

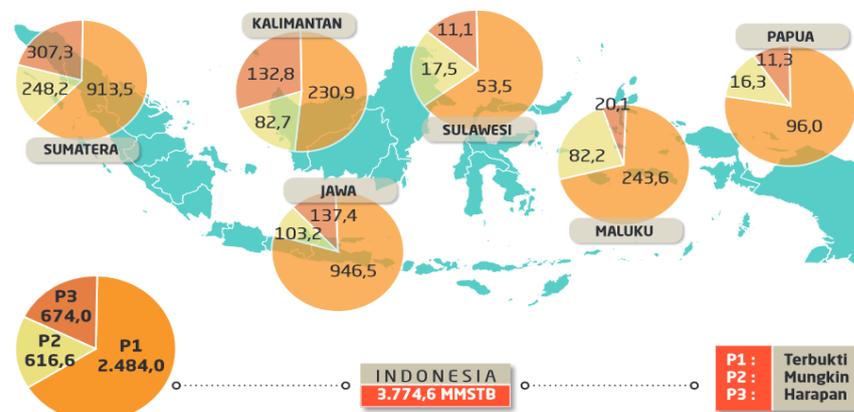
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik menjadi sebuah kebutuhan utama yang digunakan oleh manusia. Secara nasional kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk, akan tetapi laju kebutuhan energi yang sangat cepat tersebut tidak diimbangi dengan produksi real sektor energi. (Muhammad Adam, Partaonan Harahap, 2019)

Energi merupakan sebuah keharusan yang dibutuhkan masyarakat. Meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia menjadikan peningkatan penggunaan energi, dalam hal ini peran energi tidak terbarukan semakin terancam, sehingga perlunya memanfaatkan dan memaksimalkan potensi-potensi energi baru terbarukan yang ada di seluruh wilayah Indonesia seperti panas bumi, energi air, energi angin, bioenergi (bioetanol, biodiesel, biomassa), energi arus laut, energi nuklir, dan energi surya (Rasyid, 2020)



Gambar 1.1 Potensi minyak bumi di Indonesia

Masalah pada saat ini masih menjadi pembicaraan dan menjadi isu yang menarik dalam setiap diskusi terutama di Indonesia yaitu permasalahan soal sumber energi yang jumlahnya makin lama makin menipis, terutama dalam sektor transportasi yang paling banyak menggunakan konsumsi sumber energi, banyak riset yang dilakukan untuk menghasilkan sumber energi terbarukan yang nantinya mampu menciptakan berbagai alat yang hemat energy, menggunakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan mampu mengurangi sumber energi yang jumlahnya hingga sekarang makin menipis. Untuk mengatasi masalah persediaan jumlah bahan bakar yang makin menipis diperlukan juga adanya bahan bakar alternatif yang mampu mengatasi penggunaan bahan bakar yang terus meningkat terutama pada sektor transportasi, salah satu bahan bakar alternatif adalah penggunaan etanol sebagai campuran bahan bakar. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar campuran pertamax perlu dilakukan penelitian yang akurat. Pertamax merupakan bahan bakar ramah lingkungan (unleaded) beroktan tinggi hasil penyempurnaan produk Pertamina sebelumnya. Pertamax memiliki nilai oktan 92 dengan stabilitas oksidasi yang tinggi dan kandungan olefin, aromatic dan benzene pada level yang rendah. Ini menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna pada mesin, dan untuk mencapai efisiensi kerja pada bahan bakar atau irit bahan bakar maka dari itu mesin dibuat dengan kompresi tinggi, pertamax salah satu BBM beroktan tinggi yang dapat memenuhi kebutuhan kerja mesin yang berkompresi tinggi sehingga menghasilkan tenaga lebih maksimal dan kadar gas buang atau emisi menjadi lebih minim serta hemat bahan bakar, sedangkan etanol memiliki angka oktan lebih tinggi daripada bensin

