

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 TINJAUAN PUSTAKA**

Suhartanta., dkk, 2010, Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran besarnya torsi, rpm, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Melalui persamaan yang ada dapat dihitung besarnya daya motor, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang kemudian membandingkan antara motor hasil pengujian bahan bakar minyak diesel murni dengan campuran antara solar dengan biodiesel.

Menurut penelitian Arif Setyo Nugroho, 2015, Berdasarkan analisa tersebut Bahan bakar campuran M15 mampu meningkatkan daya keluaran maksimal dari mesin sebesar 12,7%, Nilai konsumsi bahan bakar dan Sfc mengalami peningkatan seiring penambahan kadar methanol, sedangkan untuk nilai effisiensinya semakin menurun seiring penambahan methanol, hal ini dikarenakan dengan penambahan methanol mengakibatkan nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar menurun, Pada kondisi standar semakin tinggi prosentase volume methanol, tingkat konsumsinya semakin boros, prosentase volume methanol lebih dari 25 % kondisi mesin tidak stabil.

Sugeng., dkk, 2013, Bahan bakar yang digunakan pada penelitian adalah bio solar, minyak jarak dan methanol. Bahan bakar biosolar diproduksi oleh PT. Pertamina, Tbk. Methanol dengan tingkat kemurnian 75,22% dibeli dari toko kimia Indrasari, Semarang. Sedangkan minyak jarak

juga dibeli dari toko kimia Indrasari. Karakteristik utama bahan bakar tersebut ditunjukkan pada tabel Persentase volume minyak jarak 20% sedangkan persentase volume metanol yang diuji adalah 0%, 5%, 10% dan 15% dari volume biosolar, secara berurutan disebut D100, DJM5, DJM10 dan DJM15. Pencampuran bahan bakar dipersiapkan sebelum dimulainya eksperimen untuk memastikan bahwa campuran tersebut homogen. Sebuah pengaduk digunakan saat pencampuran bahan bakar tersebut.

## **2.2 DASAR TEORI**

### **2.2.1 Energi**

Sumber energi tak terbarukan adalah sumber energi yang sangat terbatas yang ada di bumi dan akan habis jika digunakan selama bertahun-tahun. Sumber energi tak terbarukan ini bisa juga dikatakan sebagai sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui.

Energi adalah energi yang berasal dari alam yang bisa langsung digunakan secara bebas dan bisa diperbaharui oleh alam secara alami dan jumlahnya tidak terbatas.

Energi Biomassa merupakan jenis bahan bakar yang dibuat dengan mengkonversi bahan biologis seperti halnya tanaman. Bahan ini juga dapat diperoleh dari hewan dan *mikroorganisme*. Tentu Anda tahu jika tumbuhan memproduksi makanannya sendiri dengan mendapat bantuan sinar matahari yang disebut proses fotosintesis. Energi Bio Massa di wilayah Banten cukup melimpah, mengingat luasnya lahan

pertanian dan perkebunan. Energi biomasa meliputi kayu, limbah pertanian/perkebunan/hutan, komponen organik dari industri dan rumah tangga, kotoran manusia dan hewan. Biomasa dapat dikonversi menjadi energi dalam bentuk bahan bakar cair, gas, panas, dan listrik. Teknologi konversi biomasa menjadi bahan bakar cair dan gas antara lain teknologi *pirolisa (biooil)*, *esterifikasi (biodiesel)*, teknologi *fermentasi (bioetanol)*, *anaerobik digester (biogas)*, dan *gasifikasi*. Sedangkan teknologi konversi biomasa menjadi energi panas dan listrik antara lain teknologi pembakaran, dan gasifikasi.

### **2.2.2 Bahan Bakar Fosil / Bahan bakar minyak dan Pelumas**

#### 1) Bahan bakar fosil

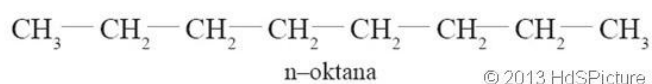
Bahan bakar fosil menjadi sumber daya alam yang sangat melimpah di bumi ini. Minyak bumi terbentuk beberapa ribu tahun yang berasal dari sisa – sisa tanaman kecil dan hewan yang hidup di air mengendap bersama dengan lumpur dan pasir laut. Endapan tersebut menerima tekanan dan temperatur tinggi tekanan dari lapisan yang terakumulasi, melalui transformasi kimia terbentuklah hidrokarbon dan senyawa lain dalam minyak mentah. Minyak mentah berpindah, terakumulasi pada bahan berapi, karena terperangkap oleh bantuan kedap. Di bagian bawah minyak biasanya terdapat lapisan air garam. minyak bumi berasal dari organisme-organisme laut. Bakar Minyak, yaitu hasil dari penyulingan minyak mentah yang untuk

dipergunakan pada berbagai kebutuhan yang sebagai sumber energinya menggunakan bahan bakar fosil yang berbentuk cair.

