

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan suatu pergerakan atau perpindahan baik orang maupun barang dari suatu tempat asal ke suatu tujuan. Transportasi mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan dan pembangunan di segala aspek. Kebutuhan alat transportasi di Indonesia, terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk setiap tahun. Menurut data Badan Pusat Statistik Provinsi Bali pada Tahun 2020 jumlah penduduk Kota Denpasar tercatat sebanyak 725.314 jiwa. Hal ini menyebabkan meningkatnya mobilitas dan pergerakan yang ditandai dengan permintaan kebutuhan terhadap transportasi.

Setiap mobilitas dan pergerakan tersebut menggunakan sarana pengangkutan berupa kendaraan yang dalam pengoperasiannya menimbulkan emisi gas buang, dimana pada ambang batas tertentu emisi gas buang tersebut masih dapat ditolerir bahwa akibat yang ditimbulkannya bukan merupakan suatu gangguan. Akan tetapi, apabila kadar emisi gas buang yang ditimbulkan oleh kendaraan pada tingkat yang melewati ambang batas ditentukan, sudah merupakan suatu gangguan atau pencemaran udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor.

Kota Denpasar merupakan salah satu kota besar di Indonesia dan merupakan ibukota Provinsi Bali, dapat dipastikan bahwa Kota Denpasar

memiliki tingkat pencemaran udara yang relatif lebih tinggi, mengingat konsentrasi aktivitas dan mobilitas yang tinggi. Kesadaran masyarakat akan pencemaran udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor di kota – kota besar saat ini makin rendah.

Penggunaan bahan bakar untuk kendaraan bermotor dapat menghasilkan zat-zat pencemar seperti CO, NO_x, SO_x, debu, hidrokarbon juga timbal sangat berbahaya bagi kesehatan. Udara yang tercemar oleh zat-zat tersebut dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya, tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimiawinya, zat – zat pencemar tersebut dihasilkan dari proses pembakaran pada kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor dilihat dari konsumsi bahan bakar, secara umum terbagi menjadi 2 (dua) yaitu kendaraan bermotor berbahan bakar bensin dan kendaraan bermotor berbahan bakar solar, dari kedua jenis motor bakar yg ada pada kendaraan tersebut, semua mempunyai output zat – zat pencemar yang berbeda, yang sudah pasti mempunyai tingkat resiko penyakit yang berbeda-beda yang akan mempengaruhi kesehatan manusia dan perlu dipikirkan formula dan solusi yang tepat untuk mengendalikan pencemaran udara tersebut.

Untuk menjaga kualitas udara agar tetap dapat berfungsi sesuai dengan peruntukaannya, pemerintah telah menetapkan standar baku mutu batas maksimal tingkat pencemaran udara yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan, sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Standar baku

mutu itu adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (Permen LH) No.05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.

Atas latar belakang tersebut, penulis melihat bahwa pencemaran udara merupakan suatu hal utama yang harus segera dikendalikan. Salah satu cara pengendalian tersebut adalah dengan melakukan uji emisi gas buang pada kendaraan bermotor beroda empat berbahan bakar bensin di Kota Denpasar.

1.2 Rumusan Masalah

Melihat permasalahan di atas terhadap perkembangan Kota Denpasar sebagai salah satu ikon kota pariwisata di Indonesia, maka penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana prosentase kelulusan emisi gas buang kendaraan bermotor roda empat berbahan bakar bensin pada sistem pembakaran Karburator produksi dibawah Tahun 2007 (< 2007) ?
2. Bagaimana prosentase kelulusan emisi gas buang kendaraan bermotor roda empat berbahan bakar bensin pada sistem pembakaran Injeksi produksi dibawah Tahun 2007 (< 2007) ?
3. Bagaimana prosentase kelulusan emisi gas buang kendaraan bermotor roda empat berbahan bakar bensin pada sistem pembakaran Injeksi produksi diatas atau sama dengan Tahun 2007 (≥ 2007) ?
4. Bagaimana prosentase emisi gas buang yang dihasilkan dari kendaraan bermotor roda empat berbahan bakar bensin Sistem Pembakaran Karburator dan Injeksi?

