

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA

Simanjuntak, dan Lestari (2008) dalam penelitian “ Pengaruh Penggunaan Campuran Bahan Bakar Bioetanol-Bensin Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Mesin Bensin (Otto)” di ITB, Indonesia. Pengujian ini dilakukan pada siklus UDC, dan EUDC pada mobil kijang EFI (injeksi) dan kijang LSX (karburator). Hasilnya menunjukkan penurunan CO_2 , CO, dan kenaikan HC.

Kemudian pada penelitian Waras (2018), Analisis Pengaruh Penggunaan Bioetanol dengan variasi 96%, 98% dan 99,8% terhadap Gas Buang Engine Prototype Etanol Mobil Hemat Energi Semeru Team Universitas Negeri Malang. Hasil penelitian menunjukkan Uji Normalitas (normality test) menunjukkan hasil gas Hidrokarbon (HCppm) dan Karbon Monoksida (CO%) nilai sudah terdistribusi normal. Uji Homogenitas menunjukkan baik dari gas Hidrokarbon (HCppm) dan gas Karbon Monoksida (CO%) memiliki varian yang sama. Uji Anova satu jalur menunjukkan ada perbedaan kadar Karbon Monoksida (CO%) karena perlakuan bioetanol dengan variasi 96%, 98% dan 99,8% terhadap gas Karbon Monoksida (CO%).

2.2 BAHAN BAKAR

Bahan bakar merupakan suatu barang yang dipergunakan dalam memproses pembakaran. Berdasarkan dari asal pembuatannya bahan bakar terbagi dalam tiga golongan, yaitu: (1) bahan bakar nabati, (2) bahan bakar mineral, (3) bahan bakar fosil. Jika kita lihat dari bentuknya, maka bahan bakar juga terbagi dalam tiga bentuk, yaitu: (1) bahan bakar padat, (2) bahan bakar cair dan, (3) bahan bakar gas. Ciri - ciri ini menentukan sifat-sifat didalam proses pembakaran, Sifat tersebut tidak menguntungkan sehingga diubah dengan jalan memberikan penambahan unsur kimia pada bahan bakar tersebut (Raharjo dan Karnowo, 2008:39). Dimungkinkan bisa mempengaruhi daya anti knocking atau daya letus dari bahan bakar.

2.1.1 Premium

Premium merupakan bahan baku minyak yang berwarna kuning jernih warna tersebut karena adanya zat pewarna tambahan (*dye*) (Prihandana, dkk, 2008: 4). rumus kimia untuk pembakaran sempurna adalah sebagai berikut: $C_8H_{18} + 12,5 O_2 \rightarrow 8 CO_2 + 9 H_2O$.

2.1.2 Bioetanol

Bioetanol merupakan bahan baku alami . Fungsi penambahan bioetanol adalah sebagai (a) *octane booster*, artinya bisa menaikkan angka oktan dengan dampak positif pada efisiensi bahan bakar dan menyelamatkan mesin; (b) *oxygenating agent*, yakni mengandung oksigen sehingga menyempurnakan pembakaran dan meminimalkan pencemaran udara; dan (c) *fuel extender*, yaitu menghemat bahan bakar fosil. (Prihandana, dkk, 2008:25).

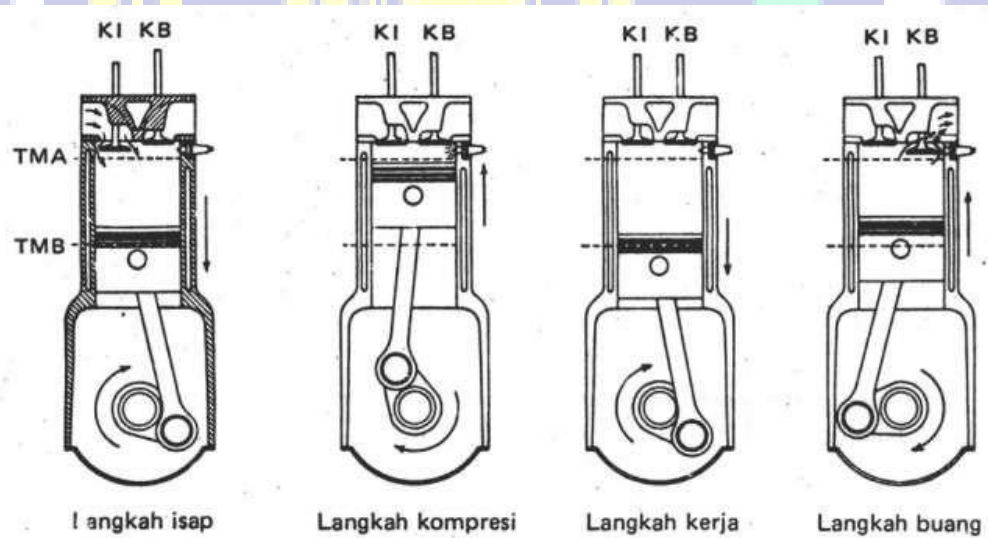
Bioetanol adalah senyawa hidrokarbon berupa kumpulan *hydroxyl* (-OH) dengan 2 atom karbon (C). Spesies alkohol yang banyak digunakan adalah $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ yang disebut metil alkohol (metanol), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ yang disebut iso propil alkohol (IPA) atau propanal-2 (Prihandana, dkk, 2008:26).



