

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Minyak Atsiri

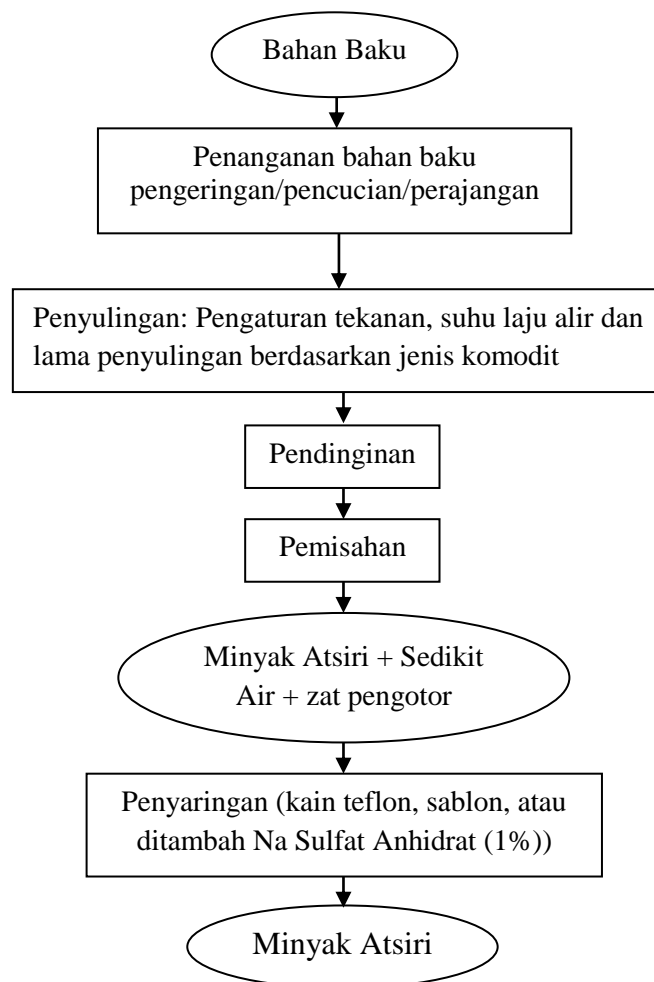
Minyak atsiri yang dikenal dengan nama minyak terbang (*volatile oil*) atau minyak eteris (*essential oil*) adalah minyak yang dihasilkan dari tanaman dan mempunyai sifat mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi. Minyak atsiri merupakan salah satu hasil proses metabolisme dalam tanaman, yang terbentuk karena reaksi berbagai senyawa kimia dan air. Sifat dari minyak atsiri yang lain adalah mempunyai rasa getir (*pungent taste*), berbau wangi sesuai dengan bau tanaman penghasilnya, yang diambil dari bagian-bagian tanaman seperti daun, buah, biji, bunga, rimpang, kulit kayu, bahkan seluruh bagian tanaman. Minyak atsiri mudah larut dalam pelarut organik seperti alkohol, eter, petroleum, benzene, dan tidak larut dalam air (Sandler, 1952).

B. Pengolahan Minyak Atsiri

Produksi minyak atsiri dari tumbuh-tumbuhan dapat dilakukan dengan empat cara. Yaitu :

1. Penyulingan (*distillation*)

Penyulingan adalah suatu proses pemisahan secara fisik suatu campuran dua atau lebih produk yang mempunyai titik didih yang berbeda dengan cara memdidihkan terlebih dahulu komponen yang mempunyai titik didih rendah terpisah dari campuran. penyulingan merupakan metode ekstraksi yang tertua dalam pengolahan minyak atsiri. Metode ini cocok untuk minyak atsiri yang tidak mudah rusak oleh panas, misalnya minyak cengkeh, nilam, sereh wangi, pala, akar wangi, dan jahe (Widiastuti, 2012).



Gambar 1. Diagram Alir Proses Penyulingan Minyak Atsiri

(Wordpress, 1998 dalam Widiastuti, 2012).

