

PERENCANAAN MOTOR BAKAR PENGGERAK GENERATOR PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK RUMAH TANGGA

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

Oleh :

ROBI PONSA
07.813.0016



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2011**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)27/12/23

PERENCANAAN MOTOR BAKAR PENGGERAK GENERATOR PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK RUMAH TANGGA

TUGAS AKHIR

Oleh :

ROBI PONSA
07.813.0016


Disetujui :

Pembimbing I



(Ir. Husin Ibrahim, MT)

Pembimbing II



(Ir. Amrinsyah, MM)

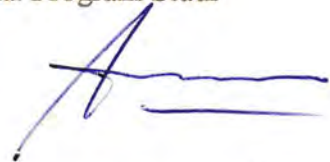
Mengetahui :

Dekan



(Ir. H. Haniza, MT)

Ka. Program Studi



(Ir. H. Amru Siregar, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)27/12/23

ABSTRAK

Kebutuhan akan energi listrik sangat mempengaruhi kehidupan manusia sebagai sumber energi untuk menggerakkan perlengkapan rumah tangga, industri, dan sebagai penerangan. Indonesia saat ini khususnya Sumatera Utara sedang mengalami krisis energi listrik, yang mana pemerintah tidak lagi mampu memberikan pelayanan listrik kepada konsumen yang memaksa pengelola (PLN) untuk melakukan pemadaman listrik secara bergilir. Sebagai solusi dari permasalahan tersebut maka perlilah dirancang motor bakar untuk menggerakkan generator yang berkapasitas energi listrik sebesar 3000 VA (kebutuhan satu rumah tangga).

Dari hasil perencanaan, jenis motor bakar yang dipilih adalah motor bakar 4 langkah (otto) yang berbahan bakar bensin. Memiliki daya motor penggerakan 4,0 HP dengan perbandingan bahan bakar dan udara sebesar 0,076 kg bahan bakar/kg udara, tekanan efektif rata-rata 12,55 kg/cm²

Kata Kunci : Energi listrik, generator, motor bakar, tekanan efektif



ABSTRACT

The need for electrical energy greatly affect human life as an energy source for moving household goods, industrial, and the lighting. Indonesia is particularly northern Sumatra is experiencing a crisis of electrical energy, which the government no longer capable of providing electricity service to consumers who forced the manager (PLN) to do a rolling blackout. As solutions to these problems then perlilah designed motor fuel to drive electricity generators with a capacity of 3000 VA (single household needs).

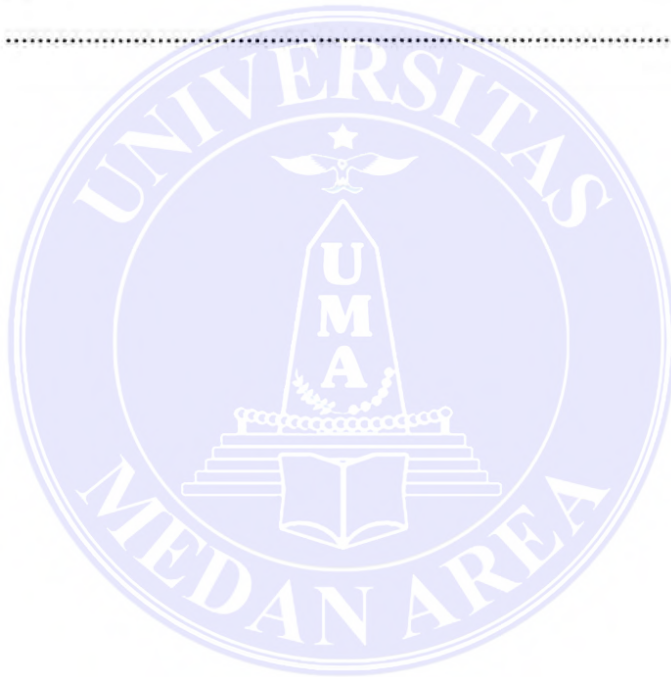
From the results of planning, the selected type of motor fuel is burning 4 stroke motor (otto) is gasoline. Having actuating motor power 4.0 HP with fuel and air ratio of 0.076 kg of fuel / kg air, the average effective pressure of 12.55 kg/cm²

Keywords: Electricity, generator, motor fuel, effective pressure

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | |
| SPEKIFIKASI TUGAS / ABSENSI | |
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR TABEL | viii |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Tujuan penulisan | 2 |
| 1.3. Manfaat Penulisan | 2 |
| 1.4. Permasalahan | 3 |
| 1.5. Batasan masalah | 3 |
| 1.6. Metod Perencanaan | 4 |
| 1.7. Sistematika Penulisan | 4 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Motor Bakar Torak | 5 |
| 2.2. Jenis Motor Bakar | 5 |
| 2.2.1. Motor Bakar Bensin (otto)..... | 5 |
| 2.2.2. Motor Bakar Diesel | 6 |
| 2.3. Cara kerja motor bakar | 8 |
| 2.3.1. Motor bakar langkah 4 (4 tak/four stroke)..... | 8 |
| 2.3.2. Motor bakar langkah 2 (2 tak/four stroke)..... | 11 |
| 2.4. Generator | 15 |
| 2.4.1. Generator AC..... | 16 |
| 2.4.2. Generator DC..... | 16 |
| 2.4.3. Pemilihan Generator | 17 |
| 2.5. Motor Penggerak | 17 |
| 2.6. Proses Thermodinamika | 18 |
| 2.6.1. Siklus Termodinamika Motor Bakar Bensin | 19 |
| 2.7. Bahan bakar | 21 |
| | |
| BAB 3 PERHITUNGAN DAYA GENERATOR | 23 |
| 3.1. Diagram Alir Perhitungan Daya Generator | 23 |
| 3.2. Kebutuhan Listrik Satu Rumah Tangga | 23 |
| 3.3. Perhitungan Generator | 27 |
| 3.4. Daya Motor Penggerak | 27 |
| 3.5. Analisis Termodinamika | 29 |

| | | |
|----------------|--|----|
| BAB 4 | PERHITUNGAN MOTOR BAKAR | 37 |
| 4.1. | Diagram Alir Perhitungan Motor Bakar | 37 |
| 4.2. | Volume Langkah | 38 |
| 4.3. | Factor Briks | 40 |
| 4.4. | Piston | 41 |
| 4.3.1. | Ring Piston | 47 |
| 4.3.2. | Pena Piston (Pin Piston)..... | 50 |
| 4.5. | Batang Penggerak | 53 |
| 4.6. | Poros Engkol | 61 |
| 4.7. | Bantalan | 65 |
| 4.8. | Silinder | 67 |
| 4.9. | Kepala Silinder | 70 |
| BAB 5 | KESIMPULAN | 72 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 73 |
| LAMPIRAN | | |



Salah satu produk manusia itu adalah generator (pembangkit energi listrik) yang dapat mensuplai energi listrik untuk satu rumah tangga atau daya maksimum 3000 VA, yang penggerak utamanya adalah motor bakar torak dengan bahan bakar bensin.

1.2. Tujuan Penulisan

Secara teknis tujuan dari perencanaan ini adalah ;

1. Untuk merencanakan motor bakar bensin 4 langkah sebagai penggerak generator untuk menghasilkan daya maksimum 3000 VA (1800 watt) pada satu rumah tangga rumah tangga.
2. Menganalisa perhitungan-perhitungan yang dilakukan.
3. Untuk mendapatkan kesesuaian antara teori-teori yang didapat pada literatur perencanaan motor bakar dengan keadaan yang sebenarnya.

1.3. Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan dari penyusunan tugas sarjana ini adalah :

1. Bagi penulis bermanfaat untuk menambah pengetahuan serta mengenal lebih dalam tentang motor bakar torak serta merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana.
2. Bagi pembaca diharapkan dapat memberikan manfaat berupa pengenalan jenis dan kegunaan motor bakar torak.

