

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN
PEMANFAATAN ENERGI *FLYWHEEL***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang



Disusun Oleh :

MATIN RAZAAQ

30601501723

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2021**

***POWER PLANT DESIGN WITH FLYWHEEL
ENERGY UTILIZATION***

FINAL PROJECT

*Proposed To Complete The Requirement To Obtain A Bachelor's Degree (SI) At
Departement Of Electrical Engineering, Faculty Of Industrial Technolgy,
Islamic University Of Sultan Agung Semarang*



Arranged by :

MATIN RAZAAQ

30601501723

***MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
ISLAMIC UNIVERSITY OF SULTAN AGUNG
SEMARANG***

2021

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN PEMANFAATAN ENERGI *FLYWHEEL*” ini disusun oleh :

Nama : Matin Razaq
NIM : 30601501723
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 18 Agustus 2021

Pembimbing I

Dedi Nugroho, ST, MT
NIDN. 061.712.6602

Pembimbing II

Agus Suprajitno, ST, MT
NIDN. 060.204.7301

Mengetahui,



Jenny Putri Hapsari, ST, MT.
NIDN. 060.701.8501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul "**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN PEMANFAATAN ENERGI FLYWHEEL**" ini telah dipertahankan didepan dosen penguji.

Tugas Akhir pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 18 Agustus 2021

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ketua Penguji,

Ir. Agus Adhi Nugroho, M.T.

NIDN. 062 808 6501



Anggota Penguji I,

Eka Nuryanto Budisusila, ST, MT.

NIDN. 061 910 7301



Anggota Penguji II,

Ir. H. Sukarno Budi Utomo, M.T.

NIDN. 061 907 6401



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Matin Razaag

NIM : 30601501723

Judul Tugas Akhir : **“RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK
DENGAN PEMANFAATAN ENERGI *FLYWHEEL*”**

Dengan ini Saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang Saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian,

Dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir yang saya buat pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka Saya bersedia dikenakan sanksi akademik sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini Saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 18 Agustus 2021

Yang menyatakan

Matin Razaag
NIM. 30601501723

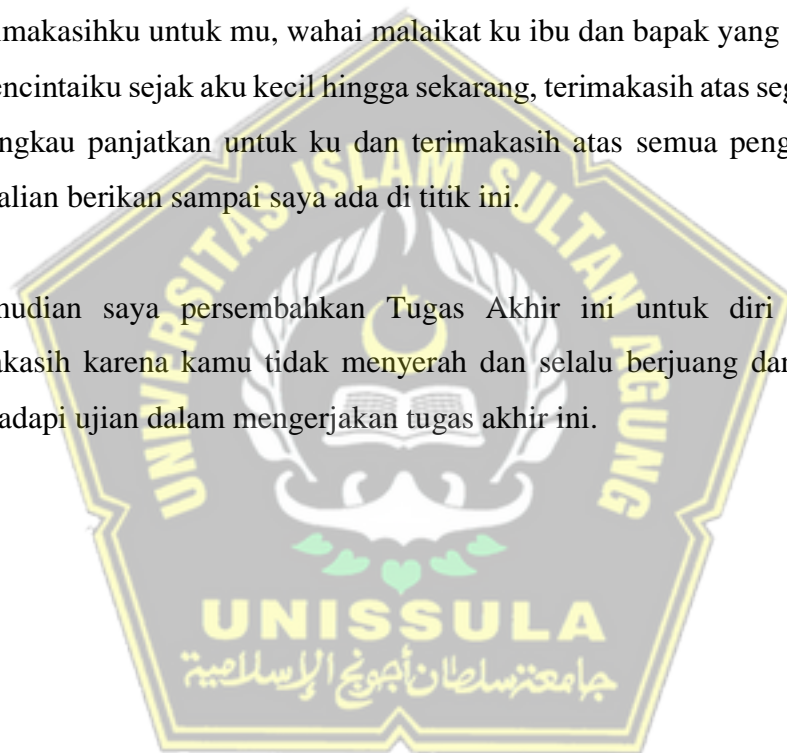


HALAMAN PERSEMBAHAN

Sujud syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan iman, kesehatan, kesabaran, kekuatan kepada saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini hingga akhirnya dapat berjalan dengan lancar sebagaimana mestinya walau ada beberapa kendala dalam melaksanakannya.

Terimakasihku untuk mu, wahai malaikat ku ibu dan bapak yang telah merawat dan mencintaiku sejak aku kecil hingga sekarang, terimakasih atas segala do'a yang selalu ngkau panjatkan untuk ku dan terimakasih atas semua pengorbanan yang telah kalian berikan sampai saya ada di titik ini.

Kemudian saya persembahkan Tugas Akhir ini untuk diri saya sendiri. Terimakasih karena kamu tidak menyerah dan selalu berjuang dan sabar dalam menghadapi ujian dalam mengerjakan tugas akhir ini.



HALAMAN MOTTO

“Sesungguhnya urusan-Nya, Apabila Dia Menghendaki Sesuatu, Dia Hanya Berkata kepadanya, “Jadilah!” Maka Jadilah Sesuatu Itu”

(QS. Yasin:82)

“Sesungguhnya Allah Bersama Dengan Orang-Orang Yang Sabar”

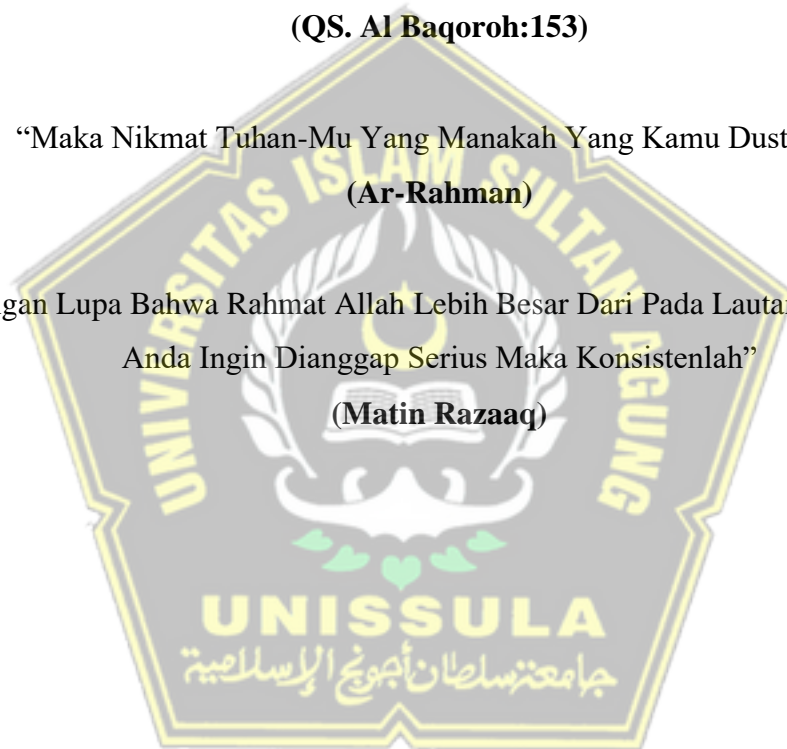
(QS. Al Baqoroh:153)

