



SKRIPSI – ME141501

**ANALISIS KINERJA PADA DC SHUNT MOTOR CONTROL KIT
PE482 DENGAN PERCOBAAN SKALA LABORATORIUM**

**Muhammad Arief Nugraha
NRP. 0421154000081**

**Dosen Pembimbing
Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020**



SKRIPSI – ME141501

***PERFORMANCE ANALYSIS OF DC SHUNT MOTOR CONTROL KIT
PE482 IN LABORATORY WORK SCALE***

**Muhammad Arief Nugraha
NRP. 0421154000081**

Supervisor
Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.

***Department of Marine Engineering
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2020***

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KINERJA PADA DC SHUNT MOTOR CONTROL KIT PE482
DENGAN PERCOBAAN SKALA LABORATORIUM

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System (MEAS)*

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Muhammad Arief Nugraha

NRP : 0421154000081

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



Beny Cahyono, ST., MT., Ph.D

NIP 1979 0319 2008 01 1008

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KINERJA PADA DC SHUNT MOTOR CONTROL KIT PE482
DENGAN PERCOBAAN SKALA LABORATORIUM

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Muhammad Arief Nugraha

NRP : 0421154000081

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



Ir. Sardono Sarwito, M. Sc.

NIP 1960 0319 1987 01 1001

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISIS KINERJA PADA DC SHUNT MOTOR CONTROL KIT PE482 DENGAN PERCOBAAN SKALA LABORATORIUM

Nama Mahasiswa : Muhammad Arief Nugraha
NRP : 0421154000081
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.

ABSTRAK

Indonesia adalah negara yang mempunyai sector maritime yang cukup besar. Tentunya dengan perkembangan maritime, teknologi yang diterapkan pun berkembang. Salah satu teknologi yang berkembang adalah electric propulsion system. Electric propulsion system menggunakan motor listrik sebagai penggerak kapal. Motor listrik pun bermacam jenisnya, antara lain motor AC dan motor DC. Motor DC memiliki karakteristik yang unik dibanding motor AC, salah satunya adalah lebih mudah untuk pengoperasiannya untuk penggunaan daya yang cukup besar. Dan motor DC dapat mengatur putarannya sedemikian rupa, sehingga dapat bergerak sesuai dengan yang diinginkan. Pada penelitian ini akan dilakukan eksperimen menggunakan DC Shunt Motor Control Kit PE482 yang ada pada laboratorium Marine Electrical and Automation System. PE482 akan menjadi sistem pembanding yang akan dibandingkan dengan mesin diesel yang ada pada kapal pembanding. Pada kondisi tanpa beban, pada saat daya 50% motor akan memberikan kecepatan sebesar 89.5%. Pada kondisi load point 2, pada saat daya 50% motor akan memberikan kecepatan sebesar 89.7%. Pada kondisi load point 4, pada saat daya 50% motor akan memberikan kecepatan sebesar 90.2%. Pada kondisi load point 6, pada saat daya 50% motor akan memberikan kecepatan sebesar 93.4%. Pada kondisi load point 8, pada saat daya 50% motor akan memberikan kecepatan sebesar maksimum. Sedangkan, pada kondisi 50% daya diesel akan mengeluarkan kecepatan sebesar 73.9%. Namun, ketika daya mesin diesel maksimum, kecepatannya akan maksimum. Berbeda dengan, motor DC Shunt PE482B jika diberikan daya maksimum, ketika tanpa beban pada kecepatan 57%, pada load point 2 pada kecepatan 34%, load point 4 pada kecepatan 3%, load point 6 pada kecepatan 33%, dan pada load point 8 16%.

Kata kunci : Motor DC Shunt, Performa, Mesin Diesel, Sistem Propulsi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PERFORMANCE ANALYSIS OF DC SHUNT MOTOR CONTROL KIT
PE482 IN LABORATORY WORK SCALE**

Name : *Muhammad Arief Nugraha*
NRP. : *0421154000081*
Department : *Teknik Sistem Perkapalan*
Supervisor : *Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.*

ABSTRACT

Indonesia is a country that has a fairly large maritime sector. Of course, with the development of maritime, the technology applied has also developed. One technology that has developed is the electric propulsion system. The electric propulsion system uses an electric motor as a boat propeller. Electric motors also have various types, including AC motors and DC motors. DC motors have unique characteristics compared to AC motors, one of which is easier to operate for the use of a large enough power. And a DC motor can adjust its rotation in such a way that it can move as desired. In this study, an experiment will be conducted using DC Shunt Motor Control Kit PE482 in the Marine Electrical and Automation System laboratory. PE482 will be a comparison system that will be compared with diesel engines on comparator ships. In no-load conditions, at 50% power, the motor will provide a speed of 89.5%. At load point 2, at 50% power, the motor will provide a speed of 89.7%. At load point 4, at 50% power, the motor will provide a speed of 90.2%. At load point 6, at 50% power, the motor will provide a speed of 93.4%. At load point 8, at 50% power, the motor will provide maximum speed. Meanwhile, at a condition of 50% diesel power will issue a speed of 73.9%. However, when diesel engine power is maximum, the speed will be maximum. In contrast, DC Shunt PE482B motor if given maximum power, when no load at 57% speed, at load point 2 at 34% speed, load point 4 at 3% speed, load point 6 at 33% speed, and when load point 8 16%.

Keywords : *DC Shunt Motor, Performance, Diesel Engine, Propulsion System*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian yang berjudul “Analisis Kinerja pada DC Shunt Motor Control Kit PE482 dengan Percobaan Skala Laboratorium”.

Penulisan penelitian ini disusun guna melengkapi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam menyelesaikan skripsi ini berdasarkan kepada dasar teori yang diperoleh dalam perkuliahan studi literature dan dosen pembimbing yang terus memberikan masukan serta pihak – pihak lain yang terlibat. Banyak pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Maka pada kesempatan kali penulis mengucapkan terima kasih sebesar – besarnya kepada:

1. Allah SWT atas berkat, rahmat, dan hidayatnya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan moral dan materil kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan.
4. Bapak Ir. Sardono Sarwito M.Sc. selaku dosen pembimbing yang terus memberikan bimbingan, saran, dan masukan kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
5. Bapak Prof. Dr. I Ketut Buda Artana, S.T., M.Sc. selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan selama penulis melakukan masa studi.
6. Keluarga Laboratorium Listrik dan Otomasi Kapal, baik teknisi maupun member Lab. yang selalu membantu untuk memberikan saran dan masukan guna penyelesaian tugas akhir ini.
7. Pihak lain, teman – teman dan sahabat – sahabat yang tidak dapat saya sebut satu persatu.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam melakukan penelitian ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kelancaran dan perbaikan dalam pengerjaan tugas akhir kedepannya. Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan penulis pada khususnya.

Surabaya, Januari 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
BAB II.....	3
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Prinsip Kerja Motor DC	3
2.2. Jenis – Jenis Motor DC	6
2.3. Bagian – Bagian Motor DC.....	10
2.4. Rugi pada Motor DC.....	12
2.5. Torsi dan Daya Motor DC.....	15
2.6. Electric Propulsion System	16
2.7. Motor DC Shunt Control Kit PE482	22
BAB III.....	24
METODE PENELITIAN	24
3.1. Proses Pengerjaan	24
3.2. Flow Chart Metodologi Penelitian	32
3.3. Timeline Pengerjaan	33
BAB IV.....	34
HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Data Kapal Perbandingan.....	34
4.2. Analisa Data.....	36
4.3. Perhitungan Data.....	38
4.4. Analisis Grafik Hasil Perhitungan.....	47

4.5. Analisa Performa Motor DC Shunt PE482B dan Mesin Diesel Kapal Pembanding.	64
BAB V	72
KESIMPULAN	72
5.1. Kesimpulan	72
5.2. Saran	72
Daftar Pustaka	74
Lampiran A.....	75
Lampiran B.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Motor D.C.....	3
Gambar 2. 2Kaidah Tangan Kiri	4
Gambar 2. 3 Pola Arus Armatur	5
Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Motor DC.....	5
Gambar 2. 5 Rangkaian Penguat Terpisah.....	6
Gambar 2. 6 Rangkaian Motor Shunt	7
Gambar 2. 7 Rangkaian Motor Seri	8
Gambar 2. 8 Rangkaian Motor Kompon	9
Gambar 2. 9 Komponen Motor DC	10
Gambar 2. 10 Rugi Motor DC	12
Gambar 2. 11 Diagram Daya Motor DC.....	13
Gambar 2. 12 Grafik Torsi Banding Kecepatan	15
Gambar 2. 13 Generator	20
Gambar 2. 14 MSB.....	21
Gambar 2. 15 Trafo	21
Gambar 2. 16 Rangkaian Motor	22
Gambar 2. 17 Rangkaian Motor dengan Control Unit.....	23
Gambar 3. 1 PE481 Control Unit	25
Gambar 3. 2 Motor DC Shunt.....	26
Gambar 3. 3 Loading Unit PE482C.....	27
Gambar 3. 4 Kabel.....	28
Gambar 3. 5 Rangkaian Motor	28
Gambar 3. 6 Meter 1.....	29
Gambar 3. 7 Meter 3.....	30
Gambar 3. 8 Meter 5.....	30

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Grafik Kecepatan Banding Power Mesin Diesel Kapal Pembanding.....	35
Grafik 4. 2 Grafik Hubungan Putaran dan Torsi pada Kondisi Tanpa Beban	48
Grafik 4. 3 Grafik HubunganTegangan dan Torsi pada Kondisi Tanpa Beban	49
Grafik 4. 4 Grafik Hubungan Daya Output dan Putaran pada Kondisi Tanpa Beban	49
Grafik 4. 5 Grafik Hubungan Putaran dan Torsi pada Load Scale 2	50
Grafik 4. 6 Grafik HubunganTegangan dan Torsi pada Load Scale 2.....	51
Grafik 4. 7 Grafik Hubungan Daya Output dan Putaran pada Load Scale 2	52
Grafik 4. 8 Grafik Hubungan Putaran dan Torsi pada Load Scale 4	52
Grafik 4. 9 Grafik HubunganTegangan dan Torsi pada Load Scale 4.....	53
Grafik 4. 10 Grafik Hubungan Daya Output dan Putaran pada Load Scale 4	54
Grafik 4. 11 Grafik Hubungan Putaran dan Torsi pada Load Scale 6	55
Grafik 4. 12 Grafik HubunganTegangan dan Torsi pada Load Scale 6.....	55
Grafik 4. 13 Grafik Hubungan Daya Output dan Putaran pada Load Scale 6	56
Grafik 4. 14 Grafik Hubungan Putaran dan Torsi pada Load Scale 8	57
Grafik 4. 15 Grafik HubunganTegangan dan Torsi pada Load Scale 8.....	58
Grafik 4. 16 Grafik Hubungan Daya Output dan Putaran pada Load Scale 8	59
Grafik 4. 17 Grafik Kecepatan vs Power Load Scale 0	60
Grafik 4. 18 Grafik Kecepatan vs Power pada Load Scale 2.....	61
Grafik 4. 19 Grafik Kecepatan vs Power pada Load Scale 4.....	62
Grafik 4. 20 Grafik Kecepatan vs Power pada Load Scale 6.....	63
Grafik 4. 21 Grafik Kecepatan vs Power pada Load Scale 8.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang mempunyai sector maritime yang cukup maju. Sector ekonomi pada cargo ataupun pada kapal penumpang, tentunya menjadi salah satu pemasukan yang cukup tinggi untuk penghasilan negara. Tentunya, dengan banyaknya kegiatan pada sector maritime Indonesia, teknologi yang diterapkan pada kapal pun dituntut untuk terus berkembang. Dan salah satu hal penting dalam sistem kapal adalah sistem propulsi pada kapal. Untuk sistem propulsi pada kapal sendiri, kebanyakan masih menggunakan mesin diesel sebagai propulsinya. Namun, dengan pengurangan emisi gas buang dari motor, menyebabkan polusi udara terjadi. Maka dari itu, sistem propulsi elektrik adalah alternatif dari mesin yang menggunakan tenaga disesel.

Sistem propulsi motor listrik sendiri, berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanis yang menjadi gerak rotasi. Motor listrik dibagi menjadi dua jenis yaitu motor AC dan motor DC. Motor DC memiliki karakteristik yang unik dibanding motor AC, salah satunya adalah lebih mudah untuk pengoperasiannya untuk penggunaan daya yang cukup besar. Dan motor DC dapat mengatur putarannya sedemikian rupa, sehingga dapat bergerak sesuai dengan yang diinginkan.

Salah satu sistem yang dapat ditemukan dan digunakan pada laboratorium *Marine Electrical and Automation System (MEAS)* adalah DC Shunt Motor Control Kit PE482. DC Shunt Motor Control Kit PE482 ini adalah suatu alat yang digunakan untuk percobaan yang dapat digunakan untuk mempelajari tentang perubahan variable yang ditentukan dan akan berpengaruh pada motor tersebut.

Pada penelitian ini akan dilakukan percobaan lebih lanjut, pengkajian dan analisis sistem kerja pada DC Shunt Motor Control Kit PE482 untuk memperoleh performa yang diinginkan agar dapat digunakan sebagai acuan untuk percobaan uji coba aplikasi ship electric propulsion yang menggunakan motor DC sebagai penggerakannya.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian yaitu :

- 1.1. Bagaimana performa DC Shunt Motor Control Kit PE482B?
- 1.2. Bagaimana performa yang ada pada DC Shunt Motor Control Kit PE 482 dengan sistem electric propulsion?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat agar lingkup penelitian ini lebih fokus, yaitu:

1. Analisa yang dilakukan hanya terbatas pada kinerja DC Shunt Motor Control Kit PE482.
2. Analsa yang dilakukan berdasarkan data yang diperoleh pada hasil percobaan di laboratorium.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui performa DC Shunt Motor Control Kit PE482B.
2. Untuk mengetahui performa yang ada pada DC Shunt Motor Control Kit PE 482 dengan sistem electric propulsion.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan pemahaman pada pengaplikasian kontroler pada Motor DC Shunt
- b. Memberi rekomendasi untuk pengaplikasian sistem kerja dan performa perlatan PE482 sebagai ship electrical propulsion system yang menggunakan motor DC

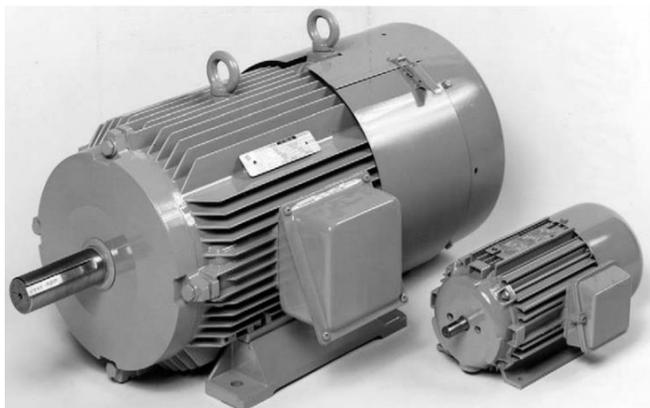
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Prinsip Kerja Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, *fan* angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.

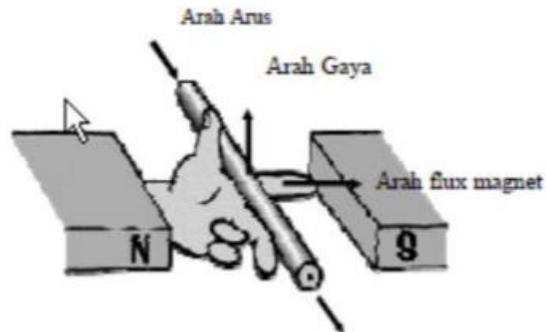


Gambar 2. 1 Motor D.C

Sumber : Hughes, 2006

Tegangan DC dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet.

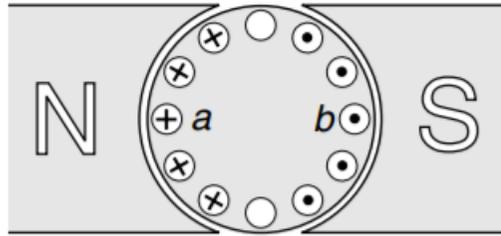
Prinsip kerja dari motor DC adalah jika arus lewat pada suatu konduktor, akan timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.



Gambar 2. 2Kaidah Tangan Kiri

Sumber: (<http://teknikmesin.org/kaedah-tangan-kiri-fleming/>)

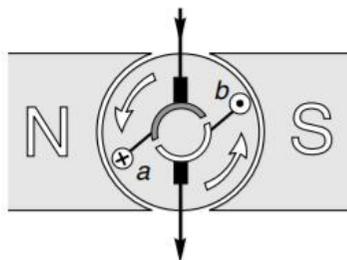
Aturan genggam tangan kanan bisa digunakan untuk menentukan arah garis fluks di sekitar konduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan dengan jempol mengarah pada arah aliran arus, maka jari-jari akan menunjukkan arah garis fluks. Gambar 2.2 nomor 2 menunjukkan medan magnet yang terbentuk di sekitar konduktor berubah arah karena berbentuk U. Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut. Jika konduktor berbentuk U (rotor) diletakkan di antara kutub utara dan selatan, maka kuat medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan medan magnet kutub.



Gambar 2. 3 Pola Arus Armatur

Sumber: Hughes, 2006

Lingkaran bertanda A dan B merupakan ujung konduktor yang dilengkungkan (looped conductor). Arus mengalir masuk melalui ujung A dan keluar melalui ujung B. Medan konduktor A yang searah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di bawah konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak ke atas untuk keluar dari medan magnet. Medan konduktor B yang berlawanan arah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di atas konduktor. Konduktor akan berusaha untuk bergerak turun agar keluar dari medan yang kuat tersebut. Gaya-gaya tersebut akan membuat rotor berputar searah jarum jam. Pada motor dc, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, medan magnet juga berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi, daerah tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini,



Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Motor DC

Sumber: Hughes, 2006

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar daripada tegangan gerak yang disebabkan reaksi. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya. (prinsip Gaya Lorentz)

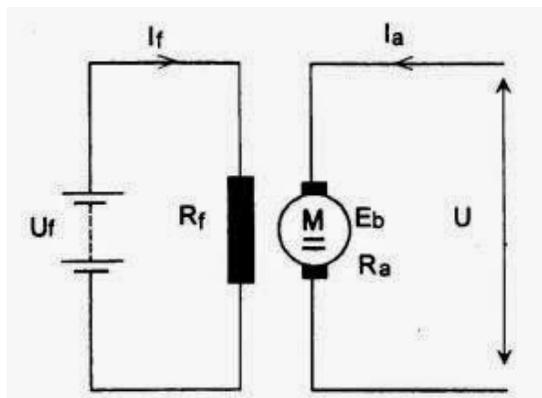
1. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran atau loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
2. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar atau torque untuk memutar kumparan.
3. Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

2.2. Jenis – Jenis Motor DC

Pada jenis motor dc terdapat beberapa jenis, yaitu berdasarkan jenis rangkaian dan sikat.

