya pertumbuhan akan pergerakan dalam menunjang kegiatan masyarakat. Semakin tinggi pergerakan masyarakat maka diperlukan prasarana pendukung transportasi yang memadai berupa kapasitas jalan yang lebih besar sehingga arus kendaraan yang dapan melalui jalan tersebut semakin besar pula, seperti yang terjadi di jalan Imam Bonjol Denpasar yang melakukan pelebaran jalan untuk menampung jumlah kendaraan yang semakin banyak dan sampai saat ini belum diketahui bagaimana kualitas udara yang diakibatkan oleh produksi gas buang kendaraan yang melintas di jalan Imam Bonjol Denpasar. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas udara yang disebabkan emisi gas buang tersebut. Pada penelitian ini kami menggunakan metode pemodelan vissim yang telah dikalibrasikan inventarisasi ruas jalan, kecepatan, dan volume yang kemudian dapat menentukan keluaran emisi kendaraan yang kemudian menghasilkan persentase keluaran gas buang yang dihasilkan yaitu adanya lonjakan hasil keluaran gas CO dan NOx sampai 216,21% setelah pelebaran jalan.*

**Kata Kunci:** *Emisi Gas Buang, Pelebaran Jalan, Vissim, ISPU*

## **PENDAHULUAN**

Isu strategis yang dihadapi dalam penyelenggaraan jalan dalam kota khususnya di Kota Denpasar adalah masalah kemacetan. Sesuai dengan data Badan Pusat Statistik Provinsi Bali (Badan Pusat Statistik Provinsi Bali, 2021) yang tertuang dalam laporan Provinsi Bali Dalam Angka 2021, jumlah kendaraan yang tercatat di Denpasar pada tahun 2020 sejumlah 1.450.757 kendaraan. Jumlah kendaraan ini meningkat sebesar 2.05% dibandingkan dengan kepemilikan kendaraan pada tahun 2019 sebesar 1.420.997 kendaraan. Dalam laporan tersebut diketahui bahwa antara tahun 2017 sampai tahun 2020 panjang jalan Kota Denpasar tidak mengalami pertumbuhan infrastruktur yaitu tetap sepanjang 576.29 Km. Hal tersebut berdampak pada ketidakseimbangan antara pertumbuhan kendaraan dan infrastruktur jalan yang mengakibatkan tingkat pelayanan jalan menjadi semakin rendah.

Jalan Imam Bonjol adalah salah satu ruas jalan utama dan strategis yang ada di wilayah kota Denpasar yang telah mengalami pelebaran jalan. Meskipun demikian, sampai saat ini belum diketahui bagaimanakah kualitas lingkungan yang disebabkan oleh produksi emisi gas buang kendaraan yang melintas di Jalan Imam Bonjol Denpasar setelah dilakukannya pelebaran jalan. Perhitungan emisi gas buang di jalan Imam Bonjol tersebut dapat diperoleh dengan melakukan pemodelan lalu lintas melalui Software Vissim dengan melakukan kalibrasi inventarisasi ruas jalan, kecepatan, volume, dan kepadatan nantinya dapat menentukan keluaran emisi kendaraan yang dihasilkan melalui validasi volume keluaran Vissim dengan hasil survei yang dilakukan. Pemodelan lalu lintas pada kondisi sebelum dilakukan pelebaran dan setelah dilakukan pelebaran dapat disimulasikan ke dalam pemodelan perangkat lunak Vissim yang disajikan ke dalam bentuk visualisasi tiga dimensi. Dengan membandingkan hasil pemodelan pada perangkat lunak Vissim dengan dua kondisi tersebut dapat diperoleh persentase keluaran emisi gas buang yang dihasilkan. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas lingkungan yang dikhususkan dalam analisis keluaran emisi gas buang kendaraan dari pelebaran Jalan Imam Bonjol dari segi akademis berdasarkan simulasi kinerja lalu lintas menggunakan piranti lunak Vissim.

