

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Peneliti mengakui data dari penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan saat menyusun proposal penelitian ini, baik dari segi kelemahan atau kekuatan yang mungkin sudah ada. Selain itu, peneliti menyaring buku-buku dan tesis untuk mencari informasi tentang konsep dan kaidah sebelumnya yang terkait dengan judul sehingga bisa diimplementasikan dalam menyusun tinjauan literatur.

M Hamdhani, B Sudarmanta (2017). Meneliti efek induksi magnet dalam sistem aliran bahan bakar dapat memisahkan molekul CH dari keadaan awalnya untuk membentuk molekul CH yang mengelompok. Pembakaran yang lebih baik akan dihasilkan dari *de-cluster* molekul CH, yang akan mempermudah oksigen untuk mengikat semua molekul selama proses oksidasi. Resistansi induksi magnet pada pengujian ini divariasikan dari B2, B1, dan B0 yang berturut-turut 900, 700, dan 460 Ω , dan tegangan yang disediakan untuk setiap induksi magnet divariasikan antara 20 dan 100 volt arus DC dengan kenaikan setiap 20 volt. Intensitas medan magnet yang diinduksi pertama kali diukur selama pengujian.

Selanjutnya uji FTIR menetapkan gugus senyawa dari bahan bakar dan menyelidiki reaksi yang diinduksi radiasi infra merah, yang direpresentasikan secara grafis, baik sebagai fungsi frekuensi radiasi maupun fungsi panjang gelombang. Pengujian performa juga dilakukan menggunakan waterbrake dynamometer dan full throttle loading pada putaran mesin antara 5000 dan 2000 rpm dengan kenaikan setiap 500 rpm. Pada pengujian FTIR, bahan bakar menunjukkan perubahan intensitas transmisi pada panjang gelombang setelah dipengaruhi oleh induksi magnetik. Tiga persentase peningkatan maksimum penyediaan 100 V berturut-turut adalah B2, B1, dan B0 yang masing-masing sebesar 20%, 22%, dan 25%. Performa terbaik terjadi pada B0 100 V, dengan persentase peningkatan torsi sebesar 9,79 persen, peningkatan daya sebesar 9,202 persen, penurunan bmep sebesar 9,79 persen, efisiensi termal meningkat sebesar 19,89 persen, dan penurunan bsfc sebesar 16,66 persen. Hasil uji emisi menunjukkan adanya peningkatan kualitas emisi yang terbaik pada B0 100V. Dalam hal penurunan rata-rata, CO2 turun 44,97 persen, HC naik 18,36 persen, dan CO2 naik 18,22 persen. [4]

T. H. Nufus dkk (2017), yang mempelajari efek medan elektromagnetik pada viskositas dan getaran molekul bahan bakar dalam bahan bakar biodiesel. Temuan menunjukkan bahwa bahan bakar magnet mengubah sifat biodiesel. Viskositas bahan bakar turun dari 2,933 menjadi 2,478 sedangkan persentase peningkatan jumlah molekul bahan bakar yang terserap meningkat dari 13 menjadi 58 persen. Akibatnya, molekul bahan bakar dengan gaya tarik antarmolekul yang lemah menjadi lebih umum seiring dengan peningkatan molekul bahan bakar yang bergetar. Kedua fakta ini menunjukkan bahwa molekul bahan bakar yang awalnya menggumpal oleh magnetisasi berubah dan tidak menggumpal lagi (*de cluster*). Studi lebih lanjut diperlukan untuk memahami sepenuhnya dampak dari fenomena magnetisasi bahan bakar pada proses pembakaran yang efektif, sehingga informasi ini sangat membantu. [5]

Warso, Sutarso, Imam Subekti (2018), melakukan penelitian untuk mengetahui jumlah putaran terbaik pada performa mesin. Pengujian ini menggunakan metode studi

ekperimental menggunakan solenoida medan magnet buatan dengan 1500 putaran (20,28mt), 3000 putaran (22,90mt), dan 4500 putaran (23,40mt). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi standart torsi 13,66Nm, power A 21,44KW, Sfc 0,718kg/Kwh. Penggunaan magnet solenoid 1500 (20,28mt) menghasilkan peforma motor terbaik, torsi 13,85Nm, daya 21,75Kw, Sfc 0,717kg/Kwh. Medan magnet solenoid 3000 putaran(22,90mt) menghasilkan torsi 14,23Nm, daya 22,33Kw, Sfc 0,701kg/Kwh, dan medan magnet solenoid 4500 lilitan (23,40mt) menghasilkan torsi 14,33Nm, daya 22,50Kw, Sfc 0,691kg/Kwh. Jumlah belitan medan magnet seloid terbaik adalah 4500 lilitan (23,40mt) yang menghasilkan peningkatan torsi sebesar 4,71%, daya sebesar 4,71%, dan Sfc sebesar -3,84% .[6]

TH Nufus, W Hermawan, RPA Setiawan (2018), melakukan penelitian ekstensif tentang pengoptimalan bahan bakar mesin diesel, termasuk penelitian yang menggunakan medan elektromagnetik. Analisis karakteristik semburan bahan bakar adalah salah satu cara untuk menunjukkan bahwa proses pembakaran optimal bila menggunakan medan elektromagnetik. Tulisan ini dimaksudkan untuk mengkaji dampak magnetisasi bahan bakar pada pola semburan bahan bakar. Diesel, B10, B40, B70, dan biodiesel ialah bahan bakar yang diimplementasikan, yakni yang diuji disemprot melalui tester injektor pada tekanan 14,7 MPa setelah dikenai medan elektromagnetik yang kuat selama 5 menit (300 detik) dengan dibedakan jumlah lilitan kawatnya dari lima sampai sembilan ribu lilitan dengan 836,45–1353 Gauss. Kamera berkecepatan tinggi digunakan untuk merekam hasilnya. Viskositas bahan bakar tampaknya menurun antara 5 dan 15 persen semakin kuat medan magnet yang diterapkan padanya, sedangkan sudut ledakan atau luas ledakan meningkat antara 3,5 dan 12 persen dan ukuran partikel semprotan mengecil. antara 291 dan 975 pikometer. Studi lebih lanjut akan sangat membantu untuk memahami efek magnetisasi bahan bakar pada proses pembakaran yang efektif, dan informasi ini akan membantu. [7]

TH Nufus, S Lestari, A Ulfiana and M Manawan (2020), melakukan Penelitian tentang pemberian kekuatan medan magnet pada aliran bahan bakar yang mampu mengakibatkan pembakaran lebih sempurna telah dilaporkan oleh banyak peneliti dan sebagian besar pengamatan ini dilakukan dengan mengukur kinerja mesin menggunakan dinamometer. Mengingat harga dinamometer yang sangat mahal maka cara lain untuk membuktikan terjadinya pembakaran sempurna adalah melalui indikator ruang bakar. Hipotesisnya adalah makin besar medan magnet yang dilewati bahan bakar, makin sempurna pembakarannya. Selain itu, suhu ruang bakar juga meningkat dan efisiensi termal meningkat. Bahan bakar yang digunakan adalah biodiesel yang berasal dari limbah minyak goreng, biodiesel 100% (dilambangkan B0), campuran biodiesel-diesel (20:80) dan dilambangkan B20, campuran biodiesel-diesel (40:60) atau B40, campuran biodiesel (30%)-diesel (30%) (dilambangkan sebagai B70), dan solar 100% (dilambangkan sebagai B100). Medan magnet yang digunakan adalah 500 Gauss, 900 Gauss dan 1500 Gauss. Pengukuran temperatur pembakaran menggunakan sensor temperatur tipe R yang dihubungkan dengan interface NI USB ke komputer dan LabVIEW untuk akuisisi data. Mesin diesel yang digunakan berkapasitas 13 HP. Hasil yang diperoleh adalah peningkatan suhu ruang bakar mesin sebesar 13% dan peningkatan efisiensi termal sebesar 7 - 12% yang dilengkapi dengan magnet dibandingkan dengan mesin non-magnetik. [8]

