



SKRIPSI – ME 141501

**PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC 2 X1850 KW DENGAN
LOGIKA FUZZY PADA SISTEM PROPULSI LISTRIK WAHANA
BAWAH AIR 60 m**

DIDIT WIDYA HARDHITA
NRP 4215 105 006

Dosen Pembimbing 1
Indra Ranu Kusuma, S.T.,M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

Halaman ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT – ME 141501

**SPEED CONTROL DESIGN OF DC MOTORS 2X1850 KW WITH
FUZZY LOGIC ON 60 M UNDERWATER VESSEL ELECTRIC
PROPULSION SYSTEM**

DIDIT WIDYA HARDHITA
NRP 4215 105 006

1st Supervisors
Indra Ranu Kusuma, S.T.,M.Sc

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC 2X1850 KW DENGAN LOGIKA
FUZZY PADA SISTEM PROPULSI LISTRIK PADA WAHANA BAWAH AIR
60 M**

SKRIPSI

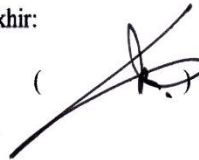
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Electricity and System* (MEAS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Didit Widya Hardhita
NRP 4215 105 006

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Indra Ranu Kusuma, S.T.,M.Sc



SURABAYA

JULI, 2017

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC 2X1850 KW DENGAN
LOGIKA FUZZY PADA SISTEM PROPULSI LISTRIK PADA
WAHANA BAWAH AIR 60 M**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Marine Electrical and Automation System (MEAS)

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Didit Widya Hardhita

Nrp. 4215 105 006

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST., MT.

NIP. 1977 0802 2008 01 007

SURABAYA

JULI, 2017

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Didit Widya Hardhita
NRP : 4215105006
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing 1 : Indra Ranu Kusuma, S.T.,M.Sc

Sistem propulsi listrik adalah sistem penggerak yang menggunakan motor listrik sebagai main propulsion. Pembaharuan dalam sistem propulsi dilakukan sebagai alternatif atas ketersediaan energi yang semakin hari kian menipis namun kebutuhan yang semakin meningkat . Penggunaan motor listrik telah digunakan pada wahana bawah air. Penggunaan motor listrik DC sebagai main propulsion dipilih karena mempunyai beberapa keuntungan daripada motor AC dan mesin diesel . Hal ini dikarenakan lebih mudah pada pengaturan putaran , serta tidak menimbulkan kebisingan saat wahana bawah air menyelam . Penulisan tugas akhir ini akan mengkaji aplikasi dari motor DC sebagai electric motor propulsion pada wahana bawah air 60 m menggunakan metode simulasi Matlab untuk motor DC rangkaian seri dan paralel . Sehingga didapatkan karakteristik dari motor DC untuk putaran dan torsi sebagai karakteristik utama motor . Kemudian dilakukan analisa putaran dan torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal , performa motor DC pada setiap variasi beban , efisiensi rangkaian ,sampai perhitungan lama baterai menyelam. Kemudian dilakukan juga penggunaan Fuzzy Inference System dengan simulasi pada Matlab untuk merepresentasikan hubungan putaran dan torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal . Hasil yang diharapkan adalah fuzzy mampu menilai putaran yang dihasilkan kapal pada suatu kedalaman dan mengatur kebutuhan tingkat torsi yang dibutuhkan kapal .

Kata kunci : motor Dc,Propulsi,energi alternative, fuzzy, wahana bawah air

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Nama Mahasiswa : Didit Widya Hardhita
NRP : 4215105006
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing 1 : Indra Ranu Kusuma, S.T.,M.Sc

Electric propulsion system is a propulsion system that uses electric motors as main propulsion. Renewal in the propulsion system is done as an alternative to the availability of energy that is increasingly depleted day but the increasing need. The use of electric motors has been used on the underwater vessel. The use of DC electric motors as main propulsion is chosen because it has several more advantages than AC and diesel engines. This is because it is easier on speed control settings, and does not cause noise when the underwater vessel dive. This thesis will examine the application of a DC motor as an electric motor propulsion on a 60 m underwater vessel using Matlab simulation method for DC motors series and parallel series. So we get the characteristics of the DC motor for rotation per minute and torque as the main characteristics of the motor. Then performed the rotation analysis and torque required to drive the ship, the performance of DC motor at each load variation, circuit efficiency, until the old battery dive calculation. Then we also use Fuzzy Inference System with simulation in Matlab to represent the rotation and torque needed to move the ship. The expected result is fuzzy able to assess the ship's resulting rotation at a depth and regulate the required torque level required by the vessel.

Keywords: Dc motor, Propulsion, alternative energy, fuzzy, underwater vehicle.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena anugerah dan kuasaNya sehingga tugas akhir dengan judul "***PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC 2X1850 KW DENGAN LOGIKA FUZZY PADA SISTEM PROPULSI LISTRIK WAHANA BAWAH AIR 60 M***" ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik oleh penulis juga atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karenanya penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Indra Ranu, S.T.M.Sc. yang telah memberikan bimbingan dan doa tentunya. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat membutuhkan saran untuk dapat menyempurnakan tugas akhir ini dengan baik dan dapat bermanfaat bagi pembaca.

Akhir kata, semoga Tuhan YME melimpahkan KaruniaNya kepada kita semua. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Surabaya, 2017
Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| SKRIPSI – ME 141501..... | i |
| FINAL PROJECT – ME 141501 | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | v |
| ABSTRAK..... | ix |
| ABSTRACT | xi |
| KATA PENGANTAR | xiii |
| DAFTAR ISI..... | xv |
| DAFTAR TABEL..... | xxii |
| DAFTAR GAMBAR | xxiv |
| DAFTAR GRAFIK | xxvi |
| BAB I..... | 1 |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Tujuan Skripsi | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.5. Manfaat | 2 |
| BAB II..... | 3 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1 Pengertian Wahana Bawah Air | 3 |
| 2.2. Jenis -Jenis Wahana Bawah Air | 5 |
| 2.3. Tahanan wahana Bawah Air..... | 6 |
| 2.4. Sistem Propulsi Elektrik | 7 |
| 2.5. Motor DC | 9 |
| 2.5.1. Jenis – jenis Motor DC..... | 10 |
| 2.5.2. Karakteristik Motor DC..... | 13 |
| 2.5.3. Prinsip Arah Putaran pada Motor DC | 14 |
| 2.5.4. Pengaturan Putaran pada Motor DC..... | 15 |
| 2.5.5. Torsi dan Poros..... | 17 |
| 2.6. Metode Fuzzy | 17 |
| 2.6.1. Fuzzy Inference System | 18 |
| 2.6.2. Fuzy Metode Mamdani | 21 |
| Bab III | 23 |
| METODOLOGI PENELITIAN | 23 |
| 3.1. Metodologi Penulisan | 23 |
| 3.2. Perumusan Masalah..... | 23 |
| 3.3. Studi Literatur | 23 |
| 3.4. Pengumpulan Data | 23 |
| 3.5. Metode Perhitungan dan Simulasi..... | 23 |
| BAB IV | 27 |
| ANALISA DAN PEMBAHASAN..... | 27 |

| | |
|--|------------|
| 4.1. Data Utama | 27 |
| 4.1.1. Data Utama Kapal | 27 |
| 4.1.2. Data Sistem Propulsi | 27 |
| 4.1.3. Data Utama Baterai | 27 |
| 4.2. Menghitung Tahanan Wahana Bawah Air..... | 27 |
| 4.2.1. Menghitung Reynold Number..... | 27 |
| 4.2.2. Menghitung gaya gesek..... | 28 |
| 4.2.3. Menghitung nilai correlation allowance (ΔC_f) | 28 |
| 4.2.4. Menentukan nilai koefisien tahanan residual (C_r)..... | 28 |
| 4.2.5. Menentukan nilai koefisien tahanan gelombang (C_w)..... | 28 |
| 4.2.6. Menentukan nondimensional drag coefficient | 28 |
| 4.2.7. Menentukan nilai tahanan <i>bare hull</i> | 29 |
| 4.2.8. Menghitung nilai tahanan appendages | 29 |
| 4.2.9. Menghitung tahanan total..... | 29 |
| 4.4.1. Menghitung EHP..... | 29 |
| 4.4.2. Menghitung THP..... | 29 |
| 4.4.3. Menghitung torsi yang dibutuhkan, dimisalkan torsi adalah PHP | |
| 30 | |
| 4.3. Simulasi rangkaian seri Motor DC dengan MATLAB..... | 30 |
| 4.4. Simulasi rangkaian parallel Motor DC..... | 32 |
| 4.5. Perhitungan Thrust Horse Power, (THP) Shaft Horse Power (SHP) | |
| Brake Horse Power | 34 |
| 4.6. Perhitungan torsi poros | 34 |
| 4.7. Analisa Grafik Hasil Simulasi Matlab | 35 |
| 4.7.1. Analisa Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Pada Rangkaian Seri Hasil Dari Simulasi <i>Software</i> Matlab | 35 |
| 4.7.2. Analisa Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Pada Rangkaian Paralel Hasil Dari Simulasi <i>Software</i> Matlab | 43 |
| 4.7.3. Analisa Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri Hasil Dari Simulasi <i>Software</i> Matlab | 51 |
| 4.7.4. Analisa Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Pada Rangkaian Paralel Hasil Dari Simulasi <i>Software</i> Matlab | 58 |
| 4.7.5. Analisa Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Hasil Dari Simulasi <i>Software</i> Matlab | 66 |
| 4.7.6. Analisa Grafik Perbandingan Daya vs Putaran Vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri Hasil Dari Simulasi <i>Software</i> Matlab | 79 |
| 4.8. Perhitungan Lama Baterai saat Menyelam..... | 93 |
| 4.9. Representasi Fuzzy Inference System Sistem Propulsi Listrik | |
| Wahana Bawah Air 60 m | 93 |
| BAB V | 101 |
| KESIMPULAN DAN SARAN..... | 101 |

| | |
|--|------------|
| 5.1. KESIMPULAN | 101 |
| 5.2. SARAN | 101 |
| DAFTAR PUSTAKA | 103 |
| LAMPIRAN I | 105 |
| TABEL HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI | 105 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI PENUH | 106 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 90% | 107 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 80% | 108 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 70% | 109 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 60% | 110 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 50% | 111 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 40% | 112 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 30% | 113 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 20% | 114 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 10% | 115 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 0% | 116 |
| LAMPIRAN II..... | 117 |
| TABEL HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL..... | 117 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI PENUH..... | 118 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 90%..... | 119 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 80%..... | 120 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 70%..... | 121 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 60%..... | 122 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 50%..... | 123 |

| | |
|--|-----|
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 40% | 124 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 30% | 125 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 20% | 126 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 10% | 127 |
| DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 0% | 128 |
| LAMPIRAN III | 129 |
| TABEL HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI..... | 129 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI PENUH | 130 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 90% | 131 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 80% | 132 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 70% | 133 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 60% | 134 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 50% | 135 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 40% | 136 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 30% | 137 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 20% | 138 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 10% | 139 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 0% | 140 |
| LAMPIRAN IV..... | 141 |
| TABEL HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI..... | 141 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI PENUH | 142 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 90% | 143 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 80% | 144 |

| | |
|--|-----|
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 70% | 145 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 60% | 146 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 50% | 147 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 40% | 148 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 30% | 149 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 20% | 150 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT KONDISI BATERAI 10% | 151 |
| DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI BATERAI 0% | 152 |
| LAMPIRAN V | 153 |
| TABEL PERHITUNGAN EFISIENSI RANGKAIAN SERI | 153 |
| KONDISI PADA BATERAI PENUH | 154 |
| KONDISI PADA BATERAI 90% | 154 |
| KONDISI PADA BATERAI 80% | 155 |
| KONDISI PADA BATERAI 70% | 155 |
| KONDISI PADA BATERAI 60% | 156 |
| KONDISI PADA BATERAI 50% | 156 |
| KONDISI PADA BATERAI 40% | 157 |
| KONDISI PADA BATERAI 30% | 157 |
| KONDISI PADA BATERAI 20% | 158 |
| KONDISI PADA BATERAI 10% | 158 |
| KONDISI PADA BATERAI 0% | 159 |
| LAMPIRAN VI | 160 |
| TABEL PERHITUNGAN EFISIENSI RANGKAIAN PARALEL..... | 160 |
| KONDISI PADA BATERAI PENUH | 161 |
| KONDISI PADA BATERAI 90% | 161 |
| KONDISI PADA BATERAI 80% | 162 |
| KONDISI PADA BATERAI 70% | 162 |
| KONDISI PADA BATERAI 60% | 163 |
| KONDISI PADA BATERAI 50% | 163 |
| KONDISI PADA BATERAI 40% | 164 |
| KONDISI PADA BATERAI 30% | 164 |
| KONDISI PADA BATERAI 20% | 165 |
| KONDISI PADA BATERAI 10% | 165 |
| KONDISI PADA BATERAI 0% | 166 |

BIODATA PENULIS167

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

| | |
|---|--|
| Tabel 2. 2 massa jenis dan viskositas kinematic ,(Eugene , Almendinger 1990) .7 | |
| Tabel 2. 3 Nilai koefisien tahanan residual (C_r) (Eugene Almendinger,1990) ..7 | |
| Tabel 2. 4 Tipe – tipe nilai C_T (Eugene Almendinger,1990)7 | |
| Tabel 4. 1 Tabel Reynold Number (Sumber : Eugene Allmendinger,1990)27 | |
| <i>Tabel 4. 2 Tipe – tipe nilai C_r (Eugene Allmendinger,1990)28</i> | |
| Tabel 4. 3 Nilai koefisien tahanan appendages.....29 | |
| Tabel 4. 4 Tabel Nilai W dan T untuk Single screw 40 ⁰ L.....34 | |

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Bagian wahana bawah air (Harahap, 2015) | 4 |
| Gambar 2. 2 Cross Section wahana bawah air (Harahap,2015)..... | 5 |
| Gambar 2. 3 Aliran daya pada sistem propulsi listrik (Alf Kare Adnanes 2003) . | 9 |
| Gambar 2. 4 Motor DC sederhana | 10 |
| Gambar 2. 5 Separatedly DC motor..... | 10 |
| Gambar 2. 6 Rangkaian Motor DC Shunt..... | 11 |
| Gambar 2. 7 Rangkaian Motor DC Seri..... | 11 |
| Gambar 2. 8 Rangkaian DC Short Compound..... | 12 |
| Gambar 2. 9 Motor DC Long Compound..... | 12 |
| Gambar 2. 10 Karakteristik T/Ia | 13 |
| Gambar 2. 11 Karakteristik N/Ia..... | 13 |
| Gambar 2. 12 Karakteristki N/T | 14 |
| Gambar 2. 13 Gaya Lorentz..... | 14 |
| Gambar 2. 14 Rangkaian motor DC dengan penguatan medan | 16 |
| Gambar 2. 15 Rangkaian motor DC dengan pengaturan arus jangkar..... | 16 |
| Gambar 2. 16 Rangkaian motor DC Ward Leonard | 17 |
| Gambar 2. 18 Boolean Logic | 18 |
| Gambar 2. 19 Fuzzy Logic..... | 18 |
| Gambar 2. 20 Toolbox Fuzzy Matlab | 19 |
| Gambar 2. 21 Diagram blok Fuzzy..... | 20 |
| Gambar 4. 1 Skema Rangkaian Motor DC Seri MATLAB..... | 30 |
| Gambar 4. 2 Rangkaian Seri Matlab Simulink | 31 |
| Gambar 4. 3 Skema Rangkaian parallel motor DC..... | 32 |
| Gambar 4. 4 Rangkaian Paralel Matlab Simulink..... | 33 |
| Gambar 4. 5 Perbandingan Efisiensi vs torsi motor Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel pada KOndisi Baterai 10% | 77 |
| Gambar 4. 6..... | 94 |
| Gambar 4. 7 Skema fuzzy dengan 2 input | 94 |
| Gambar 4. 8 Input putaran bagian "RENDAH" | 95 |
| Gambar 4. 9 Input Putaran Bagian "SEDANG" | 95 |
| Gambar 4. 10 Input putaran "TINGGI" | 96 |
| Gambar 4. 11 Input Kedalaman "MENGAPUNG" | 96 |
| Gambar 4. 12 Input Kedalaman "TENGGELAM" | 97 |
| Gambar 4. 13 Input Kedalaman "DASAR" | 97 |
| Gambar 4.14 Output Torsi "RENDAH" | 98 |
| Gambar 4. 15 Output Torsi "SEDANG" | 98 |
| Gambar 4. 16 Output Torsi "TINGGI" | 98 |
| Gambar 4. 17 Skema Fuzzy Rules | 99 |
| Gambar 4. 18 Skema Fuzzy dengan distribusi putaran,kedalaman, dan output torsi..... | 99 |

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GRAFIK

| | |
|--|----|
| Grafik 4. 1 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian baterai penuh ... | 35 |
| Grafik 4. 2 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri 90% | 35 |
| Grafik 4. 3 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 80% | 36 |
| Grafik 4. 4 .Grafik kecepatan dan putaran rangkaian seri ketika baterai 70% ... | 37 |
| Grafik 4. 5 Grafik Kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 60% | 37 |
| Grafik 4. 6 Grafik Kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 50% | 38 |
| Grafik 4. 7 Grafik Kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 40% | 39 |
| Grafik 4. 8 Grafik Kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 30% | 40 |
| Grafik 4. 9 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 20% | 40 |
| Grafik 4. 10 kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 10% | 41 |
| Grafik 4. 11 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai mendekati 0 | 42 |
| Grafik 4. 12 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai penuh | 43 |
| Grafik 4. 13 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 90% | 44 |
| Grafik 4. 14 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 80% | 44 |
| Grafik 4. 15 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 70% | 45 |
| Grafik 4. 16 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 60% | 46 |
| Grafik 4. 17 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 50% | 46 |
| Grafik 4. 18 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 40% | 47 |
| Grafik 4. 19 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 30% | 48 |
| Grafik 4. 20 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 20% | 48 |
| Grafik 4. 21 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 10% | 49 |
| Grafik 4. 22 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai mendekati 0 | 50 |

| | |
|--|----|
| Grafik 4. 23 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai penuh | 51 |
| Grafik 4. 24 Grafik kecepatan terhadap torsi motor rangkaian baterei seri 90% | 51 |
| Grafik 4. 25 Grafik Kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 80% | 52 |
| Grafik 4. 26 Grafik Kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai 70% | 53 |
| Grafik 4. 27 Grafik Kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai 60% | 53 |
| Grafik 4. 28 Grafik Kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 50% | 54 |
| Grafik 4. 29 Grafik Kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai 40% | 55 |
| Grafik 4. 30 Grafik Kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai 30% | 55 |
| Grafik 4. 31 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai 20% | 56 |
| Grafik 4. 32 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai 10% | 57 |
| Grafik 4. 33 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai mendekati 0 | 57 |
| Grafik 4. 34 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai penuh | 58 |
| Grafik 4. 35 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 90% | 59 |
| Grafik 4. 36 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 80% | 60 |
| Grafik 4. 37 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 70% | 61 |
| Grafik 4. 38 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 60% | 62 |
| Grafik 4. 39 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 50% | 62 |
| Grafik 4. 40 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 40% | 63 |
| Grafik 4. 41 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 30% | 64 |
| Grafik 4. 42 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 20% | 64 |
| Grafik 4. 43 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian parallel baterai 10% | 65 |
| Grafik 4. 44 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian parallel baterai 0 | 66 |
| Grafik 4. 45 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai Penuh | 68 |
| Grafik 4. 46 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 90% | 69 |

| | |
|---|----|
| Grafik 4. 47 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 80% | 70 |
| Grafik 4. 48 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 70% | 71 |
| Grafik 4. 49 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 60% | 72 |
| Grafik 4. 50 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 50% | 73 |
| Grafik 4. 51 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 40% | 74 |
| Grafik 4. 52 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 30% | 75 |
| Grafik 4. 53 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 20% | 76 |
| Grafik 4. 534 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 10% | 77 |
| Grafik 4. 55 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 0% | 78 |
| Grafik 4. 56 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai penuh | 79 |
| Grafik 4. 57 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai penuh..... | 79 |
| Grafik 4. 58 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 90 % | 80 |
| Grafik 4. 59 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 90% | 81 |
| Grafik 4. 60 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 80 % | 82 |
| Grafik 4. 61 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 80% | 82 |
| Grafik 4. 62 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 70 % | 83 |
| Grafik 4. 63 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 70% | 83 |
| Grafik 4. 64 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 60 % | 84 |
| Grafik 4. 65 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 60% | 85 |
| Grafik 4. 66 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 50 % | 86 |
| Grafik 4. 67 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 50% | 86 |

| | |
|--|----|
| Grafik 4. 68 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 40 % | 87 |
| Grafik 4. 69 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 40% | 87 |
| Grafik 4. 70 Grafik Perbandingan Daya vs Efisiensi vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 30 % | 88 |
| Grafik 4. 71 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 30% | 89 |
| Grafik 4. 72 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 20 % | 90 |
| Grafik 4. 73 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 20% | 90 |
| Grafik 4. 74 Grafik Perbandingan Daya vs Efisiensi vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 10 % | 91 |
| Grafik 4. 75 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 10% | 91 |
| Grafik 4. 76 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 0 % | 92 |
| Grafik 4. 77 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Se Paralel Pada Kondisi Baterai 0% | 92 |

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan prime mover (penggerak mula) pada kapal mengalami perkembangan pesat sejak ditemukannya uap oleh James Watt, mesin diesel oleh Rudolf diesel serta turbin gas oleh Brayton. Pada tahun - tahun awal berbagai penemuan mengenai ketiga prime mover hanya berkisar pada penyempurnaan sistem kerja . Misal untuk kapal perusak es (ice breaker) menggunakan motor DC dikarenakan torsi yang diperlukan untuk memutar baling – baling kapal relative besar .

Sistem propulsi elektrik adalah sistem pada kapal yang menggunakan mesin listrik AC atau DC sebagai mesin penggerak menggantikan fungsi atau kinerja dari mesin utama (main engine) .Dalam hal ini sumber listrik terhubung ke switchboard,dan selanjutnya energi listrik diteruskan ke transformer, sebagai pengatur rating tegangan kemudian dikonversi dengan menggunakan konverter ke motor elektrik yang menggerakkan baling-baling kapal. Umumnya kapal khusus menggunakan motor DC dan untuk kapal niaga yang berorientasi profit pada umumnya menggunakan motor AC.

Penggunaan atau aplikasi motor DC sebagai alternatif penggerak kapal telah digunakan pada kapal yang bermanuver tinggi, kapal dengan kebutuhan khusus ,kapal dengan daya muat besar,serta kapal dengan penggerak mula yang *non reversible*. Sebagai alternative pada sistem propulsi *submersible ship* motor dc memiliki keuntungan antara lain tidak menimbulkan noise saat menyelam dan pengaturan kecepatan yang lebih mudah dibandingkan motor ac. Menurut Zuhail (2000) untuk mengatur putaran pada motor DC dapat dilakukan 3 cara. Antara lain pengaturan fluks magnet. Pengaturan tahanan jangkar, serta pengaturan tegangan terminal.

Maka perlu dilakukan kajian terhadap penggunaan motor dc sebagai propulsor atau penggerak pada sistem propulsi elektrik (*electric propulsion*) . Kajian terhadap motor dc sebagai propulsor dilakukan dengan bantuan software MATLAB . Dilakukan simulasi pemodelan rangkaian motor dc baik seri atau parallel untuk mencari hasil putaran , torsi yang dibutuhkan oleh sistem propulsi elektrik wahana bawah air untuk memutar baling – baling kapal . Juga menghitung (*endurance*) lama baterai yang bisa digunakan ketika wahana bawah air berada di bawah permukaan air laut.

Kemudian dilakukan penggunaan control *Fuzzy Inference System* untuk mengatur kinerja dari wahana bawah air . Sebagai kontrol otomatis yang bisa membaca kecepatan wahana bawah air serta melakukan perintah tindakan yang harus dilakukan akibat karakteristik kecepatan.

1.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah dijelaskan diatas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik torsi dan putaran pada sistem propulsi *underwater vehicle* ?
2. Bagaimana pengaruh kontrol logika fuzzy untuk mengatur kecepatan putaran pada sistem elektrik propulsi *underwater vehicle* ?

1.3. Tujuan Skripsi

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan karakteristik utama dari motor dc yaitu torsi dan putaran dengan metode simulasi menggunakan MATLAB
2. Mendapatkan lama penggunaan (*endurance*) dari baterai yang digunakan untuk kebutuhan sistem propulsi kapal
3. Menghasilkan kontrol yang tepat untuk mengatur kondisi karakteristik sistem propulsi elektrik.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Rangkaian motor DC sesuai dengan referensi
2. Wahana bawah air dengan panjang 60 m
3. Simulasi dengan menggunakan software MATLAB lisensi resmi ITS

1.5. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari tugas akhir ini adalah:

1. Sebagai bahan pembelajaran untuk mengetahui karakteristik torsi pada motor dc apabila menggunakan simulasi software.
2. Sebagai bahan pembelajaran untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan dari baterai apabila digunakan untuk sistem propulsi kapal.
3. Sebagai bahan kajian untuk mengetahui langkah-langkah yang tepat dalam kontrol sistem propulsi elektrik

BAB II

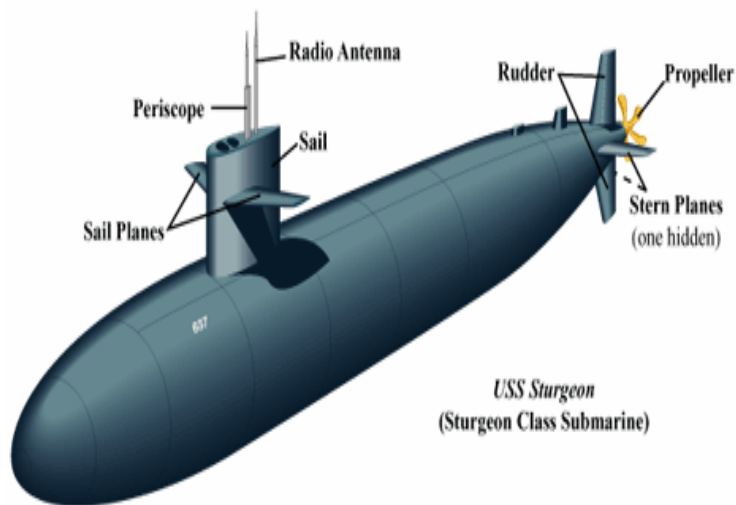
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Wahana Bawah Air

Menurut pasal 309 ayat (1) Kitab Undang – Undang Hukum Dagang , “*kapal*” adalah semua alat berlayar, apapun nama dan sifatnya. Termasuk didalamnya adalah kapal karam, mesin pengeruk lumpur, mesin penyedot pasir, dan alat pengangkut terapung lainnya. Meskipun benda-benda tersebut tidak dapat bergerak dengan kekuatannya sendiri, namun dapat digolongkan kedalam “alat berlayar” karena dapat terapung/mengapung dan bergerak di air. Mengambil keterangan dari *Safety of Life at Sea* atau SOLAS juga dalam Peraturan 2 Ordonansi Kapal – Kapal 1935 menyebutkan bahwa jenis – jenis kapal adalah sebagai berikut :

- a. Kapal motor
- b. Kapal uap
- c. Kapal nelayan
- d. Kapal nelayan laut
- e. Kapal penangkap ikan
- f. Kapal tongkang
- g. Kapal tunda
- h. Kapal penumpang
- i. Kapal barang
- j. Kapal tangki
- k. Kapal nuklir
- l. Kapal pedalaman
- m. Kapal perang
- n. Kapal layar
- o. Kapal keruk

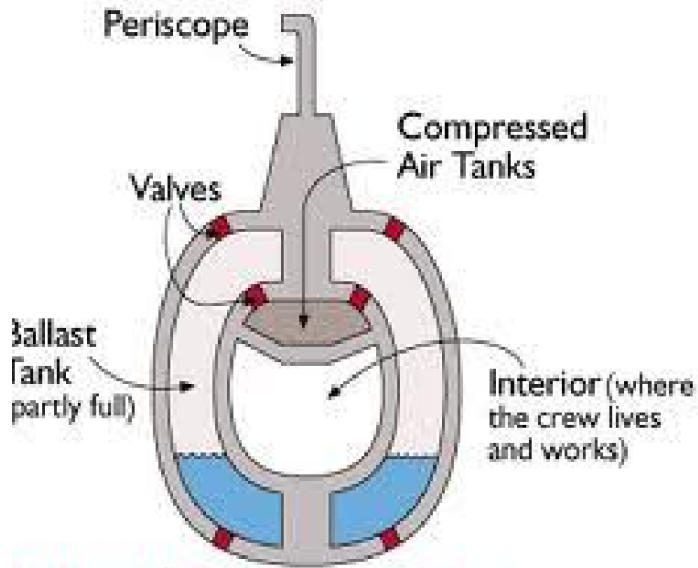
Wahana bawah air adalah kapal yang beroperasi di bawah permukaan air. Kebanyakan wahana bawah air digunakan untuk kebutuhan militer. Negara Jerman menjadi negara pertama yang memiliki serta mengembangkan wahana bawah air untuk kebutuhan militer. Dengan wahana bawah air bernama U-Boat yang merupakan singkatan dari Unterseeboot. Bertugas dalam Perang Dunia I dikenal sebagai senjata mematikan bagi angkatan laut negara – negara peserta Perang Dunia I. Pada Perang Dunia II Jerman banyak menggunakan dan memperbaharui wahana bawah air. Dan U-Boat berhasil diperbaharui dengan sebutan U – Class. Dan diikuti negara – negara seperti Uni Soviet (Rusia sekarang), Inggris dan Amerika Serikat ang tidak mau kalah dalam urusan sistem persenjataan Selain digunakan untuk kepentingan militer, wahana benam juga digunakan untuk ilmu pengetahuan laut dan air tawar dan untuk bertugas di kedalaman yang tidak sesuai untuk penyelam manusia. (Harahap, 2015).



Gambar 2. 1 Bagian wahana bawah air (Harahap, 2015)

Wahana bawah air bekerja berdasarkan prinsip hukum Archimedes yang menyatakan “*jika sebuah benda tercelup seluruh atau sebagian di dalam zat cair (fluida) akan mengalami gaya ke atas yang besarnya adalah sama dengan berat zat cair yang dipindahkan*”. Wahana bawah air bisa terapung dengan mudah di permukaan air, mempunyai kemampuan terbenam sampai ke dasar samudera hingga waktu yang lama sampai berbulan – bulan . Kontruksi pada dinding whana bawah air yang membuat bisa bertahan lama di dasar samudera . Tangki – tangka mberat atau bisa juga disebut ruang – ruang kedap air antara dinding luar dan dinding dalam bisa diisi oleh air laut sehingga meningkatkan bobot keseluruhan dan mengurangi kemampuan terapung . engan dorongan propeller (baling -baling kapal) ke depan dan pen barahan bilah kemudi datar ke bawah kapal itu akan menyelam.

Dinding dalam wahana bawah air terbuat dari baja yang mampu menahan tekanan dari luar saat wahana bawah air berada di dasar laut . Ketika wahana bawah air berada di dasar laut, tangki – tangki pemberat akan membantu mempertahankan posisi wahana bawah air. Ketika naik ke permukaan, wahana bawah air akan mengosongkan air dari tangki pemberat . Sonar, radar, periskop serta jaringan satelit adalah alat navigasi utama wahana bawah air. ketika mengapung di permukaan, sebuah wahana bawah air dapat dikatakan berdaya apung positif tangki – tangki pemberatnya hamper kosong. Untuk naik permukaan, udara bertekanan tersebut dipompakan masuk tangka pemberat sehingga isi dalam tangki (air) keluar. Ketika menyelam, kapal memperoleh daya apung negative sebab udara di tangki pemberat dikeluarkan melalui katup udara untuk digantikan air yang masuk. Untuk melaju dalam kedalaman, wahana bawah air menggunakan suatu Teknik penyeimbang yang disebut daya apung netral.



Gambar 2. 2 Cross Section wahana bawah air (Harahap,2015)

Maka secara garis besar wahana bawah air memiliki bagian - bagian sebagai berikut :

- a. Tangki ballast berfungsi menyimpan air dan udara
- b. Katup udara, berfungsi untuk memasukkan udara ke dalam ballast
- c. Katup air, berfungsi memasukkan air ke dalam ballast
- d. Tangki compressor udara, berfungsi memompa air keluar dari ballast

2.2. Jenis -Jenis Wahana Bawah Air

Berdasarkan tenaga penggerak (sistem propulsi) jenis -jenis wahana bawah air adalah sebagai berikut :

- a. Wahana bawah air diesel elektrik
- b. Wahana bawah air nuklir
- c. Wahana bawah air engineless

Bila berdasarkan fungsinya maka wahana bawah air dapat dikategorikan sebagai berikut :

- a. Wahana bawah air militer
- b. Wahana bawah air non militer

Berdasarkan tipenya data dikategorikan sebagai berikut :

- a. SSK : Wahana bawah air bertenaga diesel
- b. SSN : wahana bawah air bertenaga nuklir
- c. SSBN : wahana bawah air bertenaga nuklir pembawa peluru kendali balistik
- d. SLBM : Wahana bawah air peluncur peluru kendali balistik

2.3. Tahanan wahana Bawah Air

Digunakan untuk memperkirakan kebutuhan daya yang diperlukan wahana bawah air untuk beroperasi . Dalam menghitung tahanan kapal menggunakan rumus :

$$R_T = R_{BH} + R_{APP}$$

Dimana :

R_T = Tahanan Total

R_{BH} = Tahanan *Bare Hull*

R_{APP} = Tahanan Tambahan (seperti control permukaan, kondisi pelayaran)

Sedangkan untuk menghitung tahanan bare hull digunakan rumus

$$R_{BH} = \frac{1}{2} \rho A V^2 C_T$$

Dimana :

ρ = massa jenis fluida

A = Luas area bisa menggunakan rumus L^2

V = kecepatan kapal (ft/s)

C_T = *nondimensional drag coefficient*

$$C_T = C_f + \Delta C_f + C_r + C_w$$

Dimana :

C_f = Tahanan Gesek

ΔC_f = *Correlation Allowance*

C_r = Koefisien tahanan residual

C_w = Koefisien tahanan gelombang

Menurut ITTC untuk menghitung gaya gesek menggunakan rumus :

$$C_f = \frac{0,075}{(\log Re - 2)^2}$$

Dimana Reynold Number dirumuskan $Re = \frac{V \times L}{\nu}$, Maka L = panjang wahana dan ν =viskositas kinematic

Tabel 2. 1 massa jenis dan viskositas kinematic ,(Eugene , Almendinger 1990)

| Temperature, °F | Density, lb-s ² /ft ⁴ | Kinematic Viscosity, ft ² /s |
|-----------------|---|---|
| 32 | 1.9947 | — |
| 34 | 1.9946 | — |
| 36 | 1.9944 | — |
| 38 | 1.9942 | — |
| 40 | 1.9940 | — |
| 42 | 1.9937 | 1.6568 |
| 44 | 1.9934 | 1.6035 |
| 46 | 1.9931 | 1.5531 |
| 48 | 1.9928 | 1.5053 |
| 50 | 1.9924 | 1.4599 |
| 52 | 1.9921 | 1.4168 |
| 54 | 1.9917 | 1.3758 |
| 56 | 1.9912 | 1.2268 |
| 58 | 1.9908 | 1.2996 |
| 60 | 1.9903 | 1.2641 |
| 62 | 1.9898 | 1.2303 |
| 64 | 1.9893 | 1.1979 |
| 66 | 1.9888 | 1.1669 |
| 68 | 1.9882 | 1.1372 |
| 70 | 1.9876 | 1.1088 |
| 72 | 1.9870 | 1.0816 |
| 74 | 1.9864 | 1.0554 |
| 76 | 1.9858 | 1.0303 |
| 78 | 1.9851 | 1.0062 |
| 80 | 1.9844 | 0.9830 |

ΔC_f mempunyai nilai 0,0004 – 0,0009 . Nilai koefisien tahanan gelombang ini bisa diabaikan.

Tabel 2. 2 Nilai koefisien tahanan residual (Cr) (Eugene Almendinger,1990)

| Hull Form | Cr x 10 ³ |
|-----------------|----------------------|
| Deep Quest | 0,677 |
| DSRV | 0,435 |
| Fleet Submarine | 0,39 |
| Albacore | 0,1 |

Untuk menghitung nilai tahanan tambahan digunakan rumus

$$R_{APP} = \frac{1}{2}\rho AV^2 C_T$$

Tabel 2. 3 Tipe – tipe nilai C_T (Eugene Almendinger,1990)

| Appandage | Area Basic | C_T |
|---------------------------|-------------------|-------|
| Small dones | Profile | 0,015 |
| Antenna | Projected | 1,2 |
| Cylinders | Projected | 1,2 |
| Arms | Wetted Surface | 0,005 |
| Long faired Protuberances | Wetted Surface | 0,005 |
| Hole in skin | Projected frontal | 0,5 |
| Planes | Projected frontal | 0,011 |

2.4. Sistem Propulsi Elektrik

Adalah sistem propulsi (penggerak) pada kapal yang menggunakan *motor propulsion* sebagai mesin penggerak . Motor listrik yang digunakan dapat berupa AC maupun DC untuk menggantikan peran dari mesin diesel sebagai *main engine* . Dalam hal ini sumber listrik (dapat berupa generator atau baterai) dihubungkan

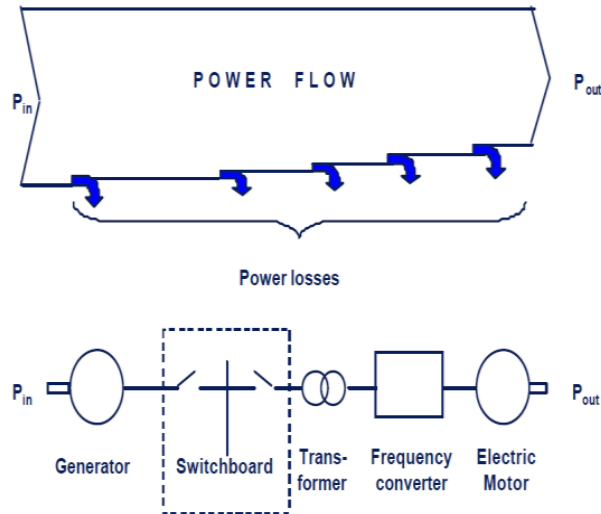
ke switchboard, dan selanjutnya energi atau aliran listrik diteruskan ke transformer, kemudian ke motor elektrik yang menggerakkan baling-baling kapal

Perkembangan *prime mover* untuk penggerak utama di kapal mengalami perkembangan yang sangat pesat sejak ditemukannya uap oleh *J. Watt*, mesin diesel oleh *Rudolf Diesel* serta turbin gas oleh *Brayton*. Pada tahun-tahun awal berbagai penemuan mengenai ketiga *prime mover* hanya berkisar pada penyempurnaan sistem kerja. Dan pada dewasa ini berbagai perkembangan menjurus pada penggunaan emisi gas buang. Pada mesin diesel pengaturan putaran dan pembalikan putaran sangat dimungkinkan Tetapi pada proses pembalikan putaran pada mesin diesel membutuhkan waktu yang relative lebih lama jika ditinjau mulai dari putaran normal.

Untuk turbin uap dan turbin gas pengaturan putaran mempunyai *range* yang sangat sempit dari putaran normal. Dan untuk membalikkan putaran pada kedua jenis *prime mover* tersebut sangatlah tidak mungkin. Berdasarkan pada fakta diatas maka para *engineer* mengembangkan sistem yang merupakan gabungan dari ketiga *prime mover* tersebut dengan motor listrik yang selanjutnya disebut dengan *electric propulsion*.

Keuntungan dalam penggunaan sistem propulsi elektrik jika dibandingkan dengan menggunakan sistem propulsi lain adalah investasi awal yang tidak terlalu besar, menghemat tempat, lebih ringan dan sedikit kehilangan power pada sistem transisi dibandingkan dengan sistem propulsi lain. Hubungan elektrik antara generator dan motor propulsi lebih leluasa dalam peletakkan peralatan di dalam ruangan. 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 elektrik 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 elektrik mampu memecahkan persoalan ini tanpa menggunakan kopleng mekanik. Sistem propulsi eletris yang terdiri dari generator sebagai sumber energi listrik, transformer sebagai distribusi sistem , termasuk alur dayanya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. 3 Aliran daya pada sistem propulsi listrik (Alf Kare Adnanes 2003)

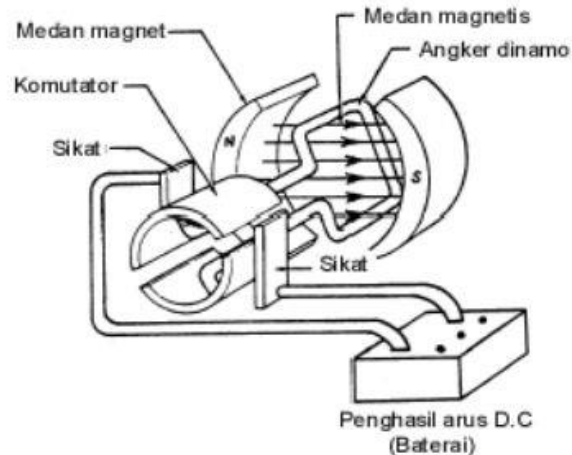
Efisiensi dari sistem propulsi dirumuskan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{loss}}$$

Pada tiap – tiap komponen, efisiensi elektrik dapat diperhitungkan dan nilai pada generator yaitu $\eta = 0,999$, pada transformer $\eta = 0,99 - 0,995$, frekuensi converter yaitu $\eta = 0,98 - 0,99$ dan pada motor listrik yaitu $\eta = 0,95 - 0,97$. Sehingga efisiensi sistem diesel elektrik jika dihitung dari poros diesel hingga ke poros motor listrik adalah berkisar antara 0,88 dan 0,92 pada saat *full load*. Efisiensi juga tergantung pada sistem pembebanan. (Alf Kare Adnanes. 2003)

2.5. Motor DC

Motor DC adalah motor yang membutuhkan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan dan kumparan jangkar untuk diubah menjadi energi mekanik (putaran). Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang statis) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang dinamis). Jika putaran terjadi 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.



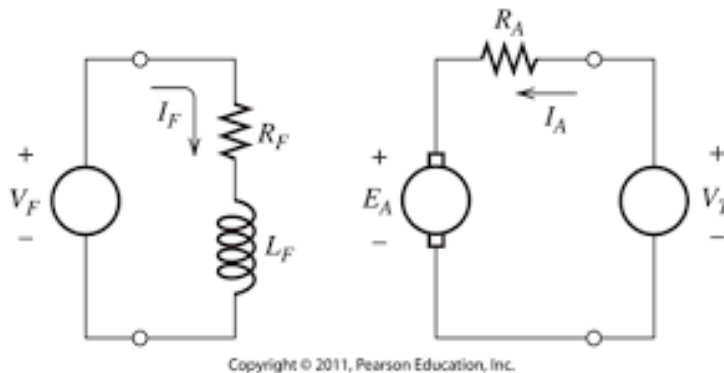
Gambar 2. 4 Motor DC sederhana

(Sumber : <http://staff.ui.ac.id/system/files/users/chairul.hudaya.html>)

2.5.1. Jenis – jenis Motor DC

4.2.1.1. Separately Excited

Motor DC penguat terpisah atau *separately excited* disuplai oleh dua sumber tegangan berbeda (V_t dan V_f) pada masing-masing kumparan, yaitu kumparan jangkar dan kumparan medan.



Gambar 2. 5 Separately DC motor

Keterangan :

$$V_f = I_f \cdot R_f$$

$$V_t = E_a + I_a \cdot R_a$$

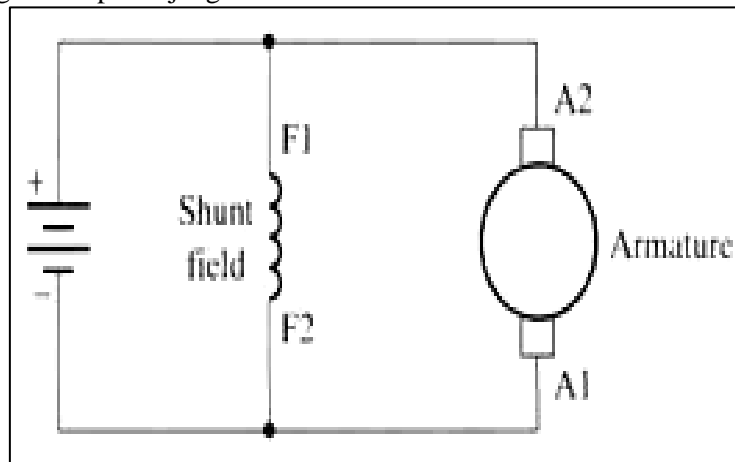
$$E_a = C \cdot n \cdot \phi$$

4.2.1.2. Motor DC Penguat Sendiri

Motor DC penguat sendiri atau *self excited* disuplai oleh satu sumber tegangan ($V_t =$ tegangan terminal) pada kedua kumparannya, kumparan jangkar dan kumparan medan. Motor DC penguat sendiri dibagi menjadi 3 tipe berbeda berdasarkan rangkaian, antara lain:

a. Motor DC Shunt

Ialah motor DC dengan kumparan penguat yang dihubungkan secara paralel dengan kumparan jangkar



Gambar 2. 6 Rangkaian Motor DC Shunt

Keterangan :

$$V_f = V_t$$

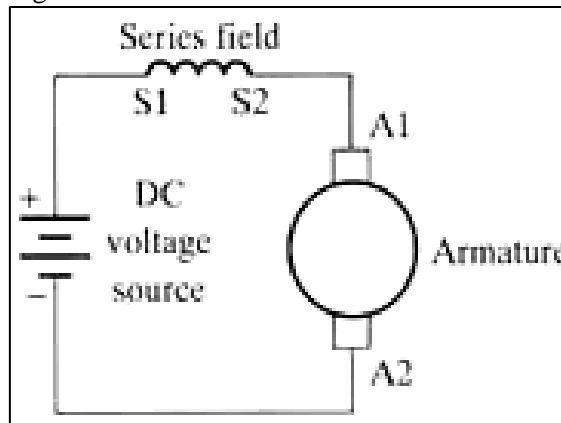
$$V_t = I_{sh}.R_{sh}$$

$$V_t = E_a + I_a.R_a$$

$$E_a = C.n.\phi$$

b. Motor DC Seri

Ialah motor DC yang memiliki hubungan seri antara kumparan jangkar dengan kumparan penguat



Gambar 2. 7 Rangkaian Motor DC Seri

Keterangan :

$$I_s = I_L = I_a$$

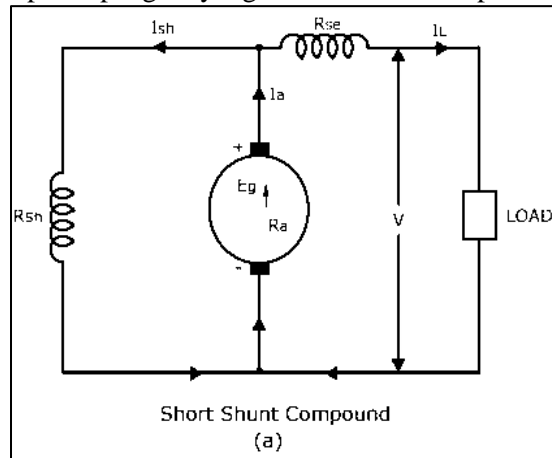
$$V_s = I_s.R_s$$

$$V_t = E_a + I_a.R_a + I_a.R_s$$

$$E_a = C.n.\phi$$

c. Motor DC Compound

Motor DC Compound atau campuran memiliki dua tipe berbeda, yaitu Motor DC Long Compound dan Motor DC Short Compound. Pada motor DC tipe ini, memiliki kumparan penguat yang dililitkan seri dan paralel.



Gambar 2. 8 Rangkaian DC Short Compound

Keterangan :

$$I_L = I_{sh} + I_a$$

$$I_L = I_s$$

$$V_{sh} = I_{sh} \cdot R_{sh}$$

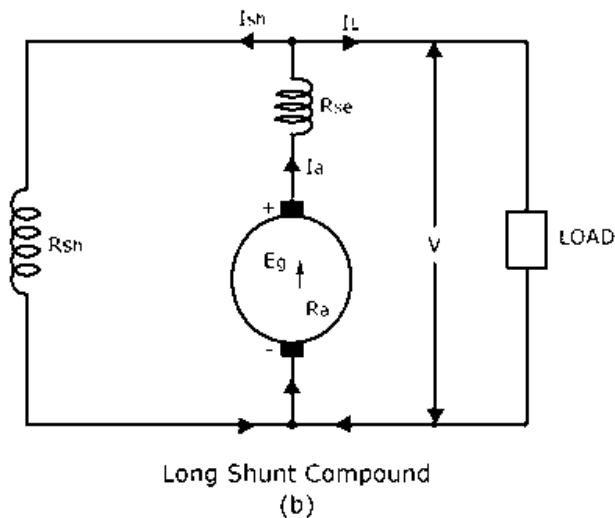
$$V_s = I_s \cdot R_s = I_L \cdot R_s$$

$$V_{sh} = E_a + I_a \cdot R_a$$

$$E_a = C \cdot n \cdot \phi$$

$$V_t = V_{sh} + V_s$$

$$V_t = I_s \cdot R_s + E_a + I_a \cdot R_a$$



Gambar 2. 9 Motor DC Long Compound

Keterangan :

$$I_L = I_{sh} + I_a$$

$$I_a = I_s$$

$$V_{sh} = I_{sh} \cdot R_{sh}$$

$$V_{sh} = V_t$$

$$V_s = I_s \cdot R_s = I_a \cdot R_s$$

$$V_t = E_a + I_a \cdot R_a + V_s$$

$$V_t = E_a + I_a \cdot R_a + I_a \cdot R_s$$

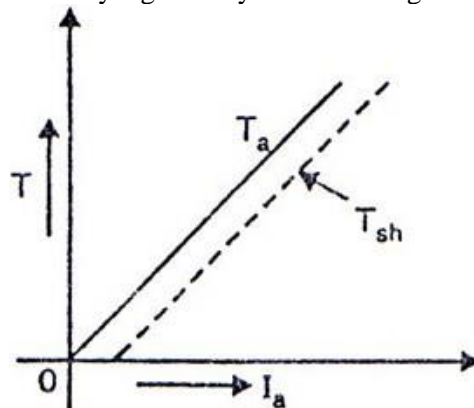
$$E_a = C \cdot n \cdot \phi$$

2.5.2. Karakteristik Motor DC

Karakteristik motor DC dibagi menjadi beberapa hubungan yaitu :

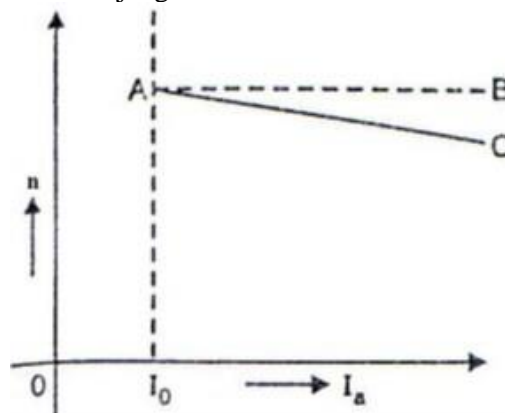
a. Torsi dan arus jangkar

yaitu karakteristik T/I_a yang biasanya disebut dengan karakteristik listrik



Gambar 2. 10 Karakteristik T/I_a
(Sumber : <http://repository.usu.ac.id>)

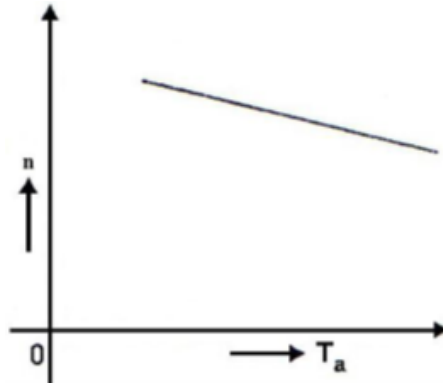
b. Kecepatan dan arus jangkar



Gambar 2. 11 Karakteristik N/I_a
(Sumber : <http://repository.usu.ac.id>)

c. Karakteristik N/T

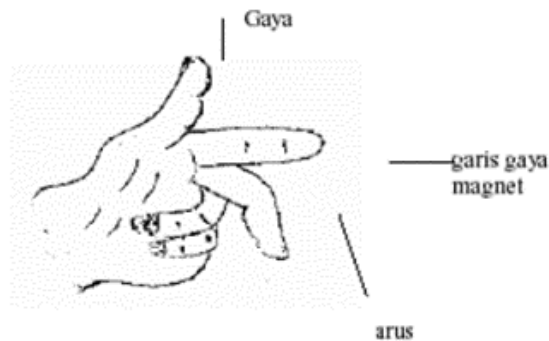
Kecepatan dan torsi yaitu karakteristik N/T yang disebut dengan karakteristik mekanis.



Gambar 2. 12 Karakteristiki N/T
(Sumber : <http://repository.usu.ac.id>)

2.5.3. Prinsip Arah Putaran pada Motor DC

Untuk menentukan arah putaran motor digunakan kaedah *Flamming* tangan kiri. Kutub kutub magnet akan menghasilkan medan magnet dengan arah dari kutub utara ke kutub selatan. Jika medan magnet memotong sebuah kawat penghantar yang dialiri arus searah dengan empat jari, maka akan timbul gerak searah ibu jari. Gaya ini disebut gaya *Lorentz*, yang besarnya sama dengan F . Prinsip motor adalah aliran arus di dalam penghantar yang berada di dalam pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerakan. Besarnya gaya pada penghantar akan bertambah besar jika arus yang melalui penghantar bertambah besar.



Gambar 2. 13 Gaya Lorentz
(Sumber : <http://repository.usu.ac.id>)

Keterangan :

Ibu jari : menunjukkan arah arus listrik.

