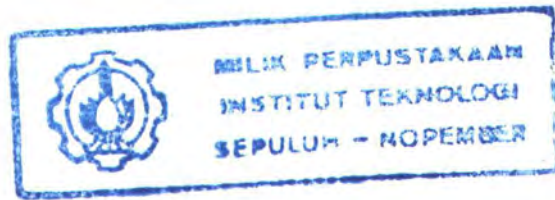


24/500/H/06.



TUGAS AKHIR
(LS 1336)

**PENGARUH KEKUATAN MEDAN MAGNET
SEBAGAI ALAT PEMURNI BAHAN BAKAR
TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR DIESEL**



RSSP
623.872.36
Tri
P-1
2005

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	31-8-2005
Terima Dari	H/
No. Agenda Prp.	723439

Oleh :

FAUZI TRIYONO
NRP. 4200 100 009

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005**

PENGARUH KEKUATAN MEDAN MAGNET SEBAGAI ALAT PEMURNI BAHAN BAKAR TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR DIESEL

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



Ir. Aguk Zuhdi, MF. MEng.
NIP. 131 646 637



Ir. Toni Bambang Musriyadi, MSc
NIP. 131 632 209



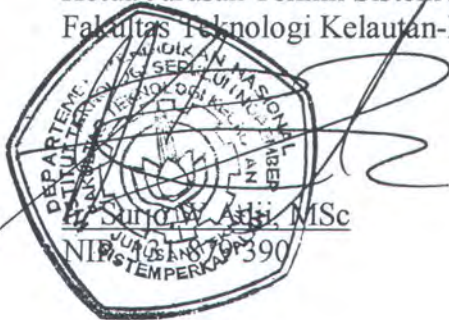
**SURAT KEPUTUSAN Pengerjaan Tugas Akhir
(KS 1701)**

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS, maka perlu diterbitkan Surat Keputusan Pengerjaan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut dibawah ini untuk mengerjakan Tugas sesuai judul dan lingkup bahasan yang telah ditentukan.

Nama Mahasiswa : FAUZI TRIYONO
NRP : 4200 100 009
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Agung Zuhdi, MR. M Eng.
2. Ir. Toni Bambang Musriyadi, MSc.
Tanggal diberikan tugas :
Tanggal diselesaikan tugas :
Judul Tugas Akhir :

**PENGARUH KEKUATAN MEDAN MAGNET SEBAGAI ALAT PEMURNI
BAHAN BAKAR TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR DIESEL**

Surabaya,
Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan-ITS



Surabaya,

Yang menerima tugas:

Mahasiswa

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Fauzi Triyono
NRP. 4200 100 009

Ir. Agung Zuhdi, MR. M Eng
NIP. 131 646 637

Ir. Toni Bambang Musriyadi, MSc.
NIP. 131 632 209



LEMBAR PERSEMBAHAN



Sebuah kado ulang tahun

untuk ibu dan bapak ku



ABSTRAK

ABSTRACT

Magnetic Energy influence to purity of fuel, this form could improve of diesel engine combustion process. However, the performance of diesel engine could be increase. Another effect is reducing fuel consumption. Magnetic energy can be generated from electric current transmitted through copper coil. This Final project is to design and to produce a prototype of magnetic energy device. Solenoid with electrical produce magnetic field if fuel flow through the solenoid resulting pure fuel. The advantage of electromagnet is variety magnetic power output. However, purifying of fuel could be optimized. Prototype of electromagnet (EM) device has been designed. By using energy of magnetics 1090 gauss fuel consumption decrease 11,14% at torque maximum (1900rpm). Efficiency effective could be increased from 26% (not using magnetic device) to 39% (using electromagnet device).

ABSTRAK

Kemurnian bahan bakar dapat diperoleh dengan menggunakan daya magnet, kemurnian bahan bakar ini dapat memperbaiki proses pembakaran pada motor diesel. Dengan semakin meningkatnya kesempurnaan pembakaran performa motor diesel akan meningkat pula. Pengaruh lain yang terjadi adalah penggunaan bahan bakar akan berkurang. Gaya magnet dapat ditimbulkan oleh kumparan kawat tembaga yang dialiri arus listrik. Tugas akhir ini merancang dan membuat prototipe alat pemurni bahan bakar. Prinsip kerja dari prototipe ini adalah elektromagnet (EM) yang berbentuk solenoida. Solenoida yang dialiri arus listrik akan menimbulkan medan magnet kemudian bahan bakar dialirkan melalui rongga pada solenoida tersebut. Keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan elektromagnet (EM), adalah dapat memvariasikan keluaran daya magnet dapat difariasikan sehingga akan didapatkan besar gaya magnet yang optimum dalam memurnikan bahan bakar. Telah dapat dibuat prototipe elektromagnet (EM) yang dapat menurunkan penggunaan bahan bakar sebesar 11,14 % dengan kekuatan gaya magnet 1090 gauss pada kondisi torsi maksimum (1900rpm). Dan prototipe ini menghasilkan kenaikan efisiensi efektif dari 26% (tanpa menggunakan magnet) hingga 39% (menggunakan prototipe elektromagnet)



KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas karunia dan rahmat yang selalu engkau berikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

PENGARUH KEKUATAN MEDAN MAGNET SEBAGAI ALAT PEMURNI BAHAN BAKAR TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR DIESEL

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk menyelesaikan studi S1 pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Rasa terima kasih khusus penulis ucapkan kepada bunda, Ayahanda dan bapak Ir. Agung Zuhdi, MR. M Eng. Selaku dosen pembimbing penulis yang sangat membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap dengan selesainya buku Tugas Akhir ini, bisa memberikan sedikit masukan dan pengetahuan bagi pembaca tentang pengaruh kekuatan gaya magnet yang dihasilkan oleh magnet non permanen maupun magnet permanen dalam hal proses pemurnian bahan bakar.

Surabaya, Juli 2005

Penulis



UCAPAN TERIMAKASIH

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih yang mendalam atas segala bentuk bimbingan dan dorongan yang telah diberikan, penulis sampaikan dengan tulus kepada :

- ❖ Bapak dan Ibu tercinta yang telah mencurahkan kasih sayang dan dorongan materiil maupun moril sehingga penulis bisa menyelesaikan studi di jurusan Teknik Sistem Perkapalan, FTK-ITS.
- ❖ My old brother Arif Yudoyono, my sister Merna Ulfah, my brother inlaw mas Riski Marzuki, my niece Tania ^(you are my inspiration) yang juga memberikan dukungan moril dan materiil kepada penulis.
- ❖ Bapak Ir. Agung Zuhdi, MF. MEng. dan bapak Ir. Toni Bambang Musriyadi, Msc selaku Dosen Pembimbing dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
- ❖ Bapak Ir. Surjo Widodo Adji, M.Sc, selaku Kepala Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.
- ❖ Bapak Ir. RO. Saut Gurning, MSc selaku ketua Laboratorium Mesin Kapal, yang telah memberikan izin untuk menggunakan mesin dies3el untuk pengujian.
- ❖ Bapak Condro dan khususnya bapak Toni selaku teknisi Lab. Hidrodinamika , yang sangat membantu dalam merancang prototipe dan masukan – masukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

- ❖ Bapak Agus dan mas Nur selaku teknisi Laboratorium Mesin Kapal, yang telah memberikan bantuan tenaga pada saat percobaan dan masukan kepada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
- ❖ Bapak Nur pemilik bengkel dinamo depan STIESIA yang memberikan bantuan tenaga dalam proses pembuatan prototipe
- ❖ Seluruh staff pengajar di jurusan Teknik Sistem Perkapalan-FTK ITS yang telah menularkan ilmu pengetahuannya kepada saya, dan juga seluruh karyawan jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang telah berjasa terhadap kelancaran kegiatan perkuliahan di kampus.
- ❖ Sahabat sedulur Laguna crew Abde K. P. Sembiring, Agus B. P. (Gusdur), Kevin S. yang sangat membantu penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini hingga selesai (*rek... jangan putus perjuangan kita bersama ok*). Dan Almarhum Renaldi M. (*my young brother*)
- ❖ My homy komunitas Rungkut Roni H. (WW), Dwi K. (Emon), Hasan A. , Bayu G. , Hakim A. (Orik), Putiarsa F. (Ujang), Deddi (Dayak), Mario M. (Sinyo). (*Boys dunia terasa hampa tanpa tawa kalian so keep on rock'n roll*)
- ❖ Teman-teman angkatan 2000, Jayman, Gundul, Yues, Bajoel, Simbah, Solo, Wakjo, Bolot (*thank's buat masukan waktu bab 5. wah lot*), Tata, Eko, Herman, Fitra, Yahya, Fahrul , Deni, Tos (*partner TA ku "Lov u"*), Usman, Konco, komting, Ayup, Didit, Agus, Yaman, Ari, Surem, Susanto, Ramadan (kondom). yang telah memberi semangat kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

- ❖ Riska (*makasih buat kata-kata bijaknya ya*), Riski W. (kiki), Mariko Y. (*Thank's for the lucky charm*), Irka D. (Kichan), Artalina (lilin) (*Ayo ki, lin aku tunggu kelulusan kalian*), Mega. Yang telah memberikan penyegaran pikiran dikala sedang buntu pikiran dan batin.
- ❖ Semua pihak yang telah berpartisipasi banyak dalam membantu penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu Kami menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna.



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GRAFIK	ix
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang.....	I – 1
I.2 Perumusan masalah.....	I – 3
I.3 Tujuan Penulisan Tugas Akhir.....	I – 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Kelangkaan bahan bakar minyak.....	II – 1
II.2 Proses pembakaran.....	II – 2
II.3 Magnet sebagai penyempurnaan proses pembakaran.....	II – 4
II.4 Proses ionisasi magnet pada aliran bahan bakar.....	II – 7
II.5 Induktor	II – 9
II.5.1 Induktor disebut self – induced.....	II – 10
II.5.2 Ferit dan permeability.....	II – 13
II.5.3 Kawat tembaga.....	II – 13
BAB III METODELOGI PENELITIAN	
III.1 Metode	III – 1



III.1.1	Studi literatur.....	III – 1
III.1.2	Perencanaan pembuatan prototipe	III – 2
III.1.3	Pembuatan prototipe.....	III – 3
III.1.4	Engine set up.....	III – 3
III.1.5	Pengujian prototipe.....	III – 3
III.1.6	Hasil pengujian.....	III – 4
III.1.7	Analisa data dan pembahasan.....	III – 4
III.2	Peralatan uji.....	III – 4
III.2.1	Alat uji.....	III – 5
III.2.2	Alat ukur.....	III – 6
III.3	Engine set up	III – 7
III.3.1	Langkah – langkah melakukan engine set up.....	III – 7
III.3.2	Data kalibrasi engine.....	III – 8
III.4	Pengujian	III – 9
III.4.1	Prosedur pengujian	III – 9
III.4.2	Perhitungan dan analisa data	III – 11

BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

IV.1	Perencanaan prototipe.....	IV – 1
IV.1.1	Perhitungan jumlah lilitan.....	IV – 1
IV.1.2	Sketsa design prototipe.....	IV – 4
IV.2	Gambar prototipe.....	IV – 5
IV.3	Kalibrasi permanen magnet dan prototipe elektromagnet ..	IV – 7

	Halaman
IV.3.1	Dari hasil pengukuran permanent magnet gaya magnet yang ditimbulkan IV – 10
IV.3.2	Hasil kalibrasi elektromagnet dengan variasi tegangan..... IV – 10
BAB V PENGUJIAN DAN KINERJA PROTOTIPE	
V.1	Pengujian dan hasil pengujian..... V – 1
V.1.1	Pengujian motor tanpa menggunakan magnet (kalibrasi mesin uji)..... V – 1
V.1.2	Pengujian motor menggunakan magnet (kalibrasi permanen magnet)..... V – 5
V.1.3	Pengujian motor menggunakan prototipe elektromagnet (kalibrasi prototipe)..... V – 6
V.1.4	Perhitungan data hasil percobaan..... V – 9
V.1.5	Grafik – grafik hasil kalibrasi..... V – 10
V.1.6	Pengamatan grafik untuk menentukan kondisi Full Load.... V – 14
V.2	Pengaruh penggunaan prototipe elektromagnet (EM) terhadap perubahan nilai SFOC..... V – 17
V.3	Pengaruh penggunaan prototipe elektromagnet (EM) terhadap kenaikan daya maksimum (2300rpm)..... V – 19
V.4	Pengaruh penggunaan prototipe elektromagnet (EM) terhadap kenaikan torsi maksimum (1900rpm)..... V – 21
V.5	Pengaruh penggunaan prototipe elektromagnet (EM) terhadap kenaikan Effisiensi Efekti..... V – 23

	Halaman
V.6 Pembahasan.....	V – 24
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
VI.1 Kesimpulan.....	VI – 1
VI.2 Saran.....	VI – 2
Daftar Pustaka	
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Diagram flow proses pembakaran	II – 3
2.2 Ilustrasi ionisasi molekul bahan bakar.....	II – 7
2.3 Arah Gaya magnet.....	II – 10
2.4 Induktor solenoida.....	II – 10
2.5 Induktor solenoida dengan inti (core).....	II – 12
3.1 Flowchart pengerjaan Tugas Akhir.....	III – 2
3.2 Diagram blok instalasi prototipe.....	III – 10
3.3 Diagram blok instalasi permanen magnet.....	III – 11
4.1 Sketsa arah arus listrik.....	IV – 4
4.2 Sketsa arah medan magnet.....	IV – 5
4.3 Foto tampak memanjang prototipe elektromagnet.....	IV – 5
4.4 Foto tampak melintang prototipe elektromagnet.....	IV – 6
4.5 Foto prototipe elektromagnet lengkap dengan travo.....	IV – 6
4.6 Foto prototipe elektromagnet yang terpasang pada saluran bahan bakar motor.....	IV – 7
4.7 Blok diagram kalibrasi permanen magnet.....	IV – 8
4.8 Blok diagram kalibrasi prototipe.....	IV – 8
4.9 Foto proses kalibrasi permanen magnet dengan menggunakan alat ukur gauss meter.....	IV – 9
4.10 Foto kalibrasi prototipe elektromagnet.....	IV – 9

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Spesifikasi Motor Diesel Uji	III – 6
3.2 Rumus – rumus perhitungan performa engine	III – 9
4.1 Hasil perhitungan gaya magnet dengan variasi arus.....	IV – 4
4.2 Hasil kalibrasi permanen magnet.....	IV – 10
4.3 Hasil kalibrasi prototipe menggunakan sumber tegangan travo.....	IV – 10
5.1 Hasil data kalibrasi mesin uji 1900 rpm.....	V – 1
5.2 Hasil data kalibrasi mesin uji 2300 rpm.....	V – 2
5.3 Hasil pengolahan data kalibrasi mesin uji 1900 rpm.....	V – 3
5.4 Hasil pengolahan data kalibrasi mesin uji 2300 rpm.....	V – 4
5.5 Penentuan titik kalibrasi untuk kalibrasi prototipe pada putaran 1900 rpm dan 2300 rpm	V – 5
5.6 Hasil percobaan permanen magnet pada putaran 1900 rpm.....	V – 5
5.7 Hasil percobaan permanen magnet pada putaran 2300 rpm.....	V – 6
5.8 Hasil percobaan elektromagnet 800 gauss magnet rpm 1900.....	V – 6
5.9 Hasil percobaan elektromagnet 900 gauss magnet rpm 1900.....	V – 6
5.10 Hasil percobaan elektromagnet 990 gauss magnet rpm 1900.....	V – 7
5.11 Hasil percobaan elektromagnet 1090 gauss magnet rpm 1900.....	V – 7
5.12 Hasil percobaan elektromagnet 800 gauss magnet rpm 2300.....	V – 7
5.13 Hasil percobaan elektromagnet 900 gauss magnet rpm 2300.....	V – 8

	Halaman
5.14 Hasil percobaan elektromagnet 990 gauss magnet rpm 2300.....	V – 8
5.15 Hasil percobaan elektromagnet 1090 gauss magnet rpm 2300.....	V – 8
5.16 Engine menggunakan magnet permanen putaran 1900 rpm.....	V – 9
5.17 Engine menggunakan elektromagnet putaran 1900 rpm dengan daya magnet 800 gauss.....	V – 9
5.18 Engine menggunakan elektromagnet putaran 1900 rpm dengan daya magnet 900 gauss.....	V – 9
5.19 Engine menggunakan elektromagnet putaran 1900 rpm dengan daya magnet 990 gauss.....	V – 9
5.20 Engine menggunakan elektromagnet putaran 1900 rpm dengan daya magnet 1090 gauss.....	V – 9
5.21 Engine menggunakan magnet permanen putaran 2300 rpm.....	V – 10
5.22 Engine menggunakan elektromagnet putaran 2300 rpm dengan daya magnet 800 gauss.....	V – 10
5.23 Engine menggunakan elektromagnet putaran 2300 rpm dengan daya magnet 900 gauss.....	V – 10
5.24 Engine menggunakan elektromagnet putaran 2300 rpm dengan daya magnet 990 gauss.....	V – 10
5.25 Engine menggunakan elektromagnet putaran 2300 rpm dengan daya magnet 1090 gauss.....	V – 10
5.26 Hasil pengamatan grafik pada kondisi full load 1900 rpm.....	V – 16
5.27 Hasil pengamatan grafik pada kondisi full load rpm 2300.....	V – 16

	Halaman
5.28 Persentasi nilai kenaikan / penurunan SFOC kondisi full Load 1900 rpm.....	V – 16
5.29 Persentasi nilai kenaikan / penurunan SFOC kondisi full Load 2300 rpm.....	V – 17

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
5.1 SFOC vs Daya kalibrasi mesin uji 1900 rpm	V – 3
5.2 SFOC vs Daya kalibrasi mesin uji 2300 rpm	V – 4
5.3 SFOC vs Daya, motor tanpa menggunakan magnet, magnet permanen, prototipe kondisi torsi maksimum (1900 rpm).....	V – 11
5.4 SFOC vs Daya, motor menggunakan variasi kekuatan gaya magnet kondisi torsi maksimum (1900 rpm).....	V – 12
5.5 Effisiensi Efektif vs Daya, motor tanpa menggunakan magnet, permanen magnet, prototipe variasi gaya magnet kondisi torsi maksimum (1900 rpm).....	V – 12
5.6 SFOC vs Daya, motor tanpa menggunakan magnet, magnet permanen, prototipe kondisi daya maksimum (2300 rpm).....	V – 13
5.7 SFOC vs Daya, motor menggunakan variasi kekuatan gaya magnet kondisi daya maksimum (2300 rpm).....	V – 13
5.8 Effisiensi Efektif vs Daya, motor tanpa menggunakan magnet, permanen magnet, prototipe variasi gaya magnet kondisi daya maksimum (2300 rpm).....	V – 14
5.9 SFOC vs Daya prototipe elektromagnet kondisi torsi maksimum (1900 rpm)	V – 15

	Halaman
5.10 Effisiensi Efektif vs Daya menggunakan elektromagnet 1090 gauss rpm 1900.....	V – 15
5.11 Perlakuan mesin tanpa menggunakan magnet, magnet permanen, prototipe vs SFOC.....	V – 18
5.12 Perlakuan vs Daya.....	V – 20
5.13 Perlakuan vs Torsi.....	V – 22
5.14 Perlakuan vs Effisiensi Efektif.....	V – 23



BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. LATAR BELAKANG

Pada zaman industri saat ini khususnya industri perkapalan, maupun dunia maritime tidak dapat terlepas dari kebutuhan akan motor bakar diesel sebagai sumber penghasil daya utama. Pengoperasian motor bakar diesel tidak dapat terlepas dari kebutuhan akan Bahan Bakar Minyak (BBM). Namun demikian persediaan bahan bakar minyak tidak dapat bertambah bahkan semakin menipis. Berkaitan dengan hal tersebut harga dari bahan bakar minyak semakin hari semakin meningkat.

Dengan meningkatnya harga bahan bakar minyak akan mempengaruhi pula kenaikan biaya yang dibutuhkan oleh perusahaan industri dalam operasionalnya. Apabila kenaikan biaya operasional ini tidak dapat diredam sedangkan hasil produksi tetap dan pendapatan perusahaan tetap, maka akan menyebabkan kerugian dari perusahaan industri atau perusahaan maritime.

Selain itu kualitas bahan bakar yang beredar di pasaran umum tidak sebagus yang dijanjikan oleh produsen – produsen bahan bakar tersebut. Adanya kandungan unsur logam atau dalam istilah kimia adalah unsur *inert* pada bahan bakar, menyebabkan menurunnya kualitas dari bahan bakar. Kandungan unsur logam ini akan menghambat terjadinya proses kimiawi didalam ruang bakar motor. Dengan

demikian ada bahan bakar yang terbuang karena tidak dapat terbakar dengan sempurna. Hal ini akan menyebabkan penurunan kesempurnaan proses pembakaran yang terjadi didalam ruang bakar motor. Dengan kata lain telah terjadi pemborosan penggunaan bahan bakar, karena ada bahan bakar yang terbuang saat proses pembakaran yang terjadi.

Menyikapi permasalahan ini maka sangatlah penting melakukan suatu upaya penghematan penggunaan bahan bakar minyak. Telah banyak daya upaya yang telah dilakukan para ahli dalam mengurangi penggunaan bahan bakar minyak dan salah satu cara adalah dengan menambahkan alat permanen magnet pada sistem bahan bakar.