Penelitian ini merupakan langkah yang sangat penting untuk mengetahui kualitas udara yang ada di Jalan Imam Bonjol Denpasar. Dengan diketahui kualitas udara yang ada maka opsi-opsi penanggulangan pengurangan emisi gas buang kendaraan yang ada bisa diantisipasi sedini mungkin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas lingkungan yang diakibatkan oleh emisi gas buang kendaraan yang melintas pada jalan Imam Bonjol Denpasar. Sejak pelebaran yang dilaksanakan di Jalan Imam Bonjol Denpasar belum ada penelitian yang menganalisis mengenai kualitas lingkungan sehingga dengan penelitian ini diharapkan akan dapat memberikan saran kepada stakeholder terkait dampak lingkungan dan emisi gas buang pada kendaraan (CO dan Nox) yang terdapat di Jalan Imam Bonjol Denpasar.

## METODE PENELITIAN

Untuk menentukan metode dan desain penelitian yang tepat, maka harus didasarkan pada tujuan dan rumusan masalah penelitian, data yang dipakai adalah data primer dan data sekunder. Data sekunder didapat dari penelitian sebelumnya dari Departemen Perhubungan dan dari Badan Pusat Statistik. Data yang berasal dari Departemen Perhubungan adalah data siklus APILL, sedangkan yang berasal dari Badan Pusat Statistik meliputi jumlah penduduk, pertumbuhan kendaraan, dan penggunaan lahan. Sementara data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari lapangan dengan melakukan beberapa survei seperti : Survei inventarisasi dan ruas jalan, survei kecepatan, survei pencacahan lalu lintas pada ruas dan simpang. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi analisis emisi gas buang sebelum dan sesudah pelebaran jalan menggunakan software Vissim. Kalibrasi pada simulasi vissim selanjutnya dilakukan dengan menggunakan parameter sebagai berikut: Desire Position at free flow, Overtake at same line, Distance Standing, Distance Driving, Average Standstill distance, Additive part of safety distance, Multiplicative part of safety distance, waiting time before diffusion, min headway (front/rear), safety distance diffusion factor.

Data primer dan sekunder tersebut dimasukkan pada simulasi vissim, setelah dimasukkan, akan mendapatkan hasil simulasi. Untuk membuktikan hasil simulasi itu benar atau tidak, maka dilakukan kalibrasi dan validasi hasil simulasi dengan hasil di lapangan. Dari kalibrasi dan validasi, jika didapat hasil bahwa tidak ada perbedaan yang berarti antara volume lalu lintas di lapangan dengan hasil simulasi pada vissim, maka dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya, yaitu pencarian presentase gas buang karbon monoksida dan juga nitrogen hidroksida sebelum dan sesudah pelebaran.

### 3.1. Lokasi Penelitian

Pengumpulan data primer dilaksanakan dengan pengamatan secara langsung di lapangan melalui beberapa jenis survei untuk memperoleh data yang akan diperlukan untuk proses analisis. Untuk lebih jelas sebagai berikut:

- a. Wilayah penelitian terletak pada ruas jalan Imam Bonjol Denpasar, dari ruas setelah Simpang Teuku Umar sampai sebelum Simpang Sunset Road.
- b. Wilayah penelitian dibagi menjadi 4 (segmen) berdasarkan kesamaan type jalan dan ruas antara simpang.
  - Segmen 1 (satu) merupakan ruas dari simpang Teuku Umar sampai dengan Simpang Sopotan.
  - Segmen 2 (dua) merupakan ruas dari simpang Sopotan sampai dengan Simpang Pulau Galang.
  - Segmen 3 (tiga) merupakan ruas dari simpang Pulau Galang sampai dengan simpang Nakula.
  - Segmen 4 (empat) merupakan ruas dari simpang Nakula sampai dengan simpang Sunset Road.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Geometrik Jalan Imam Bonjol Denpasar Tanpa Pelebaran Jalan

Data Kondisi geometrik jalan Imam Bonjol Denpasar sebelum dilakukan pelebaran jalan menggunakan data sekunder tahun 2016 yang berasal dari penelitian sebelumnya. Data geometrik sebelum pelebaran jalan dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 3. Kondisi Geometrik Eksisting Ruas Jalan Imam Bonjol