5. Seberapa besarkah tingkat pencemaran udara dari emisi gas buang yang ditimbulkan oleh lalu lintas kendaraan bermotor roda empat berbahan bakar bensin Sistem Pembakaran Karburator dan Injeksi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis prosentase kelulusan emisi gas buang kendaraan bermotor roda empat berbahan bakar bensin pada sistem pembakaran Karburator produksi dibawah Tahun 2007 (< 2007);
2. Untuk menganalisis prosentase kelulusan emisi gas buang kendaraan bermotor roda empat berbahan bakar bensin pada sistem pembakaran Injeksi produksi dibawah Tahun 2007 (< 2007);
3. Prosentase kelulusan emisi gas buang kendaraan bermotor roda empat berbahan bakar bensin pada sistem pembakaran Injeksi produksi diatas atau sama dengan Tahun 2007 (≥ 2007);
4. Untuk menganalisis prosentase emisi gas buang yang dihasilkan dari kendaraan bermotor roda empat berbahan bakar bensin Sistem Pembakaran Karburator dan Injeksi;
5. Untuk menganalisis tingkat pencemaran udara dari emisi gas buang yang ditimbulkan oleh lalu lintas kendaraan bermotor roda empat berbahan bakar bensin Sistem Pembakaran Karburator dan Injeksi.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat secara akademik dan bermanfaat secara praktis bagi pemecahan masalah di masyarakat. Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa

Hasil penelitian dapat dijadikan pengalaman penelitian dan menambah wawasan yang berkaitan dengan tingkat pencemaran udara dari kendaraan bermotor beroda empat berbahan bakar bensin di Kota Denpasar, Selain itu, penulis dapat menerapkan cara merawat dan memelihara kendaraan bermotor supaya lebih ramah lingkungan.

2. Bagi Institusi

Sebagai masukan bagi pemerintah dalam mengetahui tingkat pencemaran udara di suatu kawasan.

3. Bagi Bidang Keilmuan

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai penyempurnaan dan pembuktian, serta pengembangan dari teori yang sudah ada.

4. Bagi Masyarakat

Manfaat penelitian bagi masyarakat adalah mengetahui tingkat pencemaran emisi gas buang pada kawasan pemerintahan dan rekreasi di Kota Denpasar, serta masyarakat jadi paham akan pentingnya perawatan dan pemeliharaan kendaraan bermotor secara berkala, sehingga emisi kendaraan bermotornya tetap ramah lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak terlalu luas dan menyimpang dari rumusan masalah maka batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian di lapangan pada kendaraan bermotor roda empat berbahan bakar bensin dengan sistem pembakaran karburator dan injeksi;
2. Lokasi dari pelaksanaan penelitian yaitu pada kawasan pemerintahan dan rekreasi di Kota Denpasar, tepatnya di Kawasan Terminal Ubung Kota Denpasar;
3. Penelitian dilaksanakan pada minggu ke 3 (tiga) bulan Oktober dengan jumlah surveyor 4 (empat) orang;
4. Pelaksanaan teknis penelitian dilakukan sesuai dengan Standar Mutu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.

BAB II

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kendaraan

Kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Kendaraan bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh peralatan mekanik berupa mesin selain kendaraan yang berjalan di atas rel, terdiri dari kendaraan bermotor perseorangan dan kendaraan bermotor umum. Kendaraan tidak bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh tenaga orang atau hewan (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan). Jenis kendaraan bermotor menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan adalah sebagai berikut:

1. Sepeda motor adalah kendaraan bermotor beroda dua dengan atau tanpa rumah - rumah dan dengan atau tanpa kereta samping atau kendaraan bermotor beroda tiga tanpa rumah-rumah.
2. Mobil penumpang adalah setiap kendaraan bermotor yang dilengkapi sebanyak banyaknya 8 (delapan) tempat duduk tidak termasuk tempat duduk pengemudi, baik dengan maupun tanpa perlengkapan pengangkutan bagasi.

3. Mobil bus adalah setiap kendaraan bermotor yang dilengkapi lebih dari 8 (delapan) tempat duduk tidak termasuk tempat duduk pengemudi, baik dengan maupun tanpa perlengkapan pengangkutan bagasi.
4. Mobil barang adalah setiap kendaraan bermotor selain dari yang termasuk dalam sepeda motor, mobil penumpang dan mobil bus.
5. Kendaraan khusus adalah kendaraan bermotor selain daripada kendaraan bermotor untuk penumpang dan kendaraan bermotor untuk barang, yang penggunaannya untuk keperluan khusus atau mengangkut barang-barang khusus.