Penamasangan alat permanen magnet ini difungsikan untuk meningkatkan kesempurnaan proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar motor. Adanya gaya magnet yang ditimbulkan dari alat permanen magnet ini, menyebabkan penggetaran pada ikatan molekul bahan bakar. Sehingga ikatan molekul bahan bakar akan menjadi tidak stabil dan lebih tertata. Ketidak stabilan ikatan molekul bahan bakar ini akan menyempurnakan proses kimia yang terjadi di dalam ruang bakar motor.

Alat permanen magnet ini telah diaplikasikan pada dunia automotif, industri, bahkan dunia meritim. Namun demikian alat permanen magnet yang ada dipasaran memiliki kekuatan magnet yang tidak sesuai dengan perencanaan dari alat tersebut. Hal ini disebabkan oleh proses pemagnetan pada material alat tersebut



yang kurang sempurna. Keterbatasan lain yang dimiliki magnet permanen ini adalah tidak dapat diubah – ubah kekuatan gaya magnet yang dihasilkan.

Adanya perubahan kekuatan gaya magnet yang diberikan pada bahan bakar akan mempengaruhi proses penggetaran dan penataan molekul bahan bakar. Untuk mendapatkan kekuatan gaya magnet yang dapat diubah – ubah, perlu adanya suatu perencanaan sistem magnet non permanen. Sistem magnet non permanen yang dimaksud adalah pembuatan prototipe alat elektromagnet yang kekuatannya dapat diubah – ubah sesuai dengan perencanaan pembuatannya.

Dengan prototipe elektromagnet ini dapat dilakukan pengujian pada penggunaan motor diesel selayaknya permanen magnet, guna untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan oleh variasi kekuatan gaya magnet terhadap kinerja yang dihasilkan motor. selain itu pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui keuntungan dan kekurangan penggunaan permanen magnet dengan penggunaan elektromagnet.

I.2. PERUMUSAN MASALAH

Cara pemurnian bahan bakar telah banyak dilakukan, dan salah satu cara adalah dengan menambahkan magnet pada sistem bahan bakar. Magnet dapat mengionisasi partikel bahan bakar sehingga menjadikan molekul bahan bakar tidak stabil. Ketidak stabilan dari molekul bahan bakar ini menyebabkan semakin mudahnya bahan bakar berikatan dengan partikel O_2 didalam ruang bakar. Sehingga proses pembakaran akan terjadi lebih sempurna. Karena pembakaran menjadi

semakin sempurna maka performa motor akan meningkat sehingga pemakaian bahan bakar akan berkurang.

Penerapan dari metode pemurnian bahan bakar dengan menggunakan magnet ini telah dilakukan dengan menggunakan magnet permanen. Permasalahan yang timbul adalah belum diketahui kekuatan magnet permanen yang paling ideal dalam proses pemurnian bahan bakar pada penggunaan motor berbahan bakar solar. Hal ini yang mendorong penyaji untuk membuat modifikasi alternatif alat dari magnet permanen yang telah digunakan di pasaran umum, dengan merancang magnet nonpermanen atau elektromagnetik sebagai pengganti dari magnet permanen. Sebagaimana diketahui bahwa kemagnetan dapat ditimbulkan dari arus listrik yang dilalui pada bahan dielektrik. Sehingga dengan memvariasikan tegangan listrik akan didapatkan daya magnet yang ideal untuk memurnikan bahan bakar solar.

I.3. TUJUAN PENULISAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan permasalahan yang diangkat, ada beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam Penulisan tugas akhir ini, adalah :

1. Dapat merencanakan dan membuat prototipe elektromagnet sebagai alat peningkat kinerja motor diesel.
2. Membuktikan penambahan elektromagnet pada sistem bahan bakar motor diesel, dapat menurunkan penggunaan bahan bakar.

3. Membuktikan penggunaan elektromagnet dalam fungsinya sebagai alat peningkat performa motor lebih menguntungkan dibanding menggunakan permanen magnet.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Kelangkaan bahan bakar minyak

Dari sisi *supply*, sumber daya energi di Indonesia, khususnya bahan bakar fosil (*fossil fuels*) ternyata sangat terbatas dan akan habis dalam waktu yang tidak terlalu lama sementara ketergantungan terhadap bahan bakar fosil sangat tinggi. Cadangan minyak bumi terbukti saat ini diperkirakan sebesar 10 milyar barel. Dengan tingkat produksi rata-rata 0,5 milyar barrel per tahun, maka cadangan tersebut dapat habis dalam waktu 15-20 tahun. Dengan tingkat ekstraksi sebanyak 3 - 4 TSCF per tahun, maka cadangan gas alam sebanyak 166 TSCF masih tersisa selama 35-40 tahun dan untuk batu bara, dengan Meningkatkan ekstraksi 0,5 – 0,6 milyar TCF per tahun, cadangan batubara yang ada akan habis dalam waktu 60 – 75 tahun, dengan catatan tingkat konsumsi yang relatif konstan (*Pokja PA-PSDA, dan KOE untuk PB, 2004*).

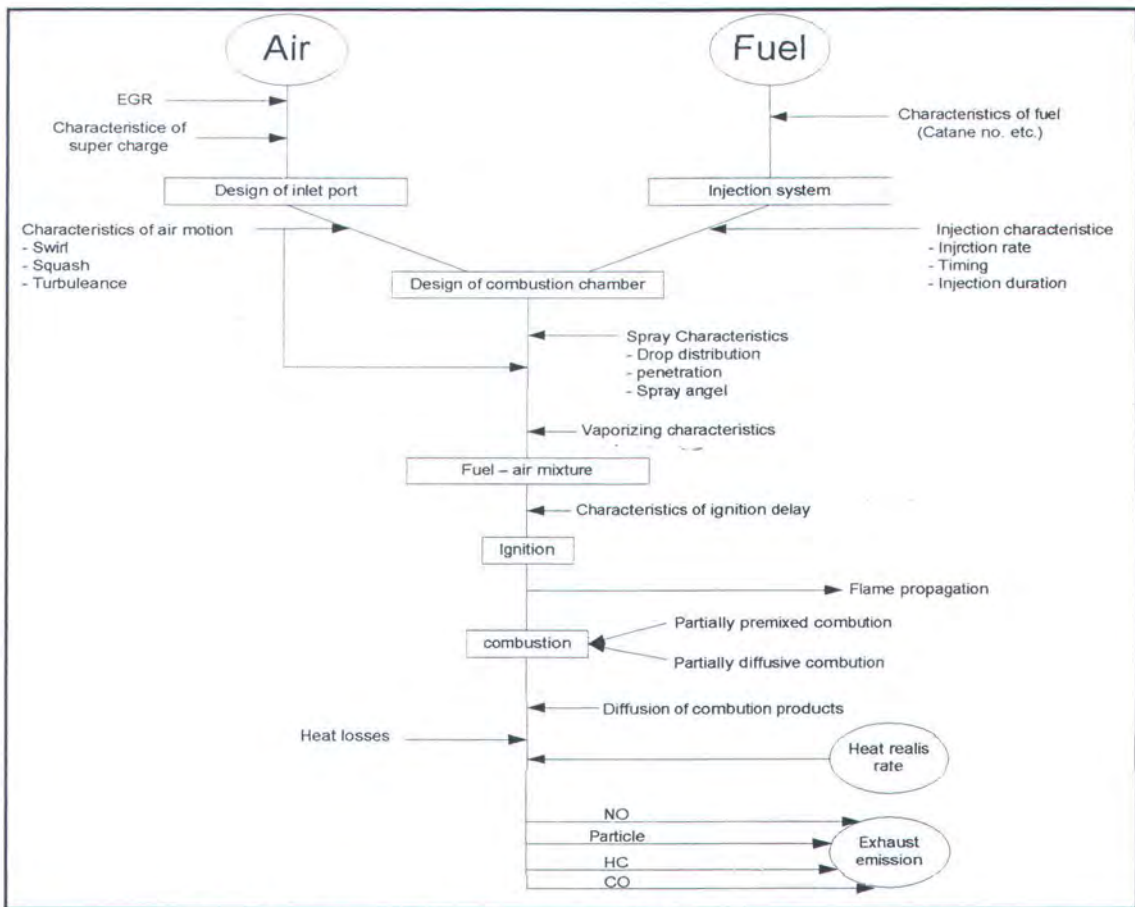
Kondisi *demand* dan *supply* menunjukkan bahwa ketergantungan yang tinggi terhadap bahan bakar fosil untuk mendorong pembangunan ekonomi dalam jangka panjang dapat mengancam kesinambungan pertumbuhan ekonomi itu sendiri jika sumber daya energi *fossil* semakin berkurang. Di sisi yang lain, eksploitasi atas sumber-sumber energi fosil mengakibatkan konflik pengelolaan sumber daya alam dengan masyarakat, dan rusaknya ekosistem. Penggunaan

energi fosil mengakibatkan degradasi kualitas lingkungan, udara dan kesehatan
(*Pokja PA-PSDA, dan KOE untuk PB, 2004*)

Persoalan yang sering muncul menghadang tak lain adalah masalah harga dan ketersediaannya. BBM memang jinak-jinak merpati, suatu saat keberadaannya melimpah ruah, tetapi disaat yang lain seperti layaknya mencari sebetuk jarum dalam timbunan jerami. Demikian juga dengan masalah harga BBM. Harga BBM layaknya roller coaster ... jungkir balik tidak karuan, terkadang membuat kepala dan kaki tak tentu arahnya. Sungguh membuat kepala pusing tujuh keliling (*Anoname, 2004*).

II.2 Proses pembakaran

Proses pembakaran dimulai dengan adanya udara dan bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar (*combustion chamber*). Pada daerah ini ada proses pencampuran bahan bakar yang telah dikabutkan dengan atom O_2 dari udara. Proses selanjutnya adalah pembakaran, proses pembakaran ini menghasilkan tenaga dan produk sisa pembakaran yang lain berupa gas hasil pembakaran.



Gambar 2.1. Diagram flow proses pembakaran (Kartikha, 2002)

Ikatan yang lebih polar mengalami gaya lebih besar daripada ikatan yang kurang polar. Ikatan H-C termasuk ikatan non polar, karena nilai momen ikatannya hanya sebesar 0,4 Debye. Namun medan magnet yang kuat dapat mengganggu dan mempengaruhi ikatan H-C. Meskipun ikatan antara atom H-C tidak sampai terlepas satu sama lain, namun setidaknya kekuatan ikatannya akan sedikit melemah, sehingga atom-atom hidrogen dan karbon akan lebih mudah tertarik dengan oksigen pada proses pembakaran (Ralph dan Joan, 1991).

II.3 Magnet sebagai penyempurnaan proses pembakaran

Dalam proses pemurnian bahan bakar, gaya magnet telah digunakan pada era tahun 1960. Pada saat itu magnet yang digunakan adalah magnet permanen yang berkekuatan besar dan dipasang pada saluran bahan bakar (*Powell, 2005*). Daya magnet akan mempengaruhi sifat kelistrikan dari bahan bakar hidrokarbon. Dan pengaruhnya terhadap performa bahan bakar yang digunakan pada motor bakar akan menambah performa dari motor bakar (*Tretyakov, 1975*).

Setiap molekul tersusun dari nuclei yang bermuatan positif dan electrons bermuatan negatif, dengan demikian dapat terjadinya pengkutuban dari molekul-molekul baik secara sesaat maupun secara permanen (*Maron dan Lando, 1944*). bahan bakar tersusun dari molekul-molekul bahan bakar. Solar merupakan salah satu jenis bahan bakar ikatan hidrokarbon. Jadi dapat disimpulkan bahwa bahan bakar solar memiliki muatan positif dan negatif yang dapat dikutupakan apabila bahan bakar tersebut dialirkan melalui suatu medan magnet (*Anoname, 2002*). Dengan pengkutuban ini ikatan molekul bahan bakar akan merenggang atau dengan secara istilah kimia dikatakan iktan molekul bahan bakar tidak stabil (*Kartika, 2004*).

Jika suatu atom diletakan dalam medan magnet seragam maka elektron yang mengelilingi inti menjadi berputar. Perputaran ini menyebabkan medan magnet sekunder yang arahnya berlawanan dengan arah medan magnet yang diberikan seperti terlihat pada gambar Medan magnet sekunder sebagai akibat medan magnet luar (*Nono, 2004*). Di bawah medan magnet statis yang besar,

awan elektron mengelilingi molekul sehingga menjadikannya bersifat magnet terpolarisasi dan memberikan kenaikan pada medan magnetik ekstra yang kecil. Posisi inti atom, pada medan yang sesungguhnya tidak hanya tergantung pengaruh dari luar dan medan makroskopik tetapi juga sekeliling molekul sendiri. Molekul hidrokarbon bersifat diamagnetik dikarenakan elektron berpasangan (terkompensasi). Elektron berpasangan ini ditimbulkan oleh ikatan kovalen antara karbon dengan karbon atau karbon dengan hidrogen. Seperti terlihat pada gambar spin elektron dan inti pada senyawa etilena (Nono, 2004). Partikel-partikel atom yang membentuk molekul hidrokarbon tersebut dipengaruhi oleh medan magnet yang ditimbulkan sehingga akhirnya akan menjadi molekul yang aktif dan arahnya sejajar (teorientasi) sesuai dengan arah medan magnet. Aktitas molekul yang meningkat akibat medan magnet akan menyebabkan pemecahan gugus molekul terpecah (*Anoname, 2002*).

Penurunan SFOC bisa disebabkan karena molekul bahan bakar yang telah dilewatkan magnetic filter, akan menjadi lebih kecil dan ikatan antara C-H pada molekul tersebut akan lebih baik. Hal ini menyebabkan bahan bakar akan menjadi lebih sempurna. Dan akhirnya akan menyebabkan SFOC akan lebih rendah (*Sudrajad dan Gerianto, 2002*)

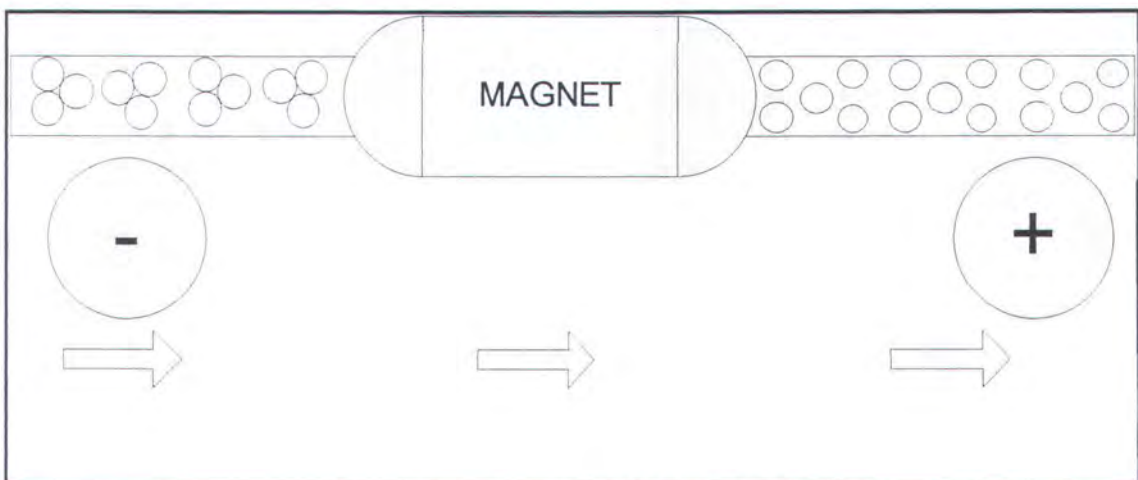
Penggetaran ikatan kimia rantai atom hidrokarbon dalam senyawa BBM menjadikan atom lebih reaktif. Kualitas bakar BBM dapat mempengaruhi pembakaran sempurna. Kualitas bakar BBM dipengaruhi oleh berbagai hal, yaitu homogenitas, sifat kimia dan sifat fisika. Homogenitas BBM yang kurang baik

dapat disebabkan terkontaminasi dengan uap air, tercampur dengan minyak tanah dan tercampur dengan logam senyawa lain yang menurunkan kualitas bakar BBM. Yang dimaksud dengan sifat fisika BBM antara lain adalah titik didih, titik uap dan nilai Research Octane Number (RON) yang menurun sehingga mengurangi kesempurnaan pembakaran. Yang dimaksud dengan sifat kimia BBM antara lain besar kandungan belerang dan besar kandungan timbal (TEL) yang tidak proporsional. Hal itu dapat menurunkan kualitas bakar BBM, menyebabkan BBM tidak mudah terbakar, berkurang nilai panasnya (calor value), titik nyala (fashing point) sehingga pembakaran tidak terjadi secara sempurna. Pada keadaan tertentu menurunnya kualitas BBM dapat menyebabkan berkurangnya efisiensi dan kemampu mesin. Dengan pembakaran sempurna maka tenaga (power) akan lebih besar maka akselerasi kendaraan akan lebih besar dan pembakaran sempurna menghasilkan gas beracun CO, CO₂ dan HCL lebih sedikit (Anoname , 2005).

Selain proses magnetifikasi bahan, sifat kemagnetan dapat ditimbulkan dengan cara elektrik. Arus listrik yang dialirkan melalui penghantar yang dibelitkan pada inti besi yang berbentuk solenoid (batang dengan bahan konduktor berlilitkan kawat), akan menghasilkan medan magnet yang sebanding dengan jumlah lilitan dikalikan dengan besar arus listrik (Zuhal, 1977).

II. 4. Proses Ionisasi magnet pada aliran bahan bakar

Penggunaan magnet pada aliran bahan bakar digunakan dengan tujuan untuk proses ionisasi. Tujuan akhirnya adalah agar proses pembakaran dapat berjalan dengan lebih sempurna, menekan biaya bahan bakar, peningkatan efisiensi bahan bakar dan penurunan emisi gas buang. Pada gambar 2.3 dapat dilihat ilustrasi perubahan komposisi bahan bakar sebelum memasuki medan magnet dan setelah keluar dari medan magnet. Pada keadaan memasuki medan magnet terlihat struktur bahan bakar tidak teratur, namun setelah memasuki medan magnet komposisinya lebih teratur dan lebih kondusif dalam mengikat atom oksigen.



Gambar 2.2 ilustrasi ionisasi molekul bahan bakar

Biasanya bahan bakar yang digunakan dalam proses pembakaran di internal combustion dibentuk dari satu set molekul. Tiap molekul ini memiliki

banyak sekali atom – atom, yang terdiri dari nukleus (inti atom) dan sejumlah elektron yang mengelilinginya dalam bentuk orbital – orbital. Pada tiap orbital ini ada gaya tarik menarik dengan inti atom yang terdapat didalamnya. Perputaran elektron mengelilingi inti akan menimbulkan suatu fenomena magnetisasi. Pada bagian orbital terluar, elektron akan cenderung untuk memisahkan diri karena gaya magnetisasi (gaya tarik antara orbital dengan inti) sangat kecil. Hal ini sama dengan penggunaan magnet dalam percobaan ini. Maka kutub (+) dan kutub (-) akan terbentuk dalam aliran bahan bakar yang memasuki magnet. Untuk alasan ini, partikel bahan bakar yang (+) dan (-) akan terbelah menjadi suatu molekul tidak stabil. Molekul dikatakan stabil apabila pada semua orbitalnya diisi dengan elektron yang saling berpasangan. Sebagai hasilnya bahan bakar tidak akan saling mengikat dengan oksigen selama proses pembakaran, yang biasanya sebagai penyebab terbesar bahan bakar tidak terbakar. Proses ionisasi partikel bahan bakar ini akan dapat dikerjakan lebih sempurna dengan penyediaan sumber daya magnet.

Udara dan bahan bakar merupakan komponen utama dalam proses pembakaran. Bahan bakar sendiri biasanya terdiri dari banyak rantai hidrokarbon yang posisinya di dalam cairan bahan bakar tidak teratur. Suatu grup hidrokarbon ketika melewati medan magnet yang terbentuk di dalam aliran bahan bakar yang dikelilingi oleh magnet maka akan berubah susunannya. Perubahan ini mengarah kepada perubahan orientasi magnetisasi ke arah berlawanan dengan kutub magnet. Pada saat yang bersamaan, adanya gaya intermolecular yang terjadi

antara atom dianggap mampu menekan penurunan besarnya emisi yang ditimbulkan.

Mekanisme ini dianggap mampu membentuk penyebaran partikel bahan bakar dan bisa menjadi bahan bakar yang lebih baik. Pada bagian bahan bakar, ion – ion hidrogen akan dipisahkan dari rantai utama yang ada pada hidrokarbon. Hal ini terjadi karena ikatan antara ion hidrogen dan ion karbon tidak dalam suatu ikatan yang sabil, masih ada kemungkinan untuk melepaskan diri dari rantai utama. Kemudian dari udara ion oksigen akan bergabung untuk membuat senyawa baru dengan melalui proses magnetisasi. (Karthika , 2002)

II. 5. Induktor

Jika seutas kawat tembaga diberi aliran listrik, maka di sekeliling kawat tembaga akan terbentuk medan listrik. Dengan aturan tangan kanan dapat diketahui arah medan listrik terhadap arah arus listrik. Caranya sederhana yaitu dengan mengacungkan jari jempol tangan kanan sedangkan keempat jari lain menggenggam. Arah jempol adalah arah arus dan arah ke empat jari lain adalah arah medan listrik yang mengitarinya. Seperti yang tergambarkan pada gambar 2.3



Gambar 2.3 arah gaya magnet (Kurnia, 2005)

II.5.1 Induktor disebut self-induced

Fungsi utama dari induktor di dalam suatu rangkaian adalah untuk melawan fluktuasi arus yang melewatinya. Aplikasinya pada rangkaian dc salah satunya adalah untuk menghasilkan tegangan dc yang konstan terhadap fluktuasi beban arus. Pada aplikasi rangkaian ac, salah satu gunanya adalah bisa untuk meredam perubahan fluktuasi arus yang tidak diinginkan. Akan lebih banyak lagi fungsi dari induktor yang bisa diaplikasikan pada rangkaian filter, tuner dan sebagainya.



