

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI INTI LILITAN PADA MAGNET REMANEN TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR DIESEL SATU SILINDER 8 HP



**WAHYU DIANTO
NIM. 2011102442082**

**DOSEN PEMBIMBING
KHANIF SETIYAWAN, S. T., M. T**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR
SAMARINDA
2023**

TUGAS AKHIR

**Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Inti Lilitan pada Magnet Remanen
terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel Satu Silinder 8 HP**



**Wahyu Dianto
NIM. 2011102442082**

**Dosen Pembimbing
Khanif Setiyawan, S. T., M. T**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR
SAMARINDA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI INTI LILITAN PADA MAGNET REMANEN TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR DIESEL SATU SILINDER 8 HP

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknik (ST)

di

Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

Oleh :

Wahyu Dianto

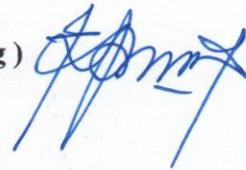
NIM. 2011102442082

Tanggal Ujian : 6 Januari 2023

Disetujui oleh :

1. Khanif Setiyawan, S. T., M. T
NIDN. 1123057301

(Pembimbing)



2. Ir. Anis Siti Nurrohkayati, S. T., M. T
NIDN. 1114019202

(Penguji I)



Ketua Prodi S1 Teknik Mesin,

Ir. Anis Siti Nurrohkayati, S. T., M. T
NIDN.1114019202



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wahyu Dianto

Program Studi : S1 Teknik Mesin

NIM : 2011102442082

“ STUDI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI INTI LILITAN PADA MAGNET REMANEN TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR DIESEL SATU SILINDER 8 HP “

Menyatakan bahwa benar hasil penulisan tugas akhir ini berdasarkan penelitian mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan, dan bukan merupakan karya orang lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Referensi yang dirujuk dan dikutip seluruhnya telah ditulis secara lengkap di daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun

Samarinda, Januari 2023

membuat pernyataan



Wahyu Dianto

Nim: 2011102442082

Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Inti Lilitan pada Magnet Remanen terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel Satu Silinder 8 HP

Nama : Wahyu Dianto
NIM : 2011102442082
Prodi : S1 Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Khanif Setiyawan, S. T., M. T

Abstrak

Teknologi mobil modern berkembang sangat cepat. Berbagai inovasi teknologi bermunculan untuk mengimbangi mobilitas manusia yang semakin meningkat, termasuk transportasi darat. Peralnya, penggunaan bahan bakar fosil saat ini sedang meningkat, sedangkan cadangan minyak dunia kian terbatas, di mana Indonesia mempunyai cadangan tidak lebih dari 3,6 miliar barel. Alternatif yang dapat mengurangi konsumsi bahan bakar tanpa menurunkan performa mesin adalah proses "ionisasi medan magnet" dicampurkan bahan bakar dengan harapan elektron tak lagi mengorbit pada intinya, dan meninggalkan ikatan atomnya serta lepas muatan dalam molekul. Hal ini menyebabkan terjadinya proses pembakaran dengan mempergunakan magnet dalam aliran bahan bakar solar untuk menaikkan kinerja mesin diesel dan menghasilkan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis bermaksud untuk menyelidiki pengaruh perubahan lilitan inti besi terhadap remanensi kerja mesin diesel 1 silinder. Tujuan penelitian ini ialah agar memperoleh informasi pengaruh residu belitan inti terhadap torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC). Dalam penelitian ini, penulis mempergunakan pendekatan eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan residual magnetism pada mesin diesel yang menggunakan lilitan pada saluran bahan bakar meningkatkan torsi, daya dan konsumsi SFC. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa lilitan inti besi yang paling baik adalah lilitan tabung besi, torsi meningkat menjadi 4,09%, daya meningkat menjadi 4,09%, dan sfc menurun menjadi 10,09% dibandingkan kondisi standar.

Kata Kunci – Pengaruh Variasi inti lilitan Magnet Remanen, Torsi, Daya,dan (SFC) Motor Diesel Satu Silinder

Experimental Study of the Effect of Core Winding Variations in Remanent Magnets on the Performance of a Single Cylinder Diesel Engine 8 HP

Name : Wahyu Dianto
NIM : 2011102442082
Program : S1 Teknik Mesin
Guidance Lecturer : Khanif Setiyawan, S. T., M. T

Abstract

The development of automotive technology today has achieved very rapid progress. Various technological innovations continue to be made in order to keep up with increasing human mobility, including in the field of land transportation. This is because the use of fossil fuels is currently increasing, meanwhile, world oil reserves are increasingly limited, especially oil reserves in Indonesia, which are estimated to be available at 3.6 billion barrels. One of the alternative ways that can be used to reduce fuel consumption without compromising the performance of the engine is the process of "ionization of the magnetic field" in the fuel line in the hope that the electrons will no longer orbit the atomic nucleus and leave the molecule so that the atomic bonds in the molecule will be released and become charged. . This results in a combustion process that utilises magnets in the flow of diesel fuel, which may boost the performance of diesel engines while producing ecologically benign exhaust emissions. Based on these issues, the author proposes to explore the Effect of Core Winding Variations on Remanent Magnets on the Performance of Single Cylinder Diesel Motors. The goal of this study is to determine the influence of the coil core on the remanent magnet on torque, power, and specific fuel consumption (Sfc). The authors employed experimental approaches in their investigation. The findings shown that employing remanent magnets in diesel engines through fuel line windings may boost torque, power, and specific fuel consumption (SFC). coils made of iron pipes, namely the increase r~ached 4.09% for' torque, 4.09% for power andfor sfc decreased io 10.09% from standard conditions.

Keywords – Effect of Remanent magnet, Torque, power, and (SFC) Variation of Single Cylinder Diesel Engine

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kami panjatkan pada Allah SWT dzat yang hanya kepada-Nya memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, serta kasih sayang-Nya sehingga penulis bisa melaksanakan penyelesaian penyusunan laporan Tugas Akhir dengan judul Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Inti Lilitan Pada Magnet Remanen terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel Satu Silinder 8 HP.

Penyusunan Tugas Akhir ini selain menjadi persyaratan yang harus dipenuhi guna mencapai gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur juga dimaksudkan sebagai sarana bagi mahasiswa untuk mengekspresikan kreativitasnya dan memberikan solusi pada suatu permasalahan nyata yang berkaitan dengan bidang keteknikan, khususnya Teknik Mesin.

Pada proses penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis menjumpai berbagai hambatan, tetapi berkat dukungan berbagai pihak, akhirnya penulis mampu melaksanakan penyelesaian laporan tugas akhir ini. Maka pada kesempatan ini, penulis memberi ucapan terima kasih pada:

1. Prof. Ir. Sarjito, M.T., Ph.D., IPM. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UMKT.
2. Ir. Anis Siti Nurrohkeyati, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin UMKT dan selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Khanif Setiyawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
4. Sabaruddin Syach selaku laboran di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur yang sudah membantu proses pengujian kekasaran permukaan.
5. Politeknik Negeri Samarinda yang telah mengizinkan saya untuk melakukan izin belajar melanjutkan studi ke jenjang lebih tinggi.
6. Istri serta anak-anak yang sudah memberi doa serta dukungan pada penulis selama proses pembuatan laporan.
7. Rekan-rekan mahasiswa Prodi S1 Teknik Mesin UMKT.

Penulis juga menerima kritik serta saran dari semua pihak demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini bisa memberi manfaat bagi kita semua.

Samarinda, Januari 2023
Penulis

Wahyu Dianto

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
Abstrak	iii
<i>Abstract</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 BATASAN MASALAH	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 KAJIAN PUSTAKA	3
2.2 KAJIAN TEORI	5
2.2.1 Motor Diesel.....	5
2.2.2 Siklus Ideal Diesel.....	5
2.2.4 Prinsip dan Cara Kerja Motor Diesel 4 Langkah	7
2.2.5 Pembakaran Motor Diesel	8
2.2.6 Karakteristik Bahan Bakar Solar	10
2.2.7 Perbaikan Kualitas Bahan Bakar	12
2.2.8 Proses Pembakaran Bahan Bakar	13
2.2.9 Sistem Bahan Bakar	15
2.2.10 Magnet	17
2.2.11 Medan Magnet	18
2.2.12 Elektromagnet	19
2.2.13 Unjuk Kerja Motor.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 DESAIN PENELITIAN.....	24
3.2 VARIABEL PENELITIAN	24
3.3 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN	24
3.4 BAHAN PENELITIAN	25
3.5 ALAT PENELITIAN.....	26
3.6 TEKNIK PENGUMPULAN DATA.....	28
3.7 PROSEDUR PENELITIAN.....	29
3.8 PROSES PENGAMBILAN DATA	29
3.8.1 Pengujian Tanpa Medan Magnet Remanen/ Standar (X ₁)	29
3.8.2 Pengujian Kedua (X ₂).....	29
3.8.3 Pengujian Ketiga (X ₃)	30

3.8.4 Pengujian Keempat (X4).....	30
3.9 TEKNIK ANALISIS DATA.....	30
3.10 DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	31
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	32
4.1 DATA HASIL PENGUJIAN	32
4.2 DESKRIPSI DATA	32
4.3 DATA PENGUJIAN MEDAN MAGNET	32
4.4 DATA HASIL PENELITIAN.....	32
4.5 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	37
4.5.1 Hubungan Antara Pembebanan Lampu Dan Torsi.....	37
4.5.2 Hubungan Antara Pembebanan Lampu Dan Daya.....	39
4.5.3 Hubungan Antara Pembebanan Lampu Dan Konsumsi BBM Spesifik ..	42
BAB V PENUTUP	45
5.1 KESIMPULAN	45
5.2 SARAN	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram P-V dan T-S siklus Ideal Diesel	6
Gambar 2.2	Diagram Siklus aktual diesel.....	6
Gambar 2.3	Cara Kerja Motor Diesel	8
Gambar 2.4	Diagram proses pembakaran motor diesel	9
Gambar 2.5	C ₁₆ H ₃₄ (hidrokarbon rantai lurus).....	10
Gambar 2.6	<i>alpha-methylnaphtalene</i>	10
Gambar 2.7	<i>Para state and Ortho state of Hydrogen</i>	13
Gambar 2.8	Sistem Bahan Bakar	15
Gambar 2.9	Tangki Bahan Bakar.....	15
Gambar 2.10	Pompa Injeksi	16
Gambar 2.11	<i>Nozel</i>	17
Gambar 2.12	Fluks Medan Magnet.....	18
Gambar 2.13	Formasi serbuk besi yang dipengaruhi medan magnet	19
Gambar 2.14	Kaidah Kotrex <i>Maxwell</i>	19
Gambar 2.15	Kaidah Tangan Kanan <i>Maxwell</i>	20
Gambar 2.16	Garis Gaya Magnet.....	20
Gambar 2.17	Arah Gaya <i>Lorenz</i>	21
Gambar 3.1	Motor Diesel Generator.....	25
Gambar 3.2	Pipa Besi dan Tembaga	25
Gambar 3.3	<i>Solenoid</i> Medan Magnet.....	25
Gambar 3.4	Installasi lilitan medan magnet pada system	26
Gambar 3.5	Tesla meter	26
Gambar 3.6	Panel Pembebanan Lampu	27
Gambar 3.7	Burret Tetes	27
Gambar 3.8	<i>Power Analyzer</i>	27
Gambar 3.9	<i>Stopwatch</i>	28
Gambar 3.10	<i>Tool Kit</i>	28
Gambar 3. 11	Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara pembebanan lampu dan torsi.....	38
Gambar 4.2	Grafik Hubungan Antara Pembebanan Lampu Dan Daya Motor.....	40
Gambar 4. 3	Hubungan Antara Pembebanan Lampu dan BBM Spesifik.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Kuat Medan Magnet	32
Tabel 4.2	Hasil pengujian standar (tanpa medan magnet).....	33
Tabel 4.3	Pengujian dengan penambahan magnet remanen menggunakan inti plastik...	34
Tabel 4.4	Pengujian dengan penambahan magnet remanen menggunakan inti besi....	35
Tabel 4.5	Pengujian dengan penambahan magnet remanen menggunakan inti tembaga... ..	36
Tabel 4.6	Data penelitian hubungan antara pembebanan lampu dan torsi.....	37
Tabel 4.7	Data penelitian hubungan antara pembebanan lampu dan daya.....	39
Tabel 4.8	Data penelitian hubungan antara pembebanan lampu dan konsumsi BBM spesifik.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Spesifikasi Bahan	48
Lampiran 2	Pengukuran Besaran Medan Magnet.....	49
Lampiran 3	Pengukuran Besaran Bahan Bakar Minyak.....	50
Lampiran 4	Pengukuran Besaran RPM	51
Lampiran 5	Pengukuran Besaran Daya	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Teknologi otomotif ini menunjukkan kemajuan yang signifikan pesatnya. Beraneka ragam inovasi teknologi bermunculan untuk mengimbangi mobilitas manusia yang semakin meningkat, termasuk transportasi darat. Ini disebabkan konsumsi penduduk Indonesia terkait pengangkutan nyaman dan praktis mengalami peningkatan. Menurut data tahun 2017 dari situs Badan Pusat Statistik, di Indonesia jumlah kendaraan bermotor hampir 19 juta unit di 2000 dan mengalami peningkatan menjadi lebih dari 121 juta unit di 2015. Peningkatan penggunaan energi adalah akibat wajar dari perkembangan teknologi ini. Bentuk energi paling mendasar yang digunakan di banyak negara, termasuk Indonesia, adalah minyak mentah yang merupakan olahan dari energi fosil [1].