2.2 KAJIAN TEORI

2.2.1 Motor Diesel

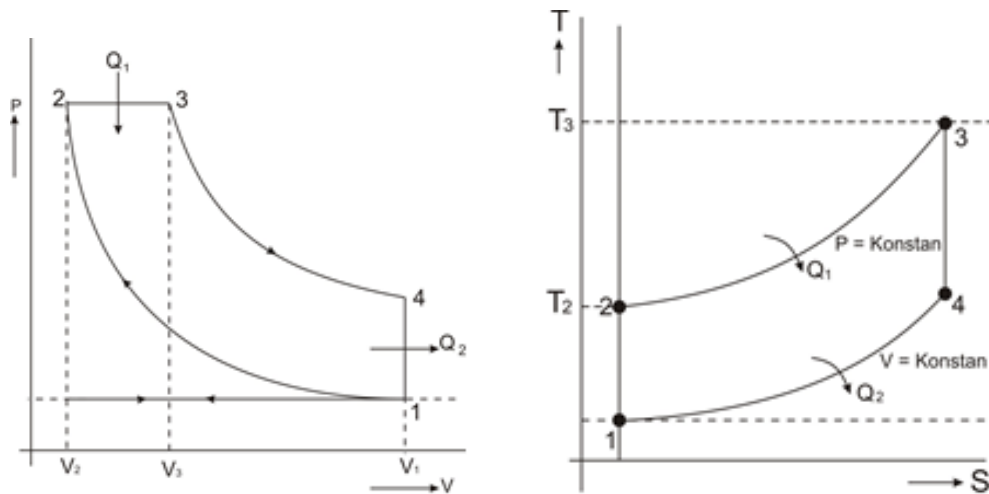
Rudolf Diesel mengembangkan mesin diesel, juga dikenal sebagai "Motor Pengapian Kompresi," pada tahun 1892. Penyalaan dikerjakan dengan membuat bahan bakar menyemprot ke udara yang sudah dipanaskan hingga suhu tinggi dan bertekanan sebagai dampak dari proses kompresi dalam ruang bakar. Rasio kompresi mesin diesel diatur supaya berada dikisaran 15 dan 22, tekanan kompresi diatur dalam kisaran 20 dan 40 bar, dan suhunya harus antara 500 dan 700 °C supaya bahan bakarnya bisa terbakar dengan sendirinya. Karena tekanan terkompresi sangat tinggi diperlukan untuk pembakaran bahan bakar, mesin diesel dikenal pula sebagai mesin pembakaran kompresi. Motor diesel ialah motor yang paling efektif dan bertenaga dalam hal efisiensi keseluruhan; pada kecepatan rendah, efisiensi panasnya bisa mencapai 50%. [9]

Mesin diesel rata-rata menggunakan bahan bakar sekitar 25% lebih sedikit daripada mesin bensin setara, dan bahan bakar diesel juga lebih murah. Motor diesel lebih efektif daripada motor bensin karena alasan ini, tetapi karena tekanan kerja motor diesel yang mempunyai rasio kompresi yang lebih tinggi (15:1-22:1) dibandingkan dengan motor bensin (6:1- 12:1). Alhasil, motor diesel harus diperkuat dan dibuat lebih awet. [10]

Piston yang sangat kencang memampatkan udara saat memasuki ruang bakar mesin diesel, begitulah cara kerjanya. Rasio kompresi ini jauh lebih tinggi daripada mesin bensin. Bahan bakar solar dimasukkan secara injeksi ke ruang bakar pada tekanan tinggi melalui nosel sesaat sebelum piston mencapai posisi, yaitu Titik Mati Atas (TMA) atau BTMA (Before Top Dead Center), terjadi percampuran dengan udara panas yang tekanannya tinggi. Saat campuran ini menyala dan terbakar dengan cepat, gas ruang bakar dengan cepatnya mengembang, membuat dorongan piston ke bawah dan menyebabkan adanya tenaga linier. Panas diinjeksikan pada tekanan konstan sebagai gambaran siklus pembakaran (ideal) solar.

2.2.2 Siklus Ideal Diesel

Rudolph Diesel pertama kali menyatakan siklus Diesel sebagai siklus ideal bagi mesin piston pengapian kompresi pada tahun 1890. Dalam lingkungan tertutup, ini membuat perubahan energi kimia yang ada di bahan bakar bertansformasi ke energi mekanik. Mirip dengan mesin piston pengapian-pengapian yang dijelaskan Nikolaus A., ini beroperasi dengan prinsip yang sama. Otto pada tahun 1876, dengan metode inisiasi pembakaran menjadi satu-satunya perbedaan yang signifikan. Percikan dari busi memulai proses pembakaran dalam mesin piston pengapian-penyalaan, yang biasa disebut sebagai mesin bensin, usai terjadi pencampuran udara-bahan bakar, selanjutnya porse kompresi hingga temperatur di bawah suhu penyalaan sendiri bahan bakar. Sebaliknya, dalam mesin piston pengapian kompresi (yang biasanya disebut mesin diesel), udara dikompresi hingga temperaturnya di atas suhu penyalaan otomatis bahan bakar, dan pembakaran diterjadi sesaat bahan bakar yang diinjeksi bersentuhan dengan udara panas. Maka dari itu, injektor bahan bakar berperan sebagai busi dan karburator pada mesin diesel. Siklus diesel digunakan dalam mesin berkapasitas besar karena efisiensinya yang tinggi. mirip dengan yang digunakan pada kendaraan seperti mobil, kereta api, kapal laut, dan generator listrik darurat (genset). Diagram P-V dan T-S dari siklus diesel ideal ditunjukkan di bawah ini.



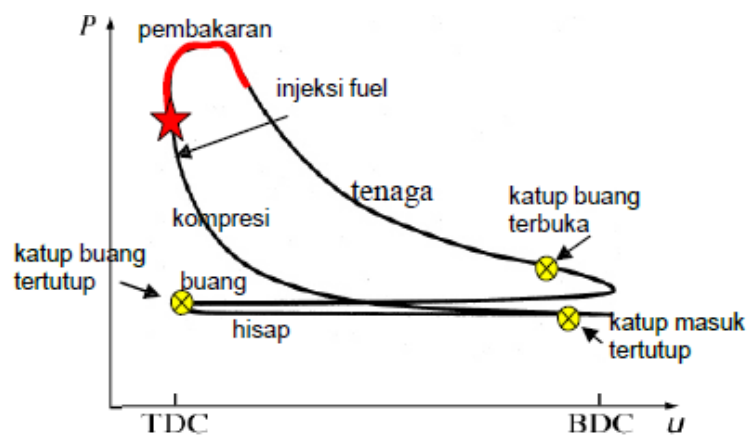
Gambar 2.1 Diagram P-V dan T-S siklus Ideal Diesel

Mesin diesel berjalan pada siklus tekanan konstan yang ideal ini. Siklus ideal diesel digambarkan dalam diagram p-v pada Gambar 2.1. Urutan prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Tahap isap (0-1) yang tidak mengalami perubahan tekanan.
2. Tahap kompresi (1-2) berupa proses adiabatik. Proses pembakaran tekanan konstan (2-3) diasumsikan ada panas masuk saat tekanan konstan.
3. Langkah (3-4) berupa proses adiabatik. Proses pembuangan panas (4-1) diasumsikan terjadinya proses pembuangan kalor dengan tidak ada perubahan volume.
4. Langkah buang (1-0) berupa proses tekanan konstan.

Dari diagram alir proses di atas, jelaslah bahwa siklus tekanan konstan, di mana input panas terjadi saat tekanan tidak berubah, yang berlainan dengan siklus volume konstan, di mana input panas terjadi pada kondisi volume konstan. Secara informal dikenal sebagai siklus diesel, siklus tekanan konstan. Siklus ini ditemukan oleh Rudolf Diesel, yang juga merupakan pionir dalam pengembangan mesin diesel. Walaupun self-ignition terjadi karena tingginya temperatur di ruang bakar akibat kompresi, namun proses penyalan pembakaran tetap berlangsung tanpa menggunakan busi.

2.2.3 Siklus Aktual Diesel



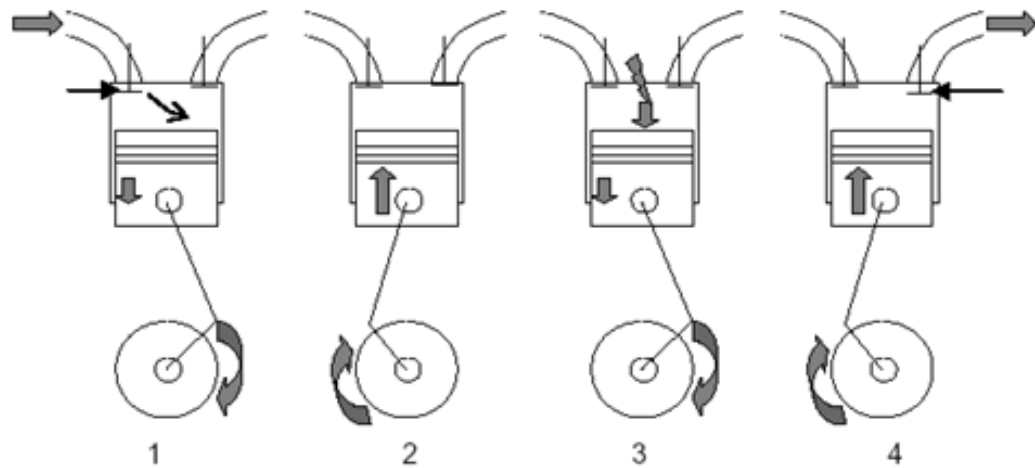
Gambar 2.2 Diagram Siklus aktual diesel

Kedua hal ini sebenarnya bukanlah siklus tekanan konstan. Akibat kerugian diakibatkan oleh hal-hal berikut, yang terjadi dalam kehidupan nyata, siklus udara (ideal) menyimpang.