1.4. Permasalahan

Perkembangan teknologi saat ini mendorong manusia yang menggunakan energi listrik terus meningkat. Hal ini mengakibatkan penambahan konsumen energi listrik, PLN dan Pembangkit Listrik Swasta yang dalam hal ini adalah pemasok energi listrik ke konsumen tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan listrik konsumen sehingga terjadilah pemadaman listrik bergilir. Hal ini dikarenakan oleh tingginya biaya untuk membuat pembangkit baru, dan pembangkit lama tidak bekerja secara maksimal. Berdasarkan hal tersebut, maka perlulah dirancang motor bakar penggerak generator listrik untuk mensuplai kebutuhan listrik dalam satu rumah tangga.

1.5. Batasan Masalah

Dalam menyelesaikan tugas sarjana ini penulis memberikan pembatasan masalah yang dianggap perlu yaitu :

- Generator AC
- Bahan bakar bensin
- Perhitungan kebutuhan energi listrik untuk satu rumah tangga menengah ke atas dengan daya listrik maksimal (P_{maks}) 1800 watt

1.6. Metode Perencanaan

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis melakukan pengkajian-pengkajian atau studi literatur dari buku-buku yang sudah ada. Setelah mempelajari buku-buku yang berkaitan dengan motor bakar dan generator, maka penulis menyusun sebuah kerangka tulisan atau tahapan-tahapan dari pengerjaan tugas akhir ini, yang berkaitan tentang teori-teori tentang motor bakar dan generator, perhitungan daya generator, analisa termodinamika dan perhitungan bagian-bagian motor terbakar.

1.7. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penulisan tugas sarjana ini adalah sebagai berikut : Bab I Pendahuluan yang berisikan tentang pengenalan terhadap tulisan meliputi latar belakang, tujuan penulisan, manfaat penulisan, permasalahan, batasan masalah, metode perencanaan dan sistetika penulisan. Pada Bab 2, Tinjauan Pustaka, bab ini menjelaskan tentang motor bakar, jenis-jenis motor bakar beserta langkah kerja motor bakar, generator dan siklus termodinamika motor bensin, motor penggerak. Bab 3 Perhitungan Daya generator mencakup Analisa energi listrik satu rumah tangga, perhitungan daya generator dan motor penggerak serta perhitungan proses termodinamika motor bakar bensin. Bab 4 berisikan tentang bagian utama motor bakar yang meliputi volume langkah motor bakar, faktor briks, piston, ring piston, batang penggerak, poros engkol dan bantalan, silinder, dan kepala silinder. Bab 5 adalah kesimpulan. Daftar Pustaka.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Motor Bakar Torak

Mesin pembakaran dalam pada umumnya dikenal dengan nama motor bakar. Dalam kelompok ini terdapat motor bakar torak dan sistem turbin gas. Proses pembakaran terjadi dan di dalam motor bakar itu sendiri, sehingga gas hasil pembakaran yang terjadi tersebut sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja.

Motor bakar torak mempergunakan satu atau beberapa silinder yang di dalamnya terdapat torak (piston) yang bergerak translasi (bolak-balik). Di dalam silinder ini terjadi pembakaran antara bahan bakar dan oksigen dari udara. Gas pembakaran yang dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakkan torak yang oleh batang penggerak (*connecting rod*) dihubungkan dengan proses engkol (*crank shaft*).

2.2. Jenis Motor Bakar

Jika ditinjau dari jenis bahan bakar yang digunakan maka motor bakar torak dapat dibedakan jadi dua bagian yaitu bakar bensin (*otto*) dan motor bakar diesel.

2.2.1. Motor Bakar Bensin (*otto*)

Jenis motor bakar ini menggunakan bahan bakar yang gampang menguap (*volatile*) baik dalam bentuk gas maupun bensin (dengan rumus kimia C_6H_6) yang

akan membentuk campuran homogen antara bahan bakar dengan udara pada karburator atau penyemprotan langsung pada ruang bakar yang lebih dikenal dengan sebutan *electric fuel injection* (EFI). Temperatur nyala dari bensin 540°C . perbandingan kompresi antara 6,5 s/d 10,5 [1]. Dengan perbandingan kompresi tersebut memungkinkan terjadinya temperatur penyalan sendiri (*Self Ignition Temperature*) tidak tercapai sehingga perlu sumber penyalan berupa loncatan bunga api listrik (Busi). Bila perbandingan kompresi terlalu tinggi, kemungkinan campuran bahan bakar dan udara terbakar sebelum terjadi loncatan bunga api listrik yang menyebabkan terhentinya gerakan torak. Keadaan ini disebut penyalan dini (*pre ignition*).

Tingginya perbandingan kompresi dapat juga menyebabkan sebagian bahan bakar dengan udara terbakar sendiri sebelum penyalan terjadi. Sehingga timbul ketukan (*knocking*) atau detonasi. Pada motor otto, banyaknya bahan bakar diatur oleh jumlah aliran massa udara akan secara otomatis mempengaruhi laju aliran massa bahan bakar.

2.2.2. Motor Bakar Diesel

Motor bakar ini menggunakan minyak diesel dan solar sebagai bahan bakar (*light oil*) yang dipompakan, mencapai tekanan tinggi sekitar 100 atm atau lebih dan diinjeksikan kedalam ruang bakar motor pada saat akhir langkah kompresi, membentuk campuran udara dan bahan bakar yang heterogen. Perbandingan kompresi motor diesel ini 12 s/d 24 [1]. Suhu untuk menyala sendiri

menyala sendiri akibat kalor kompresi. Semakin tinggi ratio kompresi akan mengurangi kemungkinan terjadinya ketukan (*knocking*). Perbandingan kompresi yang tinggi akan mengakibatkan efisiensi panas yang tinggi. Tekanan kompresi pada motor ini adalah 30 s/d 50 atm. Sehingga membutuhkan konstruksi motor yang kokoh, berat dan mahal.

Untuk motor diesel ini jumlah satu bahan bakar tidak bergantung pada jumlah satu udara yang masuk ke motor, sekalipun pada keadaan pembebanan penuh dimana terjadi kelebihan jumlah udara yang besar. Pada daya maksimum dibutuhkan 50% udara untuk motor pembakaran kompresi besar dengan kecepatan putar rendah, sedangkan pada motor penggerak kendaraan dibutuhkan 70 – 75% udara. Setiap kecepatan putar jumlah aliran massa pada pembebanan sebagian adalah sama dengan kondisi pembebanan penuh. Saat keadaan kerja (operasi), jumlah udara yang diberikan selalu lebih besar dari jumlah udara untuk pembakaran sempurna bahan bakar. Daya dari motor diudara dengan mengatur campuran udara dan bahan bakar.