2. Pressing (*expression*)

Pengepresan dilakukan dengan memberikan tekanan pada bahan menggunakan suatu alat yang disebut *hydraulic* atau *expeller pressing*. Beberapa jenis minyak yang dapat dipisahkan dengan pengepresan adalah minyak almond, lemon, kulit jeruk, dan jenis minyak atsiri lainnya.

3. Ekstraksi menggunakan pelarut (*solvent extration*)

Ekstraksi minyak atsiri menggunakan pelarut, cocok untuk mengambil minyak bunga yang kurang stabil dan dapat rusak oleh panas. Pelarut yang dapat digunakan untuk mengekstraksi minyak atsiri antara lain kloroform, alkohol, aseton, eter, serta lemak.

4. Adsorpsi oleh lemak padat (*enfluenrasi*)

Sedangkan enflourasi digunakan khusus untuk memisahkan minyak bunga-bunga, untuk mendapatkan mutu dan rendaman minyak yang tinggi (Widiastuti, 2012).

C. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Mutu Minyak Atsiri

Mutu minyak atsiri dipengaruhi oleh beberapa factor, mulai dari pemilihan varietas, kondisi bahan baku, peralatan, metode penyulingan, serta cara penyimpanan produk. Jika semua persyaratan tersebut tidak terpenuhi, hasil dari produk minyak atsiri yang didapat tidak akan sesuai. Berikut beberapa faktor yang mempengaruhi mutu minyak atsiri:

1. Bahan baku

Bahan baku akan menentukan kualitas minyak atsiri. Kondisi bahan yang optimal mempengaruhi mutu minyak atsiri, misalnya cara pemetikan yang sesuai dan penentuan tingkat ketuaan bahan.

2. Penanganan pasca panen

Penanganan pascapanen minyak atsiri tidak sama untuk setiap bagiannya, baik daun, bunga, batang, kulit, rimpang, atau bijinya. Ketidakteragaman penanganan pascapanen akan mengurangi mutu minyak atsiri.

3. Proses produksi

Seperti halnya pada penyediaan bahan baku dan penanganan pascapanen, kesalahan dalam proses produksi atau pengolahan akan menimbulkan efek negatif. Kesalahan produksi dapat menurunkan rendemen dan kualitas minyak atsiri yang dihasilkan.

4. Penyimpanan

Minyak atsiri sebaiknya disimpan dalam kemasan botol kaca berwarna gelap dan tertutup rapat. Minyak atsiri yang disimpan dalam wadah logam dapat mengakibatkan perubahan warna minyak dari jernih hingga kecoklatan karena adanya reaksi karat dari logam (Yuliani, 2012).

Berikut standar mutu dari beberapa jenis minyak atsiri ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Standar Mutu Beberapa Minyak Atsiri (Yuliani, 2012)

No.	Jenis Minyak Atsiri	Parameter			
		Berat Jenis 25 C/ 25 C	Indeks Bias 25 C	Kelarutan	Komponen utama
1	Minyak Cendana (<i>sandalwood oil</i>) FCC Edisi IV	0,963-0,976	1,480-1,508	dalam etanol 70% 1:5 jernih	<i>Benzil Asetat</i>
2	Minyak Akar Wangi (<i>vertiver oil</i>) SNI: 06-2386-2006	0,980-1003	1,520-1,530	dalam etanol 95% 1:1 jernih	<i>Santanol</i>
3	Minyak nilam (<i>Patchouli Oil</i>), SNI: 06-2385-2006	0,959-0,975	2,507-1,515	dalam etanol 90% 1:10 jernih	<i>Vetivarol, Vetivarol Asetat</i>
4	Minyak Cengkeh (<i>Cloves Oil</i>)	1,065-1,088	1,541-1,576	dalam etanol 70% 1:2 jernih	<i>Euganol 82-90% B-kariofilen Euganol Asetat</i>
5	Minyak Kenanga (<i>Cananga Oil</i>)	0,904-0,920	1,493-1,503	dalam etanol 95% 1:0,5 jernih	
6	Minyak Daun Kayu Manis EAO No.56	1,03-1,05	1,526-1,534	dalam etanol 70% 1:2 jernih	<i>Euganol 70-80 % Sinnamaldehyde dan Sineol</i>
7	Minyak Serai Wangi (<i>Citronella Oil</i>) EAO No.7	0,876-0,919	1,488-1,495	dalam etanol 80% 1:2 jernih	<i>Sitronellal, Geraniol</i>
8	Minyak Pala (<i>Nutmeg Oil</i>) SNI: 06-2388-2006	0,880-0,930	1,470-1,497	dalam etanol 90% 1:3 jernih	<i>A-β-pinena dan Limonen</i>
9	Minyak Kayu Manis (<i>Cinamon Oil</i>) SNI: 06-3734-2006	1,008-1,030	1,559-1,595	dalam etanol 70% 1:3 jernih	<i>Sinnamaldehyde</i>
10	Minyak Lada (<i>Pepper Oil</i>) FCC Edisi IV	0,866-0,884	1,479-1,488	dalam etanol 95% 1:3 jernih	<i>A-β-pinena dan Limonen</i>