Penggunaan minyak bumi yang terbuat dari bahan bakar fosil semakin mengalami peningkatan sebagaimana turunnya jumlah cadangan minyak bumi di dunia, khususnya di Indonesia yang diperkirakan memiliki cadangan minyak sebesar 30,6 miliar barel. Indonesia diprediksi tak bisa melakukan produksi minyak setelah 12 tahun jika rata-rata produksi harian tetap 800 ribu barel. Energi fosil tidak hanya berbahaya bagi lingkungan tetapi juga cepat habis. Perubahan iklim adalah hasil dari emisi gas rumah kaca dari pembakaran bahan bakar fosil. Faktor penyebab utama adalah pembakaran yang tidak memadai di ruang bakar. [2]

Kemampuan mesin untuk beroperasi juga menurun akibat pembakaran yang tidak sempurna. Namun, pembakaran tidak sempurna meningkatkan konsumsi bahan bakar, yang harus dicegah. Kita dapat mengurangi penggunaan bahan bakar dengan menghilangkannya.

Alternatif yang dapat menurunkan konsumsi bahan bakar tanpa menurunkan performa mesin adalah proses "ionisasi magnetik" pada saluran bahan bakar. Ini dilakukan dengan harapan elektron akan berhenti mengorbit inti atom dan meninggalkan molekul, melepaskan dan mengubah muatan ikatan atom dalam molekul.

Guna mengoptimalkan mesin diesel dan menciptakan emisi gas buang yang tidak mencemari lingkungan, maka dilakukan proses pembakaran yang memanfaatkan magnet di aliran bahan bakar solar.

Alat ini beroperasi dengan mengukur pergerakan ion positif dan negatif secara acak atau tak menentu ketika bahan bakar melewati saluran bahan bakar. Berbeda dengan ion negatif yang ditarik ke kutub positif magnet, ion positif ditarik ke kutub negatif magnet saat melewatinya. Ion positif dan negatif bahan bakar yang mengalir secara acak dikendalikan oleh medan magnet, meningkatkan kualitas bahan bakar dan membuatnya lebih mudah terbakar di ruang bakar. [3].

Berdasarkan hal tersebut di atas maka penulis melaksanakan penelitian dengan judul "Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Inti Lilitan Pada Magnet Remanen Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel Satu Silinder 8 HP".

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh inti besi pada magnet remanen terhadap torsi?
2. Bagaimana pengaruh inti besi pada magnet remanen terhadap daya?
3. Bagaimana pengaruh inti besi pada magnet remanen terhadap konsumsi bahan bakar spesifik (*Specific fuel consumption*)

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Sebagaimana perumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh inti lilitan pada magnet remanen terhadap Torsi, Daya, dan Penggunaan bahan bakar spesifik (*Sfc*).
2. Untuk mengetahui inti lilitan pada magnet remanen terbaik yang berpengaruh besar terhadap prestasi motor.
3. Menganalisa secara keseluruhan pengaruh penggunaan magnet remanen terhadap prestasi motor.

1.4 BATASAN MASALAH

Penelitian ini akan menggunakan beberapa batasan permasalahan untuk menjawab penelitian ini yaitu:

1. Bahan bakar yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan *dexlite*.
2. Penelitian ini tidak membahas emisi gas buang.
3. Indikator yang diteliti meliputi: Daya; Torsi; Konsumsi bahan bakar spesifik (*Sfc*).

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

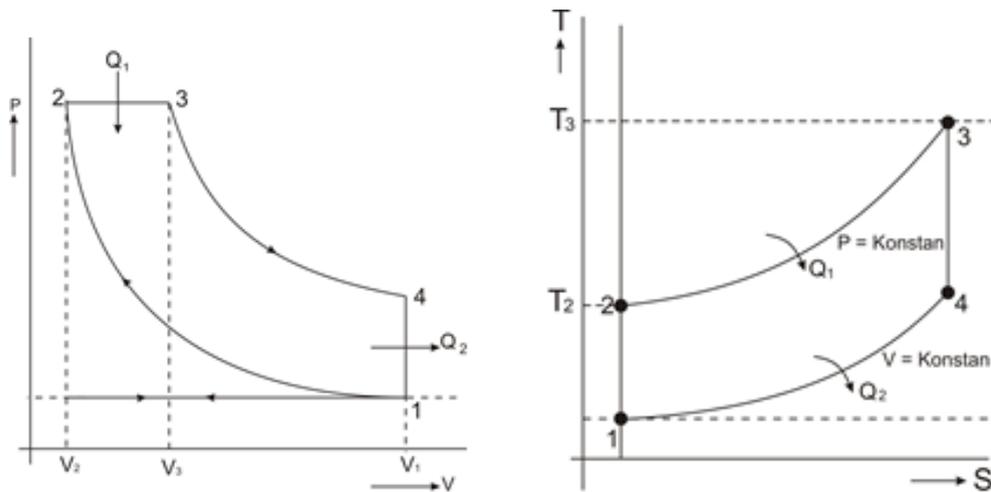
Rudolf Diesel mengembangkan mesin diesel, juga dikenal sebagai "Motor Pengapian Kompresi," pada tahun 1892. Penyalaan dikerjakan dengan membuat bahan bakar menyemprot ke udara yang sudah dipanaskan hingga suhu tinggi dan bertekanan sebagai dampak dari proses kompresi dalam ruang bakar. Rasio kompresi 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.



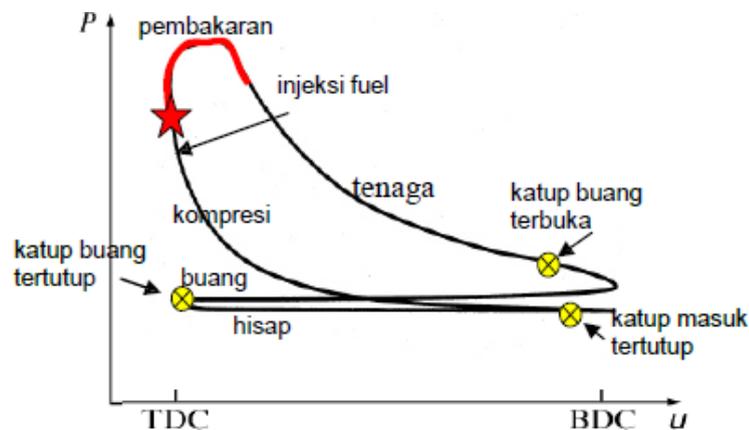
Gambar 2.1 Diagram P-V dan T-S siklus Ideal Diesel

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



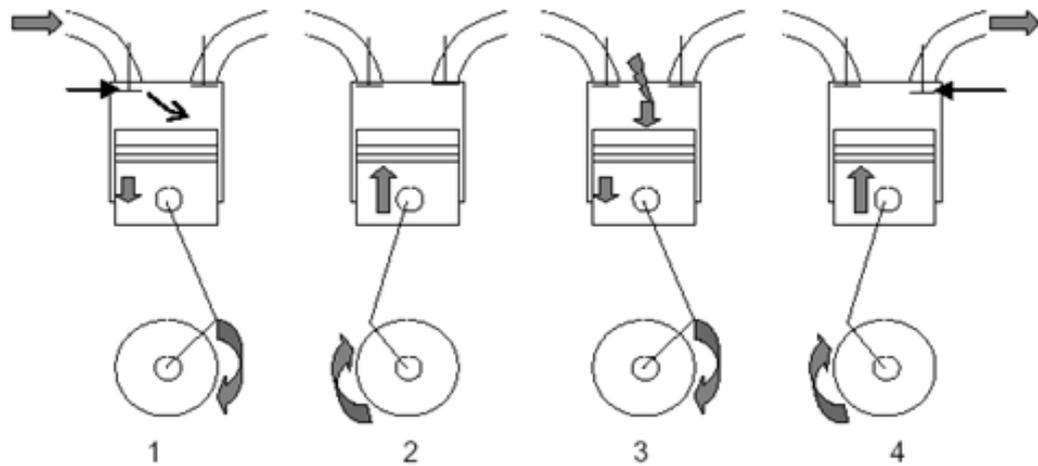
Gambar 2.2 Diagram Siklus aktual diesel

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

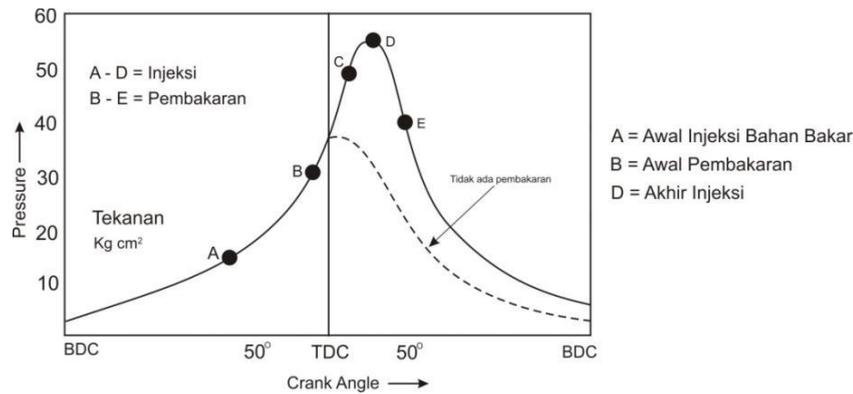
Sebelum piston mencapai titik mati atas pada akhir langkah kompresi, bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar saat engkol masih berputar. Pembakaran menghasilkan tekanan yang menggerakkan piston dari TMA ke TMB karena udara bertekanan yang panas. Katup keduanya masih tertutup. Poros engkol menerima 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

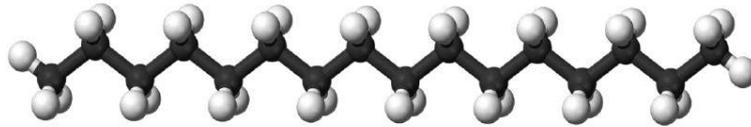
Proses pembakaran tersebut dibagi menjadi 4 periode yaitu :

- 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)

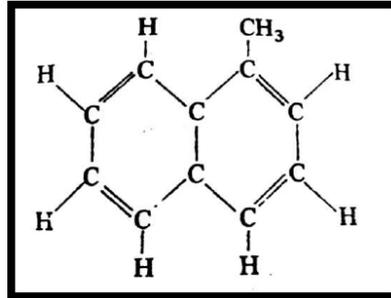
Seperti yang Anda lihat dari grafik, tekanan udara meningkat selama langkah kompresi. Injeksi bahan bakar dimulai beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA. Seketika, bahan bakar menguap dan bercampur dengan udara panas. Karena temperatur sudah naik diatas temperatur penyalaan bahan bakar, maka bahan 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

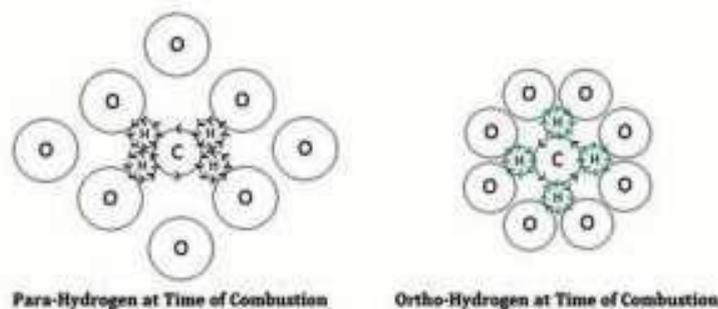
Untuk mengurangi polusi udara, diesel dan mesin diesel harus diperbaiki. Peningkatan CN solar merupakan salah satu cara untuk mengurangi emisi gas buang seperti nitrogen oksida, sulfur oksida, dan partikulat. CN tinggi menandakan penundaan. Dengan menambahkan aditif ke solar, CN dapat ditingkatkan. 2-Ethylhexyl 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].

