

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pencemaran Udara**

Pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. (Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup R.I No. KEP-03/MENKLH/II/1991). Pencemaran udara menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Menurut (Mukono, 2003), yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia (atau dapat dihitung dan diukur) serta memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi dan material. Selain itu, pencemaran udara juga memiliki arti yaitu adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. (Wardhana, 2004).

## 2.2 Jenis Pencemaran Udara

Pencemaran udara mempengaruhi sistem kehidupan makhluk hidup seperti gangguan kesehatan, ekosistem yang berkaitan dengan manusia. Menurut Mukono (2008) terdapat berbagai macam jenis zat pencemar udara terhadap penurunan kualitas udara seperti gas pencemar yang secara garis besar di bedakan menjadi Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>), Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>), Ozon (O<sub>3</sub>), dan partikulat. (Daryanto, 2004).

### 1. Karbon Monoksida (CO).

Karbon monoksida (CO) yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses yaitu Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon, reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi. Pada suhu tinggi, CO<sub>2</sub> terurai menjadi CO dan O<sub>2</sub>. Pembebasan CO ke atmosfer sebagai aktivitas manusia lebih nyata, misalnya dari transportasi, pembakaran minyak, gas arang atau kayu, proses – proses industri, industri besi, kertas, kayu, pembuangan limbah padat, kebakaran hutan dan lain–lain. Dengan sifatnya yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas – 192°C. Gas ini mempunyai berat sebesar 96,5% dari berat air dan tidak larut dalam air dan dapat memberikan kelainan seperti kerusakan otot jantung dan susunan saraf pusat (SSP) dengan keluhan yang di rasakan seperti rasa pusing, pandangan menjadi kabur, kehilangan daya pikir, penurunan koordinasi syaraf, dan akhirnya sampai berujung pada kematian (Daryanto, 2004).

Mekanisme alami di mana karbonmonoksida hilang dari udara banyak diteliti dan pembersihan CO dari udara kemungkinan terjadi karena beberapa proses yaitu reaksi atmosfer yang berjalan sangat lambat sehingga jumlah CO yang hilang sangat sedikit, aktivitas mikroorganisme yang terdapat dalam tanah dapat menghilangkan CO dengan kecepatan relatif tinggi dari udara.

Meskipun tanah dengan mikroorganisme didalamnya dapat berfungsi dalam pembersihan CO di atmosfer, tetapi kenaikan konsentrasi CO di udara masih saja terjadi. Hal ini disebabkan tanah yang tersedia tidak tersebar rata.

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berbau, tidak berasa dan juga tidak berwarna. Oleh karena itu lingkungan yang telah tercemar oleh gas nitrogen tidak dapat dilihat oleh mata. Di daerah perkotaan dengan lalu lintas yang padat konsentrasi gas CO berkisar antara 10–15 ppm. Gas CO dalam jumlah banyak (konsentrasi tinggi) dapat menyebabkan gangguan kesehatan, bahkan dapat menimbulkan kematian (Wardhana, 2004).

## 2. Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>)

Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>) adalah kelompok gas nitrogen yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>). Walaupun ada bentuk nitrogen oksida lainnya, tetapi kedua gas tersebut yang paling banyak diketahui sebagai bahan pencemar udara. Nitrogen monoksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau sebaliknya nitrogen dioksida berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Selain itu, kadar NO<sub>x</sub> di udara dalam suatu kota bervariasi sepanjang hari tergantung dari intensitas sinar matahari dan aktivitas kendaraan bermotor.

Adapun persamaan reaksi dari pembentukan senyawa Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>) adalah sebagai berikut :



Pembentukan NO<sub>2</sub> sangat dipengaruhi oleh suhu dan konsentrasi NO, sedangkan pembentukan NO dirangsang hanya pada suhu tinggi. Dalam proses pembakaran, suhu yang digunakan biasanya mencapai 1.210 – 1.765 °C, oleh karena itu reaksi ini merupakan sumber NO yang

penting. Jadi reaksi pembentukan NO merupakan hasil samping dari proses pembakaran.

Kadar  $\text{NO}_x$  diudara perkotaan biasanya 10 – 100 kali lebih tinggi dari pada di udara pedesaan. Kadar  $\text{NO}_x$  diudara daerah perkotaan dapat mencapai 0,5 ppm.