Gamar2.4 Induktor selenoida

Dari pemahaman fisika, elektron yang bergerak akan menimbulkan medan elektrik di sekitarnya. Berbagai bentuk kumparan, persegi empat, setengah

lingkaran ataupun lingkaran penuh, jika dialiri listrik akan menghasilkan medan listrik yang berbeda. Penampang induktor biasanya berbentuk lingkaran, sehingga diketahui besar medan listrik di titik tengah lingkaran adalah :

$$B = \mu_r \mu_0 n i$$

Jika dikembangkan, n adalah jumlah lilitan N relatif terhadap panjang induktor l . Secara matematis ditulis :

$$n = \frac{N}{l}$$

Lilitan per-meter

Lalu i adalah besar arus melewati induktor tersebut. Ada simbol μ yang dinamakan permeability dan μ_0 yang disebut permeability udara vakum. Besar permeability μ tergantung dari bahan inti (*core*) dari induktor. Untuk induktor tanpa inti (*air winding*) $\mu = 1$.

Jika rumus-rumus di atas di subsitusikan maka rumus induktansi dapat ditulis menjadi :

$$L = \frac{\mu_r \mu_0 N^2 A}{\ell}$$

Induktansi Induktor



Gambar 2.5 Induktor selenoida dengan inti (core)

L : induktansi dalam H (Henry)

m : permeability inti (*core*)

m_0 : permeability udara vakum

$$m_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

N : jumlah lilitan induktor

A : luas penampang induktor (m^2)

l : panjang induktor (m)

Inilah rumus untuk menghitung nilai induktansi dari sebuah induktor.

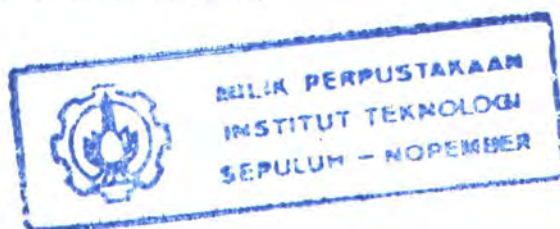
Tentu saja rumus ini bisa dibolak-balik untuk menghitung jumlah lilitan induktor jika nilai induktansinya sudah ditentukan.

II.4.2 Ferit dan Permeability

Besi lunak banyak digunakan sebagai inti (*core*) dari induktor yang disebut ferit. Ada bermacam-macam bahan ferit yang disebut ferromagnetik. Bahan dasarnya adalah bubuk besi oksida yang disebut juga *iron powder*. Ada juga ferit yang dicampur dengan bahan bubuk lain seperti *nickle*, *manganase*, *zinc* (seng) dan *mangnesium*. Melalui proses yang dinamakan kalsinasi yaitu dengan pemanasan tinggi dan tekanan tinggi, bubuk campuran tersebut dibuat menjadi komposisi yang padat. Proses pembuatannya sama seperti membuat keramik. Oleh sebab itu ferit ini sebenarnya adalah keramik.

II.5.3 Kawat tembaga

Untuk membuat induktor biasanya tidak diperlukan kawat tembaga yang sangat panjang. Paling yang diperlukan hanya puluhan sentimeter saja, sehingga efek resistansi bahan kawat tembaga dapat diabaikan. Ada banyak kawat tembaga yang bisa digunakan. Untuk pemakaian yang profesional di pasar dapat dijumpai kawat tembaga dengan standar AWG (*American Wire Gauge*). Standar ini tergantung dari diameter kawat, resistansi dan sebagainya. Misalnya kawat tembaga AWG32 berdiameter kira-kira 0.3mm, AWG22 berdiameter 0.7mm ataupun AWG20 yang berdiameter kira-kira 0.8mm. Biasanya yang digunakan adalah kawat tembaga tunggal dan memiliki isolasi (*Kurnia, 2005*)





BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

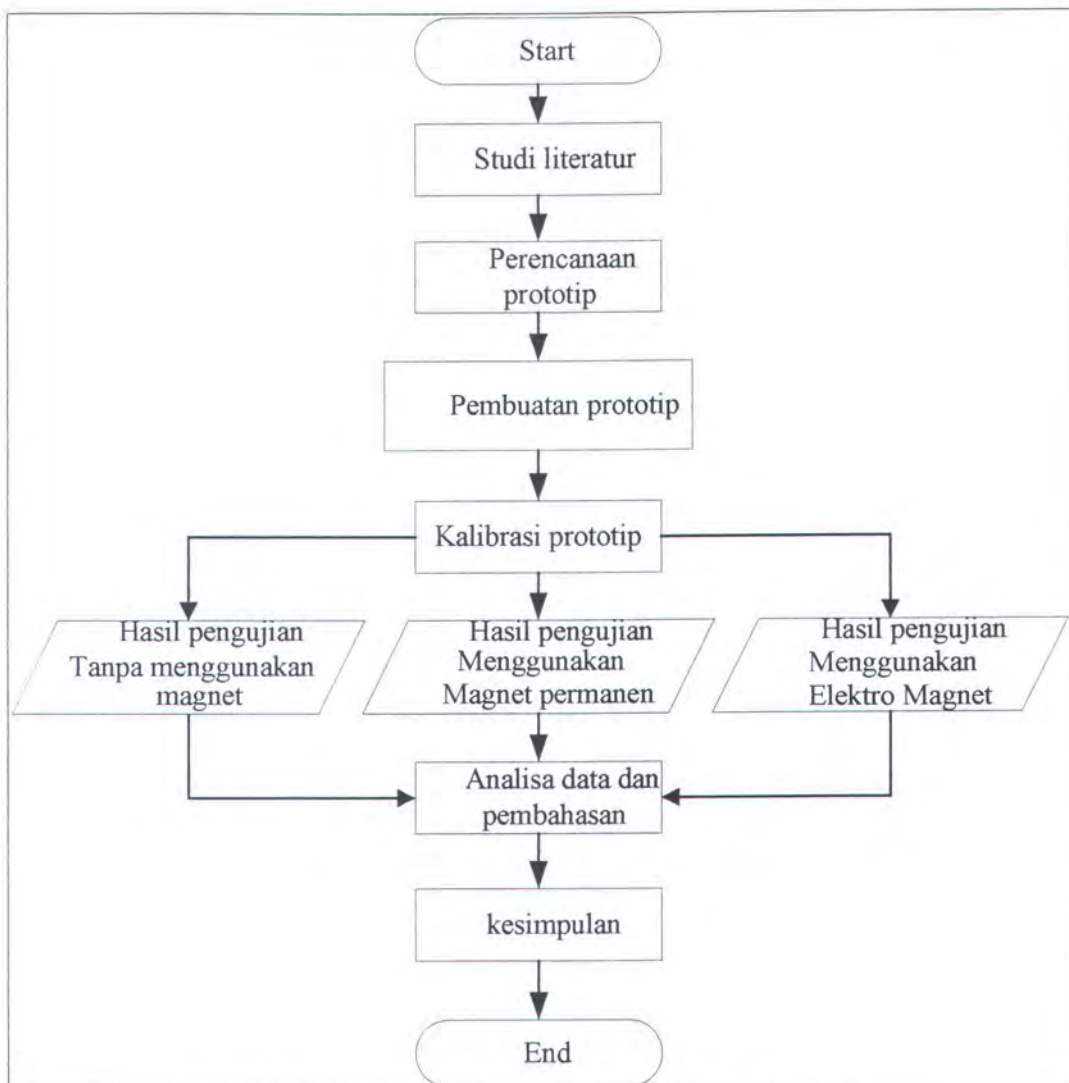
III.1. Metode

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam tugas ahir ini adalah dengan menggunakan metode eksperimen. Dari hasil eksperimen atau pengujian nantinya akan dilakukan perbandingan dari hasil pengujian tanpa menggunakan magnet sebagai pemurni bahan bakar dengan menggunakan magnet permanent maupun elektromagnet.

III.1.1 Studi Literatur.

Cara ini dimaksudkan untuk memperoleh data/informasi serta berbagai rumusan yang diperlukan dengan menggunakan buku-buku dan sumber informasi lain yang berkaitan dengan tema penulisan tugas akhir. Studi literatur juga diperoleh dari berbagai informasi yang tersedia dari website yang didapat dengan browsing melalui internet.

Dengan adanya studi literature diharapkan dasar teori yang digunakan sebagai landasan dalam pengerjaan tugas ahir dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.



Gambar 3.1. Diagram alir proses metode penelitian.

III.1.2 Perencanaan Pembuatan Prototip.

Sebagai bagian dari persiapan pengujian maka akan direncanakan pembuatan prototip, dalam hal ini perencanaan prototip meliputi perhitungan kebutuhan lilitan kumparan dan panjang konduktor. Perencanaan prototip meliputi penentuan spesifikasi bahan yang akan digunakan, penentuan dimensi serta proses pembuatan prototip. Hasil dari perencanaan prototip ini berupa spesifikasi bahan dan gambar rancangan prototip.

III.1.3 Pembuatan Prototip.

Setelah didapatkan gambar rancangan prototipe serta spesifikasi bahan, maka selanjutnya dilakukan pengumpulan bahan dan dilanjutkan dengan proses pembuatan.

III.1.4 Engine Set-up.

Engine sebagai media kalibrasi (kalibrator) prototype harus terlebih dahulu dilakukan kalibrasi. Kalibrasi engine dilakukan pada putaran 1900 rpm dan 2300 rpm. Dimana tujuan dari pemilihan putaran ini adalah untuk mengetahui kondisi engine pada daya maksimum dan kondisi engine pada torsi maksimum. Kalibrasi ini akan menghasilkan data karakteristik engine yang mendukung dan menyatakan unjuk kerja engine (performance engine).

III.1.5 Pengujian Prototip.

Pengujian dilakukan pada penggunaan bahan bakar yang digunakan sebuah motor disel. Pengujian yang dilakukan meliputi tiga macam pengujian yaitu pengujian tanpa menggunakan magnet, pengujian dengan menggunakan permanen magnet, serta kondisi menggunakan elektromagnet.

Dalam tugas akhir ini kondisi pengujian dilakukan dengan mode variasi beban motor, putaran motor dan tegangan yang dialirkan pada prototipe. Hal ini diambil dengan alasan bahwa titik berat pengujian adalah pengukuran penggunaan bahan bakar berpengaruh terhadap putaran motor sedangkan putaran motor akan dipengaruhi oleh besarnya beban motor.

Sehingga dengan variasi beban motor dan penggunaan bahan bakar yang sama dan putaran yang bervariasi, akan dapat diketahui efisiensi penggunaan bahan bakar.

III.1.6 Hasil Pengujian.

Data hasil pengujian yang diperoleh akan terbagi dalam tiga kelompok data sesuai dengan kondisi pengujian, yaitu data pengujian tanpa penggunaan magnet, dengan penggunaan permanen magnet serta data pengujian menggunakan elektromagnet.

Data-data yang diperoleh meliputi putaran, beban motor disel, penggunaan bahan bakar dalam satuan waktu tertentu, besar tegangan dan arus listrik yang dialirkan pada kumparan.

III.1.7 Analisa Data dan Pembahasan.

Data-data yang diperoleh dari pengujian akan direpresentasikan dalam bentuk grafik-grafik untuk memudahkan penganalisaan dan pembahasan serta untuk membaca trend yang terjadi. Selanjutnya data dari hasil ketiga kelompok pengujian akan dibandingkan satu dengan lainnya dan dikaitkan pula dengan landasan teori yang ada sebagai bahasan hasil pengujian.

III.2. Peralatan Uji.

Peralatan uji yang digunakan pada penelitian ini dapat dibagi menjadi dua macam kelompok yaitu alat uji dan alat ukur.

III.2.1 Alat Uji.

Alat uji yang digunakan pada penelitian ini adalah motor diesel DONGFENG R180 yang terdapat di laboratorium Motor Bakar Dalam Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS Surabaya.

Spesifikasi utama mesin diesel yang dimaksud adalah sbb. :

ITEM	
Model	DONGFENG model R180
Tipe	Single – cylinder, horizontal, water – cooled, four – stroke, swirl combustion chamber
Cylinder bore	80 mm
Piston Stroke	80 mm
Piston Displacement	0,402 L
12 – hour output	5,15 kw (7 PS)
Overload output	5,67 kw (7,7 PS)
Rated speed	2600 rpm
Combustion ratio	21 ± 1
Specific Fuel Oil Consumption (SFOC)	Not more than 269,3 g/kw.h (198 g/PS.h)
Specific Lub Oil Consumption (SLOC)	Not more than 3,4 g/kw.h (2,5 g/PS.h)
Valve clearance (cold engine)	Inlet valve : 0,15 ~ 0,25 mm Exhaust valve : 0,25 ~ 0,35 mm
Valve timing	
Intake valve open	$14^{\circ} 30' \pm 3^{\circ}$ before T.D.C
Intake valve close	$37^{\circ} 30' \pm 3^{\circ}$ after B.D.C
Exhaust valve open	$48^{\circ} 30' \pm 3^{\circ}$ before B.D.C

Exhaust valve close	15° 30' ± 3° after T.D.C
Fuel Injection timing	17° ± 1° before T.D.C
Fuel Injection pressure	14,2 ± 0,5 MPa (142 ± 5 kgf/cm ²)
Type of injection pump	Helical groove, individual rack (Plunger dia.6 mm)
Type of injector	Single –orifice, needle – vlave ZS4S1
Type of governor	Mechanical, full range, centrifugal
Rotation direction of flywheel	Counter – clockwise (view from flywheel side)
Lubricating system	Pressure and splashing
Method of starting	Manual, speeding – up
Capacity of fuel tank	61
Capacity of cooling water	71
Capacity of lubricating oil	2,51
Specification of flywheel type alternator	90 W / 12 V (3 – group)
Net weight	70 kg
Overall dimensions	625 x 341 x 464 mm (L x W x H)

Tabel 3.1. Spesifikasi Motor Diesel Uji

III.2.2 Alat Ukur.

Alat ukur yang digunakan pada eksperimen ini adalah sbb. :

1. Generator
2. Gelas Ukur.

Gelas ukur digunakan untuk mengukur jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh engine pada waktu pengujian dilakukan.

3. Stop Watch.

Stop watch digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan oleh engine untuk mengkonsumsi sejumlah bahan bakar dengan volume tertentu (ditentukan penguji)

III.3. Engine Set Up.

Engine sebagai media kalibrasi (kalibrator) untuk prototype harus terlebih dahulu dilakukan kalibrasi. Hasil kalibrasi akan menghasilkan data karakteristik engine yang mendukung dan menyatakan unjuk kerja (performance engine tersebut).

III.3.1 Langkah – langkah Melakukan Kalibrasi Engine.

Kalibrasi engine dilakukan pada putaran engine sebesar 1900, 2300 RPM.

Tahap persiapan

1. Memeriksa Instalasi engine test bed dan kelengkapannya.
2. Menyiapkan peralatan yang dibutuhkan saat melakukan kalibrasi engine.
3. Menyiapkan bahan bakar ke dalam gelas ukur sehingga dapat diamati laju penggunaan bahan bakar.

Tahap Pengukuran/Pencarian daya maksimal

1. Menstart engine kira-kira 15 menit pada putaran idle speed tanpa beban.
2. Putaran engine dijaga konstan dengan cara meningkatkan putaran/gas mesin pada setiap penambahan beban.

3. Beban diatur pada beban pertama sebesar 350 kw
4. Melakukan pengukuran terhadap besar pembebanan yang terdapat pada water brake dynamometer, volume bahan bakar yang dikonsumsi mesin di gelas ukur (ditentukan sebesar 2 cc), waktu mengkonsumsi bahan bakar.
5. Memberi penambahan beban secara perlahan-lahan sampai pada kondisi mesin tidak mampu lagi menerima pembebanan.

III.3.2 Data Kalibrasi Engine.

Karakteristik / performance engine akan didapat setelah kalibrasi selesai dilakukan. Karakteristik engine akan berupa karakteristik SFOC, Torsi, Effisiensi efektif.

Data awal kalibrasi engine adalah sebagai berikut :

- Putaran Engine ditentukan sebesar 1900, 2300 RPM.
- Penambahan beban secara bertahap.
- Volume bahan bakar ditentukan sebesar 2 cc.

Data yang akan diukur dari kalibrasi engine adalah sebagai berikut :

- Tegangan listrik orkeluaran generator
- Arus listrik yang dihasilkan generator
- Waktu yang dibutuhkan untuk mengkonsumsi bahan bakar sebanyak 2 cc.

Data yang akan dihitung dari kalibrasi engine adalah sebagai berikut :

- Daya Efektif.
- Kecepatan Aliran Bahan Bakar.
- SFOC (*specific fuel oil consumption*).
- Efisiensi efektif
- Torsi

Pengolahan Data Kalibrasi.

Untuk mengolah data maka proses perhitungan dilakukan dengan memakai persamaan-persamaan seperti tertera pada dasar teori.

ITEM	RUMUS
Daya Efektif	$Ne = \frac{V.I}{\eta.\eta} / 1000 \text{ (Kw)}$
Kecepatan aliran fuel (FOC)	$FOC_{BB} = \rho_{BB} \cdot \frac{V_{BB}}{t_{BB}} \text{ (Kg/s)}$ $\rho_{BB} = 830 \text{ (Kg/m}^3\text{)} : \text{ masa jenis bahan bakar}$
SFOC	$b_e = \frac{FOC_{BB}}{Ne} 3,6.10^6 \text{ (g/Kw.h)}$

Tabel 3. 2. Rumus-rumus perhitungan performa engine.

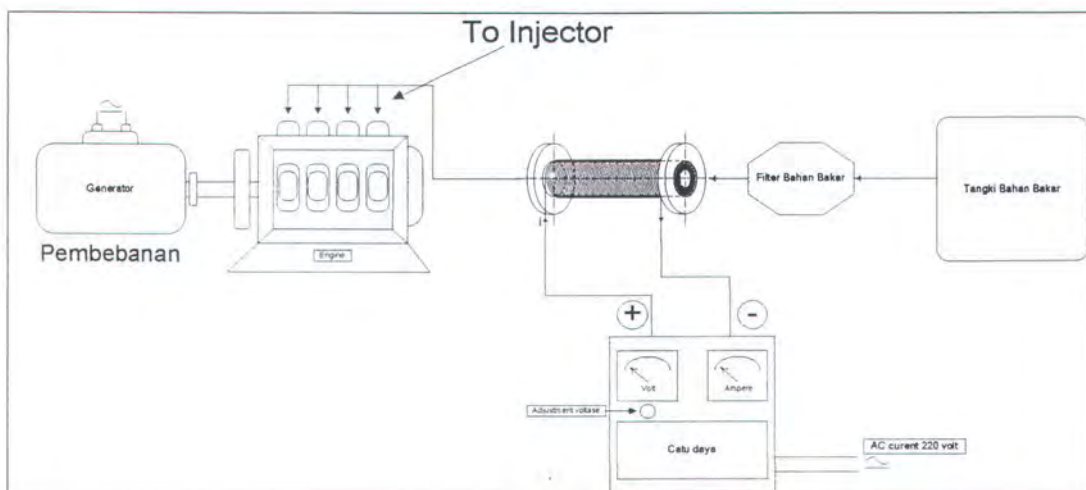
III.4. Pengujian.

III.4.1 Prosedur Pengujian.

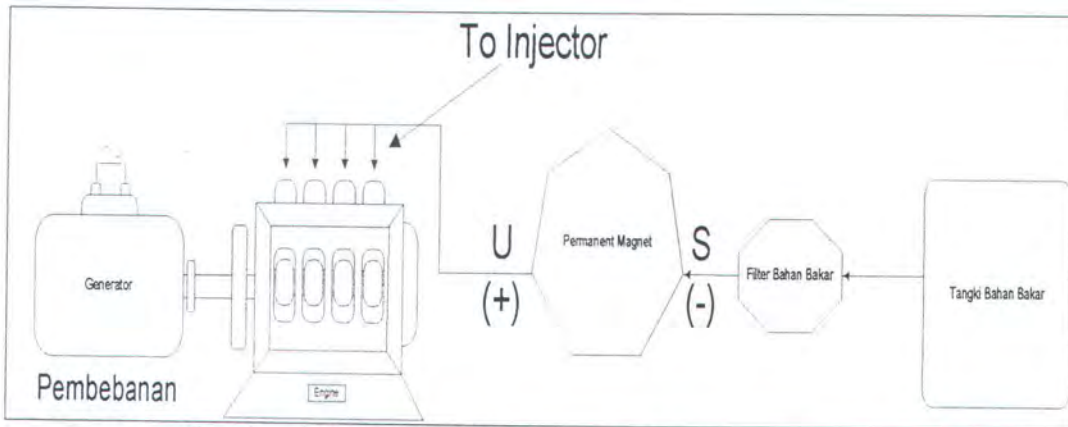
Sebelum melakukan pengujian maka dilakukan terlebih dahulu pemeriksaan terhadap instalasi engine dan generator serta pencatatan terhadap

temperature udara kamar. Selanjutnya dilakukan prosedur pengujian dengan urutan-urutan sbb. :

1. Motor diesel dihidupkan.
2. Melakukan pemanasan engine selama 15 menit untuk mencapai kondisi operasional.
3. Menaikan putaran engine sesuai dengan putaran yang direncanakan.
4. Memberikan pembebanan terhadap engine dengan cara mengatur bukaan katup secara perlahan-lahan sesuai dengan nilai yang direncanakan.
5. Pada setiap pembebanan pengujian, dilakukan pencatatan data-data sbb. :
 - Putaran motor diesel yang direncanakan.
 - Beban motor diesel yang diuji.
 - Volume bahan bakar.
 - Tegangan yang dialirkan.
 - Waktu yang dibutuhkan untuk mengkonsumsi bahan bakar yang direncanakan volumenya.
6. Instalasi magnet



Gambar.3.2 Diagram block instalasi prototipe



Gambar.3.3 Diagram block instalasi permanen magnet

7. Setelah pengujian selesai dilakukan dan semua sampling data telah diambil maka motor diesel dimatikan dengan terlebih dulu mengurangi putaran engine sampai kondisi idle.

