

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Jelantah

Minyak goreng berulang kali atau yang lebih dikenal dengan minyak jelantah adalah minyak limbah yang bisa berasal dari jenis-jenis minyak goreng seperti halnya minyak jagung, minyak sayur, minyak samin dan sebagainya, minyak ini merupakan minyak bekas pemakaian kebutuhan rumah tangga umumnya, dapat digunakan kembali untuk keperluan kuliner, akan tetapi bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan (Anonim, 2009). Tabel sifat fisik dan kimia minyak jelantah dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Sifat Fisik dan Kimia Minyak Jelantah

Sifat Fisik Minyak Jelantah	Sifat Kimia Minyak Jelantah
Warna coklat kekuning-kuningan	Hidrolisa, minyak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol.
Berbau tengik	Proses oksidasi berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak.
Terdapat endapan	Proses hidrogenasi bertujuan untuk menumbuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada minyak.

(sumber: nunukgeminastiti.blogspot.com, 2012)

Titik didih minyak jelantah adalah 375°C , sehingga untuk merubah fasanya menjadi uap, diperlukan temperatur yang lebih tinggi dari titik didihnya. Titik nyala minyak jelantah terjadi pada suhu $240\text{-}300^{\circ}\text{C}$, densitasnya sebesar

0.898 Kg/L, viskositasnya sebesar 7s.d30 Pa.s dan nilai kalor sebesar 9197.29 cal/gr (Fassenden, 1986).

Minyak jelantah merupakan bahan alternatif yang dapat menggantikan *kerosene* sebagai bahan bakar kompor rumah tangga, karena memiliki nilai kalor per satuan volumenya hanya 5% dibawah harga nilai kalor yang dimiliki *kerosene*. Titik nyala dari uap minyak jelantah berkisar 240-300°C, sedangkan titik flash dari uap *kerosene* berkisar 38-40°C dan viskositas minyak jelantah 30 kali lebih tinggi dibandingkan *kerosene*. Oleh karena itu, pada pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan bakar kompor perlu dicampur dengan *kerosene*. (Stump and Muhlbauer, 2006).

Minyak goreng sangat mudah untuk mengalami oksidasi (Ketaren, 2005). Maka, minyak goreng berulang kali atau yang disebut minyak jelantah telah mengalami penguraian molekul-molekul, sehingga titik asapnya turun drastis, dan bila disimpan dapat menyebabkan minyak menjadi berbau tengik. Bau tengik dapat terjadi karena penyimpanan yang salah dalam jangka waktu tertentu menyebabkan pecahnya ikatan trigliserida menjadi gliserol dan FFA (free fatty acid) atau asam lemak jenuh. Selain itu, minyak goreng ini juga sangat disukai oleh jamur aflatoksin. Jamur ini dapat menghasilkan racun aflatoksin yang dapat menyebabkan penyakit pada hati (Aprilio, 2010).

Penggunaan minyak berkali-kali dengan suhu penggorengan yang cukup tinggi akan mengakibatkan minyak menjadi cepat berasap atau berbusa dan meningkatkan warna coklat serta *flavour* yang tidak disukai pada bahan makanan yang digoreng. Kerusakan minyak goreng yang berlangsung selama penggorengan akan menurunkan nilai gizi dan mutu bahan yang digoreng. Namun jika minyak goreng bekas tersebut dibuang selain tidak ekonomis juga akan mencemari lingkungan (Ketaren, 2005).

Kerusakan minyak akan mempengaruhi mutu dan nilai gizi bahan pangan yang digoreng. Minyak yang rusak akibat proses oksidasi dan polimerisasi akan menghasilkan bahan dengan rupa yang kurang menarik dan cita rasa yang tidak enak, serta kerusakan sebagian vitamin dan asam lemak esensial yang terdapat dalam minyak. Oksidasi minyak akan menghasilkan senyawa aldehida, keton,

hidrokarbon, alkohol, lakton serta senyawa aromatis yang mempunyai bau tengik dan rasa getir. Pembentukan senyawa polimer selama proses menggoreng terjadi karena reaksi polimerisasi, adisi dari asam lemak tidak jenuh. Hal ini terbukti dengan terbentuknya bahan menyerupai gum (gelembung) yang mengendap di dasar tempat penggorengan (Ketaren, 2005).