2.2.1. Motor Arus Searah Penguat Terpisah

Motor jenis ini, penguat magnetnya mendapat arus dari sumber tersendiri dan terpisah dengan sumber arus ke rotor. Sehingga arus yang diberikan untuk jangkar dengan arus yang diberikan untuk penguat magnet tidak terikat antara satu dengan lainnya secara kelistrikan.



Gambar 2. 5 Rangkaian Penguat Terpisah

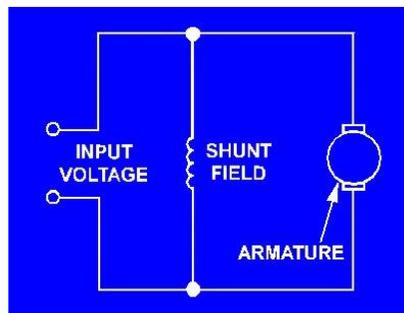
Sumber : <http://insauin.blogspot.com/2014/12/makalah-motor-dc.html>

2.2.2. Motor Arus Searah dengan Penguat Sendiri

Motor jenis ini yaitu jika arus penguat magnet diperoleh dari motor itu sendiri. Berdasarkan hubungan lilitan penguat magnet terhadap lilitan jangkar motor DC dengan penguat sendiri dapat dibedakan :

2.2.2.1 Motor Shunt

Motor ini dinamakan motor DC shunt karena cara pengkabelan motor ini yang parallel (shunt) dengan kumparan armature. Motor DC shunt berbeda dengan motor yang sejenis terutama pada gulungan kawat yang terkoneksi parallel dengan medan armature. Kita harus ingat bahawa teori elektronika dasar bahwa sebuah sirkuit yang parallel juga disebut sebagai shunt. Karena gulungan kawat diparalel dengan armature, maka disebut sebagai shunt winding dan motornya disebut shunt motor. Motor DC shunt memiliki skema berikut:



Gambar 2. 6 Rangkaian Motor Shunt

Sumber : <http://insauin.blogspot.com/2014/12/makalah-motor-dc.html>

Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara parallel dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo.

Karakter kecepatan motor DC tipe shunt adalah :

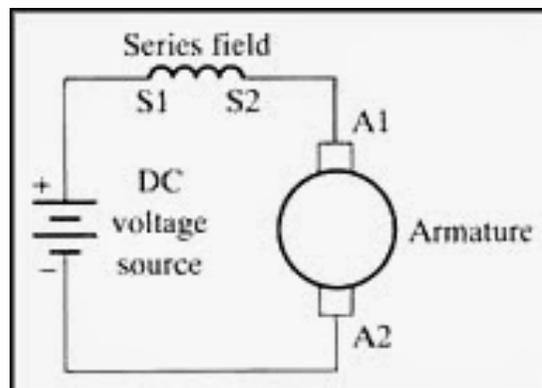
- Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.
- Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

Motor ini tidak dapat memproduksi arus yang besar ketika mulai melakukan putaran seperti pada medan kumparan seri. Hal ini berarti motor parallel mempunyai torsi awal yang lemah. Ketika voltase diaplikasikan ke motor listrik, resistansi yang tinggi pada kumparan parallel menjaga arus mengalir lambat.

Kumparan armature untuk motor shunt pada dasarnya sama dengan motor seri dan menggunakan arus untuk memproduksi medan magnetik yang cukup kuat untuk membuat kumparan armature memulai putaran. Dalam industry, motor shunt digunakan pada Mesin bubut, Drills, Boring Mills, pembentuk, dan Spinning. Berikut adalah contoh boring mills yang sering digunakan pada industry.

2.2.2.2 Motor Seri

Motor ini dipasang secara seri dengan kumparan armature. Motor ini, kurang stabil. Pada torsi yang tinggi kecepatannya menurun dan sebaliknya. Namun, pada saat tidak terdapat beban motor ini akan cenderung menghasilkan kecepatan yang sangat tinggi. Tenaga putaran yang besar ini dibutuhkan pada elevator dan Electric Traction. Kecepatan ini juga dibutuhkan pada mesin jahit. Motor DC disusun dengan skema berikut:



Gambar 2. 7 Rangkaian Motor Seri

Sumber : (<http://insauin.blogspot.com/2014/12/makalah-motor-dc.html>)

Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo.

Karena kumparan medan terseri dengan kumparan armature, motor DC seri membutuhkan jumlah arus yang sama dengan arus yang mengalir melalui kumparan armature. Pengoperasian dari motor ini sangat mudah untuk dimengerti. Kita tahu, bahwa kumparan medan terkoneksi secara seri dengan

kumparan armature. Hal ini berarti bahwa power akan teraplikasi pada salah satu ujung dari kumparan medan yang seri dan ujung lain dari kumparan armature yang terkoneksi dengan brush.

Ketika voltase diberikan, arus mulai mengalir dari terminal power supply yang negative ke kumparan yang seri dan kumparan armature. Kumparan armature tidak berputar ketika tegangan pertama kali diberikan dan satu-satunya hambatan pada sirkuit berasal dari konduktor yang digunakan pada armature dan kumparan penguat medan. Karena konduktor ini sangat besar, maka konduktor ini hanya akan memiliki hambatan yang kecil.

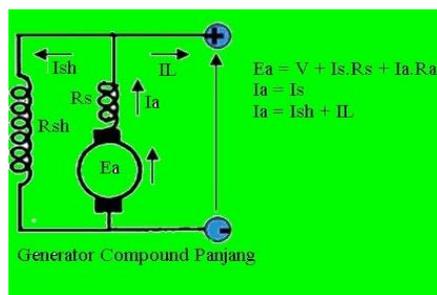
Hal ini menyebabkan motor mengambil arus yang besar dari power supply. Ketika arus yang besar mulai mengalir ke kumparan penguat medan dan kumparan armature maka akan terbentuk medan magnetic yang cukup kuat. Karena arusnya amat besar, hal ini menyebabkan kerusakan pada motor.

2.2.2.3 Motor Kompon

Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan shunt. Pada motor kompon, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan dinamo (A). Sehingga, motor kompon memiliki torque penyalaan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalaan awal yang dapat ditangani oleh motor ini. Dalam industri, motor ini digunakan untuk pekerjaan apa saja yang membutuhkan torsi besar dan kecepatan yang constant.

Karakter dari motor DC tipe kompon/gabungan ini adalah, makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula torque penyalaan awal yang dapat ditangani oleh motor ini.

Pada motor kompon mempunyai dua buah kumparan medan dihubungkan seri dan paralel dengan angker. Bila motor seri diberi penguat shunt tambahan seperti gambar dibawah disebut motor kompon shunt panjang.

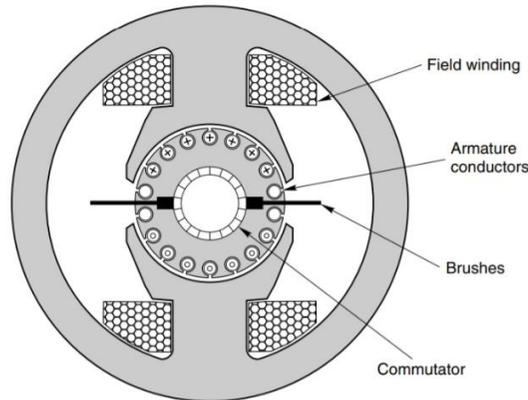


Gambar 2. 8 Rangkaian Motor Kompon

Sumber : (<http://insauin.blogspot.com/2014/12/makalah-motor-dc.html>)

2.3. Bagian – Bagian Motor DC

Pada motor DC komponen dibagi menjadi dua jenis, yaitu Rotor, atau bagian yang bergerak, serta stator atau komponen yang diam. Untuk komponen stator sendiri terdiri dari Rangka, lilitan penguat magnet, dan brush, untuk komponen rotornya sendiri terdiri dari jangkar dynamo dan komutator. Dari beberapa komponen tersebut, ada tiga yang menjadi komponen utama, antara lain lilitan penguat magnet (stator), jangkar dynamo dan komutator (rotor).



Gambar 2. 9 Komponen Motor DC

Sumber: Hughes, 2006

2.3.1. Lilitan Penguat Magnet

Berfungsi untuk mengalirkan arus listrik agar terjadi proses elektro magnet sehingga terjadi suatu magnet buatan sedangkan inti kutub magnet merupakan tempat dihasilkan fluks magnet.

2.3.2. Jangkar Dinamo

Jangkar yang digunakan dalam motor DC adalah yang berbentuk silinder yang diberi alur-alur pada permukaannya sebagai tempat melilitkan kumparan agar terbentuk ggl induksi. Seperti halnya inti kutub magnet, maka jangkar dibuat dari bahan ferro magnetik berlapis-lapis tipis untuk mengurangi panas yang terbentuk karena adanya arus liar. Bahan yang digunakan untuk jangkar sejenis ini campuran baja silikon. Untuk lilitan jangkar berfungsi untuk tempat timbulnya tenaga putar motor.

2.3.3. Komutator

Komutator merupakan suatu converter mekanik yang membuat arus dari sumber mengalir pada arah yang tetap walaupun belitan medan berputar.

Fungsinya sebagai kontak geser antara carbon brush yang fixed dengan armature yang berputar untuk mengambil atau memberi arus listrik kemesin listrik.

2.3.4. Sikat / Brush

Sikat adalah jembatan bagi alira arus ke lilitan jangkar. Maka fungsi dan posisi brush cukup penting sebagai komponen pada motor DC ini. Sikat – sikat ini berbahan dasar karbon dengan tingkat kekerasan material yang bervariasi. Tetapi ada juga pada kasus lain karbon dicampur dengan unsure lain seperti tembaga. Brush pada umumnya harus memiliki kekuatan material yang lebih lunak dari komutator (bagian dari motor DC). Tujuannya adalah supaya gesekan yang terjadi antara segmen – segmen komutator dan brush itu sendiri tidak mengakibatkan komutator cepat aus. Ya sebagai konsekuensi brush adalah komponen yang sering diganti dari motor DC ini.

2.3.5. Rectifier

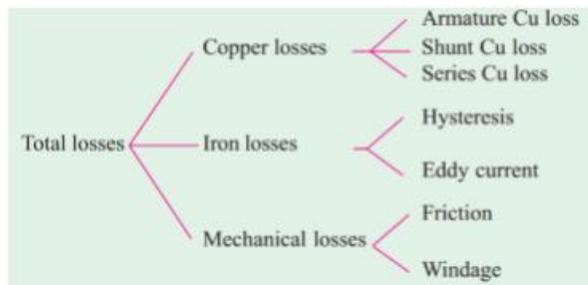
Seperti yang diketahui bahwa motor DC beroperasi dengan arus DC maka kita perlu menggunakan sebuah alat untuk mengubah arus DC menjadi AC, alat tersebut adalah rectifier.

Rectifier adalah alat yang digunakan untuk mengubah sumber arus bolak-balik (AC) menjadi sinyal sumber arus searah (DC). Gelombang AC yang berbentuk gelombang sinus hanya dapat dilihat dengan alat ukur CRO. Rangkaian rectifier banyak menggunakan transformator step down yang digunakan untuk menurunkan tegangan sesuai dengan perbandingan transformasi transformator yang digunakan. Penyearah dibedakan menjadi 2 jenis, penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh, sedangkan untuk penyearah gelombang penuh dibedakan menjadi penyearah gelombang penuh dengan center tap (CT), dan penyearah gelombang penuh dengan menggunakan dioda bridge.

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 diode diatas dimulai pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi forward bias dan D2, D3 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi forward bias dan D1, D2 pada posisi reverse bias sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik output berikut.

2.4. Rugi pada Motor DC

Seperti yang kita ketahui energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan, energy hanya bisa di pindahkan atau di salurkan dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Pada motor DC terjadi perubahan energi yaitu energi listrik menjadi energi mekanis, dalam proses ini total energi yang di gunakan oleh motor tidak semuanya berubah menjadi energi mekanis atau bisa dikatakan tidak semua daya masukan menjadi daya keluaran yang di hasilkan, hal ini terjadi dikarenakan adanya reduksi efisinsi dari motor, efisiensi adalah rasio perbandingan antara daya keluaran dan daya inputan. Beberapa elemen dari daya masukan akan terbuang dalam berbagai bentuk, bentuk dari rugi yang terjadi bermacam – macam antara satu mesin dengan yang lainnya. Rugi ini selain mengurangi nilai efisiensi juga menaikkan temperatur dari motor DC.

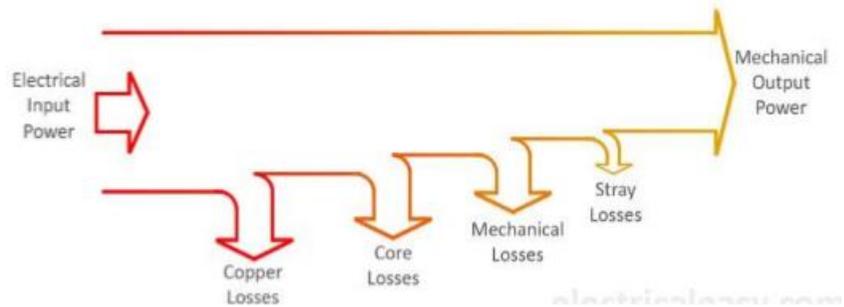


Gambar 2. 10 Rugi Motor DC

Sumber: Theraja, 1994

Pada motor DC terdapat rugi – rugi yang mempengaruhi performa dari motor DC tersebut, rugi ini berdampak berkurangnya daya keluaran dari motor sedangkan daya inputnya dapat di hitung melalui perhitungan yang dimana harus di ketahui nilai dari tegangan dan arus yang masuk. Rugi – rugi yang terjadi pada motor DC di bagi kedalam tiga jenis yaitu rugi tembaga, rugi besi dan rugi mekanis. Pada motor DC shunt rugi tembaga pada medan nilainya konstan dengan demikian rugi tembaga pada medan biasanya disebut dengan rugi konstan atau constant losses (W_c).

Selain rugi yang telah diapaparkan diatas terdapat juga rugi lainnya yang dinamakan dengan stray load losses, rugi ini disebabkan oleh adanya arus pendek pada kumparan selama mengalami komutasi, sebaliknya fluks pada medan armature dan banyak rugi lainnya sulit untuk dijelaskan. Namun, rugi ini bernilai 1 % dari total daya keluaran motor. (Theraja, 1994)



Gambar 2. 11 Diagram Daya Motor DC

Sumber: Theraja, 1994

Metode paling mudah untuk untuk mempelajari tentang rugi pada motor ini adalah dengan mempelajari power flow diagram. Diagram ini memvisualisasikan sejumlah daya yang hilang dikarenakan beberapa jenis rugi yang terjadi dan berapa daya yang benar-benar dikonversi menjadi daya keluaran. Pada gambar 2.14 diatas dijelaskan mengenai power flow dari motor mulai dari daya masukan sampai menjadi daya keluaran motor

2.4.1 Rugi tembaga

Rugi tembaga adalah rugi lilitan yang terjadi pada saat arus mengalir melalui lilitan tembaga, rugi ini juga sering disebut dengan rugi elektis atau rugi karena lilitan. Losses ini timbul dikarenakan nilai tahanan yang ada pada lilitan tembaga baik itu pada kumparan jangkar ataupun pada kumparan medan. Pada motor DC terdapat dua jenis lilitan, yaitu kumparan jangkar dan kumparan medan rugi ini dinamakan rugi tembaga disebabkan oleh material yang digunakan sebagai lilitan konduktor adalah tembaga (Cu). Dengan demikian, rugi tembaga dapat dikategorikan kedalam tiga jenis yaitu rugi tembaga pada jangkar, rugi tembaga pada medan dan rugi tahanan sikat arang. Rugi tembaga ini sebanding dengan kuadrat dari nilai arus yang mengalir melalui lilitan tembaga. (Theraja, 1994)

a. Rugi tembaga pada jangkar

Armature copper losses atau rugi tembaga pada jangkar adalah rugi yang di sebabkan oleh kumparan jangkar yang dilewati oleh arus listrik yang menyebabkan terjadinya elektromagnetik, rugi ini equivalen dengan nilai dari tahanan jangkar dari motor DC. Nilai dari rugi tembaga pada jangkar senilai 30 % dari total rugi yang terdapat pada motor DC. Untuk mencari nilai dari rugi tembaga pada jangkar dapat digunakan rumus dibawah ini:

$$\text{Armature Cu losses} = I_a^2 R_a$$

Dimana:

I_a : arus jangkar

R_a : hambatan jangkar

(Fitzgerald, 2003)

b. Rugi tembaga pada medan

Field copper losses atau rugi tembaga pada medan adalah rugi pada motor DC yang di akibatkan oleh adanya arus yang melalu lilitan tembaga pada medan, nilai dari rugi ini sebanding dengan nilai tahanan yang terdapat pada kumparan medan dari motor. Nilai dari rugi tembaga pada medan adalah konstan atau tetap untuk motor DC shunt pada umumnya pada motor DC jenis shunt rugi tembaga pada medan di sebut sebagai rugi konstan atau constant losses (W_c). Untuk mendapatkan nilai dari rugi tembaga pada medan dapat di gunakan rumus sebagaimana di jabarkan dibawah ini,

$$\text{Field Cu losses} = I_{sh}^2 R_{sh}$$

Dimana:

I_{sh} : arus medan

R_{sh} : hambatan medan

c. Rugi tahanan sikat

Rugi tahanan sikat arang adalah rugi yang di akibatkan oleh arus yang melewati sikat arang ke komutator. Nilai dari rugi sikat arang ini sudah termasuk kedalam rugi tembaga pada jangkar.

2.4.2 Rugi besi

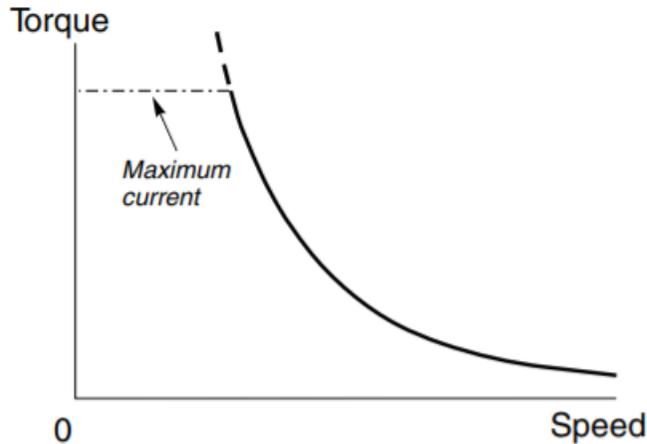
Ketika inti besi pada kumparan jangkar berputar melalui medan magnet dari kumparan medan, beberapa rugi terjadi pada inti besi yang di sebut dengan rugi besi. Ketika inti dari jangkar yang terbuat dari besi melewati medan magnet, arus juga akan terinduksi ke besi itu sendiri. Rugi yang terjadi pada besi ini terbagi atas dua jenis yaitu rugi histerisis dan rugi eddy current.