III.4.2 Perhitungan dan Analisa Data.

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian penggunaan magnet permanen dan elektromagnet, maka akan dapat dilakukan perhitungan terhadap komponen-komponen sbb. :

- Torsi
- Daya efektif.
- Specific fuel consumption (SFC).
- Massa bahan bakar.
- Massa udara.

Untuk memudahkan proses penganalisaan maka data hasil pengujian akan direpresentasikan dalam bentuk grafik. Grafik-grafik yang akan dibuat meliputi :

- SFC v.s. Daya motor diesel.
- Torque v.s Daya motor diesel
- Effisiensi v.s Daya motor diesel



BAB IV

**PERANCANGAN
DAN
PEMBUATAN
ALAT**

BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini membahas segala sesuatu yang menyangkut proses perencanan, pembuatan, hingga kalibrasi prototipe. Proses perencanan terbagi menjadi dua tahap pengerjaan tahap awal adalah perhitungan kebutuhan kumparan prototipe elektromagnet, dan tahap berikutnya adalah gambar perancangan prototipe.

IV.1. Perencanaan Prototipe

IV.1.1 Perhitungan jumlah lilitan

Prototipe yang direncanakan terdiri dari dua komponen utama. Komponen pertama adalah kumparan dan komponen kedua adalah batang inti induktor. Bentuk kumparan didesign berbentuk kumparan jenis solenoida. Dengan menggunakan Inti batang induktor dari bahan bubu besi feromagnetik berjumlah 6 buah, dan disusun mengelilingi pipi bahan bakar.

Perencanaan Kekuatan maksimal gaya magnet yang dapat dihasilkan prototipe ini sebesar 12000 Gauss Pada tegangan listrik yang bervariasi sebesar 12, 20, 25, 32, 42 volt. jenis arus yang digunakan adalah DC (direct carent). Dan arus maksimum yang direncanakan sebesar 7 Amper. Sumber tegangan menggunakan power suply Transformator regulator, dan ACCU dengan maksimal arus.

Rumusan perhitungan kebutuhan jumlah lilitan yang diperlukan, menurut

Zuhal,1977 :

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \frac{\ell}{\mu A} = \frac{F}{\phi} = \frac{Ni}{\phi} \quad (4-1)$$

$$B = \frac{\phi}{A} = \mu H ; \text{ dengan } H = \frac{F}{\ell} = \frac{Ni}{\ell} \quad (4-2)$$

$$F = H \cdot \ell \quad (4-3)$$

$$H = B / \mu \quad (4-4)$$

$$F = \frac{B \cdot \ell}{\mu} \quad (4-5)$$

$$N \cdot i = \frac{B \cdot \ell}{\mu} \quad (4-6)$$

(Zuhal,1991)

Direncanakan :

$$B = 12000 \text{ Gauss}$$

$$\ell = 9,7 \text{ cm} = 97 \text{ mm}$$

$$\mu = 6 \text{ (Danny Kurnia., 2005)}$$

Dimensi Induktor Solenoida :

$$I_{\text{maksimum}} = 7 \text{ Amper}$$

A (luas penampang inti batang konduktor) :

Perhitungan luasan untuk satu batang inti induktor digunakan software autocad 2004. dan didapatkan luasan sebesar $0,7224 \text{ cm}^2$.

maka luasan total penampang inti induktor adalah :

$$= 0,7224 \times 6 = 4,3344 \text{ cm}^2$$

Kawat yang digunakan :

- Bahan : Tembaga berisolasi
- Diameter (ϕ) : 1 mm = 0,1 cm

Perhitungan kebutuhan jumlah lilitan :

$$N \cdot i = \frac{B \cdot \ell}{\mu} \quad (4 - 6)$$

$$N = \frac{12000 \cdot 9,7}{6.7} = 2771,42$$

Dengan membulatkan hasil perhitungan maka didapatkan kebutuhan jumlah lilitan (N) = 3000. Dari hasil ini sangatlah tidak memungkinkan untuk melilitkan kumparan hanya disepanjang inti batang induktor, mengingat panjang kumparan terbatas hanya 9,7 cm. Maka pelilitan kumparan dilakukan secara bertumpuk. Banyak tumpukan yang dibutuhkan agar mencapai jumlah 3000 lilitan adalah sebanyak 31 tumpukan dengan menggunakan kawat tembaga berdiameter 1 mm.

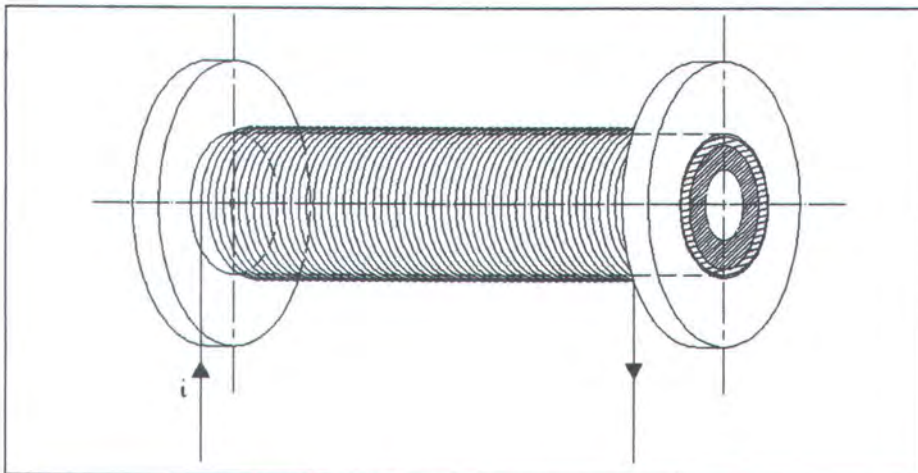
Secara perhitungan gaya magnet yang dihasilkan dengan variasi arus :

i(Amper)	N	L	μ	B(gauss)
3	3000	9,7	6	5147,22
5	3000	9,7	6	8578,7
7	3000	9,7	6	12010,18

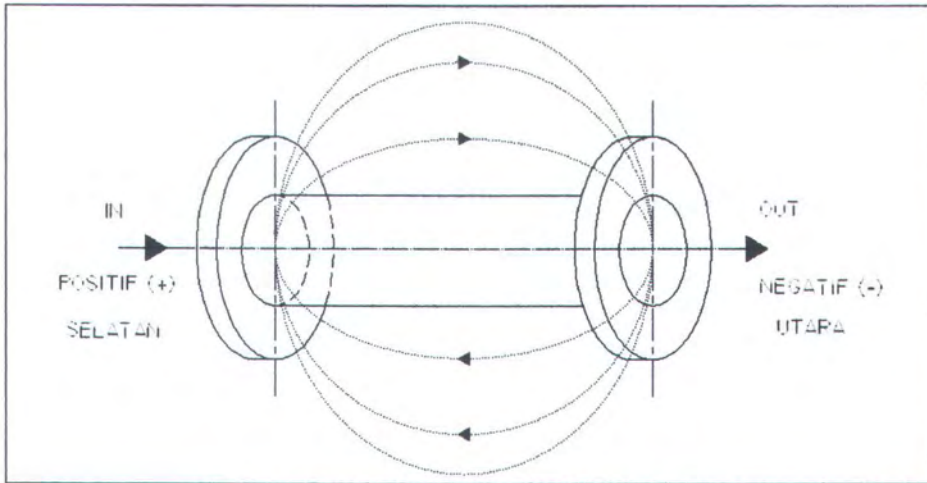
Tabel.4.1 Hasil perhitungan gaya magnet dengan variasi arus

IV.1.2 Sketsa Design Prototipe

Proses gambar perancangan dilakukan dengan menggunakan software autocad 2004. gambar perancangan prototipe terlampir.

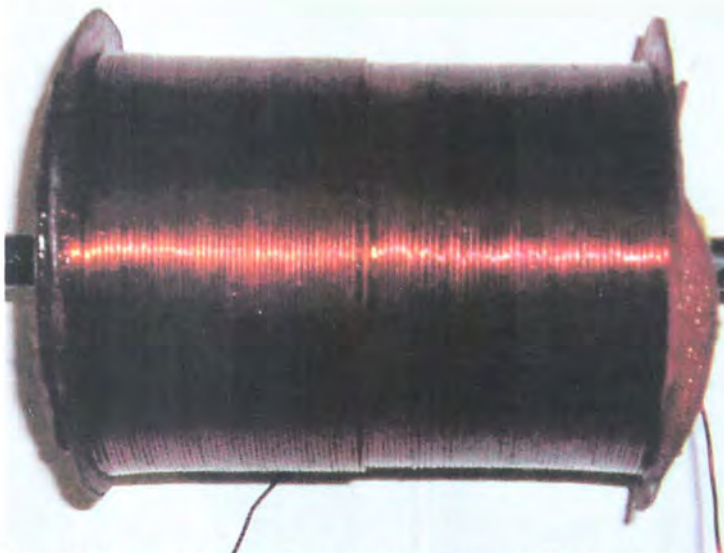


Gambar.4.1 sketsa arah arus listrik



Gambar.4.2sketsa arah Medan Magnet

IV.2 Gambar prototipe



Gambar.4.3 foto tampak memanjang prototipe elektromagnet magnet



Gambar.4.4 foto tampak melintang prototipe elektromagnet magnet



Gambar.4.5 foto prototipe elektromagnet lengkap dengan travo

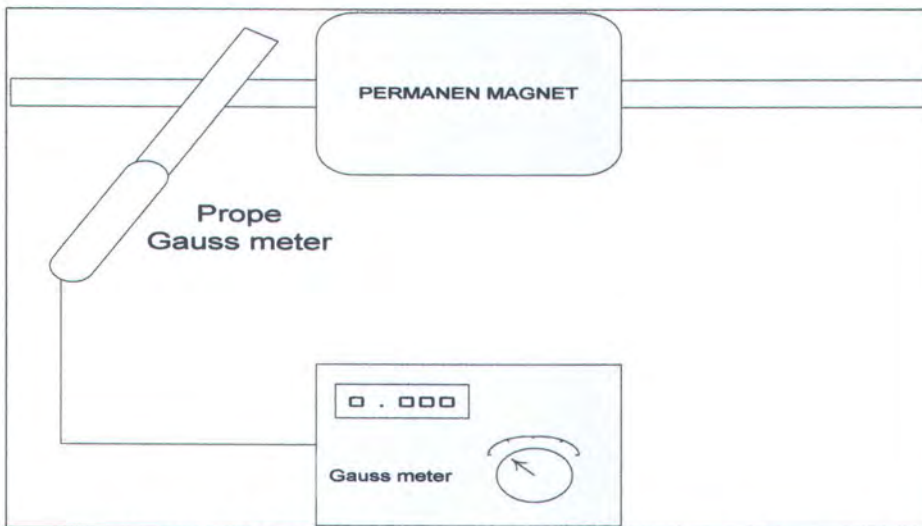


Gambar.4.6 foto prototipe elektromagnet yang terpasang pada saluran bahan bakr mesin

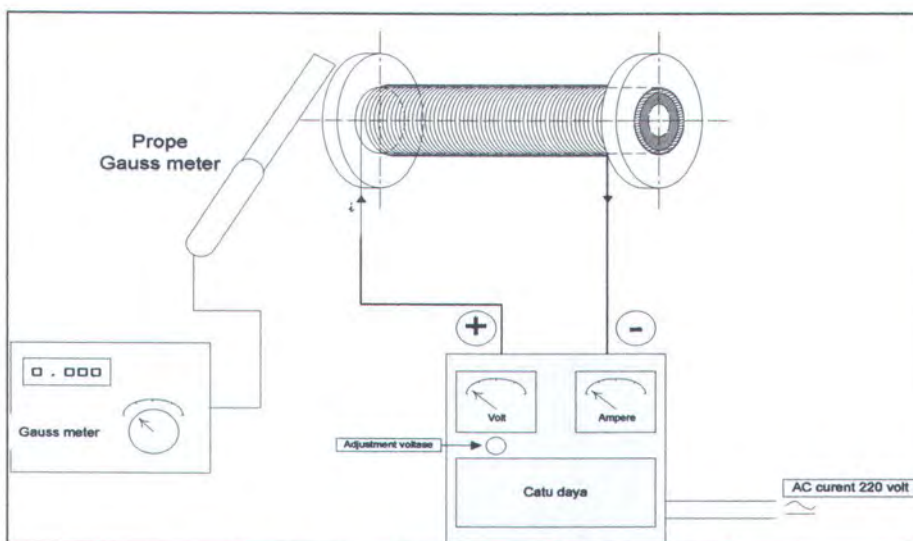
IV.3 Kalibrasi permanen magnet dan prototipe elektromagnet

Pengkalibrasian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan permanen magnet maupun prototipe elektromagnet dalam menghasilkan daya magnet. Proses kalibrasi dilakukan dengan dua tahap, tahap pertama dilakukan pada permanen magnet dan kemudian tahap kedua dilakukan pada prototipe elektromagnet. Dalam proses ini digunakan alat gauss meter sebagai instrumen pengukur gaya magnet yang dihasilkan oleh masing – masing alat.

Berikut adalah diagram block proses kalibrasi permanen magnet dan prototipe elektromagnet :



Gambar.4. 6 Block Diagram kalibrasi permanen magnet



Gambar.4. 7 Block Diagram kalibrasi prototipe

Gambar 4.8 adalah foto pengujian permanen magnet sedangkan gambar 4.9 adalah foto pengujian elektromagnet.



Gambar.4.8 foto proses kalibrasi permanen magnet menggunakan alat ukur Gauss meter



Gambar.4.9 foto kalibrasi prototipe elektromagnet

IV.3.1 Dari hasil pengukuran permanent magnet gaya magnet yang ditimbulkan :

Tabel.4.2 Hasil kalibrasi permanen magnet

Pada kutub Utara (+)	Disekeliling Magnet	Pada kutub Selatan (-)
0,150 weber / m ²	0,079 weber / m ²	0,090 weber / m ²

Rata rata besar medan magnet yang ditimbulkan :

$$(0,150 + 0,079 + 0,09) / 3 = 0,106 \text{ weber / m}^2 = 1060 \text{ Gauss}$$

Permanen magnet yang digunakan untuk pengujian memiliki spesifikasi berkekuatan 12000 gauss, dimensi panjang 35 mm . Namun pada kenyataan hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur Gauss meter didapatkan nilai 1060 gauss. Penyusutan kekuatan gaya magnet yang terjadi adalah sebesar 10940 Gauss kurang lebih 91,1 Gauss.

IV.3.2 Hasil kalibrasi elektromagnet dengan variasi tegangan (menggunkan Transformator):

Tabel.4. 3 Hasil kalibrasi prototipemenggunakan sumber tegangan travo

Volt	percobaan 1		percobaan 2		percobaan 3	
	Gauss	Arus(Amp)	Gauss	Arus(Amp)	Gauss	Arus(Amp)
20	800	2,23	790	2,18	780	2,14
25	900	2,6	880	2,61	870	2,55
32	990	3,1	980	3,1	960	3,02
42	1090	3,8	1040	3,67	1050	3,60





BAB V

PENGUJIAN DAN KINERJA PROTOTIPE

BAB V

PENGUJIAN DAN KINERJA PROTOTIPE

Pada bab ini akan diulas mengenai seluruh proses pengujian dan hasil pengujian, diawali dengan pengujian mesin tanpa menggunakan magnet, pengujian mesin menggunakan permanen magnet, hingga pengujian mesin menggunakan prototipe elektromagnet. Mengetahui kinerja yang dihasilkan. Dengan mengetahui hasil pengujian maka dapat dilakukan penganalisaan pengaruh kekuatan gaya magnet terhadap performa mesin. Analisa yang dilakukan adalah dengan cara pengamatan grafik perubahan SFOC, kenaikan daya, kenaikan torsi, kenaikan efisiensi efektif.

V.1. Pengujian dan hasil pengujian

V.1.1 Pengujian mesin tanpa menggunakan magnet (kalibrasi mesin uji)

Dari hasil pengujian ini dengan prosedur pengujian seperti yang telah dipaparkan pada bab tiga. Didapatkan hasil kalibrasi mesin uji untuk tiap – tiap kondisi, terangkum pada tabel 5. 1. dibawah ini :

Tabel 5.1. hasil data kalibrasi mesin uji kondisi torsi maksimum (1900 rpm)

No	Volume Fuel (cc)	Beban (watt)	Temperatur Gas buang (°C)	Temperatur Air pendingin (°C)	Waktu Konsumsi Fuel (s)
1	2	0	50	32	110
2	2	350	75	34	87
3	2	850	80	36	85
4	2	1750	90	38	80
5	2	2600	90	38	79
6	2	3500	125	40	60
7	2	4100	175	42	47

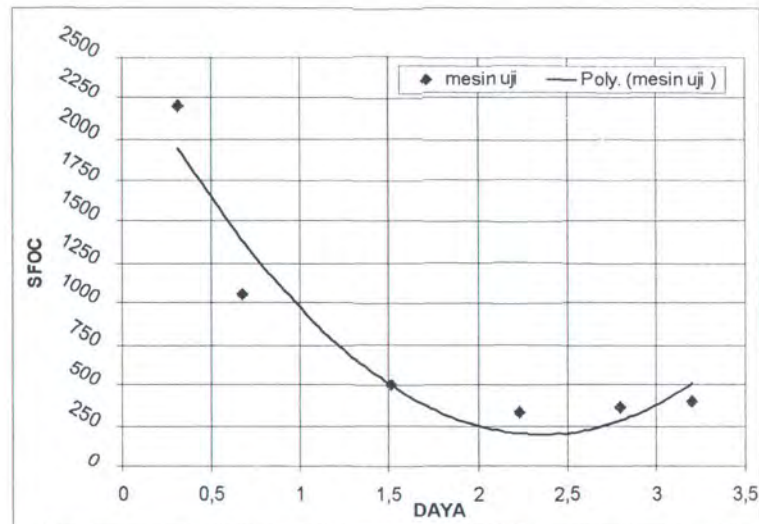
Tabel 5.2 hasil data kalibrasi mesin uji kondisi daya penuh (2300 rpm)

No	Volume Fuel (cc)	Beban (watt)	Temperatur Gas buang (⁰ C)	Temperatur Air pendingin (⁰ C)	Waktu Konsumsi Fuel (s)
1	2	0	80	42	109
2	2	350	85	44	137
3	2	850	100	44	97
4	2	1750	115	46	89
5	2	2600	140	46	85
6	2	3500	150	48	65
7	2	4100	153	48	56

Dari hasil data yang diperoleh ini maka dilakukan pengolahan guna mendapatkan titik – titik pengambilan data pada saat pengujian mesin menggunakan magnet permanen maupun elektromagnet seperti yang telah dipaparkan pada bab tiga untuk prosedurnya. Hasil pengolahan data terangkum pada tabel 5. 3 dan tabel 5. 4 berikut ini :

Tabel.5.3 Hasil pengolahan data kalibrasi mesin uji pada kondisi torsi maksimum (1900 rpm)