Seperti halnya CO, emisi  $\text{NO}_x$  dipengaruhi oleh kepadatan penduduk karena sumber utama  $\text{NO}_x$  yang diproduksi manusia adalah dari pembakaran dan kebanyakan pembakaran disebabkan oleh kendaraan bermotor, produksi energy dan pembuangan sampah. Sebagian besar emisi  $\text{NO}_x$  buatan manusia berasal dari pembakaran arang, minyak, gas, dan bensin.

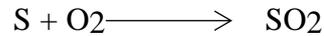
Kendaraan bermotor memproduksi nitrogen oksida dalam bentuk NO sebanyak 98%. Di dalam udara NO ini akan berubah menjadi  $\text{NO}_2$ . Kedua bentuk nitrogen oksida, yaitu NO dan  $\text{NO}_2$  berbahaya terhadap manusia, penelitian aktivitas mortalitas kedua komponen tersebut menunjukkan bahwa  $\text{NO}_2$  empat kali lebih beracun daripada NO (Fardiaz,1992).

Gas  $\text{NO}_2$  merupakan gas yang sangat berbahaya terhadap manusia, pada konsentrasi yang normal ditemukan di atmosfer, NO tidak mengakibatkan iritasi dan tidak berbahaya tetapi pada konsentrasi udara ambien yang normal NO dapat mengalami oksidasi menjadi  $\text{NO}_2$  yang lebih beracun, dengan sifatnya berwarna cokelat kemerahan dan berbau tajam dapat menimbulkan keluhan yang berupa sakit mata (iritasi) dan sakit pada paru-paru. Kedua bentuk gas ini paling banyak ditemukan sebagai polutan udara yang sangat berbahaya terhadap manusia. (Daryanto, 2004)

### 3. Sulfur Oksida ( $\text{SO}_x$ )

Belerang oksida ( $\text{SO}_x$ ) terdiri atas gas  $\text{SO}_2$  dan  $\text{SO}_3$ . Gas  $\text{SO}_2$  berbau tajam dan tidak mudah terbakar, sedangkan gas  $\text{SO}_3$  bersifat sangat reaktif. Emisi  $\text{SO}_x$  terbentuk dari fungsi kandungan sulfur dalam bahan bakar.

Adapun persamaan reaksi dari pembentukan senyawa Sulfur Oksida ( $\text{SO}_x$ ) adalah sebagai berikut :



Kandungan  $\text{SO}_3$  dalam  $\text{SO}_x$  sangat kecil sekali yaitu sekitar (1-5)%. Gas yang berbau tajam tapi tidak berwarna ini dapat menimbulkan serangan asma, gas ini pun apabila bereaksi di atmosfer akan membentuk zat asam. Badan kesehatan dunia (WHO) menyatakan bahwa tahun 1997-2003 jumlah sulfur dioksida di udara telah mencapai ambang batas. Dampak gas  $\text{SO}_x$  sangat berbahaya bagi manusia terutama pada konsentrasi di atas 0,4 ppm. Akibat yang ditimbulkan jika mengganggu kesehatan manusia adalah; gangguan sistem pernafasan, karena gas  $\text{SO}_x$  yang mudah menjadi asam menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan dan saluran pernafasan yang lain sampai ke paru-paru. Pada konsentrasi 1-2 ppm, bagi orang yang sensitif serangan gas  $\text{SO}_x$  ini menyebabkan iritasi pada bagian tubuh yang terkena langsung. Namun bagi orang yang cukup kebal akan terasa teriritasi pada konsentrasi 6 ppm dengan waktu pemaparan singkat. Pemaparan dengan  $\text{SO}_x$  lebih lama dapat menyebabkan peradangan yang hebat pada selaput lendir yang diikuti oleh kelumpuhan sistem pernafasan, kerusakan dinding ephitelium dan pada akhirnya diikuti oleh kematian. Pengaruh  $\text{SO}_2$  terhadap hewan sangat menyerupai efek  $\text{SO}_2$  terhadap tumbuhan tampak terutama pada daun yang menjadi putih atau terjadi nekrosis. Daun yang hijau dapat berubah menjadi kuning, ataupun bercak-bercak putih (Soemirat, 2009).