Selama penggorengan sebagian minyak akan teradsorpsi dan masuk ke bagian luar bahan yang digoreng dan mengisi ruang kosong yang semula diisi oleh air. Hasil penggorengan biasanya mengandung 5%-40% minyak. Konsumsi minyak yang rusak atau minyak jelantah dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti pengendapan lemak dalam pembuluh darah (*Artherosclerosis*) dan penurunan nilai cerna lemak (Luciana, 2008).

Akibat penggunaan minyak goreng yang berulang kali dijelaskan melalui penelitian yang dilakukan oleh Rukmini (2007) tentang regenerasi minyak goreng bekas dengan arang sekam menekan kerusakan organ tubuh. Hasil penelitian pada tikus wistar yang diberi pakan mengandung minyak goreng bekas yang sudah tidak layak pakai terjadi kerusakan pada sel hepar (liver), jantung, pembuluh darah maupun ginjal.

Penggunaan minyak goreng jelantah secara berulang-ulang dapat membahayakan kesehatan tubuh. Hal tersebut dikarenakan pada saat pemanasan akan terjadi proses degradasi, oksidasi dan dehidrasi dari minyak goreng. Proses tersebut dapat membentuk radikal bebas dan senyawa toksik yang bersifat racun (Rukmini, 2007).

Sehubungan dengan banyaknya minyak jelantah dari sisa industri maupun rumah tangga dalam jumlah tinggi dan menyadari adanya bahaya konsumsi minyak goreng bekas, perlu dilakukan upaya-upaya untuk memanfaatkan minyak goreng bekas tersebut agar tidak terbuang dan mencemari lingkungan. Pemanfaatan minyak jelantah dapat dilakukan dengan memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan bakar campuran atau yang lebih dikenal dengan energi *mix* (Pardede, 2012).

2.2 Kerosin (Minyak Tanah)

Trayek didih kerosine 150-300°C, mempunyai flash point diatas 38°C (100°F), banyak digunakan untuk penerangan lampu, minyak kompor. Komposisi kerosine adalah terdiri dari senyawa Hidrokarbon jenuh (paraffin), harus bebas dari aromatik dan hidrokarbon tak jenuh dengan kandungan sulfur serendah mungkin. Selain dari produk distilasi crude, kerosine juga dihasilkan dari unit hidrocraker.

Kerosin (Minyak Tanah) adalah fraksi Minyak Bumi (*Crude Oil*) yang lebih berat dari Migas, biasanya bertrayek didih antara 150 – 300°C, jadi trayeknya saling overlap dengan Migas. Kerosine dipakai terutama sebagai bahan bakar rumah tangga (minyak kompor) dan sebagai minyak lampu, dalam hal ini bahan bakar disediakan melalui sumbu-sumbu atau disemprotkan setelah dengan tekanan dan diuapkan sebelum dibakar. Dalam kedua pemakaiannya tersebut syarat-syarat utama dalam pemakaian kerosine adalah sebagai berikut :

1. Syarat Pembakaran

Terutama dalam pembakaran dengan sumbu, kerosine harus memberi api yang baik dan tidak memberi asap. Asap adalah sebetulnya hasil pembakaran yang tidak sempurna dan terdiri dari butir-butir arang yang halus, jadi kerosine tidak boleh mengandung bahan yang sulit terbakar sempurna. Dalam hal ini hidrokarbon aromatik harus tidak banyak terkandung dalam kerosine.

Sifat pembakaran ini biasa diukur dengan “*smoke point*” (titik asap), besarnya min. 15 mm, disamping itu kerosine tidak boleh meninggalkan jelaga terlalu banyak dan ini diukur dengan memberi nilai jelaga (char value) besarnya maks. 40 mg/kg.

2. Syarat Penguapan

Daya menguap adalah sifat penting juga dalam penggunaan kerosine, kerosine harus cukup mudah menguap sehingga mudah dinyalakan diwaktu dingin.

Kerosine harus stabil dan tidak mudah rengkah dalam penguapan sehingga tidak membentuk endapan yang membentuk kebuntuan.