“Maka Nikmat Tuhan-Mu Yang Manakah Yang Kamu Dustakan”

(Ar-Rahman)

“Jangan Lupa Bahwa Rahmat Allah Lebih Besar Dari Pada Lautan Serta Jika Anda Ingin Dianggap Serius Maka Konsistenlah”

(Matin Razaq)



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Pembangkit Listrik Dengan Pemanfaatan Energi Flywheel**” dengan baik. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST, MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri (FTI).
2. Ibu Ir. Ida Widiastuti, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
3. Bapak Munaf Ismail, ST., MT. selaku Koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak Dedi Nugroho, ST, MT. selaku Pembimbing Tugas Akhir Pertama dan Bapak Agus Suprajitno, ST, MT. selaku Pembimbing Tugas Akhir Kedua, saya mengucapkan banyak terima kasih atas arahan dan masukan selama penulis mengerjakan Tugas Akhir sehingga saya bisa menyelesaikannya.
5. Terimakasih kepada semua Bapak / Ibu Dosen FTI –Teknik Elektro.
6. Rekan Mahasiswa Teknik Elektro Unissula angkatan 2015 yang tanpa bosan berbagi canda serta mengukir cerita bersama.
7. Dan tak luput juga bagi pembaca serta semua pihak yang dengan tulus ikhlas memberikan doa, motivasi dan dukungannya.

Seperti sebuah frasa “tidak ada gading yang tak retak”, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun dan menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini. Demikianlah Laporan Tugas Akhir ini telah penulis buat, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan para Mahasiswa UNISSULA.

Semarang, 12 Juli 2021



Matin Razaq
NIM. 30601501723

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk orang-orang kusayangi yang selalu mendukung sehingga laporan ini dapat terlaksana hingga akhir :

1. Drs. Heri Satmoko, MH. dan Rr. Istilah Wulandari, SH., MH. Sebagai kedua orang tua yang telah membesarkan saya dan selalu mendukung segala urusan baik materi, tenaga, doa, ide dan motivasinya. Matin sayang sekali.
2. R. Bintang Taruna Negara dan R. Muhammad Ghani Ramadhan sebagai kedua saudara kandung yang selalu mendukung saya.
3. Sahabat-sahabat terbaik saya Muhammad Ali Akbar Salami, S.T., Saparengga Damai Santoso, Mas Wahyu, Aditya Maulana Shidiq, S.T., Ahmad Rizal Abidin, S.T., Irfan Ardiyanto, S.T., Juan Budi Prastyo, S.T., Arif Maa'ruf Al Ayyub, S.Si., Inu Bayu Aji, S.T., Afif Al'makruf, S.T. dan teman-teman yang selalu mendukung dikala saya jatuh secara ekonomi serta ikut memberikan saya dukungan materi maupun ide-ide kalian.
4. Saudari Aulia Sabrina Octavianti, S.Psi. Selaku orang istimewa makasih banyak untuk dukungan, kemantapan jiwa dan raga.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL (Bahasa Indonesia)	i
HALAMAN JUDUL (Bahasa Inggris)	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	vi
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK (Bahasa Indonesia)	xviii
ABSTRACT (Bahasa Inggris)	xix
BAB I (PENDAHULUAN)	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II (TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI)	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Media Penggerak	7

2.2.1.1	Jenis – Jenis Motor Listrik (<i>Electrical Motor</i>)	7
2.2.2	Katrol (<i>Pulley</i>)	10
2.2.3	Sabuk (<i>Belt</i>)	12
2.2.3.1	Macam – Macam Konfigurasi Transmisi Pada Sabuk (<i>Belt</i>).....	14
2.2.4	Poros (Batang AS)	17
2.2.5	Bantalan (<i>Bearing</i>).....	18
2.2.6	Roda Gila (<i>Flywheel</i>).....	18
2.2.7	Generator	21
2.2.7.1	Konstruksi Generator	22
2.2.8	Menentukan Selisih Nilai (%)	25
2.3	Rangkaian Berdasarkan Sistem Chas Chambell.....	26
BAB III (METODE PENELITIAN/PERANCANGAN)		27
3.1	Metode Perancangan.....	27
3.2	Spesifikasi Bahan – Bahan Penelitian	27
2.2.1	Media Penggerak	27
2.2.2	Media Yang Digerakkan	28
2.2.3	Media Pendukung	28
2.2.3.1	Katrol (<i>Pulley</i>)	28
2.2.3.2	Sabuk (<i>Belt</i>)	29
2.2.3.3	Roda Gila (<i>Flywheel</i>).....	30
3.3	Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian.....	30
3.3.1	Multimeter.....	30
3.3.2	Tachometer	30
3.3.3	Clampmeter.....	31
3.3.4	Buku, Bolpoin dan Laptop.....	31
3.4	Realisasi Penelitian	31
3.5	Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) Penelitian.....	32
3.6	Desain Realisasi Penelitian	33