### **2.3 Sumber Pencemaran Udara**

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara, sumber pencemar udara adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan bahan pencemar ke udara yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Sumber pencemaran dapat merupakan kegiatan yang bersifat alami (natural) dan kegiatan antropogenik. Contoh sumber alami adalah akibat letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu, spora tumbuhan dan lain sebagainya. Pencemaran udara akibat aktivitas manusia (kegiatan antropogenik), secara kuantitatif sering lebih besar. Untuk kategori ini sumber- sumber pencemaran dibagi dalam pencemaran akibat aktivitas transportasi, industri, dari persampahan, baik akibat dekomposisi ataupun pembakaran, dan rumah tangga. (Soedomo, 2001).

### **2.4 Sumber Bergerak**

Dalam proses pembakaran bahan bakar maka timbullah gas buang dari masing-masing kendaraan, yang diemisikan ke udara ambien sebagai pencemar. Hasil pembakaran tersebut diantaranya adalah CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, Hidrokarbon dan bahan dengan penambahan bahan aditif yang digunakan untuk menyempurnakan proses pembakaran. Dalam berbagai penelitian menunjukkan bahwa pada sepeda motor merupakan kendaraan yang berkontribusi besar dalam pencemaran CO, SO<sub>2</sub> dan Pb. (Ryadi, 2002).

**Tabel 2.1** Baku Mutu Udara Emisi Sumber Bergerak

No	Kategori Kendaraan	Bahan Bakar	Uji tahap Operasi	CO gr/Km		Baku Mutu Hidrokarbon gr/Km		Maks	Rata-rata
				Maks	Rata-rata	Maks	Rata-rata		
1.	Mobil penumpang dengan tempat duduk Maksimal 9 orang	Bensin	10	28,2	24,6	4,2	3,6	3,7	3,1
2.	Mobil dengan berat dari 2-3 ton	Bensin	10	31,4	26,8	4,8	4,3	3,7	3,3
3.	Kendaraan bermotor disel*)								
	-Direct injection	Solar	6	1.050	920			1.010	920
	-Indirect injection	Solar	6	1.050	920	680	590	1.010	920
4.	Kendaraan roda 2*)								
	-Untuk 4 tak	Bensin	Idling	4,5			3.300		
	-Untuk 2 tak	Bensin	Idling						

**Sumber :** Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor Kep-02/MENKLH/I/1988

**Tabel 2.2** Baku Mutu Emisi Gas Buang Bermotor dengan metode Uji WMTC

WMTC

No	KATEGORI	PARAMETER	NILAI AMBANG BATAS gram/km	METODA UJI
1	a. ( $\geq 130$ km/jam)	CO	2,62	WMTC
		HC	0,33	
		NOx	0,22	
	b. ( $< 130$ km/jam)	CO	2,62	WMTC
		HC	0,75	
		NOx	0,17	

Kelas	Sub Kelas	Definisi
Kelas 1	-	50 cc < kapasitas silinder mesin < 150 cc dan $V_{max} > 50$ km/jam atau kapasitas silinder mesin < 150cc, 50 km/jam $\leq V_{max} < 100$ km/jam
Kelas 2	2-1	kapasitas silinder mesin < 150 cc dan 100 km/jam $\leq V_{max} < 115$ km/jam, atau kapasitas silinder mesin $\geq 150$ cc dan $V_{max} < 115$ km/jam
	2-2	115 km/jam $\leq V_{max} < 130$ km/jam
Kelas 3	3-1	130 km/jam $\leq V_{max} < 140$ km/jam
	3-2	$V_{max} \geq 140$ km/jam

**Sumber :** Permen LH No.10 tahun 2012

## **2.5 Sumber Tak Bergerak (Menetap)**

Menurut (Sarudji, 2010), yang termasuk sumber pencemar dari bahan bakar bersumber menetap adalah pembakaran beberapa jenis bahan bakar yang diemisikan pada suatu lokasi yang tetap. Bahan bakar tersebut terdiri atas batu bara, minyak bakar, gas alam, dan kayu destilasi minyak. Berbeda dengan sarana transportasi, sumber pencemar udara menetap mengemisikan polutan pada udara ambien tetap, sehingga dalam pengelolaan lingkungannya perlu perencanaan yang matang,

## **2.6 Emisi Kendaraan Bermotor**

Menurut PP No. 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara yang dimaksud dengan emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Sumber emisi adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan emisi dari sumber bergerak, sumber bergerak spesifik, sumber tidak bergerak maupun sumber tidak bergerak spesifik.