2.2 MOTOR BAKAR

Motor bakar yaitu alat yang digunakan dalam proses pembakaran dengan fungsi untuk mengubah energi panas menjadi energi gerak (Raharjo dan Karnowo, 2008:65). Motor bakar terbagi dalam dua jenis, yaitu motor pembakaran dalam, yang mana pembakarannya terjadi di dalam motor bakar itu sendiri, sedangkan motor pembakaran luar, untuk memperoleh energinya berasal dari proses pembakaran luar.

Piston pada kendaraan proses kerjanya dengan menggunakan empat langkah untuk mendapatkan tenaga melalui proses pembakarannya. Empat langkah tersebut ialah langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang.



Gambar 2.1 Prinsip kerja motor empat langkah (Setiawan, 2012)

Yang dimaksud dengan langkah hisap ialah posisi piston melaju dari titik mati atas ke titik mati bawah, posisi katup hisap terbuka sedangkan katup buang akan tertutup. Kondisi ini menyebabkan volume ruang bakar dalam mesin dan kevakuman akan menjadi meningkat, akhirnya tekanan yang ada didalam silinder menjadi menurun. Udara masuk ke dalam ruang silinder dikarenakan dorongan tekanan atmosfer di luar silinder. Bahan bakar akan secara otomatis terhisap melalui ruang silinder karena kevakuman tersebut.

Langkah kompresi ialah jika campuran bahan bakar memasuki ke dalam ruang silinder, hingga piston menjadi bergerak dari titik mati atas ke titik mati bawah, sehingga katup hisap dan katup buang akan tertutup, ini menyebabkan campuran bahan bakar menjadi terbakar. Penyempitan ruangan pada langkah ini, menyebabkan tekanan dan suhu menjadi meningkat. Mendekati langkah akhir kompresi, busi akan memercikkan bunga api sehingga terjadilah proses pembakaran.

Langkah usaha ialah jika posisi kedua katup masih tertutup. Sehingga ledakan dari proses pembakaran yang menyebabkan tekanan dan suhu menjadi naik secara drastis. Sehingga piston terdorong oleh tekanan tersebut menuju titik mati bawah, ini yang menghasilkan gaya dorong untuk memutar poros engkol.

Langkah buang ialah posisi piston berpindah dari titik mati bawah menuju titik mati atas, sehingga katup hisap tertutup sedangkan katup buang terbuka, ini yang menyebabkan gas buang atau sisa pembakaran terdorong keluar oleh gerakan piston.

2.3 SIFAT FISIK BAHAN BAKAR CAIR

Wiratmaja (2010: 147-148) menjelaskan sifat fisik bahan bakar minyak yang perlu diketahui adalah sebagai berikut:

- a. *Specific Gravity* adalah perbandingan berat bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama.
- b. Titik Nyala (*flash point*) adalah suhu pada uap di atas permukaan bahan bakar minyak yang akan terbakar dengan cepat apabila nyala api didekatkan padanya, sedangkan titik bakar (*fire point*) adalah temperatur pada keadaan dimana uap di atas permukaan bahan bakar minyak terbakar secara kontinyu jika nyala api didekatkan padanya.
- c. Temperatur Penyalaan Sendiri (*Auto-Ignition Temperature*) adalah temperatur terendah yang diperlukan untuk terbakar sendiri dalam *container standard* dengan udara atmosfer dengan tanpa bantuan nyala bunga api.
- d. Viskositas (*viscosity*) adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan atau hambatan atau ketahanan suatu bahan bakar untuk mengalir
- e. Nilai Kalor (*heating value*) adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas atau kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara atau oksigen.

2.4 EMISI GAS BUANG

Emisi gas buang adalah sisa pembakaran yang ada pada proses pembakaran dalam, pembakaran luar, maupun mesin jet yang keluar melalui sistem pembuangan. Senyawa - senyawa yang ada didalam emisi gas buang ialah HC (hidrokarbon), CO (karbon monoksida), NO (nitrogen oksida), dan Pb (timah hitam). gas tersebut memiliki bahaya atau dampak negatif pada kadar tertentu (Pulkrabek: 278).