1. Cincin piston dan segel katup tidak cukup kencang menyebabkan kebocoran fluida kerja.
2. Mempertimbangkan dinamika mekanisme katup dan kelembaban fluida kerja, katup tidak terbuka pada TMA dan TMB. Kerugian ini dapat dikurangi jika waktu pembukaan serta penutupan katup disesuaikan dengan beban dan kecepatan truk.
3. Fluida kerja bukanlah udara, dan udara dapat diasumsikan sebagai gas ideal dengan panas spesifik konstan selama siklus.
4. Pada mesin pembakaran dalam yang sebenarnya dengan piston bolak-balik, saat piston berada di TMA, tidak ada pasokan panas, karena ada dari udara yang bersirkulasi. Kenaikan tekanan dan temperatur fluida kerja disebabkan oleh proses pembakaran antara bahan bakar dan udara di dalam silinder.
5. Butuh waktu untuk menyelesaikan proses pembakaran, jadi tidak. Proses pembakaran akibatnya terjadi pada volume ruang bakar yang berubah akibat gerakan piston. Oleh karena itu, proses pembakaran harus dimulai pada sudut engkol tertentu sebelum piston mencapai TMA dan berakhir pada sudut engkol tertentu setelah piston kembali dari TMA ke TMB. Dengan demikian, volume atau tekanan konstan tidak dapat dipertahankan selama proses pembakaran. Selain itu, pembakaran tidak sempurna tidak pernah terjadi. Hasilnya, rasio bahan bakar-udara—sejauh mana campuran bahan bakar dan udara—dan waktu penyalaan memainkan peran penting dalam menentukan tenaga dan efisiensi.
6. Kehilangan panas terjadi akibat perpindahan panas dari fluida kerja ke fluida pendingin, khususnya selama langkah kompresi, ekspansi, dan langkah buang silinder. Karena fluida kerja dan fluida pendingin memiliki temperatur yang berbeda, maka terjadi perpindahan panas. Pendinginan bagian-bagian mesin yang panas dengan cairan pendingin diperlukan agar tidak rusak.
7. Energi panas dari gas buang hilang dari dalam silinder ke atmosfer sekitarnya. Energi ini tidak dapat digunakan untuk kerja mekanik.
8. Kehilangan energi terjadi akibat gesekan antara fluida kerja dan dinding sekitarnya. Singkatnya, bentuk diagram P-V untuk siklus aktual tidak sama dengan siklus ideal. Sirkulasi sejati bukanlah sirkulasi volume konstan, sirkulasi tekanan konstan, atau sirkulasi tekanan terbatas. Saat menggunakan siklus udara-bahan bakar, rentang daya yang ditentukan siklus sebenarnya adalah 80-90% dari perhitungan siklus udara-bahan bakar untuk mesin 4-langkah dan 60-70% untuk mesin 2-langkah.

2.2.4 Prinsip dan Cara Kerja Motor Diesel 4 Langkah

Prinsip kerja mesin diesel 4 langkah sebenarnya sama dengan mesin Otto, perbedaannya terletak pada cara penambahan bahan bakarnya. Pada mesin diesel, bahan bakar diinjeksikan langsung ke ruang bakar menggunakan injektor pada akhir langkah kompresi. Dibawah ini adalah cara kerja motor diesel 4 langkah:



Gambar 2.3 Cara Kerja Motor Diesel

Keterangan:

1. Langkah Isap

Selama operasi ini, piston bergerak dari TMA ke TMB ketika piston bergerak ke bawah, katup masuk terbuka dan ruang di dalam silinder menjadi vakum, memungkinkan udara bersih masuk ke rongga silinder melalui filter udara.

2. Langkah Kompresi

Selama langkah kompresi, katup masuk dan keluar menutup dan udara yang masuk ke dalam silinder akan dikompresi oleh piston yang bergerak dari TMB ke TMA. Mesin diesel memiliki rasio kompresi 1:15 hingga 1:22. Akibat proses kompresi ini, udara dipanaskan hingga suhu sekitar 800 °C. Pada akhir kompresi, injektor/nosel menginjeksikan bahan bakar ke udara panas dengan tekanan hingga 40 bar.

3. Langkah Usaha

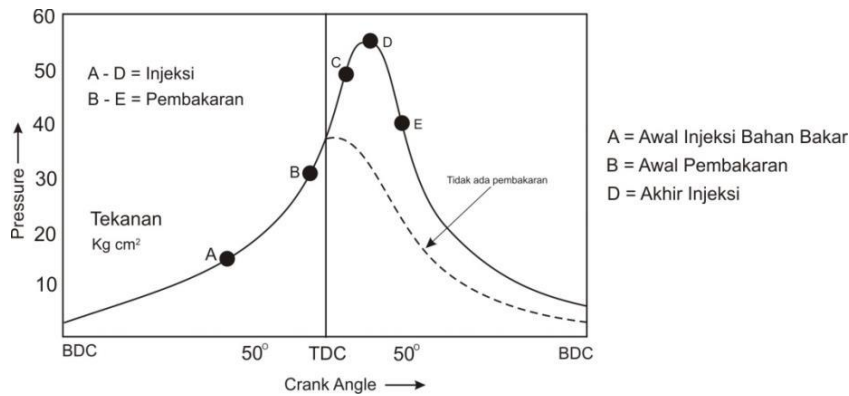
Sebelum piston mencapai titik mati atas pada akhir langkah kompresi, bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar saat engkol masih berputar. Pembakaran menghasilkan tekanan yang menggerakkan piston dari TMA ke TMB karena udara bertekanan yang panas. Katup keduanya masih tertutup. Poros engkol menerima tekanan ke bawah melalui batang piston dan berputar sebagai hasilnya. Langkah bisnis berakhir ketika katup buang mulai terbuka beberapa derajat sebelum piston mencapai TMB.

4. Langkah Buang

Pada tahap ini, gaya yang masih ada di flywheel mengangkat piston dari TMB kembali ke TMA sementara katup buang terbuka dan sisa udara pembakaran dipaksa keluar dari ruang silinder ke manifold buang dan langsung ke gas buang.

2.2.5 Pembakaran Motor Diesel

Pembakaran dalam mesin diesel disebabkan oleh naiknya temperatur udara tekan di dalam ruang bakar menyebabkan bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder ikut terbakar. Proses pembakaran pada mesin diesel ditunjukkan pada Gambar 6 sebagai fungsi tekanan dan waktu.



Gambar 2.4 Diagram proses pembakaran motor diesel

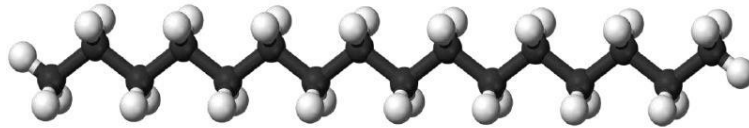
Proses pembakaran tersebut dibagi menjadi 4 periode yaitu :

- Proses pertama : Waktu pembakaran tertunda periode (A-B) Proses
- kedua : Perambatan api (B-C)
- Proses ketiga : Pembakaran langsung (C-D) Proses
- keempat : Pembakaran lanjut (D-E)

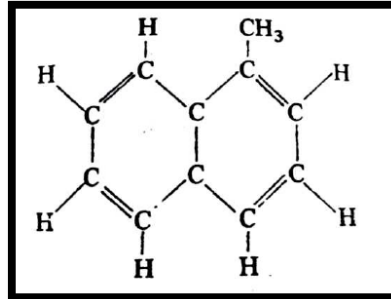
Seperti yang Anda lihat dari grafik, tekanan udara meningkat selama langkah kompresi. Injeksi bahan bakar dimulai beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA. Seketika, bahan bakar menguap dan bercampur dengan udara panas. Karena temperatur sudah naik diatas temperatur penyalaan bahan bakar, maka bahan bakar akan cepat terbakar dengan sendirinya. Waktu yang berlalu dari awal injeksi bahan bakar hingga awal pembakaran disebut periode persiapan pembakaran. (1). Setelah masa pembakaran, bahan bakar akan terbakar dengan cepat, ditunjukkan dengan garis lurus ke atas pada grafik, karena proses pembakaran terjadi selama dekompresi (saat piston masih bergerak menuju TMA). Sampai piston memendek beberapa derajat sudut engkol melewati TMA, tekanan masih meningkat, tetapi laju kenaikan tekanan menurun. Hal ini disebabkan oleh peningkatan tekanan yang harus diimbangi dengan peningkatan volume ruang bakar saat piston bergerak dari TMA ke TMB.