Tendensi yang demikian mengharuskan sifat perolehan distilasi pada 200°C min. 18 % volume, dan titik didih akhir maks 310°C.

3. Syarat Keselamatan

Dalam penggunaannya didalam rumah tangga, kerosine tidak boleh pula terlalu mudah menguap dan terlalu mudah terbakar. Oleh karena itu titik nyala (flash point) harus dibatasi, yaitu titik nyala min. 100°F atau min. 38°C.

Untuk pengaliran kerosine dengan menggunakan pompa yang perlu diperhatikan adalah mengenai kecepatan pemompaan, karena kecepatan pemompaan mempengaruhi sifat elektro statis dari kerosine (makin cepat aliran kerosine makin tinggi elektro statisnya).

Cara pemompaan kerosine biasanya pada kecepatan rendah dahulu, baru berangsur-angsur dinaikkan sampai kecepatan yang diijinkan , dan yang perlu mendapat perhatian adalah pemompaan kerosine diwaktu hujan.

4. Syarat Keselamatan

Selain syarat kebersihan umum, kerosine juga harus tidak mengeluarkan asap atau hasil pembakaran yang berbahaya atau berbau tidak nyaman.

Berdasarkan sifat-sifat yang ada pada kerosin, Berikut ini merupakan tabel dari spesifikasi kerosin :

Tabel 2. Spesifikasi Kerosin

Analisa	Satuan	Kerosine
Density 15°C	Kg/m ³	835
Colour Lovibond 18" cell		Marketable
Odour		Marketable
Flash point abel		38
Smoke point	%wt	15
Char value	Mgs/100ml	40
Sulphur content	min	0.2
Cooperstrip corrosion, 3 hrs/50°C		ASTM No.1
Distillation		
Final boiling point	°C	310
Recovery at 200°C	%vol	18

(sumber : Pertamina kimia minyak bumi)

2.2.1 Sifat Fisik Minyak Tanah

Minyak bumi biasanya mengandung 5-25% minyak tanah, sedangkan dalam minyak tanah mengandung senyawa-senyawa seperti parafin, naftan, aromatik, dan senyawa belerang. Jumlah kandungan komponen senyawa dalam minyak tanah akan mempengaruhi sifat-sifat minyak tanah. Sifat-sifat yang harus dimiliki minyak tanah antara lain :

a. Warna

Kerosin dibagi dalam berbagai kelas warna :

- *Water spirit* (tidak berwarna)
- *Prime spirit*
- *Standard spirit*

b. Sifat bakar

Nyala kerosin tergantung pada susunan kimia dari minyak tanah. Jika mengandung banyak aromatik maka apinya tidak dapat dibesarkan karena

apinya mulai berarang. Sedangkan alkana-alkana memiliki nyala api yang paling baik. Sifat bakar naphthan terletak antara aromatik dan alkana.

c. Densitas

Densitas didefinisikan sebagai perbandingan massa bahan bakar terhadap volum bahan bakar pada suhu acuan 15°C. Densitas diukur dengan suatu alat yang disebut *hydrometer*. Pengetahuan mengenai densitas ini berguna untuk penghitungan kuantitatif dan pengkajian kualitas penyalaan. Minyak tanah memiliki densitas sebesar 0,7-0,83 kg/liter.

d. Titik Didih

Titik didih adalah suhu dimana tekanan uap sebuah zat cair sama dengan tekanan *external* yang dialami oleh cairan. Sebuah cairan di dalam vacuum akan memiliki titik didih yang rendah dibandingkan jika cairan itu berada di dalam tekanan atmosphere. Cairan yang berada di dalam tekanan tinggi akan memiliki titik didih lebih tinggi jika dibandingkan dari titik didihnya di dalam tekanan atmosper. Titik didih minyak tanah berkisar 175-284⁰C.

e. Viskositas

Minyak tanah harus mudah mengalir pada sumbu lampu sehingga dapat terbakar sempurna. Minyak dapat mengalir ke sumbu karena adanya gaya kapiler dalam saluran-saluran sempit antara serat-serat sumbu. Aliran kerosin tergantung pada viskositas, bila viskositas tinggi, minyak tanah tidak dapat mengalir pada sumbu lampu sehingga api akan tetap rendah dan sumbu menjadi arang (hangus) karena kekurangan minyak.