Solikin (1997:155) menyatakan dampak HC, pada konsentrasi 100 ppm dapat menyebabkan iritasi membran mukosa dimana mata terasa pedih. Menghirup udara yang mengandung HC dengan konsentrasi 3000 ppm selama ½-1 jam akan menyebabkan lemas. Pada konsentrasi 20000 ppm selama 5-10 menit dapat menyebabkan kematian. Pada tanaman, HC dapat menghambat pertumbuhan daun dan kematian bagian bunga.

CO adalah senyawa yang tidak memiliki warnadan bau namun sangat berbahaya. Keberadaan O₂ yang kurang untuk merubah karbon menjadi CO₂, sehingga sebagian bahan bakar tidak terbakar dan senyawa karbon menjadi CO, biasanya sisanya sekitar 0,2% hingga 5% karbon monoksida (Pulkrabek: 285).

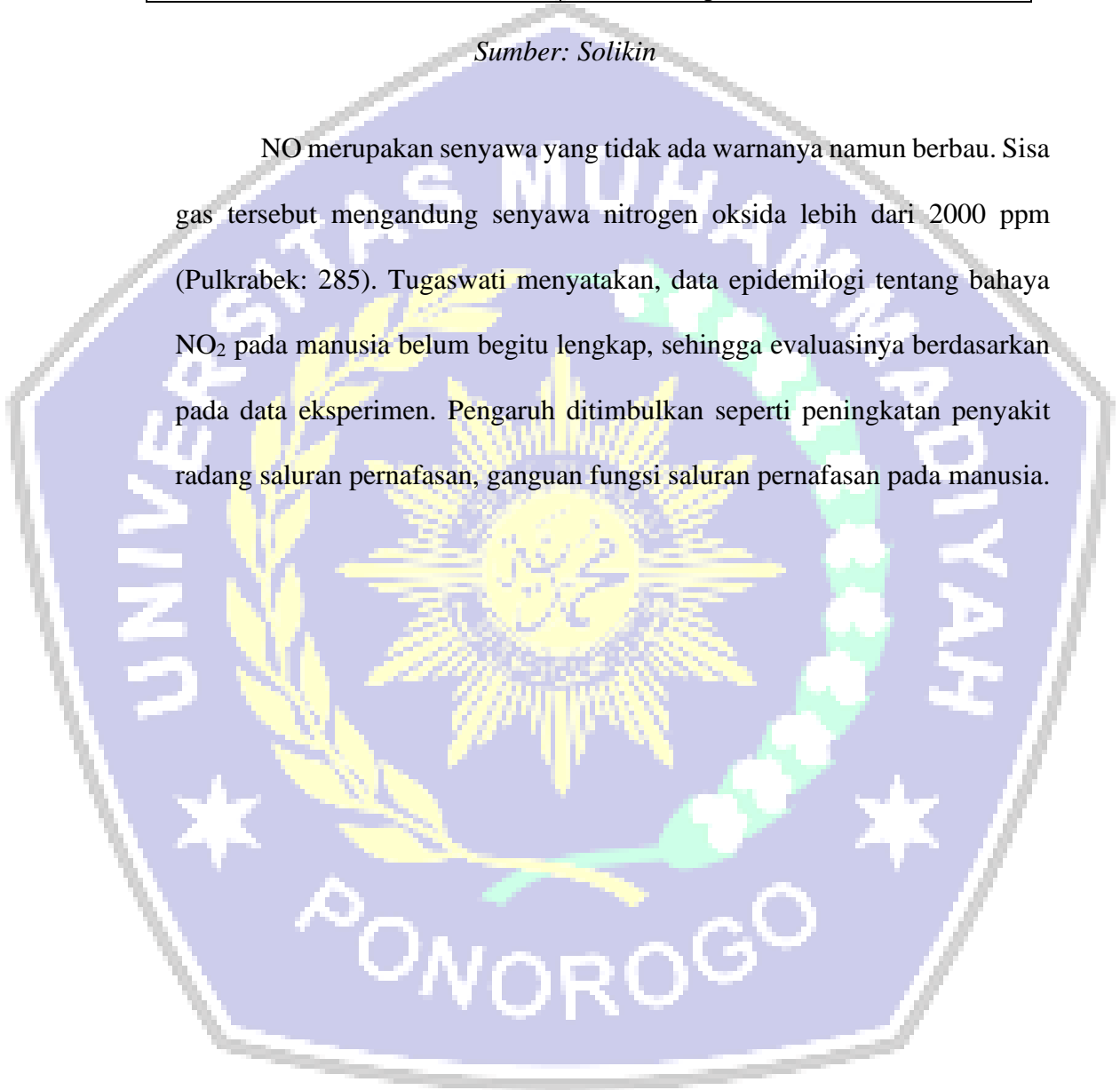
CO mempunyai kekuatan untuk diikat haemoglobin 200 kali lebih kuat daripada oksigen. Faktor penting yang menentukan pengaruh CO pada manusia adalah konsentrasi COHb (CO dalam Hb) semakin besar pengaruhnya pada manusia ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel: 2.1 Pengaruh CO didalam darah Manusia terhadap kesehatan.