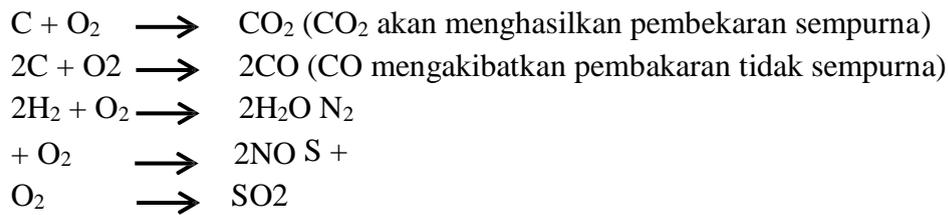
2.2.8 Proses Pembakaran Bahan Bakar

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



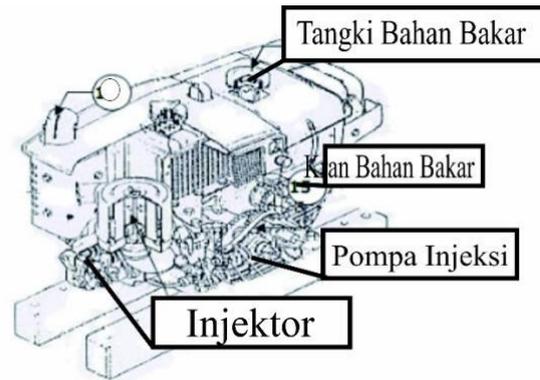
Karena oksigen adalah yang membedakan udara dari gas lain, konsentrasinya dapat ditentukan (dalam persentase berat: 23% O₂, 77,3% N₂, dan dalam persentase volume: 21% O₂, 79,3% N₂). Berbagai jenis proses pembakaran meliputi:

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 tertiuip atau tertiuip, 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

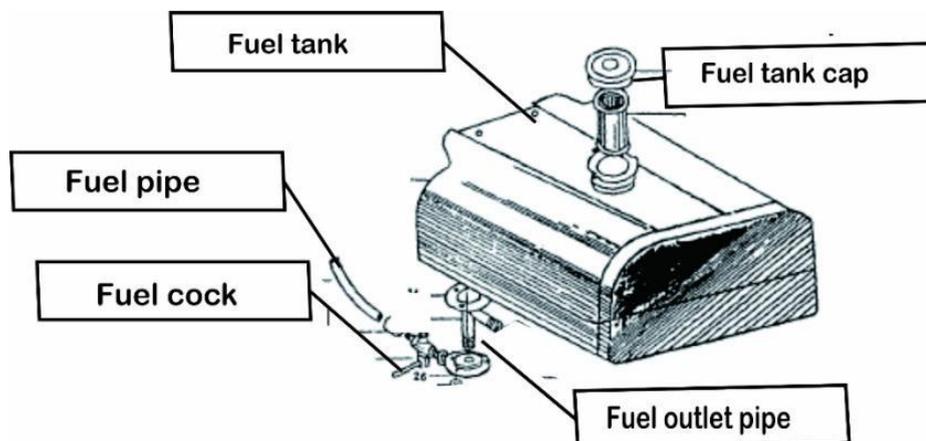


Gambar 2.8 Sistem Bahan Bakar

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

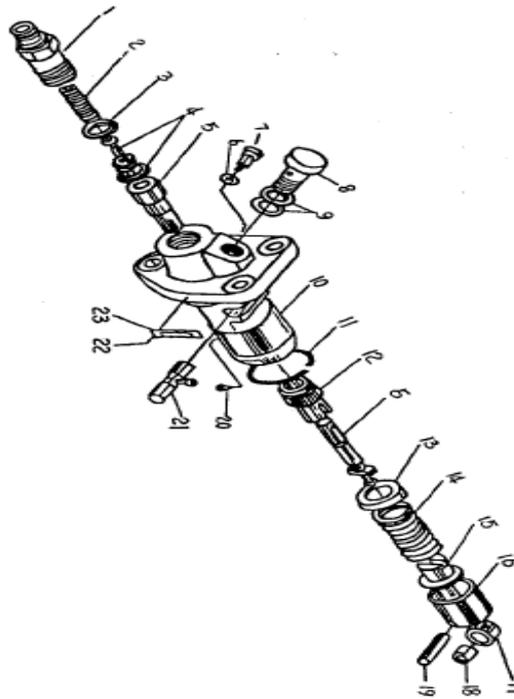
Tangki bahan bakar digunakan sebagai penyimpanan bahan bakar (solar). Tangki bahan bakar memiliki ventilasi untuk menyamakan tekanan di dalam tangki dengan atmosfer, hal ini diperlukan agar bahan bakar yang dialirkan oleh pompa dapat diarahkan dengan benar.



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.



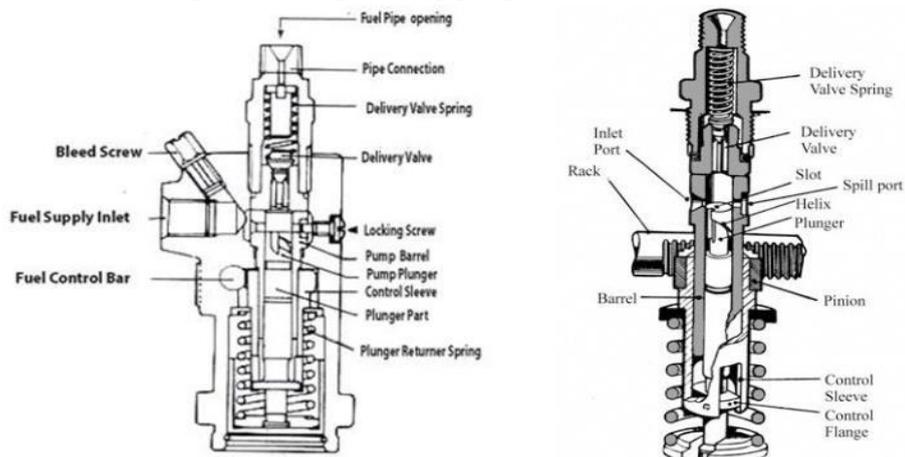
Gambar 2.10 Pompa Injeksi

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

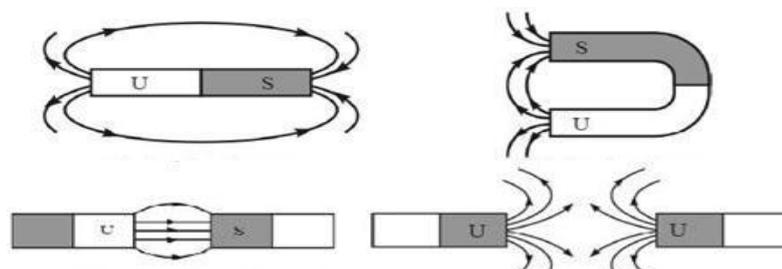
Nozzel dapat dinamakan juga *injector* berfungsi untuk mengabutkan bahan bakar pada saat langkah pembakaran pada akhir langkah kompresi. Nozzel mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses pembakaran, karena semakin pengabutan baik maka pembakaran yang dihasilkan semakin sempurna. Nozzel mempunyai 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.

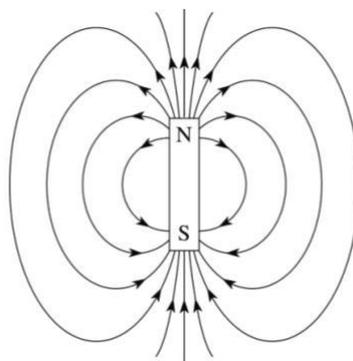


Gambar 2.12 Sifat Magnet

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.

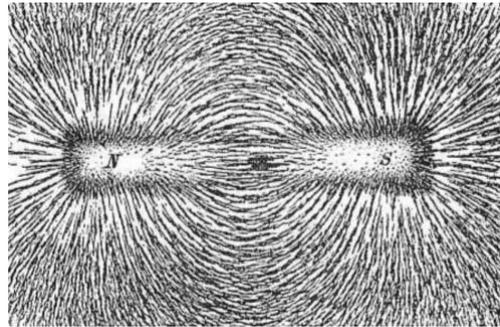


Gambar 2.12 Fluks Medan Magnet

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:

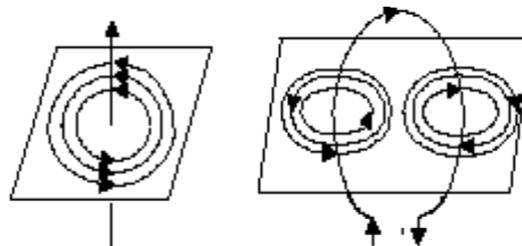
1. Fluksi magnet dimulai dari kutub U dan berakhir di kutub S suatu magnet atau magnet-magnet.
2. Arah dari fluksi magnet adalah sesuai dengan arah kutub U jarum magnet bila jarum berada dalam fluksi.

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.

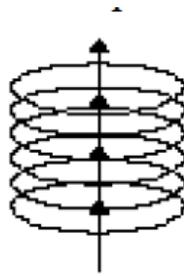
1. Kaidah tangan kanan Ampere. Jika kompas diletakkan pada pergelangan tangan, dimana arus (I) mengalir dari pergelangan tangan ke ujung jari, maka kutub utara kompas akan dibelokkan menjauhi arah ibu jari.
2. Kaidah Kotrex Maxwells. Jika arah arus adalah arah maju baling-baling, maka arah garis magnet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

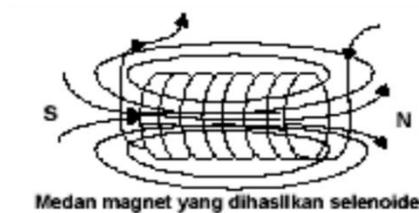
Kaidah *Maxwell* dapat pula ditentukan dengan kaidah tangan kanan yaitu sebagai berikut :

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



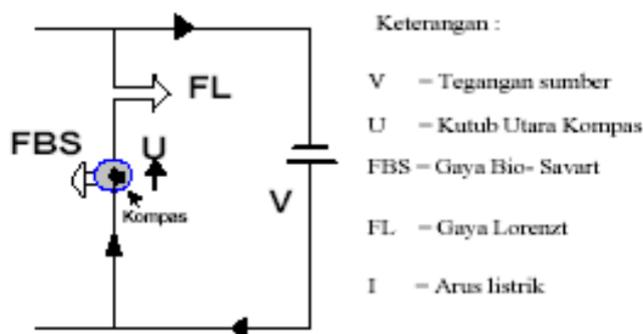
Gambar 2.15 Kaidah Tangan Kanan *Maxwell*

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.

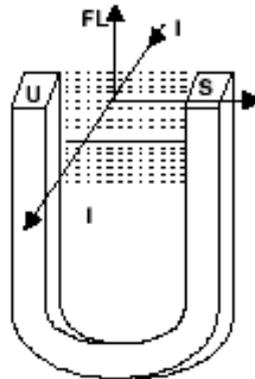


Gambar 2.17 Gaya *Bio-Savart*

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 = $\frac{\text{Volumesilinder} + \text{Volumeruanglebak ar}}{\text{Volumeruanglebaka}}$

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

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 :

$$Sfc = \frac{\dots\dots\dots}{P} \text{ (2.5)}$$

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)

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah prosedur yang digunakan peneliti untuk memecahkan masalah penelitian secara sistematis melalui kajian metode ilmiah berupa penelitian yang memerlukan rancangan penelitian yang sesuai dengan kondisi penelitian yang dilakukan.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen, sehingga sangat penting untuk mengetahui desain yang sering dilakukan dalam penelitian ini. Rancangan yang biasa digunakan adalah rancangan percobaan. Desain eksperimental adalah proses yang diperlukan untuk merencanakan dan melakukan penelitian. Rancangan percobaan sangat penting untuk mendapatkan gambaran yang maksimal tentang bagaimana suatu percobaan dilakukan dan bagaimana proses perencanaan dan pelaksanaan percobaan tersebut dilakukan.

3.1 DESAIN PENELITIAN

Metode pengumpulan data yang akan digunakan adalah metode eksperimen berdasarkan hasil pengujian dengan mesin diesel stasioner yang diberi medan magnet sisa pada kecepatan yang bervariasi untuk mengetahui pengaruh variasi torsi, daya, rasio dan konsumsi bahan bakar (SFC).