BAB IV (DATA DAN ANALISA)	34
4.1 Data dan Hasil Perhitungan Pada Sumber Listrik PLN.....	34
4.1.1 Data Pada Sumber Listrik PLN.....	34
4.1.2 Hasil Perhitungan Pada Sumber Listrik PLN	34
4.1.3 Grafik Pada Sumber Listrik PLN.....	36
4.1.4 Analisa Pada Sumber Listrik PLN.....	37
4.2 Data dan Hasil Perhitungan Pada Motor Listrik (<i>Electrical Motor</i>).....	38
4.2.1 Data Pada Motor Listrik (<i>Electrical Motor</i>)	38
4.2.2 Hasil Perhitungan Pada Motor Listrik (<i>Electrical Motor</i>).....	39
4.2.3 Grafik Pada Motor Listrik (<i>Electrical Motor</i>)	42
4.2.4 Analisa Pada Motor Listrik (<i>Electrical Motor</i>)	43
4.3 Data dan Hasil Perhitungan Pada Katrol (<i>Pulley</i>).....	45
4.3.1 Data Pada Katrol (<i>Pulley</i>)	45
4.3.2 Hasil Perhitungan Pada Katrol (<i>Pulley</i>).....	46
4.3.3 Grafik Pada Katrol (<i>Pulley</i>)	48
4.3.4 Analisa Pada Katrol (<i>Pulley</i>)	49
4.4 Data dan Hasil Perhitungan Pada Sabuk (<i>Belt</i>).....	49
4.4.1 Data Pada Sabuk (<i>Belt</i>)	49
4.4.2 Hasil Perhitungan Pada Sabuk (<i>Belt</i>)	50
4.5 Data dan Hasil Perhitungan Pada Poros.....	51
4.5.1 Data Pada Poros	52
4.5.2 Hasil Perhitungan Pada Poros	52
4.6 Hasil Perhitungan Pada Bantalan (<i>Bearing</i>)	52
4.7 Data dan Hasil Perhitungan Pada Roda Gila (<i>Flywheel</i>).....	53
4.7.1 Data Pada Roda Gila (<i>Flywheel</i>).....	53
4.7.2 Hasil Perhitungan Pada Roda Gila (<i>Flywheel</i>)	53
4.7.3 Grafik Pada Roda Gila (<i>Flywheel</i>).....	58
4.7.4 Analisa Pada Roda Gila (<i>Flywheel</i>).....	60
4.8 Data dan Hasil Perhitungan Pada Generator.....	63
4.8.1 Data Pada Generator	63
4.8.2 Hasil Perhitungan Pada Generator	64

4.8.3	Grafik Pada Generator	67
4.8.4	Analisa Pada Generator.....	69
BAB V (PENUTUP)		70
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA		72
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Bahan dan Massa Jenis Sabuk (<i>Belt</i>)	13
Tabel 3.1	Spesifikasi Motor Listrik (<i>Electrical Motor</i>) Sesuai <i>Nameplate</i>	27
Tabel 3.2	Spesifikasi Generator/Altenator Sesuai <i>Nameplate</i>	28
Tabel 3.3	Spesifikasi Katrol (<i>Pulley</i>) Sesuai <i>Nameplate</i>	28
Tabel 3.4	Spesifikasi Sabuk (<i>Belt</i>) Sesuai <i>Nameplate</i>	29
Tabel 3.5	Spesifikasi Roda Gila (<i>FlyWheel</i>) Sesuai <i>Nameplate</i>	30
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran dan Perhitungan Pada Sumber Listrik PLN	34
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran dan Perhitungan Motor Listrik (<i>Electrical Motor</i>)	38
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran dan Perhitungan Katrol (<i>Pulley</i>)	45
Tabel 4.4	Hasil Pengukuran dan Perhitungan Sabuk (<i>Belt</i>)	50
Tabel 4.5	Hasil Pengukuran dan Perhitungan Poros	52
Tabel 4.6	Hasil Pengukuran dan Perhitungan Bantalan (<i>Bearing</i>)	52
Tabel 4.7	Hasil Pengukuran dan Perhitungan Roda Gila (<i>FlyWheel</i>)	53
Tabel 4.8	Hasil Pengukuran dan Perhitungan Generator	63
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Pada Generator Ketika Diberi Beban	64
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Perbandingan Antara Daya Pada PLN Dengan Daya Yang Dihasilkan Pada Generator Berdasarkan Pengukuran Penelitian	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Foto Motor Induksi 1 Fasa Dengan Daya (P) ½ HP.....	9
Gambar 2.2	Segitiga Faktor Daya	10
Gambar 2.3	Foto Katrol (Pulley).....	12
Gambar 2.4	Foto Sabuk (<i>Belt</i>).....	14
Gambar 2.5	Jenis–Jenis Sabuk (<i>Belt</i>).....	14
Gambar 2.6	Transmisi Sabuk Terbuka (<i>Open Belt Drive</i>).....	15
Gambar 2.7	Transmisi Sabuk Silang (<i>Crossed Or Twist Belt Drive</i>)	16
Gambar 2.8	Transmisi Sabuk Belok Sebagian (<i>Quarter Turn Belt Drive</i>).....	16
Gambar 2.9	Transmisi Sabuk Dengan Katrol Penekan (<i>Belt Drive With Idler Pulley</i>).....	17
Gambar 2.10	Transmisi Sabuk Gabungan (<i>Compound Belt Drive</i>).....	17
Gambar 2.11	Penggerak Pulley Krucut / Bertingkat (<i>Stepped Or Cone Pulley Drive</i>).....	18
Gambar 2.12	Foto Poros	19
Gambar 2.13	Foto Bantalan (<i>Bearing</i>).....	20
Gambar 2.14	Foto Roda Gila (<i>FlyWheel</i>)	20
Gambar 2.15	Foto Generator/Altenator.....	23
Gambar 2.16	Rangkaian Berdasarkan Sistem <i>Chas Champbell</i>	28
Gambar 3.1	Rangkaian Penelitian Sesuai Sistem <i>Chas Champbell</i>	29
Gambar 3.2	Foto Multimeter.....	32
Gambar 3.3	Foto Tachometer.....	32
Gambar 3.4	Foto Clampmeter	33
Gambar 3.5	Skema Diagram Rancangan Penelitian	33
Gambar 3.6	<i>Flowchart</i> Penelitian	35
Gambar 4.1	Grafik Tegangan (V_s) Pada Sumber PLN	38
Gambar 4.2	Grafik Arus (I_s) Pada Sumber PLN.....	39
Gambar 4.3	Grafik Daya (P_s) Pada Sumber PLN	39
Gambar 4.4	Grafik Tegangan (V_{ML}) Pada Motor Listrik.....	44