Nama Jalan	Tipe Jalan	Lebar 2 arah (m)	Bahu Jalan (m)	Total Lebar Jalan (m)	Trotoar (m)	
					Arah ke Kuta	Arah ke Denpasar
Jl. Imam Bonjol (Segmen T.Umar- Sopotan)	2/2 UD	9.84	0.61	10.45	1.30	1.30
Jl. Imam Bonjol (Segmen Sopotan - P.Galang)	2/2 UD	9.80	0.50	10.30	1.30	1.30
Jl. Imam Bonjol (Segmen P.Galang - Nakula)	2/2 UD	9.86	0.50	10.36	1.30	1.30
Jl. Imam Bonjol (Segmen Nakula - Sunset Road)	2/2 UD	10.26	0.50	10.76	1.30	1.30

Sumber : Data yang diolah 2023

### 4.2 Volume Lalu Lintas Pada jam Puncak Tanpa Pelebaran jalan

Tabel 4. Volume Lalu Lintas pada Jam Puncak sebelum Pelebaran.

Nama Ruas/Segmen	Volume Lalu Lintas Jam Puncak	Volume Lalu Lintas Jam Puncak
	kend/jam	smp/jam
Jl. Imam Bonjol (Segmen 1: T.Umar - Gn Sopotan)	2885	1702.2
Jl. Imam Bonjol (Segmen 2: Gn Sopotan - P.Galang)	6507	2465.9
Jl. Imam Bonjol (Segmen 3: P.Galang - Nakula)	11236	3996.7
Jl. Imam Bonjol (Segmen 4: Nakula - Sunset Road)	7984	3014.9

Sumber : Data yang diolah 2023

### 4.3 Data Inventarisasi Jalan dan Simpang dengan Pelebaran Jalan

Tabel 5. Data Inventarisasi Ruas Jalan Imam Bonjol Denpasar Dengan Pelebaran Jalan

Nama Jalan	Tipe Jalan	Jalur	Lebar Lajur 1 (m)	Lebar Lajur 2 (m)	Total per Jalur (m)	Median (m)	Bahu Jalan (m)	Total Lebar Jalan (m)
Jl. Imam Bonjol (Segmen T.Umar- Sopotan)	2/2 UD	2 Arah	4.2	4.3	8.5	0	0.5	9
Jl. Imam Bonjol (Segmen Sopotan - P.Galang)	4/2 D	Arah Ke Denpasar	3.5	4.7	8.2	1.7	0.5	19.1

		Arah Ke Kuta	3.5	5.2	8.7			
Jl. Imam Bonjol (Segmen P.Galang - Nakula)	4/2 D	Arah Ke Denpasar	3.5	4	7.5	1	0.5	17.8
		Arah Ke Kuta	3.5	5.3	8.8			
Jl. Imam Bonjol (Segmen Nakula - Sunset Road)	4/2 D	Arah Ke Denpasar	3.5	3.5	7	0.8	0.5	15
		Arah Ke Kuta	3.5	3.2	6.7			

Sumber : Data yang diolah 2023

#### 4.4 *Pembangunan Model Simulasi Vissim Tanpa Pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar*

Pemodelan pada Vissim perlu beberapa data seperti kondisi dari jaringan jalan, jumlah dan komposisi kendaraan, distribusi kecepatan setiap jenis dari kendaraan, manajemen lalu lintas yang beroperasi di jaringan jalan, serta parameter yang mencerminkan perilaku berkendara pada ruas jalan yang akan dimodelkan.