2.1.1 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bias diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran (reaksi redoks) dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Proses lain untuk melepaskan energi dari bahan bakar adalah melalui reaksi kimia eksotermik. Hidrokarbon (termasuk di dalamnya bensin dan solar) sejauh ini merupakan jenis bahan bakar yang paling sering digunakan manusia. Bahan bakar lainnya yang bias dipakai adalah logam radioaktif. Berikut ini jenis – jenis bahan bakar yang digunakan pada kendaraan bermotor di jalan:

1. Mesin Bensin
 - a. Premium

Bahan bakar Premium mempunyai ciri khas berwarna kuning terang. Bahan bakar Premium sendiri memiliki angka oktan 88 dengan kompresi di bawah 9:1. Sebelum adanya Peralite, Premium merupakan bahan bakar yang paling banyak digunakan oleh masyarakat di Indonesia. Selain harganya yang terjangkau, Premium juga seringkali mendapatkan subsidi dari pemerintah.

b. *Peralite*

Seiring dengan perkembangan zaman, penggunaan bahan bakar premium mulai tergeser dan digantikan oleh bahan bakar jenis *Peralite*. Bahan bakar *peralite* memiliki ciri khas warna hijau terang dan bisa dengan mudah kita temui di SPBU terdekat. *Peralite* memiliki angka oktan sebesar 90 dengan kompresi sedang 9:1 hingga 10:1. Dengan kata lain, *Peralite* lebih bagus dari pada jenis Premium.

c. *Pertamax*

Pada level yang lebih tinggi, terdapat bahan bakar jenis *Pertamax*. *Pertamax* adalah bahan bakar dengan ciri khas berwarna biru. Bahan bakar jenis ini umumnya memiliki angka oktan 92 dengan kompresi 10:1 sampai 11:1. *Pertamax* sendiri memiliki klasifikasi yang lebih tinggi seperti *Pertamax Turbo* (oktan 98) dan *Pertamax Racing* (oktan 100 ke atas).

2. Mesin *Diesel*

a. Solar

Jika sebelumnya kita membahas bahan bakar mesin bensin, sekarang kita akan membahas jenis bahan bakar mesin *diesel*. Solar merupakan jenis bahan bakar *diesel* dengan angka *cetane* sebesar 48 dan kadar sulfur sebanyak 2500 ppm.

b. *Dexlite*

Dexlite menjadi alternatif pilihan bahan bakar lain dengan jumlah oktan 50 dan memiliki kadar sulfur 1200 ppm yang umumnya banyak digunakan oleh kendaraan tahun 90an, Angka tersebut menunjukkan bahwa *Dexlite* jauh lebih baik dari solar.

c. Pertamina Dex

Jika Anda ditanya tentang jenis bahan bakar mesin *diesel* terbaik, jawabannya tentu saja Pertamina Dex. Pertamina Dex merupakan jenis bahan bakar kualitas tertinggi di kelasnya karena memiliki angka *cetane* minimal 53 dengan kandungan sulfur kurang dari 300 ppm.

2.2 Sistem Pembakaran pada Kendaraan

Motor bakar adalah mesin atau pesawat tenaga yang merupakan mesin kalor dengan menggunakan energi thermal dan potensial untuk melakukan kerja mekanik dengan merubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas (*thermal*) dan potensial sehingga menghasilkan energi mekanik. Motor bakar torak menggunakan beberapa gerak mesin yang di dalamnya terdapat torak yang bergerak bolak-balik dan bergerak putar (*rotary engine*). Dimana

di dalam silinder terjadi pembakaran campuran antara udara dengan bahan bakar dengan merubah tenaga panas dan potensial menjadi tenaga gerak sehingga proses tersebut mampu menggerakkan torak yang oleh batang penggerak dihubungkan ke poros engkol

2.2.1 Sistem Pembakaran Karburator

Karburator merupakan salah satu bagian di dalam mesin kendaraan bermotor seperti pada motor ataupun mobil. Karburator adalah sebuah alat yang mencampur udara dan bahan bakar untuk sebuah mesin pembakaran dalam. Dapat dikatakan bahwa kinerja karburator pada mobil diibaratkan sebagai amunisi kendaraan. Tanpa adanya karburator pada kendaraan maka kendaraan tidak dapat bekerja sebagai mana fungsinya.

Sampai saat ini karburator masih digunakan pada mesin kecil dan pada mobil tua atau mobil khusus untuk mobil balap, umumnya digunakan pada mobil berbahan bakar bensin. Sistem karburator sangat penting di dalam sebuah kendaraan, oleh sebab itu perlu untuk merawat dengan benar. Kesalahan setting pada sistem karburator akan menyebabkan beberapa problem (*Abdul Wahab Fransinata, 2019*), anatara lain:

1. Lajur kendaraan tidak berjalan normal;
2. Gas buang dari hasil pembakaran akan banyak mengandung karbon monoksida yang tentunya akan membahayakan kesehatan. Ciri khas dari adanya kandungan karbon monoksida di dalam gas

pembakaran adalah bau yang menyengat dan akan terasa pedas bila mengenai mata;

3. Mesin kendaraan akan cepat panas;
4. Boros bahan bakar;
5. Kendaraan tidak bisa *idle*;
6. Akan susah pada saat dihidupkan.