Gambar 4.5	Grafik Arus (I_{ML}) Pada Motor Listrik	45
Gambar 4.6	Grafik Daya (P_{ML}) Pada Motor Listrik.....	45
Gambar 4.7	Grafik Kecepatan Putaran (ω_{ML}) Pada Motor Listrik.....	45
Gambar 4.8	Grafik Torsi (T_{ML}) Pada Motor Listrik.....	45
Gambar 4.9	Grafik Kecepatan Putaran (ω_{ML}) Pada Motor Listrik.....	51
Gambar 4.10	Grafik Kecepatan Sudut ($\Delta\omega_F$) Pada (<i>Flywheel</i>).....	61
Gambar 4.11	Grafik Kecepatan Percepatan (α_F) Pada (<i>Flywheel</i>).....	62
Gambar 4.12	Grafik Kecepatan Gaya Yang Bekerja (F_F) Pada (<i>Flywheel</i>).....	62
Gambar 4.13	Grafik Kecepatan Torsi (T_F) Pada (<i>Flywheel</i>).....	62
Gambar 4.14	Grafik Kecepatan Putaran (ω_F) Pada (<i>Flywheel</i>).....	63
Gambar 4.15	Grafik Kecepatan Daya (P_F) Pada (<i>Flywheel</i>).....	63
Gambar 4.16	Grafik Kecepatan Energi Kinetik (E_{kF}) Pada (<i>Flywheel</i>)	63
Gambar 4.17	Grafik Kecepatan Putaran (ω_F) Pada Generator	69
Gambar 4.18	Grafik Tegangan (V_F) Pada Generator	69
Gambar 4.19	Grafik Arus (I_F) Pada Generator.....	70
Gambar 4.20	Grafik Daya (P_F) Pada Generator	70
Gambar 4.21	Grafik Torsi (T_F) Pada Generator.....	70



DAFTAR LAMPIRAN

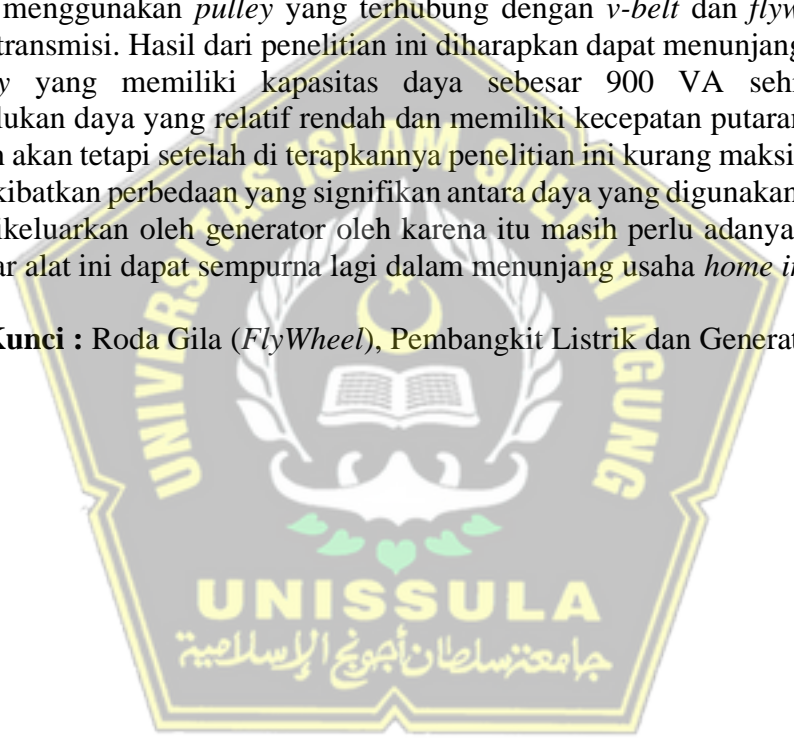
- Lampiran 1** : Makalah Publikasi
Lampiran 2 : Hasil Turn It In
Lampiran 3 : Hasil Pengukuran Penelitian



ABSTRAK

Pada penelitian ini penulis ingin merancang bangun berupa pembangkit listrik dengan memanfaatkan *flywheel* guna menunjang unjuk kerja dari generator-set yang telah di ubah oleh penulis sehingga menghasilkan suatu alat yang dimana memiliki keluaran daya listrik 2 kali lipat lebih besar dari masukannya, lebih efisiensi dan lebih mudah dalam penggunaannya. Dalam menerapkannya penulis menggunakan metode berdasarkan sistem chas chambell dengan beberapa komponen seperti menggunakan motor listrik 1 fasa sebagai media penggerak dan generator sebagai media yang digerakkan serta dengan beberapa media pendukung seperti menggunakan *pulley* yang terhubung dengan *v-belt* dan *flywheel* sebagai sistem transmisi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menunjang usaha *home industry* yang memiliki kapasitas daya sebesar 900 VA sehingga hanya memerlukan daya yang relatif rendah dan memiliki kecepatan putaran yang relatif konstan akan tetapi setelah di terapkannya penelitian ini kurang maksimal sehingga mengakibatkan perbedaan yang signifikan antara daya yang digunakan dengan hasil yang dikeluarkan oleh generator oleh karena itu masih perlu adanya pembaruan lagi agar alat ini dapat sempurna lagi dalam menunjang usaha *home industry*.

Kata Kunci : Roda Gila (*FlyWheel*), Pembangkit Listrik dan Generator.



ABSTRACT

In this study, the author wants to design a power plant using a flywheel to support the performance of the generator-set that has been changed by the author so as to produce a device which has an electrical power output that is 2 times greater than the input, is more efficient and easier. in its use. In applying it the author uses a method based on the Chas Chambell system with several components such as using a single-phase electric motor as a driving medium and a generator as a driven medium and with several supporting media such as using a pulley connected to a v-belt and a flywheel as a transmission system. The results of this study are expected to support the home industry business which has a power capacity of 900 VA so that it only requires relatively low power and has a relatively constant rotation speed, but after the implementation of this research it is not optimal, resulting in a significant difference between the power used and the results issued by the generator therefore still need to be reformed again so that this tool can be perfect again in supporting the home industry business.

Keywords : *FlyWheel, Power Plant and Generator*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dengan melihat kebutuhan beban listrik pada setiap tahunnya mengalami peningkatan serta berbanding lurus dengan kebutuhan pokok umat manusia terutama dalam kebutuhan beban listrik rumah tangga dimana dengan berbagai macam dari kebutuhan sehari-hari hingga kebutuhan beban listrik untuk usaha, misalnya seperti bengkel *home industry* dalam kondisi apapun mereka harus berusaha dengan bermodalkan listrik dari PLN 900 VA agar dapat menjalankan usahanya tersebut tanpa suatu kendala. Oleh karena itu melihat permasalahan yang berdasarkan kebutuhan beban listrik pada saat ini maka penulis ingin membuat suatu penelitian guna menunjang kebutuhan beban listrik sehingga menimbulkan sebuah gagasan untuk meningkatkan kapasitas daya listrik dengan menggunakan sistem *flywheel*.