D. Minyak Cengkeh

1. Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum*)

Tanaman cengkeh mempunyai nama latin *Syzygium aromaticum*, syn. *Eugenia aromaticum* Sedangkan di dalam perdagangan internasional, masing-masing minyak atsiri mempunyai nama dagang yang berbeda-beda sesuai dengan bagian tanaman yang menghasilkannya. Misalnya minyak atsiri pada cengkeh dapat diperoleh dari bagian kuntum bunga, tangkai bunga, dan daun. Nama dagang untuk minyak atsiri yang berasal dari kuntum bunga cengkeh disebut clove oil, minyak tangkai bunga clove stem oil , dan minyak daun cengkeh clove leaf oil. Demikian pula dengan minyak dari tanaman lain.



Gambar 2. Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) (Widiastuti, 2012)

2. Penyulingan Minyak Cengkeh

Penyulingan cengkeh dapat dilakukan dengan cara penyulingan air dan penyulingan dengan uap. Menurut Guenther (1990), penyulingan dengan air dapat menghasilkan minyak cengkeh dengan kandungan eugenol 80-85% dan cukup baik sebagai bahan baku parfum atau flavor sedangkan penyulingan dengan uap dapat menghasilkan minyak cengkeh strong oil dengan kandungan eugenol yang tinggi yaitu 91-95% volume. Lama penyulingan berkisar antara 8-24 jam tergantung ukuran, sistem isolasi, volume uap dari alat penyulingan, sifat alami dan kondisi cengkeh dan sebagainya.

Kualitas minyak cengkeh dievaluasi berdasarkan kandungan fenolnya terutama eugenol. Karena minyak cengkeh mengandung beberapa aseteugenol, maka sering dilakukan penyabunan zat tersebut terlebih dahulu untuk mendapatkan kandungan eugenol yang lebih tinggi. Kandungan fenol cengkeh tergantung pada kondisi dan jenis bahan baku cengkeh dan metode penyulingan.

Pada waktu penyulingan minyak cengkeh terdapat dua fraksi yaitu fraksi yang lebih ringan dari air dan fraksi yang lebih berat dari air. Dengan menggabungkan kedua fraksi tersebut dihasilkan minyak cengkeh yang lengkap. Hasil minyak dari penyulingan bunga cengkeh sekitar 17-18%, penyulingan dari gagang cengkeh sekitar

6% dan dari daun sekitar 2-3%. Salah satu cara pemisahan atau pemurnian komponen minyak adalah dengan distilasi fraksional. Distilasi fraksinasi minyak atsiri adalah pemisahan komponen berdasarkan titik didih.

Produk samping dari tanaman cengkeh adalah minyak cengkeh. Tergantung dari bahan bakunya ada tiga macam minyak cengkeh, yaitu minyak bunga cengkeh, minyak tangkai cengkeh, dan minyak daun cengkeh. Rendemen dan mutu dari minyak yang dihasilkan dipengaruhi oleh asal tanaman, varietas, mutu bahan, penanganan bahan sebelum penyulingan, metode penyulingan serta penanganan minyak yang dihasilkan.