Perbandingan motor bensin (*otto*) dengan motor diesel

Motor bensin (*otto*)

Keuntungan :

1. Biaya perawatan lebih murah
2. Suara yang ditimbulkan lebih halus
3. Gas asap yang ditimbulkan lebih sedikit

UNIVERSITAS MEDAN AREA

4. Dapat dibuat dengan daya yang kecil

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (Repository.uma.ac.id)27/12/23

5. Putaran motor tinggi
6. Efisiensi termisnya rendah
7. Harga pembelian relatif murah

Kerugian :

1. Perbandingan kompressinya terbatas
2. Temperatur mesin saat pengoperasian cukup tinggi
3. Gas asap yang dikeluarkan mengandung racun

Motor diesel

Keuntungan :

1. Dengan ukuran yang sama, daya yang dihasilkan motor diesel lebih tinggi dari motor otto
2. Biaya operasional lebih murah

Kerugian :

1. Harga relatif mahal
2. Getaran yang ditimbulkan cukup besar
3. Sistem injeksi bahan bakar yang rumit dan mahal

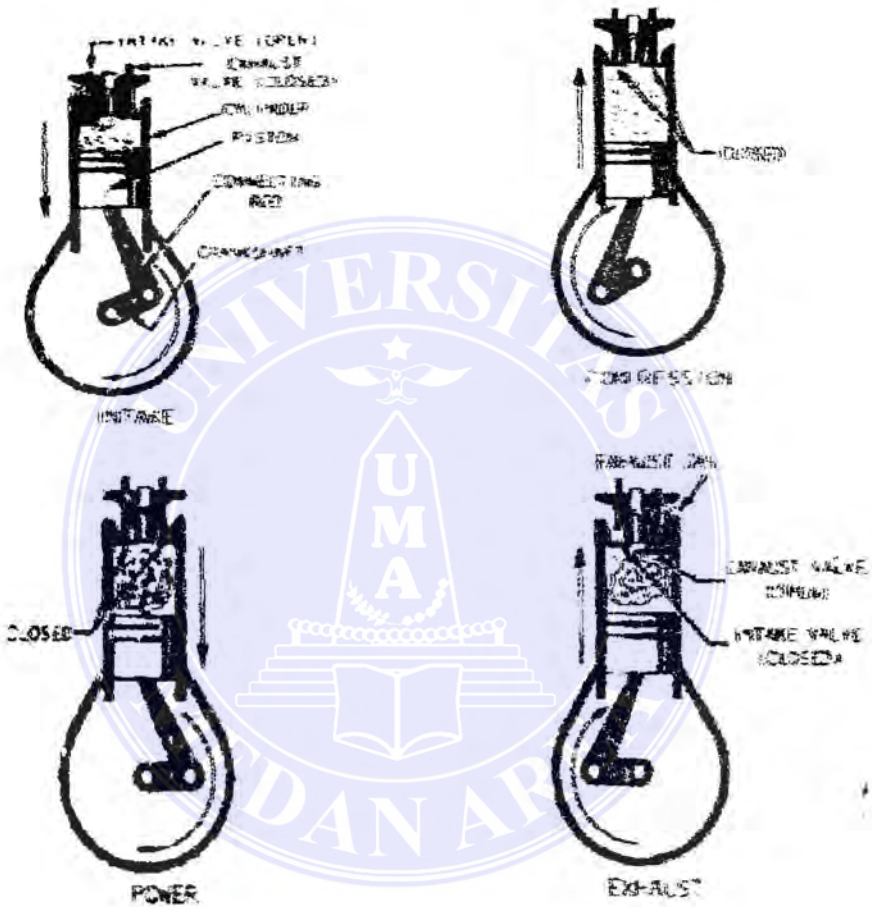
2.3. Cara Kerja Motor Bakar

2.3.1. Motor bakar langkah (4 tak / four stroke)

Motor bakar 4 langkah membutuhkan 4 kali langkah piston naik dan turun (dari TMA ke TMB) atau dua kali putaran poros engkol untuk menghasilkan 1 kali langkah usaha. Oleh karena itu pemakain bahan bakar lebih irit. Pada motor

bahan bakar dengan udara dan keluarnya gas hasil pembakaran. Motor bakar 4 langkah ini bergerak secara mekanisme.

Cara kerja motor 4 langkah dapat dilihat pada gambar 2.1. dibawah ini ;



Gambar 2.1. Cara kerja motor bakar 4 langkah

1. Langkah isap (*intake stroke*)

Torak (piston) bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), katup masuk terbuka sedangkan katup buang tertutup. Udara (pada motor

diesel dan bensin system bahan bakar *electric fuel injection*) atau campuran bahan

bakar (pada otto konvensional) dari karburator masuk (dihisap) kedalam silinder. Pada langkah isap ini poros engkol melakukan setengah putaran pertama.

2. Langkah kompresi (*compression stroke*)

Torak (piston) bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) katup masuk dan katup buang tertutup. Udara (pada motor diesel dan motor bensin sistem bahan bakar EFI) atau campuran udara dengan bahan bakar (pada motor otto konvensional) yang berada didalam silinder ditekan (dikompresikan), sehingga tekanan dan suhunya naik. Pada langkah kompresi ini poros engkol melakukan setengah putaran kedua.

3. Langkah Usaha

Pada saat torak berada pada titik mati atas (TMA), katup masuk dan katup buang tertutup. Pada motor diesel bahan bakar disemprotkan oleh nosel dalam bentuk kabut pada udara yang telah dikompresikan tadi sehingga terjadilah pembakaran. Karena adanya kenaikan tekanan yang tinggi sehingga mendorong piston bergerak dari TMA ke TMB. Sedangkan pada motor otto sistem bahan bakar EFI, bahan bakar disemprotkan nosel dalam bentuk kabut pada udara yang dikompresikan tadi. Kemudian percikan bunga api keluar dari busi yang mengakibatkan terjadinya pembakaran bahan bakar dengan udara. Karena adanya kenaikan tekanan yang cukup tinggi mengakibatkan terdorongnya piston dari TMA ke TMB. Pada motor otto konvensional busi langsung memercikan bunga

pembakaran. Pada langkah usaha ini proses engkol melakukan setengah putaran ketiga.

4. Langkah buang

Torak (piston) bergerak dari TMB ke TMA. Katup masuk tertutup dan katup buang terbuka, akibatnya gas hasil pembakaran terdorong keluar oleh piston. Pada langkah ini poros engkol membuat setengah putaran yang keempat.

2.3.2. Motor bakar 2 langkah (2 tak / two troke)

Motor bakar ini membutuhkan dua kali setengah piston atau sekali putaran poros engkol untuk menghasilkan satu kali usaha disetiap siklusnya. Motor bakar ini juga memberikan power yang lebih besar jika dibandingkan dengan motor 4 langkah pada putaran poros untuk ukuran dan jumlah silinder yang sama. Motor bakar 2 langkah bergerak secara translasi.

Adapun cara kerja motor bakar 2 langkah adalah sebagai berikut :

1. Langkah isap dan kompresi

Setengah putaran pertama atau 180^0 , piston bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas.

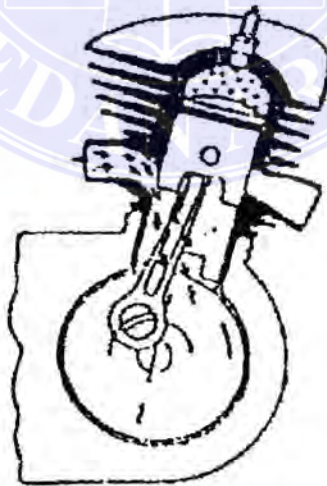
Dibawah piston

Selama piston menuju TMA, ruang bakar engkol akan membesar dan menjadikan ruang tersebut hampa atau vakun. Dengan adanya perbedaan tekanan ini, maka udara luar dapat mengalir dan bercampur dengan bahan bakar dikarburator yang

selanjutnya masuk ke ruang engkol, langkah ini disebut langkah isap atau pengisian ruang engkol.

Diatas piston

Selama proses ini piston bergerak menuju TMA. Bila kedua saluran yakni saluran bilas (*transper post*) dan saluran buang (*exhaust past*) sebelum tertutup maka langkah kompresi dimulai. Dengan gerakan piston terus ketas mendesak campuran udara dan bahan bakar yang masuk sebelumnya, membuat suhu dan tekanan gas meningkat beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA, busi akan memercikan bunga api dan mulai membakar campuran udara dan bahan bakar. Langkah ini disebut lankah kompresi.