Minyak mentah adalah campuran kompleks terdiri dari hidrokarbon yang berbeda – beda tergantung faktor umur, suhu pembentukan dan cara pembentukan bahan bakar tersebut. Di indonesia bahan bakar nya banyak mengandung senyawa *aromatik* seperti *benzena*, sedangkan minyak mentah dari negara rusia mengandung banyak senyawa sikloheksana. Analisis macam – macam senyawa hidrokarbon adalah sebagai berikut.

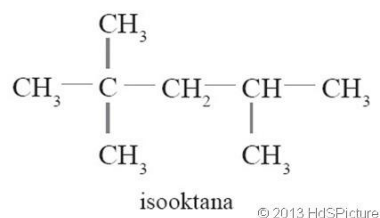
a. *Alkana*

*Alkana* yang banyak terdapat dalam minyak bumi adalah *n-alkana* dan *isoalkana* *n-alkana* adalah jenuh berantai lurus dan tidak bercabang, contoh *n-oktana*



Gambar 2. 1 gambar rumus kima Alkana(sumber <http://hedisasrawan.blogspot.com>)

*Isoalkana* adalah *alkana* jenuh yang rantai induknya mempunyai atom C tersier dan bercabang, contoh *isoktana*

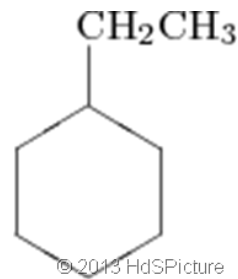


Gambar 2. 2 gambar rumus kimia Isoalkana(sumber <http://hedisasrawan.blogspot.com>)

*Alkana* juga di sebut *parafin*, *parafin* adalah senyawa *hidrokarbon* tersituasi yang mengandung rantai lurus atau bercabang yang rantai *molekolkanya* hanya terdiri atas atom karbon ( C ) dan *Hidrogen* ( H ).

b. *Sikloalkana*

*Sikloalkana* adalah senyawa *hidrokarbon* berantai tunggal dan berbentuk cincin, golongan *silkloalkana* yang terdapat dalam minyak bumi adalah *siklopentana* seperti metil *seklopentana* dan *sikloheksana* seperti etil *sikloheksana*.



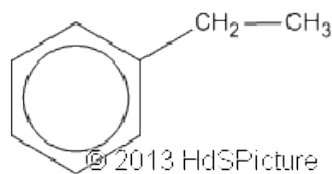
Gambar 2. 3 gambar rumus kimia sikloalkana(sumber <http://hedisasrawan.blogspot.com>)

*Sikloheksana* bisa disebut *naptena*. *Neptana* adalah senyawa *hidrokarbon* tersaturasi yang menjadi satu atau lebih ikatan senyawa ikatan rangkap pada karbonnya. *Neptena* memiliki rumus  $C_nH_{2n}$  dan mempunyai ciri – ciri seperti alkana akan tetapi mempunyai titik didih yang lebih tinggi.

c. *Hidrokarbon Aromatik*

Adalah *hidrokarbon* yang tidak tersaturasi, memiliki satu atau lebih cincin *planar* karbon-6 atau cincin *benzena*. Pada

struktur ini atom *hidrogen* berkaitan dengan atom karbon dengan rumus umum  $C_nH_n$  . jika *hidrokarbon aromatik* dibakar, akan menimbulkan asap hitam pekat dan beberapa bersifat *karneogen* (menyebabkan kanker). Senyawa hidrokarbon aromatik yang terdapat dalam minyak bumi adalah senyawa *benzena*, contoh etil *benzena*



Gambar 2. 4 gambar rumus kimia hidrokarbon aromatik(sumber <http://hedisasrawan.blogspot.com>)

Komposisi hidrokarbon yang terkandung dalam minyak bumi berdasarkan beratnya adalah sebagai berikut.

tabel 2. 1 Konsumsi hidrokarbon yang terkandung dalam minyak bumi(sumber <http://hedisasrawan.blogspot.com>)

| No. | Hidrokarbon      | Rata – rata | Rentang   |
|-----|------------------|-------------|-----------|
| 1.  | <i>Neptena</i>   | 49%         | 30-60%    |
| 2.  | <i>Parafin</i>   | 30%         | 15-50%    |
| 3.  | <i>Aromati</i>   | 15%         | 3-30%     |
| 4.  | <i>Aspeltena</i> | 6%          | Sisa-sisa |

Berdasarkan komponen terbanyak minyak bumi, minyak bumi dibedakan menjadi 3 golongan, yaitu *parafin*, *naftlena*, dan campuran *parafin-naftelan*.

a. Minyak bumi golongan *parafin*

Sebagian besar minyak bumi jenis *parafina* adalah senyawa *hidrokarbon* rantai terbuka. Minyak bumi jenis ini dimanfaatkan untuk bahan bakar karena merupakan penghasil *gasiolen*.

b. Minyak bumi golongan *Naftalena*

Komponen terbesar dalam minyak bumi jenis *naftalena* berupa senyawa *hidrokarbon* rantai siklis atau rantai tertutup. Minyak bumi ini digunakan untuk pengeras jalan dan pelumas.

c. Minyak bumi golongan campuran *parafin-Naftelana*

Minyak bumi golongan ini komponen penyusunnya berupa senyawa *hidrokarbon* rantai terbuka dan rantai tertutup.