2.2.2 Sistem Pembakaran Injeksi

Injeksi bahan bakar adalah sebuah teknologi yang digunakan dalam mesin pembakaran dalam untuk mencampur bahan bakar dengan udara sebelum dibakar. Penggunaan injeksi bahan bakar akan meningkatkan tenaga mesin bila dibandingkan dengan penggunaan karburator, karena injektor membuat bahan bakar tercampur secara homogen. Hal ini, menjadikan injeksi bahan bakar dapat mengontrol pencampuran bahan bakar dan udara yang lebih tepat, baik dalam proporsi dan keseragaman. Pada kendaraan bermotor yang sudah menerapkan sistem injeksi, memiliki bagian yang berfungsi untuk mengontrol dan mengatur pasokan udara dan bahan bakar ke dalam ruang pembakaran secara efektif dan efisien. Bagian kontrol ini terdapat sensor (berupa elektronik) yang akan mengatur jumlah udara dan bahan bakar secara homogen sesuai dengan kebutuhan mesin. Selama sensor bekerja dengan baik, kemungkinan kerusakan sangat kecil. Sistem throttle body pasokan bahan bakar yang terletak di throttle body langsung ke ruang asupan sedangkan sistem titik tunggal akan

memasok bahan bakar dari injektor tunggal. Sensor ini akan membaca putaran mesin dan jumlah udara kemudian akan mengirimkan hasil pembacaan tersebut kepada ECU (*Engine Control Unit*). ECU akan menghitung dan mengolah selanjutnya akan menentukan jumlah bahan bakar yang akan disemprotkan ke dalam ruang bakar (*Fitradian Dhimas, 2016*).

2.3 Perbedaan Karburator dengan Sistem Injeksi

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong manusia untuk menciptakan teknologi yang semakin maju. Diantara teknologi tersebut adalah pengembangan mesin kendaraan dengan sistem bahan bakar injeksi (EFI), yang secara perlahan-lahan menggeser teknologi sistem bahan bakar konvensional (karburator). Secara umum, penggantian sistem bahan bakar konvensional ke sistem EFI dimaksudkan agar dapat meningkatkan unjuk kerja dan tenaga mesin (power), efisiensi bahan bakar dan akselerasi yang tidak kalah penting adalah gas sisa hasil pembakaran kendaraan bermotor yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran udara, karena pencemaran udara sangat mengganggu kesehatan dari berbagai jenis penyakit, Namun pada setiap Sistem tetap memiliki Kelebihan dan Kekurangannya masing-masing. Berikut merupakan Kelebihan pada Sistem Injeksi dan Karburator, antara lain :

A. Pada Sistem Injeksi

a. Kelebihan

1. Dapat mengatur A/F ratio berdasarkan kebutuhan mesin dan kondisi cuaca;
2. Dapat mengatur A/F berdasarkan kadar emisi yang diwajibkan sehingga emisi lebih baik;
3. Ketika temperature dan tekanan udara berubah maka dia dapat menyesuaikan;
4. Injector menyuplai bahan bakar kemesin berdasarkan kebutuhan mesin sehingga penggunaan bahan bakar dapat lebih efisien sehingga menjadi lebih irit.

b. Kekurangan

1. Harga lebih mahal dibandingkan karburator sebab lebih banyak terdapat komponen;
2. Jumlah komponen yang lebih banyak dan kompleks;
3. Perawatan harus menggunakan alat khusus dan teknik tertentu.

B. Pada Sistem Karburator :

a. Kelebihan

1. Lebih murah dibandingkan system injection tetapi apabila ditambah alat lain, maka harganya mendekati system injection;
2. Jumlah komponen lebih sedikit dan tidak kompleks;
3. Perawatan lebih gampang dan sederhana;
4. Gampang saat dilakukan pembersihan atau servis.

b. Kekurangan

1. Untuk penyetelan A/F ratio dilakukan manual dan hanya bisa sekali;
2. Membutuhkan penyetelan yang tepat untuk semua kondisi tetapi tidak dapat mengatasi setiap kondisi yang dapat berbeda-beda;
3. Perlu adanya alat/komponen tambahan agar kerja karburator dapat menyesuaikan kondisi seperti pompa akselerasi, coasting enricher, dll;
4. Penggunaan bahan bakar kurang efisien, sehingga cenderung boros.

2.4 Pengertian Udara

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komposisi campuran gas tersebut tidak selalu konstan dan selalu berubah dari waktu ke waktu. Komponen yang konsentrasinya paling bervariasi adalah air yang berupa uap air dan karbon dioksida. Jumlah air yang terdapat di udara bervariasi tergantung dari cuaca dan suhu (*Fardiaz, 1992*).