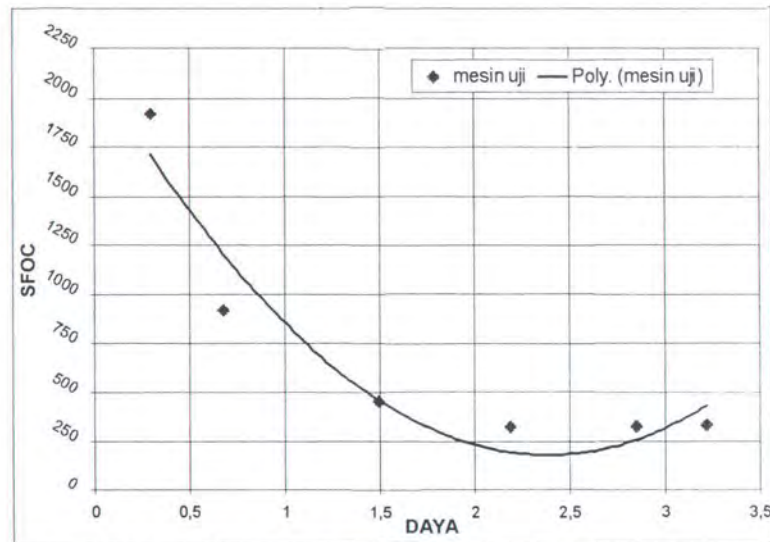
BEBAN (Watt)	RPM Mesin	Rpm Genset		Tegangan (Volt)	ARUS (Ampere)	t B.B (sec)	Vol B.B (m3)	pBB (Kg/m3)	mBB Kg	FCR (Kg/s)	Daya (kW)	SFOC (gram/kWh)	Torsi Kg.m	η efektif
		Genset	Perhitungan											
0	1900	1500	1507	240	0	110	0,00002	830	0,017	0,00015	0	0	0	0
350	1900	1500	1507	240	1,3	87	0,00002	830	0,017	0,00019	0,312	2201,6	0,1576	0,03847
850	1900	1500	1507	232	2,9	85	0,00002	830	0,017	0,0002	0,6728	1045	0,3398	0,08106
1750	1900	1500	1507	232	6,5	80	0,00002	830	0,017	0,00021	1,508	495,36	0,7617	0,171
2600	1900	1500	1507	230	9,7	79	0,00002	830	0,017	0,00021	2,231	339,07	1,1269	0,24982
3500	1900	1500	1507	217	12,9	60	0,00002	830	0,017	0,00028	2,7993	355,8	1,414	0,23807
4100	1900	1500	1507	215	14,9	47	0,00002	830	0,017	0,00035	3,2035	396,91	1,6181	0,21342



Grafik.5.1 SFOC vs DAYA kalibrasi mesin uji 1900 rpm

Tabel.5.4 Hasil pengolahan data kalibrasi mesin uji pada kondisi daya penuh (2300 rpm)

BEBAN (Watt)	RPM Mesin	Rpm Genset		Tegangan (Volt)	ARUS (Ampere)	t B.B (sec)	Vol B.B (m3)	pBB (Kg/m3)	mBB Kg	FCR (Kg/s)	Daya (kW)	SFOC (gram/kWh)	Torsi Kg.m	η efektif
		Genset	Perhitungan											
0	2300	1501	1586	230	0	109	0,00002	830	0,017	0,00015	0	0	0	0
350	2300	1501	1586	228	1,3	105	0,00002	830	0,017	0,00016	0,2964	1920,2	0,1237	0,04411
850	2300	1501	1586	233	2,9	97	0,00002	830	0,017	0,00017	0,6757	911,77	0,2819	0,0929
1750	2300	1501	1586	230	6,5	89	0,00002	830	0,017	0,00019	1,495	449,14	0,6238	0,1886
2600	2300	1501	1586	225	9,7	85	0,00002	830	0,017	0,0002	2,1825	322,13	0,9107	0,26295
3500	2300	1501	1586	221	12,9	65	0,00002	830	0,017	0,00026	2,8509	322,49	1,1896	0,26266
4100	2300	1501	1586	216	14,9	56	0,00002	830	0,017	0,0003	3,2184	331,58	1,3429	0,25546



Grafik.5.2 SFOC vs DAYA kalibrasi mesin uji 2300 rpm

Dari dua grafik ini dapat diamati bahwa beban 100% terjadi pada daya motor sebesar 2.5 kW. Titik-titik operasi motor diesel untuk kalibrasi prototip diambil nilai 125%, 100% , 75%, 50%,25% dan 10% daya maksimum motor.

Titik operasi engine untuk kalibrasi prototip dapat ditentukan sbb. :

Tabel 5.5 Penentuan titik operasi untuk kalibrasi prototip kondisi torsi maksimum (1900 rpm) dan kondisi daya penuh (2300 rpm)

Persentasi (%)	Daya Engine (Kw)	Daya pembebanan lampu yg digunakan (Watt)
10	0,25	320
25	0,625	800
50	1,25	1600
75	1,875	2400
100	2,5	3200
125	3,125	4000

V.1.2 Pengujian mesin menggunakan magnet permanen (kalibrasi permanen magnet)

Dari hasil pengujian dengan menggunakan magnet permanen didapatkan hasil seperti terangkum pada tabel dibawah ini :

Tabel5.6 hasil percobaan permanen magnet pada kondisi torsi maksimum (1900rpm)

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB (detik)	tegangan (volt)	Arus (Amper)	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	1900	1500	152	226	0	45	75
10%	325	1900	1500	155	229	1,1	48	90
25%	800	1900	1500	118	230	2,9	49	100
50%	1600	1900	1500	100	230	5,6	50	115
75%	2400	1900	1500	75	224	8,6	50	140
100%	3200	1900	1500	68	214	10,9	52	155
125%	4000	1900	1500	59	214	13,3	53	200

Tabel 5.7 hasil percobaan permanen magnet pada kondisi daya penuh (2300rpm)

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB (detik)	tegangan (volt)	Arus (Amper)	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	2300	1500	125	228	0	42	90
10%	325	2300	1500	122	227	1,1	43	95
25%	800	2300	1500	115	228	2,9	43	100
50%	1600	2300	1500	83	228	5,5	45	120
75%	2400	2300	1500	75	226	8,6	45	130
100%	3200	2300	1500	58	221	11,1	47	160
125%	4000	2300	1500	55	218	13,5	47	180

V.1.3 Pengujian mesin menggunakan prototipe elektromagnet (kalibrasi prototipe)

Dari hasil pengujian prototipe elektromagnet didapatkan hasil seperti terangkum pada tabel 5.8 dibawah ini :

Tabel 5.8 hasil percobaan elektromagnet 800 gauss pada kondisi torsi maksimum (1900 rpm)

Arus : 2,23 gaya magnet (B) : 800

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB (detik)	tegangan (volt)	Arus (Amper)	Suhu engine	
%	Watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	1900	1500	160	235	0	40	70
10%	320	1900	1500	128	233	1,2	41	75
25%	800	1900	1500	98	231	3	42	77
50%	1600	1900	1500	89	236	5,6	44	65
75%	2400	1900	1500	78	228	8,7	45	110
100%	3200	1900	1500	61	222	11,2	46	120
125%	4000	1900	1500	48	218	11,5	47	170

Tabel 5.9 hasil percobaan elektromagnet 900 gauss magnet pada kondisi torsi maksimum (1900 rpm)

Arus : 2,6 gaya magnet (B) : 900

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB (detik)	tegangan (volt)	Arus (Amper)	Suhu engine	
%	Watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	1900	1500	134	223	0	48	65
10%	320	1900	1500	155	226	1,1	50	68
25%	800	1900	1500	126	230	3	50	76
50%	1600	1900	1500	110	234	5,6	48	86
75%	2400	1900	1500	75	228	8,7	48	91
100%	3200	1900	1500	52	222	11,1	50	107
125%	4000	1900	1500	51	218	13,4	50	127

Tabel.5.10 hasil percobaan elektromagnet 990 gauss magnet pada kondisi torsi maksimum (1900 rpm)

Arus : 3,1 gaya magnet (B) : 990

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB (detik)	tegangan (volt)	Arus (Amper)	Suhu engine	
%	Watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	1900	1500	188	225	0	54	70
10%	320	1900	1500	124	227	1,1	52	81
25%	800	1900	1500	111	230	3	48	91
50%	1600	1900	1500	108	229	5,5	54	96
75%	2400	1900	1500	82	225	8,6	51	100
100%	3200	1900	1500	73	218	11	56	130
125%	4000	1900	1500	61	217	13,3	56	139

Tabel.5.11 hasil percobaan elektromagnet 1090 gauss magnet pada kondisi torsi maksimum (1900 rpm)

Arus : 3,8 gaya magnet (B) : 1090

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB (detik)	tegangan (volt)	Arus (Amper)	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	1900	1500	163	218	0	59	82
10%	325	1900	1500	144	226	1,1	56	70
25%	800	1900	1500	127	227	2,9	56	75
50%	1600	1900	1500	109	227	5,5	58	92
75%	2400	1900	1500	80	226	8,6	58	115
100%	3200	1900	1500	87	223	11,1	59	142
125%	4000	1900	1500	59	219	13,4	59	145

Tabel.5.12 hasil percobaan elektromagnet 800 gauss pada kondisi daya penuh (2300rpm)

Arus : 2,23 gaya magnet (B) : 800

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB (detik)	tegangan (volt)	Arus (Amper)	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	2300	1500	123	231	0	50	70
10%	325	2300	1500	111	230	1,2	54	80
25%	800	2300	1500	109	231	3	55	85
50%	1600	2300	1500	100	229	5,6	54	105
75%	2400	2300	1500	75	223	8,6	52	108
100%	3200	2300	1500	61	218	11,2	53	110
125%	4000	2300	1500	55	217	11,3	54	115

Tabel.5.13 hasil percobaan elektromagnet 900 gauss pada kondisi daya penuh (2300rpm)

Arus : 2,6 gaya magnet (B) : 900

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB (detik)	tegangan (volt)	Arus (Amper)	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	2300	1500	133	221	0	56	90
10%	325	2300	1500	122	228	1,2	58	90
25%	800	2300	1500	119	226	3,1	58	90
50%	1600	2300	1500	92	220	5,6	59	110
75%	2400	2300	1500	72	219	8,7	55	110
100%	3200	2300	1500	65	219	11,1	58	125
125%	4000	2300	1500	52	216	13,4	57	145

Tabel.5.14 hasil percobaan elektromagnet 990 gauss pada kondisi daya penuh (2300rpm)

Arus : 3,1 gaya magnet (B) : 990

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB (detik)	tegangan (volt)	Arus (Amper)	Suhu engine	
%	watt	(detik)	(volt)				air	gas buang
0	0	2300	1500	143	220	0	60	95
10%	325	2300	1500	125	221	1,2	60	95
25%	800	2300	1500	119	229	3	60	95
50%	1600	2300	1500	77	228	5,6	61	110
75%	2400	2300	1500	81	222	8,5	60	120
100%	3200	2300	1500	66	221	11,1	62	145
125%	4000	2300	1500	54	215	13,8	61	161

Tabel.5.15 hasil percobaan elektromagnet 1090 gauss pada kondisi daya penuh (2300rpm)

Arus : 3,8 gaya magnet (B) : 1090

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB (detik)	tegangan (volt)	Arus (Amper)	Suhu engine °C	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	2300	1500	161	218	0	61	80
10%	325	2300	1500	132	226	1,1	60	80
25%	800	2300	1500	114	227	2,9	61	85
50%	1600	2300	1500	110	227	5,5	62	95
75%	2400	2300	1500	90	226	8,6	62	100
100%	3200	2300	1500	67	223	11,1	60	115
125%	4000	2300	1500	65	219	13,4	60	165

V.1.4 Perhitungan data hasil percobaan

Dari data yang diperoleh dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai SFOC, Daya, Torsi, Efisiensi pada tiap – tiap pembebanan yang diberikan untuk tiap – tiap perlakuan pada mesin. Hasil dari perhitungan nilai – nilai ini akan direpresentasikan kedalam bentuk grafik untuk dapat diamati perubahan – perubahan yang terjadi. Hasil perhitungan ditabulasikan seagai berikut :

Tabel 5.16 Engine menggunakan magnet permanen putaran 1900 RPM

No.	Pr (%)	Load (watt)	Putaran Engine	Gen.	Teg. (Volt)	Arus (A)	pBB	tBB (detik)	vBB	mBB	FCR	Ne	SFOC	Bmep	Torsi	ηefektif
1	0	0	1900	1500	226	0	830	152	0,00002	0,0166	0,00010921053	0,00000	0	0	0	0
2	10	320	1900	1500	229	1,1	830	155	0,00002	0,0166	0,00010709677	0,37044	1040,78	58,2113	0,187113	0,081387
3	25	800	1900	1500	230	2,9	830	118	0,00002	0,0166	0,00014067797	0,98088	516,311	154,1363	0,495453	0,16406
4	50	1600	1900	1500	230	5,6	830	100	0,00002	0,0166	0,00016600000	1,89412	315,503	297,6425	0,956737	0,268479
5	75	2400	1900	1500	224	8,6	830	75	0,00002	0,0166	0,00022133333	2,83294	281,262	445,1697	1,430945	0,301163
6	100	3200	1900	1500	214	10,9	830	68	0,00002	0,0166	0,00024411765	3,43029	256,195	539,038	1,732674	0,330631
7	115	4000	1900	1500	214	13,3	830	59	0,00002	0,0166	0,00028135593	4,18559	241,993	657,7253	2,11418	0,350035

Tabel 5.17 Engine menggunakan Elektro magnet permanen putaran 1900 RPM Daya magnet 800

No.	Pr (%)	Load (watt)	Putaran Engine	Gen.	Teg. (Volt)	Arus (A)	pBB	tBB (detik)	vBB	mBB	FCR	Ne	SFOC	Bmep	Torsi	ηefektif
1	0	0	1900	1500	235	0	830	160	0,00002	0,0166	0,00010375000	0,00000	0	0	0	0
2	10	320	1900	1500	233	1,2	830	128	0,00002	0,0166	0,00012968750	0,41118	1135,46	64,61246	0,207689	0,0746
3	25	800	1900	1500	231	3	830	98	0,00002	0,0166	0,00016938776	1,01912	598,357	160,1446	0,514766	0,141564
4	50	1600	1900	1500	236	5,6	830	89	0,00002	0,0166	0,00018651685	1,94353	345,485	305,4071	0,981695	0,245179
5	75	2400	1900	1500	228	8,7	830	78	0,00002	0,0166	0,00021282051	2,91706	262,646	458,388	1,473434	0,32251
6	100	3200	1900	1500	222	11,2	830	61	0,00002	0,0166	0,00027213115	3,65647	267,928	574,5795	1,846918	0,316151
7	115	4000	1900	1500	218	11,5	830	48	0,00002	0,0166	0,00034583333	3,68676	337,694	579,3399	1,86222	0,250836

Tabel 5.18 Engine menggunakan Elektro magnet permanen putaran 1900 RPM Daya magnet 900

No.	Pr (%)	Load (watt)	Putaran Engine	Gen.	Teg. (Volt)	Arus (A)	pBB	tBB (detik)	vBB	mBB	FCR	Ne	SFOC	Bmep	Torsi	ηefektif
1	0	0	1900	1500	223	0	830	134	0,00002	0,0166	0,00012388060	0,00000	0	0	0	0
2	10	320	1900	1500	226	1,1	830	126	0,00002	0,0166	0,00013174603	0,36559	1297,32	57,4487	0,184662	0,065293
3	25	800	1900	1500	230	3	830	125	0,00002	0,0166	0,00013280000	1,01471	471,151	159,4514	0,512538	0,179785
4	50	1600	1900	1500	234	5,6	830	110	0,00002	0,0166	0,00015090909	1,92706	281,918	302,8189	0,973376	0,300463
5	75	2400	1900	1500	228	8,7	830	75	0,00002	0,0166	0,00022133333	2,91706	273,152	458,388	1,473434	0,310105
6	100	3200	1900	1500	222	11,1	830	52	0,00002	0,0166	0,00031923077	3,62382	317,132	569,4493	1,830428	0,2671
7	115	4000	1900	1500	218	13,4	830	51	0,00002	0,0166	0,00032549020	4,29588	272,765	675,0569	2,169891	0,310546

Tabel 5.19 Engine menggunakan Elektro magnet permanen putaran 1900 RPM Daya magnet 990

No.	Pr (%)	Load (watt)	Putaran Engine	Gen.	Teg. (Volt)	Arus (A)	pBB	tBB (detik)	vBB	mBB	FCR	Ne	SFOC	Bmep	Torsi	ηefektif
1	0	0	1900	1500	225	0	830	188	0,00002	0,0166	0,00008829787	0,00000	0	0	0	0
2	10	320	1900	1500	227	1,1	830	124	0,00002	0,0166	0,00013387097	0,36721	1312,44	57,7029	0,185479	0,064541
3	25	800	1900	1500	230	3	830	111	0,00002	0,0166	0,00014954955	1,01471	530,576	159,4514	0,512538	0,159649
4	50	1600	1900	1500	229	5,5	830	108	0,00002	0,0166	0,00015370370	1,85221	298,743	291,0565	0,935567	0,283541
5	75	2400	1900	1500	225	8,6	830	82	0,00002	0,0166	0,00020243902	2,84559	256,109	447,1571	1,437334	0,330742
6	100	3200	1900	1500	218	11	830	73	0,00002	0,0166	0,00022739726	3,52647	232,139	554,1512	1,781254	0,364893
7	115	4000	1900	1500	217	13,3	830	61	0,00002	0,0166	0,00027213115	4,24426	230,823	666,9457	2,143818	0,366974

Tabel 5.20 Engine menggunakan Elektro magnet permanen putaran 1900 RPM Daya magnet 1090

No.	Pr (%)	Load (watt)	Putaran Engine	Gen.	Teg. (Volt)	Arus (A)	pBB	tBB (detik)	vBB	mBB	FCR	Ne	SFOC	Bmep	Torsi	ηefektif
1	0	0	1900	1500	218	0	830	163	0,00002	0,0166	0,00010184049	0,00000	0	0	0	0
2	10	320	1900	1500	226	1,1	830	144	0,00002	0,0166	0,00011527778	0,36559	1135,16	57,4487	0,184662	0,07462
3	25	800	1900	1500	227	2,9	830	127	0,00002	0,0166	0,00013070866	0,96809	486,062	152,1258	0,488991	0,17427
4	50	1600	1900	1500	227	5,5	830	109	0,00002	0,0166	0,00015229358	1,83603	298,61	288,5145	0,927396	0,283667
5	75	2400	1900	1500	226	8,6	830	87	0,00002	0,0166	0,00019080460	2,85824	240,322	449,1444	1,443722	0,352468
6	100	3200	1900	1500	223	11,1	830	80	0,00002	0,0166	0,00020750000	3,64015	205,211	572,0144	1,838673	0,412774
7	115	4000	1900	1500	219	13,4	830	59	0,00002	0,0166	0,00028135593	4,31559	234,703	678,1535	2,179845	0,360907

Tabel 5.21 Engine menggunakan magnet permanen putaran 2300 RPM

No.	Pr (%)	Load (watt)	Putaran		Teg. (Volt)	Arus (A)	pBB	tBB (detik)	vBB	mBB	FCR	Ne	SFOC	Bmep	Torsi	η efektif
			Engine	Gen.												
1	0	0	2300	1500	228	0	830	125	0,00002	0,0166	0,00013280000	0,00000	0	0	0	0
2	10	320	2300	1500	227	1,1	830	122	0,00002	0,0166	0,00013606557	0,36721	1333,95	47,66761	0,15322	0,0635
3	25	800	2300	1500	228	2,9	830	115	0,00002	0,0166	0,00014434783	0,97235	534,428	126,2228	0,40573	0,158498
4	50	1600	2300	1500	228	5,5	830	83	0,00002	0,0166	0,00020000000	1,84412	390,431	239,388	0,76948	0,216955
5	75	2400	2300	1500	226	8,6	830	75	0,00002	0,0166	0,00022133333	2,85824	278,773	371,0323	1,19264	0,303852
6	100	3200	2300	1500	221	11,1	830	58	0,00002	0,0166	0,00028620690	3,60750	285,612	468,2957	1,50528	0,296577
7	115	4000	2300	1500	218	13,5	830	55	0,00002	0,0166	0,00030181818	4,32794	251,054	561,8173	1,8059	0,337402

Tabel 5.22 Engine menggunakan Elektro magnet permanen putaran 2300 RPM Daya magnet 800

No.	Pr (%)	Load (watt)	Putaran		Teg. (Volt)	Arus (A)	pBB	tBB (detik)	vBB	mBB	FCR	Ne	SFOC	Bmep	Torsi	η efektif
			Engine	Gen.												
1	0	0	2300	1500	231	0	830	123	0,00002	0,0166	0,00013495935	0,00000	0	0	0	0
2	10	320	2300	1500	230	1,2	830	111	0,00002	0,0166	0,00014954955	0,40588	1328,44	52,68827	0,16936	0,06386
3	25	800	2300	1500	231	3	830	109	0,00002	0,0166	0,00015229358	1,01912	537,972	132,2934	0,42524	0,157454
4	50	1600	2300	1500	229	5,6	830	100	0,00002	0,0166	0,00016600000	1,88588	316,881	244,8096	0,78691	0,267311
5	75	2400	2300	1500	223	8,6	830	75	0,00002	0,0166	0,00022133333	2,82029	282,524	366,1071	1,17681	0,299819
6	100	3200	2300	1500	218	11,2	830	61	0,00002	0,0166	0,00027213115	3,59059	272,844	466,1003	1,49822	0,310455
7	115	4000	2300	1500	217	11,3	830	55	0,00002	0,0166	0,00030181818	3,60603	301,314	468,1048	1,50467	0,281122

Tabel 5.23 Engine menggunakan Elektro magnet permanen putaran 2300 RPM Daya magnet 900

No.	Pr (%)	Load (watt)	Putaran		Teg. (Volt)	Arus (A)	pBB	tBB (detik)	vBB	mBB	FCR	Ne	SFOC	Bmep	Torsi	η efektif
			Engine	Gen.												
1	0	0	2300	1500	221	0	830	133	0,00002	0,0166	0,00012481203	0,00000	0	0	0	0
2	10	320	2300	1500	228	1,2	830	122	0,00002	0,0166	0,00013606557	0,40235	1217,43	52,23011	0,16789	0,069578
3	25	800	2300	1500	226	3,1	830	119	0,00002	0,0166	0,00013949580	1,03029	487,419	133,7442	0,42991	0,173785
4	50	1600	2300	1500	220	5,6	830	92	0,00002	0,0166	0,00018043478	1,81176	358,526	235,1882	0,75598	0,236261
5	75	2400	2300	1500	219	8,7	830	72	0,00002	0,0166	0,00023055556	2,80191	296,226	363,7209	1,16914	0,28595
6	100	3200	2300	1500	219	11,1	830	65	0,00002	0,0166	0,00025538462	3,57485	257,181	464,0577	1,49166	0,329363
7	115	4000	2300	1500	216	13,4	830	52	0,00002	0,0166	0,00031923077	4,25647	269,996	552,5396	1,77607	0,31373