Jari tengah : menunjukkan arah gaya *Lorentz*

Jari telunjuk : menunjukkan arah medan magnet

Besarnya gaya *Lorentz* yang timbul adalah sebagai berikut:

$$F = B \cdot I \cdot L$$

Dimana:

F : gaya *Lorentz* yang dialami penghantar(N)
 I : besar arus pada penghantar(A)
 L : panjang sisi kumparan
 B : kerapatan *fluks* (WB/m^2) = F/A
 F : *fluks* total (*Weber*)
 A : luas medan magnet (m^2)

2.5.4. Pengaturan Putaran pada Motor DC

Dari rumus umum motor DC, didapatkan :

$$V_t = E_a + I_a.R_a$$

$$E_a = C.n.\phi$$

$$E_a = V_t - I_a.R_a$$

$$C.n.\phi = V_t - I_a.R_a$$

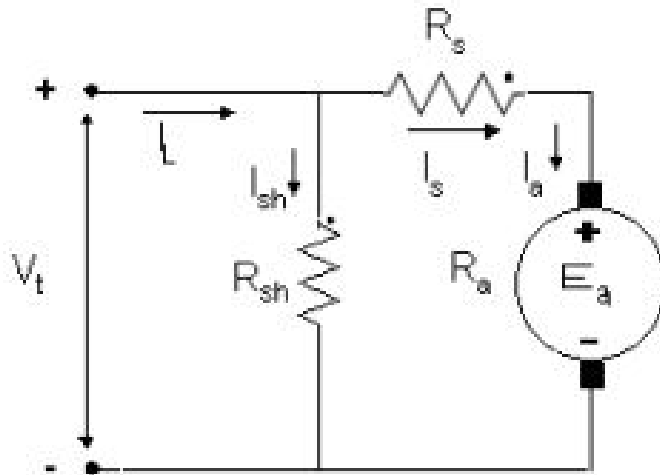
$$n = (V_t - I_a.R_a)/(C.\phi)$$

Sehingga, untuk mengatur putaran dari motor DC dapat menggunakan tiga macam cara, antara lain:

a. Pengaturan medan

Pengaturan medan pada motor DC ialah dengan menambahkan kumparan (*variable resistance*) yang dihubungkan seri dengan kumparan medan. Pengaturan putaran motor DC dengan mengatur medan magnet memiliki karakteristik antara lain:

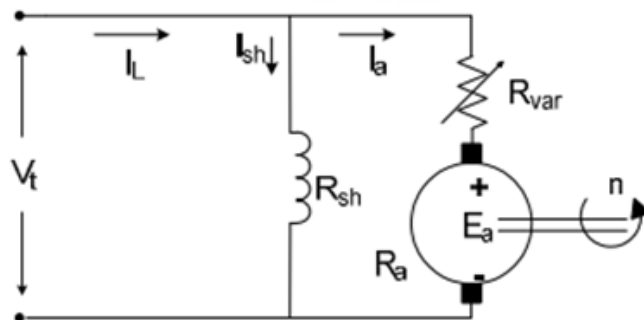
- ✓ Kecepatan minimum dari motor diperoleh ketika *variable resistance* mendekati atau sama dengan nol
- ✓ Kecepatan maksimum pada motor DC dibatasi oleh kecepatan maksimum dibatasi oleh kapasitas maksimum dari gaya sentrifugal padaporos motor DC
- ✓ Memiliki heat losses yang rendah
- ✓ Mudah dalam pengaplikasian serta sederhana rangkaiannya
- ✓ Hanya dapat diaplikasikan pada tipe motor shunt dan compound
- ✓ Range putaran nominal ke atas , nilai putaran terendah berada pada putaran nominal.
- ✓ Putaran dibatasi kekuatan poros



Gambar 2. 14 Rangkaian motor DC dengan penguatan medan

b. Pengaturan arus jangkar

Pada pengaturan arus jangkar, variable *rheostadt* dihubungkan seri dengan kumparan jangkar, sehingga hasil dari $I_a.R_a$ dapat diatur. Dengan mengatur hasil dari $I_a.R_a$ maka kecepatan motor dapat ditentukan. Namun, pengaturan motor DC dengan metode ini sangat jarang digunakan karena dapat meningkatkan *heat losses* pada variable *resistance*. Pada pengaturan arus jangkar, nilai putaran tertinggi berada pada putaran nominal. Kelemahan dari penggunaan metode ini ialah dapat menghasilkan *heat losses* yang tinggi.



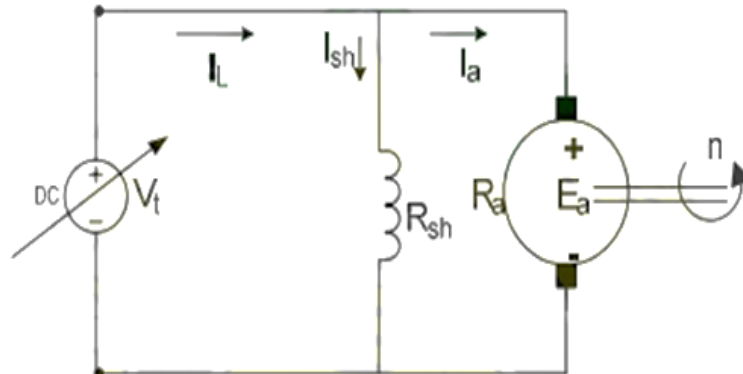
Gambar 2. 15 Rangkaian motor DC dengan pengaturan arus jangkar

c. Pengaturan tegangan (*Ward Leonard*)

Pengaturan jenis ini biasa digunakan pada industri proses penggulangan (rolling process) seperti industri kertas, industri pelat, dll, metode ini dapat digunakan di kapal khususnya pada sistem propulsi listrik. Karakteristik dari pengaturan putaran motor DC dengan Ward Leonard antara lain :

✓ Input generator mempunyai kecepatan yang konstan, yang disuplai motor induksi

- ✓ Tegangan output generator DC ialah tegangan input motor DC sehingga bisa diatur
- ✓ Kegunaan variable resistance pada generator DC sebagai pengendali tegangan output generator DC
- ✓ Pengaturan arus medan pada motor DC bertujuan mengatur torsi motor DC
- ✓ Kekurangan dari metode Ward-Leonard ialah pada sisi biaya
- ✓ Kontrol putaran sangat halus , dimulai saat $n = 0$ hingga putaran mencapai putaran nominal.



Gambar 2. 16 Rangkaian motor DC Ward Leonard

2.5.5. Torsi dan Poros

Torsi yang dihasilkan motor DC bergantung 3 faktor yaitu :

- a. Fluks, F
- b. Arus jangkar, I_a
- c. Konstanta, C

Sehingga dapat dirumuskan $T = C \cdot I_a \cdot F$. Keseluruhan torsi dari jangkar, tidak terpakai untuk melakukan kerja seluruhnya. Sebab adanya kerugian tenaga dalam motor DC yaitu rugi – rugi besi dan gesekan. Torsi yang benar – benar digunakan untuk kerja adalah torsi poros. Horse power (HP yang dihasilkan torsi poros disebut brake horse power (BHP) daya kuda rem sebab merupakan HP yang dipakai saat rem sebab merupakan HP yang dipakai saat rem.

$$BHP = (T_{sh} \times 2\pi N) / (735,5)$$

$$T_{sh} = \frac{735,5 \times BHP}{2\pi N}$$

Keterangan :

T – Tsh disebut torsi hilang (*lost torque*).

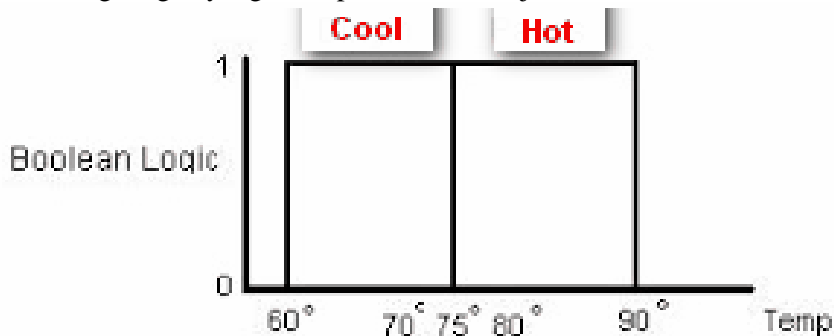
Torsi hilang = $0,159 \times$ (rugi-rugi besi dan gesekan)/N, dalam satuan Nw-m=
 $0,0162 \times$ (rugi-rugi besi dan gesekan).

N = dalam satuan kg-m.

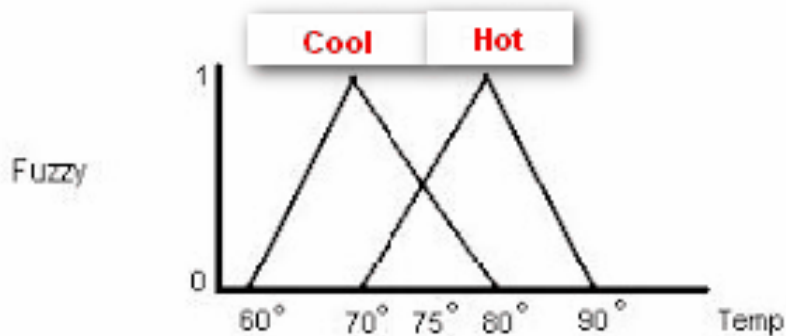
2.6. Metode Fuzzy

Logika fuzzy ialah peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Dimana logika klasik (crisp) menyatakan bahwa

segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak). Logika fuzzy menggantikan kebenaran Boolean dengan tingkat kebenaran. Logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistic, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan”, dan “sangat”. Pendekatan fuzzy memiliki kelebihan pada hasil yang terkait dengan sifat kognitif manusia, khususnya pada situasi yang melibatkan pembentukan konsep, pengenalan pola, dan pengambilan keputusan dalam lingkungan yang tidak pasti atau tidak jelas.



Gambar 2. 17 Boolean Logic



Gambar 2. 18 Fuzzy Logic

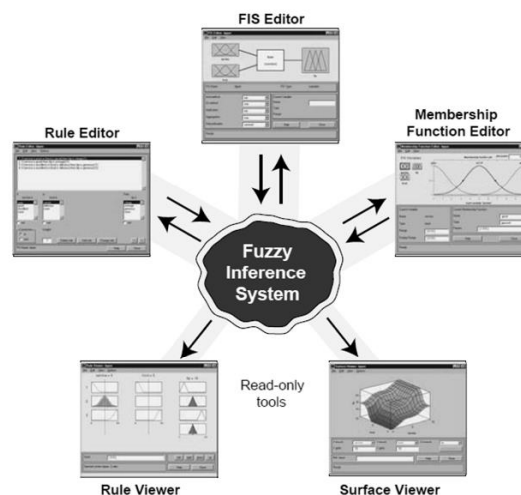
Terlihat dari gambar di atas terjadi perbedaan antara kedua logika, logika fuzzy memperhitungkan bilangan diantara 0 dan 1 sehingga apabila terdapat data yang tidak jelas dan berada dalam ambiguitas dapat diselesaikan menggunakan logika fuzzy

2.6.1. Fuzzy Inference System

Merupakan penarikan kesimpulan dari sekumpulan kaidah fuzzy . Dalam industry maritime, metode Fuzzy Inference System telah diterapkan untuk pencegahan kecelakaan laut, untuk mengevaluasi scenario kecelakaan atau untuk melakukan analisis keselamatan sistem kelautan . Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk menerapkan Fuzzy Inference System (FIS) sebagai pendekatan baru untuk pengaturan kecepatan pada wahana bawah air .

Cara paling umum untuk menggunakan sistem inferensi fuzzy adalah melalui metode langsung, seperti Mamdani dan metodologi Sugeno. Dalam menyusun fuzzy menggunakan software Matrix Laboratory (MATLAB). Yaitu sebuah lingkungan komputasi numerical dan bahasa pemrograman computer generasi keempat. Sedangkan Toolbox dari MATLAB yang akan digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Fuzzy Inference System (FIS) Editor : editor yang digunakan untuk membuat variable engine FIS
- b. Membeship Function editor : merupakan editor yang digunakan untuk mendefinisikan bentuk dari semua fungsi keanggotaan terkait setiap variable
- c. Rule Editor : editor ini digunakan untuk memasukkan aturan dan juga untuk pembobotan masing – masing untuk menentukan perilaku sistem
- d. Rule viewer : editor ini digunakan menggambarkan diagram inferensi fuzzy. Hal ini juga digunakan alat diagnostic untuk melihat bagaimana engine fuzzy bekerja
- e. Surface Viewer : editor ini adalah untuk melihat output mengenai masing masing dari input secara terpisah dan juga menghasilkan dan plot peta permukaan output untuk system

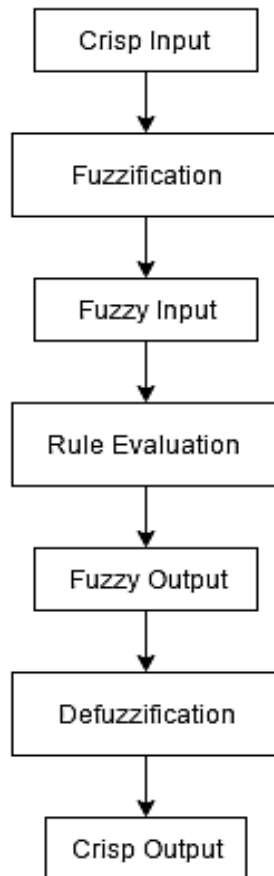


Gambar 2. 19 Toolbox Fuzzy Matlab

Sistem inferensi fuzzy (FIS) adalah sebuah framework komputasi populer berdasarkan pada konsep teori himpunan fuzzy, aturan if - then fuzzy, dan penalaran fuzzy. Tiga komponen konsep FIS yaitu : baris aturan, mengandung seleksi dari aturan – aturan fuzzy; basis data, mendefinisikan MF – MF yang digunakan dalam aturan fuzzy; dan mekanisme penalaran, melakukan prosedur inferensi pada aturan – aturan dan fakta – fakta yang diberikan untuk menarik output atau konklusi yang reasonable. FIS dapat mengambil input fuzzy maupun input tegas (sebagai fuzzy singleton), tapi output yang dihasilkan hampir selalu himpunan fuzzy. Kadang kala output tegas dibutuhkan, sehingga dibutuhkan metode defuzifikasi untuk mengekstrak nilai tegas paling baik merepresentasikan himpunan fuzzy.

Sistem inferensi fuzzy (FIS) adalah sebuah framework komputasi populer berdasarkan pada konsep teori himpunan fuzzy, aturan if - then fuzzy, dan penalaran

fuzzy. Tiga komponen konsep FIS yaitu : basis aturan, mengandung seleksi dari aturan – aturan fuzzy; basis data, mendefinisikan MF – MF yang digunakan dalam aturan fuzzy; dan mekanisme penalaran, melakukan prosedur inferensi pada aturan – aturan dan fakta – fakta yang diberikan untuk menarik output atau konklusi yang reasonable. FIS dapat mengambil input fuzzy maupun input tegas (sebagai fuzzy singleton), tapi output yang dihasilkan hampir selalu himpunan fuzzy. Kadang kala output tegas dibutuhkan, sehingga dibutuhkan metode defuzzifikasi untuk mengekstrak nilai tegas paling baik merepresentasikan himpunan fuzzy.



Gambar 2. 20 Diagram blok Fuzzy

Sistem inferensi fuzzy memiliki tiga komponen, yaitu

- a. Fuzzifikasi : Mengubah masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti (crisp input) ke dalam bentuk fuzzy input.
- b. Inference : Melakukan penalaran menggunakan fuzzy input dan fuzzy rules yang telah ditentukan, sehingga menghasilkan fuzzy output.
- c. Defuzzifikasi : Mengubah fuzzy output menjadi crisp berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan

2.6.2. Fuzy Metode Mamdani

Metode Mamdani ini mungkin adalah proses FIS paling dikenal dalam teori himpunan fuzzy. Hal itu diusulkan pada tahun 1975 oleh Ebrahim Mamdani sebagai upaya untuk mengendalikan para gabungan set up mesin uap dan boiler oleh sintesis seperangkat aturan kontrol linguistik yang diperoleh dari operator manusia yang berpengalaman. Dalam jenis Inferensi Mamdani, fungsi keanggotaan merupakan output fuzzy set. Penelitian ini menggunakan toolbox MATLAB untuk sistem inferensi fuzzy (FIS) untuk menerapkan metodologi Mamdani untuk operasi wahana bawah air. Untuk mendapatkan output (hasil), diperlukan 4 tahapan:

a. Pembentukan himpunan fuzzy

Menentukan semua variable yang terkait dalam proses yang akan ditentukan. Untuk masing-masing variable input maka ditentukan pula suatu fungsi fuzzifikasi yang sesuai. Pada metode Mamdani, baik variable input maupun variable output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

b. Menyusun basis aturan

yaitu aturan-aturan berupa implikasi-implikasi fuzzy yang menyatakan relasi antara variable input dengan variable output. Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min. bentuk umumnya adalah sebagai berikut:

“Jika a adalah A_i dan b adalah B_i , maka c adalah C_i ”

Dengan A_i , B_i , dan C_i adalah predikat-predikat fuzzy yang merupakan nilai linguistic dari masing-masing variable. Banyaknya aturan ditentukan oleh banyaknya nilai linguistic untuk masing-masing variable masukan.

c. Komposisi Aturan

Apabila system terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan kolerasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi system fuzzy, yaitu:

c.1. Metode Max (maximum)

Solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakan nilai tersebut untuk memodifikasi daerah fuzzy dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (gabungan). Secara umum dapat ditulis :

$$\mu(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i))$$

Dengan :

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

c.2. Metode Additive (Sum)

Solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan penjumlahan terhadap semua output daerah fuzzy. Pada metode ini, solusi himpunan

fuzzy diperoleh dengan cara melakukan boundel-sum terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan

$$\mu_{sf}(x_i) = \min(1, \mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}(x_i))$$

Dengan :

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-I

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-I

c.3. Metode Probabilitas

Solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan perkalian terhadap semua output daerah fuzzy. Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan melakukan product terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}(x_i) = (\mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}(x_i)) - (\mu_{sf}(x_i) \times \mu_{kf}(x_i))$$

Dengan :

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy sampai aturan ke-i

c.4. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai tegas tertentu sebagai output. Ada beberapa cara metode penegasan yang biasa dipakai pada komposisi dalam menyusun aturan Mamdani namun dalam pengerjaan skripsi ini menggunakan *Metode Mean of Maximum* yang pada metode ini solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil rata – rata nilai domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i x_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i}$$

Dimana :

n = jumlah kesimpulan output keputusan ;

x_i = nilai dukungan anggota ke –i

μ_i = tingkat kebenaran anggota ke -i

Bab III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metodologi Penulisan

Metodologi penelitian merupakan tahapan-tahapan yang digunakan untuk mengerjakan suatu penelitian. Dalam metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan dan perhitungan sistematis sesuai dengan data yang didapat. Langkah-langkah dalam proses metodologi penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.

3.2. Perumusan Masalah

Adalah tahapan dimana permasalahan muncul dan harus dipecahkan sehingga dapat dijadikan suatu bahan dalam penelitian ini. Perumusan masalah dapat dilakukan dengan cara mencari informasi atau berdasarkan permasalahan yang ada di lapangan.

3.3. Studi Literatur

Studi literature digunakan untuk mencari sumber/referensi yang berkaitan dengan rumusan masalah yang telah ada. Selain itu, juga mencari informasi yang berkaitan dengan solusi atas masalah yang akan diangkat dalam penelitian ini. Sehingga rumusan masalah yang telah disusun dapat terpecahkan. Dalam penelitian ini, studi literature yang digunakan berdasarkan jurnal, thesis, disertasi, ataupun penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

3.4. Pengumpulan Data

Tahap selanjutnya yaitu proses pengumpulan data. Pengumpulan data dalam skripsi ini digunakan sebagai acuan awal untuk proses pengerjaan. Adapun data yang dibutuhkan yaitu untuk data primer adalah :

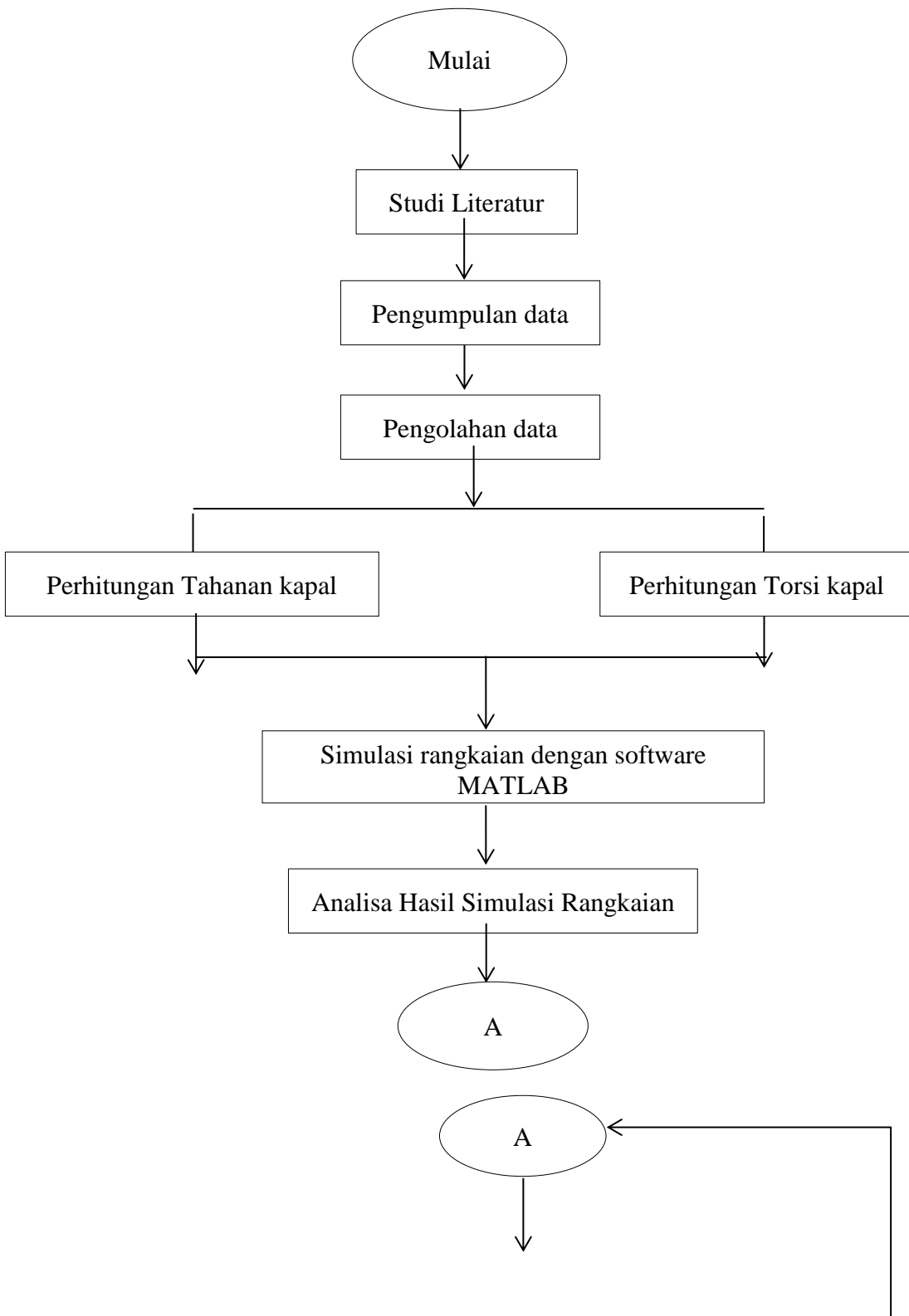
- Data Dimensi kapal selam
- Gambar 3D Kapal selam
- Data running Motor DC Hasil simulasi MATLAB

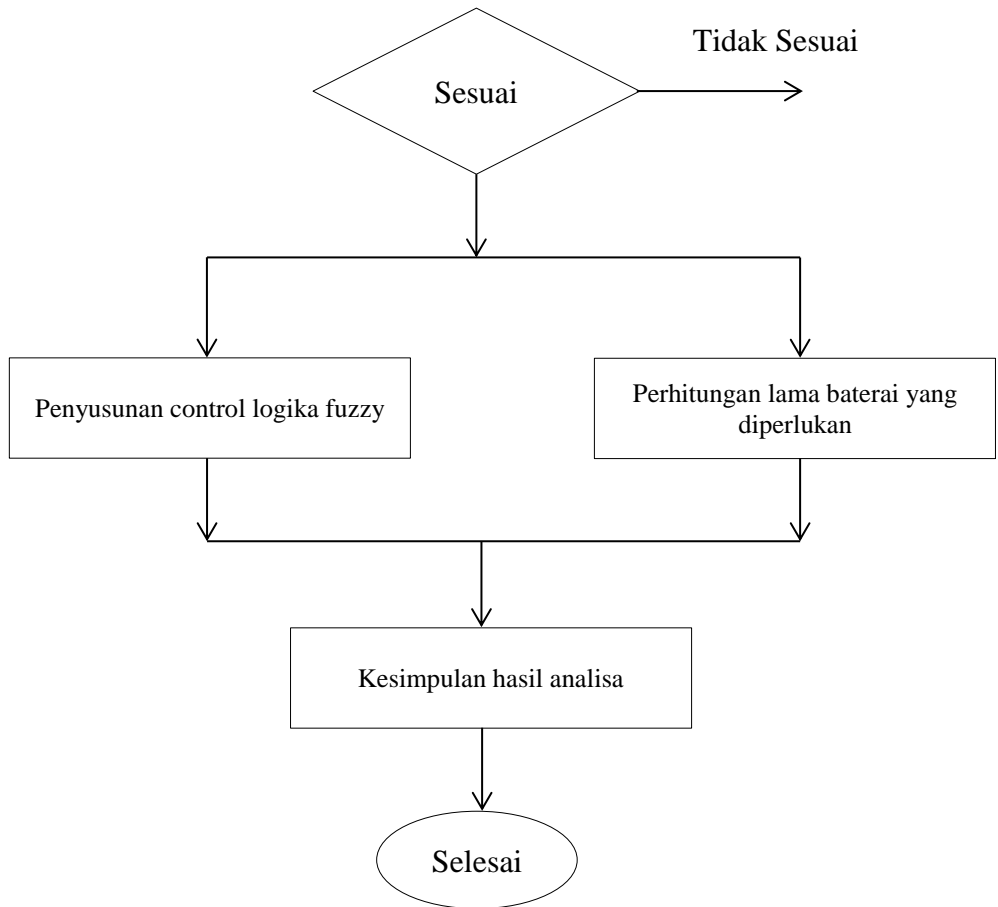
3.5. Metode Perhitungan dan Simulasi

- Perhitungan tahanan kapal
- Perhitungan torsi yang dibutuhkan kapal
- Simulasi motor dc seri dan paralel dengan MATLAB
- Perhitungan daya pada rangkaian seri dan paralel,
- Perhitungan efisiensi dan performa
- Perhitungan lama baterai menyelam
- Simulasi *Fuzzy Inference System* untuk sistem propulsi kapal

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini secara berurutan. Langkah-langkahnya adalah :





Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian

Halaman sengaja dikosongkan

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Utama

4.1.1. Data Utama Kapal

Data wahana benam yang dijadikan objek simulasi sistem propulsi kapal adalah sebagai berikut :

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| Panjang keseluruhan | : 59,57 m |
| Diameter dalam kapal | : 6,20 m |
| Tinggi sarat air | : 5,50 m |
| Tinggi seluruhnya | : 11,34 m |
| Displacement menyelam | : 1390 m ³ |
| Kedalaman menyelam | : 250 m |
| Kec.Waktu menyelam | : 21,5 knot |
| Jarak jelajah | : 22NM |

4.1.2. Data Sistem Propulsi

Data motor listrik DC adalah sebagai berikut :

| | |
|------------|------------------------|
| Jumlah | : 1 buah |
| Type | : DC Shunt 380 Volt DC |
| Daya | : 2 x 1850 kW 200 rpm |
| Konstruksi | : dibuat dobel jangkar |

4.1.3. Data Utama Baterai

Data baterai adalah sebagai berikut :

| | |
|-----------|---------------------------------------|
| Jumlah | : 480 cell, dibagi 4 grup |
| Tegangan | : 2 volt/cell |
| Kapasitas | : 10260 AH |
| Dimensi | : (1421 x 290 x 450) mm ³ |
| Berat | : 525 + 2 kg |

4.2. Menghitung Tahanan Wahana Bawah Air

Berdasarkan buku *Submersible Vehicle System Design* (Eugene Almendinger,1990) dalam menghitung tahanan wahana bawah air adalah sebagai berikut .

4.2.1. Menghitung Reynold Number

Tabel 4. 1 Tabel Reynold Number (Sumber : *Eugene Allmendinger,1990*)

| Temperature (^o F) | Density (Lbs ² /ft ⁴) | Kinematic viscosity (Ft ² /s) |
|----------------------------------|---|---|
| 32 | 1,9947 | - |
| 34 | 1,9946 | - |
| 36 | 1,9944 | - |
| 38 | 1,9942 | - |
| 40 | 1,9940 | - |
| 42 | 1,9937 | 1,6588 |
| 44 | 1,9934 | 1,6035 |
| 46 | 1,9931 | 1,5531 |

| | | |
|----|--------|---------|
| 48 | 1,9928 | 1,5053 |
| 50 | 1,9928 | 1,5053 |
| 52 | 1,9921 | 1,4168 |
| 54 | 1,9917 | 1,3758 |
| 56 | 1,9912 | 1,2268 |
| 58 | 1,9908 | 1,2996 |
| 60 | 1,9903 | 1,2641 |
| 62 | 1,9676 | 1,2303 |
| 64 | 1,9693 | 1,1979 |
| 66 | 1,9688 | 1,1669 |
| 68 | 1,9682 | 1,1372 |
| 70 | 1,9676 | 1,1088 |
| 72 | 1,9670 | 1,0816 |
| 74 | 1,9664 | 1,0554 |
| 76 | 1,9658 | 1,0303 |
| 78 | 1,9651 | 1,0062 |
| 80 | 1,9644 | 0,09830 |

Untuk menghitung reynold number, dapat dilakukan dengan rumus persamaan 1, seperti :

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{v \times l}{\nu} && \text{(Persamaan 1)} \\
 &= \frac{21,5 \times 59,57}{1,188 \times 10^{-6}} \\
 &= 7048,396
 \end{aligned}$$

4.2.2. Menghitung gaya gesek

Untuk menghitung gaya gesek dapat menggunakan persamaan 2 seperti berikut ini :

$$\begin{aligned}
 C_f &= \frac{0,075}{(\log_{10} Re - 2)^2} && \text{(Persamaan 2)} \\
 &= 0,0619
 \end{aligned}$$

4.2.3. Menghitung nilai correlation allowance (ΔC_f)

ΔC_f memiliki nilai antara 0,0004 – 0,0009 sehingga ditentukan $\Delta C_f = 0,0009$

4.2.4. Menentukan nilai koefisien tahanan residual (C_r)

Tabel 4. 2 Tipe – tipe nilai C_r (Eugene Allmendinger, 1990)

| Hull Form | $C_r \times 10^3$ |
|-----------------|-------------------|
| Deep Quest | 0,677 |
| DSRV | 0,435 |
| Fleet Submarine | 0,39 |
| Albacore | 0,1 |

Bentuk kapal merupakan tipe albacore, maka mempunyai $C_r \times 10^3 = 0,1$ maka nilai $C_r = 0,0001$

4.2.5. Menentukan nilai koefisien tahanan gelombang (C_w)

Nilai tahanan gelombang untuk nilai ini sangat kecil sehingga diabaikan dan $C_w = 0$

4.2.6. Menentukan nondimensional drag coefficient

Untuk menghitung non dimensional drag coefficient dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3 seperti :

$$C_t = C_f + \Delta C_f + C_r + C_w \quad \text{(Persamaan 3)}$$

$$= 0,0619 + 0,0009 + 0,0001 + 0$$

$$= 0,02296$$

4.2.7. Menentukan nilai tahanan *bare hull*

$$R_{BH} = \frac{1}{2} \rho AV^2 C_t$$

$$= 102544,2009 \text{ N}$$

$$= 102,5442009 \text{ kN}$$

4.2.8. Menghitung nilai tahanan appendages

Nilai tahanan Tambahan rumusnya sama dengan R_{BH} hanya pembedanya adalah nilai C_t . Untuk C_t pada R_{APP} adalah pada tabel berikut: (Allmendinger, 1990)

Tabel 4. 3 Nilai koefisien tahanan appendages

| Appendage | Area Basis | C_t |
|---------------------------|-------------------|-------|
| Small domes | profile | 0.015 |
| Antennae | Projected | 1.2 |
| Cylinders | Projected | 1.2 |
| Arms | Wetted surface | 0.005 |
| Long faired protuberances | Wetted surface | 0.005 |
| Holes in skin | Projected frontal | 0.5 |
| Planes | Projected frontal | 0.011 |

$$R_{APP} = \frac{1}{2} \rho AV^2 C_t$$

$$R_{APP} = \frac{1}{2} AV^2 C_t$$

$$= 26049,80618 \text{ N}$$

$$= 26,04980618 \text{ kN}$$

4.2.9. Menghitung tahanan total

$$R_t = R_{BH} + R_{APP}$$

$$= 102,544 \text{ kN} + 26,04980618 \text{ kN}$$

$$= 128,594 \text{ kN}$$

4.4 Menghitung Torsi yang dibutuhkan wahana bawah air

4.4.1. Menghitung EHP

$EHP = R_t \times V$, dimana R_t adalah tahanan total dan V adalah kecepatan menyelam, maka

$$= 128,594 \times 21,5$$

$$= 2700,474 \text{ kW}$$

4.4.2. Menghitung THP

$$THP = (((1 - w)) / (1 - t)) \times EHP$$

Factor w , Wake friction atau arus ikut merupakan perbandingan antara kecepatan kapal dengan kecepatan air yang menuju ke propeller. Dengan menggunakan rumus yang diberikan oleh Taylor, maka didapat :

$$w = 0.5C_b - 0.05$$

$$= 0.5 \times 0.78 - 0.05$$

$$= 0.36$$

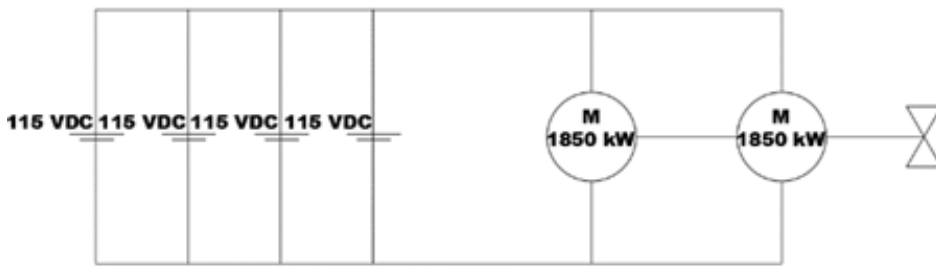
$$t = kw \quad (\text{nilai } k, \text{ bernilai } 0.7 - 0.9, \text{ maka diambil } 0.7)$$

$$\begin{aligned} \text{maka, } t &= 0.7 \times 0.2150 \\ &= 1.042 \\ \text{THP} &= 1.042 \times 2700,474 \\ &= 2700,474 \text{ kW} \end{aligned}$$

4.4.3. Menghitung torsi yang dibutuhkan, dimisalkan torsi adalah PHP

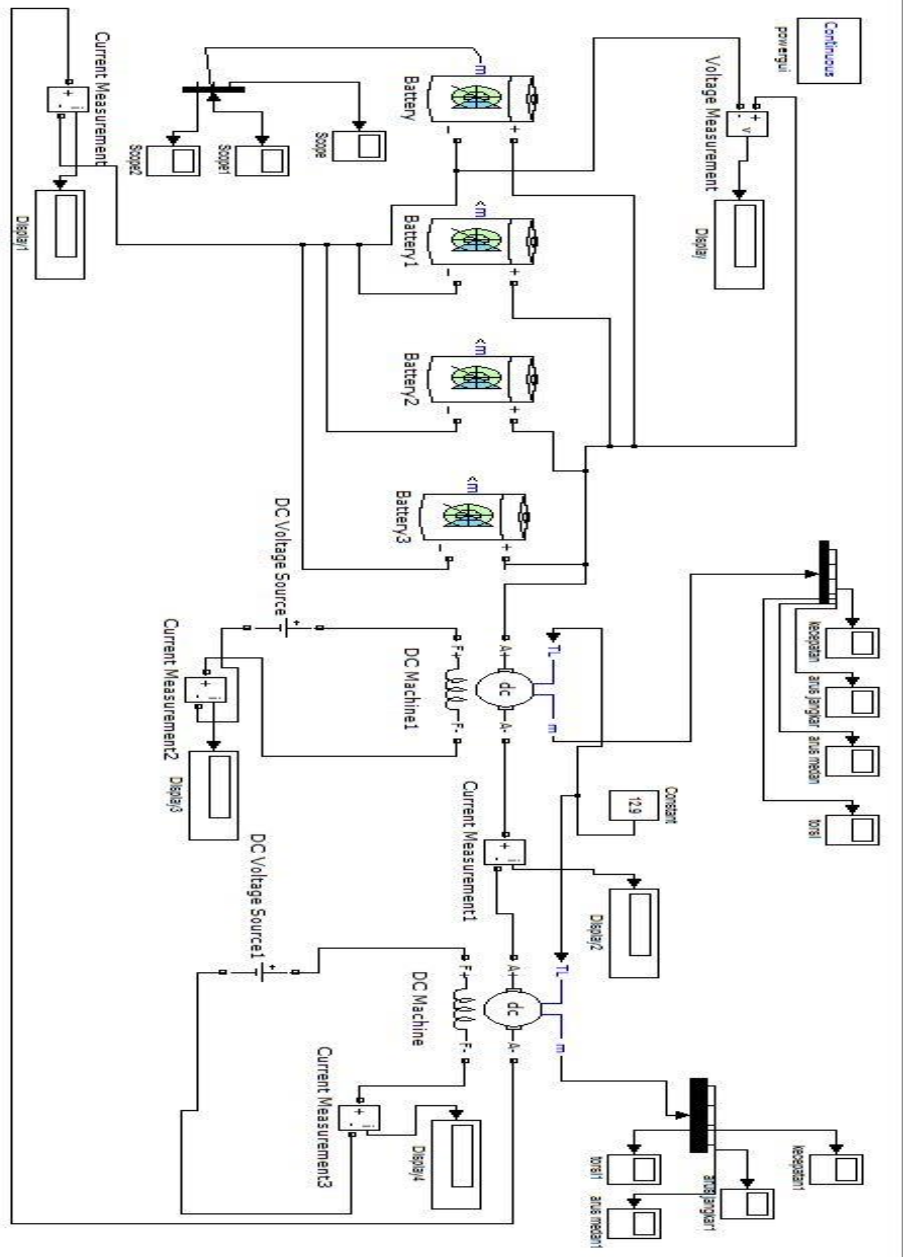
$$\begin{aligned} \text{PHP} &= 2\pi NQ \\ &= 2 \times 3,14 \times 200 \times Q \\ Q &= 129 \text{ Nm} \end{aligned}$$

4.3. Simulasi rangkaian seri Motor DC dengan MATLAB



Gambar 4. 1 Skema Rangkaian Motor DC Seri MATLAB

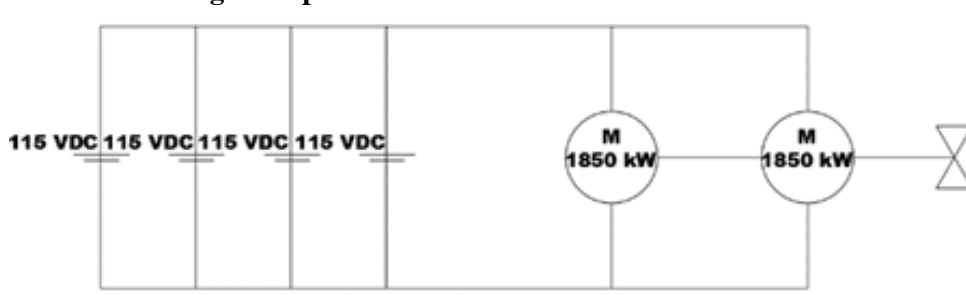
Gambar 4.1 adalah rangkaian seri pada motor DC. Ini digunakan model acuan membuat model rangkaian pada software MATLAB untuk kemudian disimulasikann. Berikut adalah hasil rangkaian yang dibuat dengan menggunakan software MATLAB .



Gambar 4. 2 Rangkaian Seri Matlab Simulink

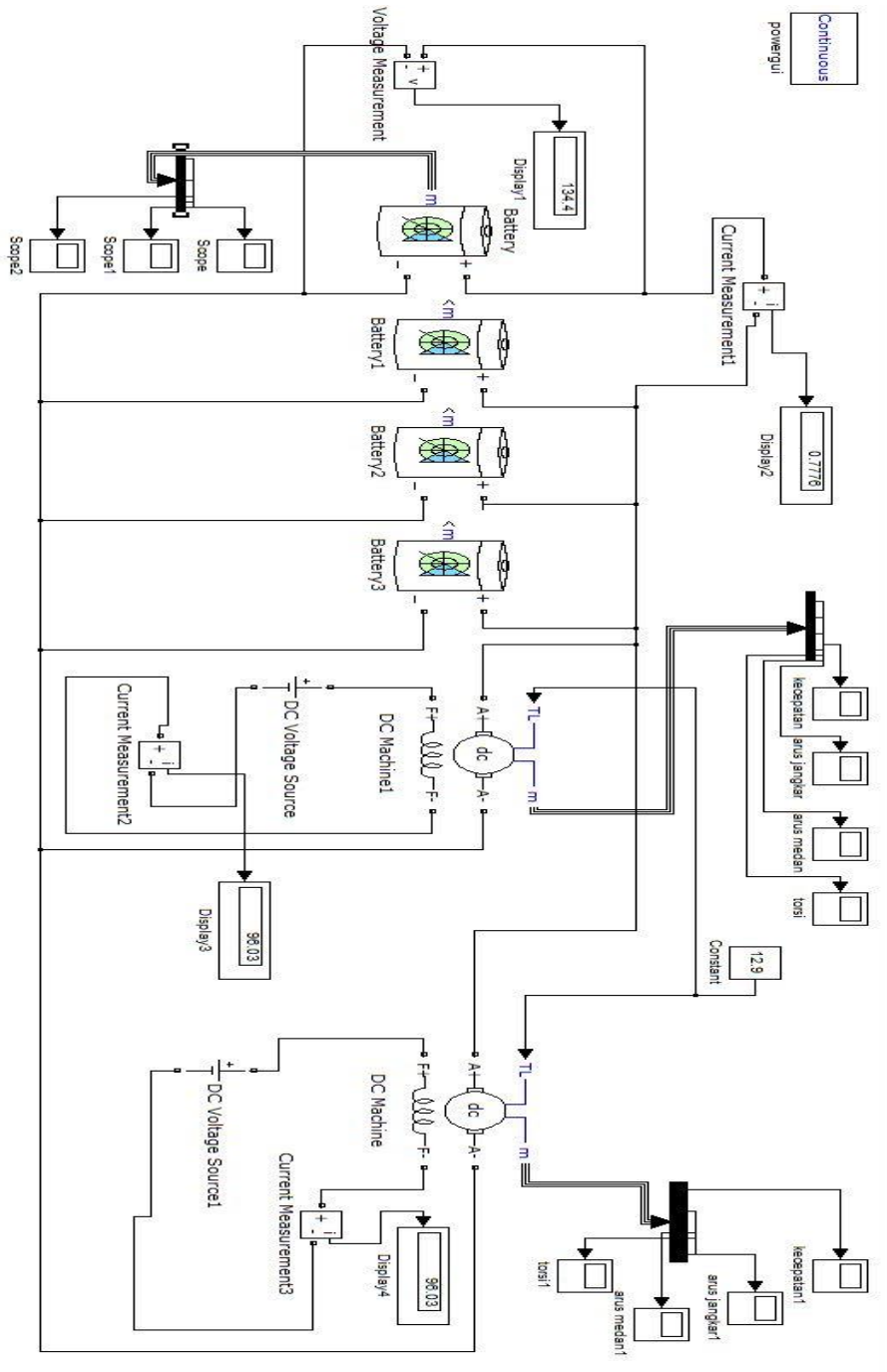
Gambar 4.2 adalah adalah rangkaian seri motor DC menggunakan SIMULINK. Proses simulasi dilakukan selama 10 detik. Tegangan pada baterai adalah 115 V dengan kapasitas 10260 AH. Kemudian torsi yang *diinput* adalah torsi yang dibutuhkan oleh kapal. Torsi yang dibutuhkan kapal adalah 129 Nm. Tetapi untuk proses simulasi torsi dan daya motor dibuat skala 1/10 dari daya dan torsi sesungguhnya. Nilai torsi dari 12,9 Nm turun 0,5 hingga 0,0. Rangkaian seri pada *software* MATLAB di *running* untuk mendapatkan data putaran dan torsi pada motor dengan variasi torsi yang dibebankan. Adapun hasil nilai dari simulasi matlab untuk rangkaian seri pada kondisi baterai penuh hingga 0% dapat dilihat pada Lampiran I Tabel hasil simulasi matlab rangkaian seri.

4.4. Simulasi rangkaian parallel Motor DC



Gambar 4. 3 Skema Rangkaian parallel motor DC

Gambar 4.3 adalah gambar rangkaian parallel pada motor DC. Gambar tersebut digunakan untuk acuan membuat model rangkaian pada *software* SIMULINK MATLAB yang kemudian rangkaian tersebut akan disimulasikan. Berikut adalah hasil rangkaian yang dibuat dengan menggunakan *software* SIMULINK MATLAB :



Gambar 4. 4 Rangkaian Paralel Matlab Simulink

Gambar 4.4 adalah rangkaian paralel motor DC menggunakan SIMULINK. Proses simulasi dilakukan selama 10 detik. Tegangan pada baterai adalah 115 V dengan kapasitas 10260 AH. Kemudian torsi yang diinput adalah torsi yang dibutuhkan oleh kapal. Torsi yang dibutuhkan kapal adalah 129 Nm. Tetapi untuk proses simulasi.

Torsi dan daya motor dibuat skala 1/10 dari daya dan torsi sesungguhnya. Nilai torsi dari 12,9 Nm turun 0,5 hingga 0,0. Rangkaian paralel pada *software* MATLAB di *running* untuk mendapatkan data putaran dan torsi pada motor dengan variasi torsi yang dibebankan.

4.5. Perhitungan Thrust Horse Power, (THP) Shaft Horse Power (SHP) Brake Horse Power

Contoh perhitungan pada rangkaian seri :

$$\begin{aligned} \text{THP} &= 2\pi QN \\ &= 2 \times 3,14 \times 4 \times 0,42113985 \\ &= 10,57903 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SHP} &= \text{THP} / \eta_{\text{losses}} \\ &= \frac{10,5793}{0,98} \\ &= 12,197 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_a &= d_{prop} \times \text{Koeff. } J \times n_{prop} \\ &= 3,28 \times 0,645 \times 0,42111 \\ &= 0,890963563 \text{ knot} \end{aligned}$$

Koefisien J dianggap 0,645

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{V_a}{(1-w)} \\ &= \frac{0,890963563}{(1-0,36)} \\ &= 1,392130567 \\ &= 2,706079081 \text{ knot} \end{aligned}$$

Nilai w didapat dari tabel 4.4 seperti berikut :

Tabel 4. 4 Tabel Nilai W dan T untuk Single screw 40⁰L

| | W | T |
|--------------------------------|------|------|
| Single screw 40 ⁰ L | 0,36 | 0,11 |

4.6. Perhitungan torsi poros

Untuk menghitung torsi poros pada motor dc dapat menggunakan rumus seperti berikut :

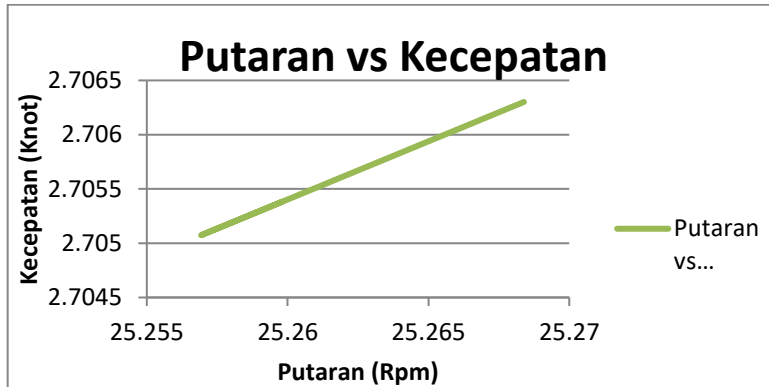
$$\begin{aligned} Q_{\text{shaft}} &= \frac{\text{SHP}}{2\pi n} \\ &= \frac{10,36745349}{2 \times 3,14 \times 0,421139895} \end{aligned}$$

$$= 3,92 \text{ Nm}$$

4.7. Analisa Grafik Hasil Simulasi Matlab

4.7.1. Analisa Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Pada Rangkaian Seri Hasil Dari Simulasi *Software* Matlab

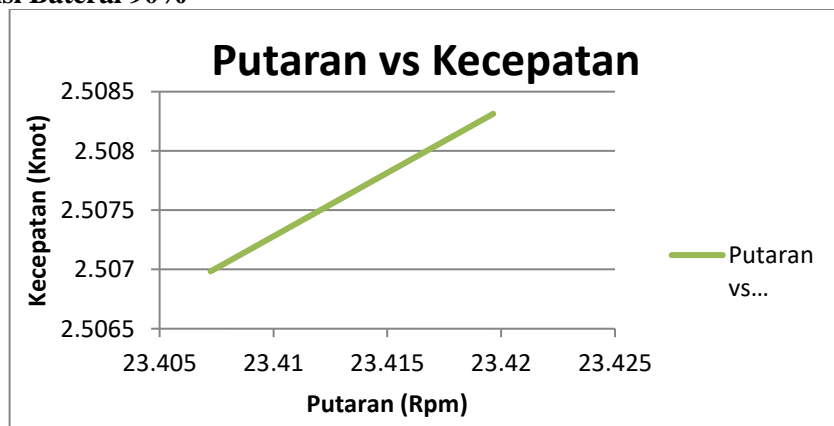
4.7.1.1. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai Penuh



Grafik 4. 1 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian baterai penuh

Grafik 4.1 menunjukkan grafik hubungan antara putaran dengan kecepatan pada rangkaian seri ketika baterai penuh . Berdasarkan grafik diatas , nilai kecepatan. Pada kecepatan 2.705177 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 25.25789 rpm . Sedangkan pada kecepatan 2.706301 maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 25.26839 rpm. Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan naik maka putaran naik juga. Sebaliknya, jika kecepatan kapan turun maka nilai putaran akan turun . Maka hubungan antara kecepatan dan putaran adalah berbanding lurus .

4.7.1.2. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 90%

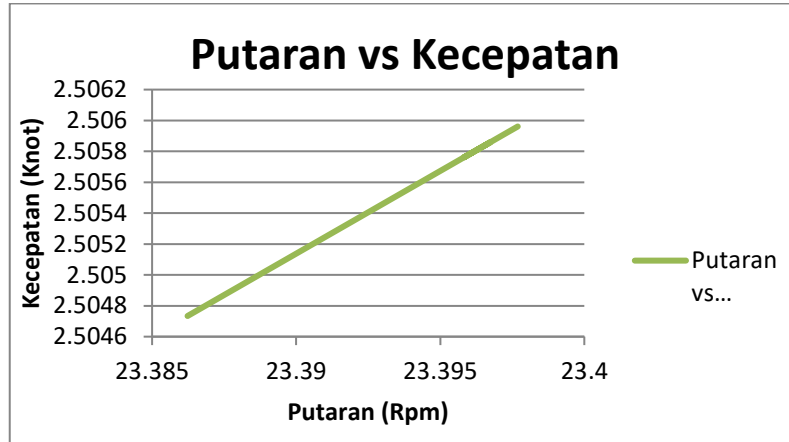


Grafik 4. 2 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri 90%

Grafik 4.2 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri ketika baterai 90% . Pada kecepatan knot maka nilai putaran

yang dihasilkan bernilai rpm. Sedangkan pada kecepatan knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran juga maksimum. Sebaliknya , jika kecepatan minimum maka putaran yang dihasilkan juga minimum.

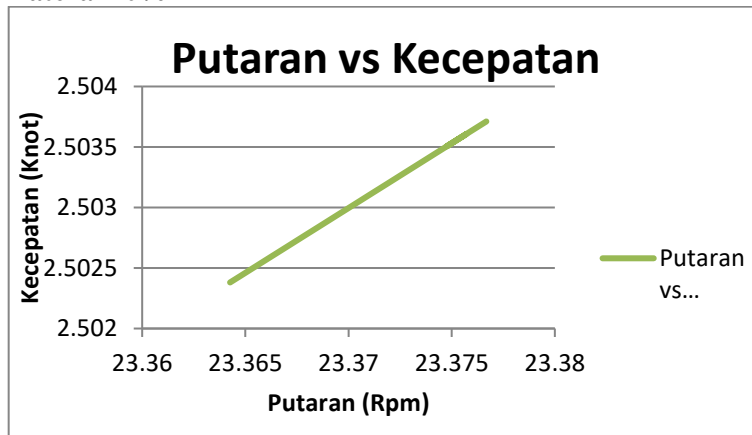
4.7.1.3. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 80%



Grafik 4. 3 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 80%

Grafik 4.3 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian seri ketika baterai 80% . Pada kecepatan 2.504737 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 23.38623 rpm. Sedangkan pada kecepatan 2.505858 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 23.39673 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran juga maksimum. Sebaliknya , jika kecepatan minimum maka putaran yang dihasilkan juga minimum . Hubungan antara kecepatan dengan putaran adalah sebanding .

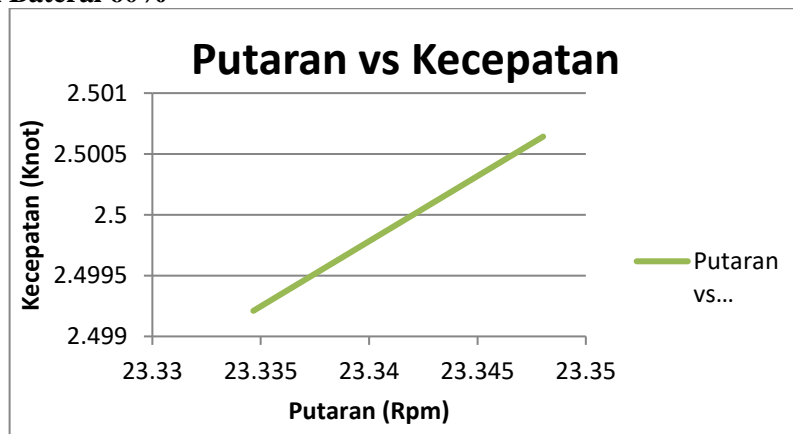
4.7.1.4. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 70%



Grafik 4. 4 .Grafik kecepatan dan putaran rangkaian seri ketika baterai 70%

Grafik 4.4. menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian seri ketika baterai 70% . Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 2.5023807 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 23.36426 rpm. Sedangkan pada kecepatan 2.5037109 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 23.37668 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum . Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus .

4.7.1.5. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 60%

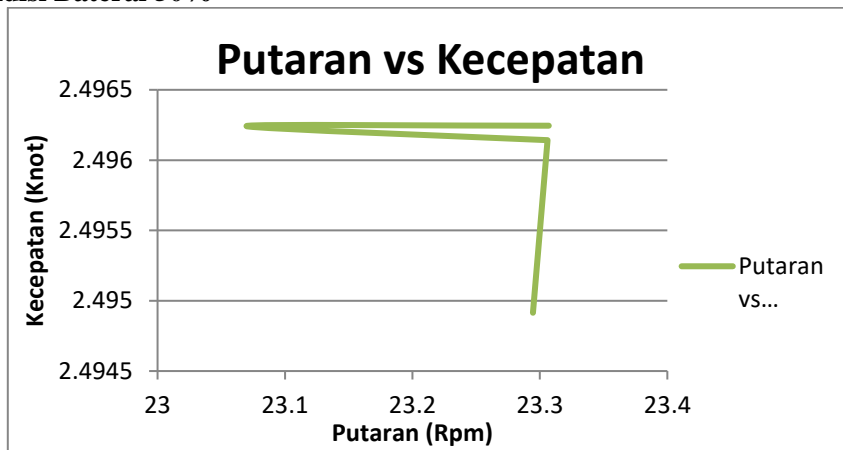


Grafik 4. 5 Grafik Kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 60%

Grafik 4.5 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian seri ketika baterai 60% . Berdasarkan grafik tersebut, dapat

dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 2.499313 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 23.33562 rpm. Sedangkan pada kecepatan 2.500642 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 23.34803 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum . Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus .

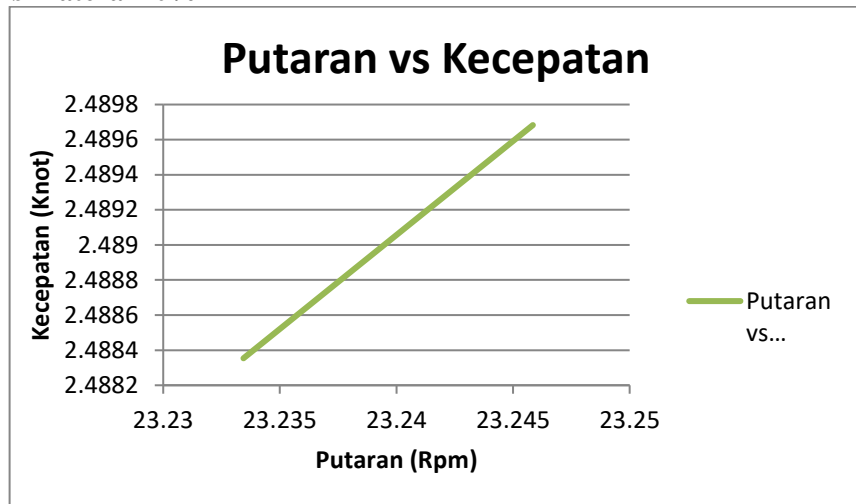
4.7.1.6. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 50%



Grafik 4. 6 Grafik Kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 50%

Grafik 4.6 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian seri ketika baterai 50% . Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 2.4949145 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 23.29455 rpm. Sedangkan pada kecepatan 2.4962447 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 23.30697 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum . Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus

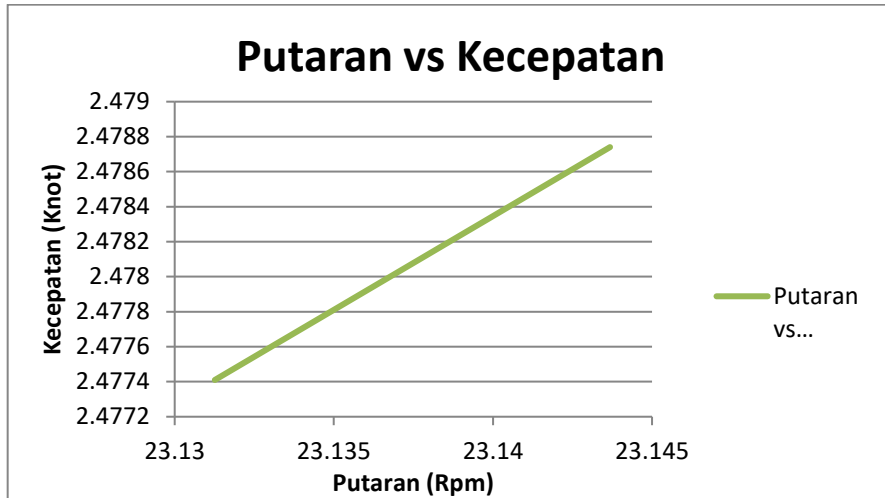
4.7.1.7. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 40%



Grafik 4. 7 Grafik Kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 40%

Grafik 4.7 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian seri ketika baterai 40% . Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 2.488354 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 23.23344 rpm. Sedangkan pada kecepatan 2.489683 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 23.245854 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum . Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus

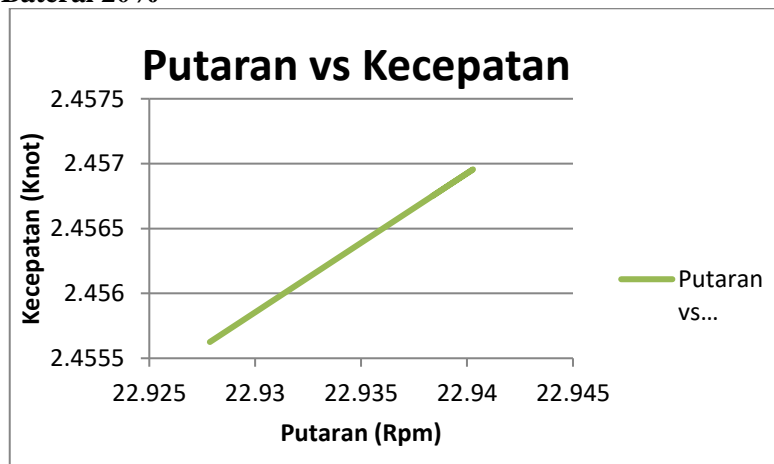
4.7.1.8. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 30%



Grafik 4. 8 Grafik Kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 30%

Grafik 4. 8 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian seri ketika baterai 30% . Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 2.47874 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 23.14368 rpm. Sedangkan pada kecepatan 2.47741 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 23.13126 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum . Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus

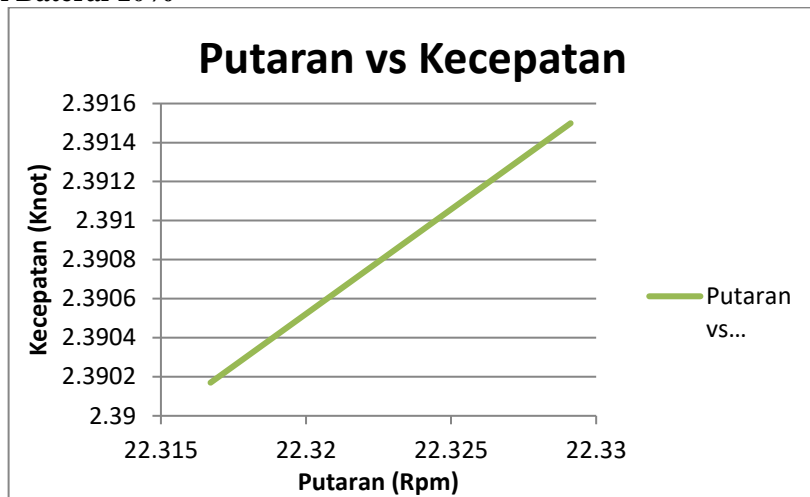
4.7.1.9. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 20%



Grafik 4. 9 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 20%

Grafik 4. 9 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian seri ketika baterai 20% . Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 2.45675 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 22.93837 rpm. Sedangkan pada kecepatan 2.45563 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 22.92786 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum . Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus.

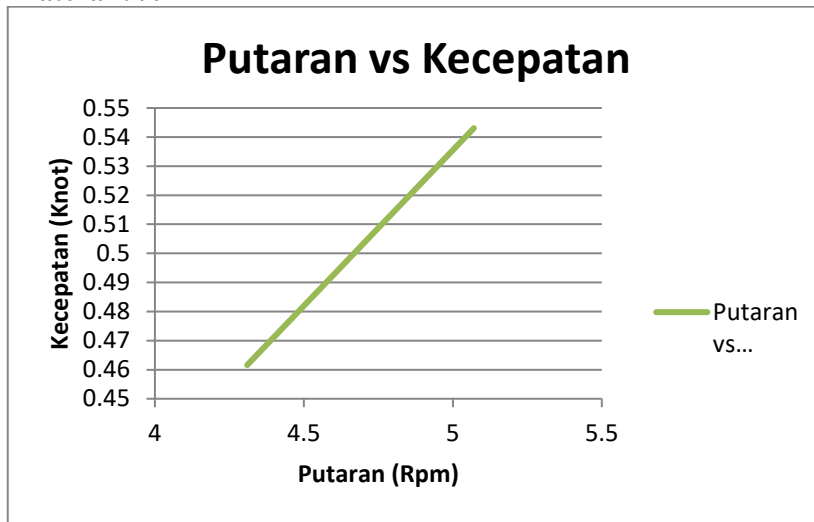
4.7.1.10. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 10%



Grafik 4. 10 kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 10%

Grafik 4.10 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian seri ketika baterai 10% . Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 2.39017 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 22.32912 rpm. Sedangkan pada kecepatan 2.39075 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 22.31671 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum . Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus.

4.7.1.11. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 0%

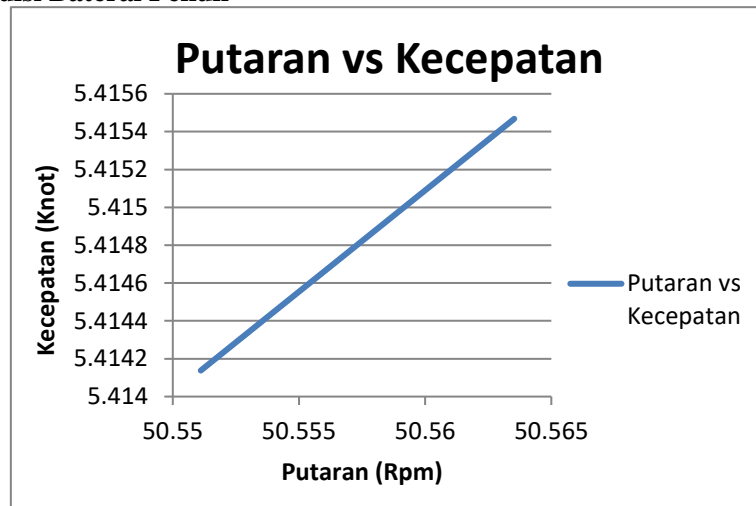


Grafik 4. 11 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai mendekati 0

Grafik 4. 11 diatas menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian seri ketika baterai mendekati 0 . Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 0.46157 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 4.3095 rpm. Sedangkan pada kecepatan 0.54308 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 5.0768 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum . Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus

4.7.2. Analisa Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Pada Rangkaian Paralel Hasil Dari Simulasi *Software* Matlab

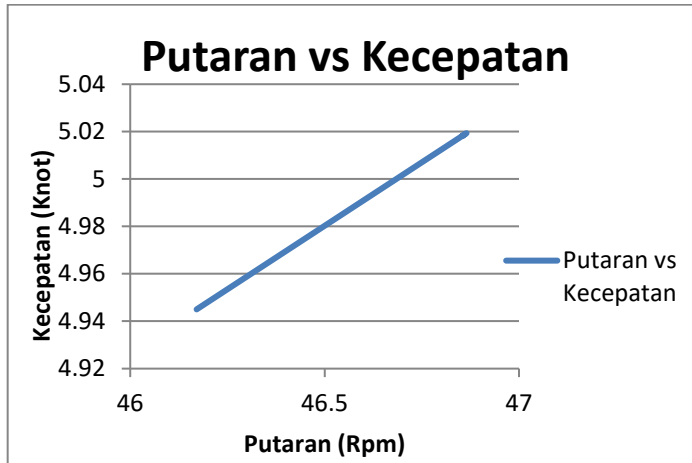
4.7.2.1. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai Penuh



Grafik 4. 12 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai penuh

Grafik 4.12 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian paralel ketika kondisi baterai penuh. Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 5.415468 knot maka nilai putaran yang dihasilkan memiliki nilai 50.56353 rpm. Sedangkan pada kecepatan 5.414318 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 50.55111 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum . Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus

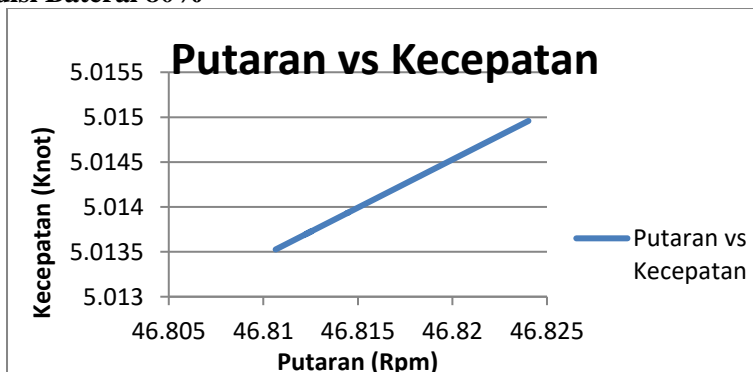
4.7.2.2. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 90%



Grafik 4. 13 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 90%

Grafik 4. 13 diatas menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian paralel ketika kondisi baterai 90% . Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 5.018128 knot maka nilai putaran yang dihasilkan memiliki nilai 46.86332 rpm. Sedangkan pada kecepatan 4.94487 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 46.1708 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum . Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus

4.7.2.3. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 80%

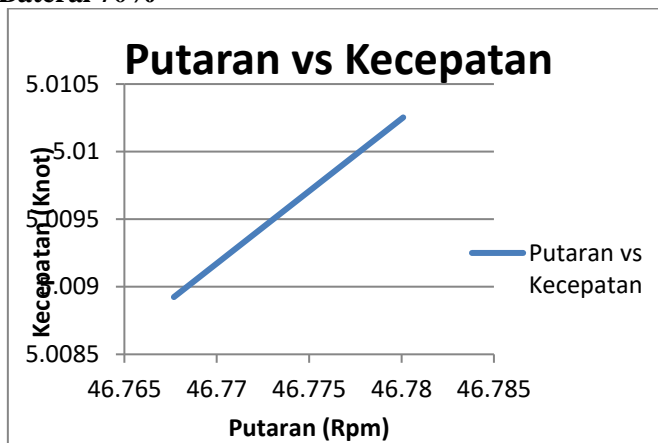


Grafik 4. 14 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 80%

Grafik 4. 14 diatas menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian paralel ketika kondisi baterai 80% . Berdasarkan

grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 5.013526 knot maka nilai putaran yang dihasilkan memiliki nilai 0.780178 rpm. Sedangkan pada kecepatan 5.014958 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 46.82402 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum . Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus .

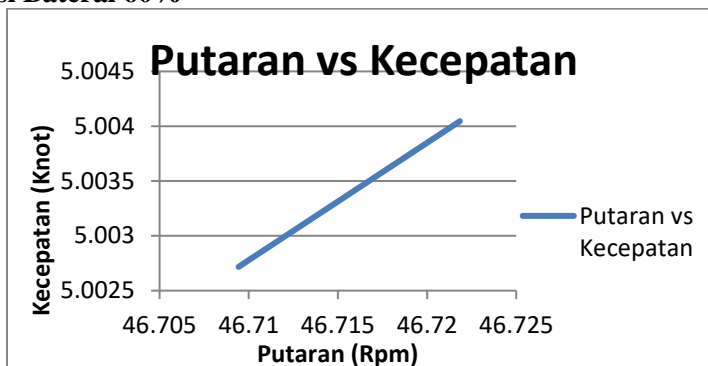
4.7.2.4. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 70%



Grafik 4. 15 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 70%

Grafik 4. 15 pada rangkaian parallel ketika kondisi baterai 70% . Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 5.010253 knot maka nilai putaran yang dihasilkan memiliki nilai 46.78009 rpm. Sedangkan pada kecepatan 5.008924 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 46.76768 rpm. Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum . Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus .

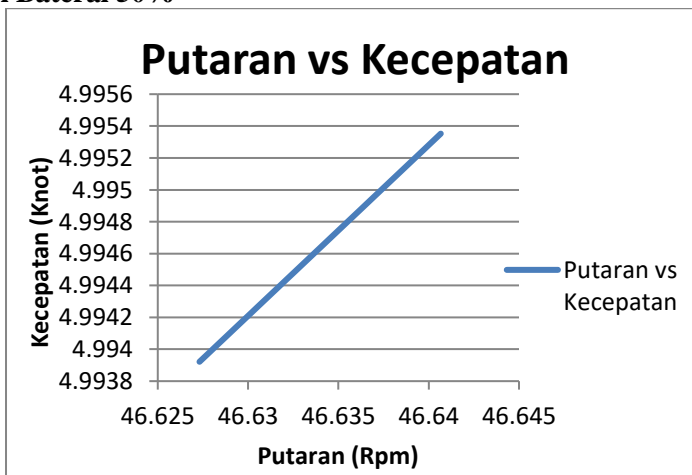
4.7.2.5. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 60%



Grafik 4. 16 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 60%

Grafik 4.16 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian parallel ketika kondisi baterai 60%. Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 5.002717 knot maka nilai putaran yang dihasilkan memiliki nilai 46.70943 rpm. Sedangkan pada kecepatan 5.004046 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 46.72184 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum. Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus.

4.7.2.6. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 50%

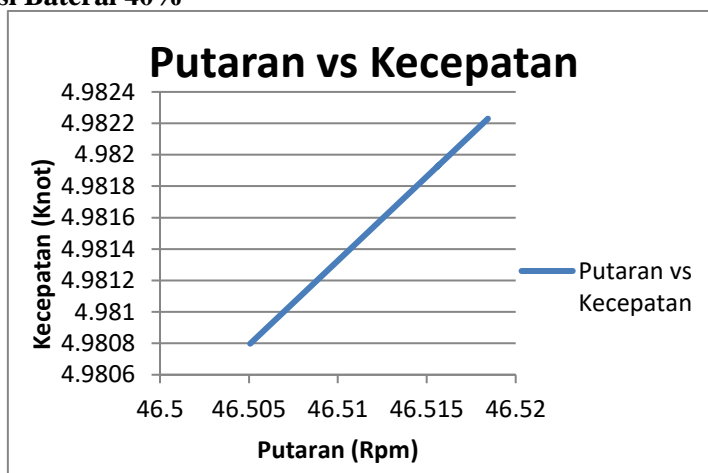


Grafik 4. 17 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 50%

Grafik 4.17 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian parallel ketika kondisi baterai 50%. Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 4.993921 knot

maka nilai putaran yang dihasilkan memiliki nilai 46.62731 rpm. Sedangkan pada kecepatan 4.995352 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 46.64047 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum. Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus

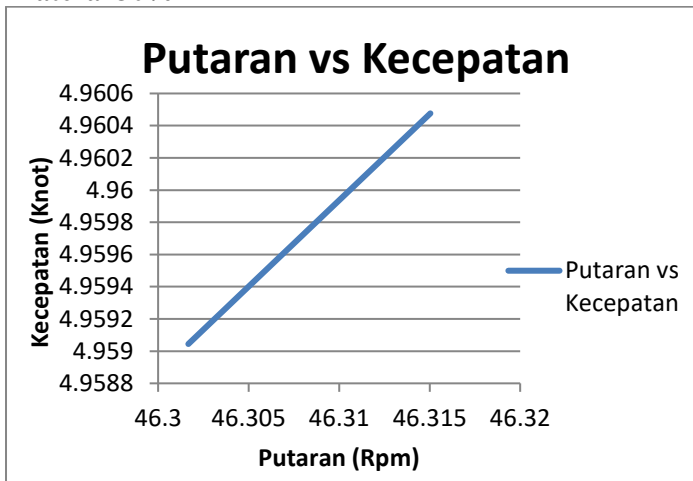
4.7.2.7. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 40%



Grafik 4. 18 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 40%

Grafik 4. 18 diatas menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian paralel ketika kondisi baterai 40%. Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 4.980798 knot maka nilai putaran yang dihasilkan memiliki nilai 46.50507 rpm. Sedangkan pada kecepatan 4.98223 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 46.51844 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum. Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus

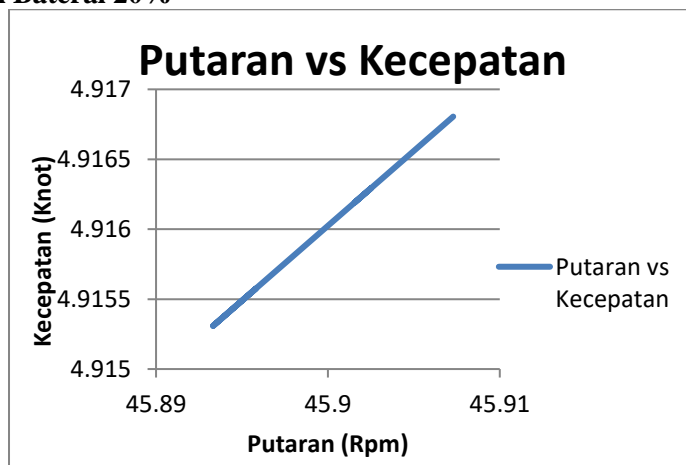
4.7.2.8. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 30%



Grafik 4. 19 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 30%

Grafik 4. 19 diatas menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian parallel ketika kondisi baterai 30%. Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 4.959044 knot maka nilai putaran yang dihasilkan memiliki nilai 46.30167 rpm. Sedangkan pada kecepatan 4.960476 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 46.31504 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum. Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus

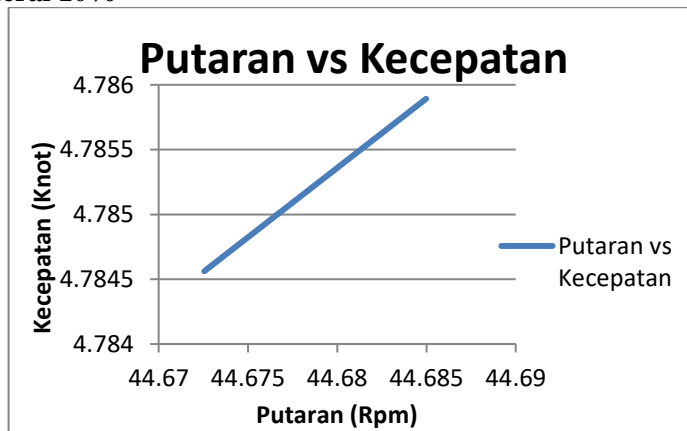
4.7.2.9. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 20%



Grafik 4. 20 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 20%

Grafik 4.20 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian parallel ketika kondisi baterai 20%. Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 4.915309 knot maka nilai putaran yang dihasilkan memiliki nilai 45.89332 rpm. Sedangkan pada kecepatan 4.916805 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 45.90729rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum. Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus

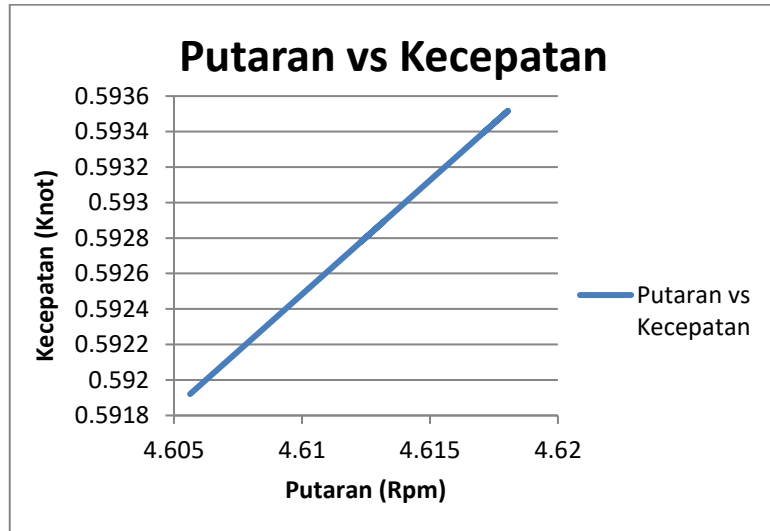
4.7.2.10. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 10%



Grafik 4. 21 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian parallel baterai 10%

Grafik 4. 21 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian parallel ketika kondisi baterai 10%. Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 4.784562 knot maka nilai putaran yang dihasilkan memiliki nilai 44.67256 rpm. Sedangkan pada kecepatan 4.785892 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 44.68498 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum. Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus.

4.7.2.11. Grafik Perbandingan Putaran Vs Kecepatan Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 0%

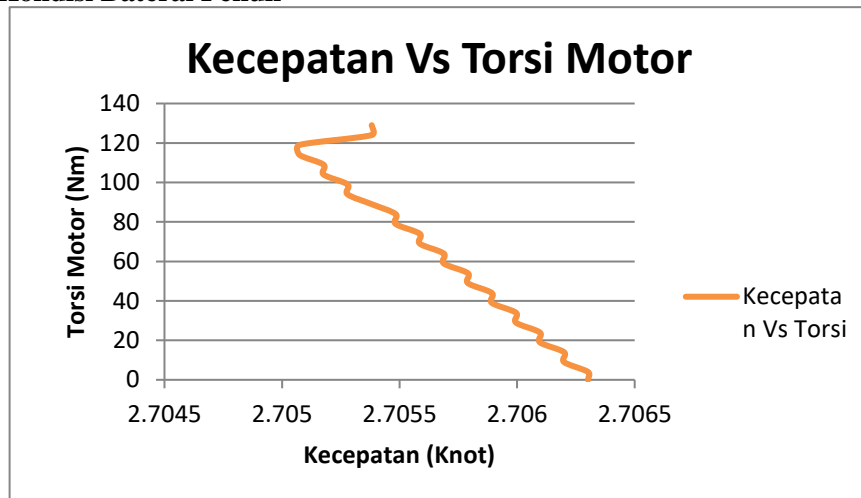


Grafik 4. 22 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai mendekati 0

Grafik 4. 22 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan putaran pada rangkaian paralel ketika kondisi baterai mendekati 0. Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat ketika kecepatan kapal mencapai nilai 0.593516 knot maka nilai putaran yang dihasilkan memiliki nilai 4.61804 rpm. Sedangkan pada kecepatan 0.591921 knot maka nilai putaran yang dihasilkan bernilai 4.60563 rpm . Ketika kapal sedang dalam kondisi kecepatan maksimum maka putaran yang dihasilkan bernilai maksimum . Sebaliknya jika ketika kecepatan bernilai minimum maka putaran yang dihasilkan akan bernilai minimum. Maka hubungan antara kecepatan kapal dengan putaran adalah berbanding lurus

4.7.3. Analisa Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri Hasil Dari Simulasi *Software Matlab*

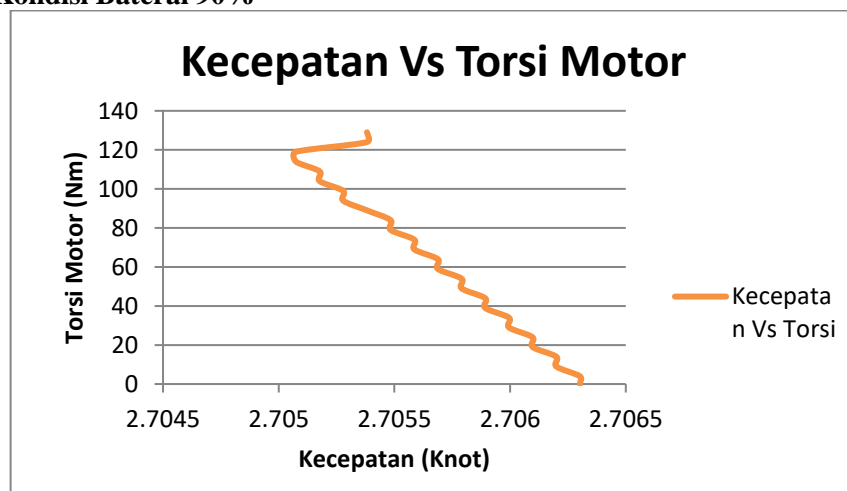
4.7.3.1. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai Penuh



Grafik 4. 23 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai penuh

Grafik 4.23 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika baterai penuh . Dari grafik diatas nilai torsi didapat nilai ketika kecepatan kapal mencapai nilai 2.705381 knot maka nilai torsi yang dihasilkan mencapai 129 Nm. Sedangkan ketika kecepatan mencapai 2.706301 knot maka nilai torsi yang dihasilkan yaitu 4Nm . Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa ubungan antara kecepatan dan torsi berbanding terbalik .

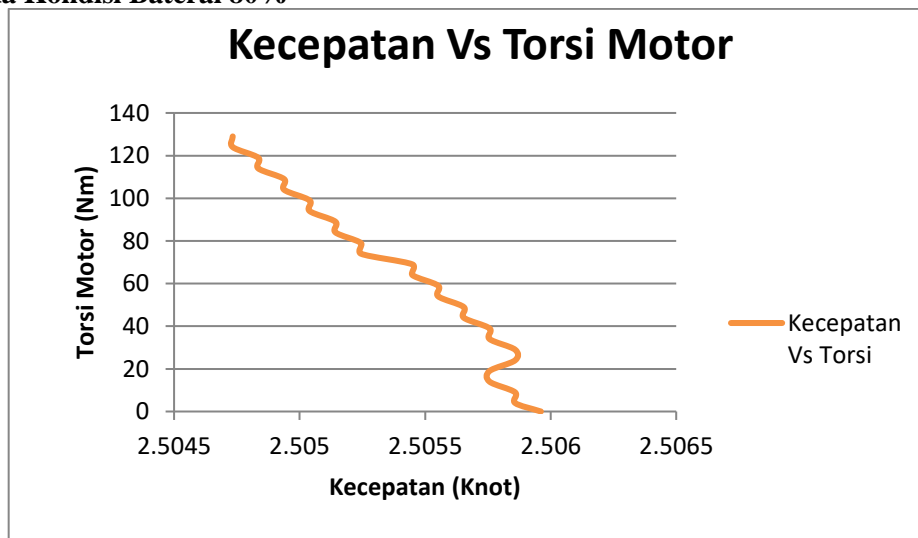
4.7.3.2. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 90%



Grafik 4. 24 Grafik kecepatan terhadap torsi motor rangkaian baterei seri 90%

Grafik 4. 24 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika baterai 90%. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat ketika kecepatan mencapai nilai 2.5069839 knot .Atau ketika kecepatan kapal mencapai nilai terendah maka menghasilkan torsi tertinggi yaitu 129 Nm. Sedangkan ketika kecepataannya maksimum yaitu 2.5083131 rpm maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm. Sehingga diambil kesimpulan bahwa hubungan antara torsi dengan kecepatan kapal berbanding terbalik . Ini dapat dipengaruhi oleh arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi yang dihasilkan minimum . Sebab torsi sebanding dengan I_a .

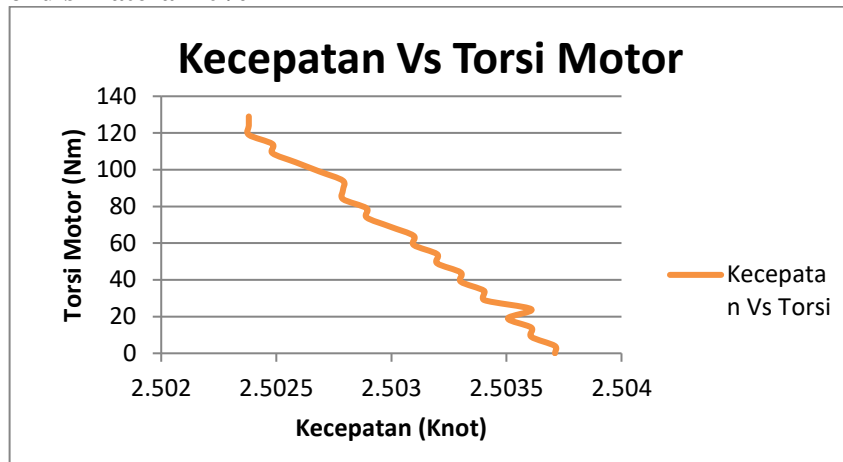
4.7.3.3. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 80%



Grafik 4. 25 Grafik Kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 80%

Grafik 4.25 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi baterai 80% . Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan .Pada kecepatan kapal bernilai 2.5044734 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan maksimum yaitu 2.505961 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus ndengan arus jangkar (I_a)

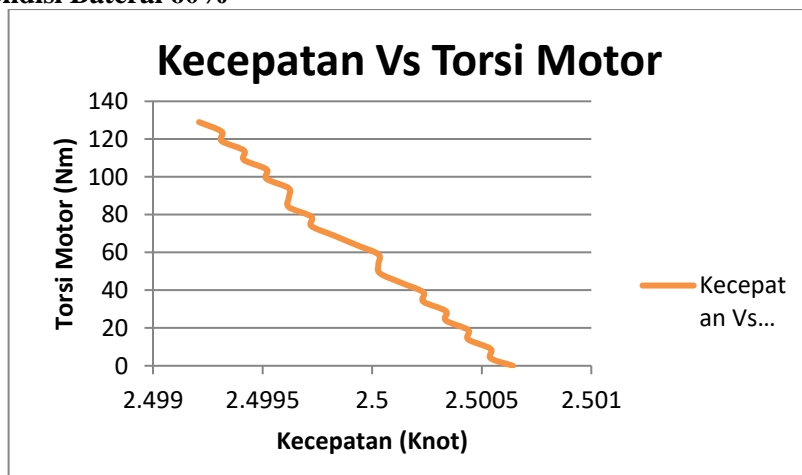
4.7.3.4. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 70%



Grafik 4. 26 Grafik Kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai 70%

Grafik 4.26 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi baterai 70% . Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan .Pada kecepatan kapal bernilai 2.5023807 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan maksimum yaitu 2.5037109 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a)

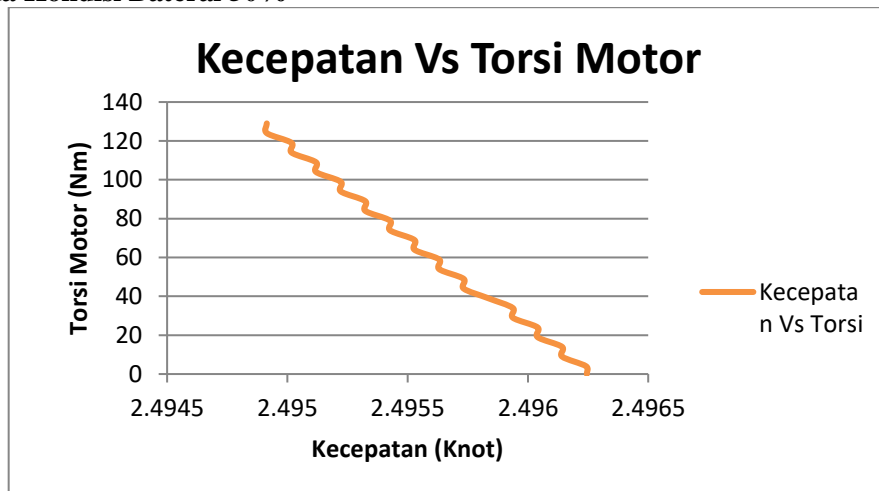
4.7.3.5. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 60%



Grafik 4. 27 Grafik Kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai 60%

Grafik 4.26 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi baterai 60% . Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan .Pada kecepatan kapal bernilai 1.285602 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan maksimum yaitu 1.286339 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a)

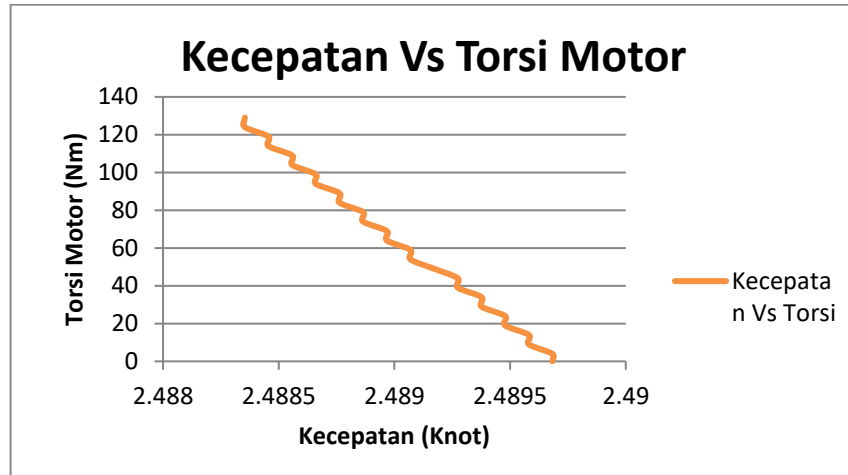
4.7.3.6. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 50%



Grafik 4. 28 Grafik Kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai 50%

Grafik 4.28 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi baterai 50% . Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan .Pada kecepatan kapal bernilai 2.4949145 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan maksimum yaitu 2.4962447 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a)

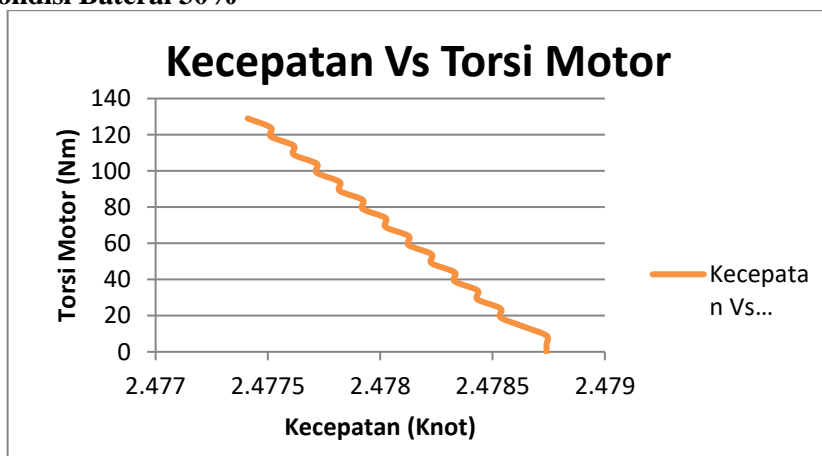
4.7.3.7. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 40%



Grafik 4. 29 Grafik Kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai 40%

Grafik 4.29 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi baterai 40% . Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan .Pada kecepatan kapal bernilai 2.488354 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan maksimum yaitu 2.489683 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a)

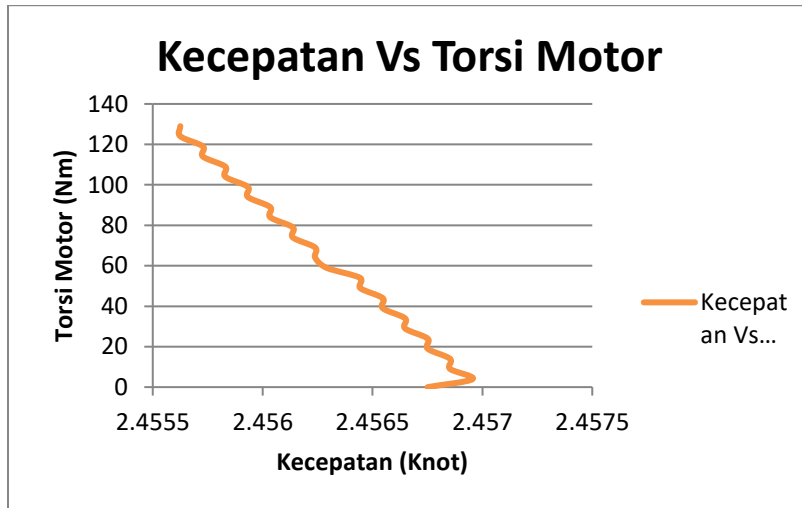
4.7.3.8. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 30%



Grafik 4. 30 Grafik Kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai 30%

Grafik 4.30 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi baterai 30% . Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan .Pada kecepatan kapal bernilai 2.47741 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan maksimum yaitu 1.27507 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a)

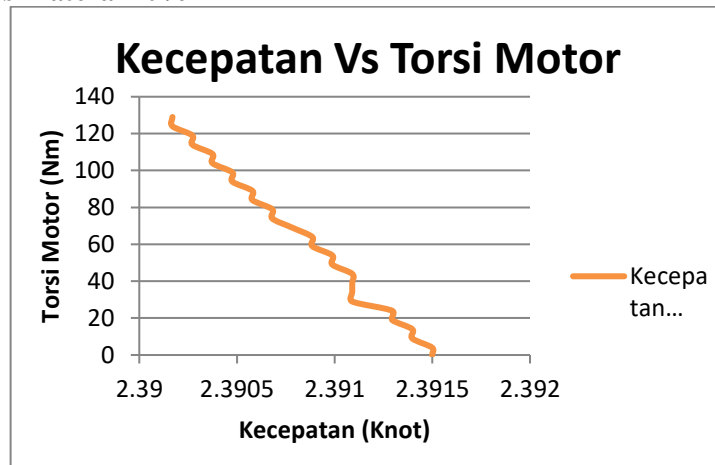
4.7.3.9. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 20%



Grafik 4. 31 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai 20%

Grafik 4.31 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi baterai 20% . Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan .Pada kecepatan kapal bernilai 2.45563 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan maksimum yaitu 2.45675 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a)

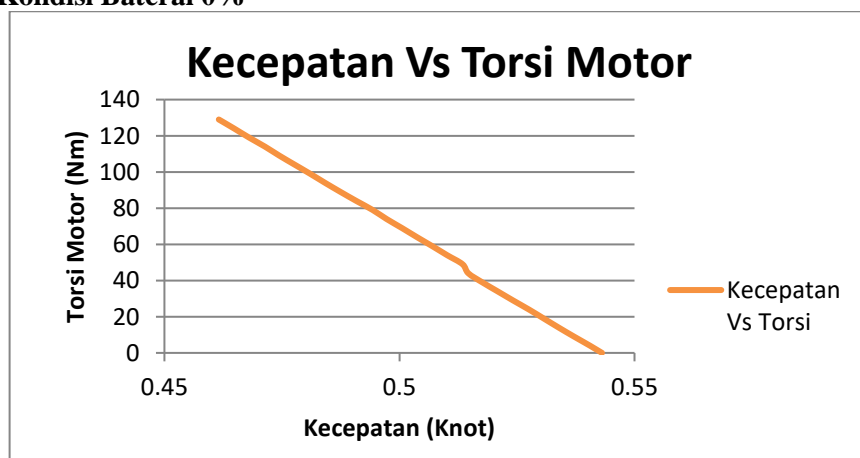
4.7.3.10. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 10%



Grafik 4. 32 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian seri baterai 10%

Grafik 4.32 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi baterai 10% . Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan .Pada kecepatan kapal bernilai 2.39017 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan maksimum yaitu 2.391499 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a)

4.7.3.11. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 0%

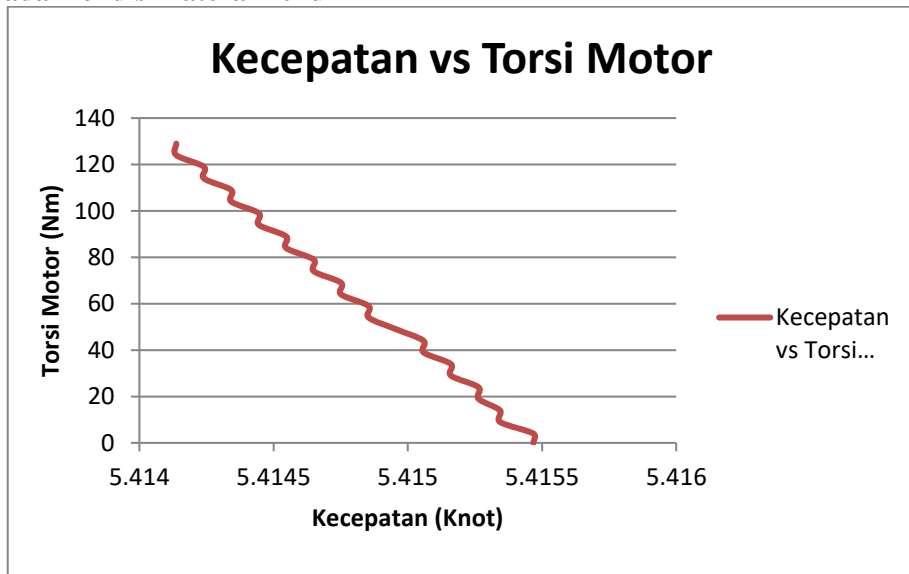


Grafik 4. 33 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian seri baterai mendekati 0

Grafik 4.33 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi baterai 10% . Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan .Pada kecepatan kapal bernilai 0.46157 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan maksimum yaitu 0.54308 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a).

4.7.4. Analisa Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Pada Rangkaian Paralel Hasil Dari Simulasi *Software Matlab*

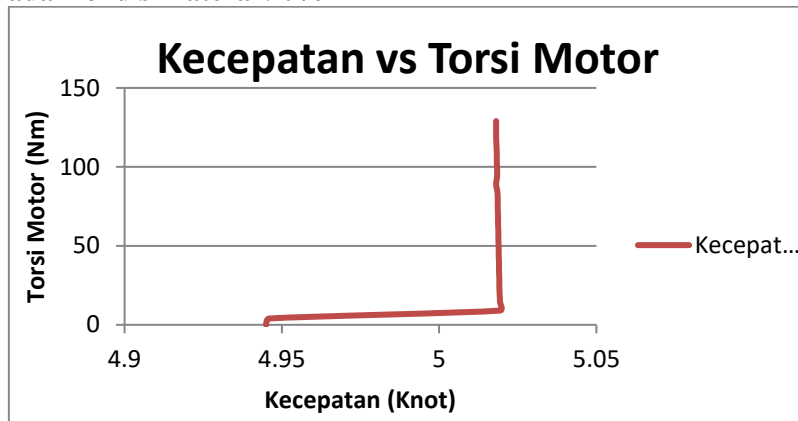
4.7.4.1. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai Penuh



Grafik 4. 34 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai penuh

Grafik 4. 34 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi penuh. Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan .Pada kecepatan kapal saat memiliki nilai terendah yaitu 5.414138 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan paling tinggi yaitu 5.415468 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a)

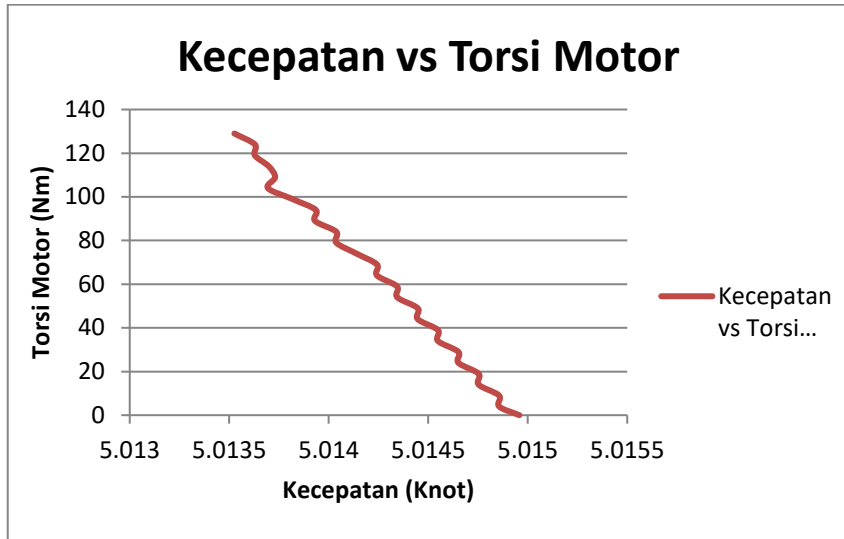
4.7.4.2. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 90%



Grafik 4. 35 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 90%

Grafik 4.35 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi penuh. Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan . Pada kecepatan kapal saat memiliki nilai terendah yaitu 5.01813 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan paling tinggi yaitu 4.945 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a).

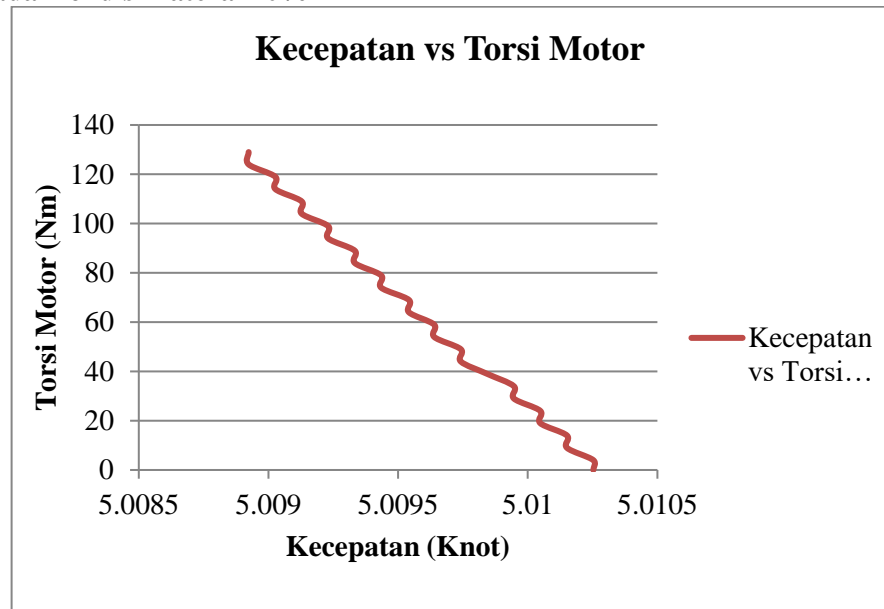
4.7.4.3. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 80%



Grafik 4. 36 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 80%

Grafik 4.36 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi penuh. Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan . Pada kecepatan kapal saat memiliki nilai terendah yaitu 5.013526 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan paling tinggi yaitu 5.014958 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a).

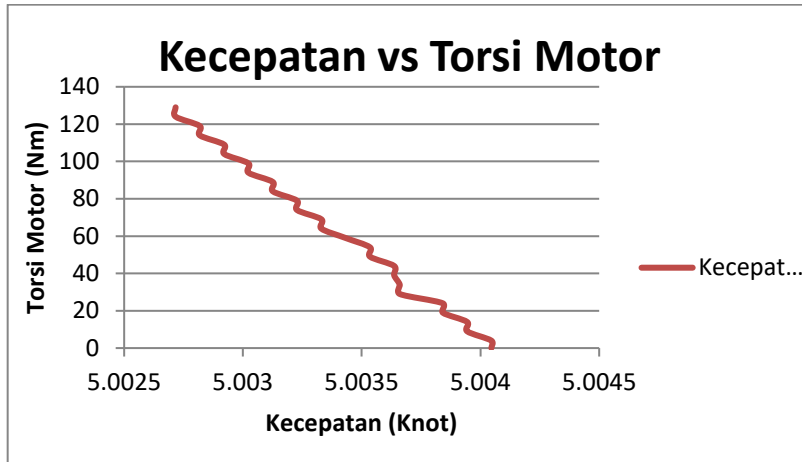
4.7.4.4. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 70%



Grafik 4. 37 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 70%

Grafik 4.37 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian seri ketika kondisi penuh. Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan . Pada kecepatan kapal saat memiliki nilai terendah yaitu 5.0089924 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan paling tinggi yaitu 5.010253 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a).

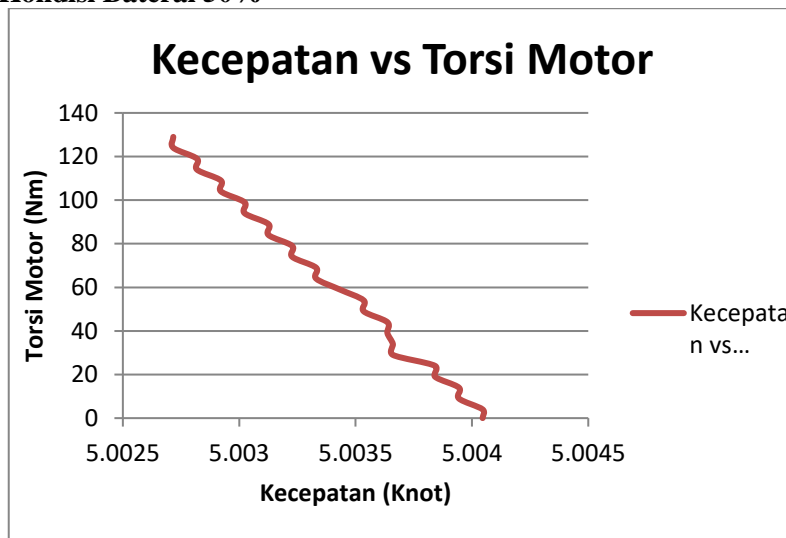
4.7.4.5. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 60%



Grafik 4. 38 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 60%

Grafik 4.38 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian paralel ketika kondisi penuh. Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan . Pada kecepatan kapal saat memiliki nilai terendah yaitu 5.002717 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan paling tinggi yaitu 5.004046 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a).

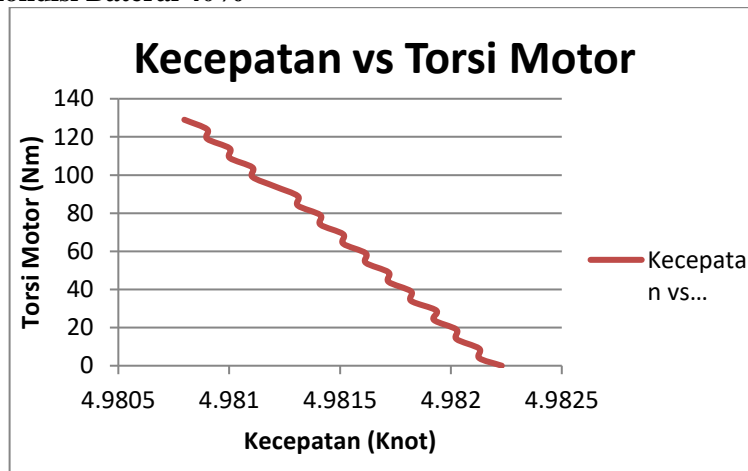
4.7.4.6. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 50%



Grafik 4. 39 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 50%

Grafik 4.39 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian parallel ketika kondisi 50%. Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan . Pada kecepatan kapal saat memiliki nilai terendah yaitu 4.993921 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan paling tinggi yaitu 4.995352 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a)

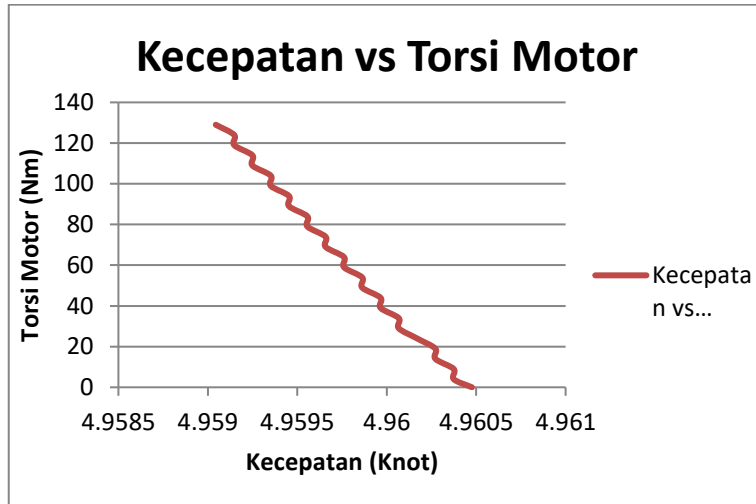
4.7.4.7. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 40%



Grafik 4. 40 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 40%

Grafik 4.40 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian parallel ketika kondisi 40%. Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan . Pada kecepatan kapal saat memiliki nilai terendah yaitu 4.980798 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan paling tinggi yaitu 4.98223 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a).