## **2.7 Faktor Yang Mempengaruhi Emisi Kendaraan Bermotor**

Tiap kendaraan bermotor akan mengeluarkan emisi yang banyaknya antara lain tergantung kepada tahun kendaraan, jenis bahan bakar yang digunakan. Kendaraan dengan tahun pembuatan yang lebih lama akan mengeluarkan emisi yang lebih banyak dibandingkan dengan kendaraan baru. Demikian juga kendaraan dengan bahan bakar bensin akan mengeluarkan jenis emisi yang berbeda dengan kendaraan berbahan bakar solar (Marlok, 1991).

Kecepatan juga akan mempengaruhi jumlah emisi yang dikeluarkan oleh suatu kendaraan. Menurut Marlok (1991) yang melakukan uji emisi di Amerika Serikat, semakin tinggi kecepatan yang digunakan pada suatu kendaraan, maka jumlah CO yang dikeluarkan akan semakin kecil.

Hal ini berbanding terbalik dengan NO<sub>2</sub>, dimana semakin tinggi kecepatan yang digunakan maka NO<sub>2</sub> yang dikeluarkan akan semakin besar.

Faktor penting yang menyebabkan emisi gas buang kendaraan terhadap pencemaran udara di perkotaan yaitu :

- 1) Perkembangan jumlah kendaraan yang cepat.
- 2) Kesamaan waktu aliran lalu lintas.
- 3) Jenis, umur dan karakteristik kendaraan bermotor .
- 4) Faktor perawatan kendaraan dan jenis bahan bakar yang digunakan.
- 5) Jenis permukaan jalan dan struktur pembangunan jalan.
- 6) Siklus dan pola mengemudi (*driving pattern*).

## **2.8 Komposisi Gas Buang Kendaraan Bermotor**

Emisi kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia. Komposisi dari kandungan senyawa kimianya tergantung dari kondisi mengemudi, jenis mesin, alat pengendali emisi bahan bakar, suhu operasi dan faktor lain yang semuanya ini membuat pola emisi menjadi rumit. Jenis bahan bakar pencemar yang dikeluarkan oleh mesin dengan bahan bakar bensin maupun bahan bakar solar sebenarnya sama saja, hanya berbeda proporsinya karena perbedaan cara operasi mesin.

Komposisi gas buang kendaraan bermotor yang dinyatakan dapat membahayakan kesehatan antara lain :

- 1) Karbon Monoksida (CO) dapat mengurangi kadar oksigen dalam darah, dapat menimbulkan pusing, gangguan berpikir, penurunan refleks dan gangguan jantung.
- 2) Hidrokarbon (HC) dapat menyebabkan iritasi mata, pusing, batuk, mengantuk, bercak kulit, perubahan kode genetik, memicu asma dan kanker paru – paru.

- 3) Oksida Nitrogen (NO) dapat menimbulkan iritasi mata, batuk, meningkatkan kasus asma, menimbulkan infeksi, saluran nafas, memicu kanker paru – paru, serta gangguan jantung dan paru.
- 4) Oksida Sulfur (SO) dapat menimbulkan efek iritasi pada saluran nafas sehingga menimbulkan gejala batuk dan sesak nafas.

## 2.9 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu. Kendaraan dibedakan beberapa jenis, misalnya: kendaraan berat, kendaraan ringan, sepeda motor, dan kendaraan tidak bermotor.

Volume kendaraan dapat dinyatakan dalam:

1. kendaraan/jam;
2. smp/menit;
3. smp/waktu siklus;
4. kendaraan/24 jam.