Bunga cengkeh dan tangkainya biasanya digiling kasar dulu sebelum penyulingan untuk memecahkan sel-sel minyak dan memperluas permukaan sehingga minyak dapat lebih mudah ke luar dari dalam sel, sedangkan daun cengkeh tidak membutuhkan pengecilan ukuran. Bahan tersebut disuling dengan cara uap dan air, atau cara uap langsung dengan periode waktu yang berlainan antara 8–24 jam tergantung dari keadaan bahan dan kandungan minyaknya. Bunga dan tangkai cengkeh membutuhkan waktu yang lebih lama karena kadar minyaknya yang jauh lebih tinggi daripada daun cengkeh.

3. Komponen Utama Minyak Cengkeh

Komponen utamanya adalah senyawa aromatik yang disebut *eugenol* (82-90%). *Eugenol* ($C_{10}H_{12}O_2$), merupakan turunan *guaiakol* yang mendapat tambahan rantai alil, dikenal dengan nama IUPAC 2-metoksi-4-(2-propenil)fenol (Agusta, 2000). Ia dapat dikelompokkan dalam keluarga *alilbenzena* dari senyawa-senyawa *fenol*. Warnanya bening hingga kuning pucat, kental seperti minyak. Eugenol berupa zat cair berbentuk minyak tidak berwarna atau sedikit kekuningan, menjadi coklat dalam udara. Dapat larut dalam alkohol, eter, kloroform serta sedikit dalam air. *Euganol* berperan untuk memperkaya kandungan oksigen dalam bahan bakar. Song (2001) dan Choi (1999) mengemukakan zat aditif ‘penyedia oksigen’ pada bahan bakar bensin berperan untuk meningkatkan bilangan setana (cetane number), sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna.

Minyak cengkeh dapat larut dalam minyak bensin dan hasil analisis terhadap komponen penyusunnya banyak mengandung atom oksigen (Kadarohman, 2003), yang diharapkan dapat meningkatkan pembakaran bahan bakar dalam mesin. Hal lain yang cukup penting dari struktur ruang senyawa penyusun minyak atsiri, ada yang dalam bentuk siklis dan rantai terbuka diharapkan dapat menurunkan kekuatan ikatan antar molekul penyusun bensin sehingga proses pembakaran akan lebih efektif. *Eugenol* juga digunakan sebagai

bahan baku obat dan parfum. *Eugenol* mudah bersenyawa dengan besi, oleh karena itu penyimpanannya harus dalam botol kaca. Drum aluminium, atau drum timah putih.

Adapun data sifat dari *eugenol* adalah sebagai berikut:

- a) Berat jenis : 1,0651
- b) Indeks bias : 1,5410 (25 ° C)
- c) Titik didih : 253 ° C
- d) Titik nyala : 110 ° C
- e) Kelarutan dalam alkohol: 1:5 atau 1:6

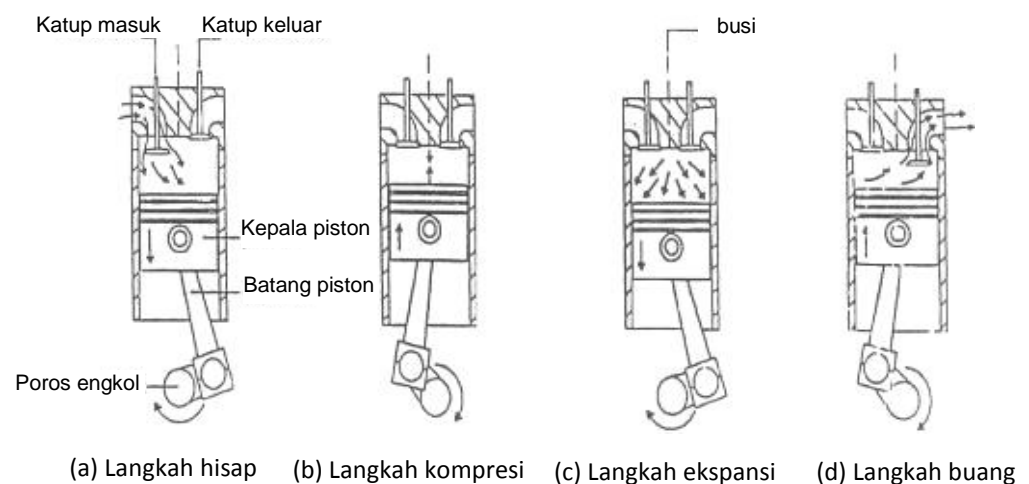
Selain eugenol, minyak atsiri cengkeh juga mengandung senyawa *asetil eugenol*, *beta-caryophyllene*, dan *vanilin*. Terdapat pula kandungan *tanin*, asam *galotamat*, *metil salisilat* (suatu zat penghilang nyeri), asam *krategolat*, beragam senyawa *flavonoid* (yaitu *eugenin*, *kaempferol*, *rhamnetin*, dan *eugenitin*), berbagai senyawa *triterpenoid* (yaitu asam *oleanolat*, *stigmasterol*, dan *kampesterol*), serta mengandung berbagai senyawa *seskiterpen*. Senyawa yang terkandung dalam minyak cengkeh dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok pertama merupakan senyawa fenolat dan eugenol, dan kelompok kedua adalah senyawa *nonfenolat* yaitu β -kariofilen, α -kubeben, α -kopaen, humulen, δ -kadien, dan kadina 1,3,5-trien (Sastrohamidjojo, 2004).