2.4.3 Rugi Mekanis

Rugi yang disebabkan gesekan mekanis antara dua benda dinamakan dengan rugi mekanis. Rugi ini dikarenakan adanya gesekan pada komponen yang bergerak seperti bearing, sikat arang, komutator dll. Selain itu juga terdapat rugi yang disebabkan oleh adanya udara pada lilitan tembaga, rugi dinamakan dengan windage losses. (Theraja, 1994)

2.5. Torsi dan Daya Motor DC

Torsi, menurut DR Huger D. Young adalah pengukuran kuantitatif dari kecenderungan gaya yang dikarenakan oleh gerak rotasi. Dapat diketahui pula bahwa torsi motor dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu torsi jangkar dan poros.



Gambar 2. 12 Grafik Torsi Banding Kecepatan

Sumber: Hughes, 2006

2.5.1. Torsi Jangkar

Ketika motor berputar, antara pusat poros rotor dengan bagian terluar dari rotor, terdapat gaya yang bekerja. Gaya yang bekerja ini dinamakan torsi. Torsi, yang disebabkan oleh armatur pada saat motor berputar, dinamakan dengan torsi armatur. Torsi yang terjadi pada armatur ini berpengaruh terhadap putaran yang terjadi pada motor, gaya gerak listrik yang ada pada motor dan arus armatur yang dihasilkan. Oleh karena itu, nilai torsi yang dihasilkan dapat ditemukan dengan rumus:

$$P = T_a \times 2\pi N$$

$$E_b I_a = T_a \times 2\pi N$$

$$T_a = \frac{E_b I_a}{2\pi N}$$

Dimana:

T_a = Torsi Jangkar
 E_b = GGL
 I_a = Arus jangkar
 N = putaran motor

2.5.2. Torsi Poros

Perbedaan dari torsi jangkar dan torsi poros adalah torsi poros adalah torsi yang benar – benar tersedia untuk digunakan. Hal itu dikarenakan torsi ini terletak pada poros motor itu sendiri.

Perhitungan dari torsi poros juga berdasarkan dari nilai kecepatan motor tersebut. Namun, power yang dihasilkan adalah power output dari motor tersebut. Jadi, nilai torsi poros dapat ditemukan dengan:

$$P_{out} = T \times 2\pi N$$

$$T = P_{out} \times 2\pi N / 60$$

Dimana:

P_{out} = daya output motor

N = putaran motor

2.5.3 Daya

Daya yang terbagi menjadi dua, yaitu daya input dan daya output. Daya input adalah daya yang dihasilkan oleh motor, sedangkan daya output adalah daya yang dikeluarkan motor setelah dikurangi oleh rugi yang ada pada motor. Rumus untuk mencarinya adalah:

$$P_{in} = (V \times I_a) + (V \times I_f)$$

Dimana:

P_{in} = daya input

V = tegangan motor

I_a = arus jangkar

I_f = arus medan

Lalu, dapat ditemukan daya output dengan cara,

$$P_{out} = P_{in} - Total\ Rugi$$

Dimana:

P_{out} = daya output

Total rugi yang telah dijelaskan di sub bab sebelumnya di total dan dimasukkan ke total rugi.

2.6. Electric Propulsion System

Sistem propulsi listrik adalah sistem pada kapal yang menggunakan generator set sebagai mesin penggerak menggantikan posisi atau kinerja dari mesin utama, dimana dalam hal ini generator dihubungkan ke switchboard, dan selanjutnya energi atau aliran listrik diteruskan ke transformer, kemudian dikonversi dengan menggunakan konverter ke motor listrik yang menggerakkan baling-baling kapal. Pada mulanya electric-propulsion merupakan sebuah alternatif penggerak utama kapal yang sangat mahal dan kurang efisien. Hal ini terutama disebabkan oleh penggunaan konstruksi motor DC yang besar dan berat. Kapal harus memiliki dua sistem listrik yang terpisah, satu untuk melayani penggerak utama dan satunya untuk melayani permesinan bantu. Berkaitan dengan perkembangan yang pesat dari penerapan teknologi elektronika dan komputer, penerapan dari sistem DC ke sistem AC, perkembangan kehandalan mesin, 'marinisasi' system elektronika, dan yang terpenting adalah perkembangan Thyristor-converter, sehingga sekarang ini

memungkinkan untuk memperlengkapi sebuah kapal dengan sistem listrik dengan kapasitas tenaga yang tak terbatas berdasarkan konsep Power-station.

Sistem propulsi motor listrik sendiri mempunyai banyak keuntungan utama dibandingkan sistem propulsi lain. Keuntungan sistem ini adalah investasi awal yang tidak terlalu besar, menghemat tempat, lebih ringan dan sedikit kehilangan power pada sistem transmisi dibandingkan dengan sistem propulsi tipe lain. Hubungan listrik antara generator dan motor propulsi lebih leluasa dalam penempatan peralatan dalam ruangan jika dibandingkan dengan sistem propulsi yang lain. Selain itu dapat menggunakan berbagai penggerak utama seperti diesel, turbin gas, turbin uap, dan hasil keluarannya dapat lebih mudah digabung dibandingkan dengan sistem mekanik. Untuk tipe penggerak mula tidak langsung, penggerak listrik mempunyai keuntungan dapat membalikkan putaran propeller dengan relatif lebih mudah kontrolnya. Dalam beberapa kasus yang masih dalam tahap pengembangan, power yang dibutuhkan oleh propeller dengan menggunakan beberapa penggerak mula dengan tipe medium dan high speed, sistem penggerak listrik mampu memecahkan persoalan ini tanpa menggunakan kopling mekanik. Kelemahan dari sistem propulsi listrik yaitu dalam hal suara atau kebisingan kapal, memang tidak adanya ledakan atau pembakaran di dalam motor listrik, maka motor sistem propulsi tidak terlalu mengganggu dalam hal suara. Namun untuk propeler-propeler tertentu yang diputar dengan kecepatan dan rpm yang cukup tinggi, maka faktor suara tetap akan timbul akibat kecepatan putar daripada propeller atau baling-baling menghisap dan mendorong udara. Selain itu, sistem propulsi listrik efisien hanya pada daya maksimum, jika dibandingkan dengan mesin diesel. Membutuhkan perawatan yang ekstra, lebih besar dan lebih mahal, tidak cocok untuk aplikasi kecepatan tinggi dan tidak cocok untuk aplikasi berdaya besar

2.6.1 Karakteristik Motor DC sebagai pembangkit

Sistem pembangkit listrik DC biasanya terdiri dari beberapa generator putaran tinggi atau menengah yang dirangkai secara paralel. Pemilihan ukuran mesin berdasarkan pada tingkat operasi yang memungkinkan beberapa unit beroperasi tidak melebihi dari total daya yang dihasilkan. Untuk memperoleh daya yang optimal, generator biasanya dipilih generator pada dua putaran yang berbeda. Arus listrik yang dihasilkan generator dihubungkan dengan terminal utama melalui rangkaian penghubung. Rangkaian penghubung ini dimaksudkan untuk menghubungkan dan memutuskan arus pada saat terjadi over load dan hubungan singkat. Sering kali sebuah

sistem terminal rangkaian dibuat untuk memenuhi kebutuhan daya pada kapal yang diambil pada terminal yang sama melalui transformer atau motor generator. Karena unggul dalam ukuran, berat dan biaya, generator set 600 Volt lebih disenangi untuk sistem yang berukuran kecil dan sedang. Tetapi ketika generator rating melebihi 3300 kVA, seperti yang terjadi pada medium speed engine beban penuh atau dapat diatasi oleh 600 Volt circuit breakers. Pada kasus tegangan tinggi (4160 V) semua sistem menggunakan transformer untuk menurunkan tegangan, biasanya hingga 600 V untuk mesin penggerak 500 Hp. Untuk motor 1000 Hp, jenis konverter yang sering digunakan adalah konverter 6 pulsa. Konverter 6 pulsa digunakan untuk mengatur bow thruster dan motor DC untuk propulsi utama.

Pada kasus ini generator dirangkai secara paralel pada bus 600 V yang juga mensuplai tegangan 480 V dengan transformer step down. Setiap 3 konverter daya 6 pulsa dihubungkan secara langsung ke bus 600 V untuk mengurangi penambahan jarak dan berat dengan transformer. Motor dengan HP tinggi dan motor khusus disuplai dengan arus DC dari konverter 12 pulsa atau lebih. Pemilihan ini biasanya berdasarkan pada faktor ekonomi, dimana aliran 12 pulsa hanya cocok pada sistem yang besar sejak dibuat transformer 12 pulsa. Pemilihan tegangan untuk motor jangkar DC dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu :

- Tegangan yang dihasilkan motor maksimum 1000 V. Batasan ini untuk mesin DC dioperasikan dengan memperhatikan akibat getaran, rawan basah dan manuvering yang semuanya diatur oleh IEEE Committe On Marine Transportation.
- Untuk beban sistem dengan power konverter dihubungkan langsung ke bus tanpa menuju ke transformer. Tegangan DC yang dihasilkan menggunakan standar 600 V line to line, umumnya tegangan 750 V dengan perbandingan 1 : 1,25.

Jika transformator diletakkan diantara konverter dan sumber tegangan. Ratio tegangan transformer ditentukan dengan menambah atau mengurangi tegangan jangkar. Berdasarkan jumlah lilitan transformer, tegangan yang mungkin dihasilkan antara 750 V sampai 1000 V. Untuk transmisi dan daya lainnya, penurunan tegangan sebanding dengan arus yang dihasilkan dan peningkatan arus membutuhkan komutator yang besar dan kabel yang besar. Juga berhubungan dengan biaya, kebutuhan ruang dan berat sistem, sehingga kapasitas yang diberikan sangat kecil dibandingkan power konverter yang dihubungkan langsung ke terminal AC. Arus jangkar yang dialirkan oleh kabel DC adalah hasil data pabrik atau data perhitungan. Jika itu diperhitungkan untuk menghitung arus motor,

SHP motor yang biasa digunakan adalah sekitar 50 HP. Arus jangkar yang dihitung dikonversi dalam Kw dan dibagi tegangan DC dan efisiensi motor. Sebagian besar dari efisiensi motor DC sekitar 92 % – 96 % dengan direct drive. Mesin kecepatan rendah memberikan efisiensi yang kecil dan putaran mesin 400 sampai 900 rpm.

Untuk membalik arah putaran motor DC yang biasanya dilakukan pada propeller jenis Fixed Pitch, ada dua pendekatan yang mungkin digunakan. Pertama adalah membalik arah aliran arus pada medan motor. Metode yang kedua adalah merubah arah arus jangkarnya. Sistem penggerak listrik DC sering kali dilengkapi dengan pengatur medan shunt yang menjaga motor beroperasi pada daya konstan. Secara mekanik digambarkan sebagai pengaturan ratio reduction gear sehingga memungkinkan mesin utama beroperasi dengan kecepatan putaran propeller yang berubah-ubah. Pada kapal-kapal besar daya torsi diperkirakan 70 % dari rpm putaran propeller.

Sistem DC telah digunakan secara luas pada instalasi. Kebanyakan sistem DC dipakai pada beberapa mesin diesel kecepatan tinggi bersama dengan generator AC yang dihubungkan ke terminal daya konverter statis dimana AC diubah menjadi DC dan menghasilkan daya untuk menjalankan motor DC guna memutar shaft propeller. Motor listrik dibuat dengan satu atau dua dinamo pada shaft, umumnya ditahan oleh dua bantalan. Didasarkan pada standar biaya yang minimum dan berat yang ringan, motor dengan satu dinamo lebih disukai. Perencanaan lain yang mungkin digunakan akibat terbatasnya ruangan dan berat pada sebuah motor kecepatan tinggi adalah menghubungkan shaft propeller dengan reduction gear. Motor DC yang menggunakan reduction gear sering kali dilengkapi sistem pelumasan gemuk untuk menghindari pergeseran bantalan.

Pada pemakaian motor propulsi berukuran kecil selalu dilengkapi dengan thrust bearing yang dipasang pada bagian belakang motor tersebut. Bila motor memakai gear, thrust bearing biasa dipasang pada reduction gear. Untuk motor DC berukuran besar, thrust bearing dipasang pada bagian depan terpisah dari motor. Thrust bearing dan motor bearing memiliki minyak pelumas yang termasuk dalam sistem pelumasan

2.6.2 Komponen dari sistem propulsi listrik

Adapun sistem propulsi listrik yang terdiri dari generator, saklar/ Switchboard, power transformer, motor drive (frequency converter) motor (synchronous/inductive dan poros & propeller dapat kita pahami sebagaimana penjelasan berikut:

a. Generator set

Pada sistem propulsi listrik, generator berfungsi sebagai sumber listrik yang nantinya disuplai untuk menggerakkan propeller. Generator listrik adalah sebuah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Walau generator dan motor punya banyak kesamaan, tapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tapi generator tidak menciptakan listrik yang sudah ada di dalam kabel lilitannya. Hal ini bisa dianalogikan dengan sebuah pompa air, yang menciptakan aliran air tapi tidak menciptakan air di dalamnya. Sumber energi mekanik bisa berupa resiprokot maupun turbin mesin uap, air yang jatuh melalui sebuah turbin maupun kincir air, mesin pembakaran dalam, turbin angin, engkol tangan, energi surya atau matahari, udara yang dimampatkan, atau apa pun sumber energi mekanik yang lain.



Gambar 2. 13 Generator

Sumber: supply.unicef.org

b. Saklar/ Switchboard

Saklar/ switchboard pada sistem propulsi listrik merupakan panel yang menyalurkan aliran listrik dari generator.. Saklar/ Switchboard Electrical switchboard atau dinamakan Panel Listrik adalah suatu susunan peralatan listrik / komponen listrik yang dirangkai atau disusun sedemikian rupa didalam suatu papan control (board) sehingga saling berkaitan dan membentuk fungsi sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.



Gambar 2. 14 MSB

Sumber: alibaba.com

c. Transformator

Power transformer pada sistem propulsi listrik adalah salah satu komponen yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan tegangan listrik dari MSB. Transformator (trafo) adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak-balik (AC). Transformator terdiri dari 3 komponen pokok yaitu: kumparan pertama (primer) yang bertindak sebagai input, kumparan kedua (sekunder) yang bertindak sebagai output, dan inti besi yang berfungsi untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan.



Gambar 2. 15 Trafo

Sumber: teknikelektronika.com

d. Poros propeller (shaft)

Poros propeller merupakan salah satu komponen dalam sistem propulsi listrik yang digunakan untuk menghubungkan atau mentransmisikan daya yang dihasilkan oleh mesin di kapal ke propeller atau baling-baling kapal. Propeller shaft atau poros propeller berfungsi untuk memindahkan atau meneruskan tenaga dari transmisi ke differential atau menghubungkan mesin dengan propeller kapal.

e. Propeller

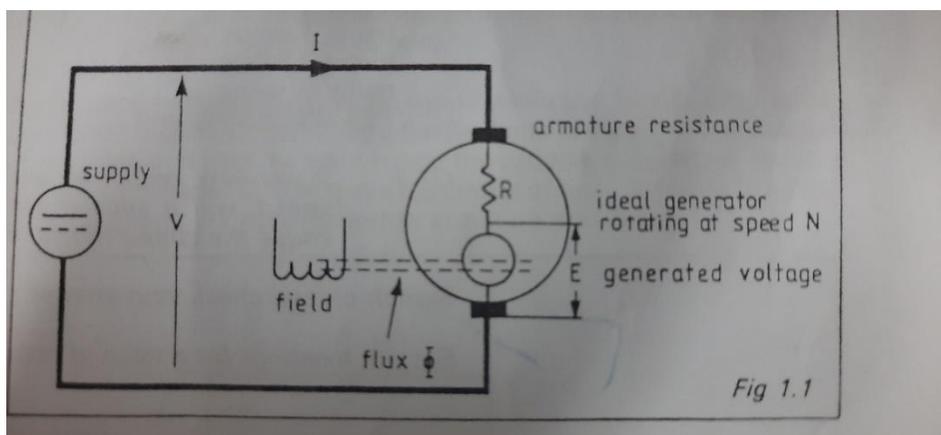
Propeller merupakan salah satu komponen dalam sistem propulsi listrik yang digunakan sebagai penggerak kapal, dimana energi dari mesin yang dihubungkan oleh poros digunakan untuk memutar baling, sehingga kapal bisa bergerak.. Propeller adalah alat yang dapat digunakan untuk memindahkan/menggerakkan kapal dari satu tempat ke tempat lainnya.

2.7. Motor DC Shunt Control Kit PE482

Feedback PE482 Power Electronics Shunt Motor Control Kit adalah sebagian dari PE480 Power Electronics System. Alat ini digunakan untuk percobaan yang mengajarkan tentang mengontrol power pada motor. Percobaan ini mencakup karakteristik dari motor DC. DC Motor Shunt Control Kit PE482B adalah salah satu bagian dari PE482. Pada percobaan ini membutuhkan beberapa perlengkapan yaitu:

- PE481 Control Unit
- PE482B DC Shunt Motor Unit
- PE482C Loading Unit

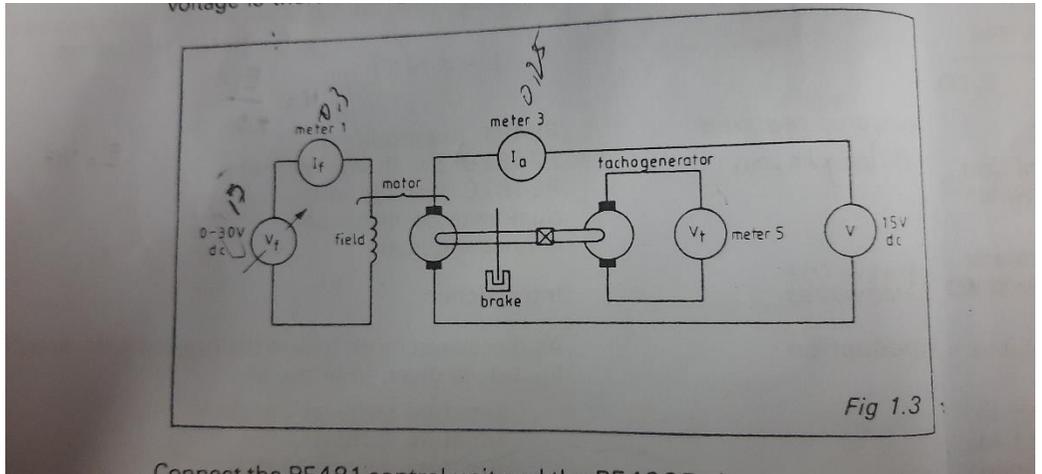
Sistem dari PE482B DC Motor Shunt Control Kit ini adalah sebuah sistem pengontrol untuk motor PE482B. Sistem ini melibatkan kontrol dari tegangan yang diinginkan, arus yang dihasilkan dan kecepatan yang dihasilkan dari motor DC Shunt PE482B. Dengan bantuan Loading Unit PE482C, motor DC Shunt Control Kit PE482B dapat divariasikan sesuai pembebanan dengan mengubah load point dari loading unit PE482C, berikut adalah rangkaian dari motor tersebut.