Hasil olahan minyak bumi adalah sebagai berikut.

a. Bahan bakar penerbangan

*AVGAS (Aviation Gasoline)* Bahan Bakar Minyak ini merupakan BBM jenis khusus yang dihasilkan dari fraksi minyak bumi. Avgas didisain untuk bahan bakar pesawat udara dengan tipe mesin sistem pembakaran dalam (*internal combustion*), mesin piston dengan sistem pengapian. Performa BBM ini ditentukan dengan nilai *octane number* antara nilai dibawah 100 dan juga diatas nilai 100 . Nilai *octane* jenis *Avgas* yang beredar di Indonesia memiliki nilai 100/130.

*AVTUR (Aviation Turbine)* Bahan Bakar Minyak ini merupakan BBM jenis khusus yang dihasilkan dari fraksi minyak bumi. *Avtur* didisain untuk bahan bakar pesawat udara dengan tipe mesin turbin (*external combustion*). Performa atau nilai mutu jenis bahan bakar *avtur* ditentukan oleh karakteristik kemurnian bahan bakar, model pembakaran turbin dan daya tahan struktur pada suhu yang rendah *Aviation Turbine Fuel (AVTUR)* atau secara internasional lebih dikenal dengan nama Jet A-1 adalah bahan bakar untuk pesawat terbang jenis jet atau turbo jet (baik tipe jet *propulsion* atau *propeller*) *AVTUR* harus memenuhi persyaratan yang dibutuhkan, seperti memiliki titik beku (*freeze point*) maksimum  $-47^{\circ}\text{C}$  dan titik nyala (*flash point*) minimum  $38^{\circ}\text{C}$  ( $100^{\circ}\text{F}$ ).

b. Bahan bakar transportasi

*BENSIN (Petrol)* Jenis Bahan Bakar Minyak BENSIN merupakan nama umum untuk beberapa jenis BBM yang diperuntukkan untuk mesin dengan pembakaran dengan pengapian. Di Indonesia terdapat beberapa jenis bahan bakar jenis bensin yang memiliki nilai mutu pembakaran berbeda. Nilai mutu jenis BBM bensin ini dihitung berdasarkan nilai *RON (Randon Octane Number)*. Oktan adalah angka yang menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang bisa diberikan di dalam mesin sebelum bensin terbakar secara



spontan. Bensin mengandung lebih dari 500 jenis hidrokarbon yang memiliki rantai C5-C10. Kadarnya bervariasi tergantung komposisi minyak mentah dan kualitas yang diinginkan.

c. Pelumas

Adalah zat kimia, yang umumnya cairan, yang diberikan di antara dua benda bergerak untuk mengurangi gaya gesek. Pelumas berfungsi sebagai pelindung yang memisahkan dua permukaan berhubungan.

Adapun bahan pengganti minyak bumi adalah sebagai berikut.

- a. *Methanol*
- b. *Biodiesel*
- c. *Minyak jarak*

2) Pelumas

Pelumas adalah suatu zat cair yang dilengkapi zat *aditiv* dan memiliki nilai *piskositas* (kekentalan) tertentu yang berfungsi melapisi logam engine yang bekerja.

Fungsi pelumas terhadap engine

- a. Menutupi pori-pori logam sehingga menciptakan lapisan film.
- b. Kecendrungan molekul pelumas melekat pada logam dipengaruhi oleh *aditiev* (bahan kimia yang berfungsi meningkatkan kemampuan pelumas)

- c. Mengurangi atau meredam getaran mesin, getaran dan suara bising akibat benturan piston, batang piston, dan poros engkol. Jadi pelumas melapisi antara dua bagian tersebut membuat getaran dan benturan yang terjadi sehingga suara mesin menjadi halus.
- d. Mendinginkan temperatur mesin, karena panas yang dihasilkan oleh mesin adalah dari hasil pembakaran didalam silinder yang dihasilkan oleh gesekan antar komponen.
- e. Sebagai perapat celah piston dan silinder, pelumas juga berfungsi sebagai mengurangi kebocoran kompresi maupun hasil tekanan pembakaran dengan membuat lapisan oli yang mengisi celah antara piston dan silinder.
- f. Sebagai pembersih kotoran hasil gesekan antar komponen tersebut pelumas membantu membawa kotoran tersebut, sehingga bagian bergesekan tetap bersih.
- g. Sebagai anti karat, pelumas bertugas melapisi komponen bagian logam untuk menghindari kontak langsung dengan udara dan air.