Penulis akan mengaplikasikan gagasan tersebut dengan merancang generator-set yang bermodifikasi *flywheel*. Generator-set terdiri dari sebuah motor penggerak (*prime mover*) yang digabungkan dengan sebuah generator untuk menghasilkan listrik. Pada umumnya motor penggerak yang digunakan menggunakan diesel sebagai bahan bakar (Ilmiawan, et al., 2017). Aplikasi *flywheel* pada generator-set ini diharapkan dapat berfungsi guna menstabilkan keluaran dari motor penggerak dengan stabilnya keluaran dari motor penggerak maka berdampak pula pada kestabilannya keluaran dari generator, sehingga diharapkan dapat memutar generator yang memiliki keluaran daya lebih besar dari input daya yang dibutuhkan oleh motor penggerak.

Berdasarkan dari hasil uraian ini, maka penulis akan membuat Tugas Akhir dengan judul “**Rancang Bangun Pembangkit Listrik Dengan Pemanfaatan Energi *FlyWheel***” serta tak lupa dalam perencanaan mempertimbangkan aspek keamanan dan ramah lingkungan seperti penggunaan motor listrik dalam media penggerak tidak menggunakan diesel pada umumnya serta memanfaatkan peralatan bekas dengan luaran yang diharapkan dapat mengetahui sejauh mana pengaruh dari penambahan *flywheel* pada sistem generator-set dan penulis berharap semoga hasil dari Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi masyarakat.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan dalam penulisan Tugas Akhir ini, seperti berikut :

1. Bagaimana merancang pembangkit listrik dengan modifikasi menggunakan *flywheel* yang diharapkan dapat menstabilkan motor penggerak sehingga dapat menunjang stabilnya *output* generator dengan daya *input* listrik PLN 900 VA sebagai sumber listrik ?
2. Bagaimana perbandingan dari *output* generator sebelum dan sesudah diberi beban *flywheel* dan generator tanpa beban serta ketika diberi beban pada generator sebuah lampu pijar (10 W, 100 W dan 200 W) ?

1.3 PEMBATAAN MASALAH

Dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini yang dimana telah dirumuskan agar lebih terfokus maka, adapun batasan masalah yang dibatasi, sebagai berikut :

1. Hanya mempertimbangkan aspek teknis dari hasil kinerja yang ada, tanpa menyinggung aspek lain berdasarkan penelitian yang telah dibuat sebagaimana mestinya.

2. Segala *variable* yang digunakan ketika melakukan pengujian dan pengukuran hanya yang berkaitan langsung dengan fungsi penunjang mekanisme alat.
3. Penelitian ini membahas perbandingan kinerja motor penggerak pada sistem yang menggunakan dan tanpa menggunakan *flywheel*.

1.4 MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Memanfaatkan energi yang didapat dari keuntungan mekanisme *flywheel* secara cuma-cuma berdasarkan referensi teknologi yang memadai atau sesuai.
2. Pengaplikasian mekanisme yang dapat diterapkan sebagai pembangkit energi listrik alternatif ramah lingkungan sehingga penggunaan listrik PLN dapat lebih tepat guna untuk menunjang kebutuhan yang lebih besar dari kapasitas daya yang ada.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dalam penyusunan penelitian Tugas Akhir pada kali ini adalah :

1. Dapat membuka wawasan masyarakat mengenai pemanfaatan energi dengan menggunakan keuntungan mekanisme *flywheel* berdasarkan kebutuhan.
2. Dapat membantu pelaku usaha yang menggunakan keuntungan energi dari mekanisme *flywheel* sebagai media penunjang pembangkitan energi listrik.
3. Dapat menjadi sebuah referensi ataupun dapat menjadi Tugas Akhir selanjutnya yang mungkin akan lebih disempurnakan lagi bagi mahasiswa/i lain yang akan melakukan penelitian yang dimana saling berhubungan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis.
4. Menjadi dasar sebuah pertimbangan bagi semua pihak yang memiliki keinginan untuk membuat alat serupa dengan memodifikasi genset yang sesuai dengan kebutuhan.

5. Meringankan masyarakat umum khususnya di daerah yang mengalami krisis energi listrik sehingga mereka bisa mendapatkan energi listrik yang ramah lingkungan dan praktis.
6. Masyarakat dapat ikut serta mengurangi ketergantungan akan energi listrik yang ditimbulkan dengan menggunakan sumber energi tidak terbarukan seperti : Minyak Bumi, Gas Alam, Batu Bara, dll.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini penulis membagi menjadi V BAB, dengan masing-masing BAB berisi sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan laporan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini berisi mengenai beberapa tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu dan beberapa landasan teori yang digunakan guna menunjang berlangsungnya laporan ini.

BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai metodologi, obyek penelitian, bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian, desain alat, tahapan-tahapan penelitian dan diaram alirnya (*flow chart*).

BAB IV : HASIL DAN ANALISA

Bab ini berisi tentang data penelitian yang dimana berisi hasil pengukuran dan hasil perhitungan serta analisa dari penelitian yang telah dilakukan oleh penulis.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang dapat di ambil setelah melakukan penelitian terkait pemanfaatan *flywheel* dalam kehidupan sehari-hari khususnya dalam membantu bengkel las yang di teliti oleh penulis dan terdapat saran guna menunjang penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini dilandasi oleh beberapa tinjauan pustaka dari beberapa penelitian yang terdahulu sehingga terciptanya penelitian ini, akan tetapi memiliki beberapa perbedaan sebagai berikut :

1. Pada penelitian Hendri Nurcahyo A.N yang berjudul **“Perancangan dan Pembuatan Alat Pemotong Singkong”** Di Universitas Jember – Indonesia, pada tahun 2002 memiliki perbedaan dimana dalam penggunaan atau pemanfaatan *flywheel* digunakan untuk menstabilkan putaran sehingga dapat bekerja secara maksimal pada generator-set dengan stabilnya putaran tersebut maka diharapkan dapat menstabilkan pula keluarannya mesin pemotong singkong.
2. Pada penelitian Magnus Healund, Johan Ludin, Juan De Santiago, Johan Abrahamsson dan Hans Bernhoff yang berjudul **“*Flywheel Energy Storage For Automotive Applications*”** di Uppsala University – Swedia, pada tahun 2015 memiliki perbedaan dimana dalam pengaplikasiannya *flywheel* digunakan untuk menyimpan energi guna kemajuan dalam aplikasi otomotif sedangkan pada penelitian ini selain digunakan untuk menyimpan energi digunakan juga sebagai tinjauan beberapa penelitian guna penstabil putaran generator-set dengan menggunakan *flywheel*.
3. Pada penelitian R. Rizky Riharja Satria Karesa yang berjudul **“Rekayasa Pemanfaatan Energi Gravitasi Pada *Flywheel* Untuk Memperpanjang Durasi Kerja UPS (*Uninterruptible Power Supply*)”** di Universitas Dian Nuswantoro, pada tahun 2017 memiliki perbedaan dimana dalam penggunaan/pemanfaatannya *flywheel* digunakan untuk mempertahankan durasi kerja UPS sedangkan yang akan di buat pada penelitian digunakan untuk menghasilkan energi

sehingga dapat menstabilkan putaran generator-set serta pada penelitian ini tidak menggunakan rantai melainkan *pulley* dan *V-belt*.