3.2 VARIABEL PENELITIAN

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah kondisi yang mempengaruhi terjadinya gejala. Dalam hal ini variabel bebas adalah variabel yang diteliti secara langsung untuk variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah solenoid dengan inti besi pada kumparannya (magnet remanen), dan jenisnya banyak yaitu inti plastik, inti besi dan inti tembaga.

2. Variabel terikat

Variabel dependen atau terikat ialah sekumpulan gejala yang memiliki aspek atau unsur yang dapat diadopsi atau disesuaikan dengan kondisi lain [15]. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah unjuk kerja mesin diesel stasioner ditinjau dari torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik.

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol adalah sekumpulan gejala yang memiliki aspek atau elemen berbeda yang memiliki fungsi kontrol, sehingga variabel yang berkorelasi tidak disebabkan oleh variabel lain, melainkan oleh variabel bebas [16]. Variabel kontrol pada penelitian ini menggunakan panel berbeban ringan mulai dari 200 watt hingga 3400 watt dengan interval beban 100-200 watt.

3.3 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Tempat yang digunakan dalam pengujian untuk mencari data penelitian adalah di Laboratorium Teknik Mesin Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur. Sedangkan waktu penelitian adalah bulan November-Desember 2022.

3.4 BAHAN PENELITIAN

1. Motor Diesel stasioner yang akan digunakan untuk penelitian dengan spesifikasi sebagai berikut; Model R180 ; Merk Chang Shen; Berat 80 kg; Type 4 langkah, 1 silinder System pendingin air Model Hopper; Diameter silinder 80 mm ; Piston Stroke 80 mm ; Perbandingan Kompresi 21:1 ; Daya maksimum 8HP (5.96 Kw) pada putaran 2.600 rpm



Gambar 3.1 Motor Diesel Generator

2. Generator set dengan spesifikasi; Merk / Type Huafa ST-3 ;Power 3000 W ; 230 V ; 13 A ; 1500 rpm ; Pembebanan listrik 500 W - 3000 W, lampu 100 W x 30
3. Bahan bakar yang digunakan yaitu *Dexlite*
4. *Battery* NS 60, 12 V, 45 A.
5. Pipa besi dan pipa tembaga digunakan sebagai inti dari *solenoid*.



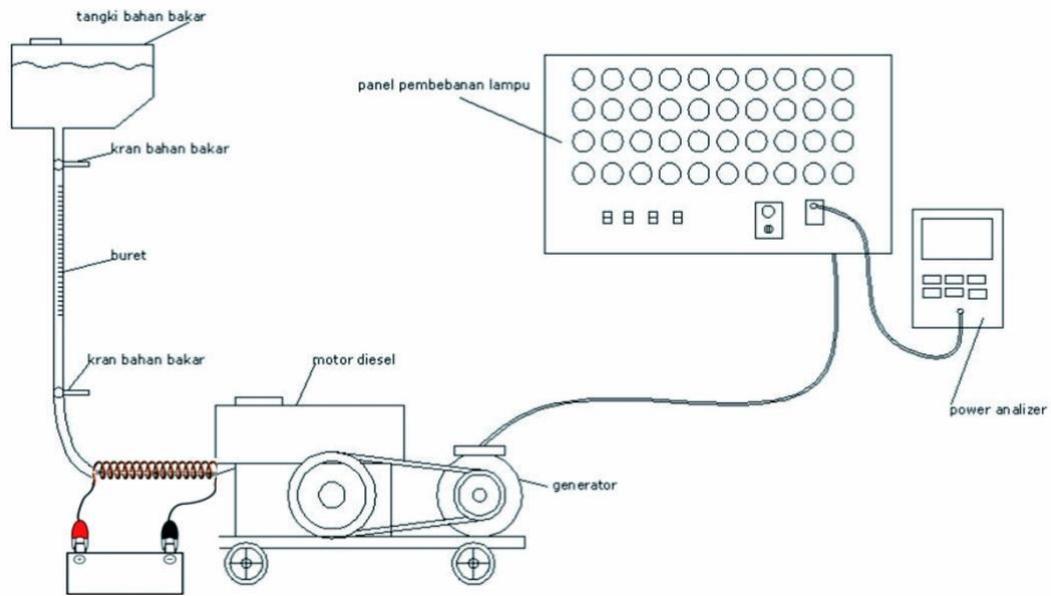
Gambar 3.2 Pipa Besi dan Tembaga

6. *Solenoid* elektro magnet dibuat dengan selang bahan bakar dengan ukuran 5/16 inchi, dengan jumlah lilitan 7500 lilitan.



Gambar 3.3 *Solenoid* Medan Magnet

Installasi *solenoid* pada system bahan bakar yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.4 Installasi lilitan medan magnet pada sistem

3.5 ALAT PENELITIAN

1. Tesla Meter

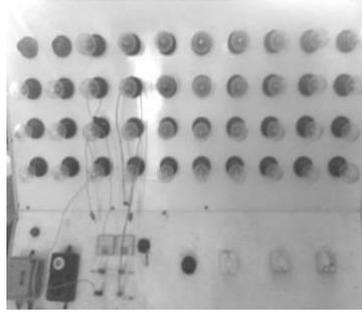
Digunakan untuk mengukur kuat medan magnet. Alat ini mengukur magnet dengan satuan tesla atau gauss.



Gambar 3.5 Tesla meter

2. Panel pembebanan lampu

Digunakan sebagai pembebanan pada motor diesel yaitu daya yang keluar dari motor diesel di konversikan oleh generator menjadi listrik menuju ke panel pembebanan lampu.



Gambar 3.6 Panel Pembebanan Lampu

3. Burret Tetes

Digunakan untuk mengukur volume bahan bakar yang akan dipakai dalam penelitian percobaan pada bahan bakar dengan satuan ukuran (cc).



Gambar 3.7 Burret Tetes

4. *Power analyser*

Power Analyzer, merk Lutron DW-6091 : Alat ini untuk mengukur daya listrik, Tegangan, Arus Listrik, Frekuensi dan *Power Factor* (faktor kerja).



Gambar 3.8 *Power Analyzer*

5. *Stopwatch*

Digunakan untuk menghitung waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar yang ada di dalam buret.



Gambar 3.9 *Stopwatch*

6. *Tool set*

Terdiri dari satu set kunci ring *dank* unci pas, obeng, tang, *dank* kunci inggris. Alat tersebut digunakan untuk memperbaiki dan men *tune-up* motor diesel tersebut jika terjadi trouble pada mesin.



Gambar 3.10 *Tool Kit*

3.6 TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Dalam teknik pengumpulan data ini dibagi menjadi 3 bagian, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Study literature
Dilakukan dengan cara mempelajari referensi, buku-buku, media-media yang berkaitan dengan penelitian yang akan di kaji dalam penyelesaian Tugas Akhir/Skripsi.
2. Eksperimen
Percobaan atau memodifikasi sesuatu yang sudah jadi menjadi lebih optimal yang biasanya dilakukan di Laboratorium atau biasa juga merancang bangun sesuatu barang yang belum ada.
3. Pengamatan (Observasi)
Pengumpulan data yang dipakai untuk mengetahui hasil-hasil dari penelitian yang telah

dilakukan dan kemudian akan dilanjutkan dalam perhitungan data- data yang sudah didapat sebelumnya.

3.7 PROSEDUR PENELITIAN

Pengujian harus dilakukan dengan prosedur yang benar supaya data yang diperoleh sesuai dengan kondisi fakta di lapangan. Dengan prosedur yang tepat kesalahan dalam proses eksperimen akan terminimalisir. Adapun tahapan-tahapan yang harus dilakukan yaitu:

1. Tahap Pertama
Persiapkan peralatan yang akan digunakan untuk penelitian, mempersiapkan motor diesel dan *setting* atau *Tune-up* agar kondisi motor dalam keadaan prima saat akan digunakan untuk mengambil data.
2. Tahap Kedua
Hidupkan motor diesel selama ± 5 menit tanpa pembebanan lampu untuk *warming up* atau pemanasan hingga mencapai suhu kerja.
3. Tahap Ketiga
Tahap pengambilan data dapat dilaksanakan setelah seluruh tahap persiapan selesai.

3.8 PROSES PENGAMBILAN DATA

Proses pengujian dilakukan dalam 4 tahap yaitu dalam kondisi standar tanpa penambahan medan magnet, penggunaan magnet remanen dengan variasi tanpa inti, dengan inti besi dan dengan inti tembaga pada selenoid. Adapun penjelasan secara terperinci proses pengambilan data yaitu sebagai berikut :

3.8.1 Pengujian Tanpa Medan Magnet Remanen/ Standar (X_1)

Motor diesel diuji dalam kondisi standar untuk mendapatkan data spesifik actual. Hasil pengujian standar akan digunakan sebagai pembanding perubahan yang terjadi dengan penambahan medan magnet remanen pada tiap perubahan jumlah lilitan. Adapun langkah-langkahnya yaitu sebagai berikut:

1. Mengatur putaran (rpm) motor diesel dengan melihat *power analyser* sampai pada $\pm 50\text{Hz}/ 1500\text{rpm}$.
2. Mencatat waktu konsumsi bahan bakar setiap 10 cc yang telah digunakan dan terukur pada burret.
Mencatat daya yang keluar pada *power analyser*.
3. Ulang langkah tersebut dengan menggunakan beban lampu mulai dari 200 Watt sampai 3.400 Watt dengan interval kenaikan beban sebesar 200 Watt pada setiap pembebanan yang diberikan.

3.8.2 Pengujian Kedua (X_2)

Pengujian kedua menggunakan medan magnet remanen menggunakan inti plastik. Adapun langkah-langkah pengujian yaitu sebagai berikut:

1. Mengatur putaran (rpm) motor diesel dengan melihat *power analyser* sampai pada angka $\pm 50\text{Hz}/ 1500\text{rpm}$.
2. Mencatat waktu konsumsi bahan bakar setiap 10 cc yang telah digunakan dan terukur pada burret.
3. Mencatat daya yang keluar pada *power analyser*.

4. Ulangi langkah tersebut dengan menggunakan beban lampu mulai dari 200 Watt sampai 3400 Watt dengan interval kenaikan beban sebesar 200 Watt pada setiap pembebanan yang diberikan.

3.8.3 Pengujian Ketiga (X₃)

Pengujian ketiga menggunakan medan magnet remanen dengan menggunakan inti besi pada selenoid. Adapun langkah-langkah pengujiannya yaitu sebagai berikut:

1. Mengatur putaran (rpm) motor diesel dengan melihat *power analyser* sampai pada angka $\pm 50\text{Hz}/1500\text{rpm}$.
2. Mencatat waktu konsumsi bahan bakar setiap 10 cc yang telah digunakan dan terukur pada *burret*.
3. Mencatat daya yang keluar pada *power analyser*.
4. Ulangi langkah tersebut dengan menggunakan beban lampu mulai dari 200 Watt sampai 3.400 Watt dengan interval kenaikan beban sebesar 200 Watt pada setiap pembebanan yang diberikan.