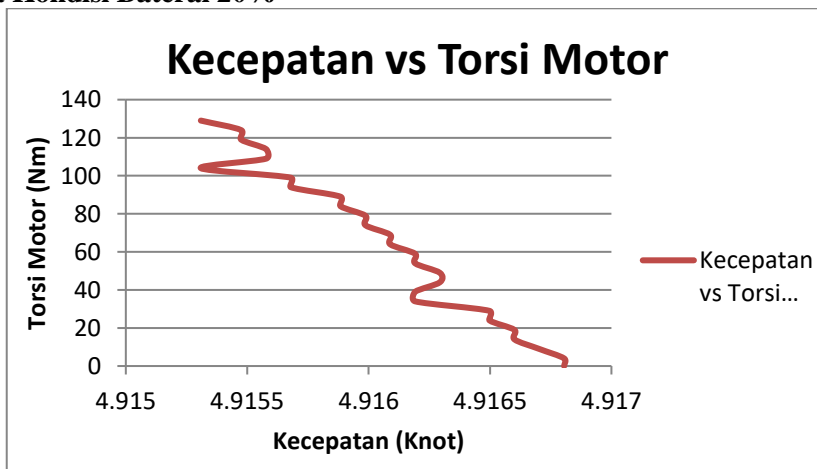
4.7.4.8. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 30%



Grafik 4. 41 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 30%

Grafik 4.41 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian paralel ketika kondisi 30%. Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan. Pada kecepatan kapal saat memiliki nilai terendah yaitu 4.959044 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm. Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan paling tinggi yaitu 4.960476 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm. Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a).

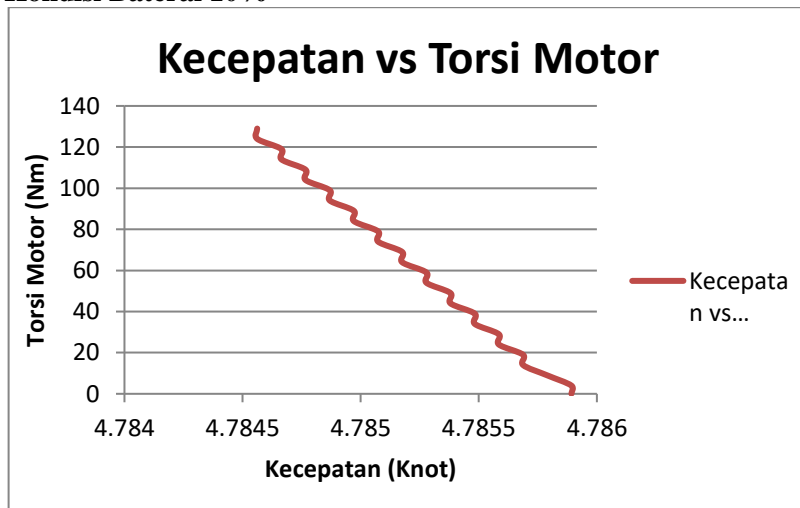
4.7.4.9. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 20%



Grafik 4. 42 Grafik kecepatan terhadap torsi pada rangkaian paralel baterai 20%

Grafik 4.42 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian parallel ketika kondisi 20%. Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan . Pada kecepatan kapal saat memiliki nilai terendah yaitu 4.915309 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan paling tinggi yaitu 4.916805 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a).

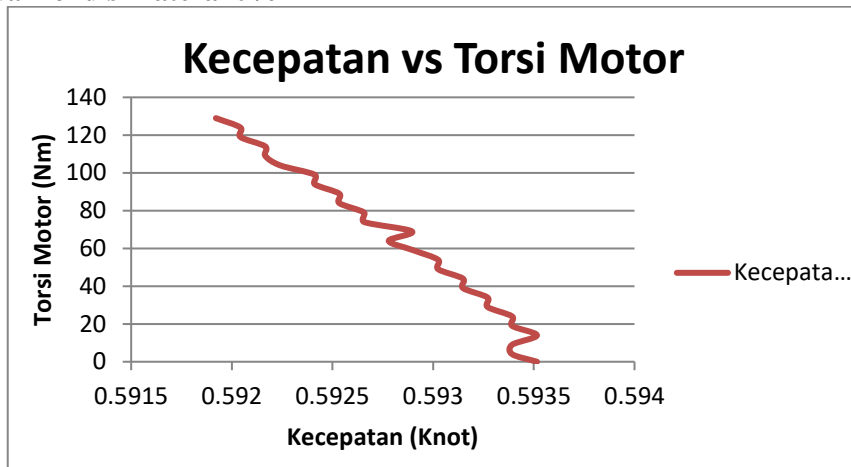
4.7.4.10. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 10%



Grafik 4. 43 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian parallel baterai 10%

Grafik 4.43 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian parallel ketika kondisi 10%. Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan . Pada kecepatan kapal saat memiliki nilai terendah yaitu 4.784562 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm . Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan paling tinggi yaitu 4.785892 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm . Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a).

4.7.4.11. Grafik Perbandingan Kecepatan Vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 0%



Grafik 4. 44 Grafik kecepatan terhadap putaran pada rangkaian paralel baterai 0

Grafik 4.44 menunjukkan grafik hubungan antara kecepatan dengan torsi pada rangkaian paralel ketika kondisi 0%. Berdasarkan grafik tersebut nilai torsi berbanding terbalik dengan nilai kecepatan. Pada kecepatan kapal saat memiliki nilai terendah yaitu 0.591921 knot maka nilai torsi yang dihasilkan bernilai maksimum yaitu 129 Nm. Sedangkan ketika kapal memiliki kecepatan paling tinggi yaitu 0.593516 knot maka nilai torsi yang dihasilkan paling rendah yaitu 0 Nm. Karena dipengaruhi arus jangkar (I_a) yang mempunyai nilai minimum maka putaran akan maksimum dan torsi bernilai minimum. Karena torsi berbanding lurus dengan arus jangkar (I_a).

4.7.5. Analisa Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Hasil Dari Simulasi Software Matlab

Dari simulasi didapatkan data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Arus jangkar (I}_a) &= 41.47 \text{ A} \\ \text{Ra} &= 0.06727 \Omega \\ \text{Arus medan (I}_f) &= 3.743 \text{ A} \\ \text{Tegangan (V}_t) &= 115 \text{ V} \end{aligned}$$

Berikut adalah perhitungan efisiensi rangkaian seri :

$$\begin{aligned} \text{IL} &= I_a + I_f \\ &= 41.47 + 3.743 \\ &= 45.217 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pin} &= V_t + \text{IL} \\ &= 115 + 45.213 \\ &= 5199.495 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{tem}} &= (I_a^2 + Ra) + (I_f^2 \times R_f) \\ &= (41.47^2 + 0.06727) + (3.7432 \times 30.72) \end{aligned}$$

$$= 546.077 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} W_{(b+m)} &= 20\% \times W_{\text{tem}} \\ &= 20\% \times 546.077 \\ &= 109.2154 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{tot}} &= W_{\text{tem}} + W_{(b+m)} \\ &= 546.077 + 109.2154 \\ &= 655.2924 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{out}} &= P_{\text{in}} - W_{\text{tot}} \\ &= 5199.495 - 655.2924 \\ &= 4544.203 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\% \\ &= \frac{4544.203}{5199.495} \times 100\% \\ &= 87.397\% \end{aligned}$$

Data yang diketahui dari hasil simulasi didapatkan

$$\begin{aligned} \text{Arus jangkar (Ia)} &= 43.2 \text{ A} \\ R_a &= 0.06727 \Omega \\ \text{Arus medan (If)} &= 3.743 \text{ A} \\ R_f &= 30.72 \Omega \\ \text{Tegangan (Vt)} &= 115 \text{ V} \end{aligned}$$

Berikut adalah perhitungan efisiensi rangkaian parallel

$$\begin{aligned} I_L &= I_a + I_f \\ &= 43.2 + 3.743 \\ &= 46.943 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{in}} &= V_t + I_L \\ &= 115 + 46.943 \\ &= 5398.445 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{tem}} &= (I_a^2 + R_a) + (I_f^2 \times R_f) \\ &= (43.2^2 + 0.06727) + (3.7432 \times 30.72) \\ &= 555.9307 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{(b+m)} &= 20\% \times W_{\text{tem}} \\ &= 20\% \times 555.9307 \\ &= 111.1861 \text{ W} \end{aligned}$$

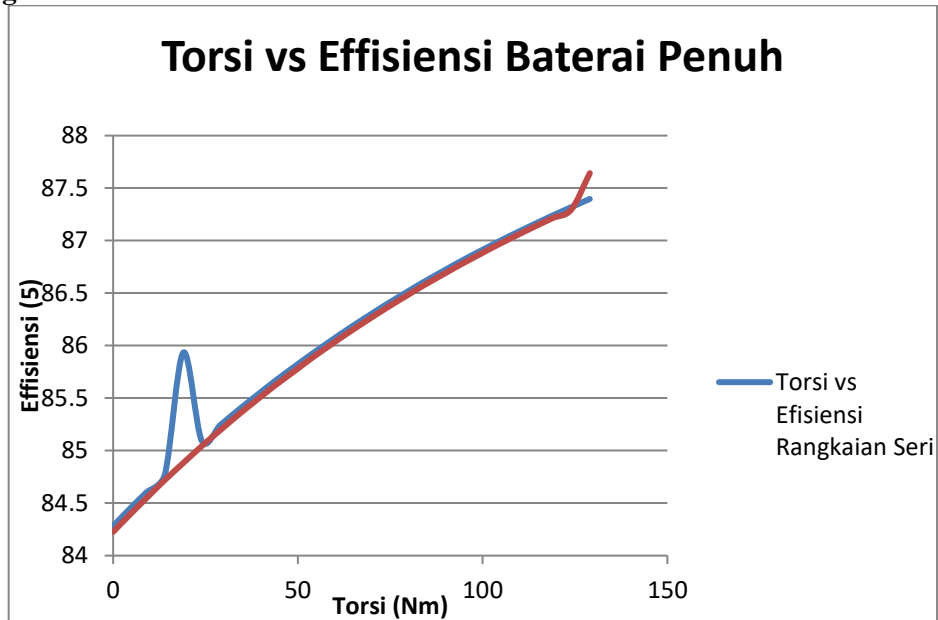
$$\begin{aligned} W_{\text{tot}} &= W_{\text{tem}} + W_{(b+m)} \\ &= 555.9307 + 111.1861 \end{aligned}$$

$$= 667.1168 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{out}} &= P_{\text{in}} - W_{\text{tot}} \\ &= 5398.448 - 667.1168 \\ &= 4731.328 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\% \\ &= \frac{4731.328}{5398.448} \times 100\% \\ &= 87.642 \% \end{aligned}$$

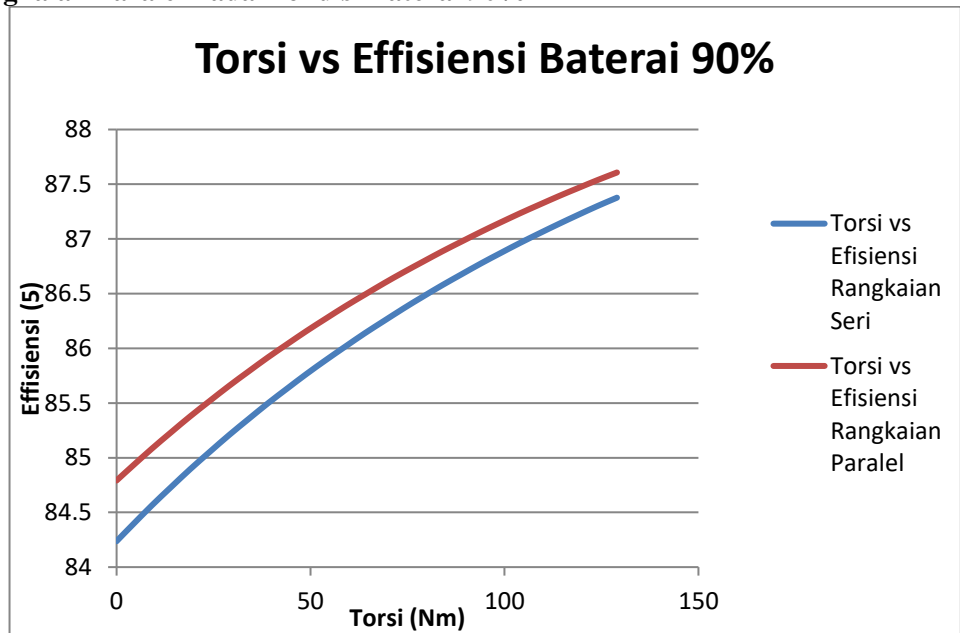
4.7.5.1. Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai Penuh



Grafik 4. 45 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai Penuh

Pada gambar 4.45 menunjukkan grafik torsi terhadap efisiensi pada rangkaian seri dan paralel ketika baterai penuh . Ketika beban yang diberikan yaitu torsi dengan nilai 129 Nm, efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai penuh bernilai 87.397 % dan pada rangkaian paralel bernilai 87.642 . Sedangkan ketika tidak ada beban yaitu torsi dengan nilai 0 Nm, maka efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai penuh adalah 84.281% dan pada rangkaian paralel ketika baterai penuh sebesar

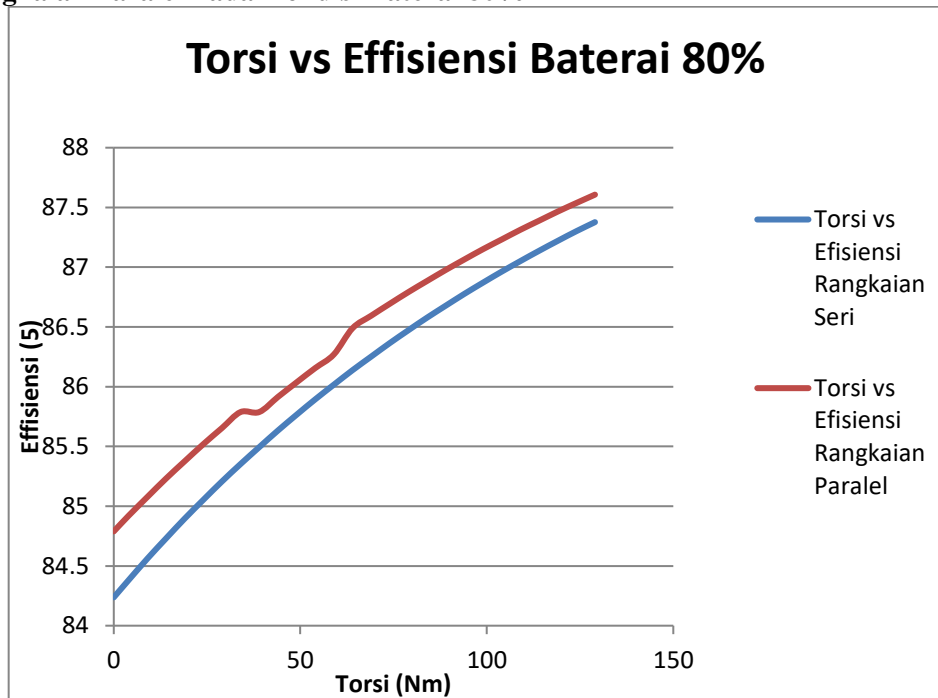
4.7.5.2. Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 90%



Grafik 4. 46 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 90%

Pada gambar 4.46 menunjukkan grafik torsi terhadap efisiensi pada rangkaian seri dan parallel ketika baterai 90% . Ketika diberikan beban torsi 129 Nm, efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai penuh bernilai 87.377% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 90% bernilai 87.607% . Sedangkan ketika tidak ada beban yaitu torsi dengan nilai 0 Nm, maka efisiensi pada rangkaian seri adalah 84.237% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 90% bernilai 84.792% . Efisiensi pada rangkaian paralel lebih besar daripada rangkaian seri . Karena rangkaian paralel mempunyai arus jangkar (I_a) yang lebih besar daripada rangkaian seri.. Berdasarkan grafik tersebut, ketika beban yaitu torsi semakin naik maka efisiensi juga semakin meningkat .

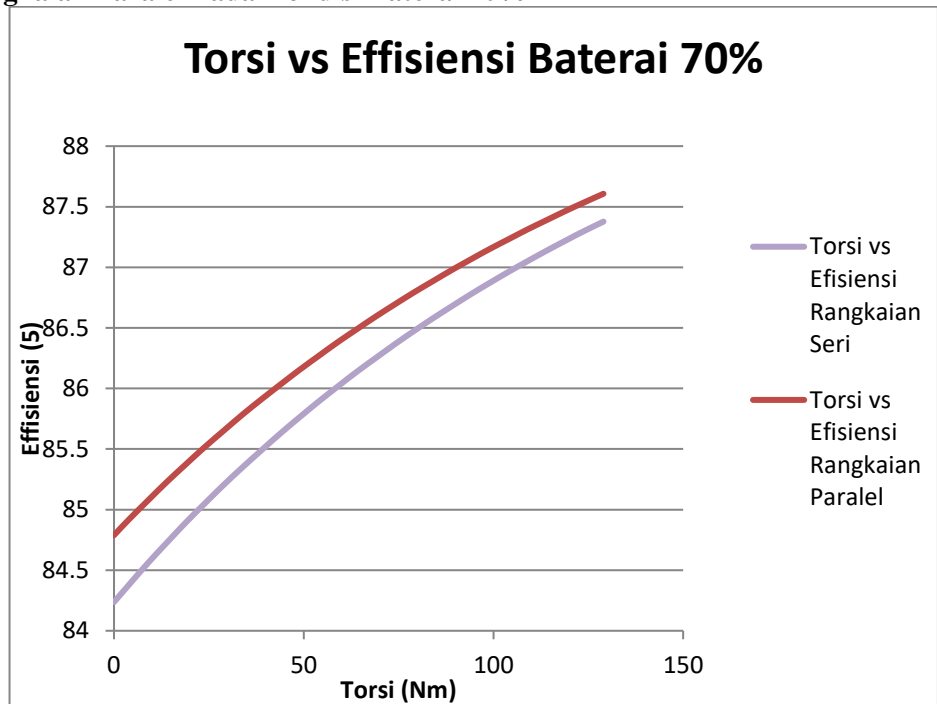
4.7.5.3. Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 80%



Grafik 4. 47 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 80%

Pada gambar 4.47 menunjukkan grafik torsi terhadap efisiensi pada rangkaian seri dan parallel ketika baterai 80%. Ketika diberikan beban torsi 129 Nm, efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai penuh bernilai 87.377% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 80% bernilai 87.607%. Sedangkan ketika tidak ada beban yaitu torsi dengan nilai 0 Nm, maka efisiensi pada rangkaian seri adalah 84.237% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 80% bernilai 84.792%. Efisiensi pada rangkaian parallel lebih besar daripada rangkaian seri. Karena rangkaian parallel mempunyai arus jangkar (I_a) yang lebih besar daripada rangkaian seri. Pada rangkaian seri 90% dan 80% mempunyai efisiensi yang sama. Sedangkan pada rangkaian paralel ketika 90% dan 80% juga mempunyai efisiensi yang sama pada beberapa torsi. Berdasarkan grafik tersebut, ketika beban yaitu torsi semakin naik maka efisiensi juga semakin meningkat.

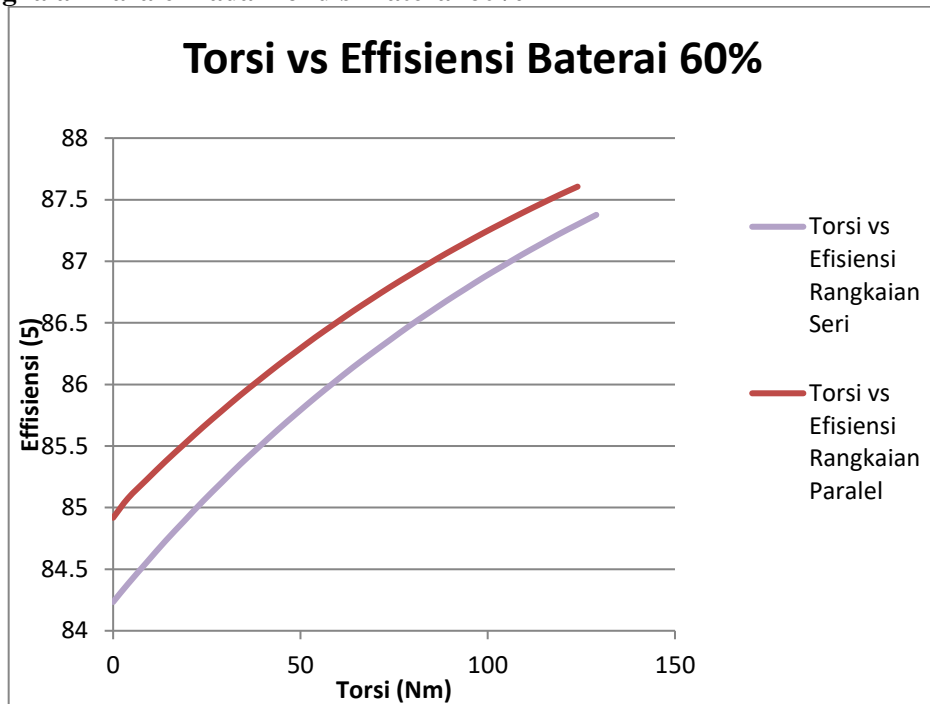
4.7.5.4. Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 70%



Grafik 4. 48 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 70%

Pada gambar 4.48 menunjukkan grafik torsi terhadap efisiensi pada rangkaian seri dan paralel ketika baterai 70%. Ketika diberikan beban torsi 129 Nm, efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai penuh bernilai 87.377% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 70% bernilai 87.607%. Sedangkan ketika tidak ada beban yaitu torsi dengan nilai 0 Nm, maka efisiensi pada rangkaian seri adalah 84.237% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 70% bernilai 84.789%. Efisiensi pada rangkaian paralel lebih besar daripada rangkaian seri. Karena rangkaian paralel mempunyai arus jangkar (I_a) yang lebih besar daripada rangkaian seri. Pada rangkaian seri 70% dan 80% mempunyai efisiensi yang sama. Sedangkan pada rangkaian paralel ketika 90% dan 80% juga mempunyai efisiensi yang sama pada beberapa torsi. Hanya pada beban torsi 39 Nm dan 49 Nm terjadi perbedaan. Pada rangkaian paralel juga terjadi kesamaan yaitu memiliki efisiensi yang sama pada beberapa torsi namun pada torsi 0 Nm, 44 Nm, 54 Nm, 64 Nm, 74 Nm, 84 Nm, 94 Nm, 104 Nm, 114 Nm, 124 Nm tidak memiliki efisiensi yang sama. Berdasarkan grafik tersebut, ketika beban yaitu torsi semakin naik maka efisiensi juga semakin meningkat.

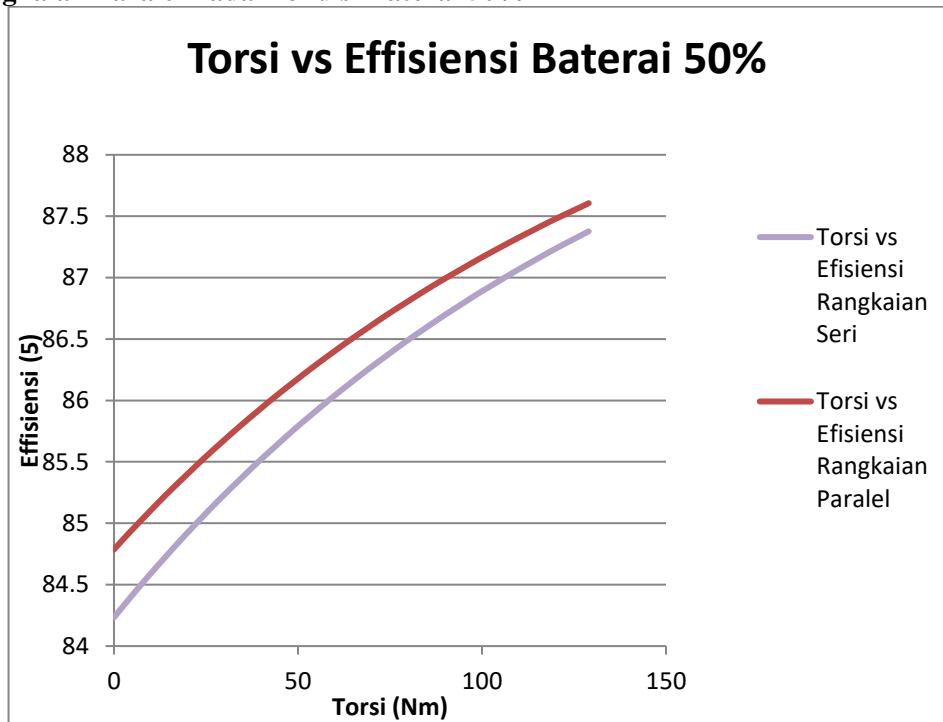
4.7.5.5. Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 60%



Grafik 4. 49 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 60%

Pada gambar 4.49 menunjukkan grafik torsi terhadap efisiensi pada rangkaian seri dan paralel ketika baterai 60%. Ketika diberikan beban torsi 129 Nm, efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai penuh bernilai 87.377% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 60% bernilai 87.606%. Sedangkan ketika tidak ada beban yaitu torsi dengan nilai 0 Nm, maka efisiensi pada rangkaian seri adalah 84.234% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 60% bernilai 84.789%. Efisiensi pada rangkaian seri mempunyai kesamaan namun pada torsi 0 Nm, 9 Nm, 19 Nm, 29 Nm, 74 Nm, 84 Nm, 94 Nm, 104 Nm, 114 Nm dan 124 Nm mempunyai efisiensi berbeda. Pada rangkaian paralel ketika 70% dan 60% mempunyai efisiensi yang sama untuk beberapa torsi, hanya ketika torsi 4 Nm, 14 Nm, 24 Nm, 34 Nm, 89 Nm, 99 Nm, 109 Nm, 119 Nm dan 124 Nm tidak mempunyai efisiensi yang sama. Efisiensi pada rangkaian paralel lebih besar. Karena rangkaian paralel mempunyai arus jangkar (I_a) yang lebih besar daripada rangkaian seri. Berdasarkan grafik tersebut, ketika beban yaitu torsi semakin naik maka efisiensi juga semakin meningkat.

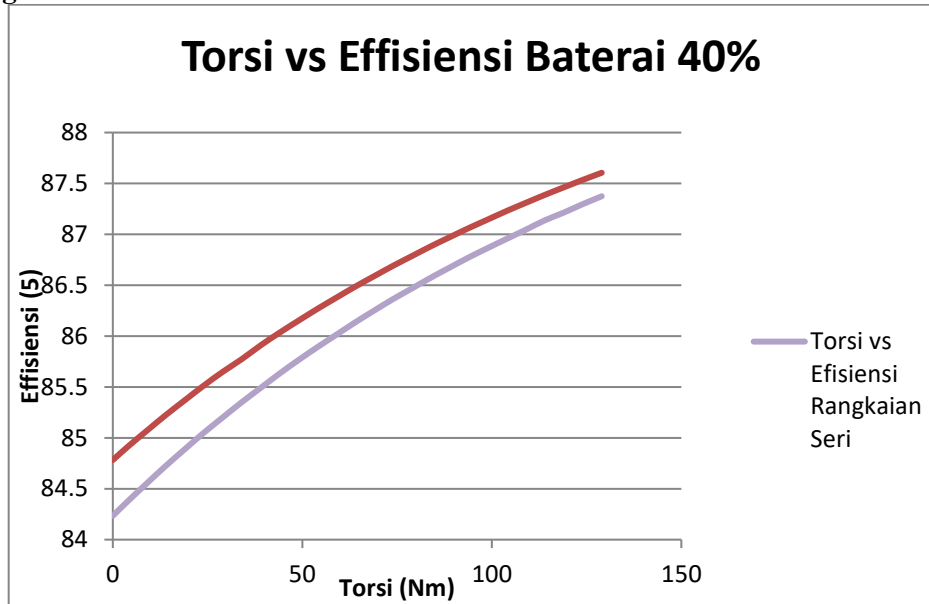
4.7.5.6. Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 50%



Grafik 4. 50 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 50%

Pada gambar 4.50 menunjukkan grafik torsi terhadap efisiensi pada rangkaian seri dan paralel ketika baterai 50% . Ketika diberikan beban torsi 129 Nm, efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai penuh bernilai 87.377% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 50% bernilai 87.606% . Sedangkan ketika tidak ada beban yaitu torsi dengan nilai 0 Nm, maka efisiensi pada rangkaian seri adalah 84.234% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 60% bernilai 84.786%. Efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai 60% dan 50% mempunyai kesamaan namun pada torsi 4 Nm, 14 Nm, 24 Nm, 34 Nm, 84 Nm, 54 Nm, 54 Nm mempunyai efisiensi berbeda . Pada rangkaian paralel ketika 60% dan 50% mempunyai efisiensi yang sama untuk beberapa torsi, hanya ketika torsi 0 Nm, 9 Nm, 19 Nm, 29 Nm 39 Nm , 49 Nm 59 Nm, 69 Nm dan 79 Nm, 94 Nm 104 Nm, 114 Nm dan 124 Nm tidak mempunyai efisiensi yang sama. Dari grafik diatas, efisiensi pada rangkaian paralel lebih besar . Berdasarkan grafik tersebut, ketika beban yaitu torsi semakin naik maka efisiensi juga semakin meningkat .

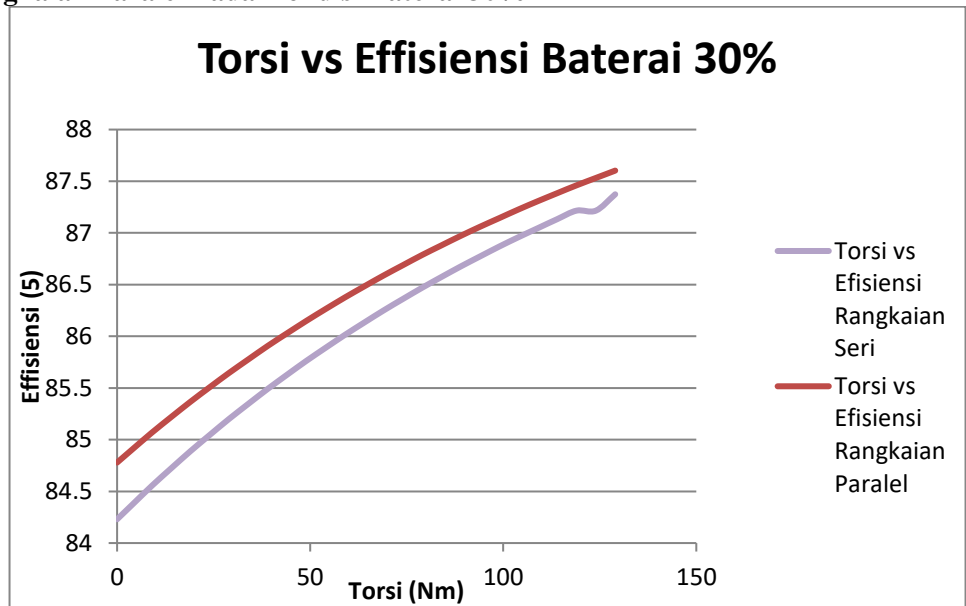
4.7.5.7. Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 40%



Grafik 4. 51 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 40%

Pada gambar 4.51 menunjukkan grafik torsi terhadap efisiensi pada rangkaian seri dan paralel ketika baterai 40% . Ketika diberikan beban torsi 129 Nm, efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai penuh bernilai 87.374% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 50% bernilai 87.605% . Sedangkan ketika tidak ada beban yaitu torsi dengan nilai 0 Nm, maka efisiensi pada rangkaian seri adalah 84.234% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 40% bernilai 84.782%. Efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai 50% dan 40% mempunyai kesamaan namun pada torsi 9 Nm,19 Nm, 29 Nm, 49 Nm,59 Nm,69 Nm, 79 Nm 89 Nm, 99 Nm, 109 Nm, 119 Nm dan 129 Nm mempunyai efisiensi berbeda . Pada rangkaian paralel ketika 50% dan 40% mempunyai efisiensi yang sama untuk beberapa torsi, hanya ketika torsi 94 Nm,104 Nm,114 Nm,124 Nm tidak mempunyai efisiensi yang sama. Dari grafik diatas, efisiensi pada rangkaian paralel lebih besar . Karena arus jangkar lenih besar daripada arus seri. Berdasarkan grafik tersebut,ketika beban yaitu torsi semakin naik maka efisiensi juga semakin meningkat .

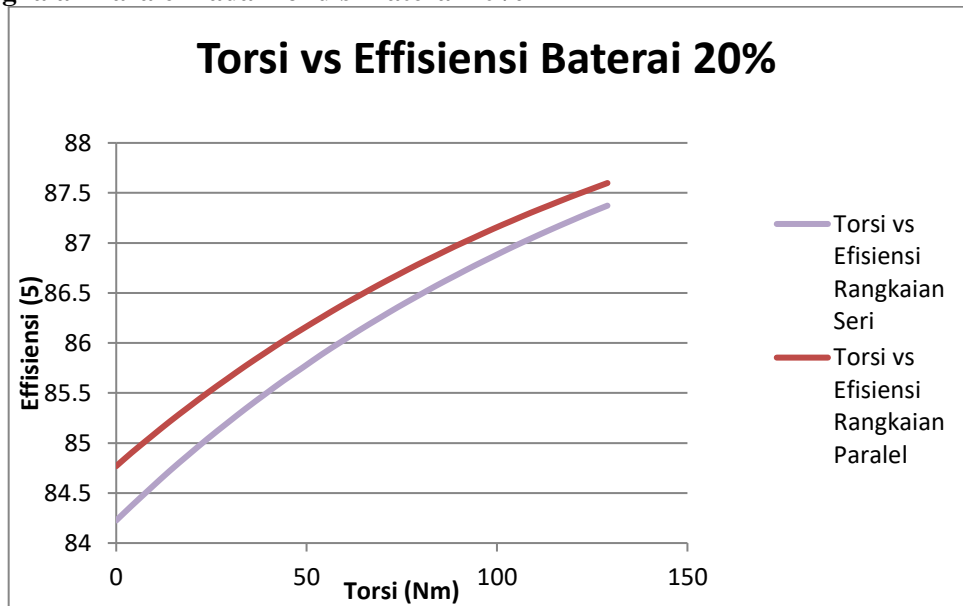
4.7.5.8. Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 30%



Grafik 4. 52 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 30%

Pada gambar 4.52 menunjukkan grafik torsi terhadap efisiensi pada rangkaian seri dan parallel ketika baterai 30% . Ketika diberikan beban torsi 129 Nm, efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai penuh bernilai 87.374% dan pada rangkaian parallel ketika baterai 50% bernilai 87.603% . Sedangkan ketika tidak ada beban yaitu torsi dengan nilai 0 Nm, maka efisiensi pada rangkaian seri adalah 84.23% dan pada rangkaian parallel ketika baterai 30% bernilai 84.779% . Efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai 40% dan 30% mempunyai kesamaan pada torsi 9 Nm, 19 Nm, 29 Nm, 49 Nm, 59 Nm, 69 Nm, 79 Nm 89 Nm, 99 Nm . Pada rangkaian parallel ketika 40% dan 30% tidak mempunyai efisiensi yang sama untuk beberapa torsi yang dibebankan, . Dari grafik diatas, efisiensi pada rangkaian parallel lebih besar . Berdasarkan grafik tersebut, ketika beban yaitu torsi semakin naik maka efisiensi juga semakin meningkat .

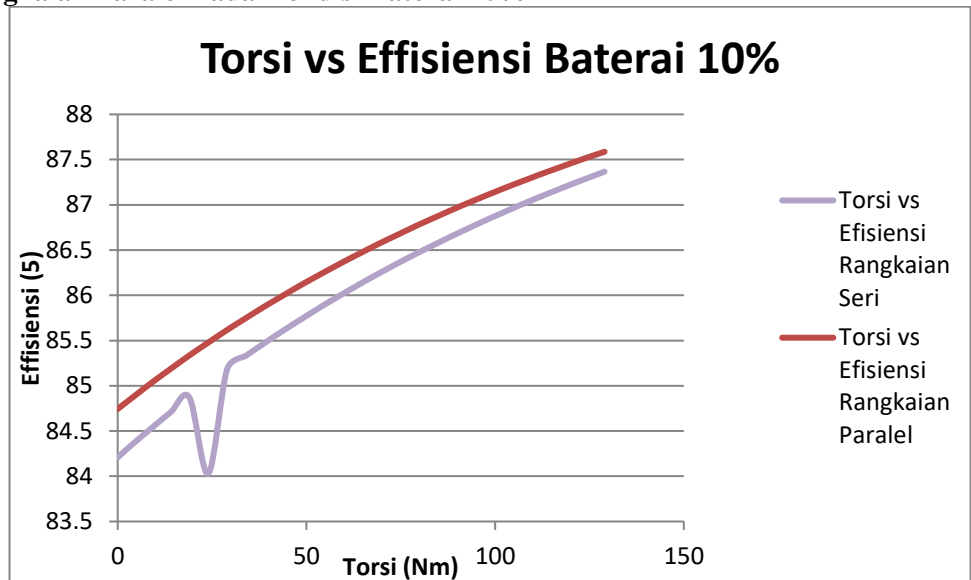
4.7.5.9. Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 20%



Grafik 4. 53 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 20%

Pada gambar 4.53 menunjukkan grafik torsi terhadap efisiensi pada rangkaian seri dan parallel ketika baterai 20% . Ketika diberikan beban torsi 129 Nm, efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai 20% bernilai 87.373% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 50% bernilai 87.599% . Sedangkan ketika tidak ada beban yaitu torsi dengan nilai 0 Nm, maka efisiensi pada rangkaian seri adalah 84.226% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 30% bernilai 84.769%. Dari grafik diatas, efisiensi pada rangkaian paralel lebih besar . Berdasarkan grafik tersebut, ketika beban yaitu torsi semakin naik maka efisiensi juga semakin meningkat .

4.7.5.10. Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 10%

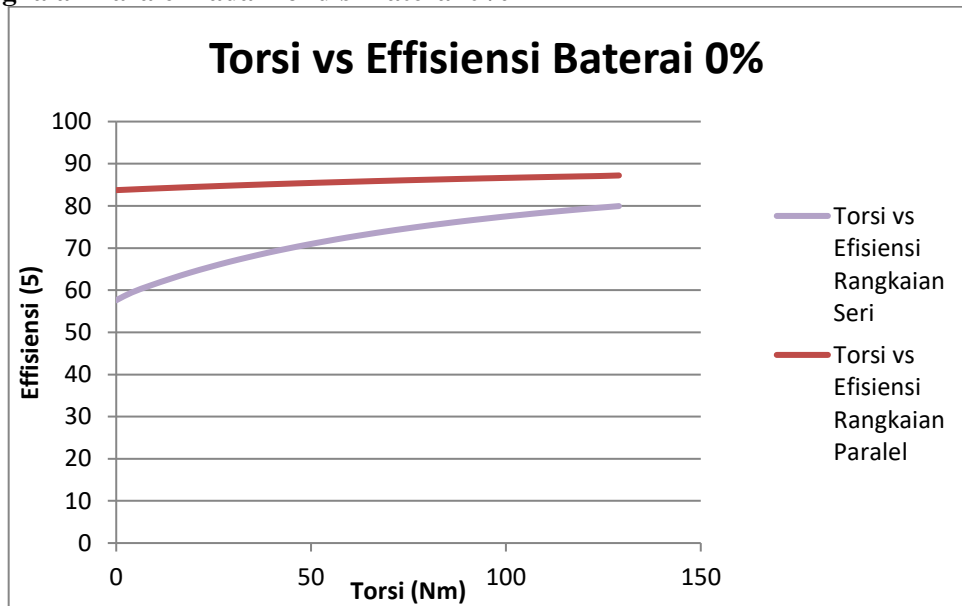


Gambar 4. 5 Perbandingan Efisiensi vs torsi motor Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel pada KOndisi Baterai 10%

Grafik 4. 54 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 10%

Pada gambar 4.54 menunjukkan grafik torsi terhadap efisiensi pada rangkaian seri dan parallel ketika baterai 10% . Ketika diberikan beban torsi 129 Nm, efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai 10% bernilai 87.367% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 10% bernilai 87.743% . Sedangkan ketika tidak ada beban yaitu torsi dengan nilai 0 Nm, maka efisiensi pada rangkaian seri adalah 84.208 % dan pada rangkaian paralel ketika baterai 10% bernilai 84.873 % . Hal ini tidak sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa efisiensi pada rangkaian paralel lebih baik atau lebih besar daripada rangkaian seri .

4.7.5.11. Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 0%

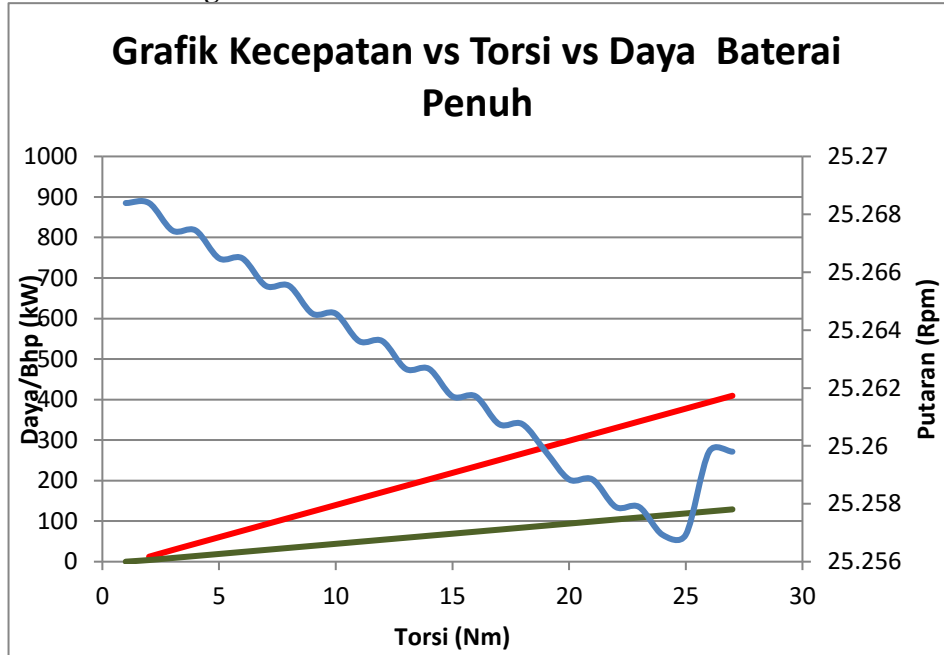


Grafik 4. 55 Grafik Perbandingan Efisiensi vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 0%

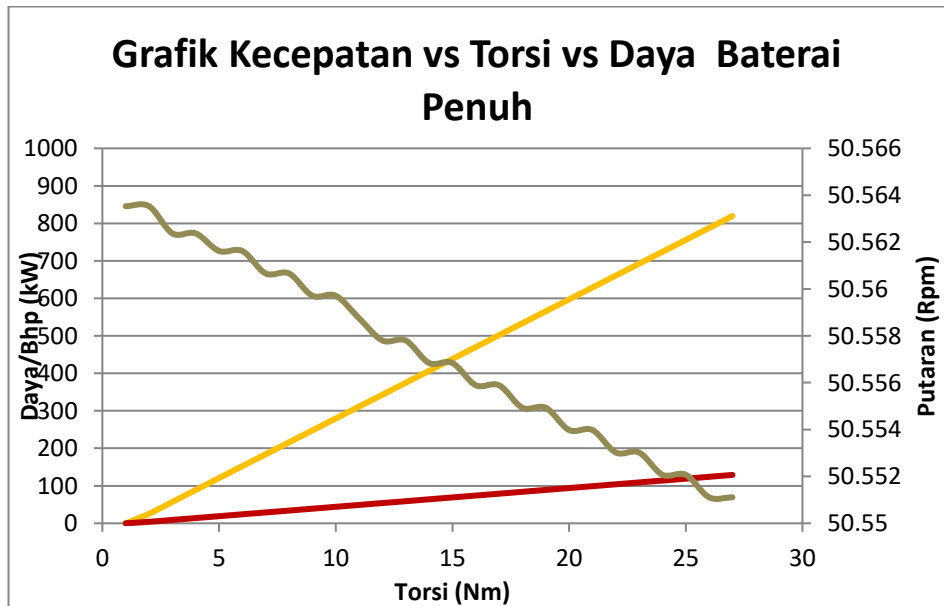
Pada gambar 4.55 menunjukkan grafik torsi terhadap efisiensi pada rangkaian seri dan parallel ketika baterai 0 knot berkapasitas baterai 0.538 % dan pada rangkaian paralel 0.575% . Ketika diberikan beban torsi 129 Nm, efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai 0.538% bernilai 79.946% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 0.575% bernilai 87.215% . Sedangkan ketika tidak ada beban yaitu torsi dengan nilai 0 Nm, maka efisiensi pada rangkaian seri ketika baterai 0.538% adalah 57.606% dan pada rangkaian paralel ketika baterai 0.575% bernilai 83.731%. Dari grafik diatas, efisiensi pada rangkaian parallel lebih besar daripada rangkaian seri .Berdasarkan grafik tersebut, ketika beban yaitu torsi semain naik maka efisiensi juga semakin meningkat .

4.7.6. Analisa Grafik Perbandingan Daya vs Putaran Vs Torsi Motor Pada Rangkaian Seri Hasil Dari Simulasi *Software* Matlab

4.7.6.1. Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai Penuh



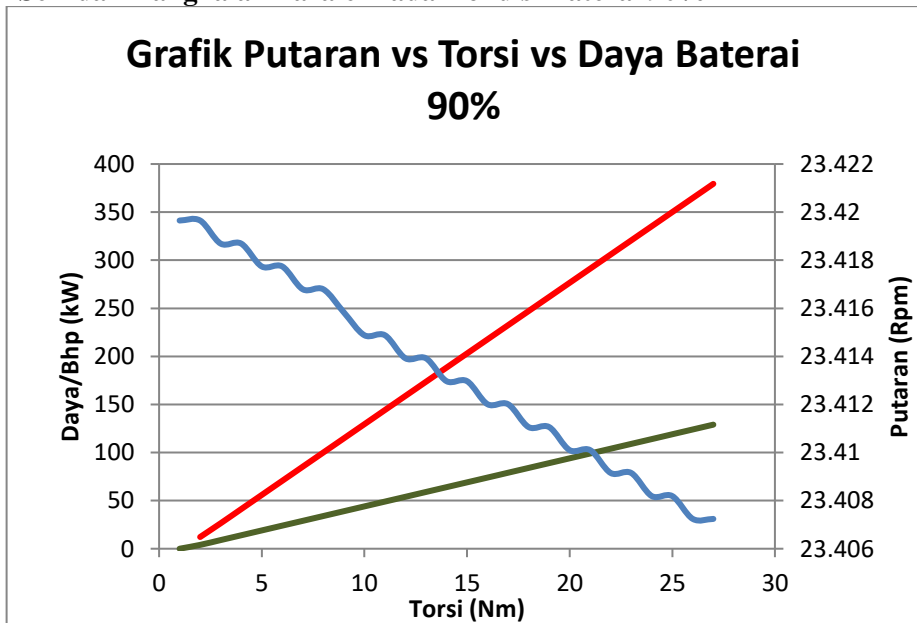
Grafik 4. 56 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai penuh



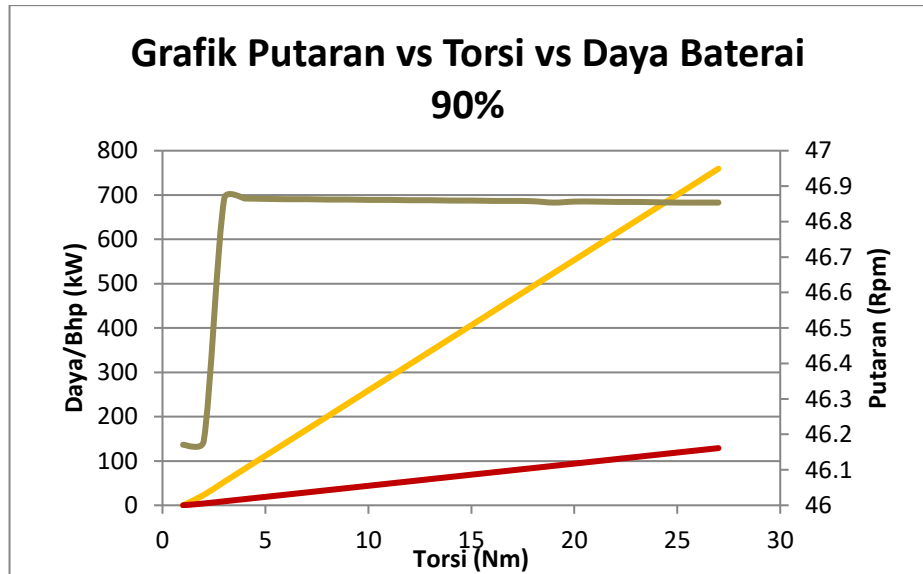
Grafik 4. 57 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai penuh

Pada gambar 4.56 dan 4.57 menunjukkan grafik hubungan antara putaran dengan torsi dan daya pada rangkaian seri dan parallel baterai penuh . Pada rangkaian seri ketika baterai penuh, putaran mencapai nilai 25.2598 rpm ,torsi yang dihasilkan 129 Nm.Pada rangkaian parallel ketika putaran bernilai 50.55111 rpm maka torsi yang dihasilkan 129 Nm. Karena hubungan antara torsi dan putaran berbanding terbalik. Pada rangkaian seri ketika baterai penuh , ketika putaran mencapai 25.2598 rpm maka daya yang dihasilkan adalah 409.43316 kW . Pada rangkaian parallel , ketika putaran bernilai 50.55111 rpm maka daya nyang dihasilkan bernilai 819.3771 kW

4.7.6.2. Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 90%



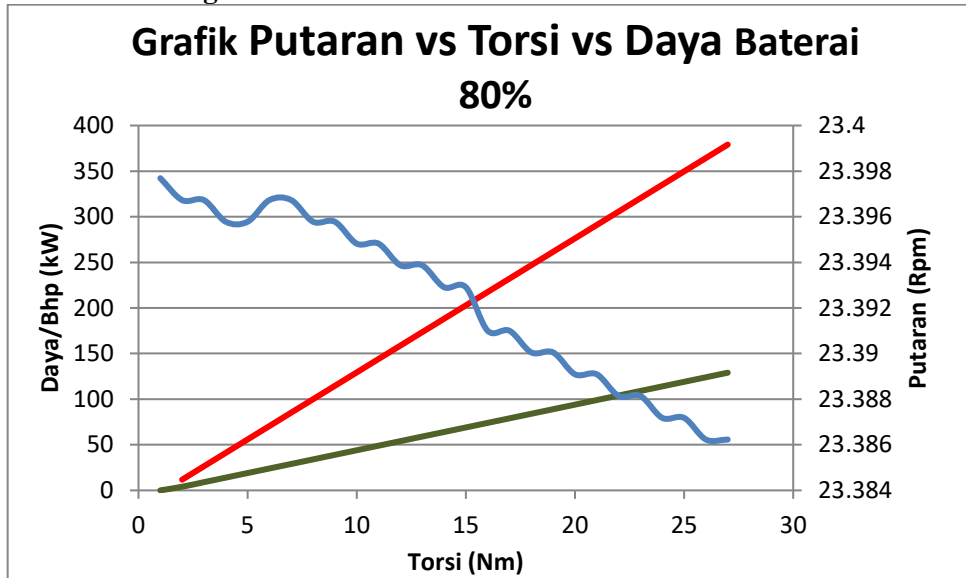
Grafik 4. 58 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 90 %



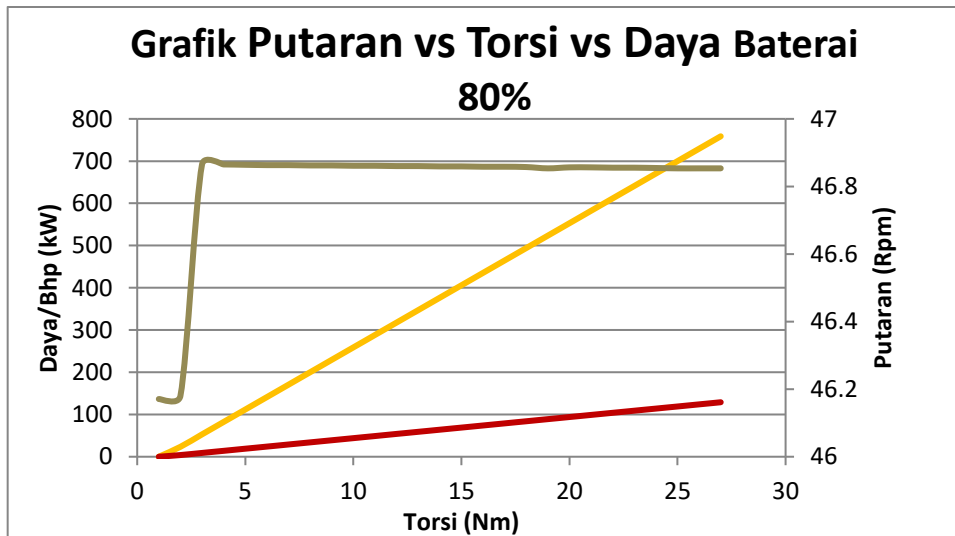
Grafik 4. 59 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 90%

Pada gambar 4.58 dan 4.59 menunjukkan grafik hubungan antara putaran dengan torsi dan daya pada rangkaian seri dan parallel baterai 90% . Pada rangkaian seri ketika baterai 90%, putaran mencapai nilai 23.04724 rpm ,torsi yang dihasilkan 129 Nm.Pada rangkaian parallel ketika putaran bernilai rpm 46.85362 maka torsi yang dihasilkan 129 Nm. Karena hubungan antara torsi dan putaran berbanding terbalik. Pada rangkaian seri ketika baterai 90% , ketika putaran mencapai 23.04724 rpm maka daya yang dihasilkan adalah 379.40763 kW . Pada rangkaian parallel , ketika putaran bernilai 46.85362 rpm maka daya nyang dihasilkan bernilai 759.4449 kW