### 2.2.3 Engine



*Gambar 2. 5 Gambar engine os 46(sumber bandung-aeromodeling.com)*

Mesin penggerak pesawat model secara umum terbagi menjadi dua jenis yaitu *engine piston* dan *engine rotary*. Mesin piston mempunyai

torak yang bergerak naik dan turun saat ini diproduksi dengan jenis mesin berbusi pijar (*glow plug*) dengan bahan bakar *methanol* maupun jenis mesin berbusi percik dengan bahan bakar bensin. Seperti halnya mesin

kendaraan bermotor, mesin piston untuk pesawat model juga ada yang berjenis 2 langkah (*2 stroke*) dan 4 langkah (*4 stroke*). Pada sisi lain, mesin *rotary* yang saat ini banyak digunakan untuk pesawat model adalah mesin turbin jet yang berbahan bakar kerosin maupun gas alam. Mesin

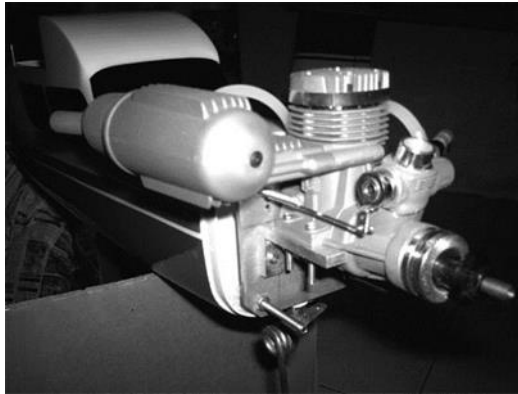
piston saat ini diproduksi dengan 2 metode pencampuran bahan bakar yang berbeda yaitu dengan karburator dan sistem injeksi bahan bakar (*fuel injection system*).

Selama operasionalnya, mesin pesawat model memerlukan sistem pelumasan yang dapat diandalkan, khususnya dalam putaran dan

temperatur yang tinggi. Selama operasionalnya, mesin memang sudah diberikan pendinginan dari udara, namun hal itu bukan berarti bahwa mesin tidak harus dilumasi dengan suatu bahan lubrikasi. Dalam bahan bakar biasanya dicampurkan sekitar 20-25% sistem pelumas yang dapat diandalkan. Khususnya dalam rangka untuk memberikan suatu efisiensi terhadap daya yang dihasilkan.

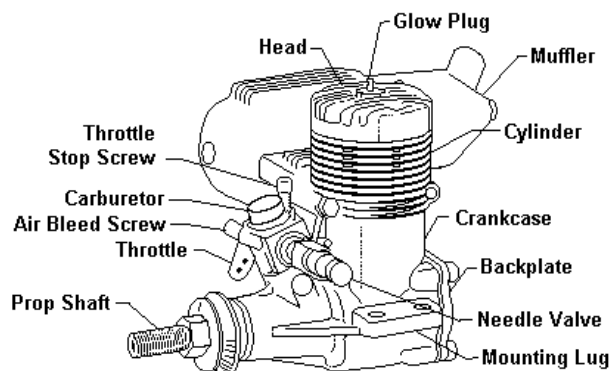
Pelumasan yang baik berarti gesekan yang terjadi pada komponen yang berputar menjadi minim, dan daya yang dihasilkan akan menjadi lebih besar. Beberapa mesin untuk sport aerobatik telah dilengkapi dengan bantalan mesin atau *ball bearing* yang bertugas untuk mereduksi gesekan yang terjadi, namun hal ini masih tetap memerlukan pelumasan yang diandalkan. Dalam pelaksanaannya mesin akan dioperasikan pada putaran dan temperatur yang tinggi, maka bahan pelumas yang dipergunakan di dalamnya juga harus dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami perubahan sifat pada kondisi tersebut. Jenis campuran bahan bakar yang mengandung bahan pelumas dalam hal ini memang tergantung dari mesin yang dipergunakan, diketahui bahwa mesin pesawat model ada yang menggunakan bahan bakar bensin dan *methanol*.

Pelumas yang saat ini dikenal mampu bertahan pada temperatur yang



Gambar 2. 6 Gambar engine os 46(sumber bandung-aeromodeling.com)

tinggi dan baik untuk mendukung operasional yang tinggi adalah pelumas dengan bahan dasar *castor* yang terbuat dari tumbuh-tumbuhan. Pada umumnya di Indonesia, bahan pelumas seperti ini dihasilkan dari pohon jarak dan minyaknya dikenal dengan minyak jarak. Selama ini *castor oil* yang dikenal di pasaran adalah dua jenis. Pertama, *castor oil* sebagai aditif oli balap sintetis yang dipasarkan sebagai pelumas kendaraan bermotor.



Typical Engine

Gambar 2. 7 gambar engine O.S 46 L.A(sumber www.os-engines.co.jp)

Mesin O.S 2 stroke memiliki bermacam macam tipe yang bermula dari O.S 15, O.S 25, O.S 40, O.S 46, O.S 60. Pada jenis mesin O.S tersebut hanya membedakan Spesifikasi dari ukuran mesin, piston, connecting road, dan propeller. Penggunaan jenis mesin pesawat tersebut hanya untuk kebutuhan jenis pesawat tersebut. Yang kami gunakan adalah mesin O.S 46

*Air bleed screw* -sekrup yang mengatur berapa banyak udara yang masuk ke dalam karburator

*Backplate* - cover pada bagian belakang mesin

*Carburetor* - Alat untuk pencampuran udara dan bahan bakar, dan mengontrol berapa banyak pencampuran yang masuk ke mesin.