COHb dalam darah (%)	Pengaruh pada kesehatan
< 1,0	Pengaruhnya Tidak ada
1,0 – 2,0	Penampilan tidak normal
2,0 – 5,0	Perubahan fungsi jantung dan pulmonary, kepala pening, mual – mual, berkunang – kunang, pingsan, sukar bernapas, kematian

Sumber: Solikin

NO merupakan senyawa yang tidak ada warnanya namun berbau. Sisa gas tersebut mengandung senyawa nitrogen oksida lebih dari 2000 ppm (Pulkrabek: 285). Tugaswati menyatakan, data epidemiologi tentang bahaya NO₂ pada manusia belum begitu lengkap, sehingga evaluasinya berdasarkan pada data eksperimen. Pengaruh ditimbulkan seperti peningkatan penyakit radang saluran pernafasan, gangguan fungsi saluran pernafasan pada manusia.



2.5 TEORI PEMBENTUKAN CO DAN HC PADA EMISI GAS BUANG

Proses Pembakaran dinamakan sempurna jika bahan bakar telah habis terbakar dan tidak meninggalkan sisa – sisa pembakaran. Karena jika pembakaran yang tidak sempurna sangat berdampak bagi kesehatan manusia. Unsur hidrokarbon menjadi tinggi pada emisi disebabkan karena campuran gemuk, terjadi pada RPM rendah. Pada RPM rendah, pengapian cenderung mundur hingga proses pembakaran menjadi lambat ini disebabkan ada sebagian bahan bakar tidak terbakar. Bahan bakar yang tidak terbakar akan keluar bersama gas buang sehingga konsentrasi Hidrokarbon menjadi tinggi.

2.6 AMBANG BATAS EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR SESUAI PERATURAN PEMERINTAH

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006, tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama menjelaskan,

Tabel 2.3. Ambang Batas Emisi Gas Buang Sepeda Motor

KATEGORI	TAHUN PEMBUATAN	PARAMETER		METODE UJI
		CO %	HC %	
M,N,O	< 2007	4,5 %	1200 ppm	Idle
M,N,O	>2007	1,5 %	200 ppm	Idle

Sumber: peraturan menteri lingkungan hidup No.5 tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama

2.7 KANDUNGAN EMISI GAS BUANG YANG BAIK

Kandungan emisi gas buang yang sempurna adalah ketika bahan bakar terbakar sempurna tanpa menghasilkan sisa, namun hal ini sulit untuk tercapai mengingat kondisi mesin yang mempengaruhi proses dan hasil pembakaran sehingga sebagai patokan yang digunakan untuk mengukur emisi yang baik adalah keputusan yang telah ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup yang tertuang dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2006.

2.8 AFR (*AIR FUEL RATIO*)

Menurut Syahrani, (2006:263) *Air Fuel Ratio* adalah perbandingan antara udara dan bensin yang telah masuk ke dalam mesin. Teori stoikiometri mengatakan AFR yang ideal ialah 14,7:1, mempunyai arti dalam membakar 1 gram bensin membutuhkan 14,7 gram udara sehingga menghasilkan pembakaran yang sempurna. Kenyataannya mesin bekerja pada kondisi yang tidak konstan tergantung beban yang dibawa oleh mesin. Ini yang menyebabkan pembakaran sempurna sulit terjadi.

Untuk menghitung besarnya penyimpangan jumlah udara didalam campuran dapat dirumuskan kedalam suatu perhitungan yang disebut dengan istilah *Lambda*. Secara sederhana, dirumuskan sebagai berikut:

jika udara sesungguhnya 14,7, maka:

$$\lambda = 14,7/14,7$$

$$= 14,7/14,7 = 1,0$$

artinya:

$\lambda = 1$, mempunyai arti campuran ideal, bahan bakar dapat terbakar secara sempurna.