Gambar 2.2. Langkah Isap dan Kompresi

2. Langkah usaha, buang dan pembilasan

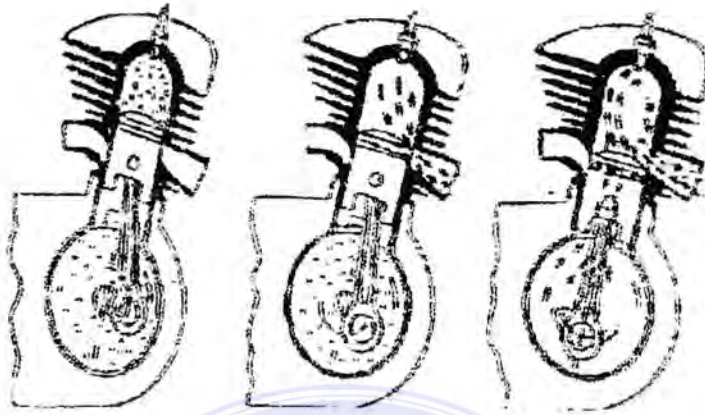
Setengah putaran kedua atau 360^0 , piston bergerak dari titik mati atas ke titik mati bawah.

Diatas Piston

Pembakaran mengakibatkan kenaikan tekanan yang tinggi sehingga menghasilkan tenaga dan mendesak piston bergerak menuju TMB, langkah ini disebut langkah udara. Beberapa derajat setelah piston bergerak ke TMB, katup buang (*exhaust part*) terbuka oleh kepala piston, gas-gas hasil pembakaran keluar melalui saluran buang. Langkah ini disebut langkah buang.

Dibawah Piston

Beberapa derajat selanjutnya, setelah saluran buang terbuka, maka saluran bilas (*transfer/scavenging part*) mulai terbuka oleh tepi piston. Campuran bahan bakar dan udara yang berada di bawah piston terdesak dan mengalir melalui saluran bilas menuju puncak ruang bakar sambil membantu mendorong gas bekas pembakaran keluar. Proses ini disebut pembilasan.



Gambar 2.3. Langkah Usaha, Buang dan Pembilasan

Keuntungan motor bakar 4 langkah :

1. Efisiensi dalam penggunaan bahan bakar, karena kerugian gas yang terbuang kecil dibanding dengan motor 2 langkah.
2. Motor bekerja lebih halus pada putaran rendah.
3. Perolehan tenaganya maksimum karena proses kerja setiap langkah berlangsung satu langkah penuh yang menghasilkan tenaga maksimum.
4. Sistem pelunasan relatif lebih sempurna sehingga motor lebih awet.

Kerugian motor bakar 4 langkah :

1. Harga pembelian lebih mahal
2. Konstruksinya rumit karena komponennya lebih banyak sehingga

memerlukan perawatannya yang lebih banyak pula.

Keuntungan motor bakar 2 langkah :

1. Mesin bekerja lebih halus dengan jumlah silinder yang lebih sedikit
2. Konstruksinya lebih sederhana
3. Perawatan lebih mudah
4. Harga pembelian lebih murah

Kerugian motor bakar 2 langkah :

1. Pembuangan gas hasil pembakaran kurang sempurna, karena langkah buang berlangsung kira-kira setengah dari putaran poros engkol.
2. Motor bekerja tidak teratur pada putaran rendah.
3. Sistem pelunan relatif kurang sempurna, sehingga komponen-komponennya tidak awet.
4. Jadwal perawatannya lebih singkat, karena efek pembakaran yang tidak sempurna memudahkan timbulnya penumpukan karbon pada ruang bakar dan saluran buang.

2.4. Generator

Generator merupakan peralatan utama pada sistem pembangkit listrik. Fungsi generator adalah untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang berlangsung melalui suatu medium medan magnet. Secara umum generator adalah alat pembangkit tenaga listrik yang menurut cara kerjanya dibedakan menjadi 2 jenis yaitu (2) :

1. Generator AC (arus bolak – balik)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2. Generator DC (arus searah)

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)27/12/23

2.4.1. Generator AC

Dalam keperluan penerangan atau tenaga, generator AC (arus bolak – balik) lebih banyak dipakai dibandingkan dengan generator DC. Generator AC lebih mudah perawatannya dan lebih sederhana. Generator AC dibedakan dalam 2 jenis yaitu :

1. Generator satu fasa, dibuat untuk tenaga yang kecil sehingga motor dan mesin diletakkan pada sebuah kerangka yang mudah dipindah-pindahkan.
2. Generator AC tiga fasa, dipakai untuk pembangkit listrik berdaya tinggi dengan medan magnet berputar tanpa sikat. Ukuran-ukuran rangkanya mempunyai sistem eksistensi tiga seri yang ditimbulkan oleh generator magnet yang menjamin peningkatan tegangan positif pada operasi awal dan menghasilkan sumber tenaga eksitasi yang mantap terhadap perubahan beban besar dengan reaksi cepat terhadap

2.4.2. Generator DC

Pada umumnya dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Generator DC penguat terpisah, medan magnet pada generator ini ditimbulkan dari suatu alat yang terpisah dari generator. Misalnya dengan menghubungkan armature dengan generator lain.
2. Generator DC penguat sendiri, medan magnet pada generator ini ditimbulkan oleh generator itu sendiri.

2.4.3. Pemilihan Generator

Pada perencanaan ini dipilih jenis generator arus bolah balik (AC) dengan keuntungan sebagai berikut :

1. Out put generator dapat diarahkan atau langsung distarter (ammeter welding) ke sirkuit load tanpa menggunakan sikat.
2. Dapat bekerja pada tegangan tinggi
3. Kumparan lilitan generator AC lebih mudah di lindungi dari setiap deformasi
4. Voltagenya dapat diubah dengan menggunakan transformator

Pada umumnya, setiap pembangkit listrik membutuhkan power faktor besar. Bila power faktor rendah, maka akan mengalami kerugian sebagai berikut :

1. Biaya lebih besar untuk out put yang sama.
2. Generator yang bekerja untuk arus yang besar sehingga membutuhkan isolasi konduktornya yang lebih banyak.

2.5. Motor Penggerak

Motor bakar yang direncanakan ini dipakai untuk menggerakkan generator bolak-balik (AC). Jadi putaran motor bakar tidak boleh diambil begitu saja. Putaran dari motor penggerak langsung di kopel, sehingga putaran generator sama dengan putaran motor penggerak.

Dalam hal ini silinder motor penggerak direncanakan 1 buah dengan alasan :

1. Daya yang dibutuhkan generator kecil

Posisi silinder direncanakan vertikal karena :

1. Konstruksi mesin sederhana
2. Pembuatan lebih mudah
3. Perawatan lebih mudah

2.6. Proses Termodinamika

Proses-proses yang berlangsung didalam silinder pada suatu motor dua langkah 2 (tak) adalah langkah isap dan kompresi, serta langkah ekspansi dan langkah buang. Setiap satu kali piston bergerak (dari TMA ke TMB atau sebaliknya) terdapat dua proses yang terjadi.

Proses termodinamika yang berlangsung pada motor bakar yang sangat sulit untuk dianalisa sampai dengan keadaan yang sebenarnya, oleh karena itu perlu adanya idealisasi. Analisa ini hanya pendekatan karakter-karakter proses suatu teoritis, yang mana terdapat penyimpangan dari keadaan yang sebenarnya.