yaitu research octane 108 dan motor octane 92. Etanol dapat meningkatkan energi pembakaran karena etanol termasuk hidrokarbon (H dan C) sehingga akan menambah struktur senyawa gasoline, dengan begitu penambahan etanol dapat meningkatkan angka oktan bahan bakar. Dengan penambahan etanol dengan bahan bakar lain seperti bensin, pertamax diharapkan dapat mengurangi pemakaian bahan bakar dan bisa menjadi bahan bakar alternatif tanpa harus ada campuran dengan bahan bakar lain. Campuran antara etanol dan pertamax adalah biopertamax. Biopertamax adalah bahan bakar kendaraan bermotor modern yang bermutu tinggi dan ramah lingkungan, biopertamax diciptakan melalui pencampuran 90% pertamax dan 10% etanol murni. Sebagai energi terbarukan, biopertamax dapat digunakan pada semua jenis kendaraan non-diesel tanpa adanya modifikasi mesin dan dapat menjaga kelestarian lingkungan secara berkelanjutan untuk masa depan yang lebih baik. (Wirantara, 2019)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, dapat diidentifikasi permasalahannya yaitu berupa upaya untuk meningkatkan performa kinerja generator pada penampuran bahan bakar. Secara spesifik permasalahannya dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh Generator terhadap pencampuran Bahan bakar Pertamax Turbo 98 dengan Etanol
2. Apakah performance mesin akan meningkat dengan pencampuran bahan bakar pada generator

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah yang di dalam penulisan tugas akhir ini membatasi masalah pada :

1. Bahan bakar pencampuran yang digunakan adalah pertamax Turbo 98 dengan Etanol
2. Pengeluaran nilai daya generator, daya motor, dan torsi yang didapat dengan menggunakan Kecepatan pada generator
3. Uji pencampuran bahan bakar dilakukan pada persentase pencampuran yang berbeda beda untuk mengetahui performa kerja generator

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan penelitian yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui Pengaruh Pencampuran Bahan bakar Pertamax Turbo 98 dengan Etanol pada generator 1500 CC
2. Untuk mengetahui uji mutu bahan bakar pada generator yang digunakan
3. Mengetahui daya generator, daya motor, dan Torsi terhadap pencampuran bahan bakar
4. Untuk meningkatkan wawasan mahasiswa terhadap Generator 1500 CC

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan didapat apabila penelitian ini berhasil adalah sebagai berikut :

1. Bermanfaat bagi penulis untuk menyelesaikan pendidikan sarjana
2. Menambah wawasan dari pencampuran bahan bakar pada generator
3. Bermanfaat untuk peneliti lainnya yang mengembangkan hasil penelitian ini serta dapat dijadikan sebagai pembanding dalam penelitian dengan topik yang sama.

BAB 2

TEORI DASAR

2.1 Generator

Generator merupakan sumber arus listrik yang digunakan untuk mengubah energi-energi kimia atau kinetik menjadi energi listrik pada sebuah tenaga mesin diesel, tenaga air, tenaga panas bumi, tenaga uap, dan yang lainnya. Meskipun memiliki bentuk dan model yang beragam, generator memiliki peranan serta fungsi yang sangat penting di dalam kelangsungan proses kinerja sebuah pembangkit listrik. Kemampuan generator untuk mengconvert suatu energi menjadi sebuah energi listrik yang sangat bermanfaat, akan ditunjang pula oleh suatu perangkat dan controlling lainnya. di mana perangkat dan controlling tersebut berpengaruh terhadap kemampuan optimal sebuah generator dalam menjalankan fungsinya. Dengan demikian, diperlukan sebuah generator dengan sistem perangkat dan sistem controlling yang baik.(Tambunan et al., 2019)