Akibat aktifitas manusia, udara seringkali menurun kualitasnya. Perubahan kualitas ini dapat berupa perubahan sifat-sifat fisis maupun sifat-sifat kimiawi. Perubahan kimiawi, dapat berupa pengurangan maupun penambahan salah satu komponen kimia yang terkandung dalam udara, yang lazim dikenal sebagai pencemaran udara.

2.5 Pencemaran Udara

Pengertian pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam udara dan atau berubahnya tatanan (komposisi) udara oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (*Kepmen KLH No. 02/Men-KLH/I/1988*).

Pencemaran udara tidak mengenal secara tegas batas wilayah pengaruhnya, baik di kota maupun di daerah-daerah lainnya. Masalah yang ditimbulkan oleh pencemaran udara bahkan dapat meliputi ruang lingkup antar negara. Hal ini, disebabkan oleh berbagai faktor yang memengaruhi penyebaran, seperti volume bahan pencemar, geografis, topografi, dan klimatologi. Pencemaran udara mempengaruhi sistem kehidupan makhluk hidup seperti gangguan kesehatan, ekosistem yang berkaitan dengan manusia.

2.6 Jenis – Jenis Pencemaran Udara

Jenis-jenis pencemaran udara terbagi menurut bentuk (gas, partikel) dan menurut (ruangan /indoor dan udara bebas / outdoor) (*Wikipedia.com*).

1. Pencemaran udara berbentuk gas dapat dibedakan menjadi:
 - a. Golongan belerang terdiri dari sulfur dioksida (SO_2), hidrogen sulfida (H_2S) dan sulfat aerosol;
 - b. Golongan nitrogen terdiri dari nitrogen oksida (N_2O), nitrogen monoksida (NO), amoniak (NH_3) dan nitrogen dioksida (NO_2);
 - c. Golongan karbon terdiri dari karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), hidrokarbon;

- d. Golongan gas yang berbahaya terdiri dari benzen, vinyl klorida, air raksa uap.
2. Pencemaran udara berbentuk partikel dibedakan menjadi:
 - a. Mineral (*anorganik*) dapat berupa racun seperti air raksa dan timah;
 - b. Bahan organik terdiri dari ikatan hidrokarbon, klorinasi alkan, Benzen;
 - c. Makhluk hidup terdiri dari bakteri, virus, telur cacing.
 3. Pencemaran udara menurut tempat dan sumbernya ada dua macam :
 - c. Pencemaran udara bebas (*Outdoor air pollution*), sumber pencemaran udara bebas: alamiah, berasal dari letusan gunung berapi, pembusukan, dll. Kegiatan manusia, misalnya berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, asap kendaraan, dll;
 - d. Pencemaran udara ruangan (*Indoor air pollution*), berupa pencemaran udara didalam ruangan yang berasal dari pemukiman, perkantoran ataupun gedung tinggi.

2.7 Pencemaran Udara dari Sektor Transportasi

Dari berbagai sektor yang potensial dalam mencemari udara, pada umumnya sektor transportasi memegang peran yang sangat besar dibandingkan dengan sektor lainnya. Di kota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70%. Sedangkan kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya berkisar 10-15%, sisanya berasal dari sumber pembakaran lain, misalnya dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan dan lain-lain (*Waspada.co.id*).

Kendaraan bermotor yang menjadi alat transportasi, dalam konteks pencemaran udara dikelompokkan sebagai sumber yang bergerak. Dengan karakteristik yang demikian, penyebaran pencemar yang diemisikan dari sumber-sumber kendaraan bermotor ini akan mempunyai suatu pola penyebaran spasial yang meluas. Faktor perencanaan sistem transportasi akan sangat mempengaruhi penyebaran pencemaran yang diemisikan, mengikuti jalur-jalur transportasi yang direncanakan.

2.8 Komposisi dan Perilaku Gas Buang Kendaraan Bermotor

Emisi kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia. Komposisi dari andungan 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. Secara visual selalu terlihat asap dari knalpot kendaraan bermotor dengan bahan bakar solar, yang umumnya tidak terlihat pada kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin.

Walaupun gas buang kendaraan bermotor terutama terdiri dari senyawa yang tidak berbahaya seperti nitrogen, karbon dioksida dan uap air, tetapi didalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah yang cukup besar yang dapat membahayakan gas buang membahayakan kesehatan maupun lingkungan. Bahan pencemar yang terutama terdapat didalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa

hidrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NO_x) dan sulfur (SO_x), dan partikulat debu termasuk timbel (Pb). Bahan bakar tertentu seperti hidrokarbon dan timbel organik, dilepaskan keudara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar. Lalu lintas kendaraan bermotor, juga dapat meningkatkan kadar partikular debu yang berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem.