Tabel 5.24 Engine menggunakan Elektro magnet permanen putaran 2300 RPM Daya magnet 990

No.	Pr (%)	Load (watt)	Putaran		Teg. (Volt)	Arus (A)	pBB	tBB (detik)	vBB	mBB	FCR	Ne	SFOC	Bmep	Torsi	η efektif
			Engine	Gen.												
1	0	0	2300	1500	220	0	830	143	0,00002	0,0166	0,00011608392	0,00000	0	0	0	0
2	10	320	2300	1500	221	1,2	830	125	0,00002	0,0166	0,00013280000	0,39000	1225,85	50,62656	0,16273	0,0691
3	25	800	2300	1500	229	3	830	119	0,00002	0,0166	0,00013949580	1,01029	497,068	131,148	0,42156	0,170411
4	50	1600	2300	1500	228	5,6	830	77	0,00002	0,0166	0,00021558442	1,87765	413,339	243,7405	0,78348	0,204931
5	75	2400	2300	1500	222	8,5	830	81	0,00002	0,0166	0,00020493827	2,77500	265,866	360,2274	1,15791	0,318604
6	100	3200	2300	1500	221	11,1	830	66	0,00002	0,0166	0,00025151515	3,60750	250,992	468,2957	1,50528	0,337484
7	115	4000	2300	1500	215	13,8	830	54	0,00002	0,0166	0,00030740741	4,36324	253,634	566,3989	1,82062	0,333968

Tabel 5.25 Engine menggunakan Elektro magnet permanen putaran 2300 RPM Daya magnet 1090

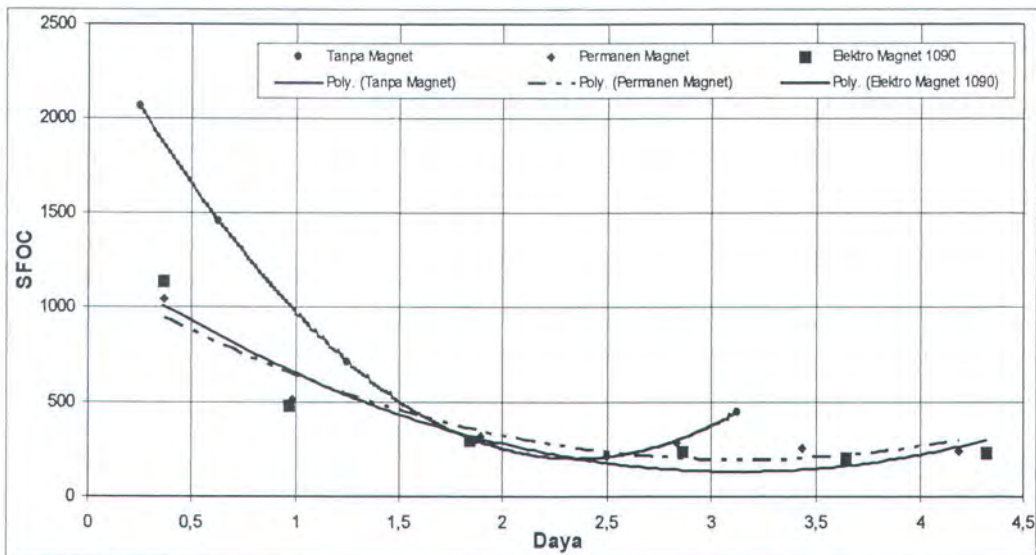
No.	Pr (%)	Load (watt)	Putaran		Teg. (Volt)	Arus (A)	pBB	tBB	vBB	mBB	FCR	Ne	SFOC	Bmep	Torsi	η efektif
			Engine	Gen.												
1	0	0	2300	1500	218	0	830	161	0,00002	0,0166	0,00010310559	0,00000	0	0	0	0
2	10	320	2300	1500	226	1,1	830	132	0,00002	0,0166	0,00012575758	0,36559	1238,35	47,45763	0,15255	0,068402
3	25	800	2300	1500	227	2,9	830	114	0,00002	0,0166	0,00014561404	0,96809	541,49	125,6692	0,40395	0,156431
4	50	1600	2300	1500	227	5,5	830	110	0,00002	0,0166	0,00015090909	1,83603	295,895	238,3381	0,76611	0,28627
5	75	2400	2300	1500	226	8,6	830	90	0,00002	0,0166	0,00018444444	2,85824	232,311	371,0323	1,19264	0,364623
6	100	3200	2300	1500	223	11,1	830	67	0,00002	0,0166	0,00024776119	3,64015	245,029	472,5336	1,5189	0,345698
7	115	4000	2300	1500	219	13,4	830	65	0,00002	0,0166	0,00025538462	4,31559	213,038	560,2138	1,80074	0,397609

V.1.5 Grafik – grafik hasil kalibrasi

Berikut ini adalah beberapa gambar grafik, diantaranya : grafik SFOC vs daya pada perlakuan mesin tanpa menggunakan magnet menggunakan magnet permanen, menggunakan prototipe elektromagnet; grafik SFOC vs daya, mesin menggunakan prototipe variasi gaya magnet; dan grafik efisiensi vs daya pada perlakuan mesin tanpa menggunakan magnet, menggunakan

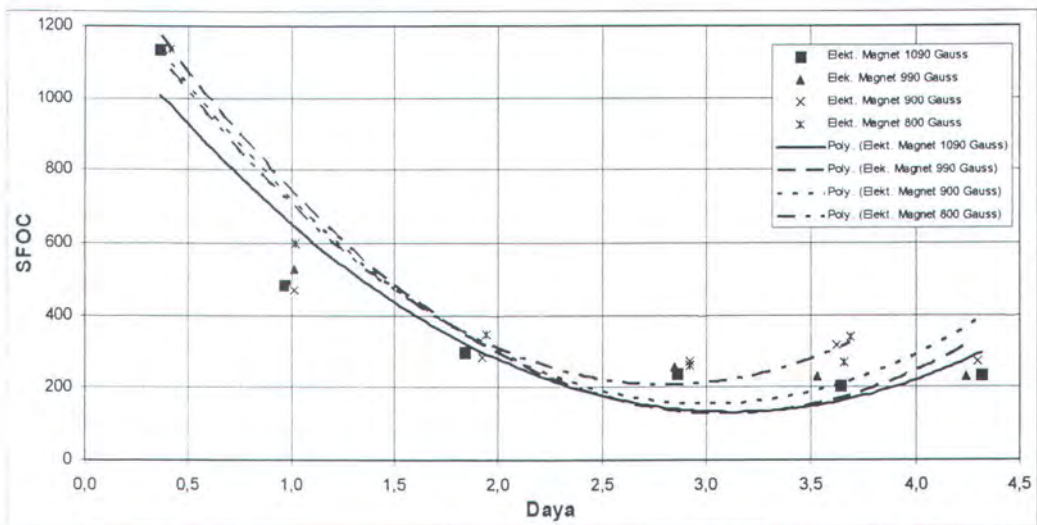
magnet permanen, menggunakan prototipe elektromagnet dengan variasi kekuatan gaya magnet. untuk tiap - tiap kondisi torsi maksimum (1900 rpm) dan kondisi daya maksimum (2300 rpm). Guna untuk membandingkan perubahan – perubahan kinerja motor diesel yang terjadi pada tiap – tiap perlakuan yang diberikan.

Grafik 5. 3 memperlihatkan perubahan karakteristik trendline grafik performa engine pada kondisi torsi maksimum (1900 rpm). Dimana grafik tanpa menggunakan magnet adalah sebagai titik referensi perubahan.



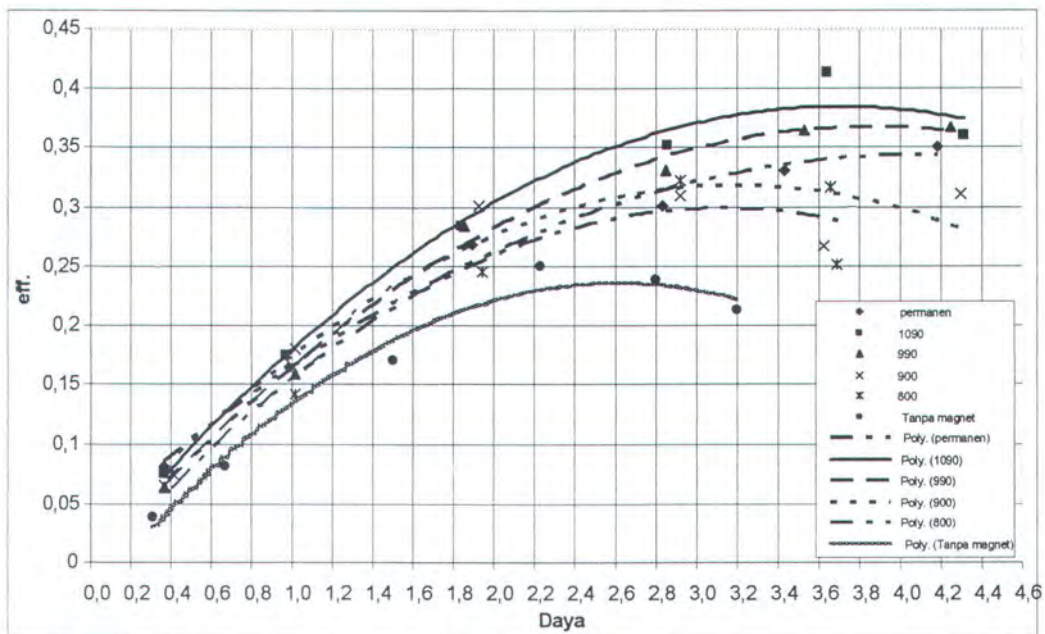
Grafik.5.3 SFOC vs daya, mesin tanpa menggunakan magnet, magnet permanen, prototipe kondisi torsi maksimum (1900 rpm)

Grafik 4 memperlihatkan besar kekuatan gaya magnet yang bervariasi akan mempengaruhi daya yang dihasilkan motor diesel dan nilai SFOC



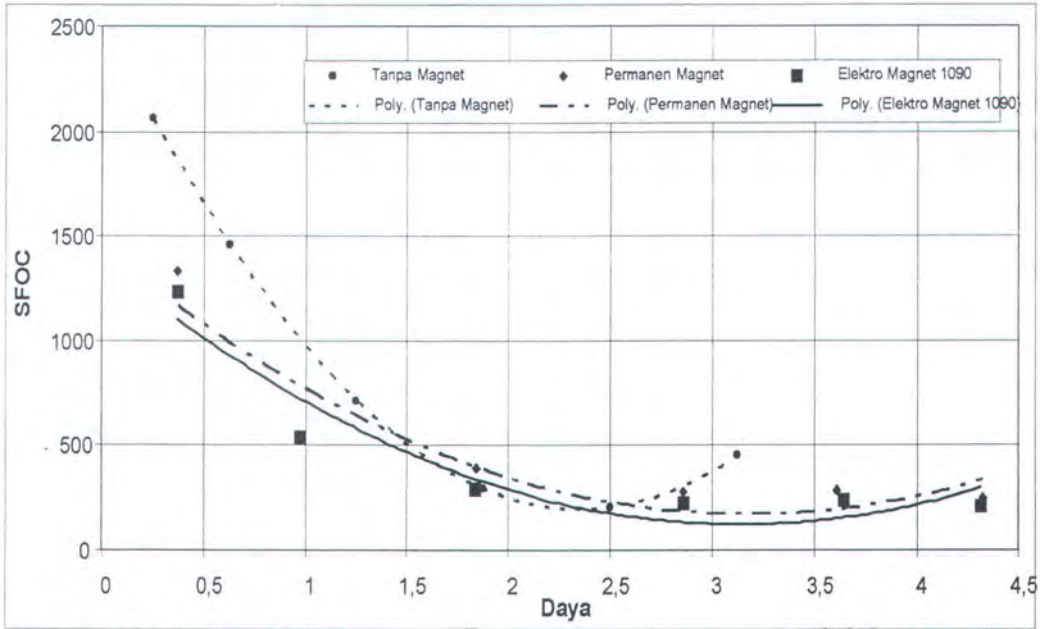
Grafik.5.4 SFOC vs daya, mesin menggunakan prototipe variasi kekuatan gaya magnet kondisi torsi maksimum (1900 rpm)

Grafik 5. 5 memperlihatkan perubahan nilai efisiensi efektif dan daya yang dihasilkan berdasarkan penggunaan magnet permanen, penggunaan elektromagnet dengan kuat gaya magnet yang bervariasi.

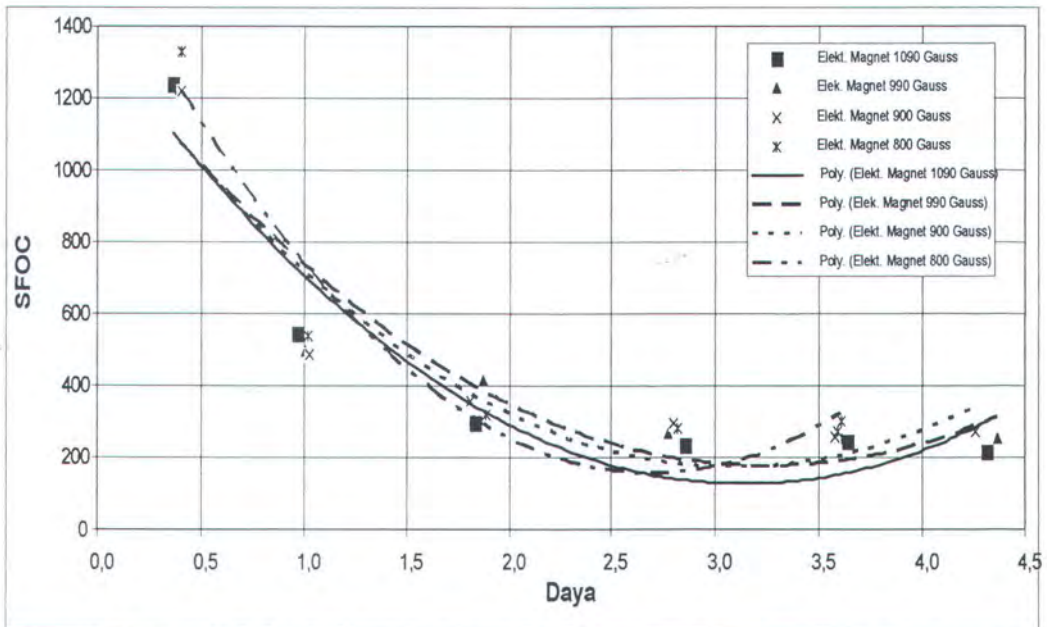


Grafik.5.5 efisiensi efektif vs daya, mesin tanpa menggunakan magnet, permanen magnet, prototipe variasi gaya magnet kondisi torsi maksimum (1900 rpm)

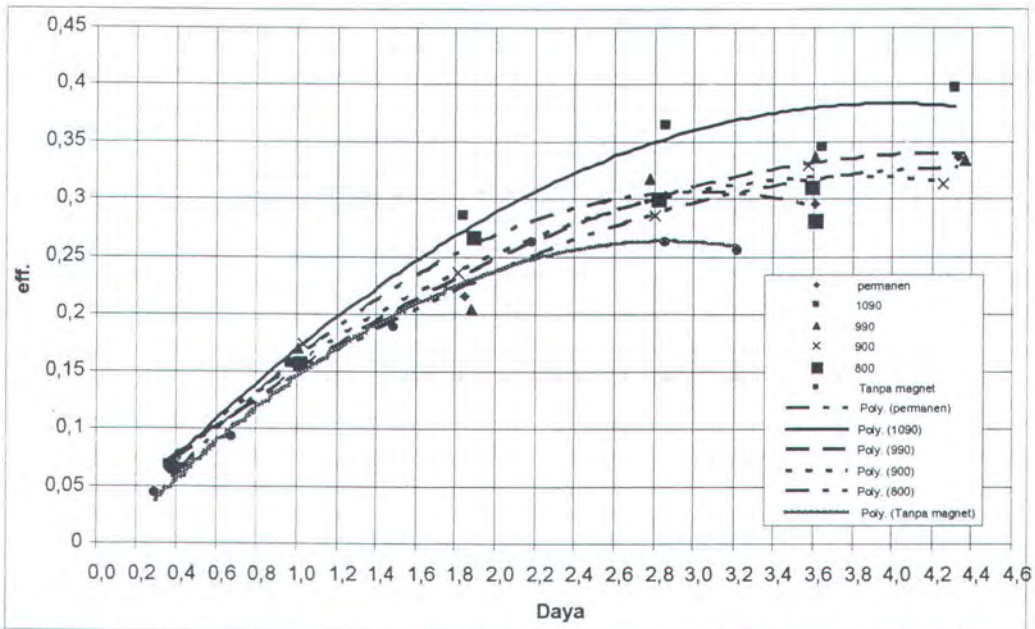
Hal yang serupa juga terjadi pada kondisi Daya maksimum (2300 rpm). Terlihat pada grafik 5. 6, 5. 7, dan 5. 8.



Grafik.5.6 SFOC vs daya, mesin tanpa menggunakan magnet, magnet permanen, prototipe kondisi daya penuh (2300 rpm)



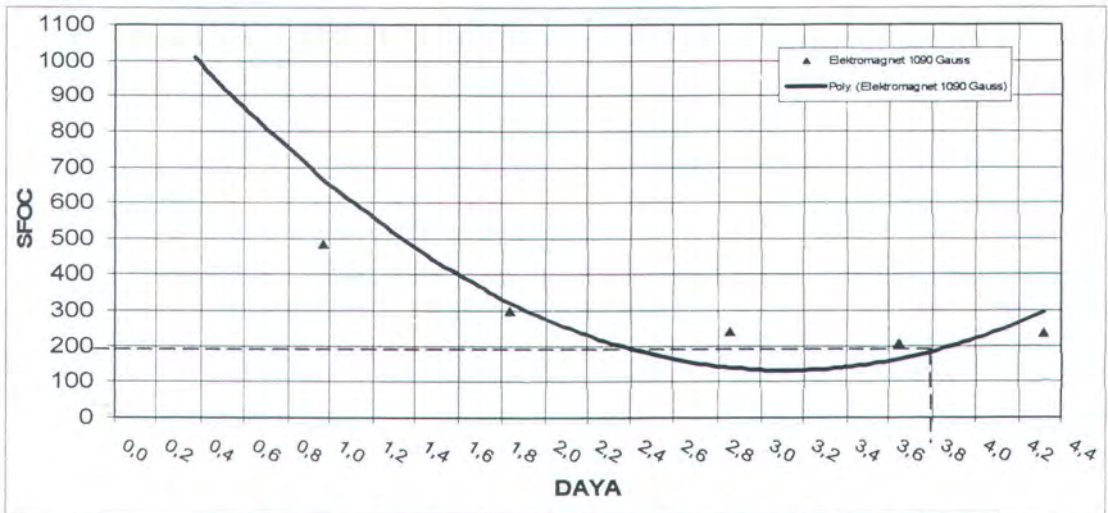
Grafik.5.7 SFOC vs daya, mesin menggunakan prototipe variasi gaya magnet kondisi daya penuh (2300 rpm)



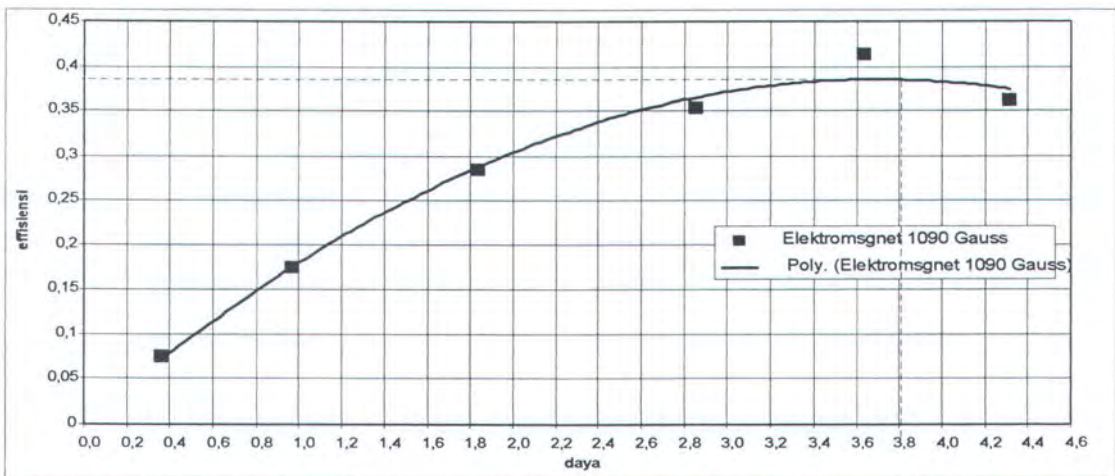
Grafik.5.8 efisiensi efektif vs daya, mesin tanpa menggunakan magnet, permanen magnet, prototipe variasi gaya magnet kondisi daya penuh (2300 rpm)

V.1.6 Pengamatan grafik untuk menentukan kondisi Full Load

Cara menentukan kondisi Full Load dilakukan dengan cara menarik garis tegak lurus terhadap sumbu koordinat x maupun koordinat y dan berpotongan pada garis trendline. Cara ini dilakukan sama untuk tiap grafik performa mesin yang diberi perlakuan menggunakan magnet permanen maupun prototipe elektromagnet.