4. Pada penelitian Fakhrizal Akbar Ilmiawan, Joke Pratilastiarso dan Prima Dewi Permatasari yang berjudul **“Studi Eksperimen Aplikasi *Flywheel* Pada Pembangkit Listrik Untuk Daerah Terpencil”** di Politeknik Negeri Malang, pada tahun 2017 memiliki perbedaan dimana lokasi penelitian nya berbeda kalau yang terdahulu digunakan untuk daerah terpencil sedangkan yang penulis lokasinya untuk memenuhi kebutuhan beban listrik home industri dengan kapasitas daya 900 VA serta pada penelitian terdahulu hanya melakukan pengujian arus dan kecepatan sudut pada motor listrik yang bervariasi *flywheel* dengan massa 8,5 kg dan 16 kg sedangkan yang penulis lakukan semua pengujian (arus, kecepatan sudut, dll) terhadap motor listrik, *pulley*, *v-belt*, *flywheel* dan generator.
5. Pada penelitian Mustafa E. Amiryar dan Keith R. Pullen yang berjudul **“A Review *Flywheel Energy Storage System Technologies And Their Applications*”** di London University – Inggris, pada tahun 2017 memiliki perbedaan dimana terdahulu lebih ke pembuktian secara ilmiah terkait pemanfaatan dari *flywheel* sedangkan pada penelitian kali ini akan memanfaatkannya secara langsung sehingga dapat menunjang kebutuhan beban listrik *home industry*.
6. Pada penelitian M. A. Fajri yang berjudul **“Desain Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Dengan Menambahkan *Flywheel* dan Variasi Aliran Air Menggunakan Program Arduino Uno”** di Universitas Sriwijaya, pada tahun 2019 memiliki perbedaan dimana jika pada penelitian yang terdahulu di terapkan di daerah perbukitan dan pegunungan yang memiliki aliran air yang bervariasi sehingga membutuhkan *flywheel* guna menstabilkan kinerja dari pembangkit listrik tenaga pikohidro sedangkan pada penelitian kali ini *flywheel* di gunakan untuk memodifikasi generator-set sehingga dapat menunjang kinerja home industri.

7. Pada penelitian Muhammad Azizan Rokhim yang berjudul “**Rancang Bangun Generator Listrik Dengan Memanfaatkan Energi Yang Tersimpan Pada *Flywheel***” di Universitas Teknologi Yogyakarta, pada tahun 2019 memiliki perbedaan dimana jika pada penelitian yang terdahulu menggunakan mesin penggerak berupa motor DC sedangkan pada penelitian menggunakan motor induksi.

2.2 LANDASAN TEORI

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini dibutuhkan beberapa sumber untuk dapat lebih memahami teori dari apa yang telah dan akan dilaksanakan dalam penyusunan tugas akhir ini, antara lain :

2.2.1 MEDIA PENGGERAK

Media penggerak yang digunakan yaitu motor listrik $\frac{1}{2}$ HP 1 fasa. Motor listrik (*electrical motor*) adalah sebuah motor listrik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar. Alat ini digunakan untuk mengubah suatu bentuk energi ke energi yang lain, misalnya yang mengubah energi mekanis ke energi listrik disebut generator dan sebaliknya energi listrik menjadi energi mekanis disebut motor. Masing-masing motor mempunyai bagian yang diam dan bagian yang bergerak (Susila, 2004).

Bagian yang bergerak dan diam terdiri dari inti besi yang dipisahkan oleh celah udara dan membentuk rangkaian magnetik dimana fluksi dihasilkan oleh aliran arus melalui kumparan/belitan yang terletak didalam kedua bagian tersebut. Pada umumnya mesin penggerak yang digunakan di industri mempunyai daya keluaran lebih dari 1 HP dan menggunakan motor induksi 3 fasa.

2.2.1.1 JENIS – JENIS MOTOR LISTRIK (*ELECTRICAL MOTOR*)

Jenis-jenis Motor Listrik (Sumanto, 1989), yaitu :

1. Motor Induksi 1 Fasa

Pada jenis ini merupakan motor yang akan bergerak/berputar jika sumber listrik yang masuk pada kumparan statornya yaitu listrik dengan sistem 1 fasa (fasa dan netral), jika di Indonesia maka besar tegangan 1 fasa adalah 220 volt dengan frekuensi 50 Hz. Kumparan stator motor 1 fasa secara umum terdiri dari 2 kumparan “kumparan utama (*main*) dan kumparan bantu (*aux*)”. Prinsip kerja motor listrik 1 fasa sama dengan 3 fasa yaitu apabila kumparan stator dialiri arus listrik maka pada kumparan tersebut akan terjadi medan putar stator.



Gambar 2.1 Foto Motor Induksi 1 Fasa Dengan Daya ½ HP

Oleh karena itu berhubung pada penelitian kali ini menggunakan motor listrik maka memerlukan beberapa rumus guna menunjang penelitian seperti, berikut :

1. Rumus guna mencari **jumlah kutup (ρ)** pada motor listrik (Sumanto, 1989), yaitu :

$$\rho = \frac{120 \times F}{N_{ML}} \quad (2.1)$$

Dimana :

ρ = Jumlah Kutup Motor Listrik

F = Frekuensi Motor Listrik (Hz)

ω_{ML} = Kecepatan Motor Listrik (rpm)

2. Rumus guna mencari **faktor daya (sin, cos dan tan)** pada motor listrik (Sumanto, 1989), yaitu :

$$\sin \theta = \frac{\sqrt{(V \times I)^2 - P^2}}{V \times I} \quad (2.2)$$

$$\cos \theta = \frac{P}{V \times I} \quad (2.3)$$

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{(V \times I)^2 - P^2}}{P} \quad (2.4)$$