#### 4.5 *Proses Kalibrasi Vissim Tanpa Pelebaran jalan Imam Bonjol Denpasar*

Tabel 6. Penyesuaian perilaku pengemudi pada kalibrasi simulasi pada Kondisi tanpa Pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar

NO	Parameter	Nilai	Satuan
1	<i>Desire Position at free flow</i>	<i>any</i>	
2	<i>Overtake at same line</i>	<i>on</i>	<i>on left and right</i>
3	<i>Distance Standing</i>	0.4	meter at 0 km/h
4	<i>Distance Driving</i>	0.4	meter at 50 km/h
5	<i>Average Standstill distance</i>	0.4	meter
6	<i>Additive part of safety distance</i>	0.4	
7	<i>Multiplicative part of safety distance</i>	0.8	
8	<i>waiting time before diffusion</i>	20	second
9	<i>min headway (front/rear)</i>	0.4	meter
10	<i>safety distance diffusion factor</i>	0.4	

Sumber : Data yang diolah 2023

Tabel 7. Hasil analisis volume kendaraan dan kecepatan rata-rata tiap segmen pada pemodelan lalu lintas di Jalan Imam Bonjol Denpasar pada kondisi tanpa pelebaran

Pergerakan	Jumlah Kendaraan Total	Mobil Penumpang Umum (MPU) (Kend)	Sepeda Motor (MC) (Kend)	Kendaraan Berat (HV) (Kend)	Kecepatan Rata-Rata Total (Km/Jam)	Kecepatan Rata-Rata MPU (Km/Jam)	Kecepatan Rata-Rata MC (Km/Jam)	Kecepatan Rata-Rata HV (Km/Jam)
1: Segmen 1 arah Denpasar	1032	103	915	17	41.58	29.91	43.16	23.81
2: Segmen 1 arah Kuta	1982	352	1630	23	27.45	22.01	28.75	20.97
3: Segmen 2 arah Denpasar	3202	323	2849	31	34.4	25.8	35.52	21.99
4: Segmen 2 arah Kuta	2430	390	2029	11	40.69	32.51	42.37	21.45
5: Segmen 3 arah Denpasar	3426	344	3050	36	27.73	24.53	28.21	17.32
6: Segmen 3 arah Kuta	2618	426	2184	8	31.46	27.3	32.43	20.53
7: Segmen 4 arah Denpasar	5304	394	4876	40	24.77	20.3	25.18	19.2

Pergerakan	Jumlah Kendaraan Total	Mobil	Sepeda	Kendaraan	Kecepatan Rata-Rata Total	Kecepatan Rata-Rata MPU	Kecepatan Rata-Rata MC	Kecepatan Rata-Rata HV
		Penumpang Umum (MPU) (Kend)	Motor (MC) (Kend)	Berat (HV) (Kend)				
8: Segmen 4 arah Kuta	2596	422	2166	8	30.26	25.79	31.18	18.78

Sumber: Data yang diolah 2023

#### 4.6 Validasi Pemodelan Tanpa Pelebaran Jalan

Pada proses validasi, menggunakan bantuan dari aplikasi SPSS, menggunakan metode Independent t (t-test). Hasilnya adalah sebagai berikut:

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Output	Equal variances assumed	.006	.941	.003	8	.998	4.000	1560.484	-3594.484	3602.484
	Equal variances not assumed			.003	7.978	.998	4.000	1560.484	-3596.217	3604.217

Dari pernyataan tabel di atas, seperti dalam penentuan keputusan dalam independent sample t-test, kesimpulan yang di dapat adalah H0 diterima sebab nilai sig (2-tailed) yang dihasilkan lebih dari 0,05. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antara volume lalu lintas lapangan dengan hasil simulasi Vissim. Artinya, simulasi uji emisi gas menggunakan aplikasi vissim dapat dilakukan.

#### 4.7 Kalibrasi Pemodelan Setelah Pelebaran

Tabel 8. Penyesuaian perilaku pengemudi pada kalibrasi simulasi pada Kondisi dengan Pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar

NO	Parameter	Nilai	Satuan
1	<i>Desire Position at free flow</i>	<i>Any</i>	
2	<i>Overtake at same line</i>	<i>On</i>	<i>on left and right</i>
3	<i>Distance Standing</i>	0.4	meter at 0 km/h
4	<i>Distance Driving</i>	1	meter at 50 km/h
5	<i>Average Standstill distance</i>	0.45	meter
6	<i>Additive part of safety distance</i>	0.45	
7	<i>Multiplicative part of safety distance</i>	0.5	
8	<i>waiting time before diffusion</i>	20	second
9	<i>min headway (front/rear)</i>	0.2	meter
10	<i>safety distance diffusion factor</i>	0.2	