*Crankcase*- Badan dari mesin

*Cylinder* - bagian dari mesin dimana pembakaran terjadi

*Glow plug* - alat pengapian sebagai pemicu pembakaran

*Head* - komponen pada mesin sebagai penutup mesin bagian atas

*Mounting lug* - bagian badan mesin untuk didudukan pada pesawat

*Muffler* - alat untuk sisa pembuangan mesin

*Needle valve* - alat untuk mengatur pencampuran udara dan bahan

*Prop shaft* - kruk as utama yang berfungsi mentransfer tenaga mesin ke propeller

*Throttle stop screw* - sekrup yang mengatur batas jarak pergerakan gas.

#### 2.2.4 Propeller

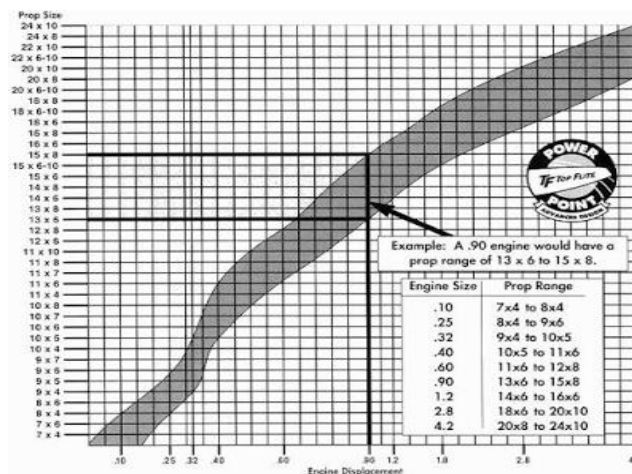
*Propeller* adalah baling-baling untuk menjalankan kapal atau pesawat terbang.<sup>[1]</sup> Baling-baling ini memindahkan tenaga dengan mengkonversi gerakan rotasi menjadi daya dorong untuk menggerakkan sebuah kendaraan seperti pesawat terbang, kapal atau kapal selam untuk melalui suatu *massa* seperti air atau udara, dengan memutar dua atau lebih bilah kembar dari sebuah poros utama. Bilah-bilah dari sebuah *propeller* berperan sebagai sayap berputar, dan memproduksi gaya yang mengaplikasikan prinsip Bernoulli dan hukum gerak *Newton*, menghasilkan sebuah perbedaan tekanan antara permukaan depan dan belakang bilah tersebut.

Berdasarkan teori momentum untuk menentukan efisiensi *air propeller*, maka harus ditentukan terlebih dahulu besar diameter putar, jumlah daun dan bentuk *air propeller* yang akan didesain. Metode desain yang telah lama dilakukan untuk *propeller aircraft* berdasarkan hasil interpretasi *wind tunnel test* dan data dari bentuk *aerofoil*. Pada *non dimensional* koefisien  $C_T$  (koefisien *thrust*),  $C_P$  (koefisien daya),  $C_Q$  (koefisien torsi) dan  $JR$  (*advance ratio*)

Prinsip kerja *propeller* sebenarnya identik dengan sayap, yaitu dengan memanfaatkan *airfoil* yang bergerak secara berputar sehingga menghasilkan gaya aerodinamika yang di mana gaya ini disebut *thrust* atau gaya dorong. Gerakan berputar dari *propeller* mengakibatkan kecepatan gerak *airfoil* pada ujung dan pangkal *propeller* berbeda, oleh

karena itu *angle of attack* (AOA) bilah *propeller* dari pangkal ke ujung dibuat semakin kecil, sehingga gaya yang dihasilkan sama (semakin tinggi kecepatan *airfoil*, semakin besar gaya yang dihasilkan).

Pada prinsip kerjanya hampir sama dengan sekrup yang bergerak di udara, tidak jarang *propeller* disebut dengan *airscrews*. Diameter dari *propeller* secara umum mempengaruhi *thrust* yang dihasilkan serta mempengaruhi kecepatan putar dari mesin, selain itu diameter *propeller*



Grafik 2.1 grafik pemilihan propeller untuk setiap engine(sumber <https://aeroengineering.co.id>, 10 Juni 2016)

juga sangat mempengaruhi kebisingan yang dihasilkan oleh putaran *propeller*, terkadang suara *propeller* lebih bising dari putaran mesin. Diameter *propeller* yang besar mengurangi kecepatan putar (RPM) dari mesin karena membutuhkan daya yang besar, karena penurunan putaran mesin tersebut, *propeller* dengan diameter besar lebih tidak berisik dari *propeller* kecil.



*Pitch* dan diameter *propeller* biasanya tertulis pada *propeller* dengan bentuk diameter x *pitch*. Misalkan *propeller* dengan tulisan 10×6 mengindikasikan bahwa *propeller* tersebut memiliki diameter 10 inci dan *pitch* 6 inci. Pesawat dengan *engine*/mesin bakar memiliki rentang ukuran *propeller* seperti diagram diatas, berikut ini adalah contoh pemilihan *propeller* berdasarkan diagram yang diambil dari *top flight*. Pada contoh berikut ini, dipilih mesin A.90 maka berdasarkan grafik diatas, dipilih *propeller* dengan spesifikasi antara 13×6 sampai 15×8. Kami memilih *propeller* standar bawaan pabrik dengan 10 x 6. Rumus yang digunakan untuk mengukur power yang di hasil *propeller* 10 x 6 dengan engine O.S 46 adalah sebagai berikut.