2.2.1 Generator Sinkron

Generator sinkron/alternator merupakan alat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Semua generator sinkron mempunyai jangkar yang diam sebagai stator dan medan magnet yang berputar sebagai rotor. Energi listrik yang dihasilkan karena perputaran rotor yang terkopel dengan turbin sebagai penggerak mula. Akan terhubung dengan sumber eksitasi yang menyuplai listrik DC sehingga menimbulkan medan magnet pada rotor yang akan membantuk proses induksi medan magnet pada jangkar stator. Kumparan DC

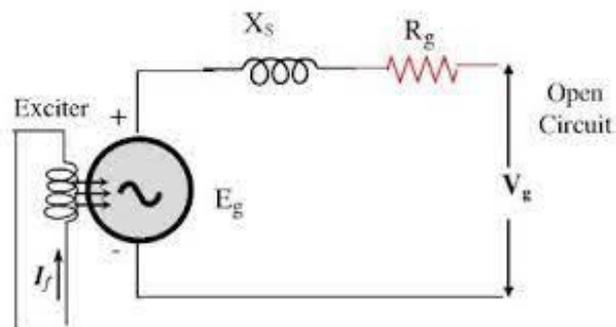
yang ada pada medan magnet yang berputar yang di hubungkan dengan sumber listrik DC melalui slipring dan sikat arang tetapi ada juga yang tidak menggunakan sikat arang disebut brushless excitation. Menurut hukum faraday “Generator bekerja apabila sepotong kawat penghantar listrik berada dalam medan magnet yang berubah-ubah, maka dalam kawat tersebut akan terbentuk gaya gerak listrik” Prinsip kerja dari generator sinkron yaitu bila kumparan medan yang terdapat pada rotor terhubung dengan sumber eksitasi yang akan menyuplai arus searah yang mengalir melalui kumparan magnet akan menimbulkan fluks yang besarnya terhadap waktu adalah tetap. Penggerak mula yang terhubung dengan rotor segera dioperasikan sehingga rotor akan berputar pada kecepatan yang ditentukan. Perputaran rotor akan sekaligus memutar medan magnet yang akan dihasilkan kumparan medan, medan magnet yang dihasilkan rotor ketika diputar, akan di induksikan pada jangkar atau lilitan tembaga pada stator yang akan menghasilkan fluks magnetik yang berubah-ubah besarnya terhadap waktu. Adanya perubahan fluks magnetik dikelilingi oleh lilitan kumparan akan menghasilkan gaya gerak listrik induksi pada ujung-ujung kumparan. Jika rotor berputar searah jarum jam, maka fluks medan rotor bergerak sesuai lilitan kumparan. Satu putaran rotor dalam 1 sekon menghasilkan satu siklus per detik atau 1 hertz. Apabila kecepatannya 60 putaran per menit, frekuensi 1 hertz. Jika frekuensi 60 hertz, maka rotor harus berputar 3600 RPM. Dengan kecepatan rotor n rpm, rotor harus berputar pada kecepatan $n/60$ revolusi per detik (rps). Jika rotor mempunyai lebih dari satu pasang kutub, misalnya P kutub maka masing-masing rotor akan menginduksikan $P/2$ siklus tegangan dalam kumparan stator. Frekuensi

dari tegangan induksinya sebagai sebuah fungsi dari kecepatan dari rotor.(Hutagalung, 2019). Dalam pembangkitan Gaya Gerak Listrik (GGL) induksi pada generator sinkron dibutuhkan arus penguatan (eksitasi) untuk mengatur kuat medan magnet pada kutub-kutub generator yang terletak pada rotor. Sistem penguatan medan magnet (excitation) berfungsi mengendalikan output berupa tegangan, arus dan daya reaktif dari generator agar tetap stabil pada beban sistem yang fluktuatif dengan cara mengatur besaran-besaran input untuk mencapai titik keseimbangan baru. Meskipun beban yang di topang generator sinkron tiga fasa berubah-ubah (fluktuatif), generator sinkron tiga fasa harus dioperasikan dengan putaran yang stabil agar mendapatkan output generator berupa tegangan yang stabil. Penyebab ketidakstabilan kinerja generator adalah faktor daya dari beban yang bertumpu pada generator, di mana faktor daya dapat memengaruhi arus beban. Beban yang bertumpu pada generator dan dapat memengaruhi kestabilan kinerja generator dapat bersifat resistif, induktif, kapasitif dan kombinasi di mana keempat beban tersebut memiliki faktor daya yang berbeda. Berdasarkan permasalahan di atas maka penulis tertarik untuk mengkaji kinerja generator sinkron, dengan menganalisis pengaruh kecepatan putar dan beban terhadap keluaran generator sinkron tiga fasa kecepatan rendah, atau lebih. (Hutagaol, 2019)