3.8.4 Pengujian Keempat (X₄)

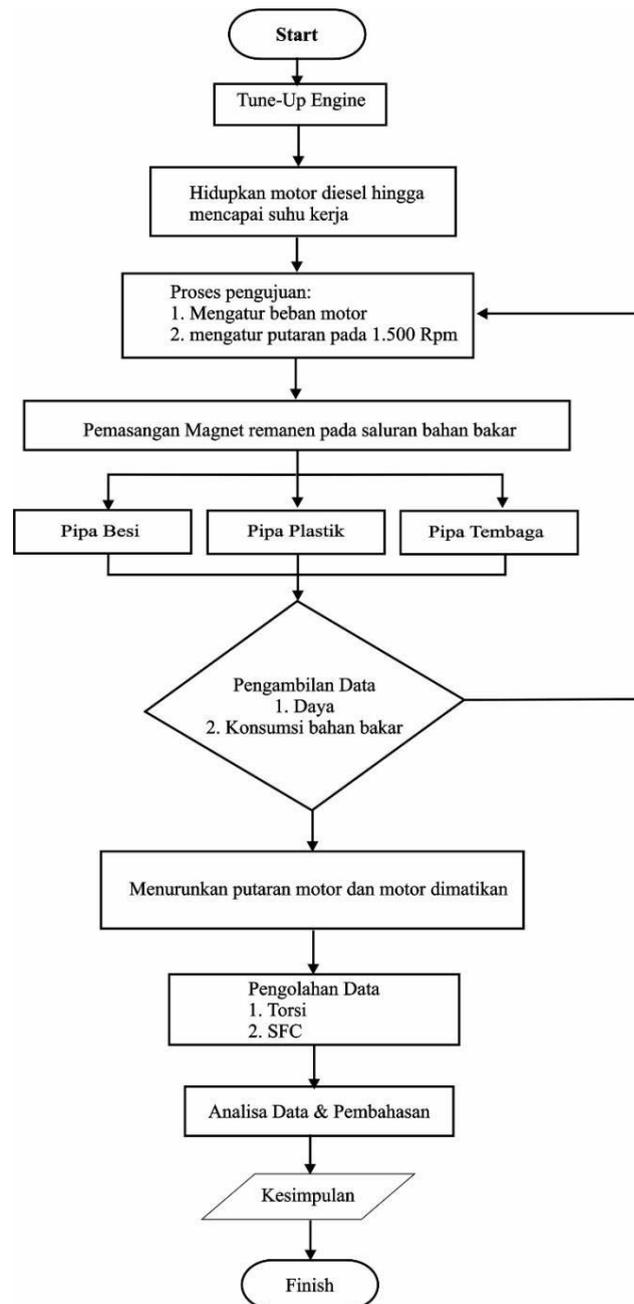
Pengujian keempat menggunakan medan magnet remanen dengan menggunakan inti tembaga pada selenoid. Adapun langkah-langkah pengujian yaitu sebagai berikut:

1. Mengatur putaran (rpm) motor diesel dengan melihat *power analyser* sampai pada angka $\pm 50\text{Hz}/1500\text{rpm}$.
2. Mencatat waktu konsumsi bahan bakar setiap 10 cc yang telah digunakan dan terukur pada *burret*.
3. Mencatat daya yang keluar pada *power analyser*.
4. Ulangi langkah tersebut dengan menggunakan beban lampu mulai dari 200 Watt sampai 3.400 Watt dengan interval kenaikan beban sebesar 200 Watt pada setiap pembebanan yang diberikan.

3.9 TEKNIK ANALISIS DATA

Metode penelitian data yang menganalisis data hasil pengukuran adalah metode analisis deskriptif. Pendekatan deskriptif adalah pendekatan di mana data yang ada dinarasikan dan diinterpretasikan. Penelitian deskriptif yang akan digunakan adalah penelitian komparatif, “penelitian komparatif merupakan analisis kausal, yaitu fenomena yang diteliti dan perbandingan satu faktor dengan faktor lainnya” [17]. Data yang diperoleh dari hasil penelitian dimasukkan ke dalam tabel dan direpresentasikan dalam grafik kemudian dianalisis.

3.10 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3. 11 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 DATA HASIL PENGUJIAN

Data tersebut merupakan hasil yang diperoleh dari survei yang merepresentasikan harga atau nilai dari setiap perlakuan dalam bentuk angka. Angka-angka ini termasuk daya, torsi, dan nilai konsumsi bahan bakar spesifik. Saat pengambilan data pengujian performa dilakukan dalam empat langkah yaitu dalam kondisi standar, menggunakan medan magnet remanen dengan inti lilitan plastik, inti lilitan besi, dan inti lilitan tembaga dengan volume bahan bakar pada setiap 10 ml pada pembebanan lampu, 200 watt s.d 3.400 watt, pada putaran konstan 1500 rpm. Pengumpulan data dilakukan berdasarkan pengamatan motor yang sama, yakni motor diesel 1 silinder putaran konstan dan generator.

4.2 DESKRIPSI DATA

Pada proses pengambilan data penulis melakukan penelitian dan pengambilan data di laboratorium Teknik Mesin, Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur. Dengan menggunakan alat uji berupa motor diesel 1 silinder putaran konstan, generator dan alat pendukung lainnya. Sehingga secara akurat mendapatkan data yang diperlukan untuk proses analisis hasil penelitian.

4.3 DATA PENGUJIAN MEDAN MAGNET

Sebelum melakukan pengujian torsi, daya dan sfc. Dilakukan pengujian kuat medan magnet pada magnet remanen inti plastik, inti besi dan inti tembaga, lebih jelasnya di tabel berikut.

Tabel 4.1 Kuat Medan Magnet

No	Jenis Magnet Remanen	Kuat Medan Magnet
1	Magnet remanen dengan inti plastik	0,05 mT
2	Magnet remanen dengan inti besi	4,10 mT
3	Magnet remanen dengan inti tembaga	0,09 mT

4.4 DATA HASIL PENELITIAN

Setelah melakukan pengujian dan perhitungan didapat data-data dari pengujian yang dilakukan, telah diperoleh data mengenai daya, torsi serta sfc yang dihasilkan oleh motor diesel dengan kondisi standar dan penggunaan medan magnet remanen dengan variasi inti lilitan plastik, inti besi, dan inti tembaga. Untuk lebih jelasnya data tersebut ditampilkan pada tabel dibawah ini, seperti pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Hasil pengujian standar (tanpa medan magnet)

NO	Beban (W)	Daya (W)	Daya(KW)	Torsi (Nm)	SFC (Kg/Kwh)
1	200	170	0,170	1,085	3,464
2	400	350	0,350	2,231	1,859
3	600	543	0,543	3,461	1,309
4	800	730	0,730	4,650	1,121
5	1000	921	0,921	5,864	0,982
6	1200	1112	1,112	7,085	0,887
7	1400	1252	1,252	7,977	0,874
8	1600	1413	1,413	8,998	0,863
9	1800	1501	1,501	9,563	0,832
10	2000	1606	1,606	10,231	0,811
11	2100	1637	1,637	10,429	0,810
12	2200	1721	1,721	10,962	0,806
13	2300	1782	1,782	11,348	0,804
14	2400	1863	1,863	11,864	0,791
15	2500	1890	1,890	12,038	0,804
16	2600	1922	1,922	12,240	0,803
17	2700	1981	1,981	12,620	0,799
18	2800	1995	1,995	12,709	0,798
19	2900	2016	2,016	12,841	0,794
20	3000	1999	1,999	12,730	0,797
21	3100	1997	1,997	12,718	0,798
22	3200	1984	1,984	12,639	0,810
23	3300	1967	1,967	12,531	0,834
24	3400	1933	1,933	12,310	0,854

Dari data di atas terlihat bahwa dalam pengujian standar (tanpa penambahan lilitan medan magnet) yaitu daya tertinggi mencapai 2,016 kW pada pembebanan lampu 2900 Watt, Torsi tertinggi mencapai 12,841 Nm pada pembebanan lampu 2900 watt, dan Sfc terendah mencapai 0,794 kg/kWh pada pembebanan 2900 Watt.

Tabel 4.3 Pengujian dengan penambahan magnet remanen menggunakan inti plastik

NO	Beban (W)	Daya	Daya(KW)	Torsi	SFC (Kg/Kwh)
1	200	171	0,171	1,091	3,444
2	400	352	0,352	2,240	1,856
3	600	543	0,543	3,456	1,314
4	800	731	0,731	4,656	1,113
5	1000	927	0,927	5,902	0,981
6	1200	1113	1,113	7,089	0,892
7	1400	1254	1,254	7,987	0,879
8	1600	1413	1,413	8,998	0,877
9	1800	1507	1,507	9,597	0,854
10	2000	1642	1,642	10,459	0,804
11	2100	1704	1,704	10,854	0,799
12	2200	1780	1,780	11,338	0,783
13	2300	1846	1,846	11,758	0,776
14	2400	1865	1,865	11,879	0,776
15	2500	1918	1,918	12,217	0,773
16	2600	1937	1,937	12,338	0,767
17	2700	1964	1,964	12,507	0,770
18	2800	1975	1,975	12,577	0,770
19	2900	2007	2,007	12,786	0,769
20	3000	2018	2,018	12,854	0,765
21	3100	1997	1,997	12,718	0,769
22	3200	1983	1,983	12,628	0,782
23	3300	1972	1,972	12,563	0,799
24	3400	1956	1,956	12,459	0,836

Dari data di atas terlihat bahwa dalam pengujian menggunakan medan magnet remanen dengan inti plastik yaitu daya tertinggi mencapai 2,18 kW pada pembebanan 3000 Watt, Torsi tertinggi mencapai 12,854 Nm pada pembebanan 3000 Watt, dan Sfc terendah mencapai 0,765 kg/kWh pada pembebanan 3000 Watt.

Tabel 4.4 Pengujian dengan penambahan magnet remanen menggunakan inti besi

NO	Beban (W)	Daya (W)	Daya(KW)	Torsi (Nm)	SFC (Kg/Kwh)
1	200	176	0,176	1,123	2,824
2	400	353	0,353	2,248	1,620
3	600	545	0,545	3,471	1,219
4	800	742	0,742	4,728	1,059
5	1000	926	0,926	5,898	0,952
6	1200	1114	1,114	7,093	0,852
7	1400	1291	1,291	8,221	0,837
8	1600	1451	1,451	9,240	0,829
9	1800	1567	1,567	9,981	0,813
10	2000	1698	1,698	10,813	0,762
11	2100	1795	1,795	11,435	0,760
12	2200	1878	1,878	11,962	0,752
13	2300	1945	1,945	12,389	0,744
14	2400	1991	1,991	12,684	0,731
15	2500	2024	2,024	12,890	0,727
16	2600	2058	2,058	13,108	0,726
17	2700	2080	2,080	13,251	0,722
18	2800	2092	2,092	13,325	0,722
19	2900	2102	2,102	13,389	0,718
20	3000	2088	2,088	13,297	0,736
21	3100	2075	2,075	13,219	0,770
22	3200	2066	2,066	13,159	0,793
23	3300	2056	2,056	13,093	0,819
24	3400	2045	2,045	13,025	0,847

Dari data hasil pengujian di atas dengan menggunakan medan magnet remanen dengan inti besi terlihat bahwa Daya tertinggi mencapai 2,102 kW pada pembebanan 2900 watt, Torsi tertinggi mencapai 13,389 Nm pada pembebanan 2900 Watt, dan Sfc terendah mencapai 0,718 kg/kWh pada pembebanan 2900 Watt.

Tabel 4.5 Pengujian dengan penambahan magnet remanen menggunakan inti tembaga

NO	Beban (W)	Daya (W)	Daya(KW)	Torsi (Nm)	SFC (Kg/Kwh)
1	200	173	0,17	1,10	3,402
2	400	355	0,36	2,26	1,835
3	600	545	0,55	3,47	1,303
4	800	735	0,73	4,68	1,103
5	1000	929	0,93	5,92	0,976
6	1200	1092	1,09	6,96	0,910
7	1400	1275	1,28	8,12	0,863
8	1600	1442	1,44	9,19	0,862
9	1800	1588	1,59	10,12	0,810
10	2000	1701	1,70	10,84	0,787
11	2100	1746	1,75	11,12	0,780
12	2200	1791	1,79	11,41	0,778
13	2300	1828	1,83	11,65	0,774
14	2400	1859	1,86	11,84	0,767
15	2500	1893	1,89	12,06	0,766
16	2600	1939	1,94	12,35	0,762
17	2700	1946	1,95	12,40	0,762
18	2800	1973	1,97	12,56	0,760
19	2900	1985	1,99	12,64	0,758
20	3000	2002	2,00	12,75	0,757
21	3100	2024	2,02	12,89	0,756
22	3200	2019	2,02	12,86	0,768

23	3300	2013	2,01	12,82	0,783
24	3400	1995	2,00	12,71	0,820

Dari data hasil pengujian menggunakan medan magnet remanen dengan inti tembaga di atas terlihat bahwa daya tertinggi mencapai 2,024 kW pada pembebanan 3100 Watt, Torsi tertinggi mencapai 12,89 Nm pada pembebanan 3100 Watt, dan Sfc terendah mencapai 0,756 kg/kWh pada pembebanan 3100 Watt.