Penyimpangan dari perhitungan siklus udara ideal disebabkan oleh :

1. Fluida kerja yang tidak dianggap sebagai gas ideal, dengan kalor spesifik yang konstan selama proses berlangsung.
2. Terdapat kerugian kalor yang disebabkan oleh perpindahan panas dari fluida kerja ke fluida pendingin dan udara pendingin.
3. Proses pembakaran memerlukan waktu, jadi tidak berlangsung sekaligus, akibatnya proses pembakaran pada volume ruang bakar tidak terjadi secara merata.
4. Kebocoran fluida kerja karena penyekatan oleh ring piston tidak

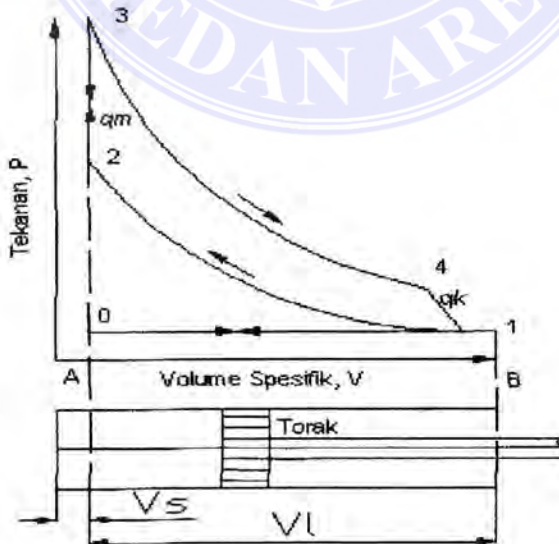
Idealisasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Fluida kerja yang merupakan campuran bahan bakar dan udara dianggap gas ideal dengan kalor spesifik constant.
2. Tidak terjadi perpindahan kalor melalui dinding silender.
3. Proses kompresi dan ekspansi terjadi secara adiabatik.

2.6.1. Siklus Thermodinamika Motor Bakar Bensin

Proses yang berlangsung pada motor bakar merupakan sebuah siklus. Siklus thermodinamika untuk motor bakar jenis ini adalah “siklus volume konstan”. Siklus dianggap tertutup artinya siklus ini bekerja dengan fluida kerja yang sama atau gas sisa pembakaran yang berada di dalam silinder pada langkah buang. Tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida kerja yang sama.

Siklus volume konstant dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.4. Siklus Volume Konstant [3]

Dimana :

P = tekanan fluida kerja kg/cm^2

V = volume spesifik (m^2/kg)

q_m = Jumlah kalor yang dimasukkan (kkal/kg)

q_k = Jumlah kalor yang dimasukkan (kkal/kg)

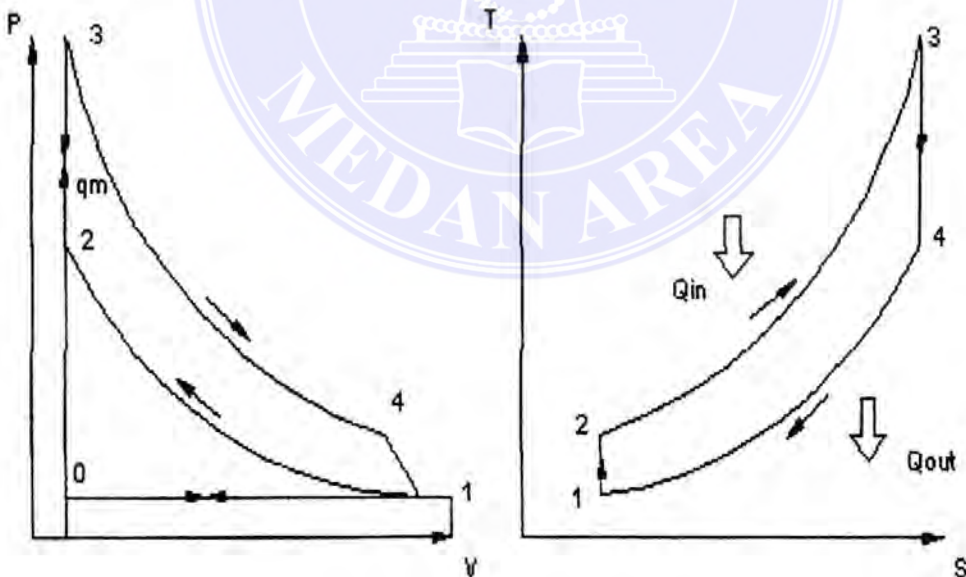
V_L = Volume langkah torak cm^3

V_s = Volume sisa (cm^3)

TMA = Titik mati atas

TMB = Titik mati bawah

Hubungan antara tekanan fluida dengan Volume spesifik (P vs V) dan T vs S



Gambar 2.5. Diagram P vs V dan Diagram T vs S [3]

- a. Langkah isap (0 – 1), merupakan proses tekanan konstant.
- b. Langkah kompresi (1 – 2), merupakan proses adiabatik (isentropik)
- c. Proses pembakaran volume konstan (2 – 3), dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstant.
- d. Langkah kerja (3 – 4), merupakan proses adibiatik (isentropik)
- e. Proses penurunan tekanan (4 – 1), karena pembukana katup buang dianggap sebagai pengeluaran (pembuangan) kalor pada volume konstan. Dianggap sebagai proses pembuangan kalor pada volume konstant.
- f. Langkah buang (1 – 0), merupakan proses tekanan konstan.

2.7. Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan motor bakar penggerak generator ini adalah bensin. Syarat-syarat yang harus dimilikinya adalah :

1. Daya penguapannya baik, merupakan kemampuan untuk bercampur bahan bakar dengan udara secara halogen sehingga campuran bahan bakar dan udara yang masuk kedalam silender akan sama.
2. Tidak mengandung unsur – unsur yang dapat merusak, bila hasil pembakaran menyebabkan terjadinya carbon deposit pada ruang bakar, adanya sulfur yang melekat pada dinding silinder dan unsur lainnya yang bersifat abrasive (mengamplas) maka akan menyebabkan menurunnya umur motor bakar.

3. Sifat anti knock yang besar. Sifat yang membuat sukar terjadinya knocking atau sering disebut anti knock. Knocking adalah suara ketukan yang terjadi dalam silinder pada saat akhir pembakaran sehingga putaran motor menjadi abnormal.

Pada perencanaan ini dipilih jenis bahan bakar bensin dengan pertimbangan harga yang relatif murah dan mudah didapat. Adapun spesifik bahan bakar bensin [4] sebagai berikut :

Jenis bahan bakar : Bensin (C_6H_6)

Berat moekul : 78,117

Nilai pembakaran atas (HIV) : 42293 kJ/kg

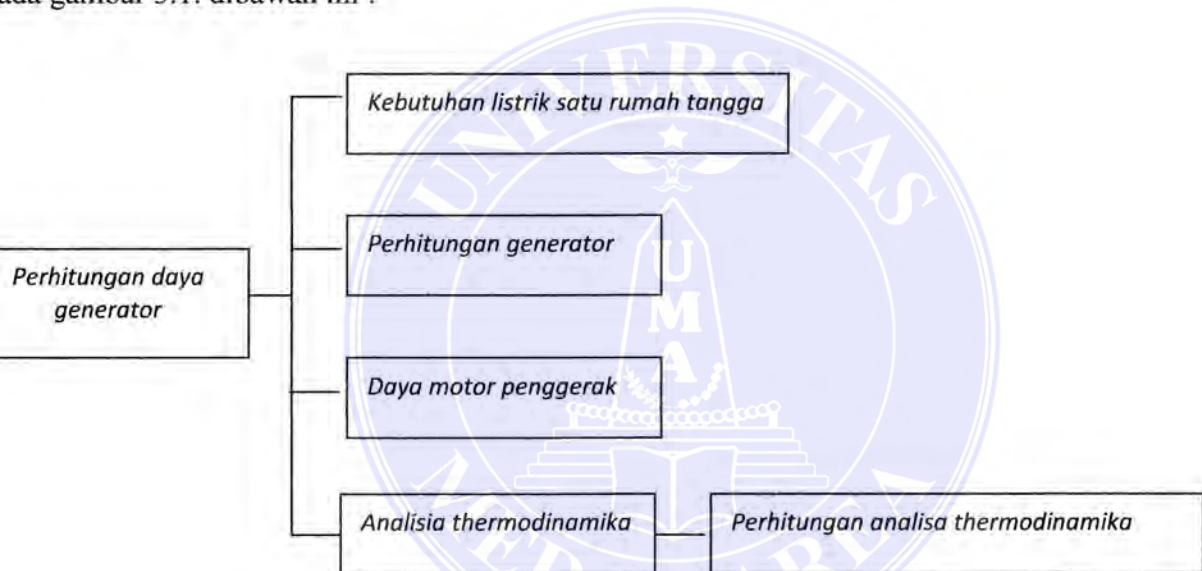
Nilai pembakaran bawah (LHV) : 40588 kJ/kg

BAB 3

PERHITUNGAN DAYA GENERATOR

1. Diagram Alir Perhitungan Daya Generator

Dalam bab ini akan dibahas tentang perhitungan daya generator, dimana perhitungan yang akan dilaksanakan mencakup kebutuhan fisik satu rumah tangga, perhitungan daya generator, daya motor penggerak, analisa termodinamika. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.1. dibawah ini :



Gambar 3.1. Diagram Alir Perencanaan Perhitungan Daya Generator

2. Kebutuhan Listrik Satu Rumah Tangga

Dalam bab ini akan diuraikan kebutuhan energi listrik yang digunakan dalam rumah tangga, besarnya daya dalam satu rumah tangga akan disesuaikan dengan besarnya daya generator. Adapun kebutuhan listrik dari rumah tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kamar tidur utama menggunakan :
 - 1 Buah Lampu XL = 18 watt
 - 1 Buah AC = 900 watt
2. Kamar tidur anak menggunakan :
 - 1 Buah Lampu XL = 14 watt
3. Kamar tidur tamu menggunakan :
 - 1 Buah Lampu XL = 14 watt
4. Kamar mandi (3 unit) menggunakan :
 - 1 Buah Lampu XL = 5 watt
 - 1 Buah Lampu XL = 8 watt
 - 1 Buah Lampu XL = 8 watt
5. Ruang tamu dan keluarga menggunakan :
 - 1 Buah Lampu XL = 40 watt
 - 1 Buah Lampu XL = 14 watt
 - 1 Buah Kipas angin = 40 watt
 - 1 Buah TV = 70 watt
 - 1 Set Audio = 100 watt
 - Aquarium (Pompa air & lampu XL) = 25 watt
6. Dapur menggunakan
 - 2 Buah Lampu XL 2 x 18 = 36 watt
 - 1 buah freezer = 100 watt
 - 1 Buah magix jar = 100 watt
 - 1 Unit pompa air = 100 watt

- 7. Garasi dan teras rumah :
- 3 Buah Lampu XL, 3 x 10 = 30 watt
- 1 Buah Lampu XL = 5 watt
- Total pemakaian (P) = 1627 watt

Untuk pemakaian peralatan rumah tangga seperti trika, race cooker, blender, mesin cuci dan lain-lain, diperkirakan digunakan pada saat sebelum beban puncak (pukul 18.00-22.00). Kerugian pada jaringan diperkirakan sebesar 50 watt. Jadi total pemakaian energi listrik sebesar 1677 watt.

Tabel 3.1. Perkiraan rata-rata ketinggian faktor daya [2]

| No | Nama Peralatan | Nilai faktor daya |
|----|----------------------|-------------------|
| 1 | Lampu fluorescent | 0,6 – 0,8 |
| 2 | Sinyal-sinyal neon | 0,4 – 0,5 |
| 3 | Lampu gas auditorium | 0,3 – 0,7 |
| 4 | Kipas angin | 0,5 – 0,8 |
| 5 | Pemanas induksi | -0,85 |
| 6 | Dapur dengan tahanan | 0,6 – 0,9 |
| 7 | Dapur gas | 0,3 – 0,5 |
| 8 | Dapur induksi | -0,6 |
| 9 | Las listrik | 0,3 – 0,5 |
| 10 | Las dengan tahanan | -0,65 |
| 11 | Motor induksi | 0,55 – 0,85 |

Besarnya arus listrik yang harus disuplay adalah sebesar :

a. Untuk jenis lampu XL, faktor daya ($\cos \phi$) = 0,6

b. Untuk pemakaian peralatan rumah tangga seperti Strika, Dispenser, race cooker, blender, mesinn cuci, kipas angin dll, $\cos \phi = 0,6$

Jadi daya energi listrik yang harus disuplay adalah :

$$\begin{aligned} N_g &= \frac{1677 \text{ watt}}{0,6} \quad [5] & (3.1) \\ &= 2795 \text{ VA} \end{aligned}$$

Daya yang maksimal pada satu rumah tangga tersebut diperkirakan sebesar :

$$\begin{aligned} N_{gf} &= \frac{1800 \text{ watt}}{0,6} \\ &= 3000 \text{ VA} \end{aligned}$$

Tahanan kabel penghantar dari generator ke beban adalah :

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

Dimana :

R = tahanan kabel penghantar (ohm)

ρ = konduktifitas dari jenis penghantar

= untuk tembaga

= $1,72 \times 10^{-8}$ ohm.m

L = panjang kabel penghantar (dari generator ke beban diperkirakan 10 m)

A = diameter kabel penghantar (digunakan kabel berdiameter 0,1 cm = 0,001 m)

Maka :

$$R = \frac{1,72 \times 10^{-8} \cdot 10}{0,0001} 98$$

= 0,219 ohm

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)27/12/23

3.3. Perhitungan Generator

Untuk perhitungan putaran generator dapat digunakan persamaan sebagai berikut

:

$$N = \frac{F \cdot 60}{P} \quad [4] \quad (3.2)$$

Dimana : n = putaran generator

F = frekuensi (50 Hz, direncanakan)

P = jumlah pasangan katup (1 pasang, direncanakan)

Maka

$$n = \frac{50 \cdot 60}{1}$$

$$n = 3000 \text{ rpm}$$

3.4. Daya Motor Penggerak

Motor penggerak dirancang untuk menggerakkan generator berkapasitas 3000 VA dengan $\cos \mu = 0,6$ daya, efisiensi kopling (ηk) = 1. Maka besarnya daya yang dibutuhkan motor untuk menggerakkan generator.

Perhitungan daya generator berdasarkan beban yang terpakai :

$$Ng = \frac{Ngf}{746} \times 1 \text{ HP}$$

Dimana :

Ngf = kapasitas generator

N_g = daya generator

$$N_g = \frac{3000}{746} \times 1 \text{ HP}$$

N_g = 4 HP

Sehingga daya motor penggerak yang dibutuhkan untuk menggerakkan generator adalah sebesar :

$$N_m = \frac{N_g}{\eta k} \tag{3.3}$$

Dimana :

N_m = daya out put motor penggerak

N_g = daya yang dibutuhkan generator

ηk = efisiensi kopling

Maka

$$\begin{aligned} N_m &= \frac{4,0 \text{ HP}}{1} \\ &= 4,0 \text{ HP} \\ &= 2,984 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka diperoleh Spesifikasi Generator yang akan direncanakan :

1. Jenis generator = AC (arus bolak balik)
2. Kapasitas (N_g) = 3000 VA
3. Tegangan (V) = 220 V
4. Frekuensi (f) = 50 Hz
5. Jumlah katup = 1 pasang (2 buah)

1. Putaran (n) = 3000 rpm
2. Daya motor (Nm) = 4,0 HP = 2,984 kW

1.1. Analisa Termodinamika

Perbandingan bahan bakar dengan udara (F/A) sangat mempengaruhi terhadap hasil pembakaran didalam silinder (ruang bakar). Dengan perbandingan yang sangat tepat dan campuran homogen maka akan tercipta pembakaran yang sempurna sehingga daya yang optimal diperoleh.

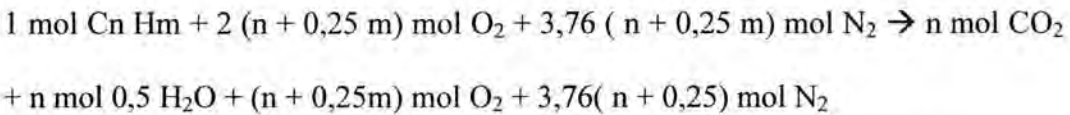
Berat udara minimum yang diperlukan untuk pembakaran yang sempurna dinamakan berat udara teoritis. Perbandingan berat udara sebenarnya dengan berat udara teoritis dinamakan faktor kelebihan udara, dimana :

$$\text{Jumlah LRB} = \frac{L_w}{L_{th}} = \frac{\text{Banyaknya udara yang sesungguhnya}}{\text{Banyaknya udara menurut teoritis}}$$

Adapun persamaan umum reaksi kimia pembakaran bahan bakar hidrokarbon adalah :



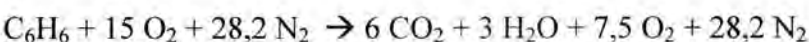
Adapun persamaan umum reaksi kimia pembakaran antara bahan bakar, nitrogen dan udara adalah



Dimana n = banyaknya atom C dari 1 mol bahan bakar hidrokarbon adalah 6

m = banyaknya atom H dari 1 mol bahan bakar hidrokarbon adalah 6

Jadi persamaan umum reaksi kimia pembakaran adalah



$$C = 12,01$$

$$H = 1,008$$

$$O = 16$$

$$N = 14,008$$

Jadi berat molekul masing-masing atom adalah :

$$C_6H_6 = (12,08 \times 6) + (1,008 \times 6) = 78,528$$

$$H_2O = (1,008 \times 2) + 16 = 18,016$$

$$CO_2 = 12,01 + (16 \times 2) = 44,01$$

$$N_2 = 14,01 \times 2 = 28,02$$

$$O_2 = 16 \times 2 = 32$$

Perbandingan bahan bakar dengan udara secara teoritis adalah :

$$\left(\frac{F}{A}\right)_{teoritis} = \frac{78,528}{240 + 790,16} = 0,076 \text{ (kg bahan bakar / kg udara)}$$

Perbandingan bahan bakar dengan udara antara 0,06 – 0,12 (terpenuhi)

Perbandingan bahan bakar dengan udara secara teoritis adalah :

$$\left(\frac{F}{A}\right)_{teoritis} = \frac{240 + 790,16}{78,528} = 13,11 \text{ (kg bahan bakar / kg udara)}$$

Perhitungan Analisa Thermodinamika

Proses 0 – 1 (langkah isap)

Kondisi awal berawal dari titik 0, dimana :

$$T_0 = 27^{\circ}C$$

$$= 300 \text{ K}$$

Perbandingan kompresi (r) 6,5 – 10,5 = 7 (direncanakan)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
Konstanta polipropis (k) = 1,4

Document Accepted 27/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)27/12/23

$$T_1 = T_0 + t$$

t = kenaikan temperatur akibat campuran bahan bakar dengan udara yang bergesekan dengan dinding silinder dan saluran masuk, diantara $20 - 40^{\circ}\text{C}$ (direncanakan 30°C)

$$\begin{aligned} T_1 &= 27 + 30 \\ &= 57^{\circ}\text{C} \\ &= 330 \text{ K} \end{aligned}$$

Pada temperatur $T_1 = 330 \text{ k}$ diambil $p_1 = 1 \text{ bar}$

Proses 1 – 2 (langkah kompresi)

Proses ini berlangsung secara adiabatik (asentropik)

$$T_2 = T_1 (r)^{k-1} \quad [7] \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned} T_2 &= 330 \cdot (7)^{1,4-1} \\ &= 718,7 \text{ K} \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai P_2 digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k \quad (3.5)$$

Dimana :

$$\frac{V_1}{V_2} = r$$

Maka

$$\frac{P_2}{1} = (7)^{1,4}$$

$$P_2 = 15,24 \text{ Bar}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)27/12/23

Proses 2 – 3 (proses pembakaran)

$$T_3 = T_2 + \frac{q}{c_v} \quad [6]$$

Dimana :

q = nilai kalor

$$c_v = 0,71777 \text{ kJ/kg K} = 717,7 \text{ kJ/kg K}$$

$n = 3000 \text{ rpm} = 3000 \text{ siklus (2 tak)}$, maka untuk satu detiknya (n_{sec})

diperoleh

$$\begin{aligned} n_{\text{sec}} &= \frac{3000 \text{ siklus}}{60 \text{ sec}} \\ &= 50 \text{ siklus / sec} \end{aligned}$$

Diasumsikan efisiensi mesin (η) = 20%

Untuk menghasilkan out put 1800 watt, bahan bakar yang diperlukan adalah sebesar

$$\begin{aligned} P_{\text{in}} &= \frac{1800}{n} \\ &= \frac{1800}{0,2} \\ &= 9000 \text{ watt} \\ &= 9000 \text{ J/s} \end{aligned}$$

Jumlah bahan bakar yang diperlukan :

$$P_{\text{in}} = m \cdot \text{LHV} \quad (3.6)$$

Dimana :

LHV = Nilai pembakaran bawah, untuk bensin = 40588 kJ/kg = 40588000 J/kg

m = Jumlah bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan daya 9000 watt

$$9000 \text{ J/s} = m \cdot 40588000 \text{ J/kg}$$

$$m = \frac{9000}{40588000}$$

$$= 0,000221 \text{ kg/sec}$$

1 detik = 50 siklus, maka jumlah bahan bakar untuk setiap siklusnya (m siklus)

$$m_{\text{siklus}} = \frac{m}{1 \text{ s} \cdot 50_{\text{siklus}}}$$

$$= \frac{0,000221 \text{ kg/sec}}{1 \text{ sec} \cdot 50_{\text{siklus}}}$$

$$= 0,0000444 \text{ kg / siklus}$$

Nilai kalor untuk setiap siklus (q_{siklus}) :

$$q_{\text{siklus}} = \text{LHV} \cdot m \text{ siklus}$$

$$= 40588000 \text{ J/kg} \cdot 0,0000444 \text{ kg/siklus}$$

$$= 178,58 \text{ J/siklus}$$

Maka :

$$q = 178,58 \text{ J/siklus} \cdot 3000 \text{ siklus}$$

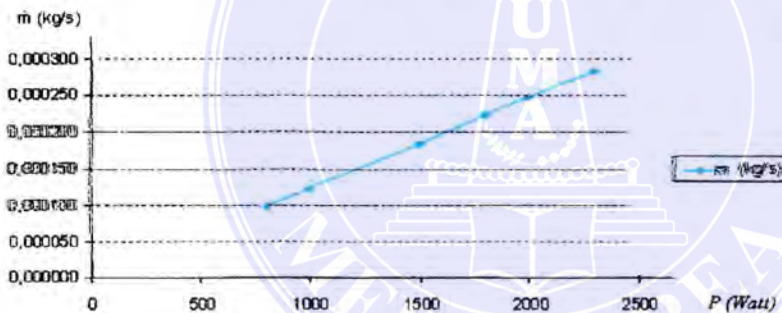
$$= 535740 \text{ J}$$

Untuk berbagai variasi daya yang dibutuhkan 1 rumah tangga dapat dilihat pada tabel 3.2. dibawah ini dengan jumlah putara yang sama (3000 rpm).

Tabel 3.2. Hubungan antara varisi Daya (P) dengan Daya Maksimum (P_{in}), Jumlah bahan bakar (m), jumlah bahan bakar per siklus (m_{siklus})

| Daya (watt) | P _{in} (watt) | m (kg/sec) | m _{siklus} (kg/siklus) |
|-------------|------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 800 | 4000 | 0,000099 | 0,0000020 |
| 1000 | 5000 | 0,000123 | 0,0000025 |
| 1500 | 7500 | 0,000185 | 0,0000037 |
| 1800 | 9000 | 0,000222 | 0,0000044 |
| 2000 | 10000 | 0,000246 | 0,0000049 |
| 2300 | 11500 | 0,000283 | 0,0000057 |

Dari tabel 3.2. diatas maka dapat dilihat hubungan antara daya (P) dengan penggunaan bahan bakar (m) seperti pada gambar 3.2. dibawah ini .



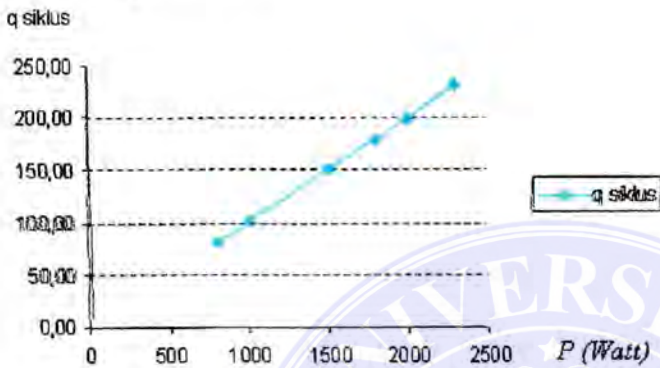
Gambar 3.2. Hubungan antara daya (P) dengan bahan bakar (m)

Tabel 3.3. Hubungan antara varisi Daya (P) Jumlah bahan bakar per siklus (m_{siklus}) Nilai kalor per siklus (q_{siklus})

| Daya (watt) | m _{siklus} (kg/siklus) | q _{siklus} (J) |
|-------------|---------------------------------|-------------------------|
| 800 | 0,0000020 | 81,18 |
| 1000 | 0,0000025 | 101,47 |
| 1500 | 0,0000037 | 150,18 |
| 1800 | 0,0000044 | 178,59 |
| 2000 | 0,0000049 | 198,88 |
| 2300 | 0,0000057 | 231,35 |

Dari tabel 3.3. diatas dapat dilihat bahwa semakin besar daya yang

menggerakkan generator dan akan menghasilkan nilai kalor yang lebih besar. Hubungan antara daya (P) dengan nilai kalor per siklus (q_{siklus}) dapat dilihat pada gambar 3.3. dibawah ini



Gambar 3.3. Hubungan antara daya (P) dengan Nilai Kalor per siklus (q_{siklus})

Tugas sarjana ini hanya akan menghitung nilai T3 dan perhitungan lainnya berdasarkan jumlah daya maksimum yang telah ditetapkan pada pembahasan sebelumnya (1800 watt). Sehingga diperoleh nilai T₃ :

$$\begin{aligned}
 T_3 &= T_2 + \frac{q}{c_v} \\
 &= 718 + \frac{535740}{717,7} = 1464,46 \text{ K}
 \end{aligned}$$

Untuk nilai tekanan pada titik 3 diperoleh melalui persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \frac{P_2}{T_2} &= \frac{P_3}{T_3} \\
 \frac{15,24 \text{ bar}}{718} &= \frac{P_3}{1464,46} \\
 P_3 &= \frac{22318,37 \text{ K} \cdot \text{bar}}{718 \text{ K}} \\
 &= 31 \text{ Bar}
 \end{aligned}$$

merupakan proses adiabatik (isentropik)

$$\begin{aligned} T_4 &= T_3 \frac{T_1}{T_2} \\ &= 1464,46 K \frac{330 K}{718 K} \\ &= 673 K \end{aligned}$$

Nilai tekanan P_4 :

$$\begin{aligned} P_4 &= P_3 \frac{P_1}{P_2} \\ &= 31 bar \frac{1 bar}{15,24 bar} \\ &= 2 bar \end{aligned}$$

Efisiensi thermos teoritis (η_{th}) :

$$\begin{aligned} \eta_{th} &= 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} \\ &= 1 - \frac{673 K - 330 K}{1464,46 K - 718 K} \\ &= 0,55 = 55\% \end{aligned} \quad (3.8)$$

Kerja spesifik (W_{net}) :

$$\begin{aligned} W_{net} &= cv (T_1 + T_3 - T_2 - T_4) \\ &= 0,7177 \text{ kJ/kg K} (330 K + 1464,46 K - 718 K - 673 K) \\ &= 289,56 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

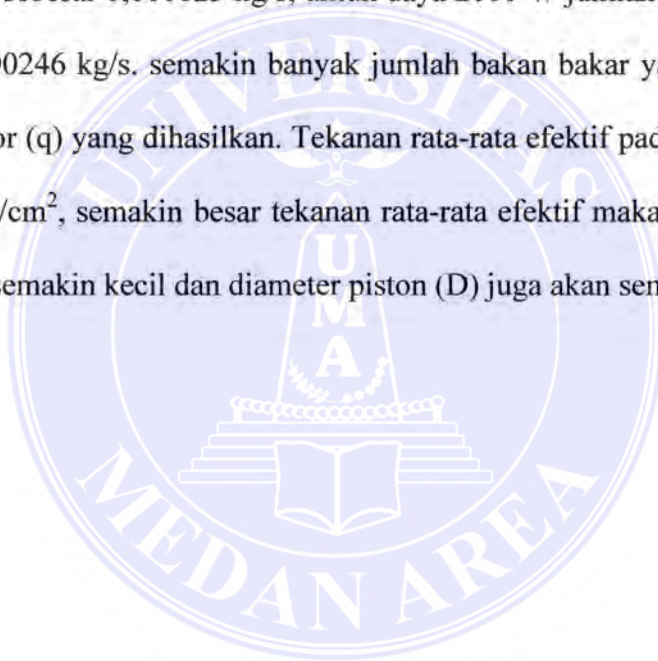
Tekanan rata-rata efektif

$$\begin{aligned} P_e &= \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{4} \\ &= \frac{1 + 15,24 + 31 + 2 bar}{4} \\ &= 12,55 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

BAB 5

KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan yang telah diuraikan dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan bahan bakar (m) yang dibutuhkan akan lebih banyak untuk menghasilkan daya listrik yang lebih besar, hal ini akan berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan (q) oleh motor bakar. Dalam perencanaan ini daya yang direncanakan sebesar 1800 W, maka jumlah bahan yang dibutuhkan sebesar 0,000123 kg/s, untuk daya 2000 W jumlah bahan bakar yang dibutuhkan sebesar 0,000246 kg/s. semakin banyak jumlah bahan bakar yang dibakar maka semakin tinggi nilai kalor (q) yang dihasilkan. Tekanan rata-rata efektif pada perencanaan ini adalah sebesar $12,55 \text{ kg/cm}^2$, semakin besar tekanan rata-rata efektif maka volume langkah (VL) motor bakar akan semakin kecil dan diameter piston (D) juga akan semakin kecil.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] **Arismunandar, W.**, '*Penggerak Mula Motor Bakar Torak*', Edisi V, ITB, 1988 Bandung.
- [2] **Pabla AS**, '*Sistem Distribusi Daya Listrik*', Erlangga, 1986 Jakarta
- [3] **Berenschot D.**, '*Penerapan Termodinamika*', Jilid II Erlangga, 1988 Jakarta
- [4] **Berenschot H.**, '*Motor Bensin*' Erlangga, 1994 Jakarta
- [5] **Daryanto**, '*Teknik tenaga listrik*', Bina Aksara, 1987 Jakarta
- [6] **Jr, Archie W Culp**, '*Prinsip – Prinsip konversi Energi*,' Erlangga, 1996 Jakarta
- [7] **Sularso, and Kiyokoat Suga, Prof.**, '*Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*' Cetakan V, Pradnya Paramita, 1987 Jakarta