Gambar 2. 16 Rangkaian Motor

Sumber: Feedback Manual PE482B

Pada percobaan ini, alat ini akan dirangkai sedemikian rupa:



Gambar 2. 17 Rangkaian Motor dengan Control Unit

Sumber: Feedback Manual PE482B

Pada rangkaian ini, DC Shunt Motor Kit PE482B akan dihubungkan dengan PE481 Control Unit. Lalu, pada PE481 akan diberi output range dari 0V sampai 30V dan input sebesar 15 V DC. Pada rangkaian ini, field current akan dihubungkan dengan indicator meter 1. Dan armature current akan dihubungkan pada indicator meter 3. Lalu, tachogenerator voltage akan dihubungkan pada indicator meter 5. Dengan bantuan brake (loading unit PE482C), dapat memberi beban kepada motor PE 482B.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Proses Pengerjaan

Metodologi dalam pengerjaan tugas akhir adalah suatu rangkaian struktur berfikir yang dapat menjadi acuan untuk menegerjakan tugas akhir. Metodologi digunakan untuk memberikan hasil yang diinginkan dan sesuai yang diharapkan. Metode yang dapat digunakan pun dapat bermacam – macam. Secara garis besar, metode yang digunakan untuk penelitian adalah percobaan. Percobaan ini dilakukan menggunakan DC Shunt Motor Control Kit PE482 di laboratorium *Marine Electrical and Automation System (MEAS)*. Langkah secara runtut penelitian ini adalah sebagai berikut.

1 Identifikasi Masalah

Permasalahan utama pada penelitian ini adalah kinerja dari DC Shunt Motor Control Kit PE482 sebagai sistem control dari motor tersebut. dengan mengetahui cara kerja dan performa motor tersebut. Motor yang lama tidak digunakan ini akan dianalisa performa yang dapat dilakukan motor tersebut. Hasil Analisa performa pada motor PE482 akan dibandingkan dengan pembeding kapal yang diinginkan.

2 Studi Literatur

Pencarian sumber – sumber dan dasar teori yang didapatkan dari buku, jurnal ilmiah, paper, tugas akhir hingga beberapa sumber di internet yang berkaitan dengan penelitian ini. teori yang menunjang tugas akhir ini akan dipelajari dan menjadi referensi.

3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang berkaitan dengan proses pengerjaan tugas akhir ini. Data yang didapatkan bisa berupa data kapal yang akan digunakan ataupun hasil dari percobaan yang dilakukan di laboratorium.

4 Percobaan pada alat DC Shunt Motor Control Kit PE482

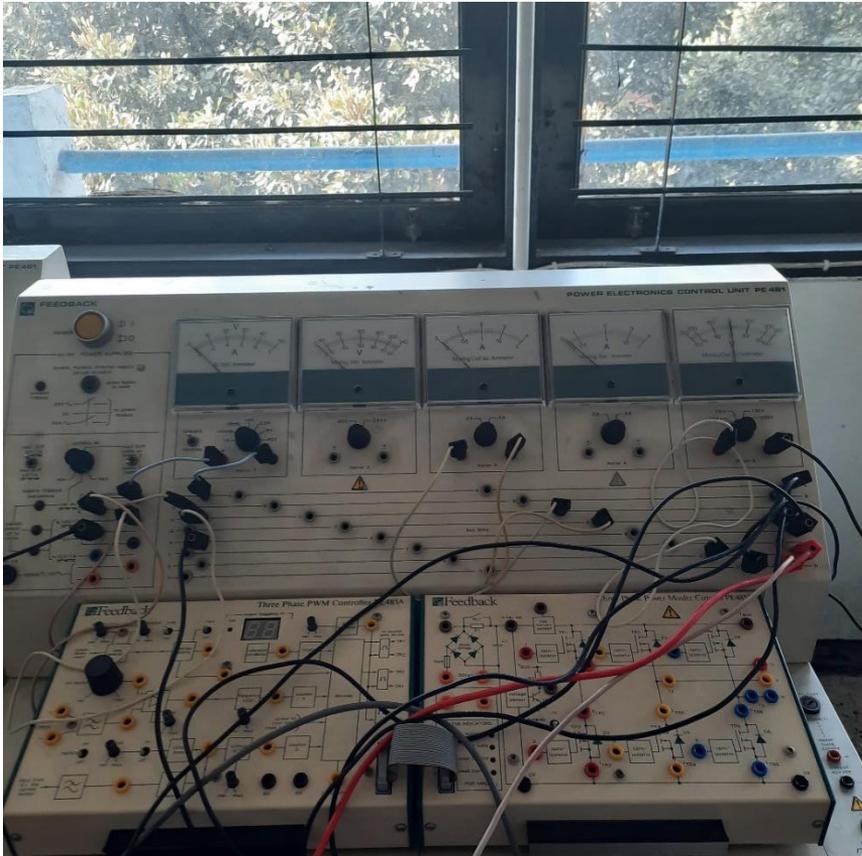
Percobaan akan menggunakan alat DC Shunt Motor Control Kit PE482 dan Control Unit PE481 sebagai penyuplai daya dan sebagai tempat pengontrol variable yang digunakan. Pada percobaan ini akan

diteliti beberapa variable seperti kecepatan, arus dan tegangan. Berikut adalah tahapan dalam percobaan pada DC Shunt Motor Control Kit PE482.

- Mempersiapkan Perlengkapan Praktikum

- a. PE481 Control Unit

Alat ini digunakan sebagai supply daya utama untuk motor DC yang digunakan. Selain supply daya, control uniti digunakan untuk mengontrol variable yang ada pada motor tersebut.



Gambar 3. 1 PE481 Control Unit

Sumber: dokumen pribadi

- b. PE482B d.c. shunt motor unit

Motor yang digunakan pada percobaan ini adalah ini. dalam rangkaian tersebut ada rangkaian menuju field, armature dan tachogenerator



Gambar 3. 2 Motor DC Shunt

Sumber: dokumen pribadi

Dengan spesifikasi motor sebagai berikut,

Tabel 3. 1 Spesifikasi Motor DC Shunt

Type	DC Shunt Motor
Voltage	50 V
Speed	3000 RPM
Amperage	1,4 A
Watts Output	25

c. PE482C loading unit

Loading unit adalah sebuah magnet yang dipasang pada rangkaian PE482B dc Shunt motor unit. Loading unit ini akan digunakan sebagai pembebanan pada motor tersebut.



Gambar 3. 3 Loading Unit PE482C

Sumber: dokumen pribadi

d. Kabel penghubung

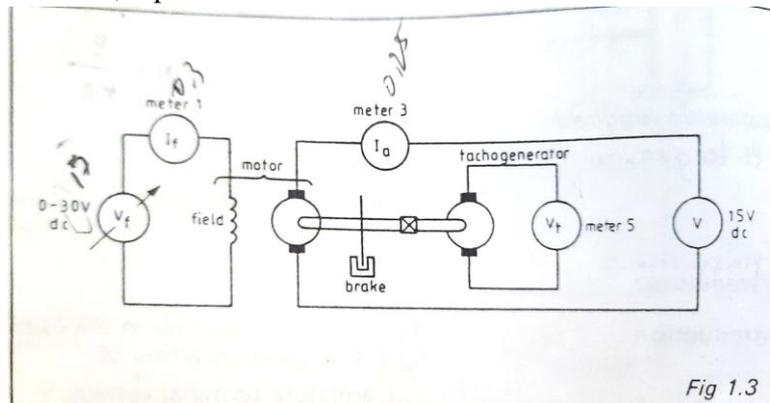
Kabel yang akan digunakan untuk menghubungkan rangkaian antar motor dengan control unit.



Gambar 3. 4 Kabel

Sumber: dokumen pribadi

- Menyusun rangkaian seperti yang ada pada manual book PE482 B, seperti ini



Gambar 3. 5 Rangkaian Motor

Sumber: dokumen pribadi

- Memulai pengambilan data yang dibutuhkan
Setelah rangkaian telah dipersiapkan, nyalakan peralatan yang telah disiapkan. Sebelum menyalakan, atur kembali control yang ada pada PE481 sebagai berikut:

d.c output range	0 to 30 V
field supply	mid to range
meter 1 select	normal

meter 1 range	1 A
meter 3 range	2 A
meter 5 range	10 V
PE482C loading unit	no load

Setelah mengatur control tersebut, nyalakan alat dan lakukan langkah sebagai berikut.

- Atur tegangan yang masuk kedalam motor dengan variable 0 hingga 30 V.
- Motor akan bergerak dan indicator 3 akan memberikan nilai pada arus ammeter dan indicator 5 akan memberikan nilai untuk kecepatan dalam bentuk RPM.
- Variasikan tegangan masukan motor menjadi 0V, 5V, 10V, 15V, 20V, 25V, 30V.



Gambar 3. 6 Meter 1

Sumber: dokumen pribadi



Gambar 3. 7 Meter 3

Sumber: dokumen pribadi



Gambar 3. 8 Meter 5

Sumber: dokumen pribadi

- Amati variabel – variabel yang dihasilkan yaitu, arus field, arus jangkar, dan kecepatan dari motor dari indikator motor yang ada pada PE481. Indikator yang dilihat seperti berikut,
- Setelah itu variasikan load point pada loading unit PE482C pada titik yang diinginkan, pada percobaan ini load point yang ditentukan adalah load point 2, load point 4, load point 6, dan load point 8.

5 Analisa Performa Motor PE482B

Analisa performa ini bertujuan untuk mendapatkan data penunjang yang digunakan untuk melakukan perhitungan terhadap parameter yang ditentukan. Berdasarkan hasil yang didapat pada saat percobaan pada motor PE482B dan buku panduan yang ada, akan diambil Analisa akan dibandingkan grafik setiap beban yang ada pada motor.

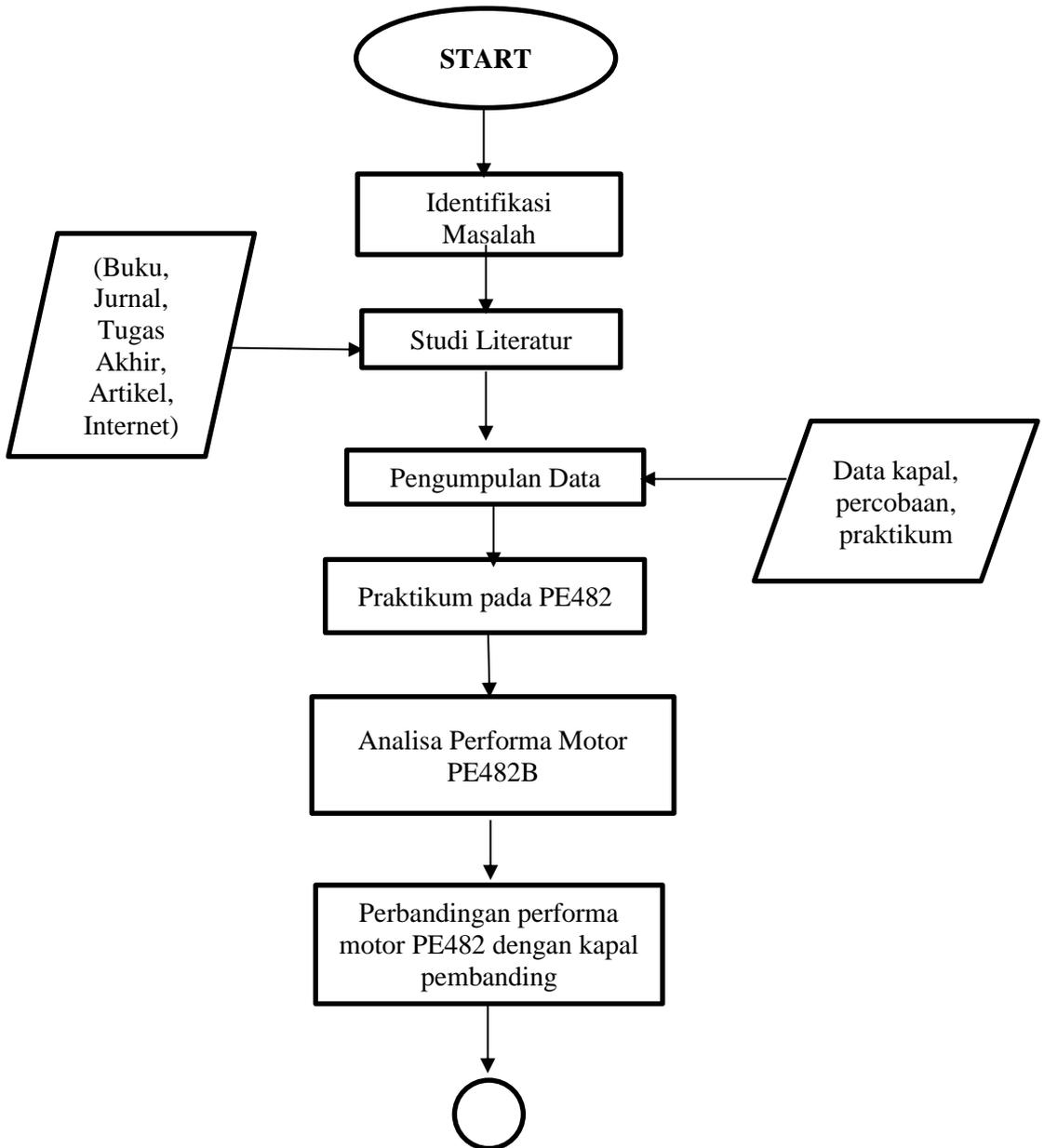
6 Analisa dan Perbandingan pada kapal

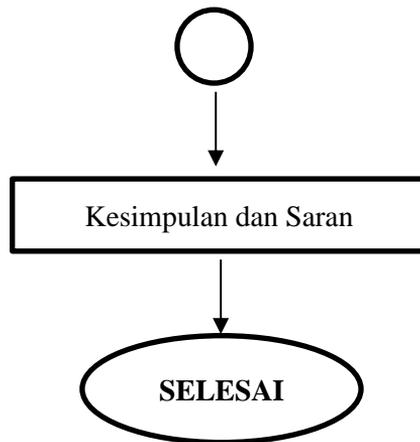
Setelah hasil dari praktikum didapatkan, data akan diolah dan dibandingkan dengan data yang ada pada kapal. Perbandingan yang dilakukan adalah berkaitan dengan Delivered Horse Power dari mesin kapal yang dihasilkan berbanding kecepatan kapal, yang akan dibandingkan dengan performa motor berkaitan dengan kecepatan yang dihasilkan dan daya output yang dihasilkan.

7 Kesimpulan

Sebagai langkah akhir dalam penelitian, akan dibuat kesimpulan dari percobaan ini dan diberikan saran untuk penelitian selanjutnya. Dan saran untuk penelitian selanjutnya yang melakukan penelitian serupa.

3.2. Flow Chart Metodologi Penelitian





3.3. Timeline Pengerjaan

Tabel 3. 2 Timeline Pengerjaan

No.	NAMA KEGIATAN	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mengidentifikasi Masalah	■	■	■													
2	Melakukan Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	Mengumpulkan Data			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Praktikum pada PE482									■	■	■	■				
5	Analisa dan Perbandingan pada kapal										■	■	■	■	■		
6	Membuat Hasil dan Pembahasan Penelitian												■	■	■	■	■
7	Menyimpulkan Hasil Penelitian													■	■	■	■

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Kapal Pembanding

Analisa performa Motor DC Shunt PE482B bertujuan untuk membandingkan performa motor DC Shunt PE482B dengan sebuah motor diesel yang ada pada kapal. Kapal yang dipilih sebagai pembanding adalah sebuah kapal kecil dengan panjang 16.40 m. Kapal ini menggunakan sistem propulsi berkekuatan diesel. Berikut adalah data kapal yang meliputi dimensi dari kapal,

Tabel 4. 1 Data Kapal Pembanding

LOA	16.4 m
Breadth	4.5 m
Depth	1.9 m
LWT	13.7 Ton
DWT	18.53 Ton
Main Engine	265 HP @2300RPM

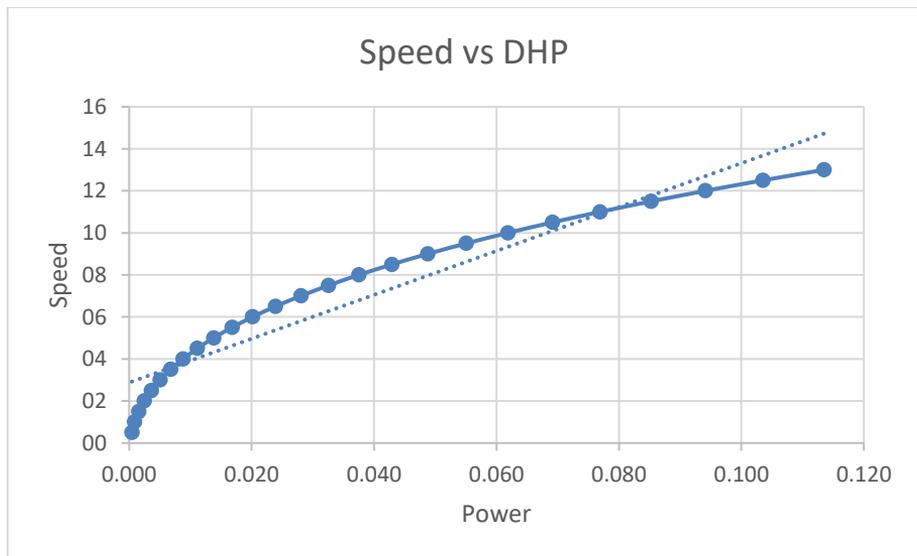
Dari kapal pembanding di atas, akan dianalisa performa dari mesin yang ada pada kapal tersebut. Dengan *input-range* kecepatan yang akan diatur dari 0.5 knots hingga 13 knots, akan dianalisa performa mesin tersebut dengan keluaran *Deliveried Horse Power* yang diperoleh mesin tersebut. Dengan kecepatan terbaik 12.5 knot, hasil perhitungan tersebut adalah sebagai berikut,

Tabel 4. 2 Data Performa Mesin Diesel Kapal Pembanding

Speed (kt)	DHP (kW)	RPM	Speed (%)	DHP (%)	RPM%
0.5	0.431	92.000	4%	0.42%	4%
1.0	0.879	184.000	8%	0.85%	8%
1.5	1.551	276.000	12%	1.50%	12%
2.0	2.462	368.000	16%	2.38%	16%
2.5	3.627	460.000	20%	3.50%	20%
3.0	5.062	552.000	24%	4.89%	24%
3.5	6.781	644.000	28%	6.55%	28%
4.0	8.799	736.000	32%	8.50%	32%
4.5	11.132	828.000	36%	10.75%	36%
5.0	13.794	920.000	40%	13.32%	40%

5.5	16.801	1012.000	44%	16.23%	44%
6.0	20.167	1104.000	48%	19.48%	48%
6.5	23.909	1196.000	52%	23.10%	52%
7.0	28.040	1288.000	56%	27.09%	56%
7.5	32.576	1380.000	60%	31.47%	60%
8.0	37.532	1472.000	64%	36.26%	64%
8.5	42.922	1564.000	68%	41.46%	68%
9.0	48.764	1656.000	72%	47.11%	72%
9.5	55.070	1748.000	76%	53.20%	76%
10.0	61.857	1840.000	80%	59.75%	80%
10.5	69.138	1932.000	84%	66.79%	84%
11.0	76.931	2024.000	88%	74.31%	88%
11.5	85.249	2116.000	92%	82.35%	92%
12.0	94.107	2208.000	96%	90.91%	96%
12.5	103.521	2300.000	100%	100.00%	100%

Dan dari hasil perhitungan tersebut, akan didapatkan grafik dari power rating DHP dengan kecepatan kapal tersebut. Grafik yang dihasilkan adalah sebagai berikut.