f. *Smoke Point*

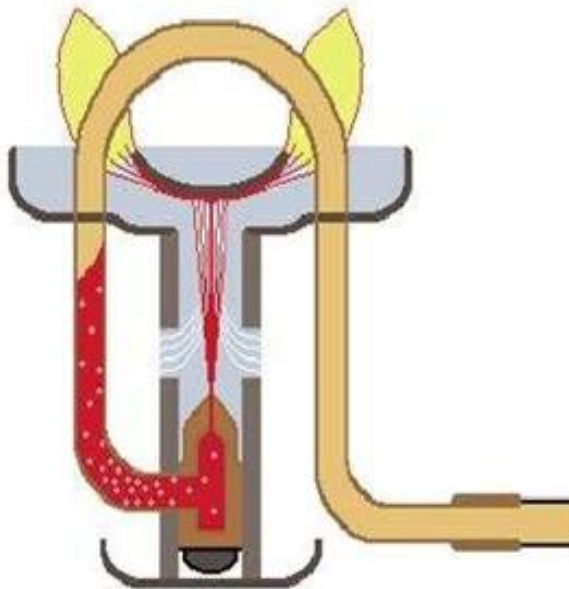
Smoke Point yang tinggi menunjukkan bahwa minyak tanah mempunyai panas pembakaran yang tinggi.

g. *Flash Point*

Flash Point yang rendah menunjukkan bahwa minyak tanah tidak mudah menyala oleh percikan api, sehingga aman dari kebakaran.

2.3 Kompor Tekan

Rancangan kompor pada dasarnya digolongkan menjadi 2 tipe, yaitu kompor sumbu (*wick burner*) dan kompor bertekanan (*pressure burner*). Secara umum, kompor bertekanan menghasilkan *power output* dan efisiensi pembakaran yang lebih tinggi, sehingga bahan bakar yang digunakan lebih kecil untuk setiap satuan berat bahan yang dimasak (Wichert *et al*, dalam Yunita 2008). Prinsip kerja kompor tekan adalah mengubah bahan bakar dari fase cair menjadi fase gas atau uap dan membakarnya dengan oksigen sehingga menyala dan menghasilkan energi panas (Sudrajat dalam Yunita, 2008).



Gambar 1. Prinsip Kerja Kompor Tekan (Tamrin, 2013)

Beberapa modifikasi rancangan kompor tekan (Stumpf dan Muhlbauer dalam Yunita, 2008), antara lain:

1. Pencampuran optimal minyak nabati dengan udara dalam *vaporizer*.
2. Pencampuran optimal minyak nabati dengan minyak tanah (*kerosene*) atau etanol.
3. Pemasangan lembaran tikar atau sumbu dari kapas, karung atau *fiber glass*

untuk membantu mempercepat pembakaran awal.

4. Percepatan mengalirnya minyak nabati dari tangki minyak dengan bantuan tekanan udara (pompa udara manual).

Kompur tekan memiliki beberapa bagian (Sudrajat dalam Yunita, 2008), seperti:

1. Nosel berfungsi sebagai lubang pengeluaran bahan bakar sehingga terjadi proses pembakaran bahan bakar oleh udara (oksigen).
2. Saluran penyalur bahan bakar dari tangki menuju nosel berfungsi sebagai penyalur bahan bakar dari tangki menuju nosel, dimana selama proses penyaluran bahan bakar ikut dipanasi oleh proses pemanasan awal.
3. Mangkuk berfungsi sebagai tempat terjadinya proses pemanasan awal sehingga dapat memanasi bahan bakar agar viskositasnya menurun maka proses pembakaran akan menjadi lebih mudah.
4. Penyangga kompor berfungsi untuk menjaga posisi kompor tekan agar stabil.

2.4 Atomisasi (Pengabutan) Cairan

Proses pembuatan butiran cairan di dalam fase gas disebut dengan atomisasi. Tujuan atomisasi adalah meningkatkan luas permukaan cairan dengan cara memecahkan butiran cairan menjadi banyak butiran kecil. Proses atomisasi dimulai dengan mendorong cairan melalui sebuah nosel. Energi potensial cairan (diukur sebagai tekanan cairan untuk nosel hidrolis atau tekanan udara dan cairan untuk nosel pneumatik) dengan bantuan geometri nosel menyebabkan cairan diubah menjadi bongkahan-bongkahan kecil. Bongkahan ini selanjutnya pecah menjadi pecahan yang sangat kecil yang biasanya disebut dengan butir (*drop*), butiran (*droplet*), atau partikel cairan.