4.7.6.3. Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 80%



Grafik 4. 60 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 80 %

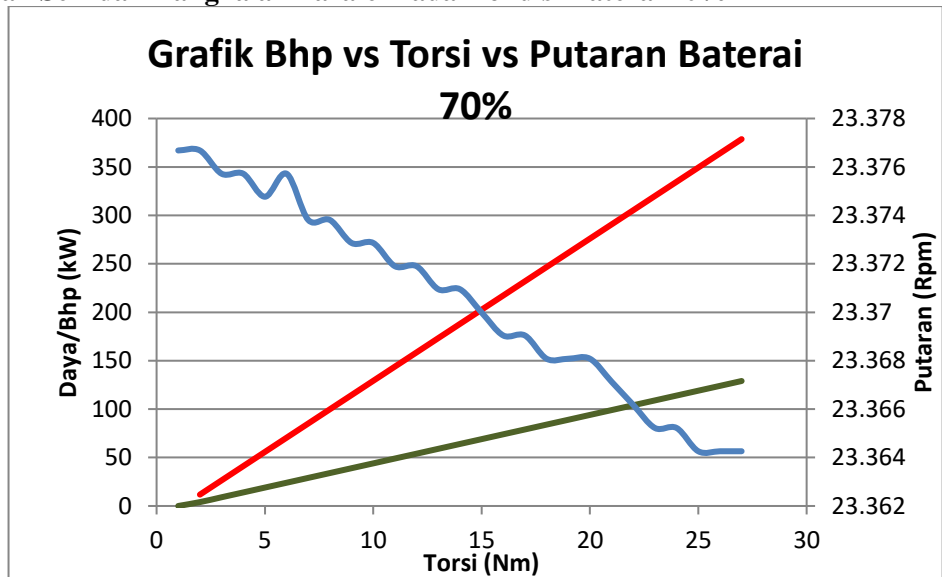


Grafik 4. 61 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 80%

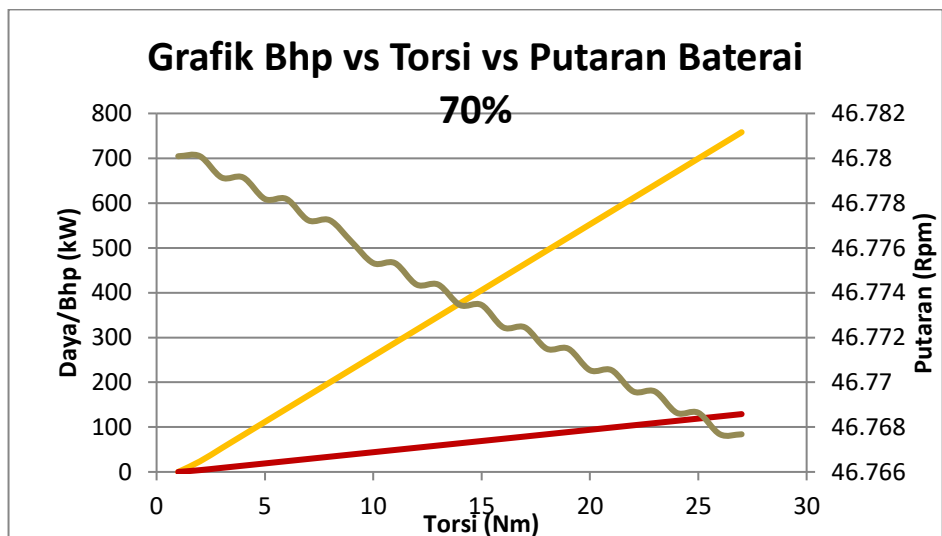
Pada gambar 4.60 dan 4.61 menunjukkan grafik hubungan antara putaran dengan torsi dan daya pada rangkaian seri dan paralel baterai 80%. Pada rangkaian seri ketika baterai 80%, putaran mencapai nilai 23.38623 rpm, torsi yang dihasilkan 129 Nm. Pada rangkaian paralel ketika putaran bernilai 46.81065 rpm maka torsi yang dihasilkan 129 Nm. Karena hubungan antara torsi dan putaran berbanding terbalik. Pada rangkaian seri ketika baterai 80%, ketika putaran mencapai 23.38623 rpm maka daya yang dihasilkan

adalah 379.06708 kW . Pada rangkaian parallel , ketika putaran bernilai 46.81065 rpm maka daya nyang dihasilkan bernilai 758.7484 kW

4.7.6.4. Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 70%



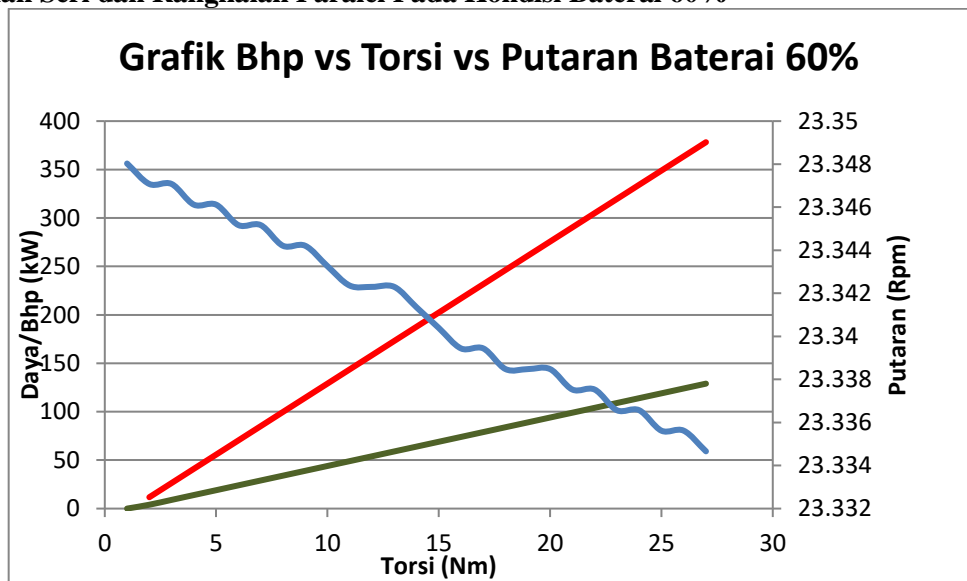
Grafik 4. 62 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 70 %



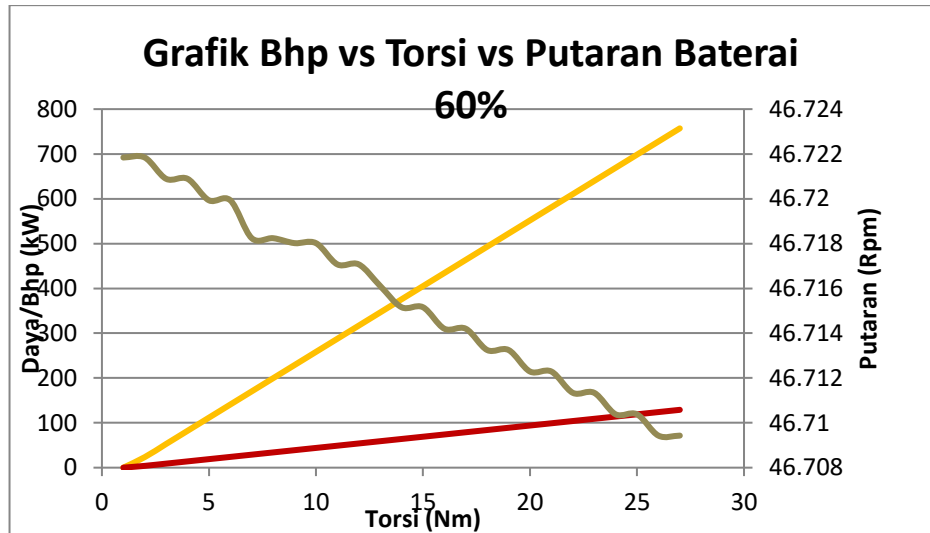
Grafik 4. 63 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 70 %

Pada gambar 4.61 dan 4.62 menunjukkan grafik hubungan antara putaran dengan torsi dan daya pada rangkaian seri dan parallel baterai 70% . Pada rangkaian seri ketika baterai 80%, putaran mencapai nilai 23.36426 rpm ,torsi yang dihasilkan 129 Nm. Pada rangkaian parallel ketika putaran bernilai 46.76768 rpm maka torsi yang dihasilkan 129 Nm. Karena hubungan antara torsi dan putaran berbanding terbalik. Pada rangkaian seri ketika baterai 70% , ketika putaran mencapai 23.36426 rpm maka daya yang dihasilkan adalah 378.9043 kW . Pada rangkaian parallel , ketika putaran bernilai 46.76768 rpm maka daya nyang dihasilkan bernilai 758.0519 kW

4.7.6.5. Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 60%



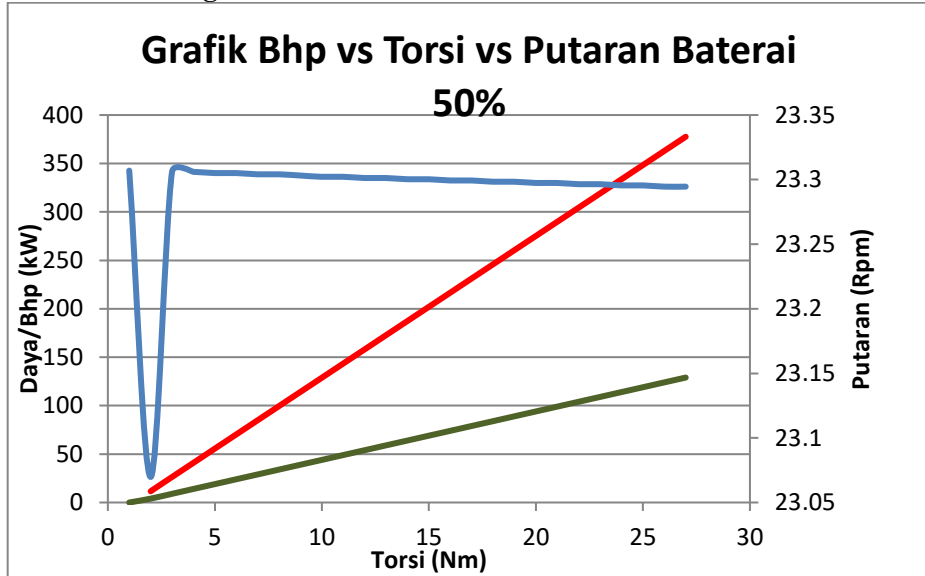
Grafik 4. 64 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 60 %



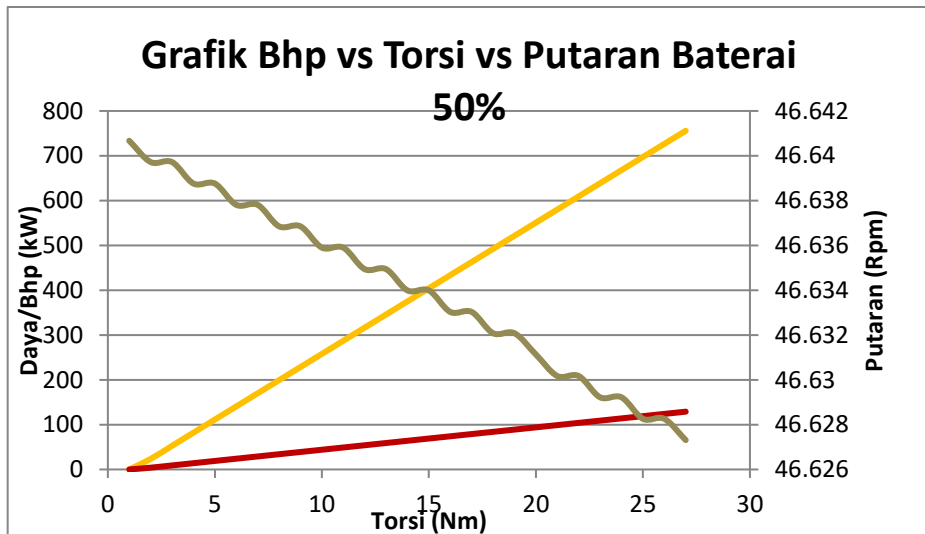
Grafik 4. 65 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 60%

Pada gambar 4.64 dan 4.65 menunjukkan grafik hubungan antara putaran dengan torsi dan daya pada rangkaian seri dan paralel baterai 60% . Pada rangkaian seri ketika baterai 60%, putaran mencapai nilai 23.33466 rpm ,torsi yang dihasilkan 129 Nm. Pada rangkaian paralel ketika putaran bernilai 46.70943 rpm maka torsi yang dihasilkan 129 Nm. Karena hubungan antara torsi dan putaran berbanding terbalik. Pada rangkaian seri ketika baterai 70% , ketika putaran mencapai 23.33466 rpm maka daya yang dihasilkan adalah 378.23118 kW . Pada rangkaian paralel , ketika putaran bernilai 46.70943 rpm maka daya nyang dihasilkan bernilai 757.1125 kW

4.7.6.6. Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 50%



Grafik 4. 66 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 50 %

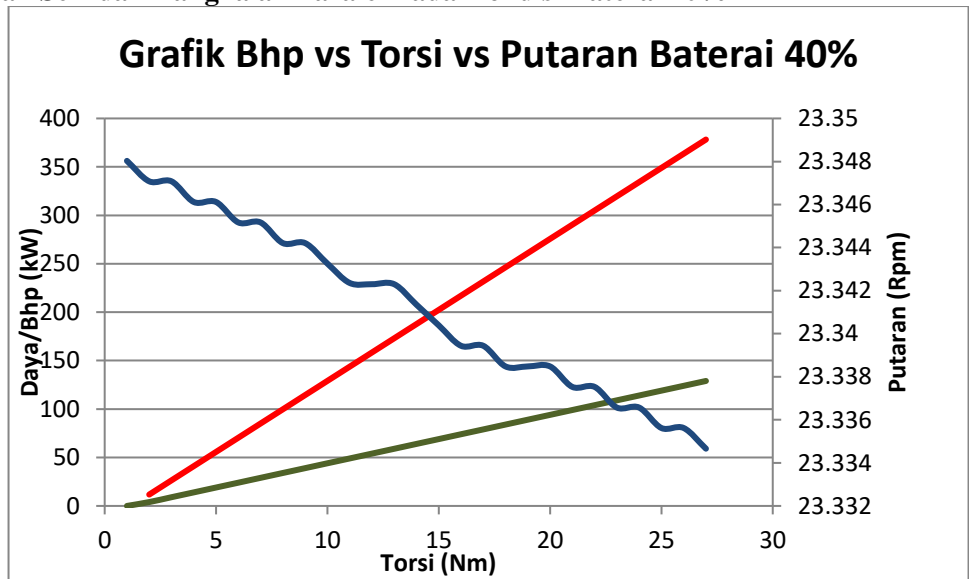


Grafik 4. 67 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 50%

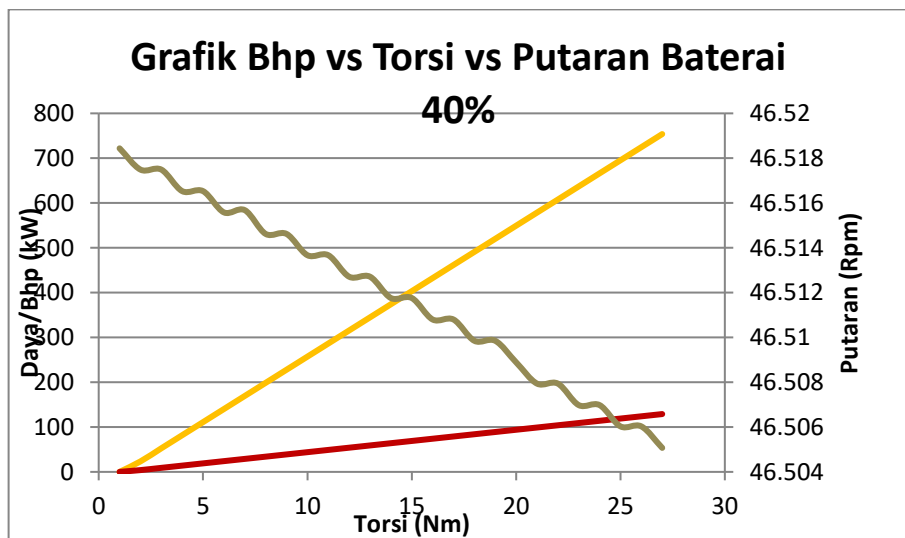
Pada gambar 4.66 dan 4.67 menunjukkan grafik hubungan antara putaran dengan torsi dan daya pada rangkaian seri dan paralel baterai 50% .Pada rangkaian seri ketika baterai 50%, putaran mencapai nilai 23.29455 rpm ,torsi yang dihasilkan 129 Nm. Pada rangkaian paralel ketika putaran bernilai 46.6271 rpm maka torsi yang dihasilkan 129 Nm. Karena hubungan antara torsi dan putaran berbanding terbalik. Pada rangkaian seri ketika baterai 50% , ketika putaran mencapai 23.29455 rpm maka

daya yang dihasilkan adalah 377.5814 kW . Pada rangkaian parallel , ketika putaran bernilai 46.6271 rpm maka daya nyang dihasilkan bernilai 755.78 kW

4.7.6.7. Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 40%



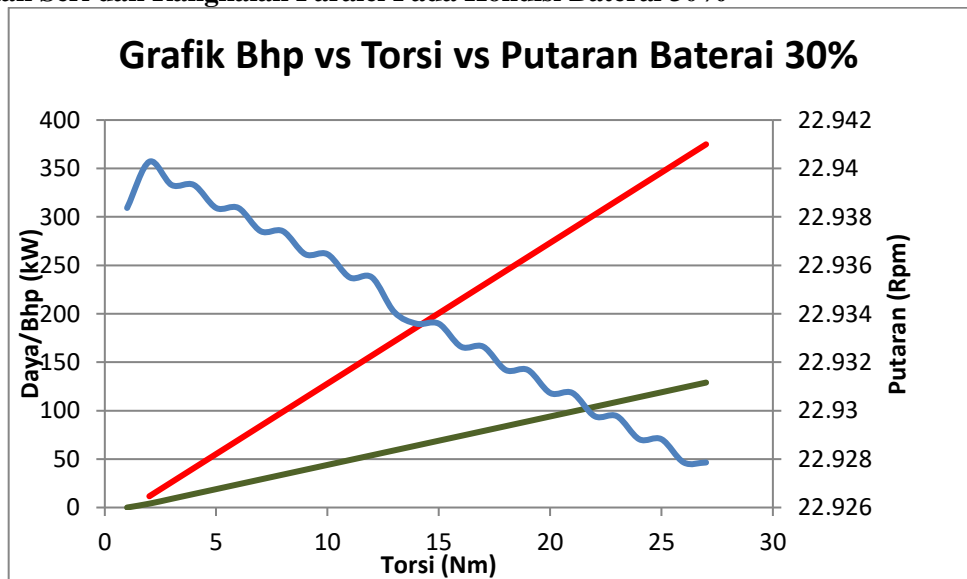
Grafik 4. 68 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 40 %



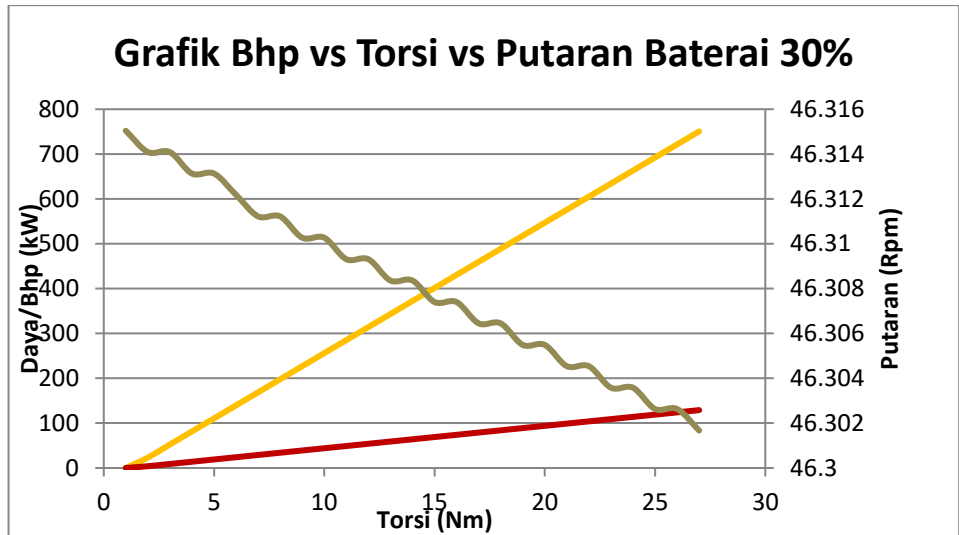
Grafik 4. 69 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 40%

Pada gambar 4.68 dan 4.69 menunjukkan grafik hubungan antara putaran dengan torsi dan daya pada rangkaian seri dan parallel baterai 40% .Pada rangkaian seri ketika baterai 40%, putaran mencapai nilai 23.23344 rpm ,torsi yang dihasilkan 129 Nm. Pada rangkaian parallel ketika putaran bernilai 46.50507 rpm maka torsi yang dihasilkan 129 Nm. Karena hubungan antara torsi dan putaran berbanding terbalik. Pada rangkaian seri ketika baterai 40% , ketika putaran mencapai rpm 23.23344 maka daya yang dihasilkan adalah 376.58812 kW . Pada rangkaian parallel , ketika putaran bernilai 46.50507 rpm maka daya yang dihasilkan bernilai 753.8

4.7.6.8. Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 30%



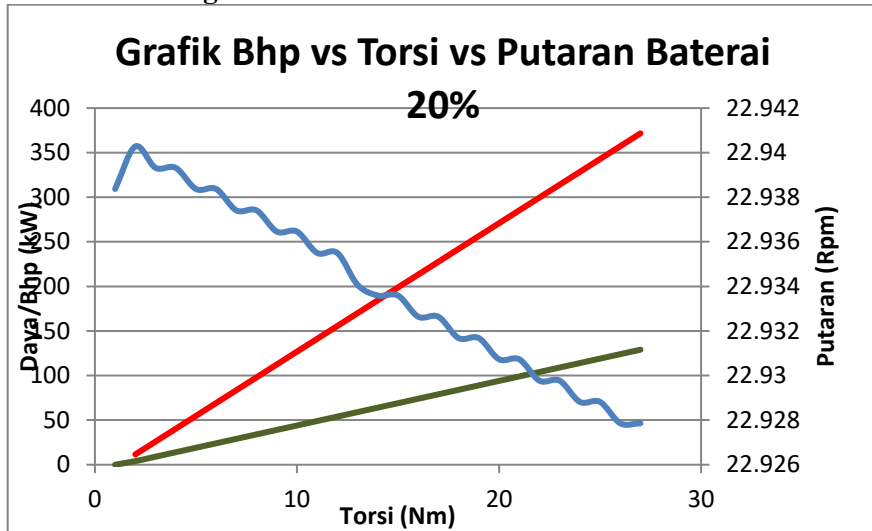
Grafik 4. 70 Grafik Perbandingan Daya vs Efisiensi vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 30 %



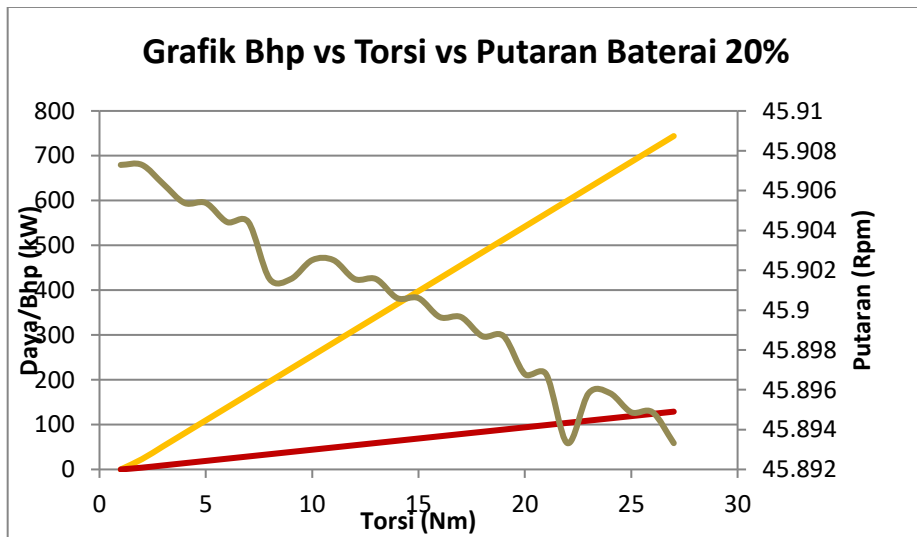
Grafik 4. 71 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 30%

Pada gambar 4.70 dan 4.71 menunjukkan grafik hubungan antara putaran dengan torsi dan daya pada rangkaian seri dan paralel baterai 30% .Pada rangkaian seri ketika baterai 30% , putaran mencapai nilai 23.13126 rpm ,torsi yang dihasilkan 129 Nm. Pada rangkaian parallel ketika putaran bernilai 46.30167 rpm maka torsi yang dihasilkan 129 Nm. Karena hubungan antara torsi dan putaran berbanding terbalik. Pada rangkaian seri ketika baterai 30% , ketika putaran mencapai 23.13126 rpm maka daya yang dihasilkan adalah 374.9319 kW . Pada rangkaian parallel , ketika putaran bernilai 46.30167 rpm maka daya yang dihasilkan bernilai 750,5 kW

4.7.6.9. Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 20%



Grafik 4. 72 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 20 %

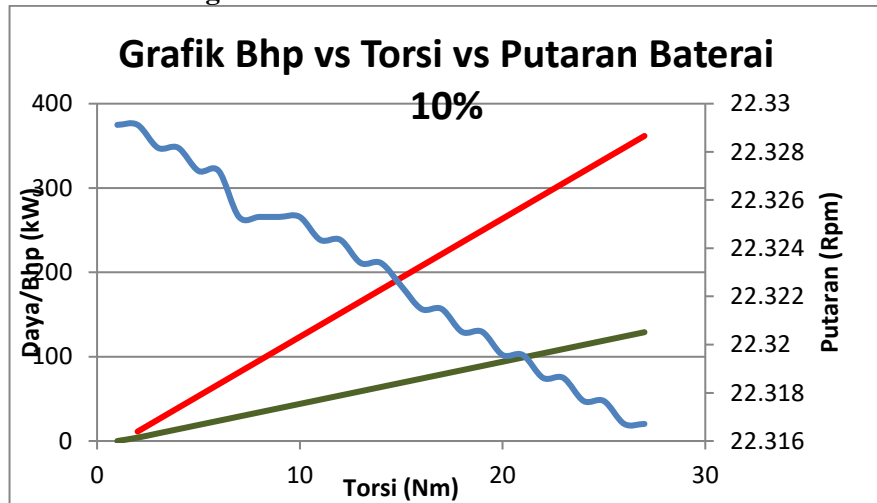


Grafik 4. 73 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 20%

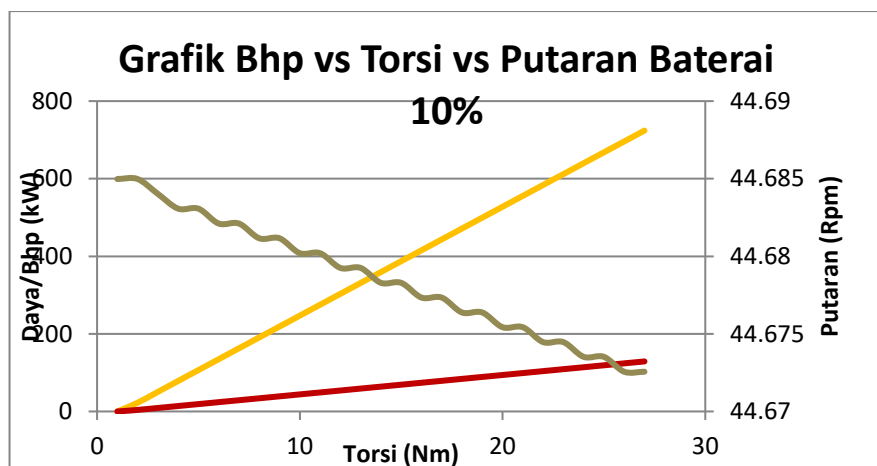
Pada gambar 4.72 dan 4.73 menunjukkan grafik hubungan antara putaran dengan torsi dan daya pada rangkaian seri dan paralel baterai 20% .Pada rangkaian seri ketika baterai 20%, putaran mencapai nilai 22.92786 rpm ,torsi yang dihasilkan 129 Nm. Pada rangkaian paralel ketika putaran bernilai 45.89332 rpm maka torsi yang dihasilkan 129 Nm. Karena hubungan antara torsi dan putaran berbanding terbalik. Pada rangkaian seri ketika baterai 20% , ketika putaran mencapai 22.92786 rpm maka daya yang

dihasilkan adalah 371.63501 kW . Pada rangkaian parallel , ketika putaran bernilai 45.89332 rpm maka daya yang dihasilkan bernilai 743.88kW

4.7.6.10. Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 10%



Grafik 4. 74 Grafik Perbandingan Daya vs Efisiensi vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 10 %

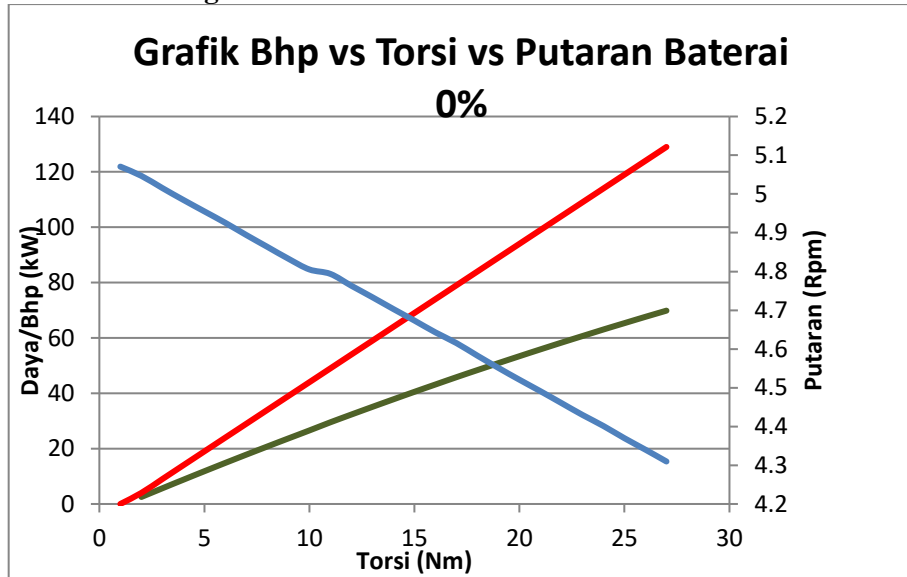


Grafik 4. 75 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 10%

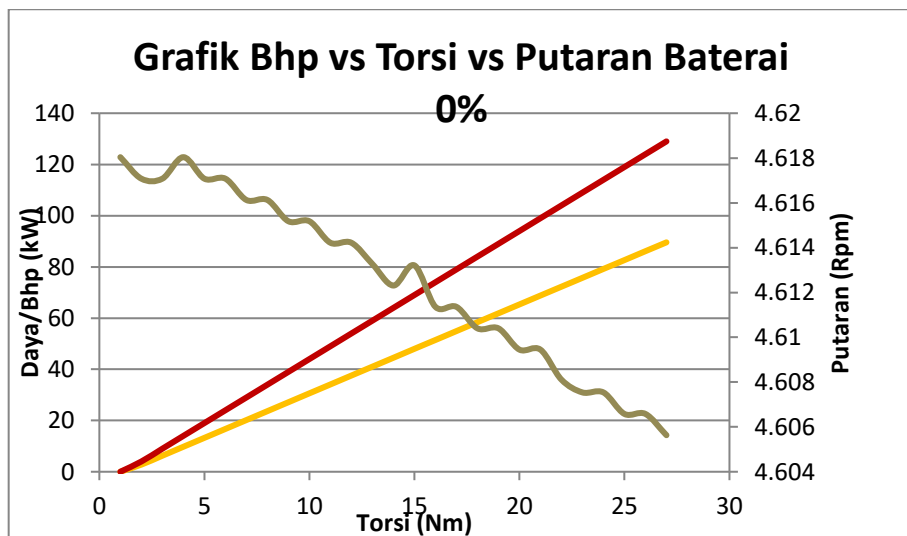
Pada gambar 4.74 dan 4.75 menunjukkan grafik hubungan antara putaran dengan torsi dan daya pada rangkaian seri dan paralel baterai 10% .Pada rangkaian seri ketika baterai 10%, putaran mencapai nilai 22.31631 rpm ,torsi yang dihasilkan 129 Nm. Pada rangkaian paralel ketika putaran bernilai rpm maka torsi yang dihasilkan 129 Nm. Karena hubungan antara torsi dan putaran berbanding terbalik. Pada rangkaian seri ketika baterai 10% , ketika putaran mencapai 22.31631 rpm maka daya yang dihasilkan adalah 361.72895 kW . Pada

rangkaian parallel , ketika putaran bernilai 44.67256 rpm maka daya yang dihasilkan bernilai 724.1 kW

4.7.6.11. Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Untuk Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel Pada Kondisi Baterai 0%



Grafik 4. 76 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Seri Pada Kondisi Baterai 0 %



Grafik 4. 77 Grafik Perbandingan Daya vs Putaran vs Torsi Motor Rangkaian Se Paralel Pada Kondisi Baterai 0 %

Pada gambar 4.76 dan 4.77 menunjukkan grafik hubungan antara putaran dengan torsi dan daya pada rangkaian seri dan parallel baterai 10% .Pada rangkaian seri ketika baterai 0 knot, putaran mencapai nilai rpm ,torsi yang dihasilkan 129 Nm. Pada rangkaian parallel ketika putaran bernilai 4.3096 rpm maka torsi yang dihasilkan 129 Nm. Karena hubungan antara torsi dan putaran berbanding terbalik. Pada rangkaian seri ketika baterai 0% , ketika putaran mencapai 4.3096 rpm maka daya yang dihasilkan adalah 69.854247 kW . Pada rangkaian parallel , ketika putaran bernilai 4.60563 rpm maka daya yang dihasilkan bernilai 89.5814 kW .

4.8. Perhitungan Lama Baterai saat Menyelam

Untuk menghitung lamanya baterai dapat digunakan ketika menyelam berikut adalah perhitungannya :

a. Untuk rangkaian seri

Data yang diketahui

$$I_a = 41.47 \text{ A}$$

$$I_f = 3.743 \text{ A}$$

$$\text{Kapasitas baterai} = 41040 \text{ AH}$$

$$\begin{aligned} IL &= I_a + I_f \\ &= 41.47 + 3.743 \\ &= 45.213 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lama Baterai} &= \frac{41040}{45.213} \\ &= 907,7035 \text{ jam} \\ &= 37,8209 \text{ hari} \\ &= 37 \text{ hari} \end{aligned}$$

b. Untuk rangkaian parallel

Data yang diketahui

$$I_a = 43.2 \text{ A}$$

$$I_f = 3.743 \text{ A}$$

$$\text{Kapasitas baterai} = 41040 \text{ AH}$$

$$\begin{aligned} IL &= I_a + I_f \\ &= 43.42 + 3.743 \end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas baterai} = 41040 \text{ AH}$$

$$\text{Lama Baterai} = \frac{41040}{45.213}$$

$$= 874.2518 \text{ jam}$$

$$= 36,4215 \text{ hari}$$

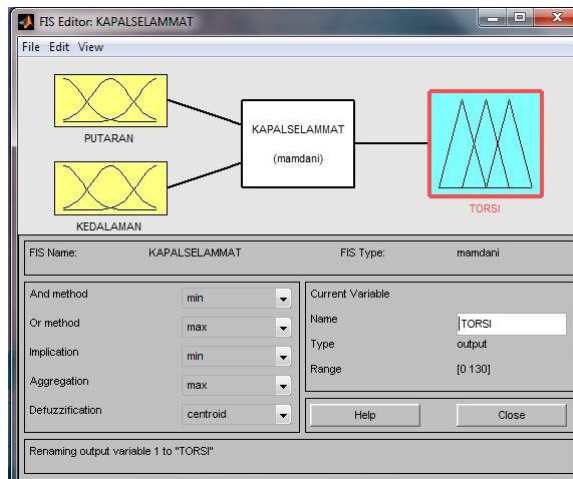
$$= 36 \text{ hari}$$

4.9. Representasi Fuzzy Inference System Sistem Propulsi Listrik Wahana Bawah Air 60 m

Setelah karakteristik motor DC dapat diketahui dari torsi dan putaran ,maka karakteristik motor DC dapat direpresentasikan dengan bantuan perangkat lunak

Matlab dengan fungsi fuzzy , berikut adalah langkah – langkah yang dilakukan dalam pengaturan kecepatan motor dc pada wahana bawah air

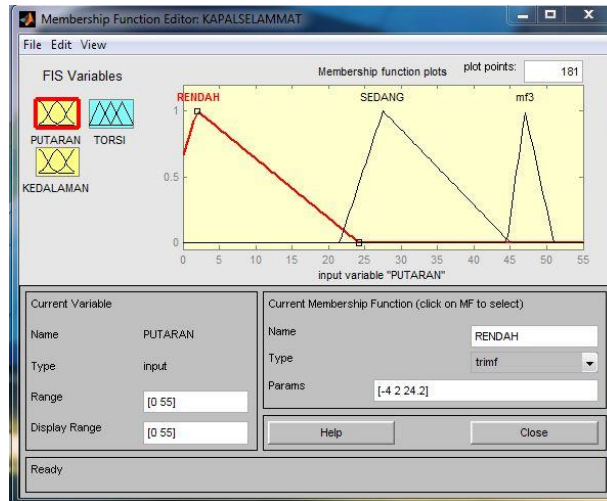
1. Menentukan Input dan output yang digunakan dalam perangkat lunak Matlab tersebut . Untuk permasalahan ini menggunakan 2 input (masukan) yaitu nilai putaran dan kedalaman air serta outputnya adalah torsi yang diperlukan menggerakkan kapal . Menggunakan fuzzy dengan metode Mamdani . Berikut adalah skema gambar fuzzy yang dijadikan input .



Gambar 4. 6

Gambar 4. 7 Skema fuzzy dengan 2 input

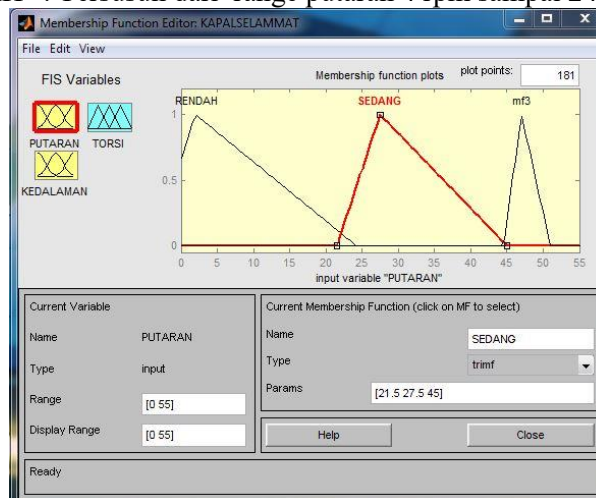
2. Mengatur nilai – nilai yang menjadi masukan (input) . Dalam pengerjaan ini yang menjadi input adalah nilai putaran .dan jarak kedalaman air . Nilai putaran diambil dari data running motor dc baik seri maupun parallel . Nilai – nilai putaran serta kedalaman air digunakan sebagai range untuk dapat diinputkan ke dalam fungsi fuzzy .



Gambar 4. 8 Input putaran bagian "RENDAH"

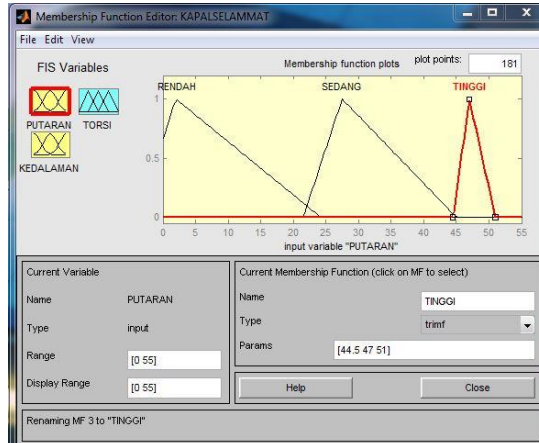
a. Input Putaran

Sebagai input adalah putaran hasil running dari motor DC pada Smulink MATLAB . Sehingga untuk putaran terbagi menjadi 3 bagian . Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui untuk input putaran bagian pertama berkategori "RENDAH" . Tersusun dari range putaran 4 rpm sampai 24.2 rpm



Gambar 4. 9 Input Putaran Bagian "SEDANG"

Brdasarkan gambar diatas pada input bagian untuk range "SEDANG" tersusun dari putaran bernilai 21.5 rpm sampai 45 rpm .

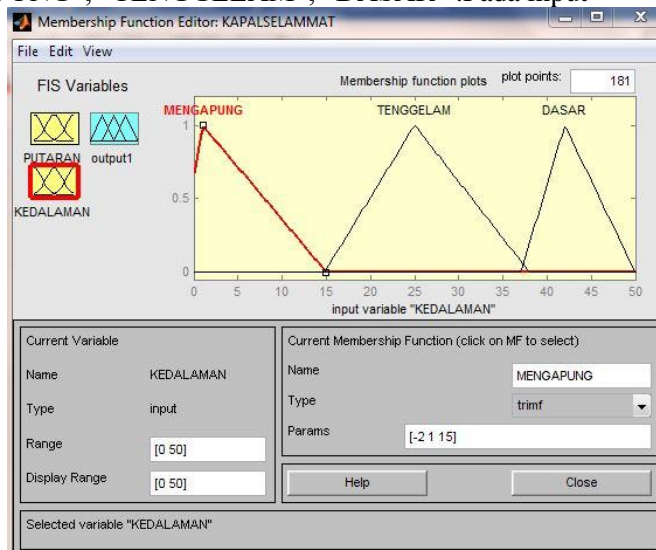


Gambar 4. 10 Input putaran "TINGGI"

Berdasarkan gambar 4.6 . Pada input bagian putaran “TINGGI” tersusun dari putaran 44.8 rpm sampai 51.3 rpm .

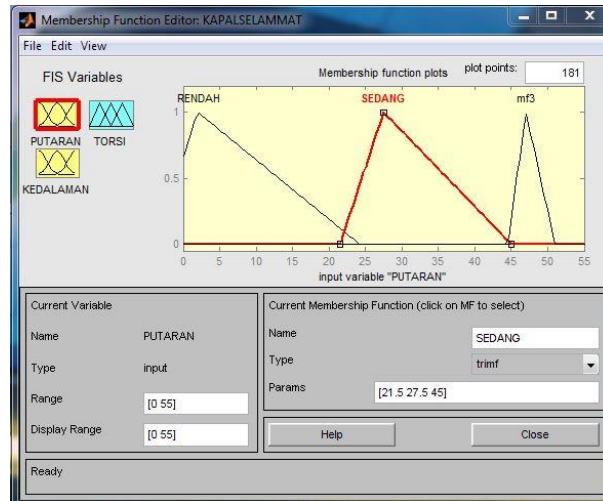
b. Input Kedalaman

Pada input kedalaman ini direncanakan terdiri dari 3 bagian input . Yaitu ”MENGAPUNG”, ”TENGGELAM”, ”DASAR” .Pada input



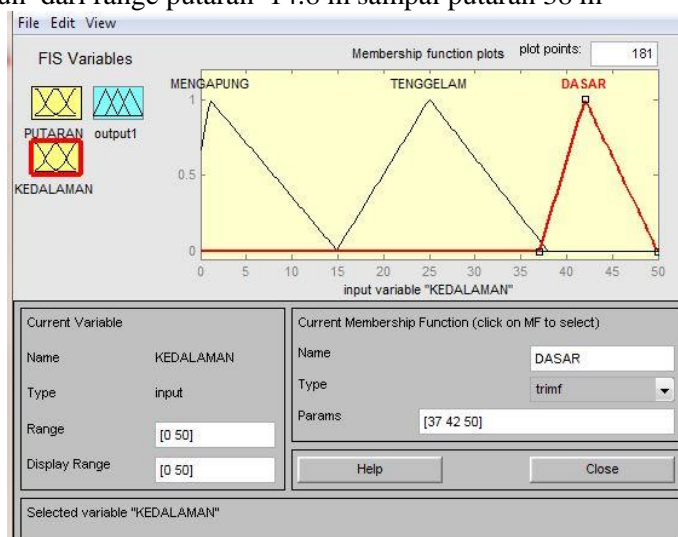
Gambar 4. 11 Input Kedalaman "MENGAPUNG"

Pada input kedalaman bagian “MENGAPUNG” terdiri dari range 2 m sampai 15 m .



Gambar 4. 12 Input Kedalaman "TENGGELAM"

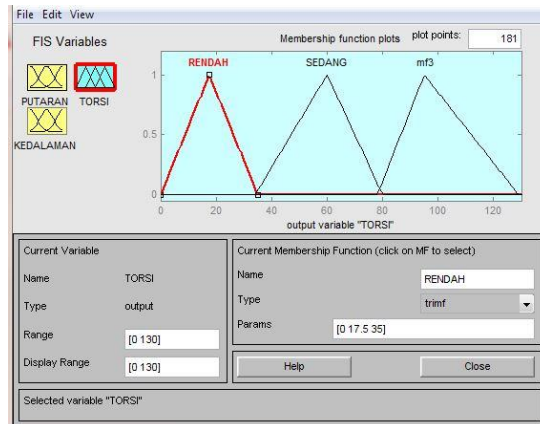
Berdasarkan gambar diatas .Pada input kedalaman bagian “TENGGELAM” tersusun dari range putaran 14.8 m sampai putaran 38 m



Gambar 4. 13 Input Kedalaman "DASAR"

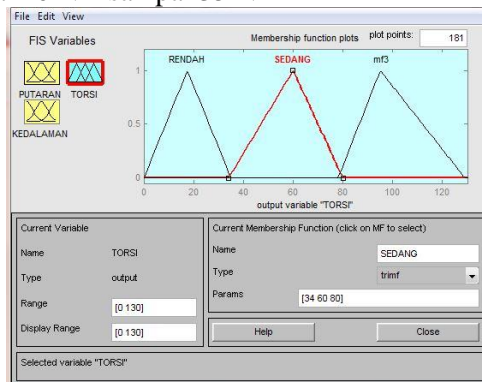
Berdasarkan gambar diatas .Pada input kedalaman bagian “DASAR” tersusun dari range putaran 37 m sampai putaran 50 m .

- c. Membuat dan memasukkan variable yang menjadi output
 Dalam pengerjaan tugas akhir ini yang menjadi output adalah torsi . Terdapat 3 bagian dalam output torsi ini . Yaitu sebagai berikut



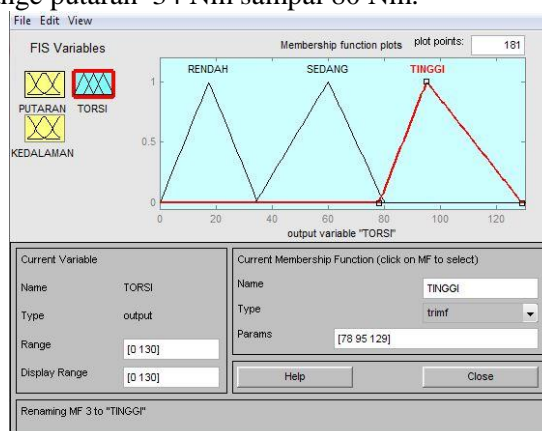
Gambar 4.14 Output Torsi "RENDAH"

Berdasarkan gambar diatas .Pada output kedalaman bagian “RENDAH” tersusun dari range putaran 0 Nm sampai 35 Nm



Gambar 4.15 Output Torsi "SEDANG"

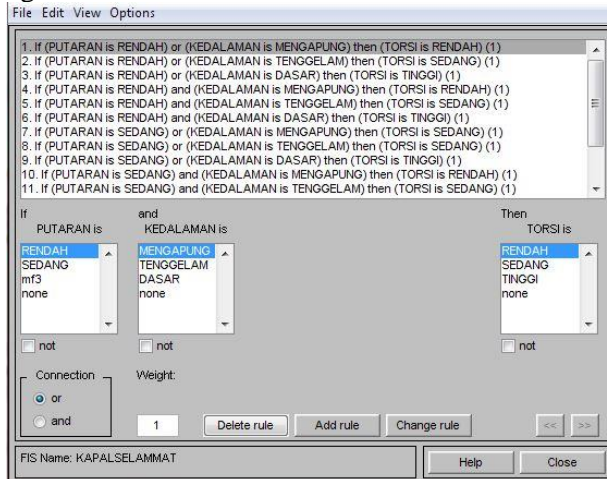
Berdasarkan gambar diatas .Pada output kedalaman bagian “SEDANG” tersusun dari range putaran 34 Nm sampai 80 Nm.



Gambar 4.16 Output Torsi "TINGGI"

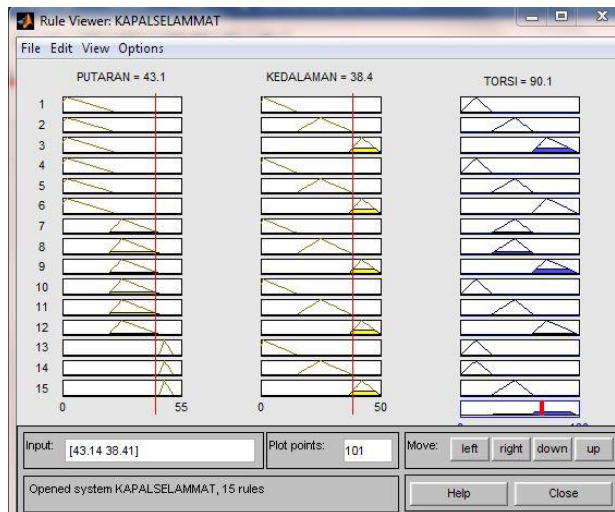
Berdasarkan gambar diatas .Pada output kedalaman bagian “TINGGI” tersusun dari range putaran 78 Nm sampai 129 Nm .

- Setelah menentukan variable input dan output , maka tahapan selanjutnya adalah memasukkan rules . Yaitu aturan – aturan hubungan antara output dan input . Seperti pada gambar dibawah ini .



Gambar 4. 17 Skema Fuzzy Rules

- Setelah memasukkan rules maka matlab secara otomatis akan melakukan pemetaan dari masukan putaran dan kedalaman yang sudah input dan sebagai keluaran adalah torsi . Berikut adalah pemetaan berdasarkan fungsi fuzzy pada matlab.



Gambar 4. 18 Skema Fuzzy dengan distribusi putaran,kedalaman, dan output torsi

5. Dari model simulasi fuzzy diatas dapat dilihat bahwa ketika putaran berada pada nilai 43.1 rpm dan berada pada kedalaman 38.4 maka torsi yang diperlukan bernilai 90.1 Nm .

Sehingga dengan fuzzy inference sistem akan membaca nilai masukan nilai putaran dan kedalaman . Kemudian fuzzy inference system akan mengevaluasi tingkat torsi yang diperlukan .

Apabila diperlukan torsi yang tinggi, dengan pertimbangan kedalaman wahana bawah air menyelam , berdasarkan karakteristik dari motor dc untuk torsi dan putaran , maka putaran akan diturunkan untuk mendapatkan nilai torsi yang besar . namun jika medan yang dilalui wahan bawah air tidak terlalu dalam maka torsi yang dibutuhkan memutar propeller tidak terlalu besar maka putaran motor akan diturunkan .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Setelah dilakukan simulasi dan analisa pada setiap rangkaian maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Karakteristik dan performa pada rangkaian motor DC adalah sebagai berikut :
 - a. Jika kecepatan bernilai naik maka torsi yang dihasilkan akan turun.hubungan torsi dan kecepatan berbanding terbalik
 - b. Kecepatan kapal maksimum menghasilkan putaran motor yang maksimum juga .Maka hubungan kecepatan dengan putaran adalah sebanding
 - c. Torsi naik maka efisiensi akan naik . Nilai torsi sebanding dengan efisiensi .
 - d. Dengan tegangan yang sama telah didapatkan beberapa karakteristik putaran motor dc dengan variasi level baterai dan beban
2. Lama penggunaan baterai adalah 36 hari pada rangkaian motor seri dan 37 hari pada rangkaian paralel
3. Sebelum membuat fuzzy inference system , maka perlu dilakukan simulasi rangkaian seri dan paralel untuk motor dc. Agar diketahui karakteristik dan putaran motor dc dengan variasi rangkaian dan beban torsi yang diberikan
4. Fuzzy inference sistem dapat dijadikan alternatif untuk pembacaan putaran untuk kemudian mengevaluasi tingkat torsi yang diperlukan motor dc berdasarkan putaran yang dihasilkan motor sesuai kebutuhan kapal

5.2. SARAN

1. Setelah dilakukan simulasi dan perhitungan , maka perlu diadakan sebuah tahap impelementasi . Yaitu dilakukan uji riil berdasarkan hasil simulasi ini agar diketahui nantinya perbandingan anatara perencanaan dan hasil real .

Halaman sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Sarwito, Sardono.2006.Sistem Kelistrikan dan Pengendalian.FTK ITS:Surabaya.,
Adnanes,Alf Kare.2003.Maritime Electrical Installations And Diesel Electric Propulsion.
ABB
- Allmendinger,Eugene.1990.Submersible Vehicle Systems Design.The Society of Naval
Architect and Marine Engineers : Jersey City.
- Bertram,Volker.2012.Practical Hydrodynamics.Elsevier:USA
- Burcher,Roy.1999.Concepts in Submersible Design.Publish : Cambridge University
Press
- Kitab Undang-Undang Hukum Dagang (KUHD) 1935.
- Undang-Undang RI No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran.Safety Of Life At Sea (1974)
- Tachibana, Y. dkk; [1985]; “Diesel Electric Propulsion System of Ice Breaker
‘SHIRASE’ “; Jurnal on Bulletin of The M.E.S.J. Vol. 13 No. 1; Jepang
- Adji, Suryo Widodo; [1995]; “Evaluasi Teknis Sistem Propulsi Motor Sailing Boat
Maruta Jaya 900”; Laporan Penelitian TSP-FTK ITS; Surabaya.
- Kurniawan, Adi 2015. *Strategi Kendali Kecepatan Motor Induksi menggunakan PWM
Inverter Berbasis Jaring Saraf Tiruan*. Teknik Sistem Perkapalan ITS, Surabaya
- Said, Muhammad Iqbal,2013. *System Diesel Electric Propulsion Sebagai Alternative
Penggerak Pada Kapal Ikan 10 GT*. Program Strata I Teknik Perkapalan Fakultas
Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar
- Winda,Putu;2017:”Penilaian Risiko Ship to Ship Transfer Kapal Pertamina Gas 1
mengunakan Fuzzy Inference System :Studi Kasus Unloading Muatan di Perairan
Kalbut Situbondo”.JTSP-FTK-ITS,Surabaya
- Irawati,Ayu,Widya;”Analisa Performance Propulsi Listrik pada Wahana Benam Motor
DC 2 x 1850 KW,380 yang Dicatu Daya 10260 AH pada Tegangan 115 VDC dengan
Rangkaian Seri dan Paralel”.JTSP FTK-ITS,Surabaya
- Anonim. Wahana benam.https://id.wikipedia.org/wiki/Kapal_selam.Diakses pada
tanggal 27 Mei 2017.
- Anonim. MATLAB.<https://id.wikipedia.org/wiki/MATLAB> . Diaksespada tanggal 8
April Juli 2017.
- Anonim. Simulink. <https://id.wikipedia.org/wiki/Simulink>.Diakses pada tanggal 23 Mei
2017.