Periode pembakaran yang cepat terjadi ketika tekanan meningkat dengan cepat (garis BC pada gambar, garis tekanan yang curam dan lurus). (2) Periode pembakaran terkontrol adalah periode pembakaran di mana tekanan naik terus hingga melebihi tekanan maksimum garis CD pada tahap berikutnya. (3) Pada skenario terakhir, jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder sudah mulai berkurang atau bahkan mungkin berhenti. (4) Proses pembakaran sempurna dan pembakaran selanjutnya dari bahan bakar yang akan dibakar juga berlangsung selama periode pembakaran terus menerus.

Karena durasi campuran bahan bakar dan udara yang singkat, yang terakhir merupakan kebutuhan untuk mesin diesel. Akibatnya, bahan bakar mesin diesel harus dapat terbakar secara instan (dengan sendirinya), karena dapat mengurangi waktu persiapan pembakaran. Alpha-methylnaphthalene dan cetane, juga dikenal sebagai heksadekana (C₁₆H₃₄), adalah dua bahan bakar yang umum.



Gambar 2.5 C₁₆H₃₄ (hidrokarbon rantai lurus)



Gambar 2.6 *alpha*-methylnaphthalene

C₁₆H₃₄ merupakan bahan bakar pendek dengan bilangan 100 (bilangan setana = 100). Pada saat yang sama, *alpha*-methylnaphthalene memiliki masa pembakaran yang lama dan tidak cocok untuk digunakan sebagai bahan bakar solar, dan angkanya adalah 0 (bilangan setana = 0). Untuk mesin diesel, kualitas bahan bakar berbanding terbalik dengan cetane number. Kisaran setana untuk bahan bakar diesel komersial adalah 35 hingga 55. Bahan bakar dengan struktur atom kompleks umumnya memiliki angka setana lebih rendah daripada bahan bakar dengan struktur atom rantai lurus, yang lebih umum pada bahan bakar hidrokarbon. Bahan bakar diesel dengan peringkat cetane tinggi harus digunakan pada mesin kecepatan tinggi. Hasilnya, bahan bakar yang baik untuk mesin diesel biasanya adalah bahan bakar dengan bilangan setana tinggi, viskositas rendah untuk mengurangi tekanan semprotan, sifat pelumasan yang baik untuk mencegah kerusakan pada pompa tekanan tinggi, modulus curah tinggi, kemudahan penyemprotan, titik didih tinggi, dan sifat non-volatile. Upaya juga telah dilakukan untuk mengurangi belerang dan aromatik sambil meningkatkan jumlah aditif dalam bahan bakar untuk meningkatkan kualitas bahan bakar.

2.2.6 Karakteristik Bahan Bakar Solar

Bahan bakar diesel harus memenuhi persyaratan ruang bakar, atau lebih khusus lagi, persyaratan apa pun yang harus dipenuhi bahan bakar secara umum, agar dapat menyala dan terbakar. Karakteristik solar sebagai bahan bakar dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain *Cetane Number* (CN), volatilitas, sisa karbon, viskositas, belerang, abu dan endapan, titik nyala, titik tuang, sifat korosi, dan kualitas nyala [11].

1. Bilangan setana (CN)

Kualitas pengapian diukur dengan indeks yang disebut setane. Mesin diesel membutuhkan CN sekitar 50. CN bahan bakar adalah persentase volume setana dalam campuran setana dan alfa-metilnaphthalena. Heksadekana memiliki sifat mudah terbakar yang sangat baik, sedangkan *alpha*-methylnaphthalene memiliki sifat mudah terbakar yang buruk. CN 48 menunjukkan bahan bakar yang merupakan campuran 48% cetane dan 52% *alpha*-methylnaphthalene. Nilai KN yang tinggi berarti solar dapat menyala pada temperatur yang lebih rendah, sedangkan nilai KN yang rendah berarti solar yang baru bisa menyala di suhu yang lebih tinggi. CN yang tinggi berdampak pada penundaan

peluncuran yang lebih pendek. Bahan bakar diesel (solar) ada 3 kategori, yaitu: solar kelas I: minimal CN 48, kandungan sulfur maksimal 5000 ppm, solar golongan II: minimal CN 52, kandungan sulfur maksimal 300 ppm. Diesel Grup III: minimum CN 54, bebas belerang.

2. Viskositas.

Viskositas cairan dinyatakan dalam waktu yang dibutuhkan sejumlah cairan untuk mengalir melalui lubang kecil dengan diameter tertentu. Semakin kecil angka detik, semakin rendah viskositasnya. Semakin tinggi viskositas, makin besar resistensi untuk mengalir. Karakteristik ini sangat penting karena berdampak pada seberapa baik nozel mesin diesel bekerja. Viskositas, tekanan injeksi, dan ukuran lubang injektor semuanya memiliki dampak signifikan pada bagaimana bahan bakar diatomisasi. Karena viskositas yang lebih besar, bahan bakar dengan momentum tinggi dipaksa menjadi tetesan yang lebih besar, yang cenderung mengenai dinding silinder yang relatif dingin.

Bahan bakar yang kurang kental menghasilkan aerosol yang terlalu halus untuk menembus lebih jauh ke dalam silinder pembakaran, menghasilkan zona minyak jelaga. Kualitas pelumasan atau pelumasan dari suatu bahan bakar juga disebut sebagai viskositas. Viskositas yang lebih besar memiliki kualitas pelumasan yang unggul. Agar dapat mengalir dan menyemprot dengan mudah, bahan bakar biasanya harus memiliki viskositas yang rendah. Konsekuensinya, injeksi bahan bakar yang cepat juga diperlukan karena putaran mesin yang cepat. Namun, tetap harus ada batas minimal karena gerakan piston yang cepat membutuhkan kualitas pelumasan yang baik untuk mencegah keausan.

3. Titik nyala (*flash point*).

Suhu terendah di mana bahan bakar minyak harus dipanaskan agar uapnya langsung terbakar saat bersentuhan dengan nyala api dikenal sebagai titik nyala. Bahan bakar diesel memiliki titik nyala minimum 60 °C.

4. Berat Jenis

Sehubungan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh satu satuan volume bahan bakar dalam mesin diesel, berat jenis adalah rasio berat per satuan volume. Densitas solar dihitung dengan menggunakan ASTM D287 atau ASTM D1298 dan dinyatakan dalam kilogram per meter kubik (kg/m³).

5. Mutu penyalaan.

Salah satu karakteristik bahan bakar diesel yang paling penting untuk mesin kecepatan tinggi adalah kualitas penyalaannya. Kualitas pengapian bahan bakar mengontrol baik jenis pembakaran yang Anda dapatkan darinya maupun betapa mudahnya menghidupkan dan menjalankan mesin saat dingin. Nama tersebut mengacu pada kemampuan bahan bakar untuk menyala saat disuntikkan ke udara terkompresi dalam silinder mesin diesel. Bahan bakar dengan kualitas pengapian yang baik menyala dengan cepat, sedangkan bahan bakar dengan kualitas pengapian yang buruk menyala sangat lambat dan dengan sedikit penundaan. Bahan bakar dengan kualitas pengapian yang baik akan menghasilkan pengendalian mesin yang lebih mulus dan senyap, yang terutama terlihat pada beban ringan.

6. Belerang atau Sulfur.

Kandungan belerang bahan bakar tidak boleh lebih tinggi dari 0 persen hingga 1 persen karena belerang dalam bahan bakar bereaksi dengan oli mesin menghasilkan gas yang

sangat korosif yang mengembun di dinding silinder, terutama saat mesin bekerja pada beban rendah dan suhu rendah. Sumber minyak mentah yang disuling memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kandungan sulfur solar setelah distilasi pertama (distilasi lurus). Secara umum, kandungan sulfur bahan bakar diesel antara 50 dan 60 persen dari minyak mentah. Bahan bakar solar yang terlalu banyak mengandung sulfur dapat mempercepat keausan komponen mesin. Hal ini disebabkan oleh adanya partikel yang tercipta selama pembakaran, serta kemungkinan adanya oksida belerang seperti SO₂ dan SO₃. Metode ASTM D1551 digunakan untuk menentukan properti ini.