Grafik 4. 1 Grafik Kecepatan Banding Power Mesin Diesel Kapal Pembanding

4.2. Analisa Data

Pada Analisa data ini, akan dilakukan pengolahan data yang didapatkan dari percobaan yang telah dilaksanakan sebelumnya pada motor DC PE482B. Dengan acuan buku manual dari feedback sebagai sumber tata cara melaksanakan percobaan. Data yang akan diambil pada saat percobaan ini antara lain arus medan (I_f), arus jangkar (I_a), dan putaran motor (N). Dengan tegangan masukan yang akan diberikan oleh PE481 Control Unit yang akan menjadi variable yang akan dirubah sesuai yang diinginkan. Pada percobaan ini digunakan 5 kali percobaan dengan pembebanan yang bervariasi yang diberikan oleh PE482C. pembebanan yang dilakukan dimulai dari tanpa beban, beban skala 2, beban skala 4, beban skala 6, dan beban skala 8.

4.4.1 Hasil Praktikum

Pada praktikum ini dilakukan 5 kali percobaan dengan menggunakan variasi pada pembebanan yang diberikan oleh loading unit PE482C. Pada alat tersebut, terdapat variasi beban antara skala 0 hingga skala 10. Dan dari berdasarkan hasil pengukuran, didapatkan nilai dari tahanan medan (R_f) dan tahanan jangkar (R_a). Nilai dari tahanan medan dan tahanan jangkar masing – masing adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Tahanan medan (Rf)} &= 103 \, \Omega \\ \text{Tahanan jangkar (Ra)} &= 10 \, \Omega \end{aligned}$$

1. Data Percobaan kondisi Load 0

Pada kondisi ini beban yang diberikan pada motor melalui loading unit PE482C adalah 0 atau tidak diberikan beban sama sekali. Dengan memberikan tegangan melalui PE481 Control Unit dengan variable 10 V hingga 30 V, akan didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Tabel Hasil Percobaan Load 0

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1	10	0.5471	0.097087	0.45	1470
2	15	0.4456	0.145631	0.3	1155
3	20	0.4442	0.194175	0.25	1050
4	25	0.4927	0.242718	0.25	840
5	30	0.5413	0.291262	0.25	840

2. Data Percobaan kondisi Load 2

Pada kondisi ini beban yang diberikan pada motor melalui loading unit PE482C adalah 2. Dengan memberikan tegangan melalui PE481 Control Unit dengan variable 10 V hingga 30 V, akan didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 4. 4 Tabel Hasil Percobaan Load 2

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1	10	0.6221	0.097087	0.525	1365
2	15	0.4956	0.145631	0.35	1050
3	20	0.4942	0.194175	0.3	945
4	25	0.5177	0.242718	0.275	840
5	30	0.5413	0.291262	0.25	840

3. Data Percobaan kondisi Load 4

Pada kondisi ini beban yang diberikan pada motor melalui loading unit PE482C adalah 4. Dengan memberikan tegangan melalui PE481 Control Unit dengan variable 10 V hingga 30 V, akan didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Tabel Hasil Percobaan Load 4

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1	10	0.8471	0.097087	0.75	1050
2	15	0.7456	0.145631	0.6	945
3	20	0.6942	0.194175	0.5	840
4	25	0.6927	0.242718	0.45	735
5	30	0.6913	0.291262	0.4	735

4. Data Percobaan kondisi Load 6

Pada kondisi ini beban yang diberikan pada motor melalui loading unit PE482C adalah 6. Dengan memberikan tegangan melalui PE481 Control Unit dengan variable 15 V hingga 30 V, akan didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 4. 6 Tabel Hasil Percobaan Load 6

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1	15	0.9456	0.145631	0.8	840
2	20	0.8442	0.194175	0.65	735
3	25	0.8427	0.242718	0.6	630
4	30	0.8413	0.291262	0.55	630

5. Data Percobaan kondisi Load 8

Pada kondisi ini beban yang diberikan pada motor melalui loading unit PE482C adalah 8. Dengan memberikan tegangan melalui PE481 Control Unit dengan variable 0 V hingga 30 V, akan didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 4. 7 Tabel Hasil Percobaan Load 8

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1	15	1.1456	0.145631	1	630
2	20	1.0442	0.194175	0.85	630
3	25	0.9927	0.242718	0.75	630
4	30	0.9413	0.291262	0.65	630

4.3. Perhitungan Data

Untuk mendapatkan nilai torsi, rumus yang akan digunakan adalah,

$$T = \frac{E_a I_a}{2 \pi N}$$

dimana:

T = torsi dari motor (Nm)

E_a = GGL motor (V)

I_a = arus jangkar (A)

N = kecepatan motor (RPM)

Karena rumus untuk mencari torsi adalah seperti apa yang ada diatas, diperlukan rumus untuk mendapatkan nilai dari GGL motor. Rumus yang akan digunakan adalah,

$$E_a = V_t - (I_a R_a)$$

Dimana:

E_a = GGL motor (V)

V_t = tegangan motor (V)

I_a = arus jangkar (A)

R_a = hambatan jangkar (Ω)

Setelah itu, lakukan perhitungan dari daya yang ada pada motor. Perhitungan daya output yang ada pada motor bisa didapatkan dengan melakukan perhitungan daya input dikurangi oleh total rugi yang ada pada motor. Rugi yang ada pada motor adalah rugi tembaga, rugi besi, dan rugi mekanis. Pertama, untuk menghitung daya input pada motor rumus yang digunakan adalah,

$$P_{in} = V_t \times I_L$$

Dimana:

P_{in} = Power input (W)
 V_t = tegangan motor (V)
 I_L = arus line (A)

Setelah itu lakukan perhitungan untuk rugi tembaga dengan rumus,

$$W_{tembaga} = (I_a^2 \times R_a) + (I_f^2 \times R_f)$$

Dimana:

$W_{tembaga}$ = Rugi tembaga (W)
 I_a = arus jangkar (A)
 R_a = hambatan jangkar (Ω)
 I_f = arus medan (A)
 R_f = hambatan medan (Ω)

Dan kita dapat menghitung rugi besi dan mekanis sebagai 20% dari power input yang dihasilkan. Maka, akan didapatkan power output dengan rumus,

$$W(b + m) = 20\%P_{in}$$

Maka,

$$W_{total} = W_{tembaga} + W(b + m)$$

Jadi akan didapatkan,

$$P_{out} = P_{in} - W_{total}$$

Dengan perhitungan yang dilakukan menggunakan rumus yang telah diketahui, akan didapatkan hasil dari perhitungan data pada setiap variabel pembebanan sebagai berikut,

4.3.1 Percobaan pada Load 0

Pada percobaan ini, akan dicari dahulu GGL pada motor DC shunt PE482 B dengan rumus,

$$E_a = V_t - (I_a \times R_a)$$

Lalu,

$$\begin{aligned} E_a &= 10 - (0.45 \times 10) \\ &= 5.5 \text{ V} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan perhitungan tersebut, perhitungan Torsi dapat dilakukan. Dengan rumus torsi,

$$T = \frac{E_a I_a}{2 \pi N}$$

Lalu,

$$\begin{aligned} T &= (5.5 \times 0.45) / (2 \times 3.14 \times 1470) \\ &= 0.016086052 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Setelah itu, lakukan perhitungan terhadap daya input pada motor menggunakan rumus,

$$P_{in} = V_t \times I_L$$

Lalu,

$$\begin{aligned} P_{in} &= 10 \times 0.5471 \\ &= 5.471 \end{aligned}$$

Dengan menghitung rugi total, kita akan mendapatkan daya output dari motor dengan mengurangi daya input dengan rugi total.

$$W_{tembaga} = (I_a^2 \times R_a) + (I_f^2 \times R_f)$$

Dimana,

$$\begin{aligned} W_{tembaga} &= (0.45^2 \times 10) + (0.097087^2 \times 103) \\ &= 2.9958737 \end{aligned}$$

Lalu,

$$W(b + m) = 20\% P_{in}$$

Dimana,

$$\begin{aligned} W(b+m) &= 20\% \times 5.471 \\ &= 1.09417 \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} W_{total} &= W_{tembaga} + W(b + m) \\ W_{total} &= 2.9958737 + 1.09417 \\ W_{total} &= 4.0900485 \end{aligned}$$

Jadi,

$$P_{out} = P_{in} - W_{total}$$

$$P_{out} = 5.471 - 4.0900485$$

$$P_{out} = 1.380825$$

Setelah melakukan perhitungan pada semua variabel, akan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 8 Tabel Hasil Perhitungan Data Load 0

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1.	10	0.5471	0.097087	0.45	1470
2.	15	0.4456	0.145631	0.3	1155
3.	20	0.4442	0.194175	0.25	1050
4.	25	0.4927	0.242718	0.25	840
5.	30	0.5413	0.291262	0.25	840

Ea	Torsi	Pin	Wtembaga	W(b+m)	Wtotal	Pout
5.5	0.016086052	5.470873786	2.995873786	1.094174757	4.090048544	1.380825243
12	0.029779138	6.684466019	3.084466019	1.336893204	4.421359223	2.263106796
17.5	0.039808917	8.883495146	4.508495146	1.776699029	6.285194175	2.598300971
22.5	0.063978617	12.31796117	6.692961165	2.463592233	9.156553398	3.161407767
27.5	0.078196087	16.23786408	9.362864078	3.247572816	12.61043689	3.627427184

4.3.2 Percobaan pada Load 2

Pada percobaan ini, akan dicari dahulu GGL pada motor DC shunt PE482 B dengan rumus,

$$E_a = V_t - (I_a \times R_a)$$

Lalu,

$$\begin{aligned} E_a &= 10 - (0.525 \times 10) \\ &= 4.75 \text{ V} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan perhitungan tersebut, perhitungan Torsi dapat dilakukan. Dengan rumus torsi,

$$T = \frac{E_a I_a}{2 \pi N}$$

Lalu,

$$\begin{aligned} T &= (4.75 \times 0.525) / (2 \times 3.14 \times 1365) \\ &= 0.017454679 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Setelah itu, lakukan perhitungan terhadap daya input pada motor menggunakan rumus,

$$P_{in} = V_t \times I_L$$

Lalu,

$$\begin{aligned} P_{in} &= 10 \times 0.6221 \\ &= 6.221 \end{aligned}$$

Dengan menghitung rugi total, kita akan mendapatkan daya output dari motor dengan mengurangi daya input dengan rugi total.

$$W_{tembaga} = (I_a^2 \times R_a) + (I_f^2 \times R_f)$$

Dimana,

$$\begin{aligned} W_{tembaga} &= (0.525^2 \times 10) + (0.097087^2 \times 103) \\ &= 3.72712 \end{aligned}$$

Lalu,

$$W(b + m) = 20\% P_{in}$$

Dimana,

$$\begin{aligned} W(b+m) &= 20\% \times 6.221 \\ &= 1.24417 \end{aligned}$$

Maka,

$$W_{total} = W_{tembaga} + W(b + m)$$

$$W_{total} = 3.72712 + 1.09417$$

$$W_{total} = 4.9713$$

Jadi,

$$P_{out} = P_{in} - W_{total}$$

$$P_{out} = 6.221 - 4.9713$$

$$P_{out} = 1.24957$$

Setelah melakukan perhitungan pada semua variabel, akan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 9 Tabel Hasil Perhitungan Data Load 2

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1.	10	0.6221	0.097087	0.525	1365
2.	15	0.4956	0.145631	0.35	1050
3.	20	0.4942	0.194175	0.3	945
4.	25	0.5177	0.242718	0.275	840
5.	30	0.5413	0.291262	0.25	840

Ea	Torsi	Pin	Wtembaga	W(b+m)	Wtotal	Pout
4.75	0.017454679	6.220873786	3.727123786	1.244174757	4.971298544	1.249575243
11.5	0.036624204	7.434466019	3.409466019	1.486893204	4.896359223	2.538106796
17	0.051562026	9.883495146	4.783495146	1.976699029	6.760194175	3.123300971
22.25	0.069594518	12.94296117	6.824211165	2.588592233	9.412803398	3.530157767
27.5	0.078196087	16.23786408	9.362864078	3.247572816	12.61043689	3.627427184

4.3.3 Percobaan pada Load 4

Pada percobaan ini, akan dicari dahulu GGL pada motor DC shunt PE482 B dengan rumus,

$$Ea = Vt - (Ia \times Ra)$$

Lalu,

$$\begin{aligned} Ea &= 10 - (0.75 \times 10) \\ &= 2.5 \text{ V} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan perhitungan tersebut, perhitungan Torsi dapat dilakukan. Dengan rumus torsi,

$$T = \frac{Ea Ia}{2 \pi N}$$

Lalu,

$$\begin{aligned} T &= (4.75 \times 0.525) / (2 \times 3.14 \times 1050) \\ &= 0.017061 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Setelah itu, lakukan perhitungan terhadap daya input pada motor menggunakan rumus,

$$Pin = Vt \times IL$$

Lalu,

$$\begin{aligned} Pin &= 10 \times 0.8471 \\ &= 8.471 \end{aligned}$$

Dengan menghitung rugi total, kita akan mendapatkan daya output dari motor dengan mengurangi daya input dengan rugi total.

$$Wtembaga = (Ia^2 \times Ra) + (If^2 \times Rf)$$

Dimana,

$$\begin{aligned} Wtembaga &= (0.75^2 \times 10) + (0.097087^2 \times 103) \\ &= 6.59587 \end{aligned}$$

Lalu,

$$W(b + m) = 20\%Pin$$

Dimana,
 $W(b+m) = 20\% \times 8.471$
 $= 1.69417$

Maka,

$$W_{total} = W_{tembaga} + W(b + m)$$

$$W_{total} = 6.59587 + 1.69417$$

$$W_{total} = 8.29005$$

Jadi,

$$P_{out} = P_{in} - W_{total}$$

$$P_{out} = 8.471 - 8.29005$$

$$P_{out} = 0.180825$$

Setelah melakukan perhitungan pada semua variabel, akan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 10 Tabel Hasil Perhitungan Data Load 4

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1.	10	0.8471	0.097087	0.75	1050
2.	15	0.7456	0.145631	0.6	945
3.	20	0.6942	0.194175	0.5	840
4.	25	0.6927	0.242718	0.45	735
5.	30	0.6913	0.291262	0.4	735

Ea	Torsi	Pin	Wtembaga	W(b+m)	Wtotal	Pout
2.5	0.017060965	8.470873786	6.595873786	1.694174757	8.290048544	0.180825243
9	0.054595086	11.18446602	5.784466019	2.236893204	8.021359223	3.163106796
15	0.085304823	13.88349515	6.383495146	2.776699029	9.160194175	4.723300971
20.5	0.119914208	17.31796117	8.092961165	3.463592233	11.5565534	5.761407767
26	0.135187833	20.73786408	10.33786408	4.147572816	14.48543689	6.252427184

4.3.4 Percobaan pada Load 6

Pada percobaan ini, akan dicari dahulu GGL pada motor DC shunt PE482 B dengan rumus,

$$E_a = V_t - (I_a \times R_a)$$

Lalu,

$$E_a = 15 - (0.8 \times 10)$$

$$= 7 \text{ V}$$

Setelah mendapatkan perhitungan tersebut, perhitungan Torsi dapat dilakukan. Dengan rumus torsi,

$$T = \frac{Ea Ia}{2 \pi N}$$

Lalu,

$$\begin{aligned} T &= (7 \times 0.8) / (2 \times 3.14 \times 840) \\ &= 0.0637 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Setelah itu, lakukan perhitungan terhadap daya input pada motor menggunakan rumus,

$$Pin = Vt \times IL$$

Lalu,

$$\begin{aligned} Pin &= 15 \times 0.9456 \\ &= 14.18446 \end{aligned}$$

Dengan menghitung rugi total, kita akan mendapatkan daya output dari motor dengan mengurangi daya input dengan rugi total.

$$W_{tembaga} = (Ia^2 \times Ra) + (If^2 \times Rf)$$

Dimana,

$$\begin{aligned} W_{tembaga} &= (0.8^2 \times 10) + (0.145631^2 \times 103) \\ &= 8.58446 \end{aligned}$$

Lalu,

$$W(b + m) = 20\%Pin$$

Dimana,

$$\begin{aligned} W(b+m) &= 20\% \times 14.18446 \\ &= 2.83689 \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} W_{total} &= W_{tembaga} + W(b + m) \\ W_{total} &= 11.42136 \end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned} P_{out} &= Pin - W_{total} \\ P_{out} &= 14.18446 - 11.42136 \\ P_{out} &= 2.763106 \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan pada semua variabel, akan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 11 Tabel Hasil Perhitungan Data Load 6

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1.	15	0.9456	0.145631	0.8	840
2.	20	0.8442	0.194175	0.65	735
3.	25	0.8427	0.242718	0.6	630
4.	30	0.8413	0.291262	0.55	630

Ea	Torsi	Pin	Wtembaga	W(b+m)	Wtotal	Pout
7	0.063694268	14.18446602	8.584466019	2.836893204	11.42135922	2.763106796
13.5	0.114064734	16.88349515	8.108495146	3.376699029	11.48519417	5.398300971
19	0.17288444	21.06796117	9.667961165	4.213592233	13.8815534	7.186407767
24.5	0.204352442	25.23786408	11.76286408	5.047572816	16.81043689	8.427427184

Tabel 4.11 hasil perhitungan data load 6

4.3.5 Percobaan pada Load 8

Pada percobaan ini, akan dicari dahulu GGL pada motor DC shunt PE482 B dengan rumus,

$$Ea = Vt - (Ia \times Ra)$$

Lalu,

$$\begin{aligned} Ea &= 15 - (1 \times 10) \\ &= 5 \text{ V} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan perhitungan tersebut, perhitungan Torsi dapat dilakukan. Dengan rumus torsi,

$$T = \frac{Ea Ia}{2 \pi N}$$

Lalu,

$$\begin{aligned} T &= (5 \times 1) / (2 \times 3.14 \times 630) \\ &= 0.07582 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Setelah itu, lakukan perhitungan terhadap daya input pada motor menggunakan rumus,

$$Pin = Vt \times IL$$

Lalu,

$$\begin{aligned} Pin &= 15 \times 1.1456 \\ &= 17.1844 \end{aligned}$$

Dengan menghitung rugi total, kita akan mendapatkan daya output dari motor dengan mengurangi daya input dengan rugi total.

$$W_{\text{tembaga}} = (I_a^2 \times R_a) + (I_f^2 \times R_f)$$

Dimana,

$$\begin{aligned} W_{\text{tembaga}} &= (1^2 \times 10) + (0.145631^2 \times 103) \\ &= 12.18446 \end{aligned}$$

Lalu,

$$W(b + m) = 20\% P_{in}$$

Dimana,

$$\begin{aligned} W(b+m) &= 20\% \times 17.18446 \\ &= 3.4368 \end{aligned}$$

Maka,

$$W_{\text{total}} = W_{\text{tembaga}} + W(b + m)$$

$$W_{\text{total}} = 15.62136$$

Jadi,

$$P_{out} = P_{in} - W_{\text{total}}$$

$$P_{out} = 17.18446 - 15.62136$$

$$P_{out} = 1.5631$$

Setelah melakukan perhitungan pada semua variabel, akan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 12 Tabel Hasil Perhitungan Data Load 8

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1.	15	1.1456	0.145631	1	630
2.	20	1.0442	0.194175	0.85	630
3.	25	0.9927	0.242718	0.75	630
4.	30	0.9413	0.291262	0.65	630

Ea	Torsi	Pin	Wtembaga	W(b+m)	Wtotal	Pout
5	0.075826509	17.18446602	12.18446602	3.436893204	15.62135922	1.563106796
11.5	0.148240825	20.88349515	11.10849515	4.176699029	15.28519417	5.598300971
17.5	0.199044586	24.81796117	11.69296117	4.963592233	16.6565534	8.161407767
23.5	0.231649985	28.23786408	12.96286408	5.647572816	18.61043689	9.627427184

4.4. Analisis Grafik Hasil Perhitungan

Hasil dari perhitungan dari tugas akhir ini akan menganalisa performa yang ada pada Motor DC Shunt PE482B yang ada pada lab Marine Electrical and Automation System. Setelah perhitungan sudah

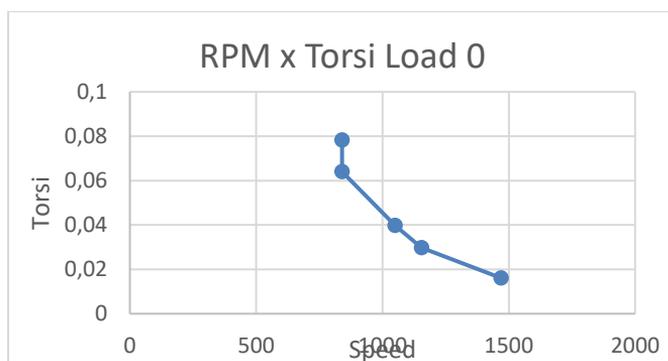
didapatkan, selanjutnya adalah membuat parameter pembandingan dari perhitungan tersebut. Parameter yang ditentukan akan menentukan analisa dari performa motor yang diinginkan dengan motor yang ada pada kapal pembandingan. Analisa grafik akan dilakukan pada setiap pembebanan yang ada pada motor DC Shunt PE482B.