Halaman sengaja dikosongkan

LAMPIRAN I
TABEL HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT
KONDISI BATERAI PENUH**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi motor | Torsi yang dibutuhkan |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------------|
| 26,448 | 25 | 129 | 39,6 |
| 26,448 | 2,525,598 | 124 | 39,1 |
| 26,449 | 2,525,693 | 119 | 38,3 |
| 26,449 | 2,525,693 | 114 | 37,8 |
| 26,450 | 2,525,789 | 109 | 37,5 |
| 26,450 | 2,525,789 | 104 | 37,1 |
| 26,451 | 2,525,884 | 99 | 36,6 |
| 26,451 | 2,525,884 | 94 | 36 |
| 26,452 | 2,525,980 | 89 | 35,4 |
| 26,452 | 2,525,980 | 84 | 34,9 |
| 26,453 | 2,526,075 | 79 | 34,5 |
| 26,454 | 2,526,171 | 74 | 34 |
| 26,454 | 2,526,171 | 69 | 33,4 |
| 26,455 | 2,526,266 | 64 | 32,8 |
| 26,455 | 2,526,266 | 59 | 32,3 |
| 26,455 | 2,526,266 | 54 | 32,1 |
| 26,455 | 2,526,362 | 49 | 31,4 |
| 26,456 | 2,526,362 | 54 | 32,1 |
| 26,456 | 2,526,362 | 49 | 31,4 |
| 26,457 | 2,526,457 | 44 | 31 |
| 26,457 | 2,526,457 | 39 | 30,4 |
| 26,458 | 2,526,553 | 34 | 30 |
| 26,458 | 2,526,553 | 29 | 29,5 |
| 26,459 | 2,526,648 | 24 | 29 |
| 26,459 | 2,526,448 | 19 | 28,5 |
| 26,460 | 2,526,744 | 14 | 27,9 |
| 26,460 | 2,526,744 | 9 | 27,4 |
| 26,461 | 2,526,839 | 4 | 27 |
| 26,461 | 2,526,839 | 0 | 26,6 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT
KONDISI BATERAI 90%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi motor | Torsi yang dibutuhkan |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------|
| 24,512 | 2,340,724 | 129 | 39,6 |
| 24,512 | 2,340,724 | 124 | 39,1 |
| 24,513 | 2,340,819 | 119 | 38,6 |
| 24,513 | 2,340,819 | 114 | 38 |
| 24,514 | 2,340,915 | 109 | 37,5 |
| 24,514 | 2,340,915 | 104 | 36,8 |
| 24,515 | 2,341,010 | 99 | 36,6 |
| 24,515 | 2,341,010 | 94 | 35,8 |
| 24,516 | 2,341,106 | 89 | 35,4 |
| 24,516 | 2,341,106 | 84 | 34,9 |
| 24,517 | 2,341,201 | 79 | 34,5 |
| 24,517 | 2,341,201 | 74 | 33,8 |
| 24,518 | 2,341,297 | 69 | 33,6 |
| 24,518 | 2,341,297 | 64 | 32,8 |
| 24,519 | 2,341,392 | 59 | 32,5 |
| 24,519 | 2,341,392 | 54 | 31,8 |
| 24,520 | 2,341,488 | 49 | 31,5 |
| 24,520 | 2,341,488 | 44 | 31 |
| 24,521 | 2,341,583 | 39 | 30,3 |
| 24,522 | 2,341,679 | 34 | 30 |
| 24,522 | 2,341,679 | 29 | 29,3 |
| 24,523 | 2,341,774 | 24 | 28,8 |
| 24,523 | 2,341,774 | 19 | 28,3 |
| 24,524 | 2,341,869 | 14 | 27,8 |
| 24,524 | 2,341,869 | 9 | 27,5 |
| 24,525 | 2,341,965 | 4 | 26,8 |
| 24,525 | 2,341,965 | 0 | 26,6 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT
KONDISI BATERAI 80%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi motor | Torsi yang dibutuhkan |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------|
| 24,490 | 2,338,623 | 129 | 39,6 |
| 24,490 | 2,338,623 | 124 | 38,8 |
| 24,491 | 2,338,718 | 119 | 38,3 |
| 24,491 | 2,338,718 | 114 | 38 |
| 24,492 | 2,338,814 | 109 | 37,5 |
| 24,492 | 2,338,814 | 104 | 36,8 |
| 24,493 | 2,338,909 | 99 | 36,6 |
| 24,493 | 2,338,909 | 94 | 35,8 |
| 24,494 | 2,339,005 | 89 | 35,4 |
| 24,494 | 2,339,005 | 84 | 34,8 |
| 24,495 | 2,339,100 | 79 | 34,3 |
| 24,495 | 2,339,100 | 74 | 34 |
| 24,496 | 2,339,291 | 69 | 33,3 |
| 24,496 | 2,339,291 | 64 | 32,8 |
| 24,497 | 2,339,387 | 59 | 32,5 |
| 24,497 | 2,339,387 | 54 | 31,8 |
| 24,498 | 2,339,482 | 49 | 31,5 |
| 24,498 | 2,339,482 | 44 | 31 |
| 24,498 | 2,339,578 | 39 | 30,3 |
| 24,498 | 2,339,578 | 34 | 29,8 |
| 24,499 | 2,339,673 | 29 | 29,3 |
| 24,499 | 2,339,673 | 24 | 28,8 |
| 24,500 | 2,339,578 | 19 | 28,3 |
| 24,500 | 2,339,578 | 14 | 28 |
| 24,501 | 2,339,673 | 9 | 27,5 |
| 24,501 | 2,339,673 | 4 | 27 |
| 24,502 | 2,339,769 | 0 | 26,6 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT
KONDISI BATERAI 70%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi motor | Torsi yang dibutuhkan |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------|
| 24,467 | 2,336,426 | 129 | 39,3 |
| 24,467 | 2,336,426 | 124 | 39,3 |
| 24,468 | 2,336,426 | 119 | 38,8 |
| 24,468 | 2,336,522 | 114 | 38,3 |
| 24,469 | 2,336,522 | 109 | 37,8 |
| 24,469 | 2,336,617 | 104 | 37,1 |
| 24,470 | 2,336,713 | 99 | 36,3 |
| 24,470 | 2,336,808 | 94 | 36 |
| 24,471 | 2,336,808 | 89 | 35,6 |
| 24,471 | 2,336,808 | 84 | 35 |
| 24,472 | 2,336,904 | 79 | 34,5 |
| 24,472 | 2,336,904 | 74 | 33,8 |
| 24,473 | 2,336,999 | 69 | 33,3 |
| 24,474 | 2,337,095 | 64 | 32,8 |
| 24,474 | 2,337,095 | 59 | 32,5 |
| 24,475 | 2,337,190 | 54 | 31,8 |
| 24,475 | 2,337,190 | 49 | 31,3 |
| 24,476 | 2,337,286 | 44 | 31 |
| 24,476 | 2,337,286 | 39 | 30,3 |
| 24,477 | 2,337,381 | 34 | 29,8 |
| 24,477 | 2,337,381 | 29 | 29,3 |
| 24,478 | 2,337,572 | 24 | 29 |
| 24,478 | 2,337,477 | 19V | 28,5 |
| 24,479 | 2,337,572 | 14 | 27,8 |
| 24,479 | 2,337,572 | 9 | 27,5 |
| 24,480 | 2,337,668 | 4 | 27 |
| 24,480 | 2,337,668 | 0 | 26,6 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT
KONDISI BATERAI 60%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi motor | Torsi yang dibutuhkan |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------------|
| 24,436 | 2,333,466 | 129 | 39,3 |
| 24,437 | 2,333,562 | 124 | 38,8 |
| 24,437 | 2,333,562 | 119 | 38,5 |
| 24,438 | 2,333,657 | 114 | 38 |
| 24,438 | 2,333,657 | 109 | 37,3 |
| 24,439 | 2,333,753 | 104 | 37 |
| 24,439 | 2,333,753 | 99 | 36,3 |
| 24,440 | 2,333,848 | 94 | 36 |
| 24,440 | 2,333,848 | 89 | 35,3 |
| 24,441 | 2,333,848 | 84 | 34,8 |
| 24,441 | 2,333,944 | 79 | 34,5 |
| 24,442 | 2,333,944 | 74 | 33,8 |
| 24,443 | 2,334,039 | 69 | 33,3 |
| 24,443 | 2,334,135 | 64 | 32,8 |
| 24,444 | 2,334,230 | 59 | 32,5 |
| 24,444 | 2,334,230 | 54 | 31,5 |
| 24,445 | 2,334,326 | 49 | 30,8 |
| 24,445 | 2,334,236 | 44 | 31 |
| 24,446 | 2,334,421 | 39 | 30,3 |
| 24,446 | 2,334,421 | 34 | 29,8 |
| 24,447 | 2,334,517 | 29 | 29,3 |
| 24,447 | 2,334,517 | 24 | 29 |
| 24,448 | 2,334,612 | 19 | 28,3 |
| 24,448 | 2,334,612 | 14 | 27,8 |
| 24,449 | 2,334,700 | 9 | 27,P |
| 24,459 | 2,334,708 | 4 | 20 |
| 24,450 | 2,334,803 | 0 | 26,4 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT
KONDISI BATERAI 50%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi motor | Torsi yang dibutuhkan |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------------|
| 24,394 | 2,329,455 | 129 | 39,6 |
| 24,394 | 2,329,455 | 124 | 38,8 |
| 24,395 | 2,329,551 | 119 | 38,5 |
| 24,395 | 2,329,551 | 114 | 37,8 |
| 24,396 | 2,329,646 | 109 | 37,5 |
| 24,396 | 2,329,646 | 104 | 36,8 |
| 24,397 | 2,329,742 | 99 | 36,6 |
| 24,397 | 2,329,742 | 94 | 35,8 |
| 24,398 | 2,329,837 | 89 | 35,3 |
| 24,398 | 2,329,837 | 84 | 34,8 |
| 24,399 | 2,329,933 | 79 | 34,5 |
| 24,399 | 2,329,933 | 74 | 33,8 |
| 24,400 | 2,330,028 | 69 | 33,5 |
| 24,400 | 2,330,028 | 64 | 33 |
| 24,401 | 2,330,124 | 59 | 32,5 |
| 24,401 | 2,330,124 | 54 | 31,5 |
| 24,402 | 2,330,219 | 49 | 30,8 |
| 24,402 | 2,330,219 | 44 | 31 |
| 24,403 | 2,330,315 | 39 | 30,5 |
| 24,404 | 2,330,410 | 34 | 29,8 |
| 24,404 | 2,330,410 | 29 | 29,5 |
| 24,405 | 2,330,506 | 24 | 29 |
| 24,405 | 2,330,506 | 19 | 28,3 |
| 24,406 | 2,330,601 | 14 | 27,8 |
| 24,406 | 2,330,601 | 9 | 27,3 |
| 24,407 | 23,306,978 | 4 | 27 |
| 24,407 | 2,330,697 | 0 | 26,4 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT
KONDISI BATERAI 40%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi motor | Torsi yang dibutuhkan |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------------|
| 24,330 | 2,323,344 | 129 | 39,3 |
| 24,330 | 2,323,344 | 124 | 38,8 |
| 24,331 | 2,323,439 | 119 | 38,3 |
| 24,331 | 2,323,439 | 114 | 38 |
| 24,332 | 2,323,535 | 109 | 37,3 |
| 24,332 | 2,323,535 | 104 | 36,8 |
| 24,333 | 2,323,630 | 99 | 36,3 |
| 24,333 | 2,323,630 | 94 | 35,8 |
| 24,334 | 2,323,726 | 89 | 35,3 |
| 24,334 | 2,323,726 | 84 | 34,8 |
| 24,335 | 2,323,821 | 79 | 34,5 |
| 24,335 | 2,323,821 | 74 | 33,8 |
| 24,336 | 2,323,917 | 69 | 33,3 |
| 24,336 | 2,323,917 | 64 | 33 |
| 24,337 | 2,324,012 | 59 | 32,3 |
| 24,337 | 2,324,012 | 54 | 31,8 |
| 24,338 | 2,324,108 | 49 | 31,3 |
| 24,339 | 2,324,203 | 44 | 30,8 |
| 24,339 | 2,324,203 | 39 | 30,5 |
| 24,340 | 2,324,299 | 34 | 30 |
| 24,340 | 2,324,299 | 29 | 29,3 |
| 24,341 | 2,324,394 | 24 | 29 |
| 24,341 | 2,324,394 | 19 | 28,5 |
| 24,342 | 2,324,490 | 14 | 27,8 |
| 24,342 | 2,324,490 | 9 | 27,3 |
| 24,343 | 2,324,585 | 4 | 27 |
| 24,343 | 2,324,585 | 0 | 26,4 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT
KONDISI BATERAI 30%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (RPM) | Torsi Kapal | Torsi Motor |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 24,223 | 2,313,126 | 129 | 39,6 |
| 24,224 | 2,313,222 | 124 | 38,8 |
| 24,224 | 2,313,222 | 119 | 38,3 |
| 24,225 | 2,313,317 | 114 | 37,8 |
| 24,225 | 2,313,317 | 109 | 37,3 |
| 24,226 | 2,313,413 | 104 | 37,1 |
| 24,226 | 2,313,413 | 99 | 36,6 |
| 24,227 | 2,313,508 | 94 | 36 |
| 24,227 | 2,313,508 | 89 | 35,5 |
| 24,228 | 2,313,604 | 84 | 34,8 |
| 24,228 | 2,313,604 | 79 | 34,5 |
| 24,229 | 2,313,699 | 74 | 34 |
| 24,229 | 2,313,699 | 69 | 33,3 |
| 24,230 | 2,313,795 | 64 | 32,8 |
| 24,230 | 2,313,795 | 59 | 32,3 |
| 24,231 | 2,313,890 | 54 | 31,8 |
| 24,231 | 2,313,890 | 49 | 31,5 |
| 24,232 | 2,313,986 | 44 | 30,8 |
| 24,232 | 2,313,986 | 39 | 30,5 |
| 24,233 | 2,314,081 | 34 | 30 |
| 24,233 | 2,314,081 | 29 | 29,5 |
| 2,4234C | 2,314,177 | 24 | 29 |
| 2,4234C | 2,314,177 | 19 | 28,5 |
| 2,4235C | 2,314,272 | 14 | 27,8 |
| 24,236 | 2,314,368 | 9 | 27,3 |
| 24,236 | 2,314,368 | 4 | 27 |
| 24,236 | 2,314,368 | 0 | 26,4 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT
KONDISI BATERAI 20%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (RPM) | Torsi Kapal | Torsi Motor |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 24,010 | 2,292,786 | 129 | 39,6 |
| 24,010 | 2,292,786 | 124 | 39,1 |
| 24,011 | 2,292,882 | 119 | 38,3 |
| 24,011 | 2,292,882 | 114 | 37,8 |
| 24,012 | 2,292,977 | 109 | 37,3 |
| 24,012 | 2,292,977 | 104 | 36,8 |
| 24,013 | 2,293,073 | 99 | 36,5 |
| 24,013 | 2,293,073 | 94 | 36 |
| 24,014 | 2,293,168 | 89 | 35,5 |
| 24,014 | 2,293,168 | 84 | 34,8 |
| 24,015 | 2,293,264 | 79 | 34,5 |
| 24,015 | 2,293,264 | 74 | 34 |
| 24,016 | 2,293,359 | 69 | 33,3 |
| 24,016 | 2,293,359 | 64 | 33 |
| 24,017 | 2,293,407 | 59 | 32,3 |
| 24,018 | 2,293,550 | 54 | 31,8 |
| 24,018 | 2,293,550 | 49 | 31,5 |
| 24,019 | 2,293,646 | 44 | 31 |
| 24,019 | 2,293,646 | 39 | 30,3 |
| 24,020 | 2,293,741 | 34 | 30 |
| 24,020 | 2,293,741 | 29 | 29,5 |
| 24,021 | 2,293,837 | 24 | 28,8 |
| 24,021 | 2,293,837 | 19 | 28,5 |
| 24,021 | 2,293,932 | 14 | 28 |
| 24,022 | 2,293,932 | 9 | 27,5 |
| 24,022 | 2,294,028 | 4 | 27 |
| 24,021 | 2,293,837 | 0 | 26,4 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT
KONDISI BATERAI 10%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (RPM) | Torsi Kapal | Torsi Motor |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 23,370 | 2,231,671 | 129 | 39,3 |
| 23,370 | 2,231,671 | 124 | 39,1 |
| 23,371 | 2,231,766 | 119 | 38,3 |
| 23,371 | 2,231,766 | 114 | 38 |
| 23,372 | 2,231,862 | 109 | 37,5 |
| 23,372 | 2,231,862 | 104 | 37 |
| 23,373 | 2,231,957 | 99 | 36,3 |
| 23,373 | 2,231,957 | 94 | 35,8 |
| 23,374 | 2,232,053 | 89 | 35,3 |
| 23,374 | 2,232,053 | 84 | 34,8 |
| 23,375 | 2,232,148 | 79 | 34,3 |
| 23,375 | 2,232,148 | 74 | 34 |
| 23,376 | 2,232,244 | 69 | 33,3 |
| 23,377 | 2,232,339 | 64 | 32,8 |
| 23,377 | 2,232,339 | 59 | 32,3 |
| 23,378 | 2,232,435 | 54 | 31,8 |
| 23,378 | 2,232,435 | 49 | 31,3 |
| 23,379 | 2,232,530 | 44 | 31 |
| 23,379 | 2,232,530 | 39 | 30,3 |
| 23,380 | 2,232,530 | 34 | 29,8 |
| 23,380 | 2,232,530 | 29 | 29,5 |
| 23,381 | 2,232,721 | 24 | 28,8 |
| 23,381 | 2,232,721 | 19 | 28,5 |
| 23,382 | 2,232,817 | 14 | 28 |
| 23,382 | 2,232,817 | 9 | 27,5 |
| 23,383 | 2,232,912 | 4 | 26,8 |
| 23,383 | 2,232,912 | 0 | 27,5 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN SERI PADA SAAT
KONDISI BATERAI 0%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (RPM) | Torsi Kapal | Torsi Motor |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 0,4513 | 430,960 | 129 | 39,3 |
| 0,4545 | 434,016 | 124 | 39 |
| 0,4576 | 436,976 | 119 | 38,4 |
| 0,4609 | 440,127 | 114 | 37,8 |
| 0,4639 | 442,992 | 109 | 37,3 |
| 0,4671 | 446,048 | 104 | 37 |
| 0,4703 | 449,103 | 99 | 36,4 |
| 0,4734 | 452,064 | 94 | 35,9 |
| 0,4766 | 455,119 | 89 | 35,3 |
| 0,4799 | 458,271 | 84 | 34,8 |
| 0,4833 | 461,518 | 79 | 34,5 |
| 0,4862 | 464,287 | 74 | 34 |
| 0,4894 | 467,343 | 69 | 33,4 |
| 0,4925 | 470,303 | 64 | 33 |
| 0,4957 | 473,359 | 59 | 32,3 |
| 0,4988 | 476,319 | 54 | 31,8 |
| 0,5020 | 479,375 | 49 | 31,3 |
| 0,5032 | 480,521 | 44 | 30,9 |
| 0,5061 | 483,290 | 39 | 30,3 |
| 0,5093 | 486,346 | 34 | 29,8 |
| 0,5125 | 489,401 | 29 | 29,3 |
| 0,5158 | 492,553 | 24 | 28,9 |
| 0,5189 | 495,513 | 19 | 28,4 |
| 0,5220 | 498,473 | 14 | 27,9 |
| 0,5252 | 501,529 | 9 | 27,3 |
| 0,5285 | 504,680 | 4 | 26,8 |
| 0,5310 | 507,068 | 0 | 26,4 |

LAMPIRAN II
TABEL HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI PENUH**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi yg dibutuhkan | Torsi motor |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 2.6448 | 25.25598 | 129 | 39,6 |
| 2.6448 | 25.25598 | 124 | 39,1 |
| 2.6448 | 25.25693 | 119 | 38,3 |
| 2.6449 | 25.25693 | 114 | 37,8 |
| 2.6449 | 25.25789 | 109 | 37,5 |
| 2.645 | 25.25789 | 104 | 37,1 |
| 2.6451 | 25.25884 | 99 | 36,6 |
| 2.6451 | 25.25884 | 94 | 36 |
| 2.6452 | 25.2598 | 89 | 35,4 |
| 2.6452 | 25.2598 | 84 | 34,9 |
| 2.6453 | 25.26075 | 79 | 34,5 |
| 2.6454 | 25.26171 | 74 | 34 |
| 2.6454 | 25.26171 | 69 | 33,4 |
| 2.6455 | 25.26266 | 64 | 32,8 |
| 2.6455 | 25.26266 | 59 | 32,3 |
| 2.6455 | 25.26266 | 54 | 32,1 |
| 2.6455 | 25.26362 | 49 | 31,4 |
| 2.6456 | 25.26362 | 54 | 32,1 |
| 2.6456 | 25.26362 | 49 | 31,4 |
| 2.6457 | 25.26457 | 44 | 31 |
| 2.6457 | 25.26457 | 39 | 30,4 |
| 2.6458 | 25.26553 | 34 | 30 |
| 2.6458 | 25.26553 | 29 | 29,5 |
| 2.6459 | 25.26648 | 24 | 29 |
| 2.6459 | 25.26448 | 19 | 28,5 |
| 2.646 | 25.26744 | 14 | 27,9 |
| 2.646 | 25.26744 | 9 | 27,4 |
| 2.6461 | 25.26839 | 4 | 27 |
| 2.6461 | 25.26839 | 0 | 26,6 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 90%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi yg dibutuhkan | Torsi motor |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 2.4512 | 23.40724 | 129 | 39,6 |
| 2.4512 | 23.40724 | 124 | 39,1 |
| 2.4513 | 23.40819 | 119 | 38,6 |
| 2.4513 | 23.40819 | 114 | 38 |
| 2.4514 | 23.40915 | 109 | 37,5 |
| 2.4514 | 23.40915 | 104 | 36,8 |
| 2.4515 | 23.4101 | 99 | 36,6 |
| 2.4515 | 23.4101 | 94 | 35,8 |
| 2.4516 | 23.41106 | 89 | 35,4 |
| 2.4516 | 23.41106 | 84 | 34,9 |
| 2.4517 | 23.41201 | 79 | 34,5 |
| 2.4517 | 23.41201 | 74 | 33,8 |
| 2.4518 | 23.41297 | 69 | 33,6 |
| 2.4518 | 23.41297 | 64 | 32,8 |
| 2.4519 | 23.41392 | 59 | 32,5 |
| 2.4519 | 23.41392 | 54 | 31,8 |
| 2.452 | 23.41488 | 49 | 31,5 |
| 2.452 | 23.41488 | 44 | 31 |
| 2.4521 | 23.41583 | 39 | 30,3 |
| 2.4522 | 23.41679 | 34 | 30 |
| 2.4522 | 23.41679 | 29 | 29,3 |
| 2.4523 | 23.41774 | 24 | 28,8 |
| 2.4523 | 23.41774 | 19 | 28,3 |
| 2.4524 | 23.41869 | 14 | 27,8 |
| 2.4524 | 23.41869 | 9 | 27,5 |
| 2.4525 | 23.41965 | 4 | 26,8 |
| 2.4525 | 23.41965 | 0 | 26,6 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 80%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi yg dibutuhk an | Torsi motor |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| 2.449 | 23.38623 | 129 | 39,6 |
| 2.449 | 23.38623 | 124 | 38,8 |
| 2.4491 | 23.38718 | 119 | 38,3 |
| 2.4491 | 23.38718 | 114 | 38 |
| 2.4492 | 23.38814 | 109 | 37,5 |
| 2.4492 | 23.38814 | 104 | 36,8 |
| 2.4493 | 23.38909 | 99 | 36,6 |
| 2.4493 | 23.38909 | 94 | 35,8 |
| 2.4494 | 23.39005 | 89 | 35,4 |
| 2.4494 | 23.39005 | 84 | 34,8 |
| 2.4495 | 23.391 | 79 | 34,3 |
| 2.4495 | 23.391 | 74 | 34 |
| 2.4496 | 23.39291 | 69 | 33,3 |
| 2.4496 | 23.39291 | 64 | 32,8 |
| 2.4497 | 23.39387 | 59 | 32,5 |
| 2.4497 | 23.39387 | 54 | 31,8 |
| 2.4498 | 23.39482 | 49 | 31,5 |
| 2.4498 | 23.39482 | 44 | 31 |
| 2.4498 | 23.39578 | 39 | 30,3 |
| 2.4498 | 23.39578 | 34 | 29,8 |
| 2.4499 | 23.39673 | 29 | 29,3 |
| 2.4499 | 23.39673 | 24 | 28,8 |
| 2.45 | 23.39578 | 19 | 28,3 |
| 2.45 | 23.39578 | 14 | 28 |
| 2.4501 | 23.39673 | 9 | 27,5 |
| 2.4501 | 23.39673 | 4 | 27 |
| 2.4502 | 23.39769 | 0 | 26,6 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 70%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi yg dibutuhk an | Torsi motor |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| 2.4467 | 23.36426 | 129 | 39,3 |
| 2.4467 | 23.36426 | 124 | 39,3 |
| 2.4468 | 23.36426 | 119 | 38,8 |
| 2.4468 | 23.36522 | 114 | 38,3 |
| 2.4469 | 23.36522 | 109 | 37,8 |
| 2.4469 | 23.36617 | 104 | 37,1 |
| 2.447 | 23.36713 | 99 | 36,3 |
| 2.447 | 23.36808 | 94 | 36 |
| 2.4471 | 23.36808 | 89 | 35,6 |
| 2.4471 | 23.36808 | 84 | 35 |
| 2.4472 | 23.36904 | 79 | 34,5 |
| 2.4472 | 23.36904 | 74 | 33,8 |
| 2.4473 | 23.36999 | 69 | 33,3 |
| 2.4474 | 23.37095 | 64 | 32,8 |
| 2.4474 | 23.37095 | 59 | 32,5 |
| 2.4475 | 23.3719 | 54 | 31,8 |
| 2.4475 | 23.3719 | 49 | 31,3 |
| 2.4476 | 23.37286 | 44 | 31 |
| 2.4476 | 23.37286 | 39 | 30,3 |
| 2.4477 | 23.37381 | 34 | 29,8 |
| 2.4477 | 23.37381 | 29 | 29,3 |
| 2.4478 | 23.37572 | 24 | 29 |
| 2.4478 | 23.37477 | 19V | 28,5 |
| 2.4479 | 23.37572 | 14 | 27,8 |
| 2.4479 | 23.37572 | 9 | 27,5 |
| 2.448 | 23.37668 | 4 | 27 |
| 2.448 | 23.37668 | 0 | 26,6 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 60%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi motor | Torsi yang dibutuhk an |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|---|
| 2.4436 | 23.33466 | 129 | 39,3 |
| 2.4437 | 23.33562 | 124 | 38,8 |
| 2.4437 | 23.33562 | 119 | 38,5 |
| 2.4438 | 23.33657 | 114 | 38 |
| 2.4438 | 23.33657 | 109 | 37,3 |
| 2.4439 | 23.33753 | 104 | 37 |
| 2.4439 | 23.33753 | 99 | 36,3 |
| 2.444 | 23.33848 | 94 | 36 |
| 2.444 | 23.33848 | 89 | 35,3 |
| 2.4441 | 23.33848 | 84 | 34,8 |
| 2.4441 | 23.33944 | 79 | 34,5 |
| 2.4442 | 23.33944 | 74 | 33,8 |
| 2.4443 | 23.34039 | 69 | 33,3 |
| 2.4443 | 23.34135 | 64 | 32,8 |
| 2.4444 | 23.3423 | 59 | 32,5 |
| 2.4444 | 23.3423 | 54 | 31,5 |
| 2.4445 | 23.34326 | 49 | 30,8 |
| 2.4445 | 23.34236 | 44 | 31 |
| 2.4446 | 23.34421 | 39 | 30,3 |
| 2.4446 | 23.34421 | 34 | 29,8 |
| 2.4447 | 23.34517 | 29 | 29,3 |
| 2.4447 | 23.34517 | 24 | 29 |
| 2.4448 | 23.34612 | 19 | 28,3 |
| 2.4448 | 23.34612 | 14 | 27,8 |
| 2.4449 | 23.347 | 9 | 27,P |
| 2.4459 | 23.34708 | 4 | 20 |
| 2.445 | 23.34803 | 0 | 26,4 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 50%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi yg dibutuhk an | Torsi motor |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| 2.4394 | 23.29455 | 129 | 39,6 |
| 2.4394 | 23.29455 | 124 | 38,8 |
| 2.4395 | 23.29551 | 119 | 38,5 |
| 2.4395 | 23.29551 | 114 | 37,8 |
| 2.4396 | 23.29646 | 109 | 37,5 |
| 2.4396 | 23.29646 | 104 | 36,8 |
| 2.4397 | 23.29742 | 99 | 36,6 |
| 2.4397 | 23.29742 | 94 | 35,8 |
| 2.4398 | 23.29837 | 89 | 35,3 |
| 2.4398 | 23.29837 | 84 | 34,8 |
| 2.4399 | 23.29933 | 79 | 34,5 |
| 2.4399 | 23.29933 | 74 | 33,8 |
| 2.44 | 23.30028 | 69 | 33,5 |
| 2.44 | 23.30028 | 64 | 33 |
| 2.4401 | 23.30124 | 59 | 32,5 |
| 2.4401 | 23.30124 | 54 | 31,5 |
| 2.4402 | 23.30219 | 49 | 30,8 |
| 2.4402 | 23.30219 | 44 | 31 |
| 2.4403 | 23.30315 | 39 | 30,5 |
| 2.4404 | 23.3041 | 34 | 29,8 |
| 2.4404 | 23.3041 | 29 | 29,5 |
| 2.4405 | 23.30506 | 24 | 29 |
| 2.4405 | 23.30506 | 19 | 28,3 |
| 2.4406 | 23.30601 | 14 | 27,8 |
| 2.4406 | 23.30601 | 9 | 27,3 |
| 2.4407 | 233.06978 | 4 | 27 |
| 2.4407 | 23.30697 | 0 | 26,4 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 40%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (rpm) | Torsi yg dibutuhka | Torsi motor |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|
| 2.433 | 23.23344 | 129 | 39,3 |
| 2.433 | 23.23344 | 124 | 38,8 |
| 2.4331 | 23.23439 | 119 | 38,3 |
| 2.4331 | 23.23439 | 114 | 38 |
| 2.4332 | 23.23535 | 109 | 37,3 |
| 2.4332 | 23.23535 | 104 | 36,8 |
| 2.4333 | 23.2363 | 99 | 36,3 |
| 2.4333 | 23.2363 | 94 | 35,8 |
| 2.4334 | 23.23726 | 89 | 35,3 |
| 2.4334 | 23.23726 | 84 | 34,8 |
| 2.4335 | 23.23821 | 79 | 34,5 |
| 2.4335 | 23.23821 | 74 | 33,8 |
| 2.4336 | 23.23917 | 69 | 33,3 |
| 2.4336 | 23.23917 | 64 | 33 |
| 2.4337 | 23.24012 | 59 | 32,3 |
| 2.4337 | 23.24012 | 54 | 31,8 |
| 2.4338 | 23.24108 | 49 | 31,3 |
| 2.4339 | 23.24203 | 44 | 30,8 |
| 2.4339 | 23.24203 | 39 | 30,5 |
| 2.434 | 23.24299 | 34 | 30 |
| 2.434 | 23.24299 | 29 | 29,3 |
| 2.4341 | 23.24394 | 24 | 29 |
| 2.4341 | 23.24394 | 19 | 28,5 |
| 2.4342 | 23.2449 | 14 | 27,8 |
| 2.4342 | 23.2449 | 9 | 27,3 |
| 2.4343 | 23.24585 | 4 | 27 |
| 2.4343 | 23.24585 | 0 | 26,4 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 30%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (RPM) | Torsi Kapal | Torsi Motor |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 2.4223 | 23.13126 | 129 | 39,6 |
| 2.4224 | 23.13222 | 124 | 38,8 |
| 2.4224 | 23.13222 | 119 | 38,3 |
| 2.4225 | 23.13317 | 114 | 37,8 |
| 2.4225 | 23.13317 | 109 | 37,3 |
| 2.4226 | 23.13413 | 104 | 37,1 |
| 2.4226 | 23.13413 | 99 | 36,6 |
| 2.4227 | 23.13508 | 94 | 36 |
| 2.4227 | 23.13508 | 89 | 35,5 |
| 2.4228 | 23.13604 | 84 | 34,8 |
| 2.4228 | 23.13604 | 79 | 34,5 |
| 2.4229 | 23.13699 | 74 | 34 |
| 2.4229 | 23.13699 | 69 | 33,3 |
| 2.423 | 23.13795 | 64 | 32,8 |
| 2.423 | 23.13795 | 59 | 32,3 |
| 2.4231 | 23.1389 | 54 | 31,8 |
| 2.4231 | 23.1389 | 49 | 31,5 |
| 2.4232 | 23.13986 | 44 | 30,8 |
| 2.4232 | 23.13986 | 39 | 30,5 |
| 2.4233 | 23.14081 | 34 | 30 |
| 2.4233 | 23.14081 | 29 | 29,5 |
| 2.4234 | 23.14177 | 24 | 29 |
| 2.4234 | 23.14177 | 19 | 28,5 |
| 2.4235 | 23.14272 | 14 | 27,8 |
| 2.4236 | 23.14368 | 9 | 27,3 |
| 2.4236 | 23.14368 | 4 | 27 |
| 2.4236 | 23.14368 | 0 | 26,4 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 20%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (RPM) | Torsi Kapal | Torsi Motor |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 2.401 | 22.92786 | 129 | 39,6 |
| 2.401 | 22.92786 | 124 | 39,1 |
| 2.4011 | 22.92882 | 119 | 38,3 |
| 2.4011 | 22.92882 | 114 | 37,8 |
| 2.4012 | 22.92977 | 109 | 37,3 |
| 2.4012 | 22.92977 | 104 | 36,8 |
| 2.4013 | 22.93073 | 99 | 36,5 |
| 2.4013 | 22.93073 | 94 | 36 |
| 2.4014 | 22.93168 | 89 | 35,5 |
| 2.4014 | 22.93168 | 84 | 34,8 |
| 2.4015 | 22.93264 | 79 | 34,5 |
| 2.4015 | 22.93264 | 74 | 34 |
| 2.4016 | 22.93359 | 69 | 33,3 |
| 2.4016 | 22.93359 | 64 | 33 |
| 2.4017 | 22.93407 | 59 | 32,3 |
| 2.4018 | 22.9355 | 54 | 31,8 |
| 2.4018 | 22.9355 | 49 | 31,5 |
| 2.4019 | 22.93646 | 44 | 31 |
| 2.4019 | 22.93646 | 39 | 30,3 |
| 2.402 | 22.93741 | 34 | 30 |
| 2.402 | 22.93741 | 29 | 29,5 |
| 2.4021 | 22.93837 | 24 | 28,8 |
| 2.4021 | 22.93837 | 19 | 28,5 |
| 2.4021 | 22.93932 | 14 | 28 |
| 2.4022 | 22.93932 | 9 | 27,5 |
| 2.4022 | 22.94028 | 4 | 27 |
| 2.4021 | 22.93837 | 0 | 26,4 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 10%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (RPM) | Torsi Kapal | Torsi Motor |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 2.337 | 22.31671 | 129 | 39,3 |
| 2.337 | 22.31671 | 124 | 39,1 |
| 2.3371 | 22.31766 | 119 | 38,3 |
| 2.3371 | 22.31766 | 114 | 38 |
| 2.3372 | 22.31862 | 109 | 37,5 |
| 2.3372 | 22.31862 | 104 | 37 |
| 2.3373 | 22.31957 | 99 | 36,3 |
| 2.3373 | 22.31957 | 94 | 35,8 |
| 2.3374 | 22.32053 | 89 | 35,3 |
| 2.3374 | 22.32053 | 84 | 34,8 |
| 2.3375 | 22.32148 | 79 | 34,3 |
| 2.3375 | 22.32148 | 74 | 34 |
| 2.3376 | 22.32244 | 69 | 33,3 |
| 2.3377 | 22.32339 | 64 | 32,8 |
| 2.3377 | 22.32339 | 59 | 32,3 |
| 2.3378 | 22.32435 | 54 | 31,8 |
| 2.3378 | 22.32435 | 49 | 31,3 |
| 2.3379 | 22.3253 | 44 | 31 |
| 2.3379 | 22.3253 | 39 | 30,3 |
| 2.338 | 22.3253 | 34 | 29,8 |
| 2.338 | 22.3253 | 29 | 29,5 |
| 2.3381 | 22.32721 | 24 | 28,8 |
| 2.3381 | 22.32721 | 19 | 28,5 |
| 2.3382 | 22.32817 | 14 | 28 |
| 2.3382 | 22.32817 | 9 | 27,5 |
| 2.3383 | 22.32912 | 4 | 26,8 |
| 2.3383 | 22.32912 | 0 | 27,5 |

**DATA HASIL SIMULASI MATLAB RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 0%**

| Putaran (rad/s) | Putaran (RPM) | Torsi Kapal | Torsi Motor |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 0,4513 | 430,960 | 129 | 39,3 |
| 0,4545 | 434,016 | 124 | 39 |
| 0,4576 | 436,976 | 119 | 38,4 |
| 0,4609 | 440,127 | 114 | 37,8 |
| 0,4639 | 442,992 | 109 | 37,3 |
| 0,4671 | 446,048 | 104 | 37 |
| 0,4703 | 449,103 | 99 | 36,4 |
| 0,4734 | 452,064 | 94 | 35,9 |
| 0,4766 | 455,119 | 89 | 35,3 |
| 0,4799 | 458,271 | 84 | 34,8 |
| 0,4833 | 461,518 | 79 | 34,5 |
| 0,4862 | 464,287 | 74 | 34 |
| 0,4894 | 467,343 | 69 | 33,4 |
| 0,4925 | 470,303 | 64 | 33 |
| 0,4957 | 473,359 | 59 | 32,3 |
| 0,4988 | 476,319 | 54 | 31,8 |
| 0,5020 | 479,375 | 49 | 31,3 |
| 0,5032 | 480,521 | 44 | 30,9 |
| 0,5061 | 483,290 | 39 | 30,3 |
| 0,5093 | 486,346 | 34 | 29,8 |
| 0,5125 | 489,401 | 29 | 29,3 |
| 0,5158 | 492,553 | 24 | 28,9 |
| 0,5189 | 495,513 | 19 | 28,4 |
| 0,5220 | 498,473 | 14 | 27,9 |
| 0,5252 | 501,529 | 9 | 27,3 |
| 0,5285 | 504,680 | 4 | 26,8 |
| 0,5310 | 507,068 | 0 | 26,4 |