Sumber : Data yang diolah 2023

Tabel 9. Hasil analisis pembangunan model simulasi Vissim dengan pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar

Pergerakan	Jumlah Kendaraan Total (Kend)	Mobil	Sepeda	Kendaraan	Kecepatan Rata Rata Total	Kecepatan Rata Rata MPU	Kecepatan Rata Rata MC	Kecepatan Rata Rata HV
		Penumpang Umum (Kend)	Motor (Kend)	Berat (Kend)				
1: Segmen 4 arah Denpasar	2612	595	2017	34	48.84	42.18	50.9	42.09
2: Segmen 4 arah Kuta	5663	561	5130	31	29.43	26.29	29.76	25.32

Pergerakan	Jumlah Kendaraan Total (Kend)	Mobil Penumpang Umum (Kend)	Sepeda Motor (Kend)	Kendaraan Berat (Kend)	Kecepatan Rata Rata Total (Km/Jam)	Kecepatan Rata Rata MPU (Km/Jam)	Kecepatan Rata Rata MC (Km/Jam)	Kecepatan Rata Rata HV (Km/Jam)
3: Segmen 3 arah Denpasar	4004	937	3050	36	50.54	45.98	52.08	43.7
4: Segmen 3 arah Kuta	6476	615	5880	39	53.75	42.91	54.86	40.99
5: Segmen 2 arah Denpasar	5358	1009	4330	38	46.44	41.85	47.6	40.67
6: Segmen 2 arah Kuta	5174	570	4563	45	56.64	44.82	58.09	45.92
7: Segmen 1 arah Denpasar	4307	519	3755	37	30.23	27.77	30.67	24.83
8: Segmen 1 arah Kuta	2931	411	2538	17	36.7	34.21	37.17	27.5

Sumber : Data yang diolah 2023

#### 4.8 Validasi Pemodelan Setelah Pelebaran

Pada proses validasi, menggunakan bantuan dari aplikasi SPSS, menggunakan metode uji independent sample t-test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		95% Confidence Interval of the Difference				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Vol_setelah_pelebaran	Equal variances assumed	.001	.978	.039	10	.970	54.16667	1391.83501	-3047.03499	3155.36833
	Equal variances not assumed			.039	9.996	.970	54.16667	1391.83501	-3047.20197	3155.53531

Dari pernyataan tabel di atas, seperti dalam penentuan keputusan dalam independent sample t-test, kesimpulan yang di dapat adalah H0 diterima sebab nilai sig (2-tailed) yang dihasilkan lebih dari 0,05. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang berarti antara volume lalu lintas lapangan dengan hasil simulasi Vissim. Artinya, simulasi uji emisi gas menggunakan aplikasi vissim dapat dilakukan.

#### 4.10 Hasil Keluaran Emisi Kendaraan pada Simulasi Pemodelan pada Kondisi Sebelum dan Setelah Pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar.

##### 4.10.1 Hasil Keluaran Emisi Kendaraan pada Simulasi Pemodelan pada Kondisi Sebelum Pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar

Hasil keluaran aplikasi Vissim diperoleh keluaran nilai emisi sebelum pelebaran jalan Imam Bonjol Denpasar, sebagai berikut:

Tabel 10. Data keluaran emisi gas buang kendaraan pada kondisi sebelum pelebaran jalan

MOVEMENT	EMISSIONS CO	EMISSIONS NOX	FUEL CONSUMPTION	VEHS(ALL)
1: Simpang Sopotan	9433,972	1835,508	134,964	6138
2: Simpang Pulau Galang	15464,657	3008,86	221,24	5889
3: Simpang Nakula	7223,261	1405,384	103,337	9117