Pada Penelitian ini , cara yang di gunakan untuk menghitung volume lalu lintas yaitu *Peak Hour Factor* adalah faktor konversi dari volume lalulintas pada periode tertentu ke volume lalulintas pada jam puncak. Volume lalulintas jam puncak adalah volume lalulintas yang terjadi pada jam tersibuk. Jam tersibuk ini dapat terjadi pada beberapa waktu yang berlainan seperti: pagi, siang dan sore. Dengan menganalisis hasil pengumpulan data volume lalulintas jam sibuk selama 12 x 1 jam (1 jam sehari setiap bulan selama 12 bulan). Asumsi yang dipakai adalah dalam 1 hari ada 1 jam tersibuk (puncak). Dengan cara ini diharapkan bahwa pada jam puncak di hari normal jalan tersebut mampu melayani lalulintas dengan baik (tidak macet).

## 2.10 Beban Emisi

Tingkat aktivitas dinyatakan sebagai panjang perjalanan seluruh kendaraan bermotor. Sehingga formula perhitungan beban emisi dari kendaraan bermotor adalah:

$$E = \text{Volume Kendaraan} \times \text{VKT} \times \text{FE} \times 10^{-6}$$

Dimana :

E	: Beban emisi (ton/jam)
Volume Kendaraan	: Jumlah kendaraan (kendaraan/jam)
VKT	: Total panjang perjalanan yang dilewati (km)
Fe	: Faktor emisi (g/km/kendaraan)

## 2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang dapat dijadikan referensi tambahan dalam penelitian ini adalah :

**1. “Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung) Devianti Muziansyah<sup>1</sup>) Rahayu Sulistyorini<sup>2</sup>) Syukur Sebayang<sup>3</sup>) Pada Tahun 2015”.**

Terminal Pasar Bawah Ramayana yang berada di pusat Kota Bandar Lampung merupakan salah satu tempat penyumbang terbesar kadar emisi gas buang, dimana aktivitas transportasi mobil angkutan yang sangat tinggi. Transportasi merupakan salah satu kegiatan yang berkontribusi sebagai penghasil emisi gas buang kendaraan bermotor baik yang berbahan bakar bensin maupun solar. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model hubungan antara emisi gas buang kendaraan dengan aktivitas transportasi, menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi emisi, menghitung besar emisi, dan menghitung kerugian emisi dalam rupiah per tahun di Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung. Model hubungan didapat dari persamaan regresi linier berganda dengan menggunakan program SPSS 16 untuk mobil penumpang solar adalah  $Y = -19,401 + 0,684 X_1 + 11,497 X_2 + 0,031 X_3$  dan untuk mobil penumpang bensin adalah  $Y =$

$20,060 + 0,143 X_1 + 0,421 X_2 + 0,028 X_3$  sedangkan untuk sepeda motor adalah  $Y = 9,049 + 0,082 X_1 + 0,921 X_2 + 0,051 X_3$ . Dimana nilai emisi gas buang (Y), umur kendaraan (X1), perawatan kendaraan (X2) dan kapasitas mesin (X3). Berdasarkan survei dan analisis perhitungan beban emisi serta biaya kerugian untuk Terminal Pasar Bawah Ramayana sebesar Rp 63.492.632/tahun.

**2. “Perhitungan Beban Emisi Gas Buang SO<sub>2</sub> dari Kendaraan Bermotor di Ruas Jalan Utama Kota Bandung menggunakan Pemodelan Terbalik (Kirana Oktavian<sup>1</sup> , Didin Agustian Permadi<sup>2</sup>, Mila Dirgawati<sup>3</sup> ) Pada Tahun 2016”.**

Kota Bandung sebagai kota dengan aktivitas transportasi yang tinggi menghasilkan emisi pencemar di udara, salah satunya adalah Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>). Data pengukuran kualitas udara roadside rata-rata pertahun oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Bandung (DLH Kota Bandung) bahwa trend peningkatan konsentrasi SO<sub>2</sub> dari tahun 2017-2018 sebesar 46%. Meninjau dari dampak yang disebabkan terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan, maka diperlukan suatu upaya pengendalian pencemaran udara, salah satunya adalah inventarisasi emisi (IE). Pelaksanaan IE di Indonesia masih terdapat kekurangan dalam segi teknis maupun non teknis. Data faktor emisi yang digunakan dalam perhitungan beban emisi belum spesifik terhadap kondisi lalu lintas di Kota Bandung. Selain itu, metode IE secara umum memerlukan banyak pengambilan data. Tujuan dari penelitian ini adalah perhitungan beban emisi dari sektor transportasi dengan menggunakan metode pemodelan terbalik. Metode ini memberikan informasi nilai estimasi faktor emisi melalui hasil pengukuran udara. CALINE<sub>4</sub> merupakan salah satu model kualitas udara yang dapat diaplikasikan untuk konsep pemodelan terbalik.