LAMPIRAN III
TABEL HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI
BATERAI PENUH**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi Poros |
|----------|-----------|------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ηs | | | m/s | knot | |
| 25.26839 | 0.4211398 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8909634 | 1.3921304 | 2.7063014 | 0 |
| 25.26839 | 0.4211398 | 4 | 10.57903 | 10.367453 | 12.197004 | 0.8909634 | 1.3921304 | 2.7063014 | 3.9200004 |
| 25.26744 | 0.421124 | 9 | 23.80193 | 24.287682 | 28.573744 | 0.8909299 | 1.392078 | 2.7061997 | 9.1836735 |
| 25.26744 | 0.421124 | 14 | 37.02522 | 37.780839 | 44.448046 | 0.8909299 | 1.392078 | 2.7061997 | 14.285714 |
| 25.26648 | 0.421108 | 19 | 50.24661 | 51.272048 | 60.320056 | 0.8908961 | 1.3920251 | 2.7060969 | 19.387755 |
| 25.26648 | 0.421108 | 24 | 63.4694 | 64.764692 | 76.193755 | 0.8908961 | 1.3920251 | 2.7060969 | 24.489796 |
| 25.26553 | 0.4210922 | 29 | 76.68931 | 78.254393 | 92.063992 | 0.8908626 | 1.3919728 | 2.7059951 | 29.591837 |
| 25.26553 | 0.4210922 | 34 | 89.9116 | 91.74653 | 107.93709 | 0.8908626 | 1.3919728 | 2.7059951 | 34.693878 |
| 25.26457 | 0.4210762 | 39 | 103.13 | 105.23467 | 123.80549 | 0.8908287 | 1.3919199 | 2.7058923 | 39.795918 |
| 25.26457 | 0.4210762 | 44 | 116.3518 | 118.72629 | 139.67799 | 0.8908287 | 1.3919199 | 2.7058923 | 44.897959 |
| 25.26362 | 0.4210603 | 49 | 129.5687 | 132.21294 | 155.54464 | 0.8907952 | 1.3918676 | 2.7057905 | 50 |
| 25.26362 | 0.4210603 | 54 | 142.79 | 145.70406 | 171.41654 | 0.8907952 | 1.3918676 | 2.7057905 | 55.102041 |
| 25.26266 | 0.4210443 | 59 | 156.0053 | 159.18913 | 187.28133 | 0.8907614 | 1.3918147 | 2.7056877 | 60.204082 |
| 25.26266 | 0.4210443 | 64 | 169.2261 | 172.67973 | 203.15263 | 0.8907614 | 1.3918147 | 2.7056877 | 65.306122 |
| 25.26171 | 0.4210285 | 69 | 182.4401 | 186.16334 | 219.01569 | 0.8907279 | 1.3917623 | 2.705586 | 70.408163 |
| 25.26171 | 0.4210285 | 74 | 195.6604 | 199.65343 | 234.88639 | 0.8907279 | 1.3917623 | 2.705586 | 75.510204 |
| 25.26075 | 0.4210125 | 79 | 208.8727 | 213.13543 | 250.74756 | 0.890694 | 1.3917094 | 2.7054832 | 80.612245 |
| 25.26075 | 0.4210125 | 84 | 222.0925 | 226.62501 | 266.61766 | 0.890694 | 1.3917094 | 2.7054832 | 85.714286 |
| 25.2598 | 0.4209967 | 89 | 235.3035 | 240.10557 | 282.47714 | 0.8906605 | 1.3916571 | 2.7053814 | 90.816327 |
| 25.25884 | 0.4209807 | 94 | 248.5133 | 253.58501 | 298.3353 | 0.8906267 | 1.3916042 | 2.7052786 | 95.918367 |
| 25.25884 | 0.4209807 | 99 | 261.7321 | 267.07357 | 314.2042 | 0.8906267 | 1.3916042 | 2.7052786 | 101.02041 |
| 25.25789 | 0.4209648 | 104 | 274.9406 | 280.55158 | 330.06069 | 0.8905932 | 1.3915519 | 2.7051768 | 106.12245 |
| 25.25789 | 0.4209648 | 109 | 288.1588 | 294.03964 | 345.92899 | 0.8905932 | 1.3915519 | 2.7051768 | 111.22449 |
| 25.25693 | 0.4209488 | 114 | 301.3657 | 307.51601 | 361.78354 | 0.8905594 | 1.391499 | 2.705074 | 116.32653 |
| 25.25693 | 0.4209488 | 119 | 314.5835 | 321.00355 | 377.65124 | 0.8905594 | 1.391499 | 2.705074 | 121.42857 |
| 25.2598 | 0.4209967 | 124 | 327.8385 | 334.52911 | 393.56365 | 0.8906605 | 1.3916571 | 2.7053814 | 126.53061 |
| 25.2598 | 0.4209967 | 129 | 341.0578 | 348.01818 | 409.43316 | 0.8906605 | 1.3916571 | 2.7053814 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI
BATERAI 90%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi Poros |
|----------|-----------|------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ηs | | | m/s | knot | |
| 23.41965 | 0.39033 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8257821 | 1.2902845 | 2.5083131 | 0 |
| 23.41965 | 0.39033 | 4 | 9.8050889 | 10.367453 | 12.197004 | 0.8257821 | 1.2902845 | 2.5083131 | 4.2294172 |
| 23.41869 | 0.390314 | 9 | 22.060546 | 22.510761 | 26.483248 | 0.8257482 | 1.2902316 | 2.50821028 | 9.1836735 |
| 23.41869 | 0.390314 | 14 | 34.316404 | 35.016739 | 41.196164 | 0.8257482 | 1.2902316 | 2.50821028 | 14.285714 |
| 23.41774 | 0.3902981 | 19 | 46.570374 | 47.52079 | 55.906811 | 0.8257147 | 1.2901793 | 2.50810853 | 19.387755 |
| 23.41774 | 0.3902981 | 24 | 58.825735 | 60.026261 | 70.61913 | 0.8257147 | 1.2901793 | 2.50810853 | 24.489796 |
| 23.41679 | 0.3902823 | 29 | 71.078213 | 72.528789 | 85.327987 | 0.8256812 | 1.2901269 | 2.50800678 | 29.591837 |
| 23.41679 | 0.3902823 | 34 | 83.333078 | 85.033753 | 100.03971 | 0.8256812 | 1.2901269 | 2.50800678 | 34.693878 |
| 23.41583 | 0.3902663 | 39 | 95.584023 | 97.534718 | 114.74673 | 0.8256474 | 1.2900741 | 2.50790396 | 39.795918 |
| 23.41488 | 0.3902505 | 44 | 107.83401 | 110.0347 | 129.45259 | 0.8256139 | 1.2900217 | 2.50780221 | 44.897959 |
| 23.41488 | 0.3902505 | 49 | 120.08788 | 122.53865 | 144.16312 | 0.8256139 | 1.2900217 | 2.50780221 | 50 |
| 23.41392 | 0.3902345 | 54 | 132.33631 | 135.03706 | 158.86712 | 0.82558 | 1.2899688 | 2.5076994 | 55.102041 |
| 23.41392 | 0.3902345 | 59 | 144.58968 | 147.54049 | 173.57704 | 0.82558 | 1.2899688 | 2.5076994 | 60.204082 |
| 23.41297 | 0.3902186 | 64 | 156.83668 | 160.03742 | 188.27932 | 0.8255466 | 1.2899165 | 2.50759765 | 65.306122 |
| 23.41297 | 0.3902186 | 69 | 169.08954 | 172.54035 | 202.98864 | 0.8255466 | 1.2899165 | 2.50759765 | 70.408163 |
| 23.41201 | 0.3902026 | 74 | 181.33497 | 185.03568 | 217.68904 | 0.8255127 | 1.2898636 | 2.50749483 | 75.510204 |
| 23.41201 | 0.3902026 | 79 | 193.58733 | 197.53809 | 232.39776 | 0.8255127 | 1.2898636 | 2.50749483 | 80.612245 |
| 23.41106 | 0.3901868 | 84 | 205.83134 | 210.03198 | 247.09645 | 0.8254792 | 1.2898113 | 2.50739308 | 85.714286 |
| 23.41106 | 0.3901868 | 89 | 218.08321 | 222.53389 | 261.80457 | 0.8254792 | 1.2898113 | 2.50739308 | 90.816327 |
| 23.4101 | 0.3901708 | 94 | 230.32563 | 235.02615 | 276.50136 | 0.8254454 | 1.2897584 | 2.50729026 | 95.918367 |
| 23.4101 | 0.3901708 | 99 | 242.57699 | 247.52754 | 291.20887 | 0.8254454 | 1.2897584 | 2.50729026 | 101.02041 |
| 23.40915 | 0.390155 | 104 | 254.81801 | 260.01838 | 305.90398 | 0.8254119 | 1.289706 | 2.50718851 | 106.12245 |
| 23.40915 | 0.390155 | 109 | 267.06888 | 272.51927 | 320.6109 | 0.8254119 | 1.289706 | 2.50718851 | 111.22449 |
| 23.40819 | 0.390139 | 114 | 279.30829 | 285.00846 | 335.30407 | 0.825378 | 1.2896531 | 2.5070857 | 116.32653 |
| 23.40819 | 0.390139 | 119 | 291.55866 | 297.50883 | 350.01039 | 0.825378 | 1.2896531 | 2.5070857 | 121.42857 |
| 23.40724 | 0.3901231 | 124 | 303.79669 | 309.99662 | 364.70191 | 0.8253445 | 1.2896008 | 2.50698395 | 126.53061 |
| 23.40724 | 0.3901231 | 129 | 316.04656 | 322.49649 | 379.40763 | 0.8253445 | 1.2896008 | 2.50698395 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI
BATERAI 80%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi Poros |
|----------|-----------|------|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ η_s | | | m/s | knot | |
| 23.39769 | 0.389964 | 0 | 0 | 0 | | 0.8250078 | 1.2890746 | 2.5059611 | 0 |
| 23.39673 | 0.389948 | 4 | 9.795493 | 9.995401 | 11.759295 | 0.8249739 | 1.2890218 | 2.5058583 | 4.0816327 |
| 23.39673 | 0.389948 | 9 | 22.03986 | 22.489652 | 26.458414 | 0.8249739 | 1.2890218 | 2.5058583 | 9.1836735 |
| 23.39578 | 0.3899321 | 14 | 34.28283 | 34.982483 | 41.155862 | 0.8249404 | 1.2889694 | 2.5057565 | 14.285714 |
| 23.39578 | 0.3899321 | 19 | 46.5267 | 47.476227 | 55.854385 | 0.8249404 | 1.2889694 | 2.5057565 | 19.387755 |
| 23.39673 | 0.389948 | 24 | 58.77296 | 59.972406 | 70.555772 | 0.8249739 | 1.2890218 | 2.5058583 | 24.489796 |
| 23.39673 | 0.389948 | 29 | 71.01732 | 72.466657 | 85.254891 | 0.8249739 | 1.2890218 | 2.5058583 | 29.591837 |
| 23.39578 | 0.3899321 | 34 | 83.25831 | 84.957459 | 99.949952 | 0.8249404 | 1.2889694 | 2.5057565 | 34.693878 |
| 23.39578 | 0.3899321 | 39 | 95.50218 | 97.451203 | 114.64847 | 0.8249404 | 1.2889694 | 2.5057565 | 39.795918 |
| 23.39482 | 0.3899161 | 44 | 107.7416 | 109.94044 | 129.34169 | 0.8249066 | 1.2889165 | 2.5056537 | 44.897959 |
| 23.39482 | 0.3899161 | 49 | 119.985 | 122.43367 | 144.03961 | 0.8249066 | 1.2889165 | 2.5056537 | 50 |
| 23.39387 | 0.3899003 | 54 | 132.223 | 134.92142 | 158.73108 | 0.8248731 | 1.2888642 | 2.505552 | 55.102041 |
| 23.39387 | 0.3899003 | 59 | 144.4659 | 147.41414 | 173.4284 | 0.8248731 | 1.2888642 | 2.505552 | 60.204082 |
| 23.39291 | 0.3898843 | 64 | 156.7023 | 159.90031 | 188.11801 | 0.8248392 | 1.2888113 | 2.5054492 | 65.306122 |
| 23.39291 | 0.3898843 | 69 | 168.9447 | 172.39252 | 202.81473 | 0.8248392 | 1.2888113 | 2.5054492 | 70.408163 |
| 23.391 | 0.3898525 | 74 | 181.1722 | 184.86963 | 217.49368 | 0.8247719 | 1.2887061 | 2.5052446 | 75.510204 |
| 23.391 | 0.3898525 | 79 | 193.4136 | 197.36082 | 232.1892 | 0.8247719 | 1.2887061 | 2.5052446 | 80.612245 |
| 23.39005 | 0.3898366 | 84 | 205.6466 | 209.84349 | 246.8747 | 0.8247384 | 1.2886537 | 2.5051428 | 85.714286 |
| 23.39005 | 0.3898366 | 89 | 217.8875 | 222.33418 | 261.56962 | 0.8247384 | 1.2886537 | 2.5051428 | 90.816327 |
| 23.38909 | 0.3898206 | 94 | 230.1189 | 234.81522 | 276.2532 | 0.8247045 | 1.2886008 | 2.50504 | 95.918367 |
| 23.38909 | 0.3898206 | 99 | 242.3593 | 247.30539 | 290.94752 | 0.8247045 | 1.2886008 | 2.50504 | 101.02041 |
| 23.38814 | 0.3898048 | 104 | 254.5893 | 259.78501 | 305.62943 | 0.824671 | 1.2885485 | 2.5049383 | 106.12245 |
| 23.38814 | 0.3898048 | 109 | 266.8292 | 272.27468 | 320.32315 | 0.824671 | 1.2885485 | 2.5049383 | 111.22449 |
| 23.38718 | 0.3897888 | 114 | 279.0576 | 284.75265 | 335.00312 | 0.8246372 | 1.2884956 | 2.5048355 | 116.32653 |
| 23.38718 | 0.3897888 | 119 | 291.297 | 297.2418 | 349.69624 | 0.8246372 | 1.2884956 | 2.5048355 | 121.42857 |
| 23.38623 | 0.389773 | 124 | 303.524 | 309.71837 | 364.37456 | 0.8246037 | 1.2884433 | 2.5047337 | 126.53061 |
| 23.38623 | 0.389773 | 129 | 315.7629 | 322.20702 | 379.06708 | 0.8246037 | 1.2884433 | 2.5047337 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI
BATERAI 70%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi Poros |
|----------|-----------|------|--------------|---------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|
| Rpm | rps | (Nm) | (2 π NQ) | THP/ η_s | | | m/s | knot | |
| 23.37668 | 0.3896138 | 0 | 0 | 0 | | 0.824267 | 1.2879171 | 2.50371088 | 0 |
| 23.37668 | 0.3896138 | 4 | 9.7870987 | 9.9868354 | 11.749218 | 0.824267 | 1.2879171 | 2.50371088 | 4.0816327 |
| 23.37572 | 0.3895978 | 9 | 22.020068 | 22.469457 | 26.434655 | 0.8242331 | 1.2878642 | 2.50360806 | 9.1836735 |
| 23.37572 | 0.3895978 | 14 | 34.253439 | 34.952488 | 41.120575 | 0.8242331 | 1.2878642 | 2.50360806 | 14.285714 |
| 23.37477 | 0.389582 | 19 | 46.48492 | 47.433592 | 55.804226 | 0.8241996 | 1.2878119 | 2.50350632 | 19.387755 |
| 23.37572 | 0.3895978 | 24 | 58.720181 | 59.918552 | 70.492414 | 0.8242331 | 1.2878642 | 2.50360806 | 24.489796 |
| 23.37381 | 0.389566 | 29 | 70.947754 | 72.395667 | 85.171373 | 0.8241658 | 1.287759 | 2.5034035 | 29.591837 |
| 23.37381 | 0.389566 | 34 | 83.180125 | 84.877679 | 99.856093 | 0.8241658 | 1.287759 | 2.5034035 | 34.693878 |
| 23.37286 | 0.3895501 | 39 | 95.408619 | 97.355733 | 114.53616 | 0.8241323 | 1.2877067 | 2.50330175 | 39.795918 |
| 23.37286 | 0.3895501 | 44 | 107.64049 | 109.83724 | 129.22028 | 0.8241323 | 1.2877067 | 2.50330175 | 44.897959 |
| 23.3719 | 0.3895341 | 49 | 119.86744 | 122.31372 | 143.89849 | 0.8240984 | 1.2876538 | 2.50319893 | 50 |
| 23.3719 | 0.3895341 | 54 | 132.09882 | 134.79471 | 158.58201 | 0.8240984 | 1.2876538 | 2.50319893 | 55.102041 |
| 23.37095 | 0.3895183 | 59 | 144.32432 | 147.26971 | 173.25849 | 0.8240649 | 1.2876014 | 2.50309718 | 60.204082 |
| 23.37095 | 0.3895183 | 64 | 156.5552 | 159.7502 | 187.94141 | 0.8240649 | 1.2876014 | 2.50309718 | 65.306122 |
| 23.36999 | 0.3895023 | 69 | 168.77914 | 172.22361 | 202.61601 | 0.8240311 | 1.2875485 | 2.50299436 | 70.408163 |
| 23.36904 | 0.3894865 | 74 | 181.00215 | 184.69607 | 217.2895 | 0.8239976 | 1.2874962 | 2.50289262 | 75.510204 |
| 23.36904 | 0.3894865 | 79 | 193.23203 | 197.17554 | 231.97122 | 0.8239976 | 1.2874962 | 2.50289262 | 80.612245 |
| 23.36808 | 0.3894705 | 84 | 205.45346 | 209.64639 | 246.64281 | 0.8239637 | 1.2874433 | 2.5027898 | 85.714286 |
| 23.36808 | 0.3894705 | 89 | 217.68283 | 222.12534 | 261.32393 | 0.8239637 | 1.2874433 | 2.5027898 | 90.816327 |
| 23.36808 | 0.3894705 | 94 | 229.91221 | 234.60429 | 276.00505 | 0.8239637 | 1.2874433 | 2.5027898 | 95.918367 |
| 23.36713 | 0.3894546 | 99 | 242.13173 | 247.0732 | 290.67435 | 0.8239302 | 1.287391 | 2.50268805 | 101.02041 |
| 23.36617 | 0.3894386 | 104 | 254.35016 | 259.54098 | 305.34233 | 0.8238964 | 1.2873381 | 2.50258523 | 106.12245 |
| 23.36522 | 0.3894228 | 109 | 266.56769 | 272.00785 | 320.00924 | 0.8238629 | 1.2872857 | 2.50248348 | 111.22449 |
| 23.36522 | 0.3894228 | 114 | 278.79557 | 284.48528 | 334.68856 | 0.8238629 | 1.2872857 | 2.50248348 | 116.32653 |
| 23.36426 | 0.3894068 | 119 | 291.01149 | 296.9505 | 349.35353 | 0.823829 | 1.2872329 | 2.50238066 | 121.42857 |
| 23.36426 | 0.3894068 | 124 | 303.23886 | 309.42741 | 364.03225 | 0.823829 | 1.2872329 | 2.50238066 | 126.53061 |
| 23.36426 | 0.3894068 | 129 | 315.46624 | 321.90432 | 378.71097 | 0.823829 | 1.2872329 | 2.50238066 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI
BATERAI 60%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi Poros |
|----------|-----------|------|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ η_s | | | m/s | knot | |
| 23.34803 | 0.3891363 | 0 | 0 | 0 | | 0.8232568 | 1.2863387 | 2.5006424 | 0 |
| 23.34708 | 0.3891205 | 4 | 9.774706 | 9.9741899 | 11.734341 | 0.8232233 | 1.2862863 | 2.5005406 | 4.0816327 |
| 23.34708 | 0.3891205 | 9 | 21.99309 | 22.441927 | 26.402267 | 0.8232233 | 1.2862863 | 2.5005406 | 9.1836735 |
| 23.34612 | 0.3891045 | 14 | 34.21006 | 34.908229 | 41.068505 | 0.8231894 | 1.2862334 | 2.5004378 | 14.285714 |
| 23.34612 | 0.3891045 | 19 | 46.42794 | 47.375454 | 55.735828 | 0.8231894 | 1.2862334 | 2.5004378 | 19.387755 |
| 23.34517 | 0.3890886 | 24 | 58.64344 | 59.840243 | 70.400286 | 0.8231559 | 1.2861811 | 2.5003361 | 24.489796 |
| 23.34517 | 0.3890886 | 29 | 70.86082 | 72.306961 | 85.067013 | 0.8231559 | 1.2861811 | 2.5003361 | 29.591837 |
| 23.34421 | 0.3890726 | 34 | 83.07479 | 84.770192 | 99.729638 | 0.8231221 | 1.2861282 | 2.5002333 | 34.693878 |
| 23.34421 | 0.3890726 | 39 | 95.29167 | 97.236397 | 114.39576 | 0.8231221 | 1.2861282 | 2.5002333 | 39.795918 |
| 23.34326 | 0.3890568 | 44 | 107.5042 | 109.69814 | 129.05663 | 0.8230886 | 1.2860759 | 2.5001315 | 44.897959 |
| 23.34236 | 0.3890418 | 49 | 119.7159 | 122.15912 | 143.71662 | 0.8230568 | 1.2860263 | 2.5000351 | 50 |
| 23.3423 | 0.3890408 | 54 | 131.9315 | 134.624 | 158.38117 | 0.8230547 | 1.286023 | 2.5000287 | 55.102041 |
| 23.3423 | 0.3890408 | 59 | 144.1474 | 147.08918 | 173.04609 | 0.8230547 | 1.286023 | 2.5000287 | 60.204082 |
| 23.34135 | 0.389025 | 64 | 156.3569 | 159.54787 | 187.70338 | 0.8230212 | 1.2859706 | 2.4999269 | 65.306122 |
| 23.34039 | 0.389009 | 69 | 168.5654 | 172.00547 | 202.35938 | 0.8229874 | 1.2859178 | 2.4998241 | 70.408163 |
| 23.33944 | 0.3889931 | 74 | 180.7729 | 184.46213 | 217.01427 | 0.8229539 | 1.2858654 | 2.4997224 | 75.510204 |
| 23.33944 | 0.3889931 | 79 | 192.9873 | 196.92579 | 231.6774 | 0.8229539 | 1.2858654 | 2.4997224 | 80.612245 |
| 23.33848 | 0.3889771 | 84 | 205.1932 | 209.38083 | 246.33039 | 0.82292 | 1.2858125 | 2.4996196 | 85.714286 |
| 23.33848 | 0.3889771 | 89 | 217.4071 | 221.84398 | 260.99291 | 0.82292 | 1.2858125 | 2.4996196 | 90.816327 |
| 23.33848 | 0.3889771 | 94 | 229.621 | 234.30712 | 275.65544 | 0.82292 | 1.2858125 | 2.4996196 | 95.918367 |
| 23.33753 | 0.3889613 | 99 | 241.825 | 246.76022 | 290.30614 | 0.8228865 | 1.2857602 | 2.4995178 | 101.02041 |
| 23.33753 | 0.3889613 | 104 | 254.0384 | 259.22286 | 304.96807 | 0.8228865 | 1.2857602 | 2.4995178 | 106.12245 |
| 23.33657 | 0.3889453 | 109 | 266.2408 | 271.67432 | 319.61685 | 0.8228527 | 1.2857073 | 2.499415 | 111.22449 |
| 23.33657 | 0.3889453 | 114 | 278.4537 | 284.13645 | 334.27817 | 0.8228527 | 1.2857073 | 2.499415 | 116.32653 |
| 23.33562 | 0.3889295 | 119 | 290.6548 | 296.5865 | 348.92529 | 0.8228192 | 1.285655 | 2.4993132 | 121.42857 |
| 23.33562 | 0.3889295 | 124 | 302.8672 | 309.04811 | 363.58602 | 0.8228192 | 1.285655 | 2.4993132 | 126.53061 |
| 23.33466 | 0.3889135 | 129 | 315.0666 | 321.4965 | 378.23118 | 0.8227853 | 1.2856021 | 2.4992104 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI
BATERAI 50%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi Poros |
|-----------|-----------|------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|
| Rpm | rps | (Nm) | (2 π NQ) | THP/qs | | | m/s | knot | |
| 23.30697 | 0.388452 | 0 | 0 | 0 | | 0.821809 | 1.2840765 | 2.49624474 | 0 |
| 233.06978 | 3.8845209 | 4 | 97.579166 | 99.570577 | 117.14186 | 8.2180925 | 12.84077 | 24.9624559 | 4.0816327 |
| 23.30601 | 0.388436 | 9 | 21.9544 | 22.402449 | 26.355823 | 0.8217751 | 1.2840236 | 2.49614192 | 9.1836735 |
| 23.30601 | 0.388436 | 14 | 34.15129 | 34.848255 | 40.997947 | 0.8217751 | 1.2840236 | 2.49614192 | 14.285714 |
| 23.30506 | 0.3884201 | 19 | 46.34629 | 47.292132 | 55.637803 | 0.8217416 | 1.2839713 | 2.49604017 | 19.387755 |
| 23.30506 | 0.3884201 | 24 | 58.542681 | 59.73743 | 70.27933 | 0.8217416 | 1.2839713 | 2.49604017 | 24.489796 |
| 23.3041 | 0.3884041 | 29 | 70.73616 | 72.179755 | 84.917358 | 0.8217078 | 1.2839184 | 2.49593735 | 29.591837 |
| 23.3041 | 0.3884041 | 34 | 82.932049 | 84.62454 | 99.558282 | 0.8217078 | 1.2839184 | 2.49593735 | 34.693878 |
| 23.30315 | 0.3883883 | 39 | 95.124061 | 97.065368 | 114.19455 | 0.8216743 | 1.2838661 | 2.4958356 | 39.795918 |
| 23.30219 | 0.3883723 | 44 | 107.31503 | 109.50513 | 128.82957 | 0.8216404 | 1.2838132 | 2.49573279 | 44.897959 |
| 23.30219 | 0.3883723 | 49 | 119.50992 | 121.9489 | 143.46929 | 0.8216404 | 1.2838132 | 2.49573279 | 50 |
| 23.30124 | 0.3883565 | 54 | 131.69944 | 134.38719 | 158.10257 | 0.8216069 | 1.2837608 | 2.49563104 | 55.102041 |
| 23.30124 | 0.3883565 | 59 | 143.89384 | 146.83044 | 172.7417 | 0.8216069 | 1.2837608 | 2.49563104 | 60.204082 |
| 23.30028 | 0.3883405 | 64 | 156.0818 | 159.26714 | 187.37311 | 0.8215731 | 1.2837079 | 2.49552822 | 65.306122 |
| 23.30028 | 0.3883405 | 69 | 168.27569 | 171.70989 | 202.01163 | 0.8215731 | 1.2837079 | 2.49552822 | 70.408163 |
| 23.29933 | 0.3883246 | 74 | 180.46222 | 184.14512 | 216.64132 | 0.8215396 | 1.2836556 | 2.49542647 | 75.510204 |
| 23.29933 | 0.3883246 | 79 | 192.65561 | 196.58736 | 231.27925 | 0.8215396 | 1.2836556 | 2.49542647 | 80.612245 |
| 23.29837 | 0.3883086 | 84 | 204.84057 | 209.02099 | 245.90704 | 0.8215057 | 1.2836027 | 2.49532365 | 85.714286 |
| 23.29837 | 0.3883086 | 89 | 217.03346 | 221.46271 | 260.54437 | 0.8215057 | 1.2836027 | 2.49532365 | 90.816327 |
| 23.29742 | 0.3882928 | 94 | 229.217 | 233.8949 | 275.17047 | 0.8214722 | 1.2835504 | 2.4952219 | 95.918367 |
| 23.29742 | 0.3882928 | 99 | 241.40939 | 246.33612 | 289.8072 | 0.8214722 | 1.2835504 | 2.4952219 | 101.02041 |
| 23.29646 | 0.3882768 | 104 | 253.59134 | 258.76667 | 304.43138 | 0.8214384 | 1.2834975 | 2.49511909 | 106.12245 |
| 23.29646 | 0.3882768 | 109 | 265.78323 | 271.20738 | 319.0675 | 0.8214384 | 1.2834975 | 2.49511909 | 111.22449 |
| 23.29551 | 0.388261 | 114 | 277.96379 | 283.63652 | 333.69002 | 0.8214049 | 1.2834451 | 2.49501734 | 116.32653 |
| 23.29551 | 0.388261 | 119 | 290.15518 | 296.07671 | 348.32555 | 0.8214049 | 1.2834451 | 2.49501734 | 121.42857 |
| 23.29455 | 0.388245 | 124 | 302.33411 | 308.5042 | 362.94612 | 0.821371 | 1.2833922 | 2.49491452 | 126.53061 |
| 23.29455 | 0.388245 | 129 | 314.52501 | 320.94388 | 377.58104 | 0.821371 | 1.2833922 | 2.49491452 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI
BATERAI 40%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi Poros |
|----------|-----------|------|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ η_s | | | m/s | knot | |
| 23.24585 | 0.3874308 | 0 | 0 | 0 | | 0.8196487 | 1.280701 | 2.4896828 | 0 |
| 23.24585 | 0.3874308 | 4 | 9.732263 | 9.9308801 | 11.683388 | 0.8196487 | 1.280701 | 2.4896828 | 4.0816327 |
| 23.2449 | 0.387415 | 9 | 21.8967 | 22.343567 | 26.28655 | 0.8196152 | 1.2806487 | 2.4895811 | 9.1836735 |
| 23.2449 | 0.387415 | 14 | 34.06153 | 34.75666 | 40.890188 | 0.8196152 | 1.2806487 | 2.4895811 | 14.285714 |
| 23.24394 | 0.387399 | 19 | 46.22445 | 47.167805 | 55.491535 | 0.8195813 | 1.2805958 | 2.4894783 | 19.387755 |
| 23.24394 | 0.387399 | 24 | 58.38878 | 59.580385 | 70.094571 | 0.8195813 | 1.2805958 | 2.4894783 | 24.489796 |
| 23.24299 | 0.3873832 | 29 | 70.55022 | 71.990023 | 84.694144 | 0.8195478 | 1.2805435 | 2.4893765 | 29.591837 |
| 23.24299 | 0.3873832 | 34 | 82.71405 | 84.402096 | 99.296583 | 0.8195478 | 1.2805435 | 2.4893765 | 34.693878 |
| 23.24203 | 0.3873672 | 39 | 94.87397 | 96.81017 | 113.89432 | 0.819514 | 1.2804906 | 2.4892737 | 39.795918 |
| 23.24203 | 0.3873672 | 44 | 107.0373 | 109.22173 | 128.49615 | 0.819514 | 1.2804906 | 2.4892737 | 44.897959 |
| 23.24108 | 0.3873513 | 49 | 119.1958 | 121.62832 | 143.09214 | 0.8194805 | 1.2804383 | 2.489172 | 50 |
| 23.24012 | 0.3873353 | 54 | 131.3532 | 134.03383 | 157.68686 | 0.8194466 | 1.2803854 | 2.4890691 | 55.102041 |
| 23.24012 | 0.3873353 | 59 | 143.5155 | 146.44438 | 172.2875 | 0.8194466 | 1.2803854 | 2.4890691 | 60.204082 |
| 23.23917 | 0.3873195 | 64 | 155.6715 | 158.84842 | 186.8805 | 0.8194131 | 1.280333 | 2.4889674 | 65.306122 |
| 23.23917 | 0.3873195 | 69 | 167.8333 | 171.25845 | 201.48054 | 0.8194131 | 1.280333 | 2.4889674 | 70.408163 |
| 23.23821 | 0.3873035 | 74 | 179.9877 | 183.6609 | 216.07165 | 0.8193793 | 1.2802801 | 2.4888646 | 75.510204 |
| 23.23821 | 0.3873035 | 79 | 192.149 | 196.07042 | 230.67108 | 0.8193793 | 1.2802801 | 2.4888646 | 80.612245 |
| 23.23726 | 0.3872877 | 84 | 204.302 | 208.47142 | 245.26049 | 0.8193458 | 1.2802278 | 2.4887628 | 85.714286 |
| 23.23726 | 0.3872877 | 89 | 216.4628 | 220.88043 | 259.85933 | 0.8193458 | 1.2802278 | 2.4887628 | 90.816327 |
| 23.2363 | 0.3872717 | 94 | 228.6142 | 233.27981 | 274.44683 | 0.8193119 | 1.2801749 | 2.48866 | 95.918367 |
| 23.2363 | 0.3872717 | 99 | 240.7745 | 245.68831 | 289.04507 | 0.8193119 | 1.2801749 | 2.48866 | 101.02041 |
| 23.23535 | 0.3872558 | 104 | 252.9245 | 258.08625 | 303.63089 | 0.8192784 | 1.2801226 | 2.4885583 | 106.12245 |
| 23.23535 | 0.3872558 | 109 | 265.0844 | 270.49425 | 318.22853 | 0.8192784 | 1.2801226 | 2.4885583 | 111.22449 |
| 23.23439 | 0.3872398 | 114 | 277.2327 | 282.89055 | 332.81241 | 0.8192446 | 1.2800697 | 2.4884554 | 116.32653 |
| 23.23439 | 0.3872398 | 119 | 289.3921 | 295.29803 | 347.40945 | 0.8192446 | 1.2800697 | 2.4884554 | 121.42857 |
| 23.23344 | 0.387224 | 124 | 301.5391 | 307.69293 | 361.99168 | 0.8192111 | 1.2800173 | 2.4883537 | 126.53061 |
| 23.23344 | 0.387224 | 129 | 313.6979 | 320.0999 | 376.58812 | 0.8192111 | 1.2800173 | 2.4883537 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI
BATERAI 30%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi Poros |
|----------|-----------|------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ηs | | | m/s | knot | |
| 23.14368 | 0.385728 | 0 | 0 | 0 | | 0.8160462 | 1.2750721 | 2.4787402 | 0 |
| 23.14368 | 0.385728 | 4 | 9.6894874 | 9.887232 | 11.632038 | 0.8160462 | 1.2750721 | 2.4787402 | 4.0816327 |
| 23.14368 | 0.385728 | 9 | 21.801347 | 22.246272 | 26.172085 | 0.8160462 | 1.2750721 | 2.4787402 | 9.1836735 |
| 23.14272 | 0.385712 | 14 | 33.911799 | 34.603877 | 40.710443 | 0.8160123 | 1.2750192 | 2.47863738 | 14.285714 |
| 23.14177 | 0.3856962 | 19 | 46.021267 | 46.960476 | 55.247619 | 0.8159788 | 1.2749669 | 2.47853564 | 19.387755 |
| 23.14177 | 0.3856962 | 24 | 58.132126 | 59.318496 | 69.786466 | 0.8159788 | 1.2749669 | 2.47853564 | 24.489796 |
| 23.14081 | 0.3856802 | 29 | 70.240072 | 71.673543 | 84.321815 | 0.815945 | 1.274914 | 2.47843282 | 29.591837 |
| 23.14081 | 0.3856802 | 34 | 82.350429 | 84.03105 | 98.860059 | 0.815945 | 1.274914 | 2.47843282 | 34.693878 |
| 23.13986 | 0.3856643 | 39 | 94.456909 | 96.384601 | 113.39365 | 0.8159115 | 1.2748617 | 2.47833107 | 39.795918 |
| 23.13986 | 0.3856643 | 44 | 106.56677 | 108.7416 | 127.93129 | 0.8159115 | 1.2748617 | 2.47833107 | 44.897959 |
| 23.1389 | 0.3856483 | 49 | 118.67171 | 121.09358 | 142.46303 | 0.8158776 | 1.2748088 | 2.47822825 | 50 |
| 23.1389 | 0.3856483 | 54 | 130.78106 | 133.45006 | 157.00008 | 0.8158776 | 1.2748088 | 2.47822825 | 55.102041 |
| 23.13795 | 0.3856325 | 59 | 142.88455 | 145.80057 | 171.53008 | 0.8158441 | 1.2747564 | 2.47812651 | 60.204082 |
| 23.13795 | 0.3856325 | 64 | 154.99341 | 158.15655 | 186.06652 | 0.8158441 | 1.2747564 | 2.47812651 | 65.306122 |
| 23.13699 | 0.3856165 | 69 | 167.09534 | 170.50545 | 200.59465 | 0.8158103 | 1.2747035 | 2.47802369 | 70.408163 |
| 23.13699 | 0.3856165 | 74 | 179.2037 | 182.86092 | 215.13049 | 0.8158103 | 1.2747035 | 2.47802369 | 75.510204 |
| 23.13604 | 0.3856007 | 79 | 191.3042 | 195.20837 | 229.65691 | 0.8157768 | 1.2746512 | 2.47792194 | 80.612245 |
| 23.13604 | 0.3856007 | 84 | 203.41206 | 207.56333 | 244.19215 | 0.8157768 | 1.2746512 | 2.47792194 | 85.714286 |
| 23.13508 | 0.3855847 | 89 | 215.51098 | 219.90917 | 258.71666 | 0.8157429 | 1.2745983 | 2.47781912 | 90.816327 |
| 23.13508 | 0.3855847 | 94 | 227.61834 | 232.26361 | 273.25131 | 0.8157429 | 1.2745983 | 2.47781912 | 95.918367 |
| 23.13413 | 0.3855688 | 99 | 239.71586 | 244.60802 | 287.77414 | 0.8157094 | 1.274546 | 2.47771737 | 101.02041 |
| 23.13413 | 0.3855688 | 104 | 251.82272 | 256.96196 | 302.30818 | 0.8157094 | 1.274546 | 2.47771737 | 106.12245 |
| 23.13317 | 0.3855528 | 109 | 263.91863 | 269.30472 | 316.82908 | 0.8156756 | 1.2744931 | 2.47761456 | 111.22449 |
| 23.13317 | 0.3855528 | 114 | 276.02498 | 281.65815 | 331.36253 | 0.8156756 | 1.2744931 | 2.47761456 | 116.32653 |
| 23.13222 | 0.385537 | 119 | 288.11951 | 293.9995 | 345.88177 | 0.8156421 | 1.2744407 | 2.47751281 | 121.42857 |
| 23.13222 | 0.385537 | 124 | 300.22537 | 306.35242 | 360.41461 | 0.8156421 | 1.2744407 | 2.47751281 | 126.53061 |
| 23.13126 | 0.385521 | 129 | 312.31827 | 318.69211 | 374.9319 | 0.8156082 | 1.2743879 | 2.47740999 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI
BATERAI 20%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi Poros |
|----------|-----------|------|--------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Rpm | rps | (Nm) | (2 π NQ) | THP/ η_s | | | m/s | knot | |
| 22.93837 | 0.3823062 | 0 | 0 | 0 | | 0.8088069 | 1.2637608 | 2.456751 | 0 |
| 22.94028 | 0.382338 | 4 | 9.604331 | 9.8003373 | 11.529809 | 0.8088743 | 1.2638661 | 2.4569556 | 4.0816327 |
| 22.93932 | 0.382322 | 9 | 21.60884 | 22.049836 | 25.940984 | 0.8088404 | 1.2638132 | 2.4568528 | 9.1836735 |
| 22.93932 | 0.382322 | 14 | 33.61375 | 34.299745 | 40.352641 | 0.8088404 | 1.2638132 | 2.4568528 | 14.285714 |
| 22.93837 | 0.3823062 | 19 | 45.61677 | 46.547726 | 54.762031 | 0.8088069 | 1.2637608 | 2.456751 | 19.387755 |
| 22.93837 | 0.3823062 | 24 | 57.62119 | 58.797128 | 69.173092 | 0.8088069 | 1.2637608 | 2.456751 | 24.489796 |
| 22.93741 | 0.3822902 | 29 | 69.62269 | 71.043556 | 83.580654 | 0.8087731 | 1.2637079 | 2.4566482 | 29.591837 |
| 22.93741 | 0.3822902 | 34 | 81.6266 | 83.292445 | 97.991112 | 0.8087731 | 1.2637079 | 2.4566482 | 34.693878 |
| 22.93646 | 0.3822743 | 39 | 93.62663 | 95.537377 | 112.39691 | 0.8087396 | 1.2636556 | 2.4565465 | 39.795918 |
| 22.93646 | 0.3822743 | 44 | 105.63 | 107.78576 | 126.80678 | 0.8087396 | 1.2636556 | 2.4565465 | 44.897959 |
| 22.9355 | 0.3822583 | 49 | 117.6285 | 120.02912 | 141.21073 | 0.8087057 | 1.2636027 | 2.4564437 | 50 |
| 22.9355 | 0.3822583 | 54 | 129.6314 | 132.27699 | 155.61998 | 0.8087057 | 1.2636027 | 2.4564437 | 55.102041 |
| 22.93407 | 0.3822345 | 59 | 141.6255 | 144.51584 | 170.01864 | 0.8086553 | 1.2635239 | 2.4562905 | 60.204082 |
| 22.93359 | 0.3822265 | 64 | 153.6245 | 156.75967 | 184.42314 | 0.8086384 | 1.2634975 | 2.4562391 | 65.306122 |
| 22.93359 | 0.3822265 | 69 | 165.6264 | 169.00652 | 198.8312 | 0.8086384 | 1.2634975 | 2.4562391 | 70.408163 |
| 22.93264 | 0.3822107 | 74 | 177.6209 | 181.24586 | 213.23042 | 0.8086049 | 1.2634451 | 2.4561373 | 75.510204 |
| 22.93264 | 0.3822107 | 79 | 189.6224 | 193.4922 | 227.63788 | 0.8086049 | 1.2634451 | 2.4561373 | 80.612245 |
| 22.93168 | 0.3821947 | 84 | 201.6153 | 205.72993 | 242.03521 | 0.808571 | 1.2633922 | 2.4560345 | 85.714286 |
| 22.93168 | 0.3821947 | 89 | 213.6162 | 217.97576 | 256.44207 | 0.808571 | 1.2633922 | 2.4560345 | 90.816327 |
| 22.93073 | 0.3821788 | 94 | 225.6078 | 230.21205 | 270.83771 | 0.8085375 | 1.2633399 | 2.4559328 | 95.918367 |
| 22.93073 | 0.3821788 | 99 | 237.6082 | 242.45737 | 285.24397 | 0.8085375 | 1.2633399 | 2.4559328 | 101.02041 |
| 22.92977 | 0.3821628 | 104 | 249.5982 | 254.69203 | 299.63768 | 0.8085037 | 1.263287 | 2.45583 | 106.12245 |
| 22.92977 | 0.3821628 | 109 | 261.5981 | 266.93684 | 314.04334 | 0.8085037 | 1.263287 | 2.45583 | 111.22449 |
| 22.92882 | 0.382147 | 114 | 273.5867 | 279.17008 | 328.43539 | 0.8084702 | 1.2632347 | 2.4557282 | 116.32653 |
| 22.92882 | 0.382147 | 119 | 285.5861 | 291.41438 | 342.84045 | 0.8084702 | 1.2632347 | 2.4557282 | 121.42857 |
| 22.92786 | 0.382131 | 124 | 297.5731 | 303.64597 | 357.23056 | 0.8084363 | 1.2631818 | 2.4556254 | 126.53061 |
| 22.92786 | 0.382131 | 129 | 309.572 | 315.88976 | 371.63501 | 0.8084363 | 1.2631818 | 2.4556254 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI
BATERAI 10%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi Poros |
|----------|-----------|------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|
| Rpm | rps | (Nm) | (2 π NQ) | THP/ηs | | | m/s | knot | |
| 22.32912 | 0.372152 | 0 | 0 | 0 | | 0.7873248 | 1.230195 | 2.39149899 | 0 |
| 22.32912 | 0.372152 | 4 | 9.3484582 | 9.5392431 | 11.222639 | 0.7873248 | 1.230195 | 2.39149899 | 4.0816327 |
| 22.32817 | 0.3721362 | 9 | 21.033136 | 21.462384 | 25.249863 | 0.7872913 | 1.2301426 | 2.39139725 | 9.1836735 |
| 22.32817 | 0.3721362 | 14 | 32.718212 | 33.38593 | 39.277565 | 0.7872913 | 1.2301426 | 2.39139725 | 14.285714 |
| 22.32721 | 0.3721202 | 19 | 44.401378 | 45.307529 | 53.302975 | 0.7872574 | 1.2300897 | 2.39129443 | 19.387755 |
| 22.32721 | 0.3721202 | 24 | 56.085952 | 57.230563 | 67.330074 | 0.7872574 | 1.2300897 | 2.39129443 | 24.489796 |
| 22.3253 | 0.3720883 | 29 | 67.764727 | 69.147681 | 81.350213 | 0.7871901 | 1.2299845 | 2.39108986 | 29.591837 |
| 22.3253 | 0.3720883 | 34 | 79.448301 | 81.069695 | 95.376112 | 0.7871901 | 1.2299845 | 2.39108986 | 34.693878 |
| 22.3253 | 0.3720883 | 39 | 91.131875 | 92.991709 | 109.40201 | 0.7871901 | 1.2299845 | 2.39108986 | 39.795918 |
| 22.3253 | 0.3720883 | 44 | 102.81545 | 104.91372 | 123.42791 | 0.7871901 | 1.2299845 | 2.39108986 | 44.897959 |
| 22.32435 | 0.3720725 | 49 | 114.49415 | 116.83077 | 137.44796 | 0.7871566 | 1.2299322 | 2.39098811 | 50 |
| 22.32435 | 0.3720725 | 54 | 126.17723 | 128.75227 | 151.47326 | 0.7871566 | 1.2299322 | 2.39098811 | 55.102041 |
| 22.32339 | 0.3720565 | 59 | 137.85437 | 140.66773 | 165.49145 | 0.7871227 | 1.2298793 | 2.3908853 | 60.204082 |
| 22.32339 | 0.3720565 | 64 | 149.53695 | 152.58872 | 179.51614 | 0.7871227 | 1.2298793 | 2.3908853 | 65.306122 |
| 22.32244 | 0.3720407 | 69 | 161.21266 | 164.50272 | 193.53261 | 0.7870892 | 1.2298269 | 2.39078355 | 70.408163 |
| 22.32148 | 0.3720247 | 74 | 172.8873 | 176.41562 | 207.54778 | 0.7870554 | 1.229774 | 2.39068073 | 75.510204 |
| 22.32148 | 0.3720247 | 79 | 184.56888 | 188.33559 | 221.57128 | 0.7870554 | 1.229774 | 2.39068073 | 80.612245 |
| 22.32053 | 0.3720088 | 84 | 196.2421 | 200.24704 | 235.58475 | 0.7870219 | 1.2297217 | 2.39057898 | 85.714286 |
| 22.32053 | 0.3720088 | 89 | 207.92318 | 212.16651 | 249.60766 | 0.7870219 | 1.2297217 | 2.39057898 | 90.816327 |
| 22.31957 | 0.3719928 | 94 | 219.59481 | 224.07634 | 263.61922 | 0.786988 | 1.2296688 | 2.39047617 | 95.918367 |
| 22.31957 | 0.3719928 | 99 | 231.27538 | 235.99529 | 277.64152 | 0.786988 | 1.2296688 | 2.39047617 | 101.02041 |
| 22.31862 | 0.371977 | 104 | 242.94562 | 247.90369 | 291.6514 | 0.7869545 | 1.2296165 | 2.39037442 | 106.12245 |
| 22.31862 | 0.371977 | 109 | 254.6257 | 259.82214 | 305.6731 | 0.7869545 | 1.2296165 | 2.39037442 | 111.22449 |
| 22.31766 | 0.371961 | 114 | 266.29432 | 271.7289 | 319.68106 | 0.7869207 | 1.2295636 | 2.3902716 | 116.32653 |
| 22.31766 | 0.371961 | 119 | 277.97389 | 283.64683 | 333.70215 | 0.7869207 | 1.2295636 | 2.3902716 | 121.42857 |
| 22.31671 | 0.3719452 | 124 | 289.64114 | 295.55218 | 347.70845 | 0.7868872 | 1.2295112 | 2.39016985 | 126.53061 |
| 22.31671 | 0.3719452 | 129 | 301.32022 | 307.46961 | 361.72895 | 0.7868872 | 1.2295112 | 2.39016985 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI
BATERAI 0%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi Poros |
|---------|-----------|------|--------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Rpm | rps | (Nm) | (2 π NQ) | THP/ η_s | | | m/s | knot | |
| 5.07068 | 0.0845119 | 0 | 0 | 0 | | 0.1787933 | 0.2793645 | 0.5430847 | 0 |
| 5.0468 | 0.0841139 | 4 | 2.11294 | 2.1560615 | 2.536543 | 0.1779513 | 0.2780489 | 0.5405271 | 4.0816327 |
| 5.01529 | 0.0835887 | 9 | 4.724433 | 4.8208501 | 5.6715884 | 0.1768402 | 0.2763129 | 0.5371522 | 9.1836735 |
| 4.98473 | 0.0830794 | 14 | 7.304337 | 7.4534054 | 8.7687122 | 0.1757627 | 0.2746292 | 0.5338792 | 14.285714 |
| 4.95513 | 0.082586 | 19 | 9.854164 | 10.05527 | 11.829729 | 0.174719 | 0.2729984 | 0.5307089 | 19.387755 |
| 4.92553 | 0.0820927 | 24 | 12.37301 | 12.62552 | 14.853553 | 0.1736753 | 0.2713676 | 0.5275387 | 24.489796 |
| 4.89401 | 0.0815673 | 29 | 14.85505 | 15.15821 | 17.833188 | 0.1725639 | 0.2696311 | 0.5241628 | 29.591837 |
| 4.86346 | 0.0810582 | 34 | 17.30754 | 17.660758 | 20.777362 | 0.1714867 | 0.2679479 | 0.5208908 | 34.693878 |
| 4.8329 | 0.0805488 | 39 | 19.72802 | 20.130635 | 23.683101 | 0.1704091 | 0.2662643 | 0.5176177 | 39.795918 |
| 4.80521 | 0.0800873 | 44 | 22.12973 | 22.581361 | 26.566307 | 0.1694328 | 0.2647387 | 0.5146521 | 44.897959 |
| 4.79375 | 0.0798963 | 49 | 24.5857 | 25.087451 | 29.514648 | 0.1690287 | 0.2641073 | 0.5134247 | 50 |
| 4.76319 | 0.079387 | 54 | 26.92172 | 27.471143 | 32.318992 | 0.1679511 | 0.2624237 | 0.5101516 | 55.102041 |
| 4.73359 | 0.0788937 | 59 | 29.23168 | 29.828246 | 35.092054 | 0.1669074 | 0.2607929 | 0.5069814 | 60.204082 |
| 4.70303 | 0.0783843 | 64 | 31.50423 | 32.147173 | 37.820204 | 0.1658299 | 0.2591092 | 0.5037083 | 65.306122 |
| 4.67343 | 0.077891 | 69 | 33.75173 | 34.440536 | 40.518278 | 0.1647862 | 0.2574784 | 0.500538 | 70.408163 |
| 4.64287 | 0.0773817 | 74 | 35.9608 | 36.694697 | 43.170232 | 0.1637086 | 0.2557947 | 0.497265 | 75.510204 |
| 4.61518 | 0.0769202 | 79 | 38.16163 | 38.940435 | 45.812277 | 0.1627323 | 0.2542692 | 0.4942993 | 80.612245 |
| 4.58271 | 0.076379 | 84 | 40.29144 | 41.113716 | 48.369077 | 0.1615874 | 0.2524803 | 0.4908217 | 85.714286 |
| 4.55119 | 0.0758536 | 89 | 42.39612 | 43.261347 | 50.895703 | 0.160476 | 0.2507437 | 0.4874458 | 90.816327 |
| 4.52064 | 0.0753445 | 94 | 44.47735 | 45.385053 | 53.39418 | 0.1593988 | 0.2490606 | 0.4841738 | 95.918367 |
| 4.49103 | 0.074851 | 99 | 46.53635 | 47.486069 | 55.865963 | 0.1583547 | 0.2474293 | 0.4810025 | 101.02041 |
| 4.46048 | 0.0743418 | 104 | 48.55412 | 49.54502 | 58.288258 | 0.1572775 | 0.2457461 | 0.4777305 | 106.12245 |
| 4.42992 | 0.0738325 | 109 | 50.5398 | 51.571225 | 60.67203 | 0.1562 | 0.2440625 | 0.4744574 | 111.22449 |
| 4.40127 | 0.073355 | 114 | 52.51629 | 53.588047 | 63.044761 | 0.1551898 | 0.242484 | 0.4713889 | 116.32653 |
| 4.36976 | 0.0728298 | 119 | 54.42716 | 55.537921 | 65.33873 | 0.1540787 | 0.240748 | 0.4680141 | 121.42857 |
| 4.34016 | 0.0723365 | 124 | 56.32985 | 57.479435 | 67.622865 | 0.153035 | 0.2391172 | 0.4648438 | 126.53061 |
| 4.3096 | 0.0718271 | 129 | 58.18859 | 59.37611 | 69.854247 | 0.1519575 | 0.2374335 | 0.4615708 | 131.63265 |