2.1.2 Karakteristik Generator

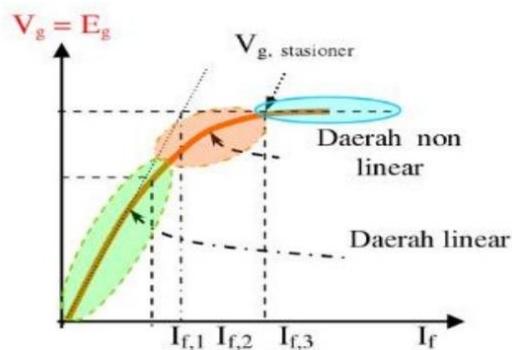
Suatu mesin listrik dapat bekerja apabila memiliki kumparan medan yang akan menghasilkan medan magnet, kumparan jangkar yang berfungsi untuk menyalurkan GGL pada konduktor yang berada pada jalur-jalur jangkar, serta

memiliki celah udara yang memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet. Dalam mesin listrik ada dua kurva karakteristik yang digunakan untuk menentukan parameter mesin, yaitu karakteristik open circuit dan karakteristik hubung singkat (short circuit) Karakteristik Open circuit



Gambar 2.1 Rangkaian Generator Open Circuit

Dengan memperbesar arus medan exciter hingga I_f tertentu maka tegangan terminal akan naik dari nol bertambah secara linear, sampai pada suatu titik arus eksitasi terjadi perubahan arah tegangan yang tidak lagi linear dan menuju suatu kondisi yang stasioner atau kondisi jenuh kemudian ketika I_f terus dinaikkan hingga pada titik tertentu maka tegangan tidak lagi mengalami perubahan harga atau konstan (Rimbawati et al., 2019)



Gambar 2.2 Kurva V_g terhadap I_f pada kondisi Open Circuit

2.2 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah bahan/material apa pun yang bisa diubah menjadi energi. Bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan jika di oksidasikan atau dibakar. Beberapa jenis bahan bakar :

a. Bahan Bakar Padat

Bahan bakar padat berupa padatan, Contohnya kayu , batu bara dan sebagainya. Daya panas yang dihasilkan dapat dipakai untuk memanaskan air menjadi uap untuk menggerakkan peralatan serta menyediakan energi.

b. Bahan Bakar Cair

Bahan bakar bersifat cair yaitu bahan bakar yang strukturnya tak rapat, bila dibandingkan dengan bahan bakar padat. Molekulnya bisa bergerak bebas. Bensin atau gasoline, minyak tanah, dan solar merupakan salah satu contoh bahan bakar yang berbentuk cair. Bahan bakar cair umum digunakan dalam industri, industry transportasi ataupun rumah tangga. Bahan bakar cair yang nanti akan diuji yaitu premium, pertalite, pertamax.

c. Bahan Bakar Gas

Bahan bakar gas jenisnya macam macam. Berikut ini adalah contoh dari beberapa bahan bakar gas yaitu :

1. Gas Alam
2. Propana
3. Butana

Bahan bakar memegang peranan penting dalam motor bakar, nilai kalor yang terkandung di dalamnya adalah nilai yang menyatakan jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Saat ini banyak sekali masalah yang timbul diakibatkan oleh cadangan bahan bakar minyak yang terbatas dan harganya yang makin melambung.