4.5 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.5.1 Hubungan Antara Pembebanan Lampu Dan Torsi

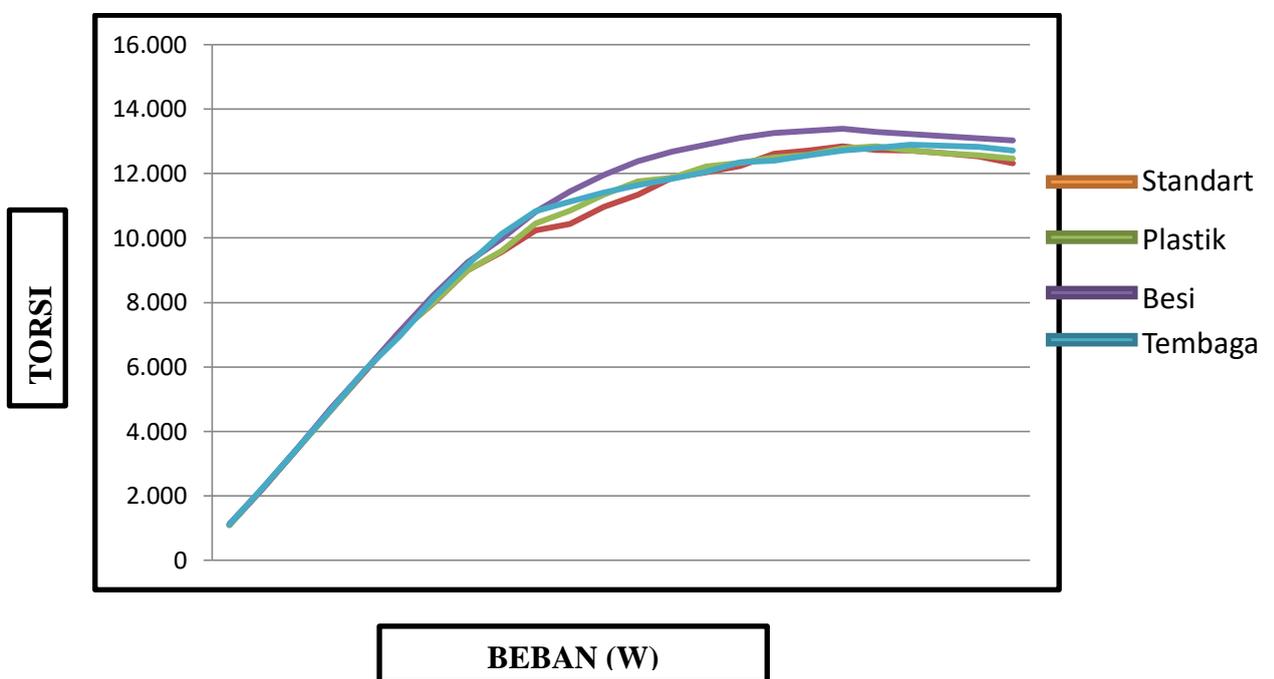
1. Analisa data torsi

Tabel 4.6 Data penelitian hubungan antara pembebanan lampu dan torsi

NO	Beban (W)	Torsi (Nm)			
		Standar tanpa lilitan	Slang Plastik dengan Lilitan	Pipa Besi dengan Lilitan	Pipa Tembaga dengan Lilitan
1	200	1,085	1,091	1,123	1,102
2	400	2,231	2,240	2,248	2,261
3	600	3,461	3,456	3,471	3,471
4	800	4,650	4,656	4,728	4,679
5	1000	5,864	5,902	5,898	5,915
6	1200	7,085	7,089	7,093	6,955
7	1400	7,977	7,987	8,221	8,123
8	1600	8,998	8,998	9,240	9,187
9	1800	9,563	9,597	9,981	10,117
10	2000	10,231	10,459	10,813	10,837
11	2100	10,429	10,854	11,435	11,123
12	2200	10,962	11,338	11,962	11,408
13	2300	11,348	11,758	12,389	11,645
14	2400	11,864	11,879	12,684	11,839
15	2500	12,038	12,217	12,890	12,057
16	2600	12,240	12,338	13,108	12,352
17	2700	12,620	12,507	13,251	12,397
18	2800	12,709	12,577	13,325	12,565
19	2900	12,841	12,786	13,389	12,709

20	3000	12,730	12,854	13,297	12,790
21	3100	12,718	12,718	13,219	12,892
22	3200	12,639	12,628	13,159	12,860
23	3300	12,531	12,563	13,093	12,824
24	3400	12,310	12,459	13,025	12,709
Jumlah		231,12	232,95	243,04	234,82
Rata-Rata		9,63	9,71	10,13	9,78
Terbesar		12,84	12,85	13,39	12,89
Peningkatan/ Penurunan %			0,10%	4,09%	0,40%

GRAFIK BEBAN VS



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara pembebanan lampu dan torsi

Bagan di atas didasarkan pada data hasil uji torsi untuk beban tertentu dari 200 watt hingga 3400 watt dengan kenaikan 100-200 watt untuk setiap beban. Data tersebut merupakan hubungan antara pembebanan yang diberikan dengan torsi yang dihasilkan baik pada kondisi standar (tanpa penambahan medan magnet remanen), maupun menggunakan medan magnet remanen dengan inti plastik, besi dan tembaga. Pada kondisi standar dihasilkan torsi maksimum sebesar 12,84 Nm dengan torsi rata-rata 9,63 Nm. Pada penggunaan medan magnet remanen dengan inti plastik dihasilkan torsi maksimum 12,85 Nm dengan torsi rata-rata 12,85 Nm, pada penggunaan medan magnet remanen dengan menggunakan inti besi dihasilkan torsi maksimum 13,39 Nm dengan torsi rata-rata 10,13 Nm, dan pada penggunaan medan magnet remanen dengan inti tembaga dihasilkan torsi maksimum 12,89 Nm dengan torsi rata-rata 9,78 Nm.

2. Pembahasan

Berdasarkan analisis, grafik dan data penelitian di atas, terlihat bahwa jenis inti yang digunakan memberikan peningkatan torsi. Ketika remanensi inti plastik digunakan, remanensi inti plastik meningkat sebesar 0,10% dibandingkan dengan keadaan default. Ketika medan magnet inti besi digunakan, torsi yang dihasilkan meningkat sebesar 4,09% dibandingkan kondisi standar. Menggunakan inti tembaga, torsi dinaikkan, dan torsi yang dihasilkan mencapai keadaan standar 0,40%.

Bahan bakar Dexlite dialiri listrik dan diionisasi menggunakan dexlite remanen yang dipasang di saluran bahan bakar, sehingga lebih mudah terbakar dan menghasilkan torsi yang lebih baik, terutama jika inti besi digunakan. Menggunakan medan magnet sisa dengan tabung plastik sebagai intinya, dapat mencapai 0,10% dari keadaan standar tanpa menambahkan medan magnet sisa. Setelah menambahkan magnet sisa dengan tabung besi sebagai inti, torsi yang dihasilkan juga lebih tinggi dibandingkan dengan tabung plastik sebagai inti, mencapai 4,09% pada kondisi standar. Hal ini disebabkan karena besi merupakan bahan yang baik sebagai inti dari lilitan kawat pada magnet remanen. Sedangkan pada penggunaan pipa tembaga sebagai intinya yaitu mencapai 0,40% dari kondisi standar.

Dari ketiga bahan inti magnet remanen yaitu plastik, besi dan tembaga torsi yang terbaik adalah menggunakan inti dari bahan besi yang mempunyai medan magnet yang terbaik ketika dipergunakan sebagai magnet remanen dibandingkan dengan inti dari bahan plastik ataupun tembaga, karena besi dapat memperkuat medan magnet pada sebuah lilitan yang di aliri listrik. Selain itu waktu pengujian pada inti besi dilakukan sore hari hal tersebut dimungkinkan sangat mempengaruhi terhadap kualitas oksigen (ambient) dan suhu lingkungan.

Penambahan sisa magnetisme pada pasokan bahan bakar di mesin diesel menunjukkan bahwa komposisi hidrokarbon dalam bahan bakar berubah, menjadi lebih teratur dan karena itu lebih mudah teroksidasi, lebih mudah dinyalakan, sehingga menghasilkan torsi yang lebih baik.

4.5.2 Hubungan Antara Pembebanan Lampu Dan Daya

1. Analisa data daya

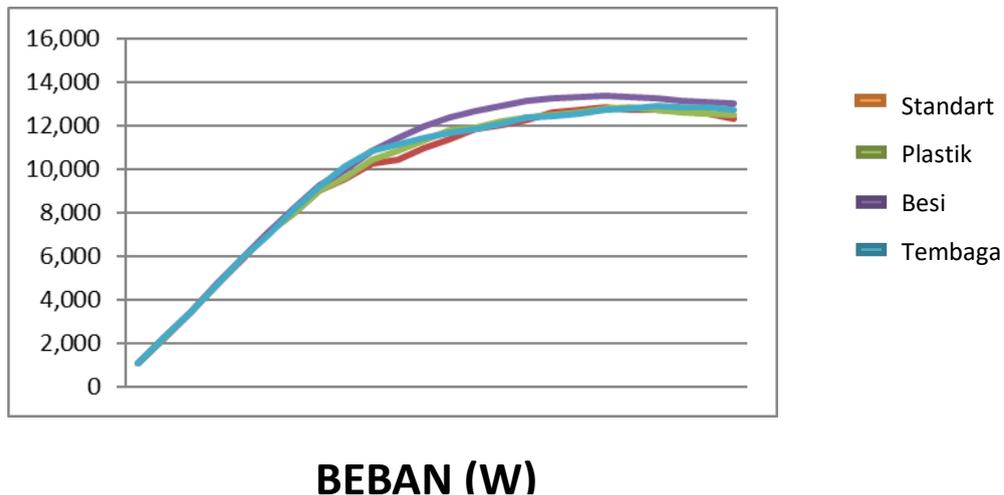
Tabel 4.7 Data penelitian hubungan antara pembebanan lampu dan daya

NO	Beban (W)	Daya (W)			
		Standar tanpa Lilitan	Slang Plastik dengan Lilitan	Pipa Besi dengan Lilitan	Pipa Tembaga dengan Lilitan
1	200	170	171	176	173
2	400	350	352	353	355
3	600	543	543	545	545
4	800	730	731	742	735
5	1000	921	927	926	929
6	1200	1112	1113	1114	1092
7	1400	1252	1254	1291	1275
8	1600	1413	1413	1451	1442

9	1800	1501	1507	1567	1588
10	2000	1606	1642	1698	1701
11	2100	1637	1704	1795	1746
12	2200	1721	1780	1878	1791
13	2300	1782	1846	1945	1828
14	2400	1863	1865	1991	1859
15	2500	1890	1918	2024	1893
16	2600	1922	1937	2058	1939
17	2700	1981	1964	2080	1946
18	2800	1995	1975	2092	1973
19	2900	2016	2007	2102	1995
20	3000	1999	2018	2088	2008
21	3100	1997	1997	2075	2024
22	3200	1984	1983	2066	2019
23	3300	1967	1972	2056	2013
24	3400	1933	1956	2045	1995
Jumlah		36286	36573	38158	36866
Rata-Rata		1512	1524	1590	1536
Terbesar		2016	2018	2102	2024
Peningkatan/Penurunan %			0,10%	4,09%	0,40%

**D
A
Y
A
(
W
)**

GRAFIK BEBAN VS DAYA



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Pembebanan Lampu Dan Daya Motor

Grafik di atas diperoleh dari hasil studi uji daya untuk beban tertentu dari 200 watt hingga 3400 watt, dengan masing-masing beban pada interval 100-200 watt. Data diterapkan beban versus arus yang dihasilkan dalam kondisi standar (tidak ada medan sisa yang ditambahkan) atau menggunakan medan sisa dengan inti plastik, besi dan tembaga.

Dalam kondisi standar, daya maksimal 2016 watt, dan daya rata-rata 1512 watt. Daya sisa maksimum dengan inti plastik adalah 2018 watt dan daya rata-rata 1524 watt, daya sisa maksimum dengan inti besi adalah 2102 watt dan daya rata-rata 1590 watt, dan daya maksimum yang dihasilkan dengan inti tembaga adalah 2024 watt dengan kekuatan rata-rata 1536 watt.

2. Pembahasan

Berdasarkan analisa, grafik dan data hasil penelitian di atas terlihat bahwa daya yang dihasilkan mengalami kenaikan pada jenis inti yang digunakan. Pada penggunaan medan magnet remanen dengan inti plastik kenaikannya mencapai 0,10% terhadap kondisi standar, pada penggunaan medan magnet dengan inti besi daya yang dihasilkan mengalami kenaikan sebesar 4,09% terhadap kondisi standar, dan pada penggunaan medan magnet remanen dengan inti tembaga daya yang dihasilkan mencapai 0,40% terhadap kondisi standar.

Bahan bakar Dexlite dialiri listrik dengan magnet permanen yang dipasang di saluran bahan bakar, sehingga lebih mudah terbakar dan menghasilkan tenaga yang lebih baik, terutama jika inti besi digunakan. Gunakan medan magnet sisa dengan tabung plastik sebagai inti untuk mencapai 0,10% dari medan magnet tanpa sisa dalam kondisi standar. Selain itu, dengan menggunakan remanensi tabung besi sebagai inti, daya yang dihasilkan bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan tabung plastik sebagai inti, mencapai 4,09% dari kondisi standar, karena besi merupakan bahan yang baik untuk inti belitan dan remanensi.