Dimana :

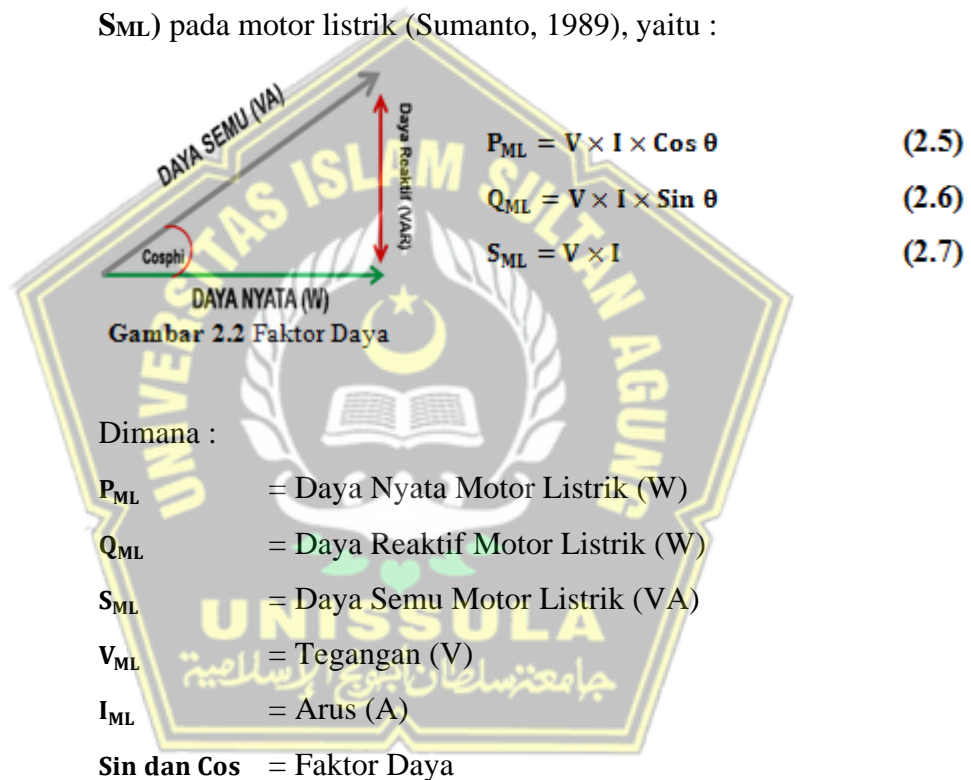
Sin, Cos dan Tan = Faktor Daya

P = Daya Nyata (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

3. Rumus guna mencari **daya nyata, reaktif dan semu (P_{ML} , Q_{ML} dan S_{ML})** pada motor listrik (Sumanto, 1989), yaitu :



Dimana :

P_{ML} = Daya Nyata Motor Listrik (W)

Q_{ML} = Daya Reaktif Motor Listrik (W)

S_{ML} = Daya Semu Motor Listrik (VA)

V_{ML} = Tegangan (V)

I_{ML} = Arus (A)

Sin dan Cos = Faktor Daya

4. Rumus guna mencari **torsi (T_{ML})** pada motor listrik (Sumanto, 1989), yaitu :

$$T_{ML} = \frac{5250 \times P_{ML}}{\omega_{ML}} \quad (2.8)$$

Dimana :

T_{ML} = Torsi Motor Listrik (N.m)

P_{ML} = Daya Motor Listrik (Watt)

ω_{ML} = Kecepatan Putar Motor Listrik (rpm)

5250 = Konstan

2. Motor Induksi 3 Fasa

Pada jenis motor induksi 3 fasa yang paling banyak digunakan di dunia industri, perbedaan antara motor induksi 3 fasa dengan motor induksi 1 fasa terletak pada sumber listrik yang masuk pada kumparan stator. Jika motor induksi 3 fasa maka sumber listrik yang masuk adalah sistem 3 fasa dimana motor induksi 3 fasa dikenal dengan kumparan fasa. Namun memiliki 3 kumparan fasa yang dipasang sedemikian rupa sehingga antara fasa satu dan fasa yang lainnya berjarak 120^0 . Berkaitan dengan prinsip kerja motor induksi 3 fasa sama sama dengan motor induksi 1 fasa.

2.2.2 KATROL (*PULLEY*)

Katrol (*pulley*) merupakan suatu alat mekanis yang digunakan sebagai pendukung pergerakan *belt* lingkaran untuk menjalankan sesuatu kekuatan alur yang berfungsi menghantarkan suatu daya. Cara kerja *pulley* sering digunakan untuk mengubah arah dari gaya yang diberikan dan mengirimkan gerak rotasi. *Pulley* pada *belt conveyor* sangat berperan penting dalam menggerakkan *belt* dengan memberikan gaya rotasi (putar) dan angkut dari satu titik ke titik lain (Andriyanto, 2015).



Gambar 2.3 Foto Katrol (*Pulley*)

Ada beberapa tipe *pulley*, antara lain :

1. *Pulley Type V*
2. *Pulley Timming*
3. *Pulley Variable* (*Pulley V* Bisa Disetting Besar Kecil)
4. *Pulley Round* (Alur U)
5. *Loss Pulley* (Biasa Sebagai Adjustment)

Dengan menggunakan perbandingan diameter *pulley* penggerak sebagai transmisi kita dapat menaikkan atau menurunkan **kecepatan putaran (ω)** sehingga dari perbandingan diameter 2 buah *pulley* penggerak didapat rumus seperti, berikut :

$$\frac{\omega_{P2}}{\omega_{P1}} = \frac{D_{P1}}{D_{P2}} \quad (2.9)$$

Dimana :

ω_{P1} = Kecepatan Putaran Motor Penggerak (rpm)

ω_{P2} = Kecepatan Putaran Motor Yang Digerakkan (rpm)

D_{P1} = Diameter *Pulley* Motor Penggerak (m)

D_{P2} = Diameter *Pulley* Motor Yang Digerakkan (m)

Selain rumus guna mencari berapakah kecepatan pada tiap *pulley* juga terdapat beberapa rumus guna menunjang keberhasilan penelitian seperti, berikut :

1. Rumus guna mencari **jari-jari (r_p)** pada *pulley*, yaitu :

$$r_p = \frac{d_p}{2} \quad (2.10)$$

Dimana :

$$\pi = 3,14$$

d_p = Diameter *Pulley* (m)

r_p = Jari-Jari *Pulley* (m)