E. Motor Bakar

Motor bakar adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energi termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis, dimana proses pembakaran berlangsung di dalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran bahan bakar yang terjadi langsung digunakan sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis (Wardono, 2004). Motor bakar pada umumnya dibedakan menjadi dua, yaitu motor bensin dan motor diesel. Motor bensin juga terbagi dua yaitu motor bensin 4-langkah dan motor bensin 2-langkah.

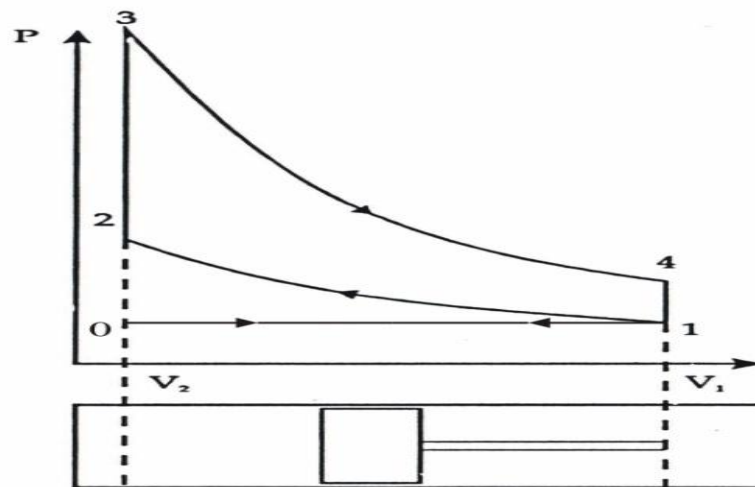
1. Motor Bensin 4-Langkah

Motor bakar bensin 4-langkah adalah salah satu jenis mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) yang beroperasi menggunakan udara bercampur dengan bensin dan untuk menyelesaikan satu siklusnya diperlukan empat langkah piston, seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Siklus motor bakar bensin 4-langkah (Heywood, 1988 dalam Pandapotan, 2012).

Untuk lebih jelasnya proses-proses yang terjadi pada motor bakar bensin 4-langkah dapat dijelaskan melalui siklus ideal dari siklus udara volume konstan seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram P - v dari siklus ideal motor bakar bensin 4-langkah (Wardono, 2004)

Keterangan mengenai proses-proses pada siklus udara volume konstan dapat dijelaskan sebagai berikut (Wardono, 2004) :

a. Proses $0 \rightarrow 1$: Langkah hisap (*Intake*)

Pada langkah hisap campuran udara-bahan bakar dari karburator terhisap masuk ke dalam silinder dengan bergerakinya piston ke bawah, dari TMA menuju TMB. Katup hisap pada posisi terbuka, sedang katup buang pada posisi tertutup. Di akhir langkah hisap, katup hisap tertutup secara otomatis. Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik konstan. Proses dianggap berlangsung pada tekanan konstan.

b. 1) Proses 1→2 : Langkah kompresi (*Compression*)

Pada langkah kompresi katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Selanjutnya piston bergerak ke atas, dari TMB menuju TMA. Akibatnya campuran udara-bahan bakar terkompresi. Proses kompresi ini menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur dan tekanan campuran tersebut, karena volumenya semakin kecil. Campuran udara-bahan bakar terkompresi ini menjadi campuran yang sangat mudah terbakar. Proses kompresi ini dianggap berlangsung secara isentropik.