4.4.1 Analisa Performa Motor DC Shunt PE 482B

a. Performa Motor pada Kondisi Tanpa Beban

- Hubungan antara Putaran dan Torsi

Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.2

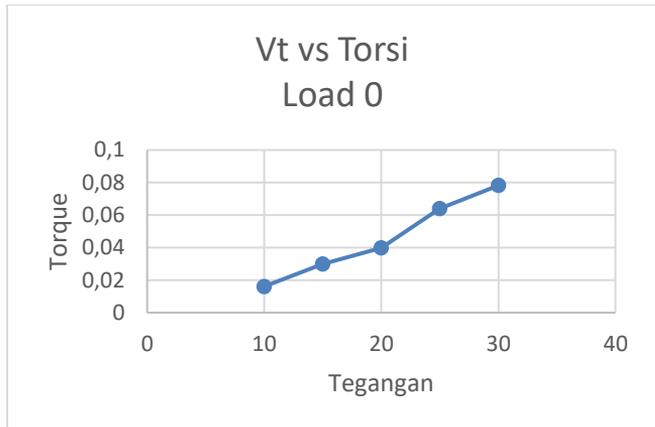


Grafik 4. 2 Grafik Hubungan Putaran dan Torsi pada Kondisi Tanpa Beban

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari putaran dan torsi adalah ketika putaran semakin tinggi, torsi yang dihasilkan motor semakin rendah. Menurut rumus dalam mencari torsi yaitu $T = (E_a \cdot I_a) / (2\pi N / 60)$, ketika putaran yang dihasilkan motor semakin turun, torsi yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan grafik yang dihasilkan.

- Hubungan antara Tegangan dan Torsi

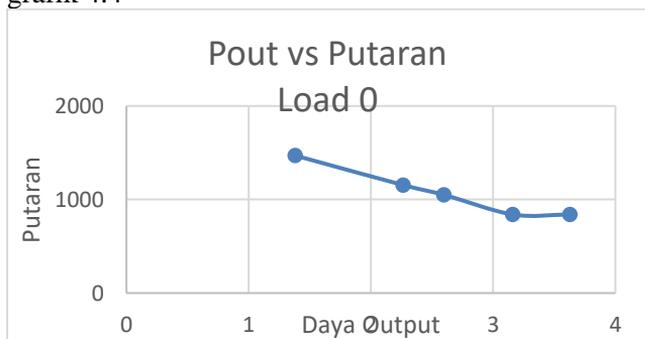
Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.3



Grafik 4. 3 Grafik Hubungan Tegangan dan Torsi pada Kondisi Tanpa Beban

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari tegangan dan torsi adalah ketika tegangan semakin tinggi, torsi yang dihasilkan motor semakin tinggi juga. Menurut rumus dalam mencari torsi yaitu $T = (E_a \cdot I_a) / (2\pi N / 60)$, ketika tegangan yang dihasilkan motor semakin meningkat, torsi yang dihasilkan akan semakin meningkat juga. Hal ini sesuai dengan grafik yang dihasilkan, karena tegangan akan berhubungan dengan GGL dari motor yang dihasilkan.

- Hubungan antara Daya Output dan Putaran
Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.4



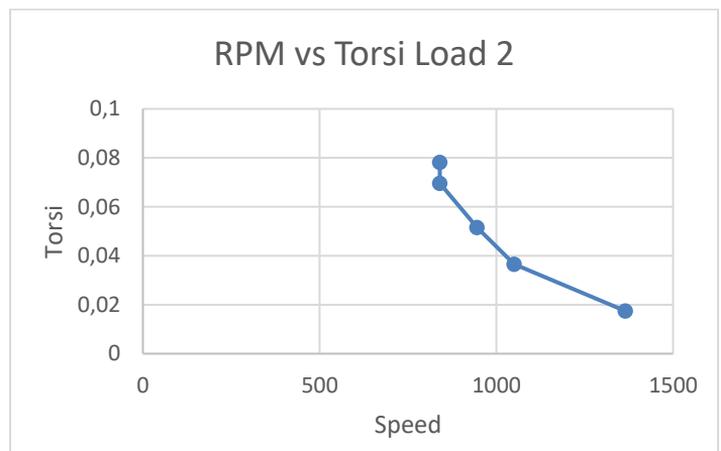
Grafik 4. 4 Grafik Hubungan Daya Output dan Putaran pada Kondisi Tanpa Beban

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari daya output dan putaran yang dihasilkan adalah ketika daya output semakin tinggi, putaran yang dihasilkan motor semakin rendah. Hal ini sesuai dengan teori yang ketika kecepatan dari motor menurun, torsi yang dihasilkan motor akan semakin tinggi. Dan ketika torsi yang dihasilkan oleh motor semakin tinggi, daya yang dihasilkan oleh motor akan semakin tinggi pula.

b. Performa Motor pada Load Scale 2

- Hubungan antara Putaran dan Torsi

Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.5



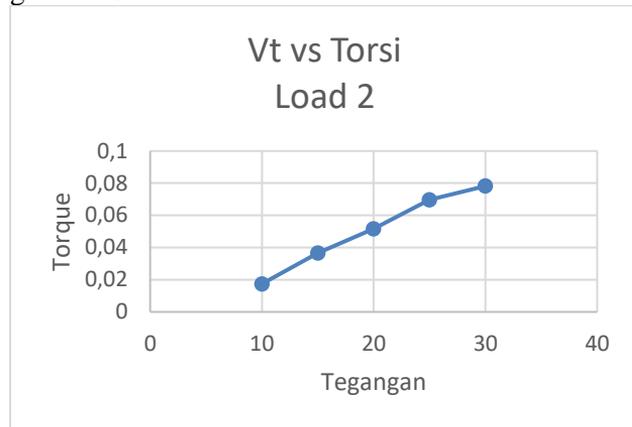
Grafik 4. 5 Grafik Hubungan Putaran dan Torsi pada Load Scale 2

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari putaran dan torsi adalah ketika putaran semakin tinggi, torsi yang dihasilkan motor semakin rendah. Menurut rumus dalam mencari torsi yaitu $T = (E_a \cdot I_a) / (2\pi N / 60)$, ketika putaran yang dihasilkan motor semakin turun, torsi yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan grafik yang dihasilkan.

- Hubungan antara Tegangan dan Torsi

Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada

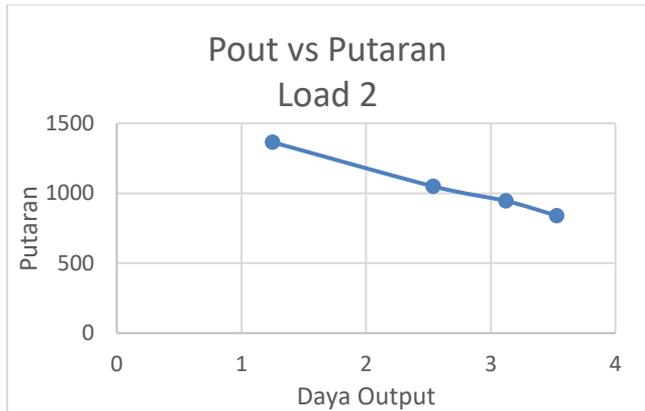
pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.6



Grafik 4. 6 Grafik Hubungan Tegangan dan Torsi pada Load Scale 2

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari tegangan dan torsi adalah ketika tegangan semakin tinggi, torsi yang dihasilkan motor semakin tinggi juga. Menurut rumus dalam mencari torsi yaitu $T = (E_a \cdot I_a) / (2\pi N / 60)$, ketika tegangan yang dihasilkan motor semakin meningkat, torsi yang dihasilkan akan semakin meningkat juga. Hal ini sesuai dengan grafik yang dihasilkan, karena tegangan akan berhubungan dengan GGL dari motor yang dihasilkan.

- Hubungan antara Daya Output dan Putaran
Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.7



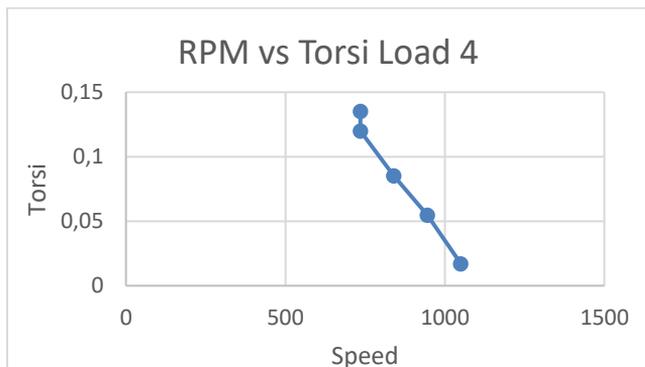
Grafik 4. 7 Grafik Hubungan Daya Output dan Putaran pada Load Scale 2

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari daya output dan putaran yang dihasilkan adalah ketika daya output semakin tinggi, putaran yang dihasilkan motor semakin rendah. Hal ini sesuai dengan teori yang ketika kecepatan dari motor menurun, torsi yang dihasilkan motor akan semakin tinggi. Dan ketika torsi yang dihasilkan oleh motor semakin tinggi, daya yang dihasilkan oleh motor akan semakin tinggi pula.

c. Performa Motor pada Load Scale 4

- Hubungan antara Putaran dan Torsi

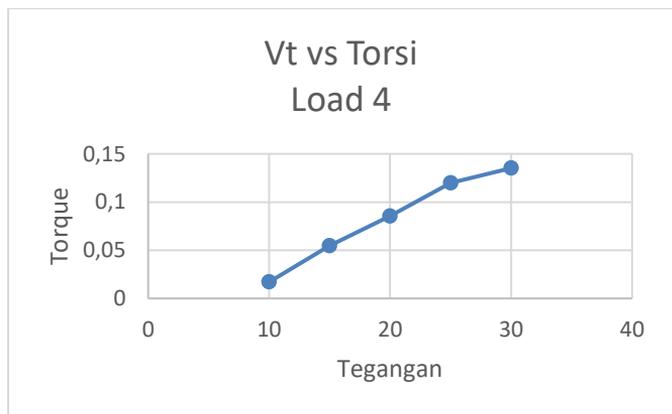
Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.8



Grafik 4. 8 Grafik Hubungan Putaran dan Torsi pada Load Scale 4

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari putaran dan torsi adalah ketika putaran semakin tinggi, torsi yang dihasilkan motor semakin rendah. Menurut rumus dalam mencari torsi yaitu $T = (E_a \cdot I_a) / (2\pi N / 60)$, ketika putaran yang dihasilkan motor semakin turun, torsi yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan grafik yang dihasilkan.

- Hubungan antara Tegangan dan Torsi
Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.9

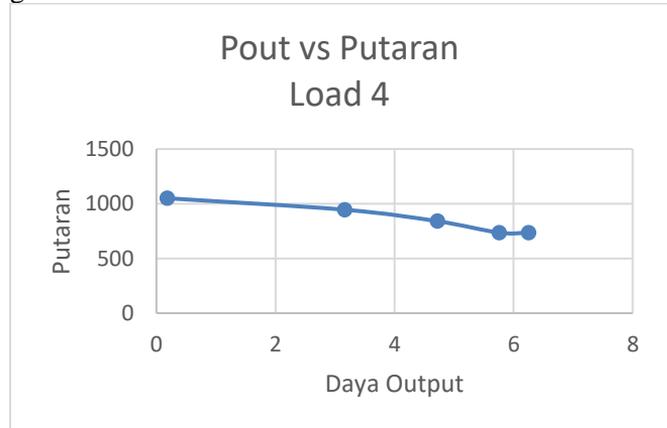


Grafik 4. 9 Grafik HubunganTegangan dan Torsi pada Load Scale 4

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari tegangan dan torsi adalah ketika tegangan semakin tinggi, torsi yang dihasilkan motor semakin tinggi juga. Menurut rumus dalam mencari torsi yaitu $T = (E_a \cdot I_a) / (2\pi N / 60)$, ketika tegangan yang dihasilkan motor semakin meningkat, torsi yang dihasilkan akan semakin meningkat juga. Hal ini sesuai dengan grafik yang dihasilkan, karena tegangan akan berhubungan dengan GGL dari motor yang dihasilkan.

- Hubungan antara Daya Output dan Putaran
Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan

sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.10



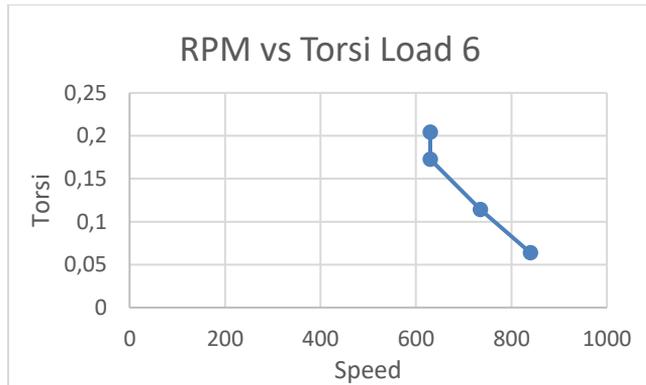
Grafik 4. 10 Grafik Hubungan Daya Output dan Putaran pada Load Scale 4

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari daya output dan putaran yang dihasilkan adalah ketika daya output semakin tinggi, putaran yang dihasilkan motor semakin rendah. Hal ini sesuai dengan teori yang ketika kecepatan dari motor menurun, torsi yang dihasilkan motor akan semakin tinggi. Dan ketika torsi yang dihasilkan oleh motor semakin tinggi, daya yang dihasilkan oleh motor akan semakin tinggi pula.

d. Performa Motor pada Load Scale 6

- Hubungan antara Putaran dan Torsi

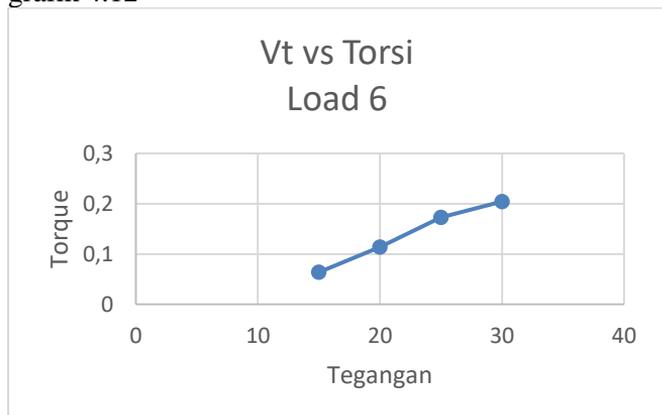
Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.11



Grafik 4. 11 Grafik Hubungan Putaran dan Torsi pada Load Scale 6

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari putaran dan torsi adalah ketika putaran semakin tinggi, torsi yang dihasilkan motor semakin rendah. Menurut rumus dalam mencari torsi yaitu $T = (E_a \cdot I_a) / (2\pi N / 60)$, ketika putaran yang dihasilkan motor semakin turun, torsi yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan grafik yang dihasilkan.

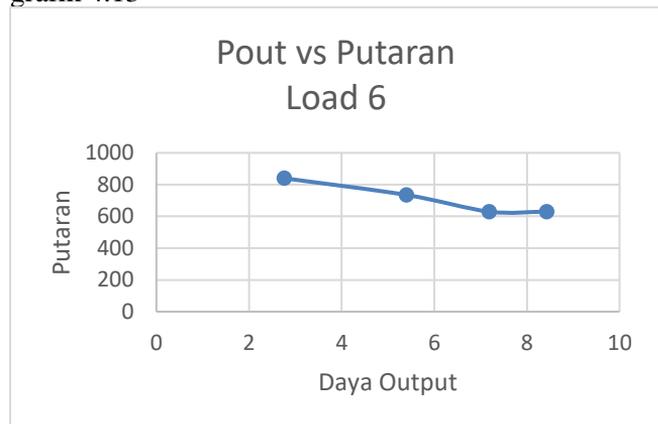
- Hubungan antara Tegangan dan Torsi
Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.12



Grafik 4. 12 Grafik HubunganTegangan dan Torsi pada Load Scale 6

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari tegangan dan torsi adalah ketika tegangan semakin tinggi, torsi yang dihasilkan motor semakin tinggi juga. Menurut rumus dalam mencari torsi yaitu $T = (Ea.Ia)/(2\pi N/60)$, ketika tegangan yang dihasilkan motor semakin meningkat, torsi yang dihasilkan akan semakin meningkat juga. Hal ini sesuai dengan grafik yang dihasilkan, karena tegangan akan berhubungan dengan GGL dari motor yang dihasilkan.