$\lambda > 1$, mempunyai arti campuran kurus

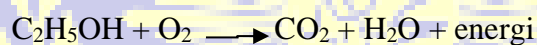
$\lambda < 1$, mempunyai arti campuran gemuk

2.9 PERHITUNGAN ATAU RUMUS-RUMUS DIDALAM PEMBAKARAN KIMIA BIOETANOL (C_2H_5OH) DAN PREMIUM (C_8H_{18}).

2.9.1 Proses Pembakaran sempurna dengan oksigen.

Setiap proses pembakaran pasti dibutuhkan oksigen (O_2). Jumlah kadar O_2 yang dibutuhkan harus disamakan sehingga tidak terdapat sisa – sisa pembakaran. Proses ini disebut proses pembakaran yang sempurna.

Rumus pembakaran yang ideal C_2H_5OH dengan oksigen sebagai berikut:



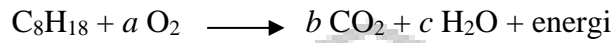
Perhitungan diatas belum bisa disebut seimbang, dikarenakan jumlah senyawa C, H, dan O, atau sebelum proses pembakaran tidak sesuai dengan jumlah unsur C, H, dan O, atau setelah proses pembakaran,



untuk membakar 2 molekul senyawa C_2H_5OH dibutuhkan 6 molekul O_2 sehingga menghasilkan 4 molekul CO_2 dan 6 molekul H_2O .

2.9.2 Pembakaran sempurna dengan oksigen senyawa C_8H_{18}

Sama dengan yang di atas, maka rumus pembakaran sempurna C_8H_{18} dengan oksigen adalah sebagai berikut:



UNSUR	SISI KIRI	SISI KANAN
C	8	b
H	18	$2c$
O	$2a$	$2b + c$
Maka:	$8 = b$	
		$18 = 2c \implies c = 18/2 = 9$
		$2a = 2b + c$

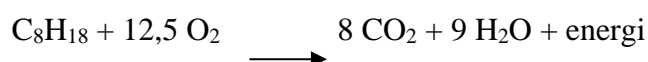
$$2a = 2(8) + 9 = 25$$

$$a = 25/2 = 12,5$$

oleh karena itu rumus pembakaran sempurna yang terjadi dalam senyawa C_8H_{18} adalah



didalam membakar 1 molekul senyawa C_8H_{18} diperlukan 12,5 molekul O_2 sehingga dapat dihasilkan 8 molekul CO_2 dengan 9 molekul H_2O . dalam perbandingan perhitungan pembakaran sempurna dengan oksigen antara lain:



kesimpulannya oksigen yang diperlukan dalam pembakaran senyawa bioetanol relatif sedikit dibanding dengan oksigen yang dibutuhkan untuk membakar bensin. Sisa hasil pembakaran bioetanolpun relative lebih sedikit dibandingkan dengan hasil pembakaran bensin. Hal ini membuktikan bahwa bahan bakar bioetanol lebih baik.

2.9.3 Perhitungan pembakaran tersebut dengan udara di dalam mesin .

Proses pembakaran bahan bakar yang terjadi tidak hanya dengan oksigen murni namun dengan bantuan udara. Udara di bumi mengandung beberapa unsur penyusun di dalamnya, diantaranya 78% Nitrogen (N₂), 21% Oksigen (O₂), dan 1% untuk berbagai gas dengan persentase yang sangat kecil.

Udara yang masuk ke ruang bakar terdiri dari 78% N₂ dan 21% O₂ dan untuk 1% yang terdiri dari berbagai gas yang tidak ikut ke dalam perhitungan karena persentase setiap gas relatif sangat kecil.

Rumus pembakaran bioetanol dengan udara adalah sebagai berikut :
$$C_2H_5OH + 3(O_2 + 3,71 N_2) \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O + 11,13 N_2 + \text{Energi.}$$
 jika pembakaran terjadi secara sempurna, maka dapat menghasilkan reaksi seperti rumus di atas.

Rumus pembakaran bensin dengan udara yang terjadi adalah



Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna, maka diperlukan komposisi udara dengan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Perbandingan udara dengan bahan bakar ini selanjutnya disebut dengan AFR (*Air Fuel Ratio*). Perbandingan ini bisa dibandingkan, baik dalam jumlah massa maupun dalam jumlah volume. $AFR = m_{fuel} / m_{air}$ / V_{fuel} / V_{air} Besarnya AFR ini diketahui dari uji coba reaksi pembakaran yang benar-

benar terjadi, nilai ini disebut AFR aktual. Sedangkan AFR lainnya adalah AFR stoikiometri, merupakan AFR yang diperoleh dari persamaan reaksi pembakaran.