( <https://aeroengineering.co.id>, 10 Juni 2016)

Daya yang dihasilkan :  $P_S = \frac{C_P \cdot n \cdot D^5}{550}$  rumus nomor.....( 1 )

$P_S$  = Daya yang dihasilkan Hp

$C_p$  = Power *coefficient*

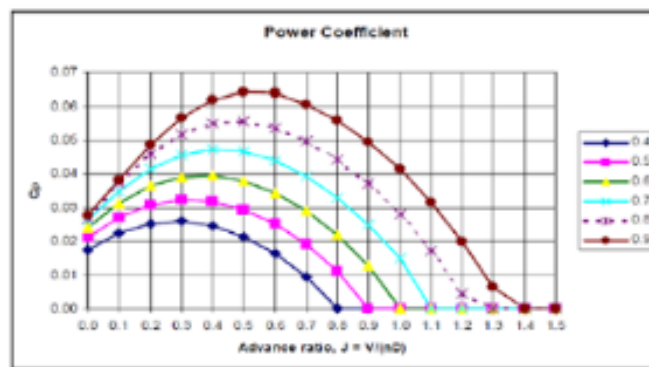
n = Kecepatan putaran *stationer propeller* (rev/s)

D = Diameter *propeller* (ft)

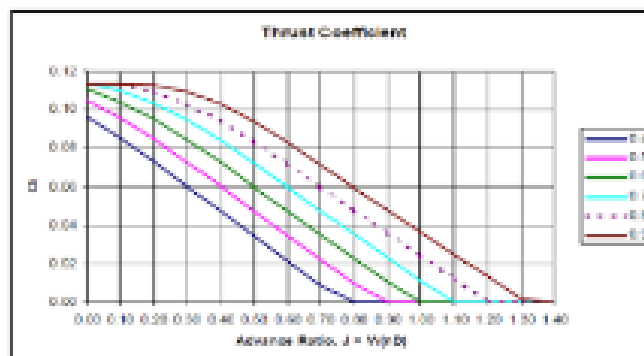
Perhitungan dapat dilakukan dengan bantuan diagram berikut ini :

Diagram diatas diambil berdasarkan data *propeller* pada umumnya, diagram dapat berbeda pada pembuat *propeller* yang berbeda. Garis yang berbeda pada diagram diatas menunjukkan perbedaan *pitch* dan diameter. Angka yang tertulis pada *propeller* adalah diameter x *pitch* (dalam inci).

Torsi adalah kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah energi,



Grafik 2.2 power coefficient(<https://aeroengineering.co.id>, 10 Juni 2016)



Grafik 2.3 power coefficient(sumber <https://aeroengineering.co.id>, 10 Juni 2016)

Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila

suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar d, dengan data tersebut torsi adalah:

$$T = F \times d = \dots\dots (Nm) \text{ rumus nomor } \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

$$T = \text{Torsi benda berputar ( Nm )}$$

$$F = \text{adalah gaya ( N )}$$

$$D = \text{adalah jarak benda kepusat rotasi ( m )}$$

Adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.

Torsi akan di uji dengan menggunakan timbangan gantung digital yang satuan nya adalah kilogram (kg) dan akan di ubah ke Newton (N) untuk masuk ke rumus Torsi.  
(<http://esemkaindonesia.blogspot.com/2014/05>)

$$w = m \times \text{ gaya gravitasi ( } 9,8 \text{ m/s}^2 \text{ )}$$

$$w = \text{ gaya ( newton )}$$

$$m = \text{ massa ( kilogram rumus nomor } \dots\dots\dots(3)$$

$$g = \text{ gaya gravitasi}$$



*Gambar 2.8 timbangan gantung*

RPM adalah singkatan dari *Revolutions Per Minute* atau *Revolusi Per Menit* atau *Rotasi Per Menit* dengan pengertian jumlah putaran atau rotasi suatu poros dalam 1 menit. Rpm berpengaruh langsung terhadap *Horse Power* (HP) karena faktor utama dari HP adalah torsi dan rpm. Rpm dan cc tidak berhubungan langsung, tetapi umumnya cc lebih besar menunjukkan untuk mendapatkan rpm tinggi. Ukuran cc didapat dari besar diameter piston, panjang *stroke* dan jumlah silinder. Pada *bore x stroke* sebenarnya bisa diketahui mesin tersebut jenis mesin putaran tinggi atau mesin putaran rendah, bisa juga diketahui mesin tersebut mengedepankan torsi atau HP.

### **2.2.5 Minyak Jarak**

Tanaman jarak dengan rumus kimia  $H_3COH_2$  pagar merupakan salah satu tumbuhan yang dapat digunakan untuk menghasilkan sumber energi alternatif. Minyak jarak pagar Komposisi Kimia Biji dan Minyak Jarak

Biji jarak terdiri dari 75% kernel (daging biji) dan 25% kulit dengan komposisi kimia. Minyak jarak mempunyai kandungan asam lemak (repository.usu.ac.id,2011).