2) Proses 2→3 : Langkah pembakaran volume konstan

Pada saat piston hampir mencapai TMA, loncatan nyala api listrik diantara kedua elektroda busi diberikan ke campuran udara-bahan bakar terkompresi sehingga sesaat kemudian campuran udara-bahan bakar ini terbakar. Akibatnya terjadi kenaikan temperatur dan tekanan yang drastis. Kedua katup pada posisi tertutup. Proses ini dianggap sebagai proses pemasukan panas (kalor) pada volume konstan.

c. Proses 3→4 : Langkah kerja/ekspansi (*Expansion*)

Kedua katup masih pada posisi tertutup. Gas pembakaran yang terjadi selanjutnya mampu mendorong piston untuk bergerak kembali dari TMA menuju TMB. Dengan bergerak piston menuju TMB, maka volume gas pembakaran di dalam silinder

semakin bertambah, akibatnya temperatur dan tekanannya turun. Proses ekspansi ini dianggap berlangsung secara isentropik.

d. 1) Proses $4 \rightarrow 1$: Langkah buang volume konstan (*Exhaust*)

Saat piston telah mencapai TMB, katup buang telah terbuka secara otomatis sedangkan katup hisap masih pada posisi tertutup. Langkah ini dianggap sebagai langkah pelepasan kalor gas pembakaran yang terjadi pada volume konstan.

2) Proses $1 \rightarrow 0$: Langkah buang tekanan konstan

Selanjutnya piston bergerak kembali dari TMB menuju TMA. Gas pembakaran didesak keluar melalui katup buang (saluran buang) dikarenakan bergerak piston menuju TMA. Langkah ini dianggap sebagai langkah pembuangan gas pembakaran pada tekanan konstan.

F. Parameter Prestasi Mesin

Parameter prestasi mesin bagian yang paling penting dalam kinerja motor bakar. Parameter prestasi motor bensin 4-langkah dapat ditentukan dengan :

1. Konsumsi bahan bakar dengan uji berjalan pada kecepatan konstan pada jarak yang ditentukan. Parameter ini, dapat dilakukan dengan membandingkan jumlah konsumsi bahan bakar pada kondisi

normal dengan menggunakan minyak cengkeh pada bahan bakar pada jarak yang telah kita tentukan.

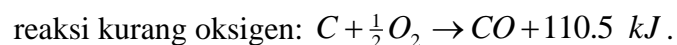
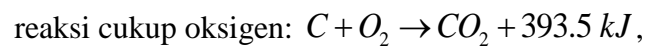
2. Pengujian stasioner pada putaran yang ditentukan. Parameter pengujian dilakukan pada saat kondisi diam, kemudian kita akan meningkatkan putaran mesin pada kondisi yang ditentukan beberapa saat setelah itu dilakukan pengukuran konsumsi bahan bakar pada kondisi normal dengan menggunakan minyak cengkeh pada bahan bakar.
3. Uji akselerasi dari keadaan diam sampai kecepatan yang ditentukan. Pengujian parameter dilakukan uji akselerasi kendaraan mulai dari keadaan sampai kecepatan yang ditentukan kemudian mencatat waktu yang dibutuhkan dan membanding hasil yang didapat pada kondisi normal dengan menggunakan minyak cengkeh pada bahan bakar.

G. Pembakaran

Pembakaran adalah reaksi kimia antara komponen-komponen bahan bakar (karbon dan hidrogen) dengan komponen udara (oksigen) yang berlangsung sangat cepat, yang membutuhkan panas awal untuk menghasilkan panas yang jauh lebih besar sehingga menaikkan suhu dan tekanan gas pembakaran. Elemen mampu bakar atau *Combustible* yang utama adalah karbon dan oksigen. Oksigen yang diperlukan untuk pembakaran diperoleh dari udara, yang merupakan campuran dari oksigen dan nitrogen.