2.2.1 Bahan Bakar Bensin

Bensin atau petroleum adalah cairan campuran yang berasal dari minyak bumi dan sebagian besar tersusun dari hidrokarbon serta digunakan dalam mesin pembakaran dalam sebagai bahan bakar. Angka oktan adalah angka yang menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang bisa diberikan di dalam mesin sebelum bahan bakar terbakar secara spontan. Angka oktan adalah suatu nilai yang menunjukkan sifat anti ketukan (detonasi). Dengan arti kata lain, makin tinggi angka oktan maka dapat mengurangi terjadinya detonasi (knocking).

2.2.2 Bahan Bakar Pertalite

Pertalite adalah bahan bakar minyak dari Pertamina dengan RON 90. Pertalite dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertalite memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan premium. Selain itu, RON 90 membuat pembakaran pada mesin kendaraan dengan teknologi terkini lebih baik dibandingkan dengan premium yang memiliki RON 88. Sehingga sesuai digunakan untuk kendaraan roda dua, hingga kendaraan multi purpose vehicle ukuran menengah.

2.2.3 Bahan Bakar Pertamax

Bahan bakar pertamax mempunyai nilai oktan lebih tinggi dibanding pertalite. (Maridjo, Ika Yuliyani, 2019)

Tabel 2.1 Nilai Oktan Bahan Bakar

Bahan Bakar	Nilai Oktan
Premium	88
Pertalite	90
Pertamax	92
Pertamax Plus	98
Shell super	92
Shell V power	95
Performance 92	92

2.3 Torsi Mesin

Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F , dengan data tersebut torsinya adalah :

$$T = F \cdot d \quad (2.1)$$

Dimana :

$T =$ Torsi Benda Berputar (Nm)

$F =$ Gaya Dari Benda yang Berputar (N)

$d =$ Jarak Benda Ke Pusat Rotasi (m)

untuk mengukur torsi mesin pada poros mesin diberi rem yang disambungkan dengan pengereman atau pembebanan. Pembebanan diteruskan sampai poros mesin hampir berhenti berputar. Beban maksimum yang terbaca adalah gaya pengereman yang besarnya sama dengan gaya putar poros mesin. Dari definisi disebutkan bahwa perkalian antara gaya dengan jaraknya adalah sebuah torsi, dengan definisi tersebut Torsi pada poros dapat diketahui dengan rumus:

$$T = W \cdot d \tag{2.2}$$

Dimana :

$T =$ Torsi Pada Mesin (Nm)

$W =$ Beban (N)

$d =$ Jarak Pembebanan Dengan Pusat Putaran (m)

2.4 Daya Mesin (Power)

Daya dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya indikator adalah merupakan sumber tenaga persatuan waktu operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin.

(2.3)

$$P = T \cdot n$$

Dimana :

P = Daya (Watt)

T = Torsi mesin (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

Rumus di atas adalah rumus dasarnya, pada *engine* maka rumusnya menjadi :
6000 dapat diartikan adalah 1 menit = 60 detik, dan untuk mendapatkan 1 kw =
1000 watt

2.4.1 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Ukuran bagaimana motor menggunakan bahan bakar yang tersedia secara efisien untuk menghasilkan kerja disebut konsumsi bahan bakar spesifik yang dinyatakan sebagai laju aliran massa bahan bakar per satuan keluaran daya. SFC dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$sfc = \frac{mf}{w} \quad (2.4)$$

Dimana :

Sfc = Konsumsi bahan bakar spesifik (Kg/kwh)

Mf = Laju aliran bahan bakar ke dalam motor (gr/sekon)

W = Daya motor (kW)