Komposisi kimia biji jarak Komponen : Minyak 54 %, karbohidrat 13%, Serat 12,5%, Abu 2,5 % , Protein 18% Kandungan asam lemak minyak biji jarak Asam Asam Risinoleat 86 %, Asam Oleat 8.5 % Asam Linoleat 3.5 % , Asam Stearat 0.5-2.0 %, Asam Dihidroksi Stearat 1-2 %. Sifat Fisik dan Kimia Minyak Jarak Minyak jarak mempunyai rasa asam dan dapat dibedakan dengan trigliserida lainnya karena bobot jenis. Kekentalan (viskositas) dan bilangan asetil serta kelarutannya dalam alkohol (Pengestu,2011).

Sumber energi yang dihasilkan dari tanaman ini berupa biodiesel yang berguna untuk menggantikan fungsi solar pada mesin diesel. Saat ini pemerintah tengah mencanangkan program penggunaan minyak jarak pagar (*Jathropa Curcas*) sebagai pengganti minyak solar secara nasional. Program ini dapat berhasil dengan baik jika terjadi kerjasama yang baik diantara pemerintah dan masyarakat. Masalahnya adalah sebagian masyarakat yang sudah terbiasa menggunakan bahan bakar minyak sebagai sumber energi utama belum mengetahui adanya sumber energi alternatif ini. Untuk itulah masyarakat harus mengetahui manfaat dan keunggulan sumber energi alternatif ini agar kerjasama yang baik tersebut dapat terwujud.

Minyak jarak adalah minyak nabati yang diperoleh dari ekstraksi biji tanaman jarak (*Ricinus communis*). Atau bisa disebut castor oil. Tanaman jarak merupakan tumbuhan liar setahun ( annual ) dan biasa terdapat di hutan, tanah kosong, di daerah pantai, namun sering juga dikembangkan dalam perkebunan, yang paling tinggi manfaatnya adalah buahnya, daging buahnya digunakan untuk pupuk hijau dan produksi gas, sementara bijinya untuk pakan ternak dan untuk bahan bakar pengganti minyak diesel (solar) dan minyak tanah. Jarak pohon merupakan satu – satunya tumbuhan yang bijinya kaya akan asam lemak hidroksi, kehadiran asam lemak ini membuat biji jarak memiliki kekentalan yang stabil pada suhu tinggi sehingga minyak jarak dipakai sebagai campuran pelumas.

Menurut Freedman et al. (1984) minyak yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi dengan katalis basa, harus memiliki kadar asam lemak bebas kurang dari 0,5 %. Asam lemak bebas akan bereaksi dengan katalis basa membentuk sabun, hal ini mengurangi efektivitas katalis dan menurunkan laju reaksi pembentukan *metil ester*. Oleh karena itu harus dilakukan proses netralisasi untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dalam minyak.

Castor oil memiliki viskositas pada temperatur yang tinggi dan cair pada temperatur yang rendah sehingga dapat dijadikan sebagai minyak pelumas yang cukup bagus. Perkembangan pasar dan teknologi telah mengarahkan penggunaan castor oil untuk dijadikan bahan baku

minyak pelumas karena kualitasnya yang lebih baik daripada pelumas berbasis mineral dan lebih ramah lingkungan karena pelumas ini dapat didegradasi dengan lebih singkat oleh alam (Setiawan,2010).

Tanaman ini merupakan sumber minyak jarak, dan mengandung zat ricin (sejenis racun). Jarak pohon merupakan satu-satunya tumbuhan yang bijinya kaya akan suatu asam lemak hidroksi, yaitu asam ricinoleat. Kehadiran asam lemak ini membuat minyak biji jarak memiliki kekentalan yang stabil pada suhu tinggi sehingga minyak jarak dipakai sebagai campuran pelumas. Asam ricinoleat merupakan asam lemak tak jenuh yang tersusun dari 18 atom karbon. Struktur asam ini mirip dengan asam oleat namun memiliki gugus hidroksil (OH), sebagai pengganti atom H, yang terikat pada atom C ke-7 dari pangkal (gugus karboksil). Nama senyawa ini diambil dari minyak sumbernya, yaitu minyak jarak (*Ricinus communis*) yang dapat mengandung 90% senyawa ini ('ricinoleat' berarti 'oleat dari jarak'). Minyak jarak atau dikenal pula sebagai minyak kastrol memiliki manfaat bermacam-macam di bidang industri, mulai dari otomotif, cat, hingga farmasi.

Tambahan lagi, berdasarkan penelitian Departemen Energi AS, minyak nabati yang dipakai pada mesin mengurangi hampir semua bentuk polusi udara dibanding penggunaan minyak bumi. Minyak ini juga tidak menghasilkan emisi karbondioksida yang menjadi penyebab utama pemanasan global (Setiadi,2009)

### 2.2.6 Methanol

*Methanol* adalah salah satu jenis bahan bakar alternatif untuk mesin pembakaran dalam dan beberapa jenis mesin lainnya. *Methanol* dapat digunakan dengan mencampurkannya dengan bensin atau dipakai sendirian (*methanol murni*).