### **3. “Analisa Kapasitas Ruas Jalan Sam Ratulangi Dengan Metode MKJI 1997 Dan PKJI 2014 (Rusdianto Horman Lalenoh) Pada Tahun 2017”.**

Transportasi memiliki peran yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat seiring dengan perkembangan zaman, terutama di Kota Manado. Peningkatan volume kendaraan akan mempengaruhi tingkat kinerja lalu lintas yang akhirnya mengakibatkan kemacetan. Beberapa faktor pendukung terjadinya kemacetan, yaitu bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan akan sarana transportasi, kendaraan yang berhenti dan parkir, penyeberang jalan, dan kendaraan tak bermotor. Penelitian ini tentang kinerja lalu lintas akibat besarnya hambatan samping terhadap kecepatan pada suatu ruas jalan. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisa kinerja suatu ruas jalan diantaranya adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 dan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014.

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia atau PKJI 2014 adalah suatu bentuk pemutakhiran dari MKJI 1997 yang sudah lama dipakai untuk menganalisa kinerja suatu ruas jalan. Tujuan penelitian ini adalah mengkomparasi hasil analisa kinerja ruas jalan dari kedua metode tersebut. Pengambilan data di lapangan dilakukan selama 6 hari yang dimulai dari pukul 06.00 – 21.00 WITA dengan interval waktu 5 menit. Lokasi yang diteliti, yaitu ruas jalan Sam Ratulangi yang dibagi menjadi 3 segmen dengan kondisi ruas jalan yang berbeda-beda. Ruas jalan Sam Ratulangi merupakan jalan dengan dua lajur dua arah tanpa median (2/2 UD) Hasil analisa data yang diperoleh dari salah satu segmen jalan yaitu depan supermarket fiesta adalah, dengan MKJI 1997 kapasitas adalah 2895smp/jam dengan volume puncak segmen sebesar 2095 smp/jam, nilai derajat kejenuhan sebesar 0,72, kecepatan rata-rata sebesar 36,49 km/jam dan kecepatan arus bebas sebesar 39,99km/jam dilihat berdasarkan parameternya. Sedangkan dengan PKJI 2014 kapasitas adalah 2895skr/jam dengan volume puncak segmen sebesar 2095 skr/jam, nilai derajat kejenuhan sebesar 0,72, kecepatan rata-rata

sebesar 36,49 km/jam dan kecepatan arus bebas sebesar 39,99km/jam dilihat berdasarkan parameternya. Kedua metode tersebut memberikan hasil nilai kinerja yang sama meskipun terdapat perbedaan satuan pada kedua metode tersebut. Sehingga untuk menganalisa kapasitas jalan perkotaan suatu segmen ruas jalan bisa dengan menggunakan kedua metode tersebut yaitu MKJI 1997 maupun PKJI 2014.

#### **4. “Analisis Beban Emisi Pada Bundaran Jalan Raya Kota Makassar Berbasis Pemodelan VISSIM (Nur Asya) Pada Tahun 2019”**

Transportasi merupakan sektor utama penyumbang pencemaran udara. Tingginya populasi kendaraan, kurangnya ketersediaan ruang jalan, serta aktivitas kegiatan sisi jalan merupakan penyebab kemacetan lalu lintas. Kemacetan lalu lintas menyebabkan tingginya kadar polutan yang ada di jalan raya terutama di daerah perkotaan. Penelitian ini difokuskan pada analisis jumlah emisi gas buang kendaraan (CO dan NOx) yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor.