7. Titik Tuang.

Titik tuang adalah suhu di mana minyak mulai membeku/berhenti mengalir. Bahan bakar diesel memiliki titik beku minimum -15 °C dan bersifat korosif. Bahan bakar tidak boleh mengandung zat korosif, asam atau basa.

8. Kandungan abu dan endapan.

Abu dan endapan bahan bakar merupakan sumber zat pengeras yang berkontribusi terhadap keausan mesin. Kadar abu dibatasi 0,01% dan sedimen 0,05%.

9. Residu karbon.

Residu karbon mengacu pada karbon yang tersisa setelah uap minyak benar-benar terbakar, dengan residu karbon maksimum yang diperbolehkan adalah 0,10%.

10. Indeks Diesel

Indeks bahan bakar solar merupakan parameter kualitas penyalaan bahan bakar solar selain CN. Kualitas pengapian diesel mengacu pada waktu yang dibutuhkan bahan bakar untuk menyala di ruang bakar dan diukur setelah pengapian. Nilai indeks bahan bakar solar dipengaruhi oleh titik anilin dan berat jenis.

2.2.7 Perbaikan Kualitas Bahan Bakar

Kualitas bahan bakar merupakan hal yang penting untuk dapat meningkatkan prestasi motor diesel. Ada beberapa cara yang digunakan untuk memperbaiki kualitas bahan bakar yaitu:

1. Mengubah HC rantai lurus menjadi rantai bercabang

Mengubah struktur molekul BBM (hidrokarbon), yang biasanya ada dalam susunan linier, menjadi rantai molekul bercabang. Berkat pengaturan baru, molekul hidrokarbon lebih tahan terhadap kompresi, mengurangi pra-penyalaan dan pembakaran spontan, memastikan pembakaran sempurna. Dalam hal ini, katalis bahan bakar ditambahkan.

2. Menambah zat adiktive pada bahan bakar

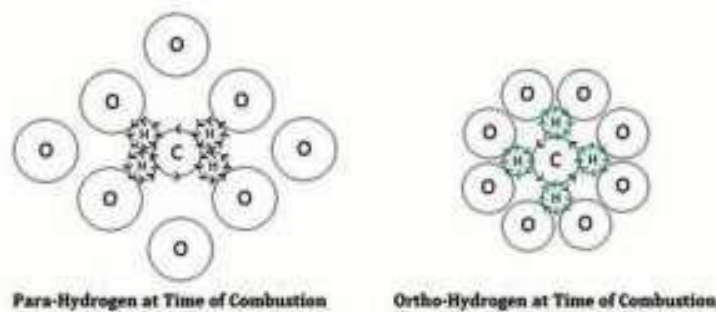
Untuk mengurangi polusi udara, diesel dan mesin diesel harus diperbaiki. Peningkatan CN solar merupakan salah satu cara untuk mengurangi emisi gas buang seperti nitrogen oksida, sulfur oksida, dan partikulat. CN tinggi menandakan penundaan. Dengan menambahkan aditif ke solar, CN dapat ditingkatkan. 2-Ethylhexyl Nitrate (2-EHN) adalah aditif bahan bakar diesel yang diproduksi secara komersial [3].

Karena memiliki gugus nitrat di ujung rantai karbonnya, 2-EHN merupakan senyawa organik. Karena 2-EHN memiliki titik leleh yang tinggi dan tidak stabil secara termal, 2-EHN digunakan di ruang bakar. Pembakaran bahan bakar dipercepat oleh produk sampingan yang rusak dibandingkan dengan bahan bakar tanpa aditif. Bahan bakar diesel akan mengalami peningkatan 4–7 CN ketika 2-EHN ditambahkan dengan dosis 0,05–0,4%.

3. Proses ionisasi

Hidrokarbon merupakan komponen utama bahan bakar. Molekul bahan bakar terdiri dari beberapa atom, dan atom terdiri dari beberapa inti dan elektron yang mengorbit inti. Molekul-molekul ini sudah memiliki gerakan magnet, sehingga molekul-molekul ini sudah bermuatan positif dan negatif. Tetapi molekul-molekul ini tidak teraklimatisasi, sehingga bahan bakar dinonaktifkan dan diblokir dari oksigen selama pembakaran, sehingga molekul bahan bakar atau rantai hidrokarbon harus terionisasi.

Bahan bakar yang berupa hidrogen partikulat ada dalam dua bentuk isomer yang berbeda, Para dan Ortho. Ini ditandai dengan berbagai core counterspun yang bengkok. Rasio orto-hidrogen lebih efisien untuk pembakaran sempurna yang maksimal. Ortogonalitas dapat dicapai dengan menambahkan medan magnet yang kuat di sepanjang saluran bahan bakar.



Gambar 2.7 Para state and Ortho state of Hydrogen

Gambar 2.7 menunjukkan bagaimana medan magnet menyebabkan gugus hidrokarbon menjadi lebih tersebar. Hidrokarbon dalam bahan bakar mengubah konfigurasi dan orientasinya (dari para ke orto) saat melewati medan magnet. Partikel minyak direduksi menjadi lebih kecil berkat mekanisme ini. Ini memastikan pembakaran yang lebih efisien dengan menyebabkan bahan bakar bergabung secara aktif dengan oksigen. [12].

Molekul hidrokarbon dalam senyawa yang mudah terbakar akan bergetar ke arah inti. Selain itu, mereka memiliki kecenderungan untuk menarik satu sama lain dan berkelompok menjadi molekul. Ketika molekul hidrokarbon bereaksi dengan oksigen, penggumpalan akan terjadi dan menghentikan molekul untuk berpisah satu sama lain. Medan magnet membuat partikel bahan bakar beresonansi, yang mengisi atom yang terikat pada molekul dan menghasilkan pembakaran sempurna. [13].

Dengan merentangkan ikatan hidrogen dan karbon pada bahan bakar, maka unsur O₂ (oksigen) dapat masuk ke dalam senyawa bahan bakar. Ini dicapai dengan teknologi resonansi magnetik. Metode ini memungkinkan terjadinya pembakaran sempurna di dalam mobil. Polusi gas buang kendaraan berkurang saat pembakaran selesai. [14].

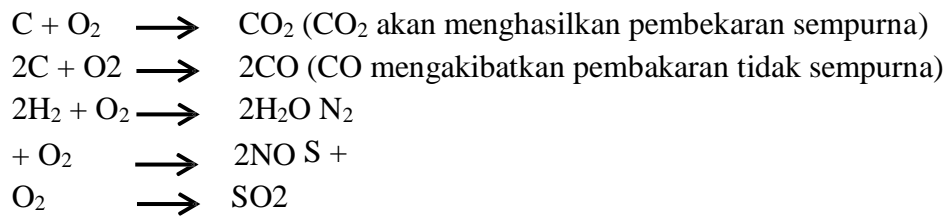
2.2.8 Proses Pembakaran Bahan Bakar

Pembakaran adalah Reaksi kimia dari komposisi bahan bakar terhadap oksigen. Komposisi bahan bakar dimaksud adalah :

1. Zat arang (carbon) dengan unsur kimia C
2. Zat air (hydrogen) dengan unsur kimia H₂
3. Zat lumas (netrogen) dengan unsur kimia N₂

4. Zat belerang (sulphur) dengan unsur kimia S₂

Reaksi kimia tersebut adalah



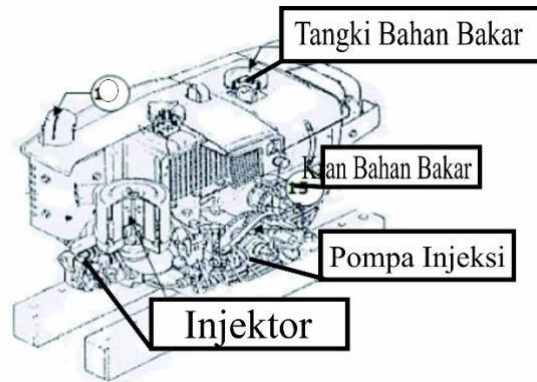
Karena oksigen adalah yang membedakan udara dari gas lain, konsentrasinya dapat ditentukan (dalam persentase berat: 23% O₂, 77,3% N₂, dan dalam persentase volume: 21% O₂, 79,3% N₂). Berbagai jenis proses pembakaran meliputi:

1. *Complete combustion*. Terjadi ketika seluruh komposisi bahan bakar C, H, dan S bereaksi menghasilkan CO₂, H₂O, dan SO₂. Secara umum, pembakaran ini dimungkinkan dalam kondisi pembakaran yang lebih kaya udara.
2. *Perfect combustion*. Terjadi ketika jumlah bahan bakar dan oksidator cocok dengan reaksi stoikiometri. Ketika proporsi oksigen dalam suatu campuran tepat untuk bereaksi dengan unsur C, H, dan S untuk menghasilkan CO₂, H₂O, dan SO₂, campuran tersebut dikatakan stoikiometri.
3. *Incomplete combustion*. Selain CO₂, H₂O, dan N₂ (jika zat pengoksidasi ada di udara), proses pembakaran bahan bakar menghasilkan produk antara seperti CO, H₂, dan aldehida. Pembakaran sebagian ini dapat disebabkan oleh pasokan oksidator yang rendah, nyala api yang tertiuap atau tertiuap, nyala api yang didinginkan dari paparan permukaan yang dingin, pencampuran bahan bakar, dan oksidator yang tidak sempurna.
4. *Spontaneous combustion*. Terjadi ketika bahan bakar mengoksidasi secara perlahan untuk mencegah pelepasan panas yang dihasilkan oleh proses. Akibatnya, suhu bahan bakar naik secara bertahap hingga mencapai titik penyalan hingga bahan bakar benar-benar terbakar dan menyala.