- Hubungan antara Daya Output dan Putaran
Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.13

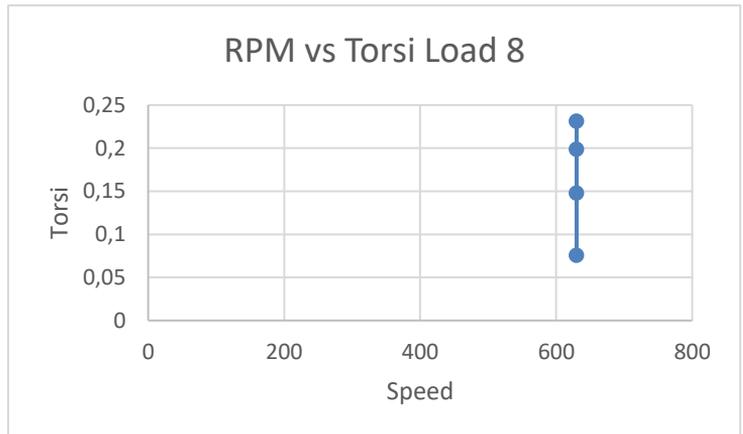


Grafik 4. 13 Grafik Hubungan Daya Output dan Putaran pada Load Scale 6

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari daya output dan putaran yang dihasilkan adalah ketika daya output semakin tinggi, putaran yang dihasilkan motor semakin rendah. Hal ini sesuai dengan teori yang ketika kecepatan dari motor menurun, torsi yang dihasilkan motor akan semakin tinggi. Dan ketika torsi yang dihasilkan oleh motor semakin tinggi, daya yang dihasilkan oleh motor akan semakin tinggi pula.

- e. Performa Motor pada Load Scale 8
 - Hubungan antara Putaran dan Torsi
Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada

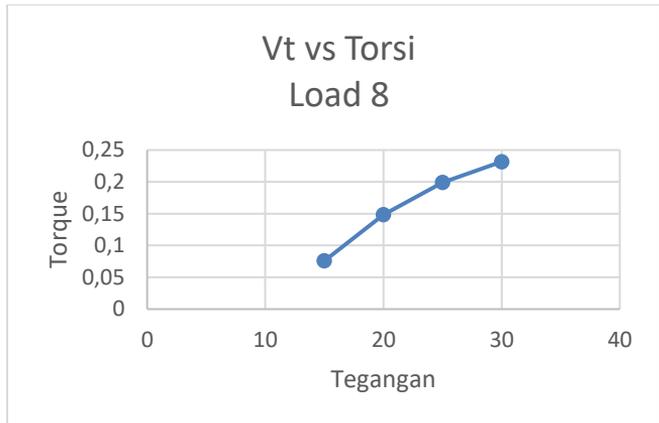
pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.14



Grafik 4. 14 Grafik Hubungan Putaran dan Torsi pada Load Scale 8

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari putaran dan torsi adalah walaupun kecepatan motor selalu konstan, torsi yang dihasilkan motor semakin tinggi. Menurut rumus dalam mencari torsi yaitu $T = (E_a \cdot I_a) / (2\pi N / 60)$, ketika putaran yang dihasilkan motor semakin turun, torsi yang dihasilkan akan semakin meningkat. Pada grafik 4.14, walaupun kecepatan konstan, GGL pada motor selalu meningkat, karena tegangan pada motor meningkat juga. Maka dari itu, torsi pada motor selalu meningkat.

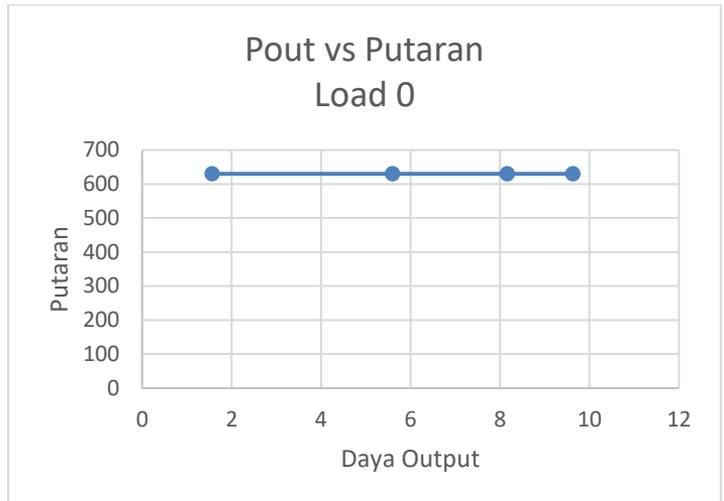
- Hubungan antara Tegangan dan Torsi
Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.15



Grafik 4. 15 Grafik Hubungan Tegangan dan Torsi pada Load Scale 8

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari tegangan dan torsi adalah ketika tegangan semakin tinggi, torsi yang dihasilkan motor semakin tinggi juga. Menurut rumus dalam mencari torsi yaitu $T = (E_a \cdot I_a) / (2\pi N / 60)$, ketika tegangan yang dihasilkan motor semakin meningkat, torsi yang dihasilkan akan semakin meningkat juga. Hal ini sesuai dengan grafik yang dihasilkan, karena tegangan akan berhubungan dengan GGL dari motor yang dihasilkan.

- Hubungan antara Daya Output dan Putaran
Analisa grafik ini merupakan analisa hubungan antara putaran yang dihasilkan motor dan tegangan yang ada pada motor. Setelah perhitungan dilakukan sebelumnya, grafik yang dihasilkan digambarkan oleh grafik 4.16



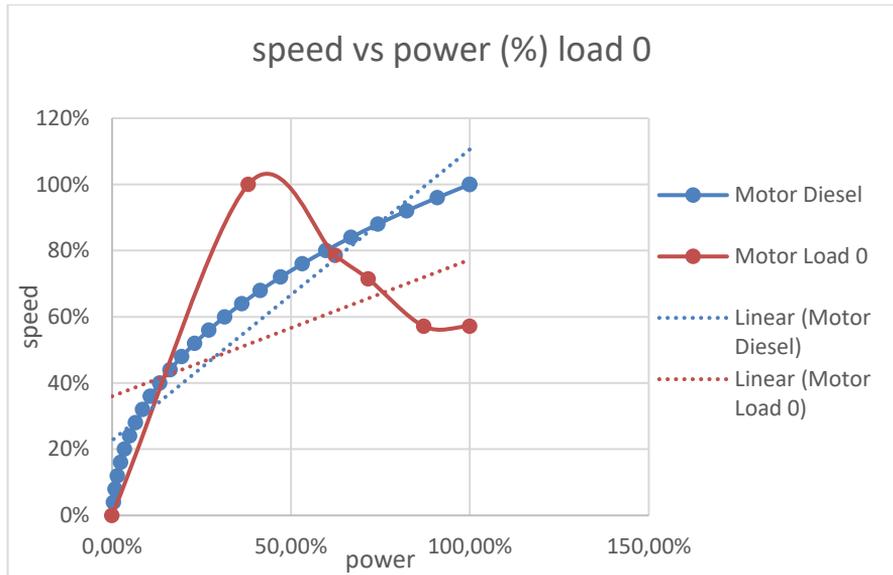
Grafik 4.16 Grafik Hubungan Daya Output dan Putaran pada Load Scale 8

Berdasarkan grafik diatas, hubungan dari daya output dan putaran yang dihasilkan adalah ketika daya output semakin tinggi, putaran yang dihasilkan tetap konstan. Hal ini tidak sesuai dengan teori yang ketika kecepatan dari motor menurun, torsi yang dihasilkan motor akan semakin tinggi. Dan ketika torsi yang dihasilkan oleh motor semakin tinggi, daya yang dihasilkan oleh motor akan semakin tinggi pula. Hal ini dapat disebabkan karena pengaruh magnet sebagai beban dari motor yang membuat kecepatan motor akan selalu konstan pada kecepatan maksimum.

4.4.2 Perbandingan Performa Motor DC Shunt PE 428 B dengan Performa Kapal Pembanding

a. Perbandingan pada Kondisi Tanpa Beban

Pada load scale 0, motor DC Shunt PE482B tidak menerima beban sama sekali. Analisa yang dilakukan adalah perbandingan antara kecepatan dari motor dan power yang dihasilkan. Pada percobaan diberi variabel dari tegangan input yang diatur dari 10 V hingga 30 V. Setelah dilakukan perhitungan dari motor, didapatkan grafik sebagai berikut:

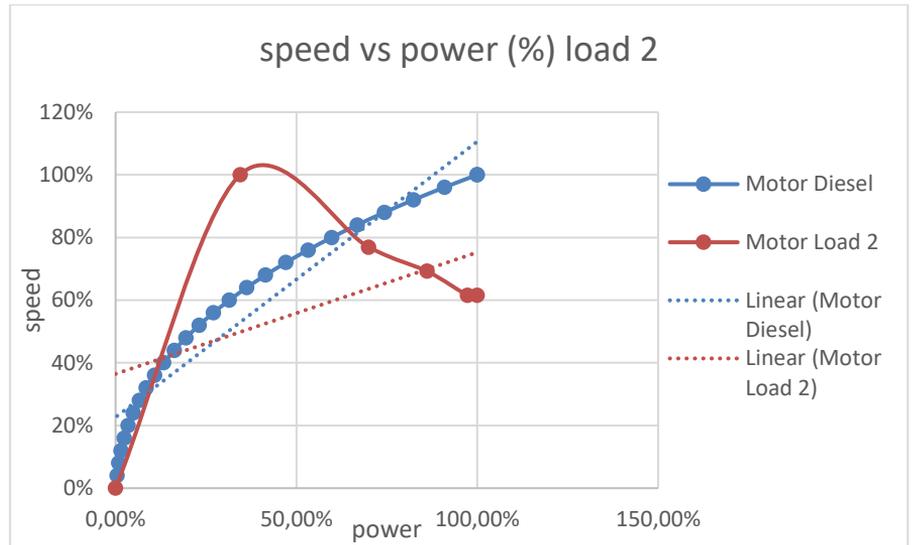


Grafik 4. 17 Grafik Kecepatan vs Power Load Scale 0

Dari grafik ini dapat diketahui motor DC Shunt PE482B dapat mencapai performa kecepatan maksimum lebih cepat daripada mesin yang ada pada kapal. Hal ini dapat dilihat ketika motor DC Shunt dapat mencapai kecepatan maksimumnya yaitu 1470 RPM ketika power output motor di 1.38 W. Tetapi, kecepatan dari motor DC Shunt PE482B selalu turun setiap daya output yang dihasilkan semakin tinggi. Setelah kecepatan motor turun secara berkala, motor DC Shunt PE 482B akan cenderung mempunyai kecepatan konstan. Berbeda dengan mesin yang ada pada kapal, ketika mesin tersebut mendapatkan power yang besar, kecepatan yang dihasilkan pun tinggi dan kecepatan selalu naik konstan hingga power maksimum.

b. Perbandingan pada Kondisi Load Scale 2

Setelah kondisi tanpa beban, motor DC Shunt PE482B akan dibebani oleh magnet yang disediakan oleh Loading Unit PE 482C. Pembebanan yang dilakukan oleh Loading Unit PE 482C akan dilakukan secara berskala dari load scale 2, load scale 4, load scale 6, hingga load scale 8. Pada kondisi beban load scale 2 grafik yang dihasilkan adalah seperti ini:

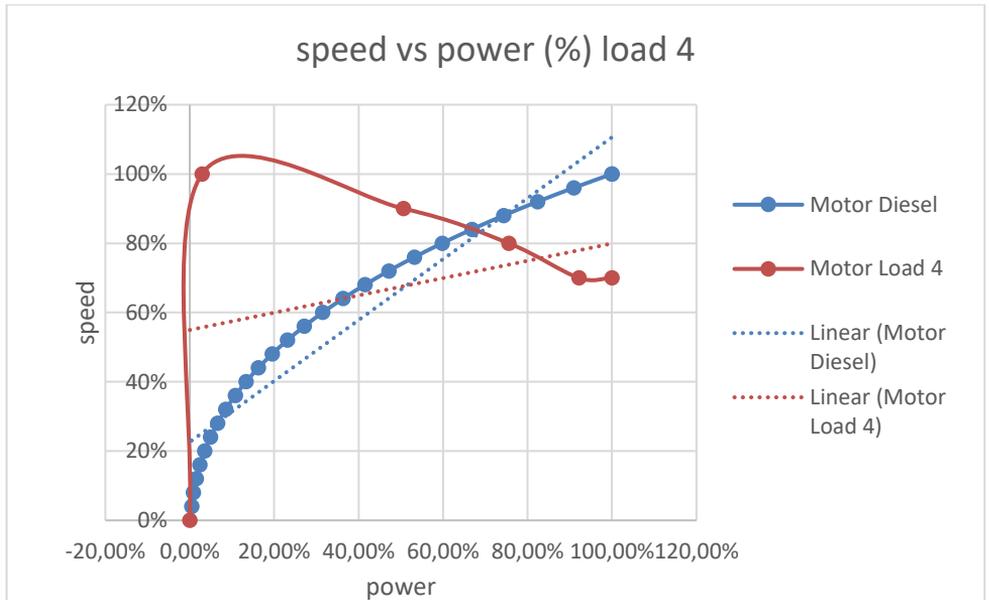


Grafik 4. 18 Grafik Kecepatan vs Power pada Load Scale 2

Dari grafik yang dihasilkan ini dapat diketahui motor DC Shunt PE 482B dapat mencapai performa kecepatan maksimum lebih cepat daripada mesin yang ada pada kapal, sama halnya ketika motor tanpa beban. Hal ini dapat dilihat ketika motor DC Shunt dapat mencapai kecepatan maksimumnya yaitu 1365 RPM ketika power output motor di 1.24 W. Tetapi, kecepatan dari motor DC Shunt PE482B selalu turun setiap daya output yang dihasilkan semakin tinggi. Berbeda dengan mesin yang ada pada kapal, ketika mesin tersebut mendapatkan power yang besar, kecepatan yang dihasilkan pun tinggi. Dan pada saat dibebani, power yang dihasilkan oleh motor dan kecepatan dari motor turun. Hal ini disebabkan oleh beban yang diberikan kepada motor bertambah. Setelah kecepatan motor turun secara berkala, motor DC Shunt PE 482B akan cenderung mempunyai kecepatan konstan. Berbeda dengan mesin yang ada pada kapal, ketika mesin tersebut mendapatkan power yang besar, kecepatan yang dihasilkan pun tinggi dan kecepatan selalu naik konstan hingga power maksimum.

c. Perbandingan pada Kondisi Load Scale 4

Setelah kondisi tanpa beban, motor DC Shunt PE482B akan dibebani oleh magnet yang disediakan oleh Loading Unit PE 482C. Pembebanan yang dilakukan oleh Loading Unit PE 482C akan dilakukan secara berskala dari load scale 2, load scale 4, load scale 6, hingga load scale 8. Pada kondisi beban load scale 4 grafik yang dihasilkan adalah seperti ini:



Grafik 4. 19 Grafik Kecepatan vs Power pada Load Scale 4

Dari grafik yang dihasilkan ini dapat diketahui motor DC Shunt PE 482B dapat mencapai performa kecepatan maksimum lebih cepat daripada mesin yang ada pada kapal, sama halnya ketika motor tanpa beban. Hal ini dapat dilihat ketika motor DC Shunt dapat mencapai kecepatan maksimumnya yaitu 1050 RPM ketika power output motor di 0.18 W. Tetapi, kecepatan dari motor DC Shunt PE482B selalu turun setiap daya output yang dihasilkan semakin tinggi. Berbeda dengan mesin yang ada pada kapal, ketika mesin tersebut mendapatkan power yang besar, kecepatan yang dihasilkan pun tinggi. Dan pada saat dibebani, power yang dihasilkan oleh motor dan kecepatan dari motor turun. Hal ini disebabkan oleh beban yang diberikan kepada motor bertambah. Setelah kecepatan motor turun secara berkala, motor DC Shunt PE 482B akan cenderung mempunyai kecepatan konstan. Berbeda dengan mesin yang ada pada kapal, ketika mesin tersebut mendapatkan power yang besar, kecepatan yang dihasilkan pun tinggi dan kecepatan selalu naik konstan hingga power maksimum.

d. Perbandingan pada Kondisi Load Scale 6

Setelah kondisi tanpa beban, motor DC Shunt PE482B akan dibebani oleh magnet yang disediakan oleh Loading Unit PE 482C. Pembebanan yang dilakukan oleh Loading Unit PE 482C akan dilakukan secara berskala dari load scale 2, load scale 4, load scale 6, hingga load scale 8. Pada kondisi beban load scale 4 grafik yang dihasilkan adalah seperti ini:

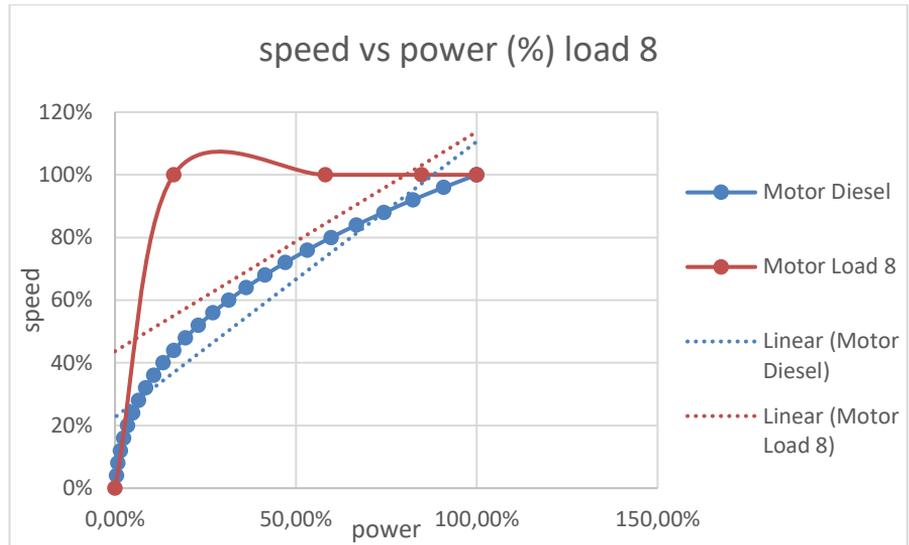


Grafik 4. 20 Grafik Kecepatan vs Power pada Load Scale 6

Dari grafik yang dihasilkan ini dapat diketahui motor DC Shunt PE 482B dapat mencapai performa kecepatan maksimum lebih cepat daripada mesin yang ada pada kapal, sama halnya ketika motor tanpa beban. Hal ini dapat dilihat ketika motor DC Shunt dapat mencapai kecepatan maksimumnya yaitu 840 RPM ketika power output motor di 2.76 W. Tetapi, kecepatan dari motor DC Shunt PE482B selalu turun setiap daya output yang dihasilkan semakin tinggi. Berbeda dengan mesin yang ada pada kapal, ketika mesin tersebut mendapatkan power yang besar, kecepatan yang dihasilkan pun tinggi. Dan pada saat dibebani, power yang dihasilkan oleh motor dan kecepatan dari motor turun. Hal ini disebabkan oleh beban yang diberikan kepada motor bertambah. Setelah kecepatan motor turun secara berkala, motor DC Shunt PE 482B akan cenderung mempunyai kecepatan konstan. Berbeda dengan mesin yang ada pada kapal, ketika mesin tersebut mendapatkan power yang besar, kecepatan yang dihasilkan pun tinggi dan kecepatan selalu naik konstan hingga power maksimum.

e. Perbandingan pada Kondisi Load Scale 0

Setelah kondisi tanpa beban, motor DC Shunt PE482B akan dibebani oleh magnet yang disediakan oleh Loading Unit PE 482C. Pembebanan yang dilakukan oleh Loading Unit PE 482C akan dilakukan secara berskala dari load scale 2, load scale 4, load scale 6, hingga load scale 8. Pada kondisi beban load scale 4 grafik yang dihasilkan adalah seperti ini:



Grafik 4. 21 Grafik Kecepatan vs Power pada Load Scale 8

Dari grafik yang dihasilkan ini dapat diketahui motor DC Shunt PE 482B dapat mencapai performa kecepatan maksimum lebih cepat daripada mesin yang ada pada kapal, namun kecepatan dari motor akan selalu pada kecepatan yang sama atau konstan. Pada kondisi load scale 8, beban yang ditanggung motor melalui pembebanan dari loading unit PE 482C.. Hal ini dapat dilihat ketika motor DC Shunt dapat mencapai kecepatan maksimumnya yaitu 630 RPM ketika power output motor yang dihasilkan selalu bertambah. Tetapi, kecepatan dari motor DC Shunt PE482B selalu turun setiap daya output yang dihasilkan semakin tinggi. Berbeda dengan mesin yang ada pada kapal, ketika mesin tersebut mendapatkan power yang besar, kecepatan yang dihasilkan pun tinggi. Dan pada saat dibebani, power yang dihasilkan oleh motor dan kecepatan dari motor turun. Hal ini disebabkan oleh beban yang diberikan kepada motor bertambah. Setelah kecepatan motor turun secara berkala, motor DC Shunt PE 482B akan cenderung mempunyai kecepatan konstan. Berbeda dengan mesin yang ada pada kapal, ketika mesin tersebut mendapatkan power yang besar, kecepatan yang dihasilkan pun tinggi dan kecepatan selalu naik konstan hingga power maksimum.