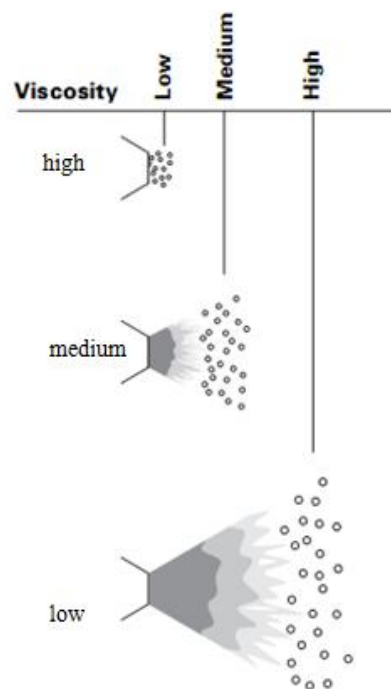
Setiap semburan (*spray*) menghasilkan suatu rentang besar butir, rentang ini dinyatakan sebagai distribusi besar butir (*drop size distribution*). Distribusi besar butiran ini tergantung pada jenis nosel dan sangat bervariasi untuk setiap jenisnya. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi besar butir adalah sifat-sifat fisik cairan, dan kondisi operasi. Menurut Graco (1995), ada berbagai faktor yang mempengaruhi ukuran dari butiran (*droplet*), diantara yaitu:

1. Tegangan permukaan

Tegangan permukaan cenderung untuk menstabilkan cairan, mencegah cairan menjadi butiran-butiran yang lebih kecil. Cairan dengan ketegangan permukaan yang lebih tinggi cenderung memiliki ukuran rata-rata tetesan yang lebih besar pada atomisasi.

2. Viskositas

Viskositas fluida memiliki pengaruh yang sama pada ukuran butiran *droplet* seperti pada tegangan permukaan. Viskositas menyebabkan fluida melawan agitasi, cenderung untuk mencegah pemecahan cairan dan mengarah ke ukuran *droplet* yang rata-rata lebih besar. Gambar 2 menunjukkan hubungan antara viskositas dan ukuran *droplet* ketika atomisasi terjadi.



Gambar 2. Hubungan antara viskositas dan ukuran *droplet* (Graco, 1995)

3. Densitas

Densitas menyebabkan cairan mempertahankan akselerasi. Densitas serupa dengan sifat-sifat baik tegangan permukaan dan viskositas, lebih

tinggi cenderung menghasilkan ukuran tetesan yang rata-rata lebih besar.

Pada proses pembuatan butiran cairan di dalam fase gas, dalam hal ini densitas gas jauh lebih kecil dari densitas cairan. Sehingga mekanisme formasi butiran jauh berbeda untuk perbedaan densitas yang rendah, terutama pada kecepatan tinggi. Pengabutan banyak digunakan untuk keperluan-keperluan pengabutan bahan bakar, pembuatan produk berbentuk granular (bongkahan), operasi perpindahan massa, dan pelapisan permukaan (pengecatan, dan lain-lain).

Mekanisme atomisasi dilihat dari fluida kerja dapat dibagi atas atomisasi hidrolis dan pneumatik.

1. Atomisasi hidrolis

Pada atomisasi hidrolis, atomisasi terjadi karena tekanan cairan atau gaya gravitasi pada cairan yang keluar pada mulut nosel dan pecah pada waktu jet berbentuk lembaran.

2. Atomisasi pneumatik

Pada atomisasi pneumatik, atomisasi terjadi sebagai akibat saling aksi antara cairan dengan udara yang berkecepatan tinggi. Gaya gesek antara cairan dengan udara menyebabkan cairan menjadi butiran. Jika ditinjau proses pencampuran dengan udara dengan cairan, nosel pneumatik dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu jenis pencampuran dalam dan pencampuran luar.