Memang, sangat sulit untuk reaksi insinerasi berlangsung dalam kondisi stoikiometri, oleh karena itu disebut pembakaran udara berlebih. Penyebab utama dari kebutuhan udara ekstra adalah tidak adanya campuran sempurna antara aliran udara dan bahan bakar di mana pembakaran mungkin terjadi. Frekuensi tumbukan antara molekul bahan bakar dan molekul oksigen berdampak pada proses pembakaran. Kelebihan oksigen diperlukan untuk meningkatkan frekuensi tumbukan molekul dalam campuran yang buruk dari dua cairan.

Faktor udara (AF) adalah rumus matematika yang digunakan untuk menghitung hubungan antara kondisi udara aktual dalam sistem pembakaran dan jumlah yang dibutuhkan secara teoritis. Rasio udara yang sebenarnya digunakan adalah bagaimana faktor udara ini dinyatakan.

2.2.9 Sistem Bahan Bakar

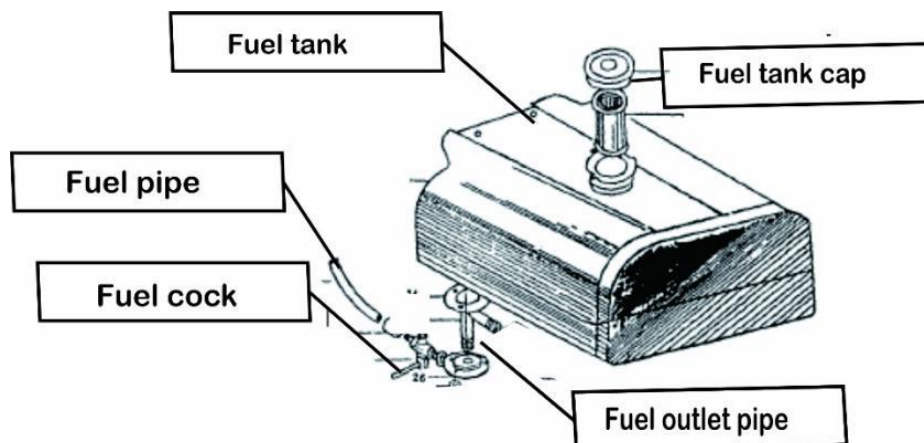


Gambar 2.8 Sistem Bahan Bakar

Pompa transfer menarik bahan bakar dari tangki bahan bakar dalam sistem bahan bakar diesel. Sebelum dikirim ke fuel injection pump, bahan bakar disaring oleh fuel filter dan air di dalam fuel dipisahkan oleh fuel separator. Pompa injektor, regulator, dan pompa distributor membentuk pompa injeksi bahan bakar. Bahan bakar dipaksa masuk ke nozzle bahan bakar dan diinjeksikan ke dalam silinder sesuai dengan urutan penyalaan oleh pompa injeksi bahan bakar yang ditenagai oleh motor listrik. Berikut ini adalah berbagai bagian fungsi sistem bahan bakar:

1. Tangki Bahan Bakar

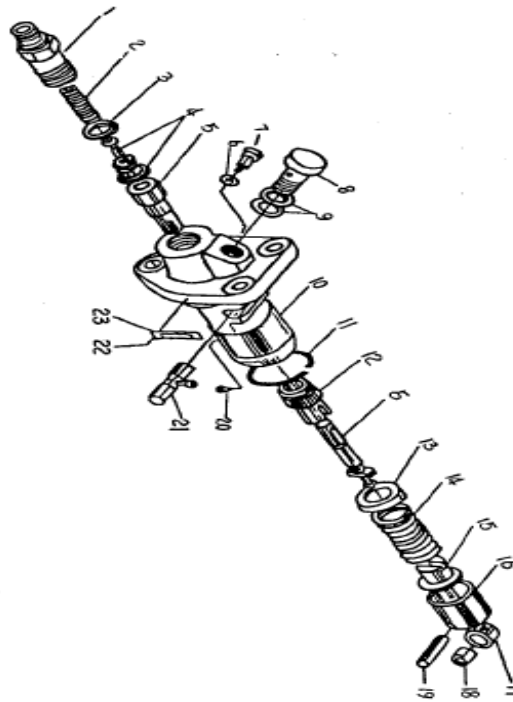
Tangki bahan bakar digunakan sebagai penyimpanan bahan bakar (solar). Tangki bahan bakar memiliki ventilasi untuk menyamakan tekanan di dalam tangki dengan atmosfer, hal ini diperlukan agar bahan bakar yang dialirkan oleh pompa dapat diarahkan dengan benar.



Gambar 2.9 Tangki Bahan Bakar

2. Pompa injeksi

Tugas pompa injeksi adalah memberikan tekanan pada bahan bakar solar yang akan diinjeksikan/disemprotkan oleh nozzle. Tekanan tinggi yang dihasilkan akan menjadikan pengabutan bahan bakar menjadi semakin lebih sempurna.



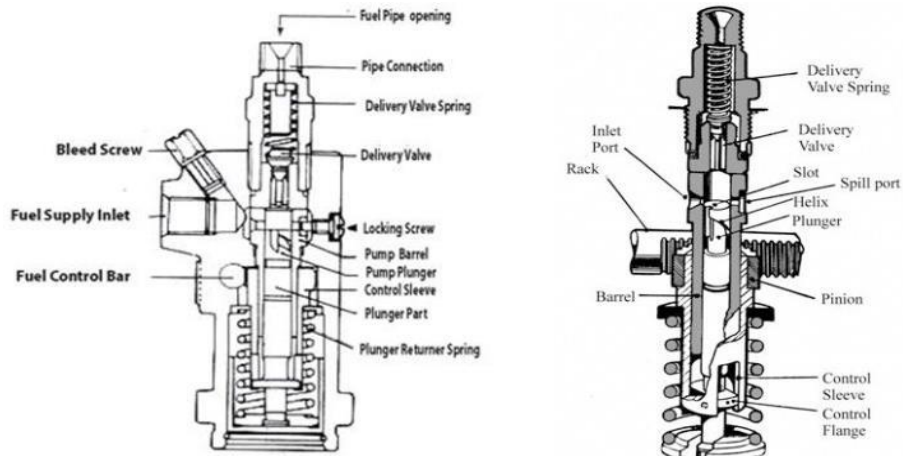
Gambar 2.10 Pompa Injeksi

Keterangan :

1. Delivery valve holder
2. Delivery valve spring
3. Delivery valve packing ring
4. Delivery valve with seat
5. Pump element (plunger and barrel)
6. Washer
7. Location screw
8. Fuel inlet pipe connecting screw
9. Sealing washer
10. Pump body
11. Check spring
12. Adjusting gear
13. Upper spring
14. Plunger spring
15. Lower spring seat
16. Push rod body
17. Tappet ring
18. Roller bushing
19. Roller pin
20. Guiding pin
21. Gear barrel
22. Rivet
23. Mark plat

3. Nozzel

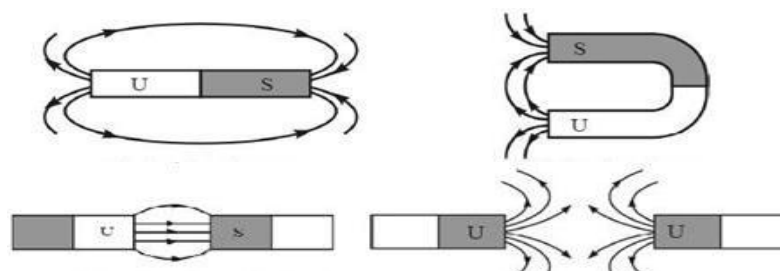
Nozzel dapat dinamakan juga *injector* berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar pada saat langkah pembakaran pada akhir langkah kompresi. Nozzel mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses pembakaran, karena semakin pengabutan baik maka pembakaran yang dihasilkan semakin sempurna. Nozzel mempunyai beberapa lubang yang sangat kecil dan presisi sehingga bahan bakar yang masuk ke dalam nozzel harus dipastikan tidak membawa kotoran. Apabila bahan bakar yang dikabutkan oleh nozzel kotor maka dapat menutup lubang pengabutan solar.