Nitrogen adalah gas lembam dan tidak berpartisipasi dalam proses pembakaran. Selama proses pembakaran butiran-butiran halus minyak bahan bakar yang terdiri dari karbon dan hidrogen akan beroksidasi dengan oksigen membentuk air (H₂O) dan karbon dioksida (CO₂). Tetapi bila oksigen yang disuplai tidak cukup, maka partikel karbon tidak akan seluruhnya beroksidasi dengan partikel oksigen untuk membentuk CO₂, akibatnya terbentuklah produk pembakaran yang lain seperti karbon monoksida (CO), dan gas buang yang lain seperti UHC (*unburned hydrocarbons*) (Maleev, 1995 dalam Mahdi, 2006).

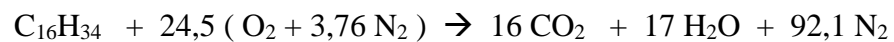
Selama proses pembakaran, butiran minyak bahan bakar menjadi elemen komponennya, yaitu hidrogen dan karbon, akan bergabung dengan oksigen untuk membentuk air, dan karbon bergabung dengan oksigen menjadi karbon dioksida. Kalau tidak cukup tersedia oksigen, maka sebagian dari karbon akan bergabung dengan oksigen menjadi karbon monoksida. Akibat terbentuknya karbon monoksida, maka jumlah panas yang dihasilkan hanya 30% dari panas yang ditimbulkan oleh pembentukan karbon monoksida sebagaimana ditunjukkan oleh reaksi kimia berikut (Wardono, 2004).



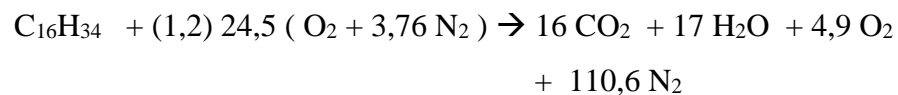
Keadaan yang penting untuk pembakaran yang efisien adalah gerakan yang cukup antara bahan bakar dan udara, artinya distribusi bahan

bakar dan bercampurnya dengan udara harus bergantung pada gerakan udara yang disebut pusaran. Energi panas yang dilepaskan sebagai hasil proses pembakaran digunakan untuk menghasilkan daya motor bakar tersebut.

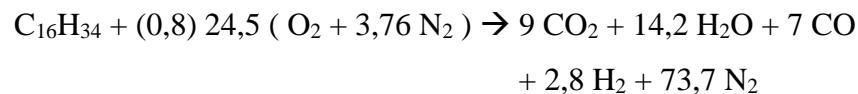
Reaksi Campuran Stoikiometri :



Reaksi Campuran Miskin-Bahan bakar :



Reaksi Campuran Kaya-Bahan bakar :



Secara lebih detail dapat dijelaskan bahwa proses pembakaran adalah proses oksidasi (penggabungan) antara molekul-molekul oksigen ('O') dengan molekul-molekul (partikel-partikel) bahan bakar yaitu karbon ('C') dan hidrogen ('H') untuk membentuk karbon dioksida (CO₂) dan uap air (H₂O) pada kondisi pembakaran sempurna. Di sini proses pembentukan CO₂ dan H₂O hanya bisa terjadi apabila panas kompresi atau panas dari pemantik telah mampu memisah/ memutuskan ikatan antar partikel oksigen (O-O) menjadi partikel 'O' dan 'O', dan juga mampu memutuskan ikatan antar partikel bahan bakar (C-H dan/atau C-C) menjadi partikel 'C' dan 'H' yang berdiri sendiri. Baru selanjutnya partikel 'O' dapat beroksidasi dengan partikel 'C' dan 'H'

untuk membentuk CO_2 dan H_2O . Jadi dapat disimpulkan bahwa proses oksidasi atau proses pembakaran antara udara dan bahan bakar tidak pernah akan terjadi apabila ikatan antar partikel oksigen dan ikatan antar partikel bahan bakar tidak diputus terlebih dahulu (Wardono, 2004).