Sumber : Data yang diolah 2023

Hasil keluaran pencemar CO dan NOx tersebut selanjutnya diubah menjadi nilai Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) yang disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 11. Konversi Nilai ISPU pada kondisi sebelum pelebaran jalan

Simpang	Sebelum Pelebaran		Keterangan	NOx	ISPU NOx	Keterangan
	CO	ISPU CO				
Simpang Soputan	7.223,26	90,29	Sedang	1.405,38	224,37	Sangat Tidak Baik
Simpang Pulau Galang	15.464,66	203,10	Sangat Tidak Baik	3.008,86	300,89	Berbahaya
Simpang Nakula	9.433,97	120,49	Tidak Sehat	1.835,51	262,43	Sangat Tidak Baik

Sumber : Data yang diolah 2023

Dengan jumlah kendaraan yang melintas di simpang soputan sebanyak 6138 kendaraan diperoleh keluaran emisi kendaraan 9433,97 gram/jam karbonmonoksida CO dan 1835,5 gram NOx. Dari nilai tersebut diperoleh kualitas udara di simpang soputan untuk polutan CO adalah kondisi Sedang dengan nilai 90,29 pada tabel ISPU, dan polutan NOx dengan kondisi Sangat Tidak Baik dengan nilai 224,37 pada tabel ISPU.

Pada simpang Pulau Galang, jumlah kendaraan yang melintas di simpang sebanyak 5889 kendaraan diperoleh keluaran emisi kendaraan 5464,6 gram/jam karbon monoksida CO dan 3008,86 gram NOx. Dari nilai tersebut diperoleh kualitas udara di simpang Pulau Galang untuk polutan CO adalah kondisi Sangat Tidak Baik dengan nilai 203,10 pada tabel ISPU, dan polutan NOx dengan kondisi Berbahaya dengan nilai 300,89 pada tabel ISPU.

Sedangkan pada simpang Nakula, jumlah kendaraan yang melintas di simpang sebanyak 9117 kendaraan diperoleh keluaran emisi kendaraan 7223,26 gram/jam karbon monoksida CO dan 1405,38 gram NOx. Dari nilai tersebut diperoleh kualitas udara di simpang Nakula untuk polutan CO adalah kondisi Tidak Sehat dengan nilai 120,49 pada tabel ISPU, dan polutan NOx dengan kondisi Sangat Tidak Baik dengan nilai 262,43 pada tabel ISPU.

#### 4.10.2 Hasil keluaran emisi kendaraan pada simulasi pemodelan pada kondisi dengan pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar

Dari aplikasi Vissim diperoleh keluaran emisi setelah pelebaran jalan adalah sebagai berikut:

Tabel 12. Hasil keluaran emisi kendaraan pada simulasi pemodelan pada kondisi dengan pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar

MOVEMENT	EMISSIONS CO	EMISSIONS NOX	FUEL CONSUMPTION	VEHS(ALL)
1: Simpang Soputan	22840,92	4444,012	326,766	11736
2: Simpang Pulau Galang	11363,13	2210,853	162,563	11691
3: Simpang Nakula	27704,07	5390,204	396,339	9681

Sumber: Data yang diolah 2023

Kemudian hasil keluaran polutan CO dan NOx dikonversi menjadi nilai ISPU atau Indeks Standar Pencemaran Udara berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup yang disajikan menggunakan tabel berikut :

Tabel 13. Konversi Nilai ISPU pada kondisi sebelum pelebaran jalan

Simpang	Setelah Pelebaran		Keterangan	NOx	ISPU NOx	Keterangan
	CO	ISPU CO				
Simpang Soputan	22.840,92	252,27	Sangat Tidak Baik	4.444,01	372,20	Berbahaya
Simpang Pulau Galang	11.363,13	148,04	Tidak Sehat	2.210,85	295,65	Sangat Tidak Baik
Simpang Nakula	27.704,07	284,69	Sangat Tidak Baik	5.390,20	419,51	Berbahaya

Sumber : Data yang diolah 2023

Pada simpang Soputan jumlah kendaraan yang melintas sebanyak 11736 kendaraan dengan emisi kendaraan 22840,9 gram/jam karbon monoksida CO dan 4444,012 gram NOx. Dan dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa simpang Soputan memiliki kualitas udara untuk polutan CO dengan kondisi Sangat Tidak Baik dengan nilai 252,27 pada table ISPU dan NOx dengan kondisi Berbahaya dengan nilai 372,20 pada tabel ISPU.