Gambar 2.11 Nozzel

2.2.10 Magnet

Kata "magnet" berasal dari kata Yunani "magnes", yang juga mengacu pada batu yang terbuat dari magnesium oksida. Magnet adalah benda yang menarik material seperti besi, baja, dan kobalt ke dalamnya. Manifestasi gaya tarik atau tolak pada bahan lain dikenal sebagai magnetisme, fenomena fisik. Medan magnet dapat digunakan untuk mempelajari gaya-gaya yang berada di kejauhan. Setiap material magnetik memiliki kutub utara (N, *north*) dan selatan (S, *south*), termasuk besi, nikel, dan kobalt. Sebaliknya, kutub yang berlawanan menarik, sama seperti kutub menolak. Kejadian ini digambarkan pada Gambar 13 di bawah ini.

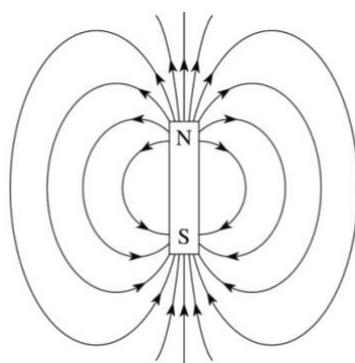


Gambar 2.12 Sifat Magnet

Putaran elektron dan bagaimana mereka bergerak di sekitar inti menentukan daya tarik suatu bahan. Magnet unsur, atau magnet kecil, dihasilkan oleh putaran elektron. Putaran elektron berpasangan dan non-magnetik karena putaran saling meniadakan dan berlawanan arah. Putaran elektron yang tidak berpasangan berperilaku seperti magnet kecil. Jadi kombinasi spin elektron (magnet kecil) dengan arah spin yang sama (utara-selatan) inilah yang membentuk magnet.

2.2.11 Medan Magnet

Medan magnet adalah daerah di sekitar magnet yang dipengaruhi oleh gaya magnet. Daerah medan magnet biasanya diwakili oleh garis medan magnet. Garis gaya berpotongan di ujung dua kutub magnet. Efek magnetik dapat dihasilkan dengan berbagai cara. Selama percobaan, ditemukan bahwa arus listrik yang bergerak (muatan) menciptakan medan magnet. Elektromagnet, yang beroperasi saat arus listrik mengalir, dibuat menggunakan kejadian ini. Motor listrik, jam, dan generator semuanya menggunakan komponen elektromagnetik. Magnet permanen juga dapat menghasilkan medan magnet karena sifat magnetnya tidak bergantung pada ada atau tidak adanya listrik. Magnet permanen dibuat menggunakan proses yang unik, dan gaya magnet yang dikandungnya bertahan untuk waktu yang sangat lama. Medan magnet dan garis gaya digambarkan pada gambar di bawah ini.

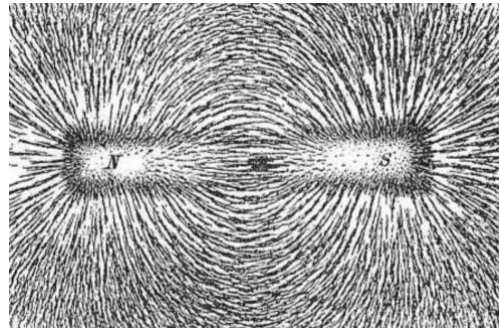


Gambar 2.12 Fluks Medan Magnet

Medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen dapat dijelaskan dengan teori atom. Atom terdiri dari partikel bermuatan, proton dan elektron, yang secara konstan bergerak secara bersamaan. Peristiwa yang menyebabkan medan magnet muncul dalam atom adalah:

1. Putaran inti. Beberapa inti, seperti atom hidrogen, memiliki keadaan putaran tetap yang menghasilkan medan magnet.
2. Putaran elektron. Elektron memiliki putaran yang dapat berputar searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam atau - putaran partikel bermuatan dapat menciptakan medan magnet kecil atau momen magnet.
3. Gerak orbit elektron. Elektron yang mengorbit inti menciptakan medan magnet.

Setiap benda dengan sifat magnet dapat disebut sebagai magnet. Ketika serbuk besi ditempatkan di atas magnet, serbuk besi melekat pada ujung magnet, bukan di tengahnya. Kutub magnet magnet adalah daerah dengan medan magnet terkuat. Kutub magnet datang dalam dua varietas: utara (U) dan selatan (S). Serbuk akan berbentuk magnet tapal kuda pada gambar di bawah jika Anda menaburkan serbuk besi pada kaca dan memasang magnet tapal kuda di bawah kaca. Ini menunjukkan bagaimana kutub magnet utara (U) dan selatan (S) berdampak pada chip.



Gambar 2.13 Formasi serbuk besi yang dipengaruhi medan magnet

Sepanjang garis yang tak terlihat, serpihan besi tampak tersebar. Garis magnet adalah apa yang disebut sebagai fluks magnet secara keseluruhan. Garis medan magnet selalu ada, meskipun tidak ada serbuk besi yang tersebar di sekitar magnet. Sangat mudah untuk menyimpulkan bahwa mereka tertarik satu sama lain oleh fluks magnet yang khas jika kutub U dari dua magnet disatukan di bawah sepotong kaca di mana serbuk besi tersebar, termasuk:

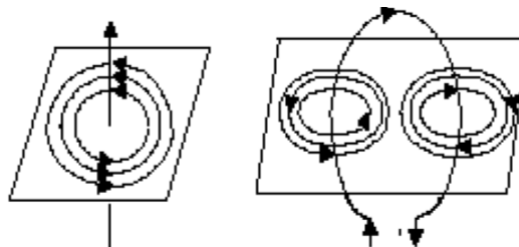
1. Fluksi magnet dimulai dari kutub U dan berakhir di kutub S suatu magnet atau magnet-magnet.
2. Arah dari fluksi magnet adalah sesuai dengan arah kutub U jarum magnet bila jarum berada dalam fluksi.

Seperti pada karet gelang, garis gaya pada fluks magnet dijaga sependek mungkin, sejajar dan sedekat mungkin dengan sumbu U-S medan magnet. Pada saat yang sama, ia cenderung menolak garis aliran lain dalam arah yang sama, sehingga ia juga cenderung melengkung ke luar dari sumbu U-S.

2.2.12 Elektromagnet

Menurut eksperimen Ørsted dengan medan magnet dalam arus listrik, magnet yang ditempatkan di dekat konduktor pembawa arus mengubah posisinya.

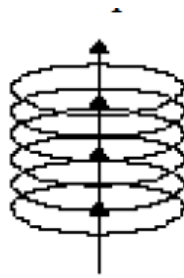
1. Kaidah tangan kanan Ampere. Jika kompas diletakkan pada pergelangan tangan, dimana arus (I) mengalir dari pergelangan tangan ke ujung jari, maka kutub utara kompas akan dibelokkan menjauhi arah ibu jari.
2. Kaidah Kotrex Maxwells. Jika arah arus adalah arah maju baling-baling, maka arah garis magnet yang dihasilkan adalah arah putaran baling-baling. Jika arah arus adalah arah putaran baling-baling, maka arah garis medan magnet yang dihasilkan adalah arah positif baling-baling.



Gambar 2.14 Kaidah Kotrex *Maxwell*

Kaidah *Maxwell* dapat pula ditentukan dengan kaidah tangan kanan yaitu sebagai berikut :

“Arah ibu jari menggambarkan arah arus listrik, dan arah lipatan keempat jari lainnya menunjukkan arah putaran gaya magnet”.