Setelah berada di udara, beberapa senyawa yang terkandung dalam gas buang kendaraan bermotor dapat berubah karena terjadinya suatu reaksi, misalnya dengan sinar matahari dan uap air, atau juga antara senyawa-senyawa tersebut satu sama lain. Proses reaksi tersebut ada yang berlangsung cepat dan terjadi saat itu juga di lingkungan jalan raya, dan adapula yang berlangsung dengan lambat. Reaksi kimia diatmosfer kadangkala berlangsung dalam suatu rantai reaksi yang panjang dan rumit, dan menghasilkan produk akhir yang dapat lebih aktif atau lebih lemah dibandingkansenyawa aslinya. Sebagai contoh, adanya reaksi di udara yang mengubah nitrogen monoksida (NO) yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor menjadi nitrogen dioksida (NO₂) yang lebih reaktif, dan reaksi kimia antara berbagai oksidanitrogen dengan senyawa hidrokarbon yang menghasilkan ozon dan oksida lain, yangdapat menyebabkan asap awan fotokimi (*photochemical smog*). Pembentukan smogini kadang tidak terjadi di tempat asal sumber (kota), tetapi dapat terbentuk di pinggiran kota. Jarak pembentukan *smog* ini tergantung pada kondisi reaksi dan kecepatan angin.

Untuk bahan pencemar yang sifatnya lebih stabil seperti limbah (Pb), beberapa hidrokarbon-halogen dan hidrokarbon poliaromatik, dapat jatuh ke tanah bersama airhujan atau mengendap bersama debu, dan mengkontaminasi tanah dan air. Senyawa tersebut selanjutnya juga dapat masuk ke dalam rantai makanan yang pada akhirnya masuk ke dalam tubuh manusia melalui sayuran, susu ternak, dan produk lainnya dari ternak hewan. Karena banyak industri makanan saat ini akan dapat memberikan dampak yang tidak diinginkan pada masyarakat kota maupun desa. Emisi gas buang kendaraan bermotor juga cenderung membuat kondisi tanah dan air menjadi asam. Pengalaman di negara maju membuktikan bahwa kondisi seperti ini dapat menyebabkan terlepasnya ikatan tanah atau sedimen dengan beberapa mineral/logam, sehingga logam tersebut dapat mencemari lingkungan.

2.9 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pencemaran Udara

Kendaraan Bermotor

Faktor penting yang menyebabkan dominannya pengaruh sektor transportasi terhadap pencemaran udara perkotaan di Indonesia antara lain disebabkan oleh (*M. Ilyas, 2004*) :

1. Perkembangan jumlah kendaraan yang cepat;
2. Tidak seimbangnya prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada;
3. Pola lalu lintas perkotaan yang berorientasi memusat akibat terpusatnya kegiatan;
4. Perekonomian dan perkantoran di luar kota;

5. Pembuatan dan pelaksanaan kebijakan pengembangan kota yang ada;
6. Menyatunya pusat pemerintahan dan pusat ekonomi;
7. Kemacetan aliran lalu lintas;
8. Jenis umur dan karakteristik kendaraan umum;
9. Faktor perawatan kendaraan;
10. Jenis bahan bakar yang digunakan;
11. Jenis permukaan jalan;
12. Sikap dan pola pengemudi.

Di samping faktor yang menentukan intensitas emisi pencemar seperti tersebut diatas, faktor penting lainnya berupa potensi dispersi atmosfer daerah perkotaan yang sangat tergantung kepada kondisi dan perilaku meteorologi.

2.10 Dampak Pencemaran Udara

Dari hasil kunjungan <http://buletinlitbang.dephan.go.id/index.asp> pada tanggal 21 September 2004, diketahui jenis bahan pencemar dan dampak/akibat pada individu/masyarakat, sebagaimana pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1. Bahan Pencemar, Sumber dan Dampak Pencemaran Udara

No	Bahan Pencemar	Sumber	Dampak/akibat pada individu/masyarakat
1	Sulfur Dioksida (SO ₂)	Batu bara atau bahan bakar minyak yang mengandung Sulfur. Pembakaran limbah pertanian.	Menimbulkan efek iritasi pada saluran nafas sehingga menimbulkan gejala batuk dan sesak nafas.