2.5 Proses Pembakaran

Pembakaran didefinisikan sebagai suatu proses pembentukan cahaya (api) dan panas akibat kombinasi kimia walaupun secara umum pembakaran dikenal sebagai suatu proses reaksi kimia antar bahan bakar dan oksidator dalam hal ini oksigen yang melibatkan pelepasan energi panas (Strehlow dalam Sunandar, 2010). Oksigen yang diperlukan diambil dari udara yang terdiri dari: $\pm 70\%$ N₂, $\pm 20\%$ O₂, dan $\pm 1\%$ unsur lainnya (Daywin *et al*, 1991). Syarat terjadinya proses pembakaran pada bahan bakar (Daywin *et al*, 1991) adalah: adanya bahan bakar, adanya udara (oksigen), dan adanya titik nyala sebagai pemicu pembakaran.

Terdapat dua aspek penting dalam termodinamika kimia pembakaran, yaitu: pertama, *stoikiometri pembakaran*, dalam stoikiometri kimia pembakaran, hal yang diinginkan adalah untuk mengetahui secara tepat atau secara stoikiometri jumlah udara yang harus dipergunakan untuk mengoksidasi bahan bakar. Jika udara yang masuk lebih besar dari jumlah stoikiometrinya, campuran ini disebut dengan *fuel-lean*, apabila lebih sedikit dari stoikiometri, campuran ini disebut *fuel-rich*. Perbandingan stoikiometri udara-bahan bakar ditetapkan dengan menulis neraca massa atom dengan asumsi bahwa bahan bakar bereaksi secara sempurna. Oksigen yang dipergunakan dalam kebanyakan proses pembakaran berasal dari udara yang umumnya tersusun atas 21% oksigen dan 79% nitrogen (%volume), sehingga untuk setiap mol oksigen dalam udara terdapat 0.79/0.21 mol N₂ atau 3.76 mol nitrogen. Untuk bahan bakar hidrokarbon C_xH_y (Kuo K.K dalam Sunandar, 2010).

Kedua, *hukum termodinamika 1*, besarnya energi yang dilepaskan pada saat reaksi pembakaran terjadi disebut dengan panas pembakaran. Besarnya panas pembakaran ini sangat tergantung dari jenis bahan bakar yang dipergunakan dan kondisi proses, isobar, isothermal atau isovol. Secara umum panas pembakaran suatu reaksi pembakaran dinyatakan dalam panas entalpi, H , dengan satuan kJ/kg atau kJ/mol. Dalam termofluida, panas pembakaran didefinisikan sebagai panas yang dilepaskan per satuan massa bahan bakar jika stoikiometrik reaktan (bahan bakar + udara) terbakar dimana reaktan dan produk atau hasil reaksi berada pada suhu 298.15 K dan tekanan 1 atm (Kuo K.K. dalam Sunandar 2010).

Berdasarkan teori pembakaran, bahan bakar yang mengalir sepanjang sumbu nyala api menyebar secara radial keluar, sementara itu udara sebagai oksidator terhisap ke dalam. Ketika bahan bakar dan oksidator bertemu dalam keseimbangan stoikiometrik (*stoichiometric equilibrium*) akan terbentuk permukaan api (*flame surface*), dengan demikian permukaan api dapat didefinisikan sebagai titik dimana nilai *equivalence ratio* sama dengan satu. Dengan demikian penurunan kekentalan minyak nabati yang dipergunakan sebagai bahan bakar diperlukan tidak hanya karena masalah aliran fluida

kental, tetapi akan membutuhkan tekanan yang lebih besar dibandingkan dengan fluida dengan kekentalan rendah.

2.6 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar adalah jumlah banyaknya bahan bakar (padat, cair, dan gas) yang diperlukan untuk menghasilkan sejumlah produk. Adapun rumus yang akan digunakan untuk menghitung kedua parameter tersebut adalah :

$$\text{Konsumsi Bahan Bakar} = (\text{Massa Bahan Bakar Awal} - \text{Massa Bahan Akhir})$$

Dari rumus diatas dapat dihasilkannya massa bahan bakar yang terpakai, dari hasil tersebut dapat diketahui seberapa besar jumlah konsumsi yang dibutuhkan.