4.5. Analisa Performa Motor DC Shunt PE482B dan Mesin Diesel Kapal Pemandang

Untuk membandingkan performa motor DC Shunt PE482B dan mesin diesel dari kapal pemandang, akan dibandingkan performa setiap motor dan mesin pada kondisi Daya pada kondisi

50% dan 100%. Dengan asumsi, kondisi 50% sebagai kondisi kapal pada saat manuevering. Motor DC Shunt PE482B pada setiap load, mulai dari kondisi tanpa beban hingga load point 8, akan dibandingkan dengan mesin diesel kapal pembanding.

4.5.1 Kondisi Tanpa Beban

Tabel 4. 13 Tabel Perbandingan Performa pada Tanpa Beban Untuk Daya Motor

P Motor	RPM Motor - Diesel	P Diesel
50%	89.5%	77.33%
100%	57%	28.185%

Pada kondisi 50% daya output yang dihasilkan oleh motor, akan menghasilkan kecepatan pada motor sebesar 89.5%. Dengan asumsi, kecepatan motor dan mesin diesel pada kapal pembanding akan sama, pada kecepatan yang sama akan membutuhkan daya pada mesin diesel sebesar 77.33%. Dan ketika daya motor pada kondisi maksimum, kecepatan pada motor akan sebesar 57%. Untuk kecepatan yang sama, ketika ada pada mesin diesel, membutuhkan daya sebesar 28.185%.

Tabel 4. 14 Tabel Perbandingan Performa pada Tanpa Beban Untuk Daya Mesin Diesel

P Diesel	RPM Diesel - Motor	P Motor
50%	73.9%	68.375%
100%	100%	38%

Sedangkan, pada kondisi 50% daya output yang dihasilkan oleh mesin diesel pada kapal pembanding, akan menghasilkan kecepatan pada mesin diesel sebesar 73.9%. Dengan asumsi, kecepatan motor dan mesin diesel pada kapal pembanding akan sama, pada kecepatan yang sama akan membutuhkan daya pada motor sebesar 63.75%. Dan ketika daya motor pada kondisi maksimum, kecepatan pada motor akan pada kecepatan maksimum. Untuk kecepatan maksimum, ketika ada pada motor DC Shunt PE 482B, membutuhkan daya sebesar 28.185%.

Ketika daya pada motor DC Shunt PE482B dan mesin diesel pada kapal pembanding pada kondisi 50%, kecepatan yang dihasilkan oleh motor DC Shunt PE482B lebih tinggi daripada mesin diesel. Tetapi, ketika daya maksimum, kecepatan motor DC Shunt PE482B lebih rendah daripada mesin diesel. Pada kondisi tanpa beban, motor DC Shunt lebih cepat mencapai kecepatan tinggi pada daya yang kecil. Namun, ketika daya semakin besar, kecepatan motor DC Shunt akan semakin rendah. Sebaliknya, pada mesin diesel kecepatan lebih lambat untuk mencapai maksimum. Dan untuk mencapai kecepatan maksimum, mesin diesel memerlukan daya yang maksimum juga.

4.5.2 Load Point 2

Tabel 4. 15 Tabel Perbandingan Performa pada Load Point 2 Untuk Daya Motor

P Motor	RPM Motor - Diesel	P Diesel
50%	89.7%	77.727%
100%	34%	9.625%

Pada kondisi 50% daya output yang dihasilkan oleh motor, akan menghasilkan kecepatan pada motor sebesar 89.7%. Dengan asumsi, kecepatan motor dan mesin diesel pada kapal pembanding akan sama, pada kecepatan yang sama akan membutuhkan daya pada mesin diesel sebesar 77.727%. Dan ketika daya motor pada kondisi maksimum, kecepatan pada motor akan sebesar 34%. Untuk kecepatan yang sama, ketika ada pada mesin diesel, membutuhkan daya sebesar 9.625%.

Tabel 4. 16 Tabel Perbandingan Performa pada Load Point 2 Untuk Daya Mesin Diesel

P Diesel	RPM Diesel - Motor	P Motor
50%	73.9%	76.2%
100%	100%	34%

Sedangkan, pada kondisi 50% daya output yang dihasilkan oleh mesin diesel pada kapal pembanding, akan menghasilkan kecepatan pada mesin diesel sebesar 73.9%.

Dengan asumsi, kecepatan motor dan mesin diesel pada kapal pembanding akan sama, pada kecepatan yang sama akan membutuhkan daya pada motor sebesar 76.2%. Dan ketika daya motor pada kondisi maksimum, kecepatan pada motor akan pada kecepatan maksimum. Untuk kecepatan maksimum, ketika ada pada motor DC Shunt PE 482B, membutuhkan daya sebesar 38.4%.

Ketika daya pada motor DC Shunt PE482B dan mesin diesel pada kapal pembanding pada kondisi 50%, kecepatan yang dihasilkan oleh motor DC Shunt PE482B lebih tinggi daripada mesin diesel. Tetapi, ketika daya maksimum, kecepatan motor DC Shunt PE482B lebih rendah daripada mesin diesel. Jadi, motor DC Shunt lebih cepat mencapai kecepatan tinggi pada daya yang kecil. Namun, ketika daya semakin besar, kecepatan motor DC Shunt akan semakin rendah. Sebaliknya, pada mesin diesel kecepatan lebih lambat untuk mencapai maksimum. Dan untuk mencapai kecepatan maksimum, mesin diesel memerlukan daya yang maksimum juga.

4.5.3 Load Point 4

Tabel 4. 17 Tabel Perbandingan Performa pada Load Point 4 Untuk Daya Motor

P Motor	RPM Motor - Diesel	P Diesel
50%	90.2%	78.732%
100%	3%	0.315%

Pada kondisi 50% daya output yang dihasilkan oleh motor, akan menghasilkan kecepatan pada motor sebesar 90.2%. Dengan asumsi, kecepatan motor dan mesin diesel pada kapal pembanding akan sama, pada kecepatan yang sama akan membutuhkan daya pada mesin diesel sebesar 78.732%. Dan ketika daya motor pada kondisi maksimum, kecepatan pada motor akan sebesar 3%. Untuk kecepatan yang sama, ketika ada pada mesin diesel, membutuhkan daya sebesar 0.315%.

Tabel 4. 18 Tabel Perbandingan Performa pada Load Point 4 Untuk Daya Mesin Diesel

P Diesel	RPM Diesel - Motor	P Motor
50%	73.9%	85.760%
100%	100%	3%

Sedangkan, pada kondisi 50% daya output yang dihasilkan oleh mesin diesel pada kapal pemanding, akan menghasilkan kecepatan pada mesin diesel sebesar 73.9%. Dengan asumsi, kecepatan motor dan mesin diesel pada kapal pemanding akan sama, pada kecepatan yang sama akan membutuhkan daya pada motor sebesar 85.76%. Dan ketika daya motor pada kondisi maksimum, kecepatan pada motor akan pada kecepatan maksimum. Untuk kecepatan maksimum, ketika ada pada motor DC Shunt PE 482B, membutuhkan daya sebesar 3%.

Ketika daya pada motor DC Shunt PE482B dan mesin diesel pada kapal pemanding pada kondisi 50%, kecepatan yang dihasilkan oleh motor DC Shunt PE482B lebih tinggi daripada mesin diesel. Tetapi, ketika daya maksimum, kecepatan motor DC Shunt PE482B lebih rendah daripada mesin diesel. Jadi, motor DC Shunt lebih cepat mencapai kecepatan tinggi pada daya yang kecil. Namun, ketika daya semakin besar, kecepatan motor DC Shunt akan semakin rendah. Sebaliknya, pada mesin diesel kecepatan lebih lambat untuk mencapai maksimum. Dan untuk mencapai kecepatan maksimum, mesin diesel memerlukan daya yang maksimum juga.

4.5.4 Load Point 6

Tabel 4. 19 Tabel Perbandingan Performa pada Load Point 6 Untuk Daya Motor

P Motor	RPM Motor - Diesel	P Diesel
50%	93.4%	82.22%
100%	33%	9.063%

Pada kondisi 50% daya output yang dihasilkan oleh motor, akan menghasilkan kecepatan pada motor sebesar 93.4%. Dengan asumsi, kecepatan motor dan mesin diesel pada kapal

pembandingan akan sama, pada kecepatan yang sama akan membutuhkan daya pada mesin diesel sebesar 82.22%. Dan ketika daya motor pada kondisi maksimum, kecepatan pada motor akan sebesar 33%. Untuk kecepatan yang sama, ketika ada pada mesin diesel, membutuhkan daya sebesar 9.063%.

Tabel 4. 20 Tabel Perbandingan Performa pada Load Point 6 Untuk Daya Mesin Diesel

P Diesel	RPM Diesel - Motor	P Motor
50%	73.9%	55.425%
100%	100%	33%

Sedangkan, pada kondisi 50% daya output yang dihasilkan oleh mesin diesel pada kapal pembandingan, akan menghasilkan kecepatan pada mesin diesel sebesar 73.9%. Dengan asumsi, kecepatan motor dan mesin diesel pada kapal pembandingan akan sama, pada kecepatan yang sama akan membutuhkan daya pada motor sebesar 55.425%. Dan ketika daya motor pada kondisi maksimum, kecepatan pada motor akan pada kecepatan maksimum. Untuk kecepatan maksimum, ketika ada pada motor DC Shunt PE 482B, membutuhkan daya sebesar 33%.

Ketika daya pada motor DC Shunt PE482B dan mesin diesel pada kapal pembandingan pada kondisi 50%, kecepatan yang dihasilkan oleh motor DC Shunt PE482B lebih tinggi daripada mesin diesel. Tetapi, ketika daya maksimum, kecepatan motor DC Shunt PE482B lebih rendah daripada mesin diesel. Jadi, motor DC Shunt lebih cepat mencapai kecepatan tinggi pada daya yang kecil. Namun, ketika daya semakin besar, kecepatan motor DC Shunt akan semakin rendah. Sebaliknya, pada mesin diesel kecepatan lebih lambat untuk mencapai maksimum. Dan untuk mencapai kecepatan maksimum, mesin diesel memerlukan daya yang maksimum juga.

4.5.5 Load Point 8

Tabel 4. 21 Tabel Perbandingan Performa pada Load Point 8 Untuk Daya Motor

P Motor	RPM Motor - Diesel	P Diesel
50%	100.0%	100.00%
100%	16%	2.380%

Pada kondisi 50% daya output yang dihasilkan oleh motor, akan menghasilkan kecepatan pada motor sebesar 89.5%. Dengan asumsi, kecepatan motor dan mesin diesel pada kapal perbandingan akan sama, pada kecepatan yang sama akan membutuhkan daya pada mesin diesel sebesar 77.33%. Dan ketika daya motor pada kondisi maksimum, kecepatan pada motor akan sebesar 57%. Untuk kecepatan yang sama, ketika ada pada mesin diesel, membutuhkan daya sebesar 28.185%.

Tabel 4. 22 Tabel Perbandingan Performa pada Load Point 8 Untuk Daya Mesin Diesel

P Diesel	RPM Diesel - Motor	P Motor
50%	73.9%	11.824%
100%	100%	16%

Sedangkan, pada kondisi 50% daya output yang dihasilkan oleh mesin diesel pada kapal perbandingan, akan menghasilkan kecepatan pada mesin diesel sebesar 73.9%. Dengan asumsi, kecepatan motor dan mesin diesel pada kapal perbandingan akan sama, pada kecepatan yang sama akan membutuhkan daya pada motor sebesar 63.75%. Dan ketika daya motor pada kondisi maksimum, kecepatan pada motor akan pada kecepatan maksimum. Untuk kecepatan maksimum, ketika ada pada motor DC Shunt PE 482B, membutuhkan daya sebesar 28.185%.

Ketika daya pada motor DC Shunt PE482B dan mesin diesel pada kapal perbandingan pada kondisi 50%, kecepatan yang dihasilkan oleh motor DC Shunt PE482B lebih tinggi daripada mesin diesel. Tetapi, ketika daya maksimum, kecepatan motor DC Shunt PE482B lebih rendah daripada mesin diesel. Jadi,

motor DC Shunt lebih cepat mencapai kecepatan tinggi pada daya yang kecil. Namun, ketika daya semakin besar, kecepatan motor DC Shunt akan semakin rendah. Sebaliknya, pada mesin diesel kecepatan lebih lambat untuk mencapai maksimum. Dan untuk mencapai kecepatan maksimum, mesin diesel memerlukan daya yang maksimum juga.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Setelah analisa dari performa motor DC Shunt Control Kit PE482B, maka, dapat bisa ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada hasil percobaan motor DC Shunt Control Kit PE482 B, performa motor untuk nilai kecepatan tertinggi yang dihasilkan motor ada pada ketika kondisi motor tanpa beban dan daya output yang dihasilkan 1.38 W, yaitu pada kecepatan 1470 RPM. Tetapi, performa motor untuk nilai daya tertinggi yang dapat dihasilkan motor, terjadi ketika motor pada load point 8. Pada load point 8, dengan kecepatan 630 RPM, motor dapat menghasilkan daya output 9.63 W. Grafik yang ditunjukkan oleh performa motor DC Shunt Control Kit PE482B selalu menunjukkan kecepatan maksimal ketika power output yang dihasilkan minimum.
2. Untuk performa pada motor DC Shunt PE482B, ketika daya pada motor DC Shunt PE482B dan mesin diesel pada kapal pembanding pada kondisi 50%, kecepatan yang dihasilkan oleh motor DC Shunt PE482B lebih tinggi daripada mesin diesel. Tetapi, ketika daya maksimum, kecepatan motor DC Shunt PE482B lebih rendah daripada mesin diesel. Pada kondisi tanpa beban, pada saat daya 50% motor akan memberikan kecepatan sebesar 89.5%. Pada kondisi load point 2, pada saat daya 50% motor akan memberikan kecepatan sebesar 89.7%. Pada kondisi load point 8, pada saat daya 50% motor akan memberikan kecepatan sebesar maksimum. Sedangkan, pada kondisi 50% daya diesel akan mengeluarkan kecepatan sebesar 73.9%. Namun, ketika daya mesin diesel maksimum, kecepatannya akan maksimum. Berbeda dengan, motor DC Shunt PE482B jika diberikan daya maksimum, ketika tanpa beban pada kecepatan 57%, pada load point 2 pada kecepatan 34%, load point 4 pada kecepatan 3%, load point 6 pada kecepatan 33%, dan pada load point 8 16%. Jadi, motor DC Shunt lebih cepat mencapai kecepatan tinggi pada daya yang kecil. Namun, ketika daya semakin besar, kecepatan motor DC Shunt akan semakin rendah. Sebaliknya, pada mesin diesel kecepatan lebih lambat untuk mencapai maksimum. Dan untuk mencapai kecepatan maksimum, mesin diesel memerlukan daya yang maksimum juga.

5.2. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya menggunakan peralatan tambahan seperti, tachometer, amperemeter dan lainnya untuk mengurangi *human-error* pada saat pengambilan data.

2. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya dilakukan maintenance kepada PE481 Control Unit karena alat yang digunakan perlu dikalibrasi.

Daftar Pustaka

- B.L Theraja, "A Textbook of Electrical Technology", S. Chand, New Delhi, 1994
- Fitzgerald, A.E, "Electric Machinery", The McGraw Hill, Amarika Serikat, 2003
- Hughes, Austin, "Electric Motors and Drives", Elsevier Ltd., Oxford, 2006
- Nasution, A. R. (2010). "Pengaruh Pengaturan Kecepatan Motor dengan menggunakan Pengaturan Tahanan Jangkar Terhadap Efisiensi Motor DC Shunt".
- Zuhal, "Dasar Teknik Listrik dan Elektrodaya", Gramedia, Jakarta, 1993
- FEEDBACK DC Shunt Motor Control Kit PE482, FeedbackPowerframes Laboratory
Note number 480 : Feedback Instruments Ltd, Park Road, Crowborough, E. Sussex, TN6
2QR, UK.

Lampiran A

- Tanpa Beban

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1	10	0.5471	0.097087	0.45	1470
2	15	0.4456	0.145631	0.3	1155
3	20	0.4442	0.194175	0.25	1050
4	25	0.4927	0.242718	0.25	840
5	30	0.5413	0.291262	0.25	840

- Load Point 2

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1	10	0.6221	0.097087	0.525	1365
2	15	0.4956	0.145631	0.35	1050
3	20	0.4942	0.194175	0.3	945
4	25	0.5177	0.242718	0.275	840
5	30	0.5413	0.291262	0.25	840

- Load Point 4

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1	10	0.8471	0.097087	0.75	1050
2	15	0.7456	0.145631	0.6	945
3	20	0.6942	0.194175	0.5	840
4	25	0.6927	0.242718	0.45	735
5	30	0.6913	0.291262	0.4	735

- Load Point 6

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1	15	0.9456	0.145631	0.8	840
2	20	0.8442	0.194175	0.65	735
3	25	0.8427	0.242718	0.6	630
4	30	0.8413	0.291262	0.55	630

- Load Point 8

No	Vt	iL	If	Ia	RPM
1	15	1.1456	0.145631	1	630
2	20	1.0442	0.194175	0.85	630
3	25	0.9927	0.242718	0.75	630
4	30	0.9413	0.291262	0.65	630

Lampiran B

- Rangkaian Motor DC Shunt Control Kit PE482B