2.4.2 Air Fuel Ratio

Perbandingan udara dan bahan bakar yang masuk kedalam ruang bakar adalah AFR yang didapat dengan menggunakan persamaan :

$$AFR = \frac{ma}{mf} \quad (2.5)$$

Dimana :

ma = massa udara di dalam silinder per siklus (kg/cyl-cycle)

mf = massa bahan bakar di dalam silinder per siklus (kg/cyl-cycle)

m = laju aliran udara didalam mesin (gr/jam)

m = laju aliran bahan bakar di dalam mesin (gr/jam)

2.4.3 Efisiensi Termal

Efisiensi pembakaran (combustion efficiency)didefenisikan untuk menyatakan fraksi dari bahan bakar yang terbakar, memiliki nilai 0,95–0,98 pada motor yang beroperasi ideal.

dan efisiensi termal dinyatakan dengan :

$$\eta_t = \frac{w}{Q_{masuk}} = \frac{w}{mfQHV\eta_c} = \frac{\eta_f}{\eta_c} \quad (2.6)$$

Dimana :

W = kerja pada satu siklus

W = daya

η_f = efisiensi konversi bahan bakar

m_f = massa bahan bakar untuk satu siklus

\dot{m}_f = laju aliran bahan bakar

Q_{HF} = nilai kalor bahan bakar

2.4.4 Nilai Kalor Bahan Bakar

Secara teoritis, besarnya nilai kalor atas (HHV) dapat dihitung bila diketahui komposisi bahan bakarnya dengan menggunakan persamaan

$$HHV = (T_2 - T_1 - T_{kp}) \cdot C_v \quad (2.7)$$

Dimana:

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg)

T_1 = Temperatur air pendingin sebelum penyalaan (C).

T_2 = Temperatur air pendingin sesudah penyalaan (C).

C_v = Panas jenis bom kalorimeter (73259.6 kJ/kg C).

T_{kp} = Kenaikan temperatur akibat kawat penyala (0.005 C)

Dan nilai kalor bawah dapat dihitung dengan persamaan :

$$LHV = HHV - 3240 \quad (2.8)$$

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg)

HHV-3240 = Nilai konstanta kalor atas (kJ/kg)

Jika diketahui komposisi bahan bakar maka besarnya nilai kalor atas, dapat dihitung juga dengan menggunakan persamaan Dulong.

$$HHV = 33950 C + 114200 \left(H^2 \frac{O^2}{8} \right) + 9400 S \quad (2.9)$$

Dimana:

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg)

C = Persentase karbon dalam bahan bakar

H^2 = Persentase hidrogen dalam bahan bakar

O^2 = Persentase oksigen dalam bahan bakar

S = Persentase sulfur dalam bahan bakar

2.5 Sistem Pengapian

Sistem pengapian berfungsi menghasilkan percikan api pada busi waktu saat yang tepat untuk membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder. Sistem pengapian mempunyai peranan yang sangat penting dalam pembangkitan tenaga (Daya) yang dihasilkan oleh suatu mesin bensin. Menurut sumber tegangannya, sistem pengapian dibedakan menjadi dua macam, yaitu: sistem pengapian baterai (DC) dan system pengapian magnet (AC). Adapun dalam perkembangannya system pengapian berkembang menjadi dua sistem, yaitu:

1. Sistem Pengapian Konvensional (Platina)

2. Sistem Pengapian Elektronik (CDI).

Sistem pengapian CDI ada dua macam, yaitu ;

a. Sistem CDI AC

Sistem ini menggunakan tegangan utama yang bersumber dari spul atau alternator mesin. Alternator akan menghasilkan arus bolak-balik atau AC yang kemudian digunakan untuk pengapian CDI. Namun sebelum masuk ke Capacitor,

b. Sistem CDI DC

Skema pengapian CDI DC juga sama persis, hanya saja pada CDI unit tidak diperlukan lagi komponen rectifier. Karena arus listrik yang dipakai itu berasal dari output kiprok yang sudah disearahkan (DC)(Sianturi et al., 2020)