Pada simpang Pulau Galang jumlah kendaraan yang melintas sebanyak 11691 kendaraan dengan emisi kendaraan 11363,13 gram/jam karbon monoksida CO dan 2210,85 gram NOx. Dan dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa simpang Pulau Galang memiliki kualitas udara untuk polutan CO dengan kondisi Tidak Sehat dengan nilai 148,04 pada table ISPU dan NOx dengan kondisi Sangat Tidak Baik dengan nilai 284,69 pada table ISPU.

Pada simpang Nakula jumlah kendaraan yang melintas sebanyak 9681 kendaraan dengan emisi kendaraan 27704,07 gram/jam karbon monoksida CO dan 5390,2 gram NOx. Dan dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa simpang Nakula memiliki kualitas udara untuk polutan CO dengan kondisi Sangat Tidak Baik dengan nilai 372,20 pada tabel ISPU dan NOx dengan kondisi Berbahaya nilai 419,51 pada tabel ISPU.

## SIMPULAN

Dari penelitian ini didapatkan bahwa :

1. Kadar karbon monoksida CO di simpang Soputan sebelum pelebaran adalah sebesar 7.223,26 gram/jam dan sesudah pelebaran yaitu 22.840,92 gram/jam jadi disini ada peningkatan 2 kali lipat dari sebelumnya dan untuk kadar NOx sebelum pelebaran adalah 1.405,38 dan sesudah pelebaran adalah 4.444,01 sehingga terpdapat peningkatan hampir 3 kali lipat dari sebelumnya
2. Kadar karbon monoksida CO di simpang Pulau Galang sebelum pelebaran adalah sebesar 15.464,66 gram/jam dan sesudah pelebaran yaitu 11.363,13 gram/jam jadi disini ada penurunan emisi karbon monoksida dari sebelumnya dan untuk kadar NOx sebelum pelebaran adalah 3.008,86 dan sesudah pelebaran adalah 2.210,85 sehingga untuk kadar NOx juga terdapat penurunan dari sebelumnya

3. Kadar karbon monoksida CO di simpang Nakula sebelum pelebaran adalah sebesar 9.433,97 gram/jam dan sesudah pelebaran yaitu 27.704,07 gram/jam jadi disini ada Peningkatan sebanyak 2 kali lipat dari sebelumnya dan untuk kadar NOx sebelum pelebaran adalah 1.835,51 dan sesudah pelebaran adalah 5.390,20 sehingga untuk kadar NOx juga terdapat peningkatan dari sebelumnya
4. jadi dapat disimpulkan bahwa dari pelebaran ruas jalan Imam Bonjol Denpasar mengakibatkan kenaikan emisi gas buang pada simpang Sopotan dan simpang Nakula dan hanya satu simpang yang mengalami penurunan emisi gas buang yaitu simpang Pulau Galang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aghabayk, K., Sarvi, M., Young, W., Kautzsch, L. 2013. A Novel Methodology for Evolutionary Calibration of Vissim by a Multi-Threading. *Australian Transport Research Forum 2013 Proceedings, 2 – 4 October, 2013. Brisbane, Australia: Australian Transport Research Forum, .*
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. 2021. *Provinsi Bali Dalam Angka 2021*. Denpasar: Badan Pusat Statistik Provinsi Bali.
- Daryanto. 2004. *Masalah Pencemaran*. Bandung: Tarsito.
- Hoogendoorn, S.P., Bovy, P.H. 2001. State of the Art of Vehicular Traffic Flow Modeling. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: Journal of Systems and Control Engineering*, 215: pp.283-303.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2010. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah*. Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Wardhana, A.W. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.