Grafik.5.9 SFOC Vs Daya prototype elektro magnet kondisi torsi maksimum (1900 rpm)



Grafik.5.10 Effisiensi efektif Vs Daya menggunakan Elektro magnet 1090 Gauss kondisi torsi maksimum (1900 rpm)

Dengan cara yang telah dipaparkan pada paragraf diatas, penentuan kondisi Full Load diawali terlebih dahulu pengamatan grafik Effisiensi vs daya untuk mendapatkan kondisi daya penuh. Dan kemudian dari nilai daya penuh yang didapatkan digunakan untuk mendapatkan nilai SFOC pada grafik SFOC vs daya. dengan cara yang sama dilakukan untuk tiap – tiap perlakuan pada mesin. Maka didapatkan perubahan – perubahan kenaikan maupun penurunan nilai torsi maksimum, effisiensi efektif.

Tabel 5. 26. Hasil pengamatan grafik pada kondisi torsi maksimum (1900 rpm)

No.	PERLAKUAN	TORSI kg.m	SFOC gram/kw.h	η efektif
1	Tanpa magnet	1,26	208,00	0,24
2	Permanen Magnet	2,00	265,54	0,34
3	Prototipe (EM) 1090 Gauss	1,92	184,82	0,39
4	Prototipe EM) 990 Gauss	1,87	181,71	0,37
5	Prototipe (EM) 900 Gauss	1,71	203,10	0,32
6	Prototipe (EM) 800 Gauss	1,60	230,868	0,30

Tabel 5. 27. Hasil pengamatan grafik pada kondisi daya penuh (2300 rpm)

No.	PERLAKUAN	DAYA kw	SFOC gram/kw.h	η efektif
1	Tanpa magnet	2,50	208,00	0,26
2	Permanen Magnet	4,00	258,52	0,33
3	Prototipe (EM) 1090 Gauss	4,00	219,32	0,38
4	Prototipe (EM) 990 Gauss	4,00	239,26	0,34
5	Prototipe (EM) 900 Gauss	3,90	254,60	0,32
6	Prototipe (EM) 800 Gauss	3,00	175,56	0,31

Tabel 5. 28. Persentasi nilai kenaikan dan penurunan pada kondisi torsi maksimum (1900 rpm)

RPM 1900					
No.	PERLAKUAN	PENURUNAN	KENAIKAN		
		SFOC %	Daya %	TORSI %	η efektif %
1	Permanen Magnet	-27,66	37,50	37,00	30,27
2	Prototipe elektromagnet 1090 Gauss	11,14	34,21	34,35	37,73
3	Prototipe elektromagnet 990 Gauss	12,64	32,43	32,58	34,65
4	Prototipe elektromagnet 900 Gauss	2,35	30,56	26,32	24,34
5	Prototipe elektromagnet 800 Gauss	-10,99	21,88	21,25	19,72

Tabel 5. 29. Ppersentasi nilai kenaikan dan penurunan pada kondisi daya penuh (2300 rpm)

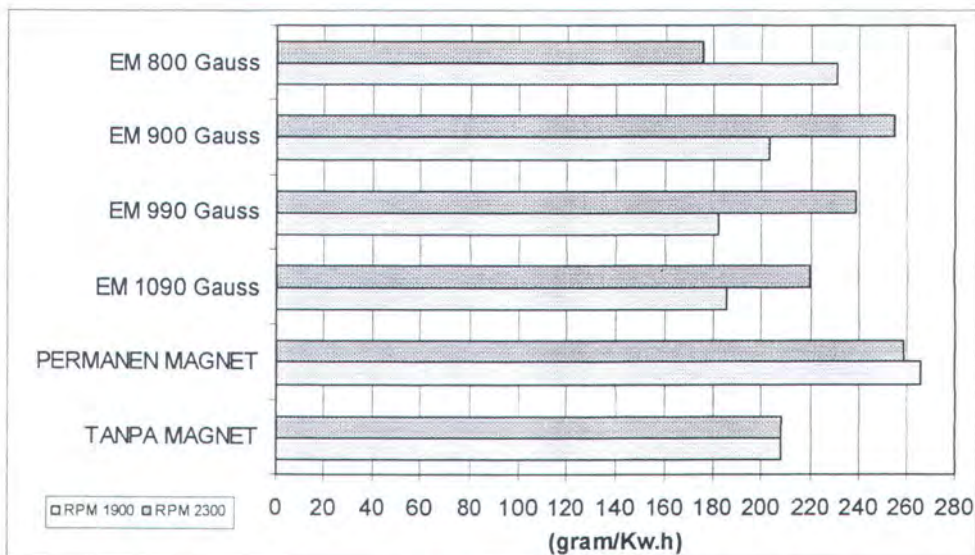
RPM 2300					
No.	PERLAKUAN	PENURUNAN	KENAIKAN		
		SFOC %	Daya %	TORSI %	η efektif %
1	Permanen Magnet	-24,29	37,50	24,51	26,31
2	Prototipe elektromagnet 1090 Gauss	-5,44	37,50	24,51	36,84
3	Prototipe elektromagnet 990 Gauss	-15,03	37,50	24,51	29,04
4	Prototipe elektromagnet 900 Gauss	-22,41	35,90	22,58	25,04
5	Prototipe elektromagnet 800 Gauss	15,60	16,67	-0,65	21,75

V. 2 Pengaruh penggunaan prototipe elektromagnet (EM) terhadap

perubahan nilai SFOC

Dari hasil pengamatan grafik penurunan dan kenaikan nilai SFOC, perlakuan motor tanpa menggunakan magnet menunjukkan nilai sebesar 208 gram/kW.h pada kondisi torsi maksimum (putaran motor 1900 rpm) maupun pada kondisi daya maksimum (putaran 2300 rpm). Nilai ini digunakan sebagai acuan perubahan kenaikan dan penurunan nilai SFOC yang terjadi pada perlakuan motor dengan menggunakan magnet permanen maupun motor menggunakan prototipe elektromagnet (EM).

Dari analisa data dan pengamatan grafik didapatkan perubahan nilai SFOC sebagai berikut :



Grafik 5. 11. Perlakuan motor tanpa menggunakan magnet, menggunakan magnet permanen, dan menggunakan prototipe Vs SFOC

Pada grafik perlakuan motor menggunakan permanen magnet menunjukkan nilai SFOC pada kondisi torsi maksimum tercapai sebesar 265,54 gram/kW.h dan nilai SFOC pada kondisi daya maksimum (putaran 2300 rpm) tercapai sebesar 258,52 gram/kW.h. nilai yang dicapai ini melebihi dari nilai acuan yang dicapai. Kenaikan nilai SFOC yang terjadi akibat perlakuan dengan menggunakan permanen magnet adalah sebesar 27,66% pada kondisi torsi maksimum (putaran 1900 rpm) dan 24,29% pada kondisi daya penuh (putaran 2300 rpm).

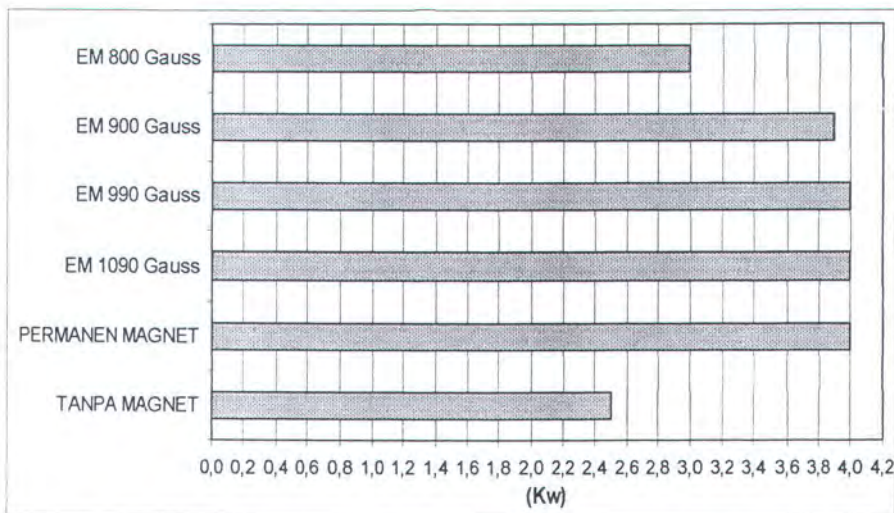
Pada grafik perlakuan motor menggunakan prototipe elektromagnet (EM) dengan kuat gaya magnet yang terbesar yaitu 1090 gauss menunjukkan nilai SFOC sebesar 184,82 gram/kW.h pada kondisi torsi maksimum (putaran motor 1900 rpm) dan nilai SFOC pada kondisi daya maksimum (putaran 2300 rpm) tercapai sebesar 219,32 gram/kW.h.

Dari grafik hasil percobaan dapat diketahui dampak dari penambahan prototipe elektro magnet terhadap nilai dari SFOC, dimana pada kondisi torsi maksimum (putaran motor 1900 rpm) nilai SFOC terendah didapatkan pada besar gaya magnet 990 gauss dan mengalami kenaikan kembali pada gaya magnet di atasnya, hal ini membuktikan bahwa besar gaya magnet akan berpengaruh terhadap nilai dari SFOC. Demikian juga pada kondisi daya maksimum (putaran motor 2300 rpm), nilai SFOC mengalami kenaikan dan penurunan karena adanya perubahan dari besarnya gaya magnet.

Jika nilai SFOC antar perlakuan dibandingkan, maka nilai SFOC dengan menggunakan permanen magnet adalah yang terbesar, sedangkan SFOC dari prototipe elektro magnet akan bervariasi sesuai dengan besarnya gaya magnet yang diperlakukan pada prototipe elektro magnet.

V. 3 Pengaruh penggunaan elektromagnet (EM) terhadap kenaikan daya maksimum (2300 rpm).

Selain mempengaruhi nilai dari SFOC, penambahan prototipe elektro magnet juga akan sangat berpengaruh sekali terhadap besarnya daya yang dihasilkan oleh motor, dampak kenaikan atau perubahan dari penambahan prototipe elektro magnet dapat dilihat pada grafik di bawah ini :



Grafik 5. 12. Perlakuan motor tanpa menggunakan magnet, magnet permanen, prototipe Vs Daya

Pada grafik kenaikan daya diatas terbukti penggunaan magnet (baik permanen magnet maupun prototipe elektro magnet) akan menaikkan daya motor. Pada permanen magnet, besarnya putaran motor tidak akan mempengaruhi besarnya daya yang dihasilkan, hal ini sama dengan keadaan motor tanpa perlakuan, namun yang membedakan adalah besarnya daya motor yang dihasilkan, pada penambahan permanen magnet didapatkan peningkatan daya sebesar 37,5%.

Kemudian pada perlakuan dengan menggunakan prototipe elektro magnet, putaran motor mempengaruhi besarnya daya. Dengan putaran yang lebih tinggi akan didapatkan nilai daya yang lebih besar, meskipun pada perlakuan dengan gaya magnet 800 gauss terjadi penurunan daya pada putaran yang lebih tinggi. Disamping putaran motor, besarnya gaya magnet dari prototipe elektro magnet juga sangat mempengaruhi besarnya daya motor yang dihasilkan. Dari grafik dapat diketahui bahwa semakin besar gaya

magnet pada perlakuan dengan prototipe elektro magnet, daya yang dihasilkan juga akan semakin besar.

Pada putaran motor 2300 rpm daya yang dihasilkan pada 990 gauss dan 1090 gauss adalah sama, juga pada perlakuan dengan permanen magnet (nilai gaya magnetnya 1060 gauss), nilainya juga sama yaitu sebesar 4 KW atau mengalami kenaikan sebesar 37,5% ini menunjukkan bahwa peningkatan daya akibat besarnya gaya magnet yang diberikan akan mengalami nilai konstan pada daya tertentu.

Jika dibandingkan dengan percobaan antar perlakuan, besar daya yang paling besar adalah pada gaya magnet 990 gauss dan di atasnya, sedangkan pada gaya dibawah 990 gauss, besarnya daya sebanding dengan peningkatan gaya magnet dari prototipe elektro magnet. Dari hasil percobaan didapatkan peningkatan dari 16,67% sampai dengan 37,5%.

V. 4 Pengaruh penggunaan prototipe elektromagnet (EM) terhadap kenaikan Torsi maksimum (1900 rpm)

Dari pengamatan grafik kenaikan torsi maksimum, terlihat perlakuan menggunakan magnet permanen magnet maupun prototipe elektromagnet (EM), menyebabkan adanya kenaikan nilai torsi secara keseluruhan.



Grafik 5. 13. Perlakuan motor tanpa menggunakan magnet, magnet permanen, prototipe Vs Torsi

Pada penggunaan magnet permanen dihasilkan nilai torsi maksimum yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa menggunakan maupun menggunakan prototipe elektromagnet (EM) dengan variasi kekuatan gaya magnet. Kenaikan torsi yang dihasilkan adalah sebesar 37 % dari titik reverensi (perlakuan motor tanpa magnet).

Terlihat pada tabel perlakuan menggunakan prototipe elektromagnet (EM) tidak dapat menghasilkan nilai torsi yang melebihi nilai yang dihasilkan perlakuan dengan menggunakan permanen magnet, bahkan pada kekuatan gaya magnet 1090 gauss pun menampakkan hasil yang masih dibawah hasil perlakuan penggunaan permanen magnet.

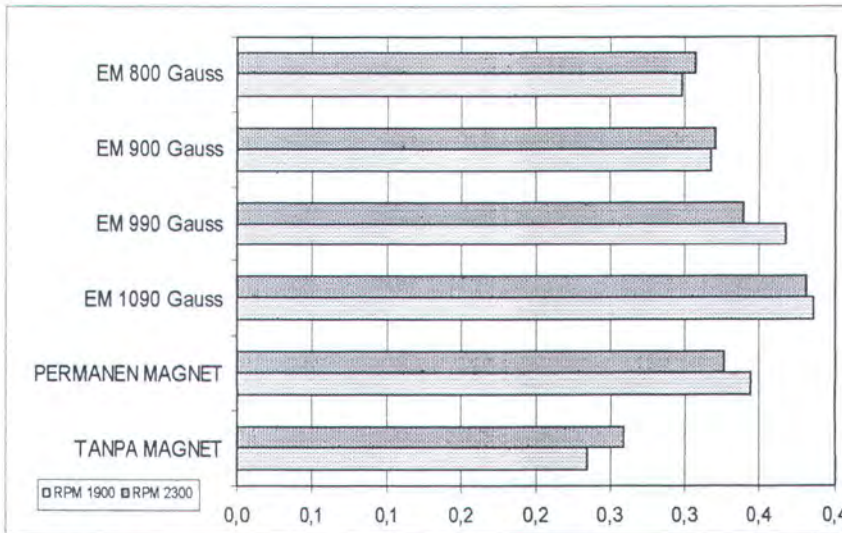
Jika dibandingkan antara perlakuan tanpa menggunakan magnet, menggunakan prototipe elektromagnet (EM), dan menggunakan permanen magnet. Maka penggunaan permanen magnet menunjukkan hasil yang terbaik pada motor kondisi torsi maksimum (putaran 1900 rpm).



V. 5 Pengaruh penggunaan elektromagnet (EM) terhadap kenaikan

Effisiensi efektif

Dari pengamatan grafik kenaikan effisiensi efektif terlihat perlakuan menggunakan magnet permanen maupun prototipe elektromagnet (EM), menyebabkan adanya kenaikan effisiensi efektif secara keseluruhan. Namun peningkatannya tidak sesuai dengan putaran motor dan perlakuan gaya magnet yang digunakan.



Grafik 5. 14. Perlakuan motor tanpa menggunakan magnet, magnet permanen, prototipe Vs EffisiensiEfektif kondisi torsi maksimum (1900rpm) maupun kondisi daya maksimum (2300rpm)

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa kenaikan effisiensi efektif yang dihasilkan bervariasi. Hasil ini dipengaruhi oleh besarnya daya efektif dan penggunaan jumlah bahan bakar dalam satuan waktu. Semakin sedikit (waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan bahan bakar dalam jumlah yang sama) penggunaan bahan bakar untuk menghasilkan daya efektif yang sama akan meningkatkan effisiensi efektif motor. Sebaliknya jika semakin banyak

(waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan bahan bakar dalam jumlah yang sama) penggunaan bahan bakar untuk menghasilkan daya efektif yang sama efisiensi motor akan turun. Dari grafik dapat diketahui bahwa penggunaan gaya magnet terbesar akan menghasilkan kenaikan nilai efisiensi efektif yang terbesar.

V. 6 Pembahasan

Pada pengujian motor menggunakan magnet permanen nilai SFOC kondisi Full Load mengalami kenaikan dibanding nilai SFOC motor yang tidak menggunakan magnet. Kenaikan nilai SFOC ini diiringi pula dengan kenaikan daya motor. Hal ini membuktikan dengan penambahan magnet pada motor dalam fungsinya sebagai peubah struktur molekul bahan bakar guna meningkatkan kualitas proses pembakaran (*Kartika, 2004*), telah terbukti benar. Walaupun terjadi peningkatan nilai SFOC dengan penambahan magnet, bukan berarti motor mengalami pemborosan penggunaan bahan bakar melainkan sebaliknya. Sebab motor tanpa menggunakan magnet, pada motor yang sama agar dapat meningkatkan daya sebesar 37,5 % akan membutuhkan kenaikan nilai SFOC yang jauh lebih besar dibandingkan kenaikan nilai SFOC akibat penggunaan permanen magnet. Pembuktian ini sesuai dengan pernyataan bahwa dengan penambahan magnet dapat menurunkan kebutuhan bahan bakar (*Sudrajad dan Gerianto, 2002*)

Dari grafik yang ditampilkan terlihat adanya kenaikan daya yang dihasilkan oleh penggunaan magnet. Terlihat pula pada trendline grafik

perlakuan dengan variasi kekuatan besar gaya magnet, bahwa dengan penambahan besar kekuatan gauss akan menambah kenaikan daya dan menurunkan nilai SFOC. Kenaikan daya yang dihasilkan menyebabkan kenaikan nilai efisiensi efektif. Dimana kenaikan nilai efisiensi efektif tertinggi dihasilkan oleh penggunaan prototipe elektromagnet (EM) dengan kekuatan gaya magnet 1090 gauss. Dengan demikian telah terbukti bahwa pemurnian bahan bakar menggunakan sistem elektromagnet (EM) lebih efisien dibandingkan dengan permanen magnet. Sebab dengan penggunaan bahan bakar yang lebih sedikit (waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan bahan bakar lebih singkat) pada perlakuan menggunakan prototipe elektromagnet (EM) 1090 gauss akan menghasilkan daya yang sama besar. Hal ini berkaitan dengan lama waktu bahan bakar melewati medan magnet sehingga perenggangan struktur molekul bahan bakar dapat berlangsung lama atau hanya singkat saja (*Maron dan Lando, 1944*). Dimana dimensi prototipe lebih panjang dibanding permanen magnet sehingga bahan bakar lebih lama terkena medan magnet.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI. 1. KESIMPULAN

Setelah melakukan eksperimen pengujian prototipe elektromagnet (EM), pengolahan data serta analisa perhitungan dari data – data yang didapatkan dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

1. Telah dapat dibuat prototipe elektromagnet (EM) dengan spesifikasi, sebagai berikut :
 - Panjang pipa bahan bakar : 300 mm
 - Diameter pipa bahan bakar : 10 mm
 - Luas penampang konduktor : 433 mm^2
 - Diameter kawat tembaga : 1 mm
 - Tebal kumparan : 89,4 mm (31 tumpukan)
2. Penggunaan elektromagnet (EM) pada sistem bahan bakar motor diesel dapat menurunkan penggunaan bahan bakar. Pada kondisi torsi maksimum (putaran 1900 rpm) elektromagnet (EM) dengan daya magnet 900 gauss dapat menurunkan penggunaan bahan bakar sebanyak 2,35 % ; elektromagnet (EM) dengan daya magnet 990 gauss dapat menurunkan penggunaan bahan bakar sebanyak 12,64 % ; elektromagnet (EM) dengan daya magnet 1090 gauss dapat menurunkan penggunaan bahan bakar sebanyak 11,14 %.
3. Penggunaan elektromagnet (EM) pada sistem bahan bakar motor diesel lebih baik dibandingkan menggunakan permanen magnet. Terlihat pada kenaikan

nilai efisiensi efektif sebesar 37,71 % pada kondisi torsi maksimum (putaran 1900 rpm) dan 36,84 % pada kondisi daya maksimum (putaran 2300 rpm). Sedangkan penggunaan permanen magnet hanya menaikkan sebesar 30,27 % pada kondisi torsi maksimum (putaran 1900) rpm dan 26,31 % pada kondisi daya maksimum (putaran 2300 rpm.). Walaupun demikian penggunaan elektromagnet (EM) tidak menampakkan adanya kenaikan torsi maksimum yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan permanen magnet. Begitupula dengan kenaikan daya maksimum yang dapat dihasilkan elektromagnet (EM) tidak menampakkan perbedaan dengan hasil yang diberikan permanen magnet.