Pada saat yang sama, ambil tabung tembaga sebagai bahan inti untuk mencapai 0,40% dari keadaan standar. Dari ketiga bahan inti remanen, plastik, besi dan tembaga, efek terbaik adalah ketika inti besi digunakan sebagai inti dengan remanensi terbaik dibandingkan dengan inti plastik atau tembaga, karena besi memperkuat kumparan medan magnet yang hidup. Selain itu, waktu pengujian inti dilakukan pada sore hari, yang secara signifikan dapat mempengaruhi kualitas oksigen (suhu lingkungan) dan suhu lingkungan.

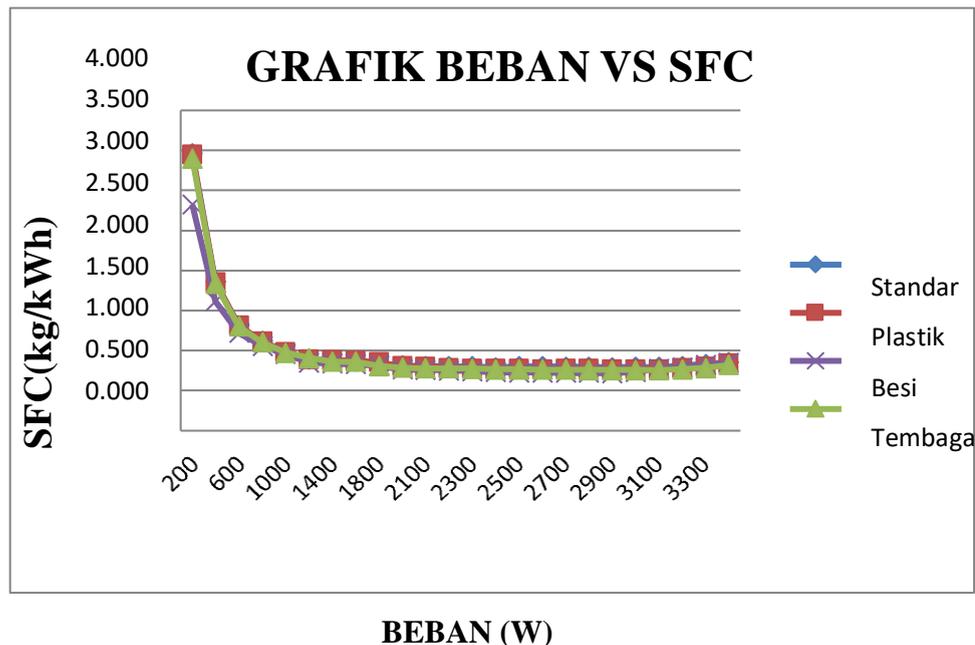
Penambahan magnet remanen ke saluran bahan bakar di mesin diesel berarti susunan hidrokarbon dalam bahan bakar berubah, menjadi lebih teratur dan karena itu lebih mudah mengikat oksigen dan membakar, menghasilkan tenaga yang lebih baik.

4.5.3 Hubungan Antara Pembebanan Lampu Dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

1. Analisa konsumsi bahan bakar spesifik

Tabel 4.8 Data penelitian hubungan antara pembebanan lampu dan konsumsi BBM spesifik.

NO	Beban (W)	SFC (kg/kWh)			
		Standar Tanpa Lilitan	Slang Plastik dengan Lilitan	Pipa Besi dengan Lilitan	Pipa Tembaga dengan Lilitan
1	200	3,464	3,444	2,824	3,402
2	400	1,859	1,856	1,620	1,835
3	600	1,309	1,314	1,219	1,303
4	800	1,121	1,113	1,059	1,103
5	1000	0,982	0,981	0,952	0,976
6	1200	0,887	0,892	0,852	0,910
7	1400	0,874	0,879	0,837	0,863
8	1600	0,863	0,877	0,829	0,862
9	1800	0,832	0,854	0,813	0,810
10	2000	0,811	0,804	0,762	0,787
11	2100	0,810	0,799	0,760	0,780
12	2200	0,806	0,783	0,752	0,778
13	2300	0,804	0,776	0,744	0,774
14	2400	0,791	0,776	0,731	0,767
15	2500	0,804	0,773	0,727	0,766
16	2600	0,803	0,767	0,726	0,762
17	2700	0,799	0,770	0,722	0,762
18	2800	0,798	0,770	0,722	0,760
19	2900	0,794	0,769	0,718	0,758
20	3000	0,797	0,765	0,736	0,757
21	3100	0,798	0,769	0,770	0,756
22	3200	0,810	0,782	0,793	0,768
23	3300	0,834	0,799	0,819	0,783
24	3400	0,854	0,836	0,847	0,820
Jumlah		24,305	23,949	22,334	23,643
Rata-Rata		1,013	0,998	0,931	0,985
Terkecil		0,791	0,765	0,718	0,756
Peningkatan %			-3,39%	-10,09%	-4,58%



Gambar 4. 3 Hubungan Antara Pembebanan Lampu dan BBM Spesifik.

Grafik di atas diambil dari data penelitian untuk uji konsumsi bahan bakar spesifik pada beban tertentu dari 200 watt hingga 3400 watt, dengan masing-masing beban pada interval 100-200 watt. Datanya adalah rasio dari beban yang diberikan terhadap konsumsi bahan bakar spesifik dalam kondisi standar (tidak ada bidang sisa yang ditambahkan) atau dengan inti plastik, besi dan tembaga. Ini menghasilkan konsumsi bahan bakar spesifik terendah di bawah kondisi standar 0,791 Kg/Kwh, rata-rata konsumsi bahan bakar spesifik adalah 1,013 Kg/Kwh. Pada penggunaan medan magnet remanen dengan inti plastik dihasilkan konsumsi bahan bakar spesifik terendah yaitu 0,765 Kg/Kwh dengan konsumsi bahan bakar spesifik rata-rata 0.998 Kg/Kwh, pada penggunaan medan magnet remanen dengan menggunakan inti besi dihasilkan konsumsi bahan bakar spesifik terendah 0,718 Kg/Kwh dengan konsumsi bahan bakar spesifik rata-rata 0,931 Kg/Kwh, dan pada penggunaan medan magnet remanen dengan inti tembaga dihasilkan konsumsi bahan bakar spesifik terendah yaitu 0,756 Kg/Kwh dengan konsumsi bahan bakar spesifik rata-rata 0.756 Kg/Kwh.

2. Pembahasan

Berdasarkan analisis, grafik dan data survei di atas, terlihat bahwa konsumsi bahan bakar yang dihasilkan meningkat seiring dengan jenis teras yang digunakan. Menggunakan sisa magnet inti plastik, 3,39% lebih rendah dari kondisi kerja standar, dan menggunakan medan magnet inti besi, 10,09% lebih rendah dari kondisi kerja standar. Saat menggunakan magnet sisa, konsumsi bahan bakar spesifik dihasilkan oleh magnet lapangan dengan inti tembaga pada kondisi standar telah mencapai 4,58%. Bahan bakar Dexlite bermuatan listrik dan terionisasi menggunakan magnet permanen yang dipasang di saluran bahan bakar sehingga lebih mudah terbakar dan memberikan konsumsi bahan bakar spesifik yang lebih baik (efisien), terutama dengan inti besi. Menggunakan sisa medan magnet dengan selang plastik sebagai inti, konsumsi bahan bakar berkurang

3,39% dibandingkan dengan kondisi pengoperasian standar tanpa sisa medan magnet. Demikian pula, menambahkan magnet sisa dengan tabung besi sebagai inti, konsumsi bahan bakar spesifik lebih rendah dibandingkan dengan tabung plastik sebagai intinya, yaitu mencapai 10,09% dari kondisi standar ini disebabkan karena besi merupakan bahan yang baik sebagai inti dari lilitan kawat pada magnet remanen. Sedangkan pada penggunaan pipa tembaga sebagai intinya menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik yaitu mencapai 4,58% dari kondisi standar.

Dari ketiga bahan inti magnet remanen yaitu plastik, besi dan tembaga konsumsi bahan bakar spesifik yang terbaik (hemat) adalah menggunakan inti dari bahan besi yang memiliki medan magnet yang terbaik saat digunakan sebagai magnet remanen di bandingkan dengan inti dari bahan plastik ataupun tembaga, karena besi dapat memperkuat medan magnet pada sebuah lilitan yang di aliri listrik. Selain itu waktu pengujian pada inti besi dilakukan sore hari hal tersebut dimungkinkan sangat mempengaruhi terhadap kualitas oksigen (ambient) dan suhu lingkungan.

Penambahan magnet remanen ke saluran bahan bakar mesin diesel menunjukkan bahwa bahan bakar mengubah komposisi hidrokarbon bahan bakar menjadi lebih teratur, lebih mudah mengikat oksigen dan lebih mudah terbakar, menghasilkan peningkatan konsumsi BBM spesifik.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian, pengolahan data hasil penelitian dan analisa berdasarkan grafik olah data tersebut di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Bahwa penggunaan magnet remanen pada motor diesel dengan menggunakan lilitan pada saluran bahan bakar dapat meningkatkan torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (*SFC*)
2. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa lilitan dengan inti yang terbaik adalah menggunakan inti lilitan dengan pipa besi, yaitu kenaikan mencapai 4,09 % untuk torsi , 4,09% untuk daya dan untuk sfc mengalami penurunan mencapai 10,09 % dari kondisi setandar.
3. Penggunaan magnet remanen pada saluran sistem bahan bakar motor diesel mengakibatkan ikatan hidrokarbon dan oksigen menjadi lebih baik, sehingga pembakaran menjadi sempurna, pembakaran yang sempurna dapat berpengaruh dengan meningkatnya prestasi motor.

5.2 SARAN

Setelah penelitian dilakukan diharapkan hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya. Dari hasil penelitian ini maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian penggunaan magnet remanen dengan inti besi terjadi peningkatan yang signifikan baik dalam pengujian daya, torsi maupun bahan bakar spesifik. Selain karena pengaruh inti besi pada magnet remanen yang dapat meningkatkan medan magnet. Perubahan suhu ruangan dan kualitas oksigen juga mempengaruhi pengujian. Dalam hal ini pengaruh kondisi suhu udara dan kualitas oksigen perlu di data untuk mengetahui peningkatan secara akurat dan spesifik.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan panjang lilitan pada inti besi sehingga karena inti besi pada magnet remanen menjadi yang terbaik dari semua parameter yang di hitung.
3. Selanjutnya diperlukan penelitian terhadap efek emisi gas buang untuk mengetahui perubahannya terhadap kondisi standar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistika (BPS). (2017). *Perkembangan jumlah kendaraan bermotor menurut jenis 1949-2015*. (online). <https://www.bps.go.id> Diakses 7 Desember 2017
- [2]Kementrian Energi dan Sumber Konsumsi bahan bakar spesifik Mineral Republik Indonesia (online) <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/cadangan-minyak-habis-dalam-12-tahun-ini-solusinya> diakses pada 7 Desember 2017
- [3]Sudirman, (2011)Sudirman, U. *Jurus-Jurus Menghemat BBM Mobil*. JakartaSelatan. Tri Niti Masa.
- [4]M Hamdhani, B Sdarmanta (2017), Studi Eksperimnetal Variasi Kuata Medan Magnet Induksi Pada Aliran Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Mesin Sinjai 650 cc, Jurnal Teknik ITS Vol.5, No.2 , 2017.
- [5] Nufus1, TH, Setiawan, RPA, Herman,W, & Tambunan ,AH (2017), *The Effect Of Electro Magnetic Field Intensity To Biodiesel Characteristics* ,Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia 13 (2) 119-126
- [6] Warso, Sutarso, Imam Subekti (2018), Pengaruh Penggunaan Magnet Selenoida Pada Sistem Bahan Bakar Motor Otto 4 Langkah Pada Engine Stationer Terhadap Unjuk Kerja Motor, Iteks. Ejournal.STT-Wiworotomo Vol.10, No.2 2018.
- [7] TH Nufus, W Hermawan, RPA Setiawan (2018). Kajian Efek Medan Magnet Terhadap Karakteristik Semburan Bahan Bakar Solar, Biodiesel dan Campuran Keduanya, Jurnal Keteknikan Pertanian Vol.6, No.1 2018.
- [8] TH Nufus, S Lestari, A Ulfiana and M Manawan (2020). *Magnetization Of Biodiesel (Cooking Oil Waste) To Temperature And Presure Combustion In Diesel Engine, IOP Conference Series 2020*.
- [9]Arismunandar, W. (2005). *Motor Bakar Toorak*. Bandung: ITB [10]Arismunandar, W., dan Koichi Tsuda. 1986. *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [11] Mathur R.P Sharma, 1980, A Course Internal Combustion Engine 3rd Edition, Phanpat Rai & Son 1682, NAISARAK-Delhi 110006
- [12]Ugare et al. 2013. Performance Of Spark Ignition Engine Under The nfluence Of Magnetic Field. *International Journal Of Research In Aeronautical And Mechanical Engineering*, ISSN: 2321-3051. 1/1 (3): 36-43.
- [13] Siregar, H. P. 2007. Pengaruh Diameter Kawat Kumparann Alat Penghemat Energi Yang Berbasis Elektromagnetik Terhadap Kinerja Motor Diesel. *Jurnal Teknik Mesin*. Universitas Kristen Petra. 9/1: 1-8
- [14] Yahya, W. 2015. Variasi Penggunaan Ionizer Dan Jenis Bahan Bakar Terhadap Kandungan Gas Buang Kendaraan. *Jurnal AUTINDO*. Politeknik Indonusa Surakarta. ISSN : 2442-7918.1/2.
- [15] Arikunto, Suharsimi. 2002. *Metodologi Penelitian*. Penerbit PT. Rineka Cipta.Jakarta.