No	Bahan Pencemar	Sumber	Dampak/akibat pada individu/masyarakat
		Proses dalam industry.	
2	Hydrogen Sulfa (H ₂ S)	Dari kawah gunung yang masih aktif	Menimbulkan bau yang tidak sedap, dapat merusak indera penciuman (nervus olfactory)
3	Nitrogen Oksida (N ₂ O) Nitrogen Monoksida (NO) Nitrogen Dioksida (NO ₂)	Berbagai jenis pembakaran. Gas buang kendaraan bermotor. Peledak, pabrik pupuk	Mengganggu sistem pernafasan. Melemahkan sistem pernafasan paru dan saluran nafas sehingga paru mudah terserang infeksi.
4	Amoniak (NH ₃)	Proses Industri	Menimbulkan bau yang tidak sedap/menyengat. Menyebabkan sistem pernafasan, Bronchitis, merusak indera penciuman.
5	Karbon Dioksida (CO ₂) Karbon monoksida (CO) Hidrokarbon	Semua hasil pembakaran. Proses Industri	Menimbulkan efek sistematis, karena meracuni tubuh dengan cara pengikat hemoglobin yang amat vital bagi oksigenasi jaringan tubuh akibatnya apabila otak kekurangan oksigen dapat menimbulkan kematian. Dalam jumlah kecil dapat menimbulkan gangguan berfikir, gerakan otot, gangguan jantung

Sumber : <http://buletinlitbang.dephan.go.id/index.asp>

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa penggunaan bahan bakar untuk kendaraan bermotor dapat mengemisikan zat-zat pencemar seperti CO, NO_x, SO_x, debu, hidrokarbon juga timbal. Udara yang tercemar oleh zat-zat tersebut dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya, tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimiawinya. Gangguan tersebut terutama terjadi pada fungsi faal dari organ tubuh seperti paru-paru dan pembuluh darah, atau menyebabkan iritasi pada mata dan kulit.

Pencemaran udara karena partikel debu biasanya menyebabkan penyakit kronis seperti bronchitis khronis, emfiesma paru, asma bronchial dan bahkan kanker paru-paru. Kadar timbal yang tinggi di udara dapat mengganggu pembentukan sel darah merah. Gejala keracunan dini mulai ditunjukkan dengan terganggunya fungsi enzim untuk pembentukan sel darah merah, yang pada akhirnya dapat menyebabkan gangguan kesehatan lainnya seperti anemia, kerusakan ginjal dan lain-lain. Sedangkan keracunan Pb bersifat akumulatif.

Keracunan gas CO timbul sebagai akibat terbentuknya karboksihemoglobin (COHb) dalam darah. Afinitas CO yang lebih besar dibandingkan dengan oksigen (O₂) terhadap Hb menyebabkan fungsi Hb untuk membawa oksigen ke seluruh tubuh menjadi terganggu. Berkurangnya penyediaan oksigen ke seluruh tubuh ini akan membuat sesak napas dan dapat menyebabkan kematian, apabila tidak segera mendapat udara segar kembali. Sedangkan bahan pencemar udara seperti NO_x, SO_x, dan H₂S dapat merangsang yang mengakibatkan iritasi dan peradangan.

Senyawa-senyawa di dalam gas buang terbentuk selama energi diproduksi untuk menjalankan kendaraan bermotor. Beberapa senyawa yang dinyatakan dapat membahayakan kesehatan adalah berbagai oksida sulfur, oksida nitrogen, dan oksida karbon, hidrokarbon, logam berat tertentu dan partikulat. Pembentukan gas buang tersebut terjadi selama pembakaran bahan bakar fosil-bensin dan solar didalam mesin.

Dibandingkan dengan sumber stasioner seperti industri dan pusat tenaga listrik, jenis proses pembakaran yang terjadi pada mesin kendaraan bermotor tidak sesempurna di dalam industri dan menghasilkan bahan pencemar pada kadar yang lebih tinggi, terutama berbagai senyawa organik dan oksida nitrogen, sulfur dan karbon. Selain itu gas buang kendaraan bermotor juga langsung masuk ke dalam lingkungan jalan raya yang sering dekat dengan masyarakat, dibandingkan dengan gas buang dari cerobong industri yang tinggi. Dengan demikian maka masyarakat yang tinggal atau melakukan kegiatan lainnya di sekitar jalan yang padat lalu lintas kendaraan bermotor dan mereka yang berada di jalan raya seperti para pengendara bermotor, pejalan kaki, dan polisi lalu lintas, penjaja makanan sering kali terpajan oleh bahan pencemar yang kadarnya cukup tinggi. Estimasi dosis pemajanan sangat tergantung kepada tinggi rendahnya pencemar yang dikaitkan dengan kondisi lalu lintas pada saat tertentu. Keterkaitan antara pencemaran udara di perkotaan dan kemungkinan adanya resiko terhadap kesehatan, baru dibahas pada beberapa dekade belakangan ini. Pengaruh yang merugikan mulai dari gangguan estetika dan kenyamanan sampai dengan gangguan kesehatan

misalnya penyakit pada saluran tenggorokan. Karena setiap individu akan terpajan oleh banyak senyawa secara bersamaan, sering kali sangat sulit untuk menentukan senyawa mana atau kombinasi senyawa yang mana yang paling berperan memberikan pengaruh membahayakan terhadap kesehatan.