Methanol juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia  $\text{CH}_3\text{OH}$ , merupakan bentuk alkohol paling sederhana, pada keadaan atmosfer ia berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Ia digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar, dan sebagai bahan aditif bagi etanol industri. Methanol adalah hidrokarbon alifatik jenuh yaitu hidrokarbon dengan rantai terbuka dan semua ikatan antar atom karbonnya merupakan ikatan tunggal.

Di Amerika Serikat, bahan bakar metanol mendapatkan perhatian yang lebih kecil daripada bahan bakar etanol, karena dukungan untuk *etanol* yang dibuat dari jagung bisa memunculkan beberapa keuntungan politik. Secara umum, *etanol* juga lebih tidak beracun dan memiliki kandungan energi yang lebih tinggi, meskipun sebenarnya *methanol* lebih murah untuk diproduksi dan membutuhkan dana lebih sedikit untuk mengurangi *emisi* karbonnya. Meskipun begitu, untuk mengoptimalkan performa mesin, kesediaan bahan bakar, keuntungan politis dan kesehatan, campuran dari *etanol*, *methanol*, dan bensin

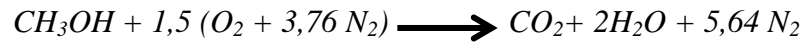


sebaiknya digunakan bersamaan daripada hanya menggunakan ketiga jenis bahan bakar ini secara terpisah. *Methanol* dapat dibuat dari fosil atau sumber energi terbaru nilainya *Methanol* diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap *methanol* (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap *methanol* tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbon dioksida dan air. *Methanol* digunakan secara terbatas dalam mesin pembakaran dalam, dikarenakan *methanol* tidak mudah terbakar dibandingkan dengan bensin. *Methanol* juga digunakan sebagai campuran utama untuk bahan bakar model radio kontrol, jalur kontrol, dan pesawat model.

*Methanol* ini pernah di coba oleh Fajroy 2014 mencampurkan methanol dengan bahan bakar fosil premium untuk sepeda motor pembakaran dalam, methanol dicampur pakai 10-20ml dengan suntikan / kira-kira 3-4 tutup botol aqua, setelah dicampur sedikit di tanki motor dan tunggu beberapa menit sampai tercampur. Setelah premium dicampur dengan 10-20ml *methanol* maka kadar oktan premium jadi naik menjadi sekitar 92-95 oktannya yang setara dengan pertamax dan pertamax plus (semakin banyak jumlah metanol yang kita campur makin besar oktan yang akan bertambah.

Dari hasil percobaan pembakaran methanol menunjukkan pembentukan emisi *CO* adalah nol saat *AFR* (*Air Fuel Rasio*) *stokiometri* yang menunjukkan udara suplai cukup untuk merubah

seluruh karbon menjadi  $CO_2$ , dimana  $AFR$  (*Air Fuel Rasio*) *stokiometri* didapat persamaan berikut :



Dengan demikian  $AFR$  (*Air Fuel Rasio*) *stokiometri*

$$AF_{stokio} = \frac{7,14(28,97)}{32} = 6,46. kg_{udara} \text{ } 1 \text{ } kg_{bh.bk}$$

Sedangkan untuk  $AFR$  dibawah dan diatas  $AFR$  *stokiometri* pembentukan  $CO$  membesar, hal ini disebabkan udara yang diberikan tidak cukup untuk merubah seluruh karbon menjadi  $CO_2$  sehingga sebagian masih menjadi  $CO$ , sedangkan saat  $AFR$  diatas *stokiometri* waktu yang tersedia untuk membakar seluruh karbon menjadi  $CO_2$  tidak cukup. Sedangkan *emisi HC* terbentuk oleh karena adanya molekul-molekul hidrogen dan karbon dalam bahan bakar tidak terbakar sempurna selama pembakaran berlangsung. Pembentukan  $HC$  naik saat  $AFR$  diatas *stoikometri* hal ini disebabkan karena waktu untuk pembakaran yang makin singkat dan temperatur yang lebih rendah sehingga jumlah bahan bakar yang tidak terbakar meningkat.

Pembentukan *emisi  $NO_x$*  terbesar saat  $AFR$  terendah oleh karena waktu pembakaran yang lama dan kecepatan rambat nyala kecil. Pembentukan  $Nox$  dipengaruhi oleh temperatur operasi, tingkat kelebihan udara, dan waktu pembakaran.  $NO_x$  hanya terbentuk pada temperatur tinggi dan selama reaksi berjalan lambat.

Dari pembakaran menghasilkan nyala yang relatif lebih kecil, lebih pendek lebih tenang dengan temperatur yang rendah, serta menghasilkan distribusi warna nyala yang lebih merata artinya temperaturnya lebih merata dan stabil sehingga efisiensi pembakaran besar, untuk *AFR stokiometri*. Demikian pula efisiensi mencapai tertinggi saat *AFR stokiometri* dan bila dikaitkan dengan data-data sebelumnya nampak pada kondisi ini *emisi CO* dan *HC* yang rendah (Prasetyo,2003).