Penelitian ini dilakukan di 3 lokasi tepatnya di daerah bundaran Jalan Raya kota Makassar yaitu Bundaran Samata, Bundaran Tugu Mandiri, dan Bundaran Mandai. Metode yang digunakan adalah dengan pendekatan secara mikrosimulasi dengan alat bantu yang berupa *Software* VISSIM. Dalam hal ini juga dilakukan analisis beban emisi mengenai faktor yang mempengaruhi beban emisi CO dan NOx dari kendaraan bermotor pada Jalan Raya. Dari hasil simulasi *Vissim* yang telah dikalibrasi, maka diperoleh nilai CO terbesar untuk bundaran Samata sebesar 4,016.31 gr/Jam sedangkan nilai Nox sebesar 781.43 gr/Jam. Untuk bundaran Tugu Mandiri nilai emisi terbesar untuk CO sebesar 605.44 gr/Jam sedangkan nilai NOx sebesar 117.80 gr/Jam. Kemudian untuk Bundaran Mandai nilai emisi terbesar untuk CO sebesar 6,391.77 gr/Jam sedangkan nilai NOx sebesar 1,243.61 gr/Jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban emisi CO dan NOx dari hasil pemodelan *Vissim* di Bundaran Samata, Mandiri dan Mandai Kota

Makassar memiliki nilai yang berbeda dengan hasil perhitungan beban emisi. Beberapa hal yang menyebabkan terjadinya perbedaan tersebut ialah adanya perbedaan antara nilai faktor emisi yang digunakan pada perhitungan rumus dengan yang digunakan pada pemodelan *Vissim* untuk setiap jenis kendaraan bermotor.

##### **5. “Analisis Pengaruh Beban Emisi CO dan NO<sub>2</sub> Dari Kendaraan Bermotor Terhadap Kualitas Udara Ambien *Roadside* (Nidya Yuliani Putri) Pada Tahun 2017”**

Pencemaran udara dari aktivitas transportasi menyumbang 74% dari total emisi yang dilepas ke udara dan diperkirakan meningkat dua kali lipat. Kota Medan merupakan salah satu kota dengan mobilisasi tinggi dengan peningkatan jumlah kendaraan sebesar 3,9% per tahun. Peningkatan tersebut akan berdampak pada emisi dari kendaraan bermotor dan penurunan kualitas udara ambien. Salah satu polutan yang dihasilkan dari kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO) dan nitrogen dioksida (NO).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besarnya pengaruh beban emisi CO dan NO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor terhadap kualitas udara ambien *roadside* kota Medan, dan mengetahui pengaruh volume lalu lintas terhadap kualitas udara ambien khususnya di ruas jalan SM. Raja, Jalan Gatot Subroto, dan Jalan Balai Kota. Pengukuran di lapangan berupa volume lalu lintas dan konsentrasi CO dan NO ambien yang dilakukan selama 2 hari yaitu Rabu dan Kamis dengan waktu pengukuran pagi dan siang di masing-masing lokasi penelitian. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan melakukan estimasi beban emisi dari kendaraan bermotor berdasarkan volume kendaraan dan faktor emisi yang diperoleh dari literatur. Analisis data dalam penelitian ini yaitu analisis statistik berupa uji korelasi dan uji regresi linear menggunakan aplikasi SPSS untuk melihat pengaruh beban emisi dan volume lalu lintas terhadap kualitas udara ambien *roadside* kota Medan. Hasil penelitian menunjukkan beban emisi CO tertinggi adalah di Jalan SM. Raja yaitu sebesar 31.622 g/jam, diikuti Jalan Balai Kota sebesar

29.721g/jam. Sedangkan beban emisi NO tertinggi adalah di Jalan Gatot Subroto sebesar 8.867,18g/jam. Beban emisi CO dan volume lalu lintas menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap konsentrasi CO ambien yaitu sebesar 49,4% dan 40,4%, dimana keduanya memiliki korelasi linear positif yang kuat. Beban emisi NO<sub>2</sub> dan volume lalu lintas menunjukkan pengaruh yang tidak signifikan terhadap konsentrasi NO<sub>2</sub> ambien yaitu sebesar 7,9% dan 8,2%, dan memiliki nilai korelasi linear positif yang cukup.