2. Rumus guna mencari **rasio kecepatan putaran antara *pulley* 1 dan *pulley* 2 serta *pulley* 3 dan *pulley* 4**, yaitu :

$$\text{Rasio Kecepatan} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\omega_4}{\omega_3} \quad (2.11)$$

Dimana :

ω_1 = Kecepatan Putaran Pada *Pulley* 1 (rpm)

ω_2 = Kecepatan Putaran Pada *Pulley* 2 (rpm)

ω_3 = Kecepatan Putaran Pada *Pulley* 3 (rpm)

ω_4 = Kecepatan Putaran Pada *Pulley* 4 (rpm)

3. Rumus guna mencari **slip (%)** pada *pulley* yang saling terhubung dengan bantuan *v-belt*, yaitu :

$$\text{Slip (\%)} = \frac{(\omega_A - \omega_B)}{\omega_A} \times 100 \quad (2.12)$$

Dimana :

Slip = Presentase Tergelincir (%)

ω_A = Kecepatan Putaran Yang Terukur (rpm)

ω_B = Kecepatan Putaran Sesuai *NamePlate* (rpm)

2.2.3 SABUK (*BELT*)

Sabuk (*Belt*) berguna untuk mentransmisikan daya dari poros yang satu ke poros yang lainnya melalui *pulley* yang berputar dengan kecepatan putaran yang sama atau berbeda. Besarnya daya yang ditransmisikan tergantung pada perbandingan diameter *pulley* yang akan digunakan (Andriyanto, 2015).



Gambar 2.4 Foto Sabuk V (*V-Belt*)

Dalam pemilihan *belt* pada *pulley* tergantung pada faktor, yaitu :

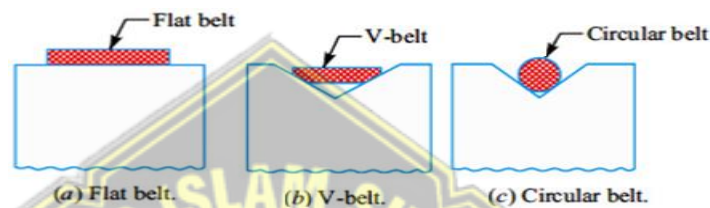
1. Kecepatan poros penggerak dengan poros yang digerakkan
2. Rasio kecepatan reduksi
3. Daya yang ditransmisikan
4. Jarak antara pusat poros
5. *Layout* poros
6. Ketersediaan tempat dan kondisi pelayanan

Jenis-jenis *belt* di klarifikasikan ke dalam 3 kelompok, yaitu :

1. Penggerak ringan (*light drives*), digunakan untuk mentransmisikan daya yang lebih kecil pada kecepatan *belt* sampai 10 m/s seperti pada mesin pertanian dan mesin perkakas yang berukuran kecil.

2. Penggerak sedang (*medium drives*), pada jenis ini digunakan untuk mentransmisikan daya yang berukuran sedang pada kecepatan *belt* 10 m/s sampai 22 m/s seperti pada mesin perkakas.
3. Penggerak besar (*heavy drives*), pada jenis ini digunakan untuk mentransmisikan daya yang berukuran besar pada kecepatan *belt* di atas 22 m/s seperti pada mesin kompresor dan generator.

Jenis-jenis *belt* di tinjau dari bentuknya, antara lain :



Gambar 2.5 Jenis-Jenis Sabuk (*Belt*)

Keterangan gambar :

1. Gambar (a)
Transmisi Sabuk Rata (*Flat Belt*), digunakan pada industri dengan daya cukup besar, jarak antar *pulley* biasanya sampai 10 meter.
2. Gambar (b)
Transmisi Sabuk V (*V-Belt*), sabuk V terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium, digunakan pada mesin-mesin yang mempunyai jarak *pulley* dekat.
3. Gambar (c)
Transmisi Sabuk Bulat Atau Tali (*Circular Belt Or Rope*), paling jarang digunakan, biasanya digunakan untuk mentransmisikan daya yang kecil dan jarak antar *pulley* sampai 8 meter.

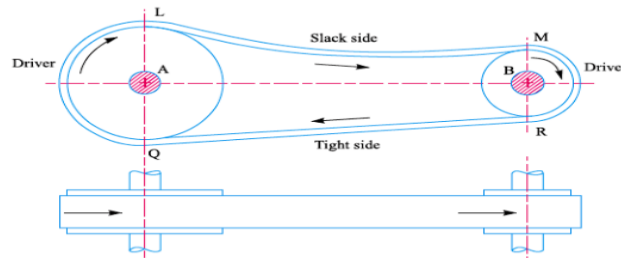
Tabel 2.1 Bahan dan Massa Jenis Sabuk (*Belt*)

NO	BAHAN SABUK	KEPADATAN MASSA (kg/m ³)
1	Kulit	1.000
2	Kanvas	1.220
3	Karet	1.140

2.2.3.1 Macam-Macam Konfigurasi Transmisi Pada Sabuk (*Belt*)

Macam-macam konfigurasi transmisi *belt* (Andriyanto, 2015), yaitu :

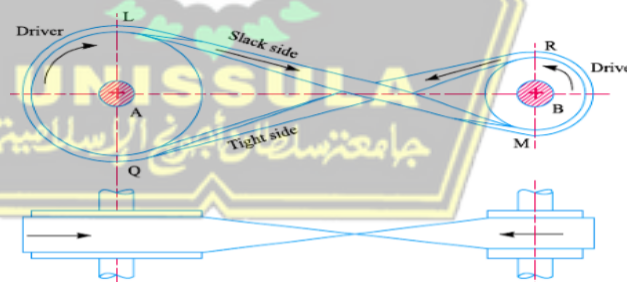
1. Transmisi Sabuk Terbuka (*Open Belt Drive*)



Gambar 2.6 Transmisi Sabuk Terbuka (*Open Belt Drive*)

Sabuk pada jenis ini digunakan dengan poros sejajar dan perputaran dalam arah yang sama. Dalam kasus ini, penggerak A menarik *belt* dari satu sisi (yakni sisi RQ bawah) dan meneruskan ke sisi lain (yakni sisi LM atas). Jadi tarikan pada sisi bawah akan lebih besar dari pada sisi *belt* yang atas (karena tarikan kecil). *Belt* sisi bawah (karena tarikan lebih) dinamakan *tight sides* sedangkan *belt* sisi atas (karena tarikan kecil) dinamakan *slack side*.