LAMPIRAN IV
TABEL HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI PENUH**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi |
|----------|-----------|------|---------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ηs | | | m/s | knot | Poros |
| 50.56353 | 0.8427255 | 0 | 0 | 0 | | 1.7828701 | 2.7857345 | 5.4154678 | 0 |
| 50.56353 | 0.8427255 | 4 | 21.16926456 | 21.60129037 | 25.413283 | 1.7828701 | 2.7857345 | 5.4154678 | 4.0816327 |
| 50.56237 | 0.8427062 | 9 | 47.62975254 | 48.60178831 | 57.178574 | 1.7828292 | 2.7856706 | 5.4153436 | 9.1836735 |
| 50.56237 | 0.8427062 | 14 | 74.09072617 | 75.60278181 | 88.944449 | 1.7828292 | 2.7856706 | 5.4153436 | 14.285714 |
| 50.56162 | 0.8426937 | 19 | 100.5502083 | 102.6022534 | 120.70853 | 1.7828027 | 2.7856293 | 5.4152633 | 19.387755 |
| 50.56162 | 0.8426937 | 24 | 127.0107894 | 129.6028464 | 152.47394 | 1.7828027 | 2.7856293 | 5.4152633 | 24.489796 |
| 50.56066 | 0.8426777 | 29 | 153.4684567 | 156.600466 | 184.23584 | 1.7827689 | 2.7855764 | 5.4151604 | 29.591837 |
| 50.56066 | 0.8426777 | 34 | 179.9285354 | 183.6005463 | 216.00064 | 1.7827689 | 2.7855764 | 5.4151604 | 34.693878 |
| 50.55971 | 0.8426618 | 39 | 206.3847362 | 210.5966696 | 247.76079 | 1.7827354 | 2.785524 | 5.4150587 | 39.795918 |
| 50.55971 | 0.8426618 | 44 | 232.8443178 | 237.5962426 | 279.52499 | 1.7827354 | 2.785524 | 5.4150587 | 44.897959 |
| 50.55875 | 0.8426458 | 49 | 259.2989758 | 264.5907917 | 311.28328 | 1.7827015 | 2.7854711 | 5.4149559 | 50 |
| 50.5578 | 0.84263 | 54 | 285.7526856 | 291.5843731 | 343.04044 | 1.782668 | 2.7854188 | 5.4148541 | 55.102041 |
| 50.5578 | 0.84263 | 59 | 312.2112676 | 318.5829261 | 374.80344 | 1.782668 | 2.7854188 | 5.4148541 | 60.204082 |
| 50.55684 | 0.842614 | 64 | 338.6634189 | 345.5749172 | 406.55873 | 1.7826342 | 2.7853659 | 5.4147513 | 65.306122 |
| 50.55684 | 0.842614 | 69 | 365.1214985 | 372.5729576 | 438.32113 | 1.7826342 | 2.7853659 | 5.4147513 | 70.408163 |
| 50.55589 | 0.8425982 | 74 | 391.57222 | 399.5634898 | 470.07469 | 1.7826007 | 2.7853136 | 5.4146496 | 75.510204 |
| 50.55589 | 0.8425982 | 79 | 418.0298024 | 426.5610229 | 501.8365 | 1.7826007 | 2.7853136 | 5.4146496 | 80.612245 |
| 50.55493 | 0.8425822 | 84 | 444.4789446 | 453.5499434 | 533.58817 | 1.7825668 | 2.7852607 | 5.4145468 | 85.714286 |
| 50.55493 | 0.8425822 | 89 | 470.9360246 | 480.5469639 | 565.34937 | 1.7825668 | 2.7852607 | 5.4145468 | 90.816327 |
| 50.55398 | 0.8425663 | 94 | 497.3837579 | 507.5344468 | 597.09935 | 1.7825333 | 2.7852083 | 5.4144445 | 95.918367 |
| 50.55398 | 0.8425663 | 99 | 523.8403408 | 534.53096 | 628.85995 | 1.7825333 | 2.7852083 | 5.4144445 | 101.02041 |
| 50.55302 | 0.8425503 | 104 | 550.2864737 | 561.5168099 | 660.60801 | 1.7824995 | 2.7851554 | 5.4143422 | 106.12245 |
| 50.55302 | 0.8425503 | 109 | 576.7425542 | 588.5128104 | 692.36801 | 1.7824995 | 2.7851554 | 5.4143422 | 111.22449 |
| 50.55207 | 0.8425345 | 114 | 603.1872992 | 615.4972441 | 724.1144 | 1.782466 | 2.7851031 | 5.4142404 | 116.32653 |
| 50.55207 | 0.8425345 | 119 | 629.6428825 | 642.4927373 | 755.87381 | 1.782466 | 2.7851031 | 5.4142404 | 121.42857 |
| 50.55111 | 0.8425185 | 124 | 656.0860063 | 669.4755167 | 787.61825 | 1.7824321 | 2.7850502 | 5.4141376 | 126.53061 |
| 50.55111 | 0.8425185 | 129 | 682.5410872 | 696.4704972 | 819.37706 | 1.7824321 | 2.7850502 | 5.4141376 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 90%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi |
|----------|-----------|------|---------------|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ η_s | | | m/s | knot | Poros |
| 4.61708 | 0.0769513 | 0 | 0 | 0 | | 0.162798241 | 0.2543723 | 0.4944997 | 0 |
| 4.61804 | 0.0769673 | 4 | 1.93341941 | 1.972877 | 2.321031709 | 0.16283209 | 0.2544251 | 0.4946025 | 4.0816327 |
| 46.86508 | 0.7810847 | 9 | 44.1469054 | 45.04786 | 52.99748543 | 1.652462721 | 2.581973 | 5.0193555 | 9.1836735 |
| 46.86508 | 0.7810847 | 14 | 68.6729639 | 70.07445 | 82.44053289 | 1.652462721 | 2.581973 | 5.0193555 | 14.285714 |
| 46.86413 | 0.7810688 | 19 | 93.1971332 | 95.09912 | 111.8813124 | 1.652429224 | 2.5819207 | 5.0192538 | 19.387755 |
| 46.86317 | 0.7810528 | 24 | 117.720283 | 120.1227 | 141.320868 | 1.652395374 | 2.5818678 | 5.0191509 | 24.489796 |
| 46.86317 | 0.7810528 | 29 | 142.245342 | 145.1483 | 170.7627155 | 1.652395374 | 2.5818678 | 5.0191509 | 29.591837 |
| 46.86222 | 0.781037 | 34 | 166.76702 | 170.1704 | 200.2005045 | 1.652361877 | 2.5818154 | 5.0190492 | 34.693878 |
| 46.86222 | 0.781037 | 39 | 191.291582 | 195.1955 | 229.6417552 | 1.652361877 | 2.5818154 | 5.0190492 | 39.795918 |
| 46.86126 | 0.781021 | 44 | 215.811723 | 220.216 | 259.0776983 | 1.652328028 | 2.5817625 | 5.0189464 | 44.897959 |
| 46.86126 | 0.781021 | 49 | 240.335782 | 245.2406 | 288.5183459 | 1.652328028 | 2.5817625 | 5.0189464 | 50 |
| 46.86031 | 0.7810052 | 54 | 264.854472 | 270.2597 | 317.9525476 | 1.652294531 | 2.5817102 | 5.0188446 | 55.102041 |
| 46.86031 | 0.7810052 | 59 | 289.378034 | 295.2837 | 347.3925983 | 1.652294531 | 2.5817102 | 5.0188446 | 60.204082 |
| 46.85935 | 0.7809892 | 64 | 313.895166 | 320.3012 | 376.824929 | 1.652260681 | 2.5816573 | 5.0187418 | 65.306122 |
| 46.85935 | 0.7809892 | 69 | 338.418226 | 345.3247 | 406.2643766 | 1.652260681 | 2.5816573 | 5.0187418 | 70.408163 |
| 46.8584 | 0.7809733 | 74 | 362.933927 | 370.3407 | 435.694991 | 1.652227184 | 2.581605 | 5.0186401 | 75.510204 |
| 46.8584 | 0.7809733 | 79 | 387.45649 | 395.3638 | 465.1338417 | 1.652227184 | 2.581605 | 5.0186401 | 80.612245 |
| 46.85744 | 0.7809573 | 84 | 411.970612 | 420.3782 | 494.56256 | 1.652193334 | 2.5815521 | 5.0185373 | 85.714286 |
| 46.85362 | 0.7808937 | 89 | 436.457088 | 445.3644 | 523.958089 | 1.652058641 | 2.5813416 | 5.0181281 | 90.816327 |
| 46.85649 | 0.7809415 | 94 | 461.005386 | 470.4137 | 553.4278347 | 1.652159837 | 2.5814997 | 5.0184355 | 95.918367 |
| 46.85649 | 0.7809415 | 99 | 485.526949 | 495.4357 | 582.8654855 | 1.652159837 | 2.5814997 | 5.0184355 | 101.02041 |
| 46.85553 | 0.7809255 | 104 | 510.038063 | 520.447 | 612.2905913 | 1.652125988 | 2.5814469 | 5.0183327 | 106.12245 |
| 46.85553 | 0.7809255 | 109 | 534.559123 | 545.4685 | 641.727639 | 1.652125988 | 2.5814469 | 5.0183327 | 111.22449 |
| 46.85458 | 0.7809097 | 114 | 559.068849 | 570.4784 | 671.1510787 | 1.652092491 | 2.5813945 | 5.0182309 | 116.32653 |
| 46.85362 | 0.7808937 | 119 | 583.577455 | 595.4872 | 700.5731752 | 1.652058641 | 2.5813416 | 5.0181281 | 121.42857 |
| 46.85362 | 0.7808937 | 124 | 608.097516 | 620.5077 | 730.0090229 | 1.652058641 | 2.5813416 | 5.0181281 | 126.53061 |
| 46.85362 | 0.7808937 | 129 | 632.617577 | 645.5281 | 759.4448706 | 1.652058641 | 2.5813416 | 5.0181281 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 80%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi |
|----------|-----------|------|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ η_s | | | m/s | knot | Poros |
| 46.82402 | 0.7804003 | 0 | 0 | 0 | | 1.6510149 | 2.5797109 | 5.0149579 | 0 |
| 46.82307 | 0.7803845 | 4 | 19.60325864 | 20.00332514 | 23.533324 | 1.6509814 | 2.5796585 | 5.0148561 | 4.0816327 |
| 46.82307 | 0.7803845 | 9 | 44.10733194 | 45.00748157 | 52.949978 | 1.6509814 | 2.5796585 | 5.0148561 | 9.1836735 |
| 46.82211 | 0.7803685 | 14 | 68.60999852 | 70.01020257 | 82.364944 | 1.6509476 | 2.5796056 | 5.0147533 | 14.285714 |
| 46.82211 | 0.7803685 | 19 | 93.11356942 | 95.01384635 | 111.781 | 1.6509476 | 2.5796056 | 5.0147533 | 19.387755 |
| 46.82116 | 0.7803527 | 24 | 117.6147539 | 120.015055 | 141.19418 | 1.6509141 | 2.5795533 | 5.0146516 | 24.489796 |
| 46.82116 | 0.7803527 | 29 | 142.1178277 | 145.0181915 | 170.60964 | 1.6509141 | 2.5795533 | 5.0146516 | 29.591837 |
| 46.8202 | 0.7803367 | 34 | 166.6174851 | 170.0178419 | 200.02099 | 1.6508803 | 2.5795004 | 5.0145488 | 34.693878 |
| 46.8202 | 0.7803367 | 39 | 191.1200564 | 195.0204657 | 229.43584 | 1.6508803 | 2.5795004 | 5.0145488 | 39.795918 |
| 46.81925 | 0.7803208 | 44 | 215.6182527 | 220.0186252 | 258.84544 | 1.6508468 | 2.5794481 | 5.014447 | 44.897959 |
| 46.81925 | 0.7803208 | 49 | 240.1203268 | 245.0207417 | 288.2597 | 1.6508468 | 2.5794481 | 5.014447 | 50 |
| 46.81829 | 0.7803048 | 54 | 264.6169751 | 270.0173215 | 317.66744 | 1.6508129 | 2.5793952 | 5.0143442 | 55.102041 |
| 46.81828 | 0.7803047 | 59 | 289.1184851 | 295.0188623 | 347.08101 | 1.6508126 | 2.5793946 | 5.0143431 | 60.204082 |
| 46.81734 | 0.780289 | 64 | 313.6137549 | 320.0140356 | 376.4871 | 1.6507794 | 2.5793428 | 5.0142425 | 65.306122 |
| 46.81734 | 0.780289 | 69 | 338.1148295 | 345.0151321 | 405.90016 | 1.6507794 | 2.5793428 | 5.0142425 | 70.408163 |
| 46.81638 | 0.780273 | 74 | 362.6084686 | 370.0086414 | 435.30428 | 1.6507456 | 2.5792899 | 5.0141396 | 75.510204 |
| 46.81543 | 0.7802572 | 79 | 387.1011855 | 395.0012097 | 464.70731 | 1.6507121 | 2.5792376 | 5.0140379 | 80.612245 |
| 46.81543 | 0.7802572 | 84 | 411.6012606 | 420.0012863 | 494.11916 | 1.6507121 | 2.5792376 | 5.0140379 | 85.714286 |
| 46.81443 | 0.7802405 | 89 | 436.0920203 | 444.9918574 | 523.51983 | 1.6506768 | 2.5791825 | 5.0139308 | 90.816327 |
| 46.81447 | 0.7802412 | 94 | 460.5919655 | 469.9918015 | 552.93153 | 1.6506782 | 2.5791847 | 5.0139351 | 95.918367 |
| 46.81337 | 0.7802228 | 99 | 485.0801399 | 494.9797346 | 582.3291 | 1.6506394 | 2.5791241 | 5.0138173 | 101.02041 |
| 46.81222 | 0.7802037 | 104 | 509.5666188 | 519.9659375 | 611.72463 | 1.6505989 | 2.5790607 | 5.0136941 | 106.12245 |
| 46.81256 | 0.7802093 | 109 | 534.0688929 | 544.968258 | 641.13913 | 1.6506109 | 2.5790795 | 5.0137305 | 111.22449 |
| 46.81226 | 0.7802043 | 114 | 558.5638863 | 569.9631493 | 670.54488 | 1.6506003 | 2.5790629 | 5.0136984 | 116.32653 |
| 46.81161 | 0.7801935 | 119 | 583.0542064 | 594.9532719 | 699.94503 | 1.6505774 | 2.5790271 | 5.0136288 | 121.42857 |
| 46.81161 | 0.7801935 | 124 | 607.5522823 | 619.9513085 | 729.35448 | 1.6505774 | 2.5790271 | 5.0136288 | 126.53061 |
| 46.81065 | 0.7801775 | 129 | 632.0373963 | 644.9361187 | 758.74837 | 1.6505435 | 2.5789742 | 5.0135259 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 70%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi |
|----------|-----------|------|---------------|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ η_s | | | m/s | knot | Poros |
| 46.78009 | 0.7796682 | 0 | 0 | 0 | | 1.649465973 | 2.5772906 | 5.0102529 | 0 |
| 46.78009 | 0.7796682 | 4 | 19.5852643 | 19.98496 | 23.5117219 | 1.649465973 | 2.5772906 | 5.0102529 | 4.0816327 |
| 46.77914 | 0.7796523 | 9 | 44.0659499 | 44.96525 | 52.90029998 | 1.649432476 | 2.5772382 | 5.0101511 | 9.1836735 |
| 46.77914 | 0.7796523 | 14 | 68.5470331 | 69.94595 | 82.28935552 | 1.649432476 | 2.5772382 | 5.0101511 | 14.285714 |
| 46.77818 | 0.7796363 | 19 | 93.0262073 | 94.9247 | 111.6761192 | 1.649398627 | 2.5771854 | 5.0100483 | 19.387755 |
| 46.77818 | 0.7796363 | 24 | 117.506788 | 119.9049 | 141.0645716 | 1.649398627 | 2.5771854 | 5.0100483 | 24.489796 |
| 46.77723 | 0.7796205 | 29 | 141.984485 | 144.8821 | 170.4495624 | 1.64936513 | 2.577133 | 5.0099466 | 29.591837 |
| 46.77723 | 0.7796205 | 34 | 166.464569 | 169.8618 | 199.837418 | 1.64936513 | 2.577133 | 5.0099466 | 34.693878 |
| 46.77627 | 0.7796045 | 39 | 190.940734 | 194.8375 | 229.2205692 | 1.64933128 | 2.5770801 | 5.0098438 | 39.795918 |
| 46.77532 | 0.7795887 | 44 | 215.41594 | 219.8122 | 258.6025695 | 1.649297783 | 2.5770278 | 5.009742 | 44.897959 |
| 46.77532 | 0.7795887 | 49 | 239.895025 | 244.7908 | 287.9892251 | 1.649297783 | 2.5770278 | 5.009742 | 50 |
| 46.77436 | 0.7795727 | 54 | 264.368683 | 269.764 | 317.369367 | 1.649263934 | 2.5769749 | 5.0096392 | 55.102041 |
| 46.77436 | 0.7795727 | 59 | 288.847264 | 294.7421 | 346.7554195 | 1.649263934 | 2.5769749 | 5.0096392 | 60.204082 |
| 46.77345 | 0.7795575 | 64 | 313.31975 | 319.714 | 376.1341541 | 1.649231847 | 2.5769248 | 5.0095417 | 65.306122 |
| 46.77345 | 0.7795575 | 69 | 337.797856 | 344.6917 | 405.5196349 | 1.649231847 | 2.5769248 | 5.0095417 | 70.408163 |
| 46.77245 | 0.7795408 | 74 | 362.268216 | 369.6614 | 434.8958176 | 1.649196587 | 2.5768697 | 5.0094346 | 75.510204 |
| 46.77245 | 0.7795408 | 79 | 386.745798 | 394.6386 | 464.2806701 | 1.649196587 | 2.5768697 | 5.0094346 | 80.612245 |
| 46.7715 | 0.779525 | 84 | 411.215028 | 419.6072 | 493.6554958 | 1.64916309 | 2.5768173 | 5.0093329 | 85.714286 |
| 46.7715 | 0.779525 | 89 | 435.692113 | 444.5838 | 523.0397515 | 1.64916309 | 2.5768173 | 5.0093329 | 90.816327 |
| 46.77054 | 0.779509 | 94 | 460.159753 | 469.5508 | 552.4126685 | 1.64912924 | 2.5767644 | 5.0092301 | 95.918367 |
| 46.77054 | 0.779509 | 99 | 484.636335 | 494.5269 | 581.7963211 | 1.64912924 | 2.5767644 | 5.0092301 | 101.02041 |
| 46.76959 | 0.7794932 | 104 | 509.102577 | 519.4924 | 611.1675594 | 1.649095743 | 2.5767121 | 5.0091283 | 106.12245 |
| 46.76959 | 0.7794932 | 109 | 533.578662 | 544.468 | 640.5506152 | 1.649095743 | 2.5767121 | 5.0091283 | 111.22449 |
| 46.76864 | 0.7794773 | 114 | 558.043412 | 569.4321 | 669.920063 | 1.649062246 | 2.5766598 | 5.0090266 | 116.32653 |
| 46.76864 | 0.7794773 | 119 | 582.519001 | 594.4071 | 699.3025219 | 1.649062246 | 2.5766598 | 5.0090266 | 121.42857 |
| 46.76768 | 0.7794613 | 124 | 606.982129 | 619.3695 | 728.6700234 | 1.649028397 | 2.5766069 | 5.0089238 | 126.53061 |
| 46.76768 | 0.7794613 | 129 | 631.457215 | 644.3441 | 758.0518792 | 1.649028397 | 2.5766069 | 5.0089238 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 60%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi |
|----------|-----------|------|---------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ηs | | | m/s | knot | Poros |
| 46.72184 | 0.7787023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.6474225 | 2.5740977 | 5.0040459 | 0 |
| 46.72184 | 0.7787023 | 4 | 19.5610009 | 19.960205 | 23.482594 | 1.6474225 | 2.5740977 | 5.0040459 | 4.0816327 |
| 46.72089 | 0.7786864 | 9 | 44.01135712 | 44.90954808 | 52.834762 | 1.647389 | 2.5740453 | 5.0039441 | 9.1836735 |
| 46.72089 | 0.7786864 | 14 | 68.46211107 | 69.85929701 | 82.187408 | 1.647389 | 2.5740453 | 5.0039441 | 14.285714 |
| 46.71993 | 0.7786704 | 19 | 92.9109559 | 94.80709785 | 111.53776 | 1.6473552 | 2.5739924 | 5.0038413 | 19.387755 |
| 46.71993 | 0.7786704 | 24 | 117.3612074 | 119.7563341 | 140.8898 | 1.6473552 | 2.5739924 | 5.0038413 | 24.489796 |
| 46.71824 | 0.7786423 | 29 | 141.8063293 | 144.700336 | 170.23569 | 1.6472956 | 2.5738993 | 5.0036603 | 29.591837 |
| 46.71824 | 0.7786423 | 34 | 166.2556964 | 169.6486698 | 199.58667 | 1.6472956 | 2.5738993 | 5.0036603 | 34.693878 |
| 46.71802 | 0.7786386 | 39 | 190.7041654 | 194.5960872 | 228.93657 | 1.6472878 | 2.5738872 | 5.0036367 | 39.795918 |
| 46.71802 | 0.7786386 | 44 | 215.1534174 | 219.5443035 | 258.28742 | 1.6472878 | 2.5738872 | 5.0036367 | 44.897959 |
| 46.71707 | 0.7786228 | 49 | 239.5977971 | 244.4875481 | 287.63241 | 1.6472543 | 2.5738349 | 5.003535 | 50 |
| 46.71707 | 0.7786228 | 54 | 264.0465519 | 269.4352571 | 316.98266 | 1.6472543 | 2.5738349 | 5.003535 | 55.102041 |
| 46.71611 | 0.7786068 | 59 | 288.4893784 | 294.3769167 | 346.32578 | 1.6472205 | 2.573782 | 5.0034322 | 60.204082 |
| 46.71516 | 0.7785909 | 64 | 312.931267 | 319.3176194 | 375.66779 | 1.647187 | 2.5737296 | 5.0033304 | 65.306122 |
| 46.71516 | 0.7785909 | 69 | 337.3790223 | 344.2643084 | 405.01683 | 1.647187 | 2.5737296 | 5.0033304 | 70.408163 |
| 46.7142 | 0.7785749 | 74 | 361.8193419 | 369.2034101 | 434.35695 | 1.6471531 | 2.5736768 | 5.0032276 | 75.510204 |
| 46.7142 | 0.7785749 | 79 | 386.2665948 | 394.1495865 | 463.7054 | 1.6471531 | 2.5736768 | 5.0032276 | 80.612245 |
| 46.71325 | 0.7785591 | 84 | 410.7054951 | 419.0872399 | 493.04381 | 1.6471196 | 2.5736244 | 5.0031259 | 85.714286 |
| 46.71325 | 0.7785591 | 89 | 435.1522508 | 444.032909 | 522.39166 | 1.6471196 | 2.5736244 | 5.0031259 | 90.816327 |
| 46.71229 | 0.7785431 | 94 | 459.5895613 | 468.9689401 | 551.72816 | 1.6470858 | 2.5735715 | 5.003023 | 95.918367 |
| 46.71229 | 0.7785431 | 99 | 484.0358145 | 493.9140965 | 581.07541 | 1.6470858 | 2.5735715 | 5.003023 | 101.02041 |
| 46.71134 | 0.7785273 | 104 | 508.4717267 | 518.8487007 | 610.41024 | 1.6470523 | 2.5735192 | 5.0029213 | 106.12245 |
| 46.71134 | 0.7785273 | 109 | 532.9174828 | 543.7933498 | 639.75688 | 1.6470523 | 2.5735192 | 5.0029213 | 111.22449 |
| 46.71038 | 0.7785113 | 114 | 557.3517841 | 568.7263103 | 669.08978 | 1.6470184 | 2.5734663 | 5.0028185 | 116.32653 |
| 46.71038 | 0.7785113 | 119 | 581.7970377 | 593.6704467 | 698.43582 | 1.6470184 | 2.5734663 | 5.0028185 | 121.42857 |
| 46.70943 | 0.7784954 | 124 | 606.2299616 | 618.6020016 | 727.76706 | 1.6469849 | 2.573414 | 5.0027167 | 126.53061 |
| 46.70943 | 0.7784954 | 129 | 630.6747181 | 643.5456307 | 757.11251 | 1.6469849 | 2.573414 | 5.0027167 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 50%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi |
|----------|-----------|------|---------------|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ η_s | | | m/s | knot | Poros |
| 46.64067 | 0.7773494 | 0 | 0 | 0 | | 1.64456044 | 2.5696257 | 4.9953523 | 0 |
| 46.63972 | 0.7773336 | 4 | 19.5266198 | 19.92512 | 23.44132026 | 1.644526943 | 2.5695733 | 4.9952506 | 4.0816327 |
| 46.63972 | 0.7773336 | 9 | 43.9348945 | 44.83152 | 52.74297058 | 1.644526943 | 2.5695733 | 4.9952506 | 9.1836735 |
| 46.63876 | 0.7773176 | 14 | 68.3417625 | 69.73649 | 82.04293215 | 1.644493093 | 2.5695205 | 4.9951478 | 14.285714 |
| 46.63876 | 0.7773176 | 19 | 92.7495348 | 94.64238 | 111.3439794 | 1.644493093 | 2.5695205 | 4.9951478 | 19.387755 |
| 46.63781 | 0.7773018 | 24 | 117.154921 | 119.5458 | 140.6421617 | 1.644459596 | 2.5694681 | 4.995046 | 24.489796 |
| 46.63781 | 0.7773018 | 29 | 141.562196 | 144.4512 | 169.9426121 | 1.644459596 | 2.5694681 | 4.995046 | 29.591837 |
| 46.63685 | 0.7772858 | 34 | 165.966055 | 169.3531 | 199.2389612 | 1.644425746 | 2.5694152 | 4.9949432 | 34.693878 |
| 46.63685 | 0.7772858 | 39 | 190.372827 | 194.258 | 228.5388084 | 1.644425746 | 2.5694152 | 4.9949432 | 39.795918 |
| 46.6359 | 0.7772699 | 44 | 214.775225 | 219.1584 | 257.8334034 | 1.644392248 | 2.5693629 | 4.9948415 | 44.897959 |
| 46.6359 | 0.7772699 | 49 | 239.181501 | 244.0628 | 287.1326538 | 1.644392248 | 2.5693629 | 4.9948415 | 50 |
| 46.63494 | 0.7772539 | 54 | 263.58235 | 268.9616 | 316.4253904 | 1.644358399 | 2.56931 | 4.9947386 | 55.102041 |
| 46.63494 | 0.7772539 | 59 | 287.988123 | 293.8654 | 345.7240377 | 1.644358399 | 2.56931 | 4.9947386 | 60.204082 |
| 46.63399 | 0.7772381 | 64 | 312.387533 | 318.7628 | 375.0150454 | 1.644324901 | 2.5692577 | 4.9946369 | 65.306122 |
| 46.63399 | 0.7772381 | 69 | 336.792809 | 343.6661 | 404.3130958 | 1.644324901 | 2.5692577 | 4.9946369 | 70.408163 |
| 46.63303 | 0.7772221 | 74 | 361.190649 | 368.5619 | 433.60222 | 1.644291052 | 2.5692048 | 4.9945341 | 75.510204 |
| 46.63303 | 0.7772221 | 79 | 385.595423 | 393.4647 | 462.8996673 | 1.644291052 | 2.5692048 | 4.9945341 | 80.612245 |
| 46.63208 | 0.7772063 | 84 | 409.991844 | 418.359 | 492.1870876 | 1.644257554 | 2.5691524 | 4.9944323 | 85.714286 |
| 46.63208 | 0.7772063 | 89 | 434.39612 | 443.2613 | 521.4839381 | 1.644257554 | 2.5691524 | 4.9944323 | 90.816327 |
| 46.63113 | 0.7771904 | 94 | 458.79105 | 468.1541 | 550.7695679 | 1.644224057 | 2.5691001 | 4.9943306 | 95.918367 |
| 46.63017 | 0.7771744 | 99 | 483.184882 | 493.0458 | 580.0538796 | 1.644190207 | 2.5690472 | 4.9942278 | 101.02041 |
| 46.63017 | 0.7771744 | 104 | 507.588159 | 517.9471 | 609.3495301 | 1.644190207 | 2.5690472 | 4.9942278 | 106.12245 |
| 46.62922 | 0.7771586 | 109 | 531.980597 | 542.8373 | 638.6321694 | 1.64415671 | 2.5689949 | 4.994126 | 111.22449 |
| 46.62922 | 0.7771586 | 114 | 556.383377 | 567.7381 | 667.9272231 | 1.64415671 | 2.5689949 | 4.994126 | 116.32653 |
| 46.62826 | 0.7771426 | 119 | 580.774199 | 592.6267 | 697.2079223 | 1.64412286 | 2.568942 | 4.9940232 | 121.42857 |
| 46.62826 | 0.7771426 | 124 | 605.176477 | 617.527 | 726.5023728 | 1.64412286 | 2.568942 | 4.9940232 | 126.53061 |
| 46.62731 | 0.7771268 | 129 | 629.565927 | 642.4142 | 755.7814248 | 1.644089363 | 2.5688896 | 4.9939214 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 40%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi |
|----------|-----------|------|---------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ηs | | | m/s | knot | Poros |
| 46.51844 | 0.7753073 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.6402402 | 2.5628753 | 4.9822296 | 0 |
| 46.51749 | 0.7752915 | 4 | 19.47532248 | 19.87277804 | 23.379739 | 1.6402067 | 2.562823 | 4.9821278 | 4.0816327 |
| 46.51749 | 0.7752915 | 9 | 43.81947558 | 44.71375059 | 52.604412 | 1.6402067 | 2.562823 | 4.9821278 | 9.1836735 |
| 46.51653 | 0.7752755 | 14 | 68.16222196 | 69.55328771 | 81.827397 | 1.6401728 | 2.5627701 | 4.982025 | 14.285714 |
| 46.51653 | 0.7752755 | 19 | 92.50587266 | 94.39374761 | 111.05147 | 1.6401728 | 2.5627701 | 4.982025 | 19.387755 |
| 46.51558 | 0.7752597 | 24 | 116.847137 | 119.2317724 | 140.27267 | 1.6401394 | 2.5627177 | 4.9819233 | 24.489796 |
| 46.51568 | 0.7752613 | 29 | 141.190594 | 144.0720347 | 169.49651 | 1.6401429 | 2.5627232 | 4.981934 | 29.591837 |
| 46.51462 | 0.7752437 | 34 | 165.5300277 | 168.9081915 | 198.71552 | 1.6401055 | 2.5626648 | 4.9818205 | 34.693878 |
| 46.51462 | 0.7752437 | 39 | 189.8726788 | 193.7476315 | 227.93839 | 1.6401055 | 2.5626648 | 4.9818205 | 39.795918 |
| 46.51367 | 0.7752278 | 44 | 214.2109549 | 218.582607 | 257.15601 | 1.640072 | 2.5626125 | 4.9817187 | 44.897959 |
| 46.51367 | 0.7752278 | 49 | 238.5531089 | 243.4215397 | 286.37828 | 1.640072 | 2.5626125 | 4.9817187 | 50 |
| 46.51271 | 0.7752118 | 54 | 262.8898369 | 268.2549356 | 315.59404 | 1.6400382 | 2.5625596 | 4.9816159 | 55.102041 |
| 46.51271 | 0.7752118 | 59 | 287.2314885 | 293.0933556 | 344.81571 | 1.6400382 | 2.5625596 | 4.9816159 | 60.204082 |
| 46.51176 | 0.775196 | 64 | 311.5667763 | 317.925282 | 374.02974 | 1.6400047 | 2.5625073 | 4.9815141 | 65.306122 |
| 46.51176 | 0.775196 | 69 | 335.9079307 | 342.7631946 | 403.25082 | 1.6400047 | 2.5625073 | 4.9815141 | 70.408163 |
| 46.5108 | 0.77518 | 74 | 360.2416496 | 367.59352 | 432.46296 | 1.6399708 | 2.5624544 | 4.9814113 | 75.510204 |
| 46.5108 | 0.77518 | 79 | 384.5823016 | 392.43092 | 461.68344 | 1.6399708 | 2.5624544 | 4.9814113 | 80.612245 |
| 46.50985 | 0.7751642 | 84 | 408.9146012 | 417.2597971 | 490.89388 | 1.6399373 | 2.562402 | 4.9813096 | 85.714286 |
| 46.50985 | 0.7751642 | 89 | 433.254756 | 442.0966898 | 520.11375 | 1.6399373 | 2.562402 | 4.9813096 | 90.816327 |
| 46.50889 | 0.7751482 | 94 | 457.5854657 | 466.9239446 | 549.32229 | 1.6399035 | 2.5623492 | 4.9812068 | 95.918367 |
| 46.50794 | 0.7751323 | 99 | 481.9152743 | 491.7502799 | 578.52974 | 1.63987 | 2.5622968 | 4.981105 | 101.02041 |
| 46.50794 | 0.7751323 | 104 | 506.2544295 | 516.5861526 | 607.74841 | 1.63987 | 2.5622968 | 4.981105 | 106.12245 |
| 46.50698 | 0.7751163 | 109 | 530.5826325 | 541.4108495 | 636.95394 | 1.6398361 | 2.5622439 | 4.9810022 | 111.22449 |
| 46.50698 | 0.7751163 | 114 | 554.9212854 | 566.2462096 | 666.17201 | 1.6398361 | 2.5622439 | 4.9810022 | 116.32653 |
| 46.50603 | 0.7751005 | 119 | 579.2481057 | 591.0694956 | 695.37588 | 1.6398026 | 2.5621916 | 4.9809005 | 121.42857 |
| 46.50603 | 0.7751005 | 124 | 603.5862614 | 615.9043483 | 724.59335 | 1.6398026 | 2.5621916 | 4.9809005 | 126.53061 |
| 46.50507 | 0.7750845 | 129 | 627.9114551 | 640.7259746 | 753.79526 | 1.6397688 | 2.5621387 | 4.9807976 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 30%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi |
|----------|-----------|------|---------------|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Rpm | rps | (Nm) | ($2\pi NQ$) | THP/ η_s | | | m/s | knot | Poros |
| 46.31504 | 0.7719222 | 0 | 0 | 0 | | 1.633078653 | 2.5516854 | 4.9604764 | 0 |
| 46.31409 | 0.7719064 | 4 | 19.3902885 | 19.78601 | 23.27765725 | 1.633045156 | 2.5516331 | 4.9603747 | 4.0816327 |
| 46.31409 | 0.7719064 | 9 | 43.6281491 | 44.51852 | 52.3747288 | 1.633045156 | 2.5516331 | 4.9603747 | 9.1836735 |
| 46.31313 | 0.7718904 | 14 | 67.864603 | 69.24959 | 81.47011161 | 1.633011306 | 2.5515802 | 4.9602718 | 14.285714 |
| 46.31313 | 0.7718904 | 19 | 92.1019612 | 93.98159 | 110.56658 | 1.633011306 | 2.5515802 | 4.9602718 | 19.387755 |
| 46.31218 | 0.7718746 | 24 | 116.336933 | 118.7112 | 139.6601836 | 1.632977809 | 2.5515278 | 4.9601701 | 24.489796 |
| 46.31122 | 0.7718586 | 29 | 140.57088 | 143.4397 | 168.7525571 | 1.632943959 | 2.5514749 | 4.9600673 | 29.591837 |
| 46.31122 | 0.7718586 | 34 | 164.807239 | 168.1707 | 197.8478256 | 1.632943959 | 2.5514749 | 4.9600673 | 34.693878 |
| 46.31027 | 0.7718427 | 39 | 189.039719 | 192.8977 | 226.9384386 | 1.632910462 | 2.5514226 | 4.9599655 | 39.795918 |
| 46.31027 | 0.7718427 | 44 | 213.275581 | 217.6281 | 256.0331103 | 1.632910462 | 2.5514226 | 4.9599655 | 44.897959 |
| 46.30931 | 0.7718267 | 49 | 237.506519 | 242.3536 | 285.1218713 | 1.632876612 | 2.5513697 | 4.9598627 | 50 |
| 46.30931 | 0.7718267 | 54 | 261.741878 | 267.0835 | 314.2159398 | 1.632876612 | 2.5513697 | 4.9598627 | 55.102041 |
| 46.30836 | 0.7718109 | 59 | 285.97137 | 291.8075 | 343.3029655 | 1.632843115 | 2.5513174 | 4.959761 | 60.204082 |
| 46.30836 | 0.7718109 | 64 | 310.206232 | 316.537 | 372.3964372 | 1.632843115 | 2.5513174 | 4.959761 | 65.306122 |
| 46.3074 | 0.7717949 | 69 | 334.434161 | 341.2593 | 401.4815857 | 1.632809265 | 2.5512645 | 4.9596581 | 70.408163 |
| 46.3074 | 0.7717949 | 74 | 358.66852 | 365.9883 | 430.5744542 | 1.632809265 | 2.5512645 | 4.9596581 | 75.510204 |
| 46.30645 | 0.7717791 | 79 | 382.895025 | 390.7092 | 459.6578926 | 1.632775768 | 2.5512121 | 4.9595564 | 80.612245 |
| 46.30645 | 0.7717791 | 84 | 407.128887 | 415.4376 | 488.7501643 | 1.632775768 | 2.5512121 | 4.9595564 | 85.714286 |
| 46.30549 | 0.7717631 | 89 | 431.353806 | 440.1569 | 517.8317004 | 1.632741918 | 2.5511592 | 4.9594536 | 90.816327 |
| 46.30549 | 0.7717631 | 94 | 455.587166 | 464.8849 | 546.9233689 | 1.632741918 | 2.5511592 | 4.9594536 | 95.918367 |
| 46.30454 | 0.7717472 | 99 | 479.810682 | 489.6027 | 576.00322 | 1.632708421 | 2.5511069 | 4.9593518 | 101.02041 |
| 46.30454 | 0.7717472 | 104 | 504.043545 | 514.3301 | 605.0942917 | 1.632708421 | 2.5511069 | 4.9593518 | 106.12245 |
| 46.30358 | 0.7717312 | 109 | 528.265455 | 539.0464 | 634.1722153 | 1.632674571 | 2.551054 | 4.959249 | 111.22449 |
| 46.30358 | 0.7717312 | 114 | 552.497816 | 563.7733 | 663.2626839 | 1.632674571 | 2.551054 | 4.959249 | 116.32653 |
| 46.30263 | 0.7717154 | 119 | 576.718343 | 588.4881 | 692.3389477 | 1.632641074 | 2.5510017 | 4.9591473 | 121.42857 |
| 46.30263 | 0.7717154 | 124 | 600.950207 | 613.2145 | 721.4288194 | 1.632641074 | 2.5510017 | 4.9591473 | 126.53061 |
| 46.30167 | 0.7716994 | 129 | 625.169108 | 637.9277 | 750.5031305 | 1.632607224 | 2.5509488 | 4.9590444 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 20%**

| PutarAan | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi |
|----------|-----------|------|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rpm | rps | (Nm) | (2 π NQ) | THP/ηs | | | m/s | knot | Poros |
| 45.90729 | 0.7651263 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.6187013 | 2.5292208 | 4.9168052 | 0 |
| 45.90729 | 0.7651263 | 4 | 19.21997381 | 19.61221817 | 23.073198 | 1.6187013 | 2.5292208 | 4.9168052 | 4.0816327 |
| 45.90633 | 0.7651103 | 9 | 43.24403674 | 44.1265681 | 51.91361 | 1.6186674 | 2.5291679 | 4.9167024 | 9.1836735 |
| 45.90538 | 0.7650945 | 14 | 67.26710952 | 68.63990767 | 80.752833 | 1.618634 | 2.5291155 | 4.9166006 | 14.285714 |
| 45.90538 | 0.7650945 | 19 | 91.2910772 | 93.15416041 | 109.59313 | 1.618634 | 2.5291155 | 4.9166006 | 19.387755 |
| 45.90442 | 0.7650785 | 24 | 115.3126334 | 117.6659524 | 138.43053 | 1.6186001 | 2.5290627 | 4.9164978 | 24.489796 |
| 45.90442 | 0.7650785 | 29 | 139.3360986 | 142.1796925 | 167.27023 | 1.6186001 | 2.5290627 | 4.9164978 | 29.591837 |
| 45.90156 | 0.7650308 | 34 | 163.3493861 | 166.683047 | 196.0977 | 1.6184993 | 2.5289051 | 4.9161915 | 34.693878 |
| 45.90156 | 0.7650308 | 39 | 187.3713546 | 191.1952598 | 224.9356 | 1.6184993 | 2.5289051 | 4.9161915 | 39.795918 |
| 45.90251 | 0.7650467 | 44 | 211.3976982 | 215.711937 | 253.77875 | 1.6185328 | 2.5289574 | 4.9162932 | 44.897959 |
| 45.90251 | 0.7650467 | 49 | 235.4201639 | 240.2246571 | 282.61724 | 1.6185328 | 2.5289574 | 4.9162932 | 50 |
| 45.90156 | 0.7650308 | 54 | 259.4372602 | 264.7318982 | 311.44929 | 1.6184993 | 2.5289051 | 4.9161915 | 55.102041 |
| 45.90156 | 0.7650308 | 59 | 283.4592288 | 289.244111 | 340.28719 | 1.6184993 | 2.5289051 | 4.9161915 | 60.204082 |
| 45.9006 | 0.7650148 | 64 | 307.4747665 | 313.7497618 | 369.11737 | 1.6184654 | 2.5288522 | 4.9160887 | 65.306122 |
| 45.9006 | 0.7650148 | 69 | 331.4962327 | 338.2614619 | 397.95466 | 1.6184654 | 2.5288522 | 4.9160887 | 70.408163 |
| 45.89965 | 0.764999 | 74 | 355.5103407 | 362.7656538 | 426.78312 | 1.6184319 | 2.5287999 | 4.9159869 | 75.510204 |
| 45.89965 | 0.764999 | 79 | 379.5313097 | 387.2768466 | 455.61982 | 1.6184319 | 2.5287999 | 4.9159869 | 80.612245 |
| 45.89869 | 0.764983 | 84 | 403.5438383 | 411.7794268 | 484.44638 | 1.6183981 | 2.528747 | 4.9158841 | 85.714286 |
| 45.89869 | 0.764983 | 89 | 427.5643048 | 436.290107 | 513.28248 | 1.6183981 | 2.528747 | 4.9158841 | 90.816327 |
| 45.89678 | 0.7649512 | 94 | 451.5659794 | 460.7816116 | 542.09601 | 1.6183307 | 2.5286417 | 4.9156795 | 95.918367 |
| 45.89678 | 0.7649512 | 99 | 475.5854464 | 485.2912718 | 570.93091 | 1.6183307 | 2.5286417 | 4.9156795 | 101.02041 |
| 45.89332 | 0.7648935 | 104 | 499.5672499 | 509.7624999 | 599.72059 | 1.6182087 | 2.5284511 | 4.915309 | 106.12245 |
| 45.89583 | 0.7649353 | 109 | 523.6135421 | 534.2995327 | 628.58769 | 1.6182972 | 2.5285894 | 4.9155778 | 111.22449 |
| 45.89583 | 0.7649353 | 114 | 547.6325119 | 558.8086856 | 657.42198 | 1.6182972 | 2.5285894 | 4.9155778 | 116.32653 |
| 45.89487 | 0.7649193 | 119 | 571.6395245 | 583.3056373 | 686.24193 | 1.6182634 | 2.5285365 | 4.915475 | 121.42857 |
| 45.89487 | 0.7649193 | 124 | 595.6579919 | 607.8142775 | 715.07562 | 1.6182634 | 2.5285365 | 4.915475 | 126.53061 |
| 45.89332 | 0.7648935 | 129 | 619.6555311 | 632.3015624 | 743.88419 | 1.6182087 | 2.5284511 | 4.915309 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN PARALEL PADA SAAT
KONDISI BATERAI 10%**

| Putaran Rpm | Mesin rps | Q (Nm) | THP ($2\pi NQ$) | SHP THP/ η_s | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi |
|----------------|--------------|-----------|----------------------|----------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | | | | m/s | knot | Poros |
| 44.68498 | 0.7447544 | 0 | 0 | 0 | | 1.575602374 | 2.4618787 | 4.7858922 | 0 |
| 44.68498 | 0.7447544 | 4 | 18.7082301 | 19.09003 | 22.45885968 | 1.575602374 | 2.4618787 | 4.7858922 | 4.0816327 |
| 44.68402 | 0.7447384 | 9 | 42.0926134 | 42.95165 | 50.53134865 | 1.575568524 | 2.4618258 | 4.7857894 | 9.1836735 |
| 44.68307 | 0.7447225 | 14 | 65.4760066 | 66.81225 | 78.60264897 | 1.575535027 | 2.4617735 | 4.7856876 | 14.285714 |
| 44.68307 | 0.7447225 | 19 | 88.8602947 | 90.67377 | 106.6750236 | 1.575535027 | 2.4617735 | 4.7856876 | 19.387755 |
| 44.68211 | 0.7447065 | 24 | 112.242171 | 114.5328 | 134.7445032 | 1.575501177 | 2.4617206 | 4.7855848 | 24.489796 |
| 44.68211 | 0.7447065 | 29 | 135.625957 | 138.3938 | 162.8162747 | 1.575501177 | 2.4617206 | 4.7855848 | 29.591837 |
| 44.68116 | 0.7446907 | 34 | 159.006362 | 162.2514 | 190.8839877 | 1.57546768 | 2.4616682 | 4.7854831 | 34.693878 |
| 44.68116 | 0.7446907 | 39 | 182.38965 | 186.1119 | 218.9551624 | 1.57546768 | 2.4616682 | 4.7854831 | 39.795918 |
| 44.6802 | 0.7446747 | 44 | 205.768518 | 209.9679 | 247.0210295 | 1.575433383 | 2.4616154 | 4.7853803 | 44.897959 |
| 44.6802 | 0.7446747 | 49 | 229.151304 | 233.8279 | 275.0916011 | 1.575433383 | 2.4616154 | 4.7853803 | 50 |
| 44.67925 | 0.7446589 | 54 | 252.52872 | 257.6824 | 303.1557267 | 1.575400333 | 2.461563 | 4.7852785 | 55.102041 |
| 44.67925 | 0.7446589 | 59 | 275.911009 | 281.5418 | 331.2257014 | 1.575400333 | 2.461563 | 4.7852785 | 60.204082 |
| 44.67829 | 0.7446429 | 64 | 299.286867 | 305.3948 | 359.2879561 | 1.575366483 | 2.4615101 | 4.7851757 | 65.306122 |
| 44.67829 | 0.7446429 | 69 | 322.668654 | 329.2537 | 387.3573277 | 1.575366483 | 2.4615101 | 4.7851757 | 70.408163 |
| 44.67734 | 0.744627 | 74 | 346.043082 | 353.1052 | 415.417866 | 1.575332986 | 2.4614578 | 4.7850739 | 75.510204 |
| 44.67734 | 0.744627 | 79 | 369.424372 | 376.9636 | 443.4866407 | 1.575332986 | 2.4614578 | 4.7850739 | 80.612245 |
| 44.67638 | 0.744611 | 84 | 392.797221 | 400.8135 | 471.5452829 | 1.575299136 | 2.4614049 | 4.7849711 | 85.714286 |
| 44.67638 | 0.744611 | 89 | 416.178008 | 424.6714 | 499.6134545 | 1.575299136 | 2.4614049 | 4.7849711 | 90.816327 |
| 44.67543 | 0.7445952 | 94 | 439.549448 | 448.5198 | 527.6704055 | 1.575265638 | 2.4613526 | 4.7848694 | 95.918367 |
| 44.67543 | 0.7445952 | 99 | 462.929738 | 472.3773 | 555.7379803 | 1.575265638 | 2.4613526 | 4.7848694 | 101.02041 |
| 44.67447 | 0.7445792 | 104 | 486.299577 | 496.2241 | 583.79301 | 1.575231789 | 2.4612997 | 4.7847666 | 106.12245 |
| 44.67447 | 0.7445792 | 109 | 509.679365 | 520.081 | 611.8599816 | 1.575231789 | 2.4612997 | 4.7847666 | 111.22449 |
| 44.67352 | 0.7445634 | 114 | 533.047817 | 543.9263 | 639.9133453 | 1.575198291 | 2.4612473 | 4.7846648 | 116.32653 |
| 44.67352 | 0.7445634 | 119 | 556.427107 | 567.7828 | 667.9797201 | 1.575198291 | 2.4612473 | 4.7846648 | 121.42857 |
| 44.67256 | 0.7445474 | 124 | 579.793937 | 591.6265 | 696.0311374 | 1.575164442 | 2.4611944 | 4.784562 | 126.53061 |
| 44.67256 | 0.7445474 | 129 | 603.172725 | 615.4824 | 724.096909 | 1.575164442 | 2.4611944 | 4.784562 | 131.63265 |

**DATA HASIL PERHITUNGAN RANGKAIAN SERI PADA SAAT KONDISI
BATERAI 0%**

| Putaran | Mesin | Q | THP | SHP | BHP | Va | Vs | Vs | Torsi |
|---------|-----------|------|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rpm | rps | (Nm) | (2 π NQ) | THP/qs | | | m/s | knot | Poros |
| 4.61804 | 0.0923597 | 0 | 0 | 0 | | 0.1953961 | 0.3053064 | 0.5935156 | 0 |
| 4.61708 | 0.0923405 | 4 | 2.319592229 | 2.366930846 | 2.7846245 | 0.1953555 | 0.3052429 | 0.5933922 | 4.0816327 |
| 4.61708 | 0.0923405 | 9 | 5.219082515 | 5.325594403 | 6.2654052 | 0.1953555 | 0.3052429 | 0.5933922 | 9.1836735 |
| 4.61804 | 0.0923597 | 14 | 8.120260845 | 8.285980454 | 9.7482123 | 0.1953961 | 0.3053064 | 0.5935156 | 14.285714 |
| 4.61708 | 0.0923405 | 19 | 11.01806309 | 11.24292152 | 13.226966 | 0.1953555 | 0.3052429 | 0.5933922 | 19.387755 |
| 4.61708 | 0.0923405 | 24 | 13.91755337 | 14.20158508 | 16.707747 | 0.1953555 | 0.3052429 | 0.5933922 | 24.489796 |
| 4.61613 | 0.0923215 | 29 | 16.81358342 | 17.15671778 | 20.184374 | 0.1953153 | 0.3051801 | 0.5932701 | 29.591837 |
| 4.61613 | 0.0923215 | 34 | 19.71247712 | 20.11477257 | 23.664438 | 0.1953153 | 0.3051801 | 0.5932701 | 34.693878 |
| 4.61518 | 0.0923025 | 39 | 22.60671739 | 23.06807897 | 27.138916 | 0.1952751 | 0.3051173 | 0.593148 | 39.795918 |
| 4.61518 | 0.0923025 | 44 | 25.50501449 | 26.02552499 | 30.618265 | 0.1952751 | 0.3051173 | 0.593148 | 44.897959 |
| 4.61422 | 0.0922833 | 49 | 28.39740344 | 28.97694229 | 34.09052 | 0.1952345 | 0.3050538 | 0.5930247 | 50 |
| 4.61422 | 0.0922833 | 54 | 31.29509767 | 31.93377313 | 37.569145 | 0.1952345 | 0.3050538 | 0.5930247 | 55.102041 |
| 4.61327 | 0.0922643 | 59 | 34.1857521 | 34.88342051 | 41.039318 | 0.1951943 | 0.304991 | 0.5929026 | 60.204082 |
| 4.61231 | 0.0922451 | 64 | 37.07513297 | 37.83176834 | 44.507963 | 0.1951536 | 0.3049276 | 0.5927792 | 65.306122 |
| 4.61321 | 0.0922631 | 69 | 39.9794274 | 40.79533408 | 47.994511 | 0.1951917 | 0.3049871 | 0.5928949 | 70.408163 |
| 4.61136 | 0.0922261 | 74 | 42.85929293 | 43.73397238 | 51.451732 | 0.1951134 | 0.3048648 | 0.5926571 | 75.510204 |
| 4.61136 | 0.0922261 | 79 | 45.7551911 | 46.68897051 | 54.928201 | 0.1951134 | 0.3048648 | 0.5926571 | 80.612245 |
| 4.6104 | 0.0922069 | 84 | 48.64096101 | 49.63363369 | 58.39251 | 0.1950728 | 0.3048013 | 0.5925337 | 85.714286 |
| 4.6104 | 0.0922069 | 89 | 51.53625631 | 52.58801664 | 61.868255 | 0.1950728 | 0.3048013 | 0.5925337 | 90.816327 |
| 4.60945 | 0.0921879 | 94 | 54.42033567 | 55.53095476 | 65.330535 | 0.1950326 | 0.3047385 | 0.5924116 | 95.918367 |
| 4.60945 | 0.0921879 | 99 | 57.31503437 | 58.48472895 | 68.805563 | 0.1950326 | 0.3047385 | 0.5924116 | 101.02041 |
| 4.60811 | 0.0921611 | 104 | 60.19222968 | 61.42064253 | 72.259579 | 0.1949759 | 0.3046499 | 0.5922394 | 106.12245 |
| 4.60754 | 0.0921497 | 109 | 63.07828345 | 64.36559535 | 75.72423 | 0.1949518 | 0.3046122 | 0.5921661 | 111.22449 |
| 4.60754 | 0.0921497 | 114 | 65.97178269 | 67.3181456 | 79.197818 | 0.1949518 | 0.3046122 | 0.5921661 | 116.32653 |
| 4.60658 | 0.0921305 | 119 | 68.85093356 | 70.25605465 | 82.654182 | 0.1949112 | 0.3045487 | 0.5920428 | 121.42857 |
| 4.60658 | 0.0921305 | 124 | 71.74382993 | 73.20798972 | 86.127047 | 0.1949112 | 0.3045487 | 0.5920428 | 126.53061 |
| 4.60563 | 0.0921115 | 129 | 74.62133421 | 76.14421858 | 89.581434 | 0.194871 | 0.3044859 | 0.5919207 | 131.63265 |

LAMPIRAN V
TABEL PERHITUNGAN EFISIENSI RANGKAIAN SERI

KONDISI PADA BATERAI PENUH

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.281 |
| 4 | 84.428 |
| 9 | 84.602 |
| 14 | 84.773 |
| 19 | 85.934 |
| 24 | 85.092 |
| 29 | 85.243 |
| 34 | 85.39 |
| 39 | 85.53 |
| 44 | 85.668 |
| 49 | 85.798 |
| 54 | 85.926 |
| 59 | 86.048 |
| 64 | 86.168 |
| 69 | 86.282 |
| 74 | 86.394 |
| 79 | 86.5 |
| 84 | 86.605 |
| 89 | 86.704 |
| 94 | 86.802 |
| 99 | 86.895 |
| 104 | 86.985 |
| 109 | 87.073 |
| 114 | 87.157 |
| 119 | 87.24 |
| 124 | 87.319 |
| 129 | 87.397 |

KONDISI PADA BATERAI 90%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.237 |
| 4 | 84.382 |
| 9 | 84.561 |
| 14 | 84.73 |
| 19 | 84.896 |
| 24 | 85.053 |
| 29 | 85.207 |
| 34 | 85.353 |
| 39 | 85.497 |
| 44 | 85.633 |
| 49 | 85.767 |
| 54 | 85.894 |
| 59 | 86.017 |
| 64 | 86.138 |
| 69 | 86.252 |
| 74 | 86.365 |
| 79 | 86.473 |
| 84 | 86.578 |
| 89 | 86.678 |
| 94 | 86.777 |
| 99 | 86.871 |
| 104 | 86.963 |
| 109 | 87.051 |
| 114 | 87.137 |
| 119 | 87.22 |
| 124 | 87.301 |
| 129 | 87.377 |

KONDISI PADA BATERAI 80%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.237 |
| 4 | 84.382 |
| 9 | 84.561 |
| 14 | 84.73 |
| 19 | 84.896 |
| 24 | 85.053 |
| 29 | 85.207 |
| 34 | 85.353 |
| 39 | 85.494 |
| 44 | 85.633 |
| 49 | 85.765 |
| 54 | 85.894 |
| 59 | 86.017 |
| 64 | 86.138 |
| 69 | 86.252 |
| 74 | 86.365 |
| 79 | 86.473 |
| 84 | 86.578 |
| 89 | 86.678 |
| 94 | 86.777 |
| 99 | 86.871 |
| 104 | 86.963 |
| 109 | 87.051 |
| 114 | 87.137 |
| 119 | 87.22 |
| 124 | 87.301 |
| 129 | 87.377 |

KONDISI PADA BATERAI 70%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.237 |
| 4 | 84.382 |
| 9 | 84.561 |
| 14 | 84.73 |
| 19 | 84.896 |
| 24 | 85.053 |
| 29 | 85.207 |
| 34 | 85.353 |
| 39 | 85.494 |
| 44 | 85.633 |
| 49 | 85.765 |
| 54 | 85.894 |
| 59 | 86.017 |
| 64 | 86.138 |
| 69 | 86.252 |
| 74 | 86.365 |
| 79 | 86.473 |
| 84 | 86.578 |
| 89 | 86.678 |
| 94 | 86.777 |
| 99 | 86.871 |
| 104 | 86.963 |
| 109 | 87.051 |
| 114 | 87.137 |
| 119 | 87.22 |
| 124 | 87.301 |
| 129 | 87.377 |

KONDISI PADA BATERAI 60%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.234 |
| 4 | 84.382 |
| 9 | 84.557 |
| 14 | 84.73 |
| 19 | 84.892 |
| 24 | 85.053 |
| 29 | 85.204 |
| 34 | 85.353 |
| 39 | 85.494 |
| 44 | 85.633 |
| 49 | 85.765 |
| 54 | 85.894 |
| 59 | 86.017 |
| 64 | 86.138 |
| 69 | 86.252 |
| 74 | 86.363 |
| 79 | 86.473 |
| 84 | 86.576 |
| 89 | 86.678 |
| 94 | 86.775 |
| 99 | 86.871 |
| 104 | 86.961 |
| 109 | 87.051 |
| 114 | 87.136 |
| 119 | 87.22 |
| 124 | 87.299 |
| 129 | 87.377 |

KONDISI PADA BATERAI 50%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.234 |
| 4 | 84.379 |
| 9 | 84.557 |
| 14 | 84.726 |
| 19 | 84.892 |
| 24 | 85.05 |
| 29 | 85.204 |
| 34 | 85.35 |
| 39 | 85.494 |
| 44 | 85.63 |
| 49 | 85.765 |
| 54 | 85.892 |
| 59 | 86.017 |
| 64 | 86.136 |
| 69 | 86.252 |
| 74 | 86.363 |
| 79 | 86.473 |
| 84 | 86.576 |
| 89 | 86.678 |
| 94 | 86.775 |
| 99 | 86.871 |
| 104 | 86.961 |
| 109 | 87.051 |
| 114 | 87.136 |
| 119 | 87.22 |
| 124 | 87.299 |
| 129 | 87.377 |

KONDISI PADA BATERAI 40%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.234 |
| 4 | 84.379 |
| 9 | 84.554 |
| 14 | 84.726 |
| 19 | 84.889 |
| 24 | 85.05 |
| 29 | 85.201 |
| 34 | 85.35 |
| 39 | 85.491 |
| 44 | 85.632 |
| 49 | 85.765 |
| 54 | 85.892 |
| 59 | 86.014 |
| 64 | 86.136 |
| 69 | 86.252 |
| 74 | 86.365 |
| 79 | 86.47 |
| 84 | 86.576 |
| 89 | 86.676 |
| 94 | 86.775 |
| 99 | 86.867 |
| 104 | 86.957 |
| 109 | 87.046 |
| 114 | 87.138 |
| 119 | 87.214 |
| 124 | 87.297 |
| 129 | 87.374 |

KONDISI PADA BATERAI 30%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.23 |
| 4 | 84.374 |
| 9 | 84.554 |
| 14 | 84.723 |
| 19 | 84.889 |
| 24 | 85.046 |
| 29 | 85.201 |
| 34 | 85.347 |
| 39 | 85.491 |
| 44 | 85.628 |
| 49 | 85.762 |
| 54 | 85.889 |
| 59 | 86.014 |
| 64 | 86.133 |
| 69 | 86.25 |
| 74 | 86.361 |
| 79 | 86.47 |
| 84 | 86.574 |
| 89 | 86.676 |
| 94 | 86.773 |
| 99 | 86.869 |
| 104 | 86.96 |
| 109 | 87.047 |
| 114 | 87.134 |
| 119 | 87.216 |
| 124 | 87.216 |
| 129 | 87.374 |

KONDISI PADA BATERAI 20%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.226 |
| 4 | 84.371 |
| 9 | 84.547 |
| 14 | 84.72 |
| 19 | 84.883 |
| 24 | 85.043 |
| 29 | 85.195 |
| 34 | 85.344 |
| 39 | 85.486 |
| 44 | 85.625 |
| 49 | 85.755 |
| 54 | 85.887 |
| 59 | 86.01 |
| 64 | 86.131 |
| 69 | 86.246 |
| 74 | 86.359 |
| 79 | 86.466 |
| 84 | 86.572 |
| 89 | 86.672 |
| 94 | 86.771 |
| 99 | 86.865 |
| 104 | 86.958 |
| 109 | 87.046 |
| 114 | 87.132 |
| 119 | 87.215 |
| 124 | 87.296 |
| 129 | 87.373 |

KONDISIPADA BATERAI 10%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.873 |
| 4 | 85 |
| 9 | 85.156 |
| 14 | 85.304 |
| 19 | 85.45 |
| 24 | 85.587 |
| 29 | 85.723 |
| 34 | 85.851 |
| 39 | 85.978 |
| 44 | 86.098 |
| 49 | 86.216 |
| 54 | 86.328 |
| 59 | 86.439 |
| 64 | 86.543 |
| 69 | 86.647 |
| 74 | 86.745 |
| 79 | 86.841 |
| 84 | 86.933 |
| 89 | 87.023 |
| 94 | 87.109 |
| 99 | 87.194 |
| 104 | 87.274 |
| 109 | 87.353 |
| 114 | 87.428 |
| 119 | 87.502 |
| 124 | 87.573 |
| 129 | 87.642 |

KONDISI PADA BATERAI 0%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 57.606 |
| 4 | 59.458 |
| 9 | 61.181 |
| 14 | 62.727 |
| 19 | 64.175 |
| 24 | 65.484 |
| 29 | 66.718 |
| 34 | 67.839 |
| 39 | 68.902 |
| 44 | 69.872 |
| 49 | 70.796 |
| 54 | 71.643 |
| 59 | 72.453 |
| 64 | 73.198 |
| 69 | 73.913 |
| 74 | 74.573 |
| 79 | 75.208 |
| 84 | 75.797 |
| 89 | 76.364 |
| 94 | 76.891 |
| 99 | 77.401 |
| 104 | 77.875 |
| 109 | 78.334 |
| 114 | 78.763 |
| 119 | 79.179 |
| 124 | 79.568 |
| 129 | 79.946 |

LAMPIRAN VI
TABEL PERHITUNGAN EFISIENSI RANGKAIAN PARALEL

KONDISI PADA BATERAI PENUH

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.226 |
| 4 | 84.371 |
| 9 | 84.547 |
| 14 | 84.72 |
| 19 | 84.883 |
| 24 | 85.043 |
| 29 | 85.195 |
| 34 | 85.344 |
| 39 | 85.486 |
| 44 | 85.625 |
| 49 | 85.755 |
| 54 | 85.887 |
| 59 | 86.01 |
| 64 | 86.131 |
| 69 | 86.246 |
| 74 | 86.359 |
| 79 | 86.466 |
| 84 | 86.572 |
| 89 | 86.672 |
| 94 | 86.771 |
| 99 | 86.865 |
| 104 | 86.958 |
| 109 | 87.046 |
| 114 | 87.132 |
| 119 | 87.215 |
| 124 | 87.296 |
| 129 | 87.642 |

KONDISI PADA BATERAI 90%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.792 |
| 4 | 84.921 |
| 9 | 85.08 |
| 14 | 85.231 |
| 19 | 85.379 |
| 24 | 85.519 |
| 29 | 85.657 |
| 34 | 85.788 |
| 39 | 85.917 |
| 44 | 86.039 |
| 49 | 86.159 |
| 54 | 86.273 |
| 59 | 86.385 |
| 64 | 86.491 |
| 69 | 86.596 |
| 74 | 86.696 |
| 79 | 86.792 |
| 84 | 86.887 |
| 89 | 86.977 |
| 94 | 87.066 |
| 99 | 87.151 |
| 104 | 87.234 |
| 109 | 87.313 |
| 114 | 87.391 |
| 119 | 87.465 |
| 124 | 87.538 |
| 129 | 87.607 |

KONDISI PADA BATERAI 80%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.789 |
| 4 | 84.921 |
| 9 | 85.077 |
| 14 | 85.231 |
| 19 | 85.376 |
| 24 | 85.519 |
| 29 | 85.654 |
| 34 | 85.788 |
| 39 | 85.788 |
| 44 | 85.914 |
| 49 | 86.036 |
| 54 | 86.156 |
| 59 | 86.27 |
| 64 | 86.489 |
| 69 | 86.594 |
| 74 | 86.694 |
| 79 | 86.792 |
| 84 | 86.885 |
| 89 | 86.977 |
| 94 | 87.065 |
| 99 | 87.151 |
| 104 | 87.232 |
| 109 | 87.313 |
| 114 | 87.389 |
| 119 | 87.465 |
| 124 | 87.537 |
| 129 | 87.607 |

KONDISI PADA BATERAI 70%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.789 |
| 4 | 84.921 |
| 9 | 85.077 |
| 14 | 85.231 |
| 19 | 85.376 |
| 24 | 85.519 |
| 29 | 85.654 |
| 34 | 85.788 |
| 39 | 85.914 |
| 44 | 86.036 |
| 49 | 86.156 |
| 54 | 86.27 |
| 59 | 86.383 |
| 64 | 86.489 |
| 69 | 86.594 |
| 74 | 86.694 |
| 79 | 86.792 |
| 84 | 86.885 |
| 89 | 86.977 |
| 94 | 87.065 |
| 99 | 87.151 |
| 104 | 87.232 |
| 109 | 87.313 |
| 114 | 87.389 |
| 119 | 87.465 |
| 124 | 87.537 |
| 129 | 87.607 |

KONDISI PADA BATERAI 60%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.789 |
| 4 | 84.918 |
| 9 | 85.077 |
| 14 | 85.228 |
| 19 | 85.376 |
| 24 | 85.516 |
| 29 | 85.654 |
| 34 | 85.785 |
| 39 | 85.914 |
| 44 | 86.036 |
| 49 | 86.156 |
| 54 | 86.27 |
| 59 | 86.383 |
| 64 | 86.489 |
| 69 | 86.594 |
| 74 | 86.694 |
| 79 | 86.792 |
| 84 | 86.885 |
| 89 | 86.976 |
| 94 | 87.065 |
| 99 | 87.149 |
| 104 | 87.232 |
| 109 | 87.311 |
| 114 | 87.389 |
| 119 | 87.464 |
| 124 | 87.537 |
| 129 | 87.606 |

KONDISI PADA BATERAI 50%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.786 |
| 4 | 84.918 |
| 9 | 85.074 |
| 14 | 85.228 |
| 19 | 85.373 |
| 24 | 85.516 |
| 29 | 85.652 |
| 34 | 85.785 |
| 39 | 85.912 |
| 44 | 86.036 |
| 49 | 86.154 |
| 54 | 86.27 |
| 59 | 86.381 |
| 64 | 86.489 |
| 69 | 86.592 |
| 74 | 86.694 |
| 79 | 86.79 |
| 84 | 86.885 |
| 89 | 86.976 |
| 94 | 87.063 |
| 99 | 87.149 |
| 104 | 87.231 |
| 109 | 87.311 |
| 114 | 87.388 |
| 119 | 87.464 |
| 124 | 87.535 |
| 129 | 87.606 |

KONDISI PADA BATERAI 40%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.782 |
| 4 | 84.915 |
| 9 | 85.071 |
| 14 | 85.225 |
| 19 | 85.37 |
| 24 | 85.514 |
| 29 | 85.649 |
| 34 | 85.773 |
| 39 | 85.909 |
| 44 | 86.034 |
| 49 | 86.152 |
| 54 | 86.268 |
| 59 | 86.378 |
| 64 | 86.487 |
| 69 | 86.59 |
| 74 | 86.692 |
| 79 | 86.788 |
| 84 | 86.884 |
| 89 | 86.974 |
| 94 | 87.063 |
| 99 | 87.147 |
| 104 | 87.231 |
| 109 | 87.31 |
| 114 | 87.388 |
| 119 | 87.462 |
| 124 | 87.535 |
| 129 | 87.605 |

KONDISI PADA BATERAI 30%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.779 |
| 4 | 84.908 |
| 9 | 85.068 |
| 14 | 85.219 |
| 19 | 85.367 |
| 24 | 85.508 |
| 29 | 85.646 |
| 34 | 85.777 |
| 39 | 85.907 |
| 44 | 86.029 |
| 49 | 86.149 |
| 54 | 86.264 |
| 59 | 86.376 |
| 64 | 86.483 |
| 69 | 86.588 |
| 74 | 86.688 |
| 79 | 86.787 |
| 84 | 86.88 |
| 89 | 86.972 |
| 94 | 87.06 |
| 99 | 87.144 |
| 104 | 87.228 |
| 109 | 87.308 |
| 114 | 87.385 |
| 119 | 87.461 |
| 124 | 87.532 |
| 129 | 87.603 |

KONDISI PADA BATERAI 20%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.769 |
| 4 | 84.902 |
| 9 | 85.059 |
| 14 | 85.213 |
| 19 | 85.359 |
| 24 | 85.502 |
| 29 | 85.638 |
| 34 | 85.772 |
| 39 | 85.899 |
| 44 | 86.024 |
| 49 | 86.142 |
| 54 | 86.257 |
| 59 | 86.37 |
| 64 | 86.477 |
| 69 | 86.582 |
| 74 | 86.682 |
| 79 | 86.781 |
| 84 | 86.874 |
| 89 | 86.967 |
| 94 | 87.054 |
| 99 | 87.141 |
| 104 | 87.223 |
| 109 | 87.304 |
| 114 | 87.38 |
| 119 | 87.456 |
| 124 | 87.528 |
| 129 | 87.599 |

KONDISI PADA BATERAI 10%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 84.743 |
| 4 | 84.873 |
| 9 | 85.034 |
| 14 | 85.186 |
| 19 | 85.336 |
| 24 | 85.478 |
| 29 | 85.617 |
| 34 | 85.749 |
| 39 | 85.879 |
| 44 | 86.002 |
| 49 | 86.124 |
| 54 | 86.239 |
| 59 | 86.352 |
| 64 | 86.46 |
| 69 | 86.566 |
| 74 | 86.666 |
| 79 | 86.766 |
| 84 | 86.86 |
| 89 | 86.953 |
| 94 | 87.041 |
| 99 | 87.127 |
| 104 | 87.21 |
| 109 | 87.29 |
| 114 | 87.368 |
| 119 | 87.443 |
| 124 | 87.517 |
| 129 | 87.587 |

KONDISI PADA BATERAI 0%

| Torsi (Nm) | Effisiensi (%) |
|------------|----------------|
| 0 | 83.731 |
| 4 | 83.895 |
| 9 | 84.088 |
| 14 | 84.274 |
| 19 | 84.457 |
| 24 | 84.629 |
| 29 | 84.799 |
| 34 | 84.959 |
| 39 | 85.117 |
| 44 | 85.266 |
| 49 | 85.413 |
| 54 | 85.552 |
| 59 | 85.686 |
| 64 | 85.818 |
| 69 | 85.944 |
| 74 | 86.067 |
| 79 | 86.184 |
| 84 | 86.299 |
| 89 | 86.409 |
| 94 | 86.516 |
| 99 | 86.619 |
| 104 | 86.719 |
| 109 | 86.815 |
| 114 | 86.909 |
| 119 | 86.999 |
| 124 | 87.085 |
| 129 | 87.215 |

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jombang, 23 September 1992, Penulis telah menempuh pendidikan formal mulai dari SDN MOJOKRAPAK I, SMPN 1 Tembelang, SMAN 3 Jombang dan Diploma 3 Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Penulis diterima melalui Lintas jalur 2015 pada jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Kota Surabaya dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan nomor registrasi pokok (NRP) 4215105006 dan terdaftar sebagai keluarga angkatan 2015 Departemen Teknik Sistem Perkapalan ini, penulis mengambil bidang studi Marine Electrical and Automation System (MEAS).

Selama menempuh kuliah, penulis aktif dalam kegiatan akademik maupun non-akademik. Kegiatan akademik meliputi kegiatan perkuliahan dari semester pertama hingga semester akhir. Selain itu penulis juga aktif menjadi anggota Grader di Laboratorium Kelistrikan Kapal.