Bahaya gas buang kendaraan bermotor terhadap kesehatan tergantung dari toksitas (daya racun) masing-masing senyawa dan seberapa luas masyarakat terpajan olehnya. Telah banyak bukti bahwa anak-anak dan para lanjut usia merupakan kelompok yang mempunyai resiko tinggi di dalam peristiwa pencemaran udara. Anak-anak lebih peka terhadap infeksi saluran pernafasan dibandingkan dengan orang dewasa, dan fungsi paru-parunya juga berbeda. Para usia lanjut masuk di dalam kategori kelompok resiko tinggi karena penyesuaian kapasitas dan fungsi paru-paru menurun, dan pertahanan imunitasnya melemah. Karena kapasitas paru-paru dari penderita penyakit jantung dan paru-paru juga rendah, kelompok ini juga sangat peka terhadap pencemaran udara.

Berdasarkan sifat kimia dan perilakunya di lingkungan, dampak bahan pencemar yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor digolongkan sebagai berikut :

1. Bahan-bahan pencemar yang terutama mengganggu saluran . Yang termasuk dalam golongan ini adalah oksida sulfur, partikulat, oksida nitrogen, ozon dan oksida lainnya;
2. Bahan-bahan pencemar yang menimbulkan pengaruh racun sistemik, seperti hidrokarbon monoksida dan timbel/timah hitam;

3. Bahan-bahan pencemar yang dicurigai menimbulkan kanker seperti hidrokarbon;
4. Kondisi yang mengganggu kenyamanan seperti pencemaran udara, debu jalanan, dll.

2.11 Langkah – Langkah Mengendalikan Polusi Udara dari Gas Buang

Kendaraan Bermotor

Untuk menjamin kelestarian lingkungan hidup dan mengurangi polusi pada lingkungan yang diakibatkan oleh kendaraan bermotor, harus dilakukan pencegahan dan penanggulangan pencemaran lingkungan hidup untuk memenuhi ketentuan baku mutu lingkungan hidup sesuai dengan ketentuan peraturan yang berlaku, (*Ika Warakasih Puspitawati, 2014*) antara lain :

a. Pembatasan Jumlah Kendaraan Bermotor

Memperbaiki manajemen lalu lintas menuju transportasi berkelanjutan yang berwawasan lingkungan. Membatasi kendaraan pribadi memasuki jalan-jalan pusat keramaian kota misalnya dari pukul 10 pagi sampai 5 sore pada hari-hari kerja.

b. *Car Free Day*

Meningkatkan frekuensi penerapan *car free day* pada ruas-ruas jalan tertentu dengan antisipasi pengumuman jauh hari dan jalan alternatif agar tidak terjadi kemacetan diruas jalan lain.

c. Pemakaian Kendaraan *Hibrida* dan Kendaraan Listrik

d. *Fun bike*

Meningkatkan penggunaan sepeda melalui program khusus diikuti dengan penyediaan jalur sepeda, ruas sepeda di *traffic light*.

e. Pemakaian Angkutan Umum

Memperbaiki fasilitas transportasi umum salah satunya dengan menambah jalur dan armada bus serta peningkatan manajemen layanan kepada masyarakat. Penyediaan fasilitas bus sekolah di perkotaan untuk mengurangi penggunaan siswa SMP dan SMA menggunakan sepeda motor.

f. Kesadaran Masyarakat.

Perlunya rekayasa sosial karena perubahan perilaku membutuhkan waktu yang panjang dengan secara terus menerus meningkatkan kesadaran masyarakat dan swasta untuk ikut berperan aktif dalam pengelolaan lingkungan hidup dengan konsisten mensosialisasikan perilaku ramah lingkungan sejak dini termasuk didalamnya inisiasi menggunakan transportasi publik dan penggunaan kendaraan ramah lingkungan seperti sepeda. Serta, kesadaran masyarakat untuk merawat dan memelihara kendaraan bermotor secara berkala yang baik dan benar, sehingga emisi gas buang kendaraan bermotor bisa lebih ramah lingkungan.