VI. 2. SARAN

1. Dalam pembuatan prototipe sebaiknya direncanakan elektromagnet yang dapat menghasilkan daya magnet yang tinggi.
2. Elektromagnet sebaiknya diuji kembali pada specification engine lainnya sehingga dapat dilihat kemampuan elektromagnet dalam meningkatkan performa engine.
3. Perlu diadakan pengujian gas emisi yang dikeluarkan motor diesel setelah menggunakan prototipe elektromagnet.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Anoname (2002). "magnetizer". Available:[<http://www.magnetizer.com>] (dikunjungi : maret 2005)
- Anoname (2004). "BBM Sampai Dimana Dikau Kan Kucari?". Available: [http://www.majalah_energi.com] (dikunjungi : june 28 2005)
- Anoname (2005). "Car Booster (alat penghemat BBM)". Available:[http://www.indonetwork.co.id/java_megatek] (dikunjungi pada januari 2005)
- Kartika K. H. (2004). "Analisa pengaruh penggunaan magnet sebagai fuel treatment terhadap emisi gas buang, kebutuhan bahan bakar dan temperatur kerja motor diesel". Tugas akhir jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Kelautan ITS.
- Kelompok Kerja Pembaruan Agraria dan Pengelolaan Sumber Daya Alam (Pokja PA-PSDA) dan Koalisi Ornop Energi untuk Pembangunan Berkelanjutan (oktober 2004). "Memorandum". Available:[<http://www.wwf.or.id>] (dikunjungi june 27 2005)
- Kurnia D. (maret 2005). "induktor". Available:[<http://www.electroniclab.com>] (dikunjungi : mei 2005)
- Maron S. H. and Lando J. B. (1944). "Fundamentals of Physical Chemistry". Macmillan Publishing Co., Inc., New York
- Nono D. (2004). " Studi Awal Pengaruh Magnetisasi Sistem Dipol terhadap Komposisi, Struktur Senyawa dan Indeks Refraksi serta Viskositas Kerosin ". Pusat Penelitian Fisika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Available:[<http://www.lipi.fisika.net>] (dikunjungi : mei 2005)
- Powell M. R. (2005), " Magnetic Water and Fuel Treatment: Myth, Magic, or Mainstream Science?". Available:[<http://www.csicop.org/si/9801/powell.html>] (dikunjungi : maret 2005)
- Ralph J. F. dan Joan S. F. (1991) , "Kimia Organik, Edisi Ketiga" , Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sudrajad A. dan Gerianto I. (2002). "Analisa Penggunaan Fuel Oil Magnetic Filter Untuk Mereduksi Emisi Gas Buang Motor Diesel". Dari buku Prosiding Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan 2002. Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Tretyakov I. G. (1975). "Effects of magnetic field treatment on electrophysical properties of aviation fuels". Operational Properties of Fuels, Lubricants and Technical Liquids Used in Civil Aviation [Kiev] 1: 41-42.

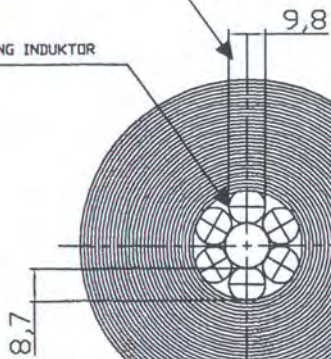
Zuhal (1977). "Dasar Tenaga listrik".ITB.Bandung



LAMPIRAN

31 tumpukan

BATANG INDUKTOR

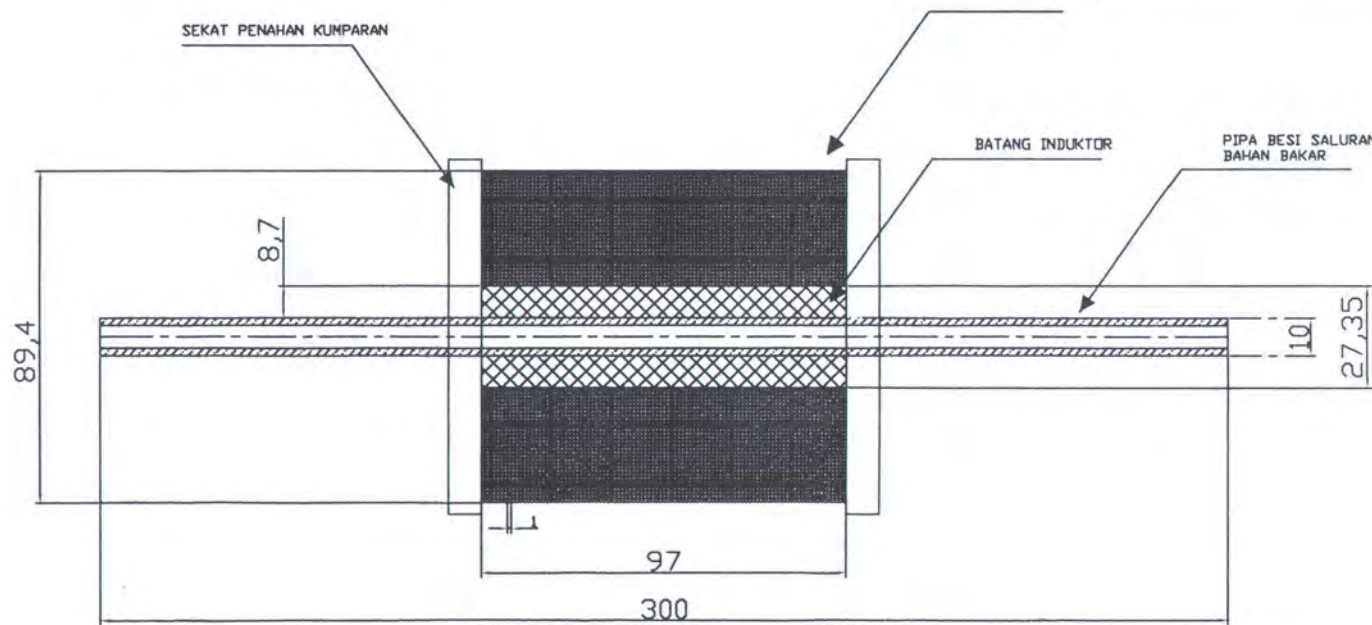


TAMPAK MELINTANG

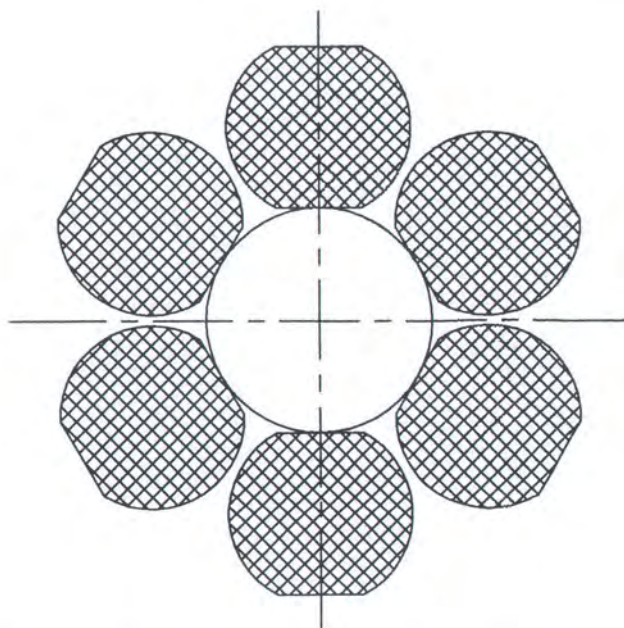
SEKAT PENAHAN KUMPARAN

BATANG INDUKTOR

PIPA BESI SALURAN BAHAN BAKAR





TAMPAK MEMANJANG



PROFIL PENAMPANG BATANG INDUKTOR

DAFTAR BAHAN

	FEROMAGNETIK
	BESI

SPESIFIKASI PROTOTIPE :	
• PANJANG PIPA BAHAN BAKAR	: 300 mm
• DIAMETER BAHAN BAKAR	: 10 mm
• LUAS PENAMPANG KONDUKTOR	: 433 mm ²
• DIAMETER KAWAT TEMBAGA	: 1 mm
• TEBAL KUMPARAN	: 89,4 mm (31 TUMPUKAN)

GAMBAR PERENCANGAN PROTOTIPE

SIZE	FSCM NO.	DIGAMBAR OLEH :	REV
		FAUZI TRYONO	
SCALE 1 : 0,15		SATUAN DALAM mm	

Percobaan	: Elektro Magnet	
Tanggal percobaan	: 17 Juni 2005	
Waktu percobaan	Mulai : 4.35 pm	Berakhir :
Temperatur udara ruangan	Mulai : 29 °C	Berakhir :
Tekanan udara ruangan	Mulai :	Berakhir :

Percobaan	: ① Tanpa menggunakan magnet ②
Tanggal percobaan	: 15 Juni 2005
Waktu percobaan	Mulai : 2.50 pm Berakhir : 6.55 pm
Temperatur udara ruangan	Mulai : 32 °C Berakhir : 30 °C
Tekanan udara ruangan	Mulai : 1015 $\frac{mbar}{atm}$ Berakhir :

Percobaan	: Permanent magnet test	
Tanggal percobaan	: 18 Juni 2005	
Waktu percobaan	Mulai : 2.30 pm	Berakhir : 3.00 pm
Temperatur udara ruangan	Mulai : 32 °C	Berakhir : 32.5 °C
Tekanan udara ruangan	Mulai :	Berakhir :

Prapercoaban (tanpa instalasi magnet)

rpm 1900

BEBAN (Ne)			PUTARAN		tBB	pBB	vBB	mBB	SFOC
%	watt	Engine	Gen.						
0	0	1900	1500	1.50	830	0,00002			
10%	350	1900	1500	1.27	830	0,00002			
25%	850-875	1900	1500	1.25	830	0,00002			
50%	1750	1900	1500	1.2	830	0,00002			
75%	2600-2625	1900	1500	1.29	830	0,00002			
100%	3500	1900	1500	1.00	830	0,00002			
115%	4100-4025	1900	1500	0,47	830	0,00002			

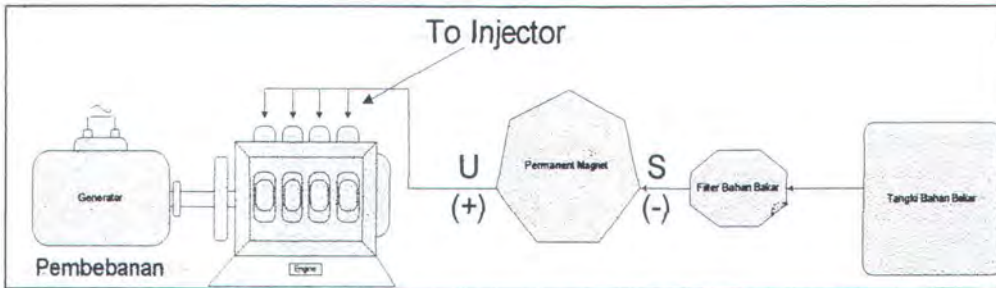
~~244 volt~~ ~~240 volt~~
tanpa bel

Prapercoaban (tanpa instalasi magnet)

rpm 2300

BEBAN (Ne)			PUTARAN		tBB	pBB	vBB	air mBB	Gas SFOC
√ %	watt	Engine	Gen.						
230	0	2300	1500	1.49	830	0,00002			
228	10%	350	2300	1500	2.17	830	42°C	80°C	
233	25%	850-875	2300	1500	1.37	830	0,00002	44°C	85°C
230	50%	1750	2300	1500	1.29	830	0,00002	44°C	100°C
225	75%	2600-2625	2300	1500	1.25	830	0,00002	46°C	115°C
221	100%	3500	2300	1500	1.05	830	0,00002	46°C	140°C
216	115%	4100-4025	2300	1500	0,56	830	0,00002	48°C	150°C

111 350
111 500
111 900
111 850
111 900
111 850
111 1600



Block diagram instalasi permanent magnet pada mesin

Permanent magnet

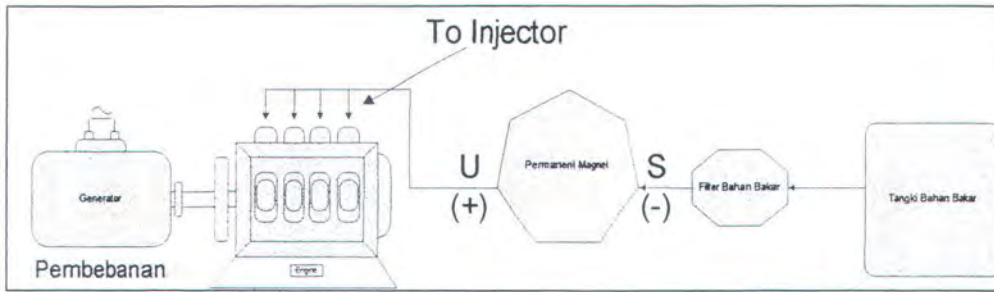
rpm 1900

BEBAN (Ne)			PUTARAN		tBB	pBB	vBB	air mBB	Gas SFOC
√ %	watt	Engine	Gen.						
227	0	1900	1500	2.17	830	0,00002	47	55	
230	10%	350	1900	1500	2.16	830	0,00002	50	75
241	25%	850-875	1900	1500	2.02	830	0,00002	51	80
233	50%	1750	1900	1500	1.21	830	0,00002	50	98
232	75%	2600-2625	1900	1500	1.16	830	0,00002	53	125
228	100%	3500	1900	1500	0,55	830	0,00002	52	165
224	115%	4100-4025	1900	1500	0,45	830	0,00002	53	220

Permanent magnet

rpm 2300

BEBAN (Ne)			PUTARAN		tBB	pBB	vBB	air mBB	Gas SFOC
√ %	watt	Engine	Gen.						
227	0	2300	1500	1.21	830	0,00002	41	50	
227	10%	350	2300	1500	1.22	830	0,00002	46	75
230	25%	875	2300	1500	1.30	830	0,00002	50	90
231	50%	1750	2300	1500	1.21	830	0,00002	50	100
227	75%	2625	2300	1500	1.08	830	0,00002	49	114
223	100%	3500	2300	1500	1.02	830	0,00002	50	125
216	115%	4025	2300	1500	1.0	830	0,00002	51	150



Block diagram instalasi permanent magnet pada mesin

Permanent magnet

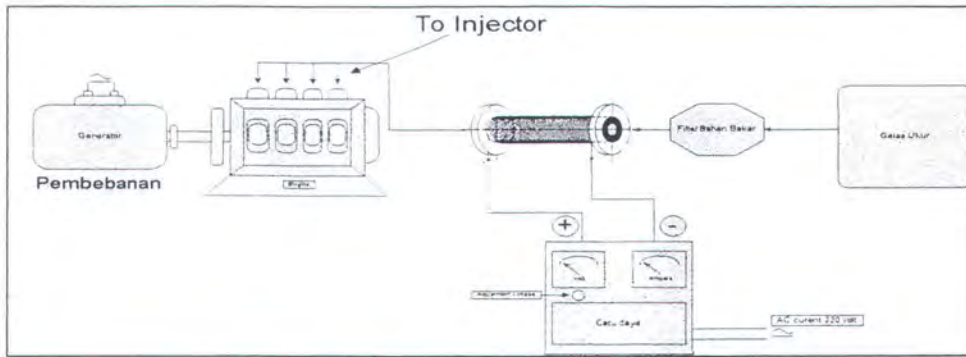
rpm 1900

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB	volt	Amper	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	1900	1500	2,32	226	-	45	75
10%	325	1900	1500	2,35	229	1,1	48	90
25%	800	1900	1500	1,58	230	2,9	49	100
50%	1600	1900	1500	1,40	230	5,6	50	115
75%	2400	1900	1500	1,15	224	8,6	50	140
100%	3200	1900	1500	1,08	214	10,9	52	155
115%	4000	1900	1500	1,22	214	13,3	53	200

Permanent magnet

rpm 2300

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB	volt	Amper	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	2300	1500	2,05	221	-	42	90
10%	325	2300	1500	2,02	226	1,1	43	95
25%	800	2300	1500	1,55	225	2,9	43	100
50%	1600	2300	1500	1,23	224	5,7	45	120
75%	2400	2300	1500	1,15	217	8,6	45	130
100%	3200	2300	1500	0,58	222	11,1	47	160
115%	4000	2300	1500	0,57	217	13,3	47	180



Block diagram instalasi elektro magnet pada mesin

Elektro magnet

rpm 1900

Arus : 2,23 gaya magnet (B) : 800

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB	volt	Amper	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	1900	1500	2.40	235	-	40	70
10%	320	1900	1500	2.08	233	1,2	41	75
25%	800	1900	1500	1.38	231	3.0	42	77
50%	1600	1900	1500	1.29	236	5,6	44	65
75%	2400	1900	1500	1.18	228	8,7	45	110
100%	3200	1900	1500	1.01	222	11.2	46	120
115%	4000	1900	1500	0.48	218	11.5	47	170

Arus : 2,6 gaya magnet (B) : 900

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB	volt	Amper	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	1900	1500	2.14	223	-	48	65
10%	320	1900	1500	2.35	226	1.1	50	68
25%	800	1900	1500	2.06	230	3.0	50	76
50%	1600	1900	1500	1.50	234	5.6	48	86
75%	2400	1900	1500	1.15	228	8.7	48	71
100%	3200	1900	1500	0.52	222	11.1	50	107
115%	4000	1900	1500	0.51	218	13.4	50	127

Arus : 3,1 gaya magnet (B) : 990

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB	volt	Amper	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	1900	1500	3.08	225	-	54	70
10%	320	1900	1500	2.04	227	1.1	48.52	81
25%	800	1900	1500	1.48	230	3.0	48	81
50%	1600	1900	1500	1.51	229	5.5	47.54	86
75%	2400	1900	1500	1.22	225	8.6	46.54	100
100%	3200	1900	1500	1.13	218	11.0	48.56	120
115%	4000	1900	1500	1.01	217	13.3	48.56	139

Arus : 3,8 gaya magnet (B) : 1090

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB	volt	Amper	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	1900	1500	2.43	218	-	59	82
10%	320	1900	1500	2.24	226	1.1	56	70
25%	800	1900	1500	2.07	227	2.9	56	75
50%	1600	1900	1500	1.49	227	5.5	58	92
75%	2400	1900	1500	1.20	226	8.6	58	115
100%	3200	1900	1500	1.27	223	11.1	59	142
115%	4000	1900	1500	0.59	219	13.4	59	146

Elektro magnet

rpm 2300

Arus : 2,23 gaya magnet (B) : 800

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB	volt	Amper	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	2300	1500	203	228	0	50	70
10%	320	2300	1500	151	227	1,1	54	80
25%	800	2300	1500	149	228	2,9	55	85
50%	1600	2300	1500	140	228	5,5	54	105
75%	2400	2300	1500	115	226	8,6	52	108
100%	3200	2300	1500	101	221	11,1	53	110
115%	4000	2300	1500	55	218	13,5	54	115

Arus : 2,6 gaya magnet (B) : 900

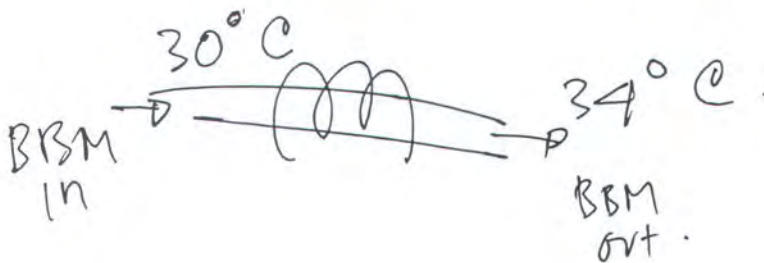
BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB	volt	Amper	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	2300	1500	213	231	0	56	90
10%	320	2300	1500	202	230	1,1	58	90
25%	800	2300	1500	159	231	3	58	90
50%	1600	2300	1500	132	229	5,6	59	110
75%	2400	2300	1500	112	223	8,6	55	110
100%	3200	2300	1500	107	218	11,1	58	125
115%	4000	2300	1500	52	217	13,9	57	145

Arus : 3,1 gaya magnet (B) : 990

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB	volt	Amper	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	2300	1500	223	221	0	60	95
10%	320	2300	1500	205	228	1,2	60	95
25%	800	2300	1500	159	226	3,1	60	95
50%	1600	2300	1500	117	220	5,6	61	110
75%	2400	2300	1500	121	219	8,7	60	120
100%	3200	2300	1500	111	219	11,1	62	145
115%	4000	2300	1500	54	216	13,4	61	161

Arus : 3,8 gaya magnet (B) : 1090

BEBAN (Ne)		PUTARAN		tBB	volt	Amper	Suhu engine	
%	watt	Engine	Gen.				air	gas buang
0	0	2300	1500	241	220	0	61	80
10%	320	2300	1500	212	221	1,2	60	80
25%	800	2300	1500	154	229	3	61	85
50%	1600	2300	1500	150	228	5,6	62	95
75%	2400	2300	1500	130	222	8,5	62	100
100%	3200	2300	1500	105	221	11,1	60	115
115%	4000	2300	1500	50	219	13,8	60	105



o Ker
 pale
 Gathe
 kuma
 m