- [16] Arikunto, Suharsimi. 2002. *Metodologi Penelitian*. Penerbit PT. Rineka Cipta.Jakarta.
- [17] Winarno, Surahmad 1998, *Pengantar Penelitian Sosial Dasar Metode Tehnik*, Penerbit Tarsito, Bandung.

LAMPIRAN

NO	NAMA BAHAN	KETERANGAN
1	Motor Diesel	Model R180, Merk Chang sen, putaran Stasioner, daya maksimum 8HP
2	Generator	Merk Huafa ST-3, Power 3000 W
3	Battery	NS 60, 12V, 45 A
4	Lilita	Kawat email ukuran 0,2mm
5	Slang plastic	Ukuran 5/16 inch
6	Pipa Besi	Ukuran 5/16 inch
7	Pipa Tembaga	Ukuran 5/16 inch

Lampiran 1 Spesifikasi Bahan



Lampiran 2 Pengukuran Besaran Medan Magnet



Lampiran 3 Pengukuran Besaran Bahan Bakar Minyak



Lampiran 4 Pengukuran Besaran RPM



Lampiran 5 Pengukuran Besaran Daya

CATATAN BIMBINGAN TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

No	Waktu	Uraian Singkat Kegiatan	Masalah yang Dihadapi	Langkah Penyelesaian Masalah	Paraf Dosen Pembimbing 1	Paraf Dosen Pembimbing 2
1	27 Juli 2021	Judul tugas akhir	Menentukan judul T.A	Mencari referensi		
2	13 Agustus 2021	Referensi	Menentukan referensi yg berkaitan	Mencari referensi		
3	28 Agustus 2021	Revisi Bab I dan Bab II	Menentukan rumusan masalah	Berkasurkan referensi		
4	18 September 2021	penulisan referensi	Menentukan dan mengutip referensi	Mencari referensi		
5	2 Oktober 2021	Revisi Variabel Penelitian	Menentukan Variabel yg tepat	Mendiskusikan referensi		

No	Waktu	Uraian Singkat Kegiatan	Masalah yang Dihadapi	Langkah Penyelesaian Masalah	Paraf Dosen Pembimbing 1	Paraf Dosen Pembimbing 2
6	4 Oktober 2021	Metode Penelitian	Mencari metode yang digunakan	menggunakan pengujian dyno test		
7	11 September 2022	Pencarian alat uji mesin (Piese) dan bahan inti	Mencari alat uji dan bahan inti Ujitan	Dikeri dengan Dosen pembimbing dan Hakan Ferda		
8	20 September 2022	Pembuatan Pembekuan daya lampu	Kesulitan alat dan bahan	Dikeri dengan Dosen Pembimbing.		
9	12 November 2021	Proses running Engine diesel	Engine yg harus di tune up.	Melakukan Engine Tune Up		
10	20 November 2022	Pengujian	Proses Pengujian.	Sesuai Standard Pengujian		
11	15 Desember 2022	Bab IV dan Bab V	Pemplotan data	Sesuai data dan analisis Pengujian.		

No	Waktu	Uraian Singkat Kegiatan	Masalah yang Dihadapi	Langkah Penyelesaian Masalah	Paraf Dosen Pembimbing 1	Paraf Dosen Pembimbing 2
29						
30						

Mengetahui,

Kaprodi S1 Teknik Mesin



Ir. Anis Siti Murohikayati, S.T.M.T
NIDN. 1114019202

Dosen Pembimbing,

Khanit Jeflyawan, S.T., MT.
NIDN. 1123057301

Dosen Ko-Pembimbing

.....
NIDN.



UMKT

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Sains dan Teknologi

Telp. 0541-748511 Fax.0541-766832

Website <http://mesin.umkt.ac.id>

email: mesin@umkt.ac.id



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nomor : 359/FST.2/A.4/B/2022
Lampiran : 1 Halaman
Perihal : Surat Keterangan Skripsi/ TA

Kepada Yth,
Bapak Isnaini Zulkarnaen, S. T., M. T
Koordinator Laboratorium FST

Di –
Tempat

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Sebagai bagian dari upaya penyusunan Skripsi pada Prodi S1 Teknik Mesin, maka dirasa perlu untuk melakukan penelitian di berbagai Perusahaan, Instansi dan Laboratorium di wilayah Provinsi Kalimantan Timur.

Berkaitan dengan hal tersebut maka Bersama ini kami mohon kiranya dapat menerima mahasiswa dari Prodi S1 Teknik Mesin UMKT untuk melakukan penelitian di Laboratorium Prodi S1 Teknik Mesin UMKT.

Adapun mahasiswa yang akan melakukan penelitian adalah sebagai berikut :

Nama : Wahyu Dianto
NIM : 2011102442082
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Alamat : Jl. Wolter Monginsidi Rt.20 No.35 Samarinda Ulu, Kota Samarinda, KALTIM.
Telepon/ Hp : 0811551899

Demikian permohonan kami, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi Wabarakatuh

Samarinda, 12 Oktober 2022 M
14 Muharam 1444 H
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin



Anis Siti Nurrohkayati
Anis Siti Nurrohkayati, S.T. M.T.
NIDN: 1114019202

Tembusan:
1. Arsip

0811221899

Kampus 1 : Jl. Ir. H. Juanda, No.15, Samarinda
Kampus 2 : Jl. Pelita, Pesona Mahakam, Samarinda



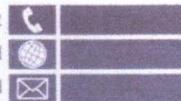
UMKT
Program Studi
Teknik Mesin

Fakultas Sains dan Teknologi

Telp. 0541-748511 Fax.0541-766832

Website <http://mesin.umkt.ac.id>

email: mesin@umkt.ac.id



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nomor : 360/FST.2/A.5/2022
Lampiran : -
Perihal : Surat Balasan Pengantar Skripsi

Kepada Yth.
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur
di -

Tempat

Assalamu'alaikum warrahmatullahi wabarrakatuh

Semoga Allah Subhanahu wa ta'ala senantiasa melimpahkan rahmat dan karuna-Nya kepada kita sekalian dalam mengemban amanah.

Sehubungan dengan surat 359/FST.2/A.4/B/2022 perihal surat pengantar skripsi/tugas akhir pada tanggal 12 Oktober 2022 maka koordinator Laboratorium Manufaktur dan Material FST dengan ini menerangkan mahasiswa berikut:

Nama : Wahyu Dianto
NIM : 2011102442082
Prodi : S1 Teknik Mesin
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini memberikan izin mahasiswa tersebut untuk dapat melakukan pengujian tugas akhir di Laboratorium Manufaktur dan Material FST, adapun waktu pelaksanaan pengujian menyesuaikan dengan jadwal yang di berikan oleh laboratorium

Demikian surat balasan ini kami sampaikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Wassalamu'alaikum warrahmatullahi wabarrakatuh

Samarinda, 14 Oktober 2022 M
18 Rabiul ' Awal 1444 H

Koordinator Laboratorium Teknik Mesin,

Andi Nugroho, S.T., M.T.
NIDN. 1129089001

Tembusan:
1. Arsip

Kampus 1 : Jl. Ir. H. Juanda, No.15, Samarinda
Kampus 2 : Jl. Pelita, Pesona Mahakam, Samarinda



PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
 Fakultas Sains dan Teknologi
 Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur
 Jl. Ir. H. Juanda No. 15 Samarinda, Kampus 1 UMKT
 Telp. (0541) 748511, 75124, mesin@umkt.ac.id

Kode: TM/FM/PIks.19	FORMULIR UJIAN TUGAS AKHIR	Revisi: 00
------------------------	-----------------------------------	---------------

**FORM J – LEMBAR PERBAIKAN UJIAN TA
 SEMESTER GANJIL TAHUN AJARAN 2022/2023**

Nama	Wahyu Dianto
NIM	2011102442082
Judul Skripsi	Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Inti Lilitan Pada Magnet Remanen Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel Satu Silinder 8 HP

Penguji	Perbaikan	Paraf Penguji
1. Bab I Batasan Masalah.	Bab. I : Batasan Masalah : yang sudah ada di Metodologi jangan ditulis di batasan masalah. → Batasan Masalah telah dihapus dan diperbaiki	<i>[Signature]</i>
2. Bab II Kajian Pustaka	Perbaikan Cara penulisan → Telah diperbaiki cara penulisan Kajian Pustaka sesuai yang di contohkan seperti contoh bab 2 (2020) melakukan penelitian tentang	<i>[Signature]</i>
3. Bab III 3.5 3.8.1 - 3.8.4	3.5 Tesla Meter di batasan masalah dibatasi Tidak Menukur kuat Medan Magnet → Di batasan masalah telah diperbaiki 3.8.1 - 3.8.4 langkah penelitian → Telah diperbaiki dengan kata kerja aktif bukan kata perintah.	<i>[Signature]</i>
4. Bab IV Gambar 4.1-4.3	Gambar 4.1 - 4.3. Furang Jelas → Telah diperbaiki Gambar Grafik dengan Jelas.	<i>[Signature]</i>

*Diisi oleh mahasiswa berdasarkan komentar penguji dan koreksi naskah

Samarinda, 15 Januari 2022
 Penguji,

[Signature]

Dr. Anis Siti Nurrahayu, S.T., M.T
 NIDN. 1114019202

Skripsi 2: Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Inti Lilitan Pada Magnet Remanen Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel Satu Silinder 8 HP

by Wahyu Dianto

Submission date: 08-Feb-2023 10:20AM (UTC+0800)

Submission ID: 2008972284

File name: Wahyu_Dianto_Tugas_Akhir_Wahyu_Dianto_Plagiarisme.docx (4.53M)

Word count: 11694

Character count: 69545

Skripsi 2: Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Inti Lilitan Pada Magnet Remanen Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel Satu Silinder 8 HP

ORIGINALITY REPORT



PRIMARY SOURCES

1	ejournal.stt-wiworotomo.ac.id Internet Source	3%
2	docplayer.info Internet Source	3%
3	123dok.com Internet Source	2%
4	publishing-widyagama.ac.id Internet Source	1%
5	text-id.123dok.com Internet Source	1%
6	fr.scribd.com Internet Source	1%
7	ejournal.pnc.ac.id Internet Source	1%
8	media.neliti.com Internet Source	1%

www.coursehero.com

BIODATA PENULIS



Wahyu Dianto, lahir di samarinda pada tanggal 06 September 1983 merupakan anak ketujuh dari 7 bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 054 samarinda pada tahun 1995, SMPN 7 Samarinda pada tahun 1995-1998, SMUN 5 Samarinda pada tahun 1998-2001 dan melanjutkan ke Politeknik Negeri Samarinda Jurusan Teknik Mesin pada tahun 2001-2004. Penulis kemudian bekerja di PT.

Mahakam Berlian Samjaya dari tahun 2005 sampai dengan 2009, kemudian penulis jadi Pegawai Negeri Sipil di Politeknik Negeri Samarinda dari Tahun 2009 sampai dengan sekarang sebagai staff teknisi Laboratorium Jurusan Kemaritiman, pada tahun 2020/2021 penulis kemudian melanjutkan pendidikan program sarjana di Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur di Program Studi S1 Teknik Mesin Alih Jenjang. Penulis menyusun tugas akhir dengan judul **Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Inti Lilitan Pada Magnet Remanen Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel Satu Silinder 8 HP** untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana, dengan waktu selama 5 Semester. Apabila ada kritik, saran maupun pertanyaan dapat di hubungi melalui email penulis sebagai berikut :

- Email : wahyuaryadillah@gmail.com