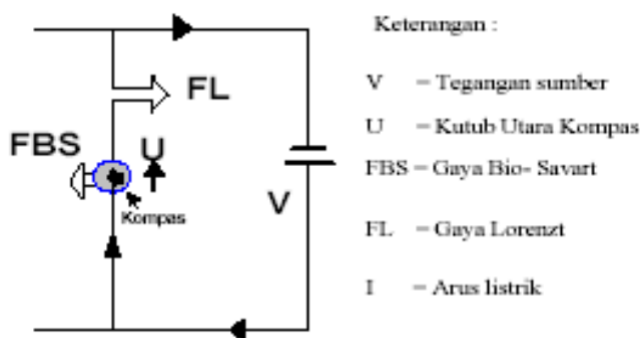
Gambar 2.15 Kaidah Tangan Kanan *Maxwell*

Jika *kotrex* Maxwell menentukan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 3, massa kabel pembawa arus yang disebut selenida, elektromagnet akan dihasilkan karena bersifat magnetis, yaitu. satu ujung menyerap garis medan magnet yang bertindak sebagai kutub selatan (S) dan ujung lainnya memancarkan garis medan sebagai kutub utara (U).



Gambar 2.16 Garis Gaya Magnet

Gaya yang dirasakan oleh kutub akibat arus disebut gaya Bio-Savart. Di sisi lain, ketika kawat pembawa arus ditempatkan dalam medan magnet, kawat pembawa arus dapat mengalami gaya yang disebut gaya Lorentz. Jadi gaya Lorentz ini adalah jawaban dari gaya Bio-Savart.

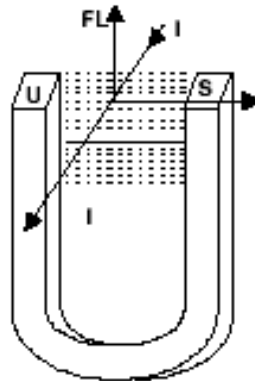


Gambar 2.17 Gaya *Bio-Savart*

Jika kawat AB dilas pada A dan B dan kutub magnet utara (U) bebas bergerak, maka jika kawat AB dialiri arus seperti pada gambar, kutub utara (U) di bawah kawat AB akan terpengaruh. Bio-Savart menyala dengan bergerak ke kiri dan terbalik. Jadi gaya Lorentz adalah gaya yang dihasilkan oleh arus listrik dalam medan magnet. Arah gaya Lorentz ditentukan oleh hukum tangan kiri:

“Jika ada arus antara kutub magnet utara dan tangan kiri terlihat dan arus tampak mengalir dari pergelangan tangan ke jari-jari, maka arah gaya Lorentz ini akan menuju ibu jari kiri.” Gaya Lorentz juga dapat digunakan dengan tangan kiri (jempol) Jari telunjuk dan jari tengah ditentukan oleh tiga jari yang memanjang pada sudut siku-siku satu sama lain.

1. Arah gaya *lorenz* ditunjukkan oleh ibu jari.
2. Arah medan magnet ditunjukkan oleh jari telunjuk.
3. Arah arus listrik ditunjukkan oleh jari tengah.



Gambar 2.17 Arah Gaya Lorentz

Elektromagnet telah banyak digunakan dalam kendaraan bermotor selama bertahun-tahun. Memulai, mengisi daya, dan sistem pengapian terus ditingkatkan/ditingkatkan untuk membuat kendaraan kami lebih andal. Nyatanya, sulit membayangkan sistem mobil yang tidak menggunakan elektromagnet.

Elektromagnet adalah kombinasi dari listrik dan magnet. Saat Anda mengalirkan listrik ke kabel, itu menciptakan medan magnet. Listrik dan magnet benar-benar tidak dapat dipisahkan, kecuali superkonduktor, yang memiliki efek Meissner (bahan superkonduktor dapat membatalkan medan magnet sampai batas tertentu). Hal ini dapat dibuktikan dengan memasang kompas pada seutas kawat. Jarum kompas bergerak karena kompas merasakan medan magnet. Elektromagnetisme banyak digunakan dalam produksi mesin motor, pita magnetik, VCR, penguat suara (amplifier), dll. Elektromagnet telah terbukti menjadi alternatif yang menjanjikan untuk menghemat bahan bakar.

Karena fungsi utama inti adalah memusatkan fluks magnet dalam jalur yang jelas dan dapat diprediksi, kekuatan medan magnet elektromagnet juga bergantung pada jenis bahan inti yang digunakan. Hanya gulungan inti udara (kumparan inti udara) yang telah dipertimbangkan sampai saat ini, tetapi menambahkan bahan lain ke inti (pusat kumparan) berdampak signifikan pada kekuatan medan magnet. Jika nilai permitivitas yang sangat rendah dari bahan non-magnetik seperti kayu memungkinkannya dianggap kosong. Perbedaan nyata dalam kerapatan fluks di sekitar koil terlihat, meskipun, jika bahan intinya adalah feromagnetik, seperti besi, nikel, kobalt, atau kombinasi paduannya.

Bahan feromagnetik, biasanya terbuat dari besi, baja, atau paduan nikel yang dapat ditempa, adalah bahan yang dapat dimagnetisasi. Dengan menambahkan zat ini ke sirkuit magnet, fluks magnet terkonsentrasi, dibuat lebih padat, dan medan magnet yang dihasilkan oleh arus dalam koil diperkuat. Hal ini dapat ditunjukkan dengan melingkari paku besi besar yang dapat ditempa dengan seutas kawat, kemudian menghubungkannya ke baterai.

Beberapa penjepit kertas atau pin dapat digunakan dalam percobaan kelas langsung ini, dan dengan menambah jumlah lilitan kumparan, kita dapat membuat elektromagnet yang lebih kuat. Permeabilitas magnetik adalah ukuran kekuatan medan magnet yang dihasilkan oleh inti udara yang berongga atau mengandung bahan feromagnetik.

2.2.13 Unjuk Kerja Motor

Ada beberapa faktor performa yang umum untuk semua mesin utama, termasuk daya, torsi, BMEP, konsumsi bahan bakar spesifik (sfc), efisiensi termal, dan emisi.

1. Daya motor

Rumus yang digunakan dalam perhitungan daya :

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60000} \quad (\text{kW}) \dots\dots\dots(2.1)$$

60000

Dimana :

T = Torsi (Nm)

P = Daya (kW)

n = Putaran mesin (rpm)

Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi daya motor antara lain:

Dalam silinder, bore dan stroke membentuk volume. Jarak antara TMA dan TMB dikenal sebagai stroke. Sumbu silinder dikenal sebagai bore. Dari TMA ke TMB, volume silinder dihitung. Kemampuan ruang bakar untuk menarik bahan bakar ke dalam dirinya sendiri dipengaruhi oleh volume silinder ini.

Semakin besar volume maka semakin besar pula daya hisapnya, sehingga semakin banyak bahan bakar yang dibakar di dalam ruang bakar, sehingga energi pembakaran yang dihasilkan semakin besar begitu pula sebaliknya. Seperti diketahui, karena mesin adalah mesin yang mengubah energi panas menjadi energi mekanik, energi mekanik juga penting ketika energi panas yang dihasilkan penting.

Untuk menghitung volume silinder dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$V_s = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \times i \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

Vs = Volume silinder (cm³)

D =Diameter torak (mm)

L = Panjang langkah piston (mm)

i = Jumlah silinder

Perbandingan kompresi (*compression ratio*)

Perbandingan kompresi adalah perbandingan antara isi silinder yaitu jarak antara Titik Mati Atas (TMA) sampai Titik Mati Bawah (TMB) ditambah isi ruang bakar dibagi oleh isi ruang bakar.

Perbandingan kompresi = $\frac{\text{Volumesilinder} + \text{Volumeruanglebar}}{\text{Volumeruanglebaka}}$

$$C = \frac{V_s + V_c}{V_c} \dots\dots\dots (2.3)$$

2. Torsi

Rumus yang digunakan dalam perhitungan Torsi :

$$T = \frac{P \times 60000}{2\pi \cdot N} \text{ (Nm)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

T = Torsi (Nm) P =

Daya (kW)

N = Putaran mesin (Rpm)

3. Konsumsi bahan bakar *spesific (sfc)*

Sfc adalah kemampuan motor dalam menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan kerja. Besar pemakaian bahan bakar spesifik (*Sfc*) ditentukan dalam Kg/kWh dengan persamaan sebagai berikut :

$$Sfc = \frac{\dots\dots\dots}{\left(\frac{kg}{kWh} \right)} \dots\dots\dots (2.5) P \left(\dots\dots\dots \right)$$

Dimana :

Sfc = Konsumsi bahan bakar spesifik (Kg/kWh)

P = Daya mesin (kW)

Sedangkan nilai m_f dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

Dimana :

b = Volume buret (ml)

t = Waktu (s)

ρ_{bb} = Berat jenis bahan bakar (kg / l)

m_f = Laju aliran massa bahan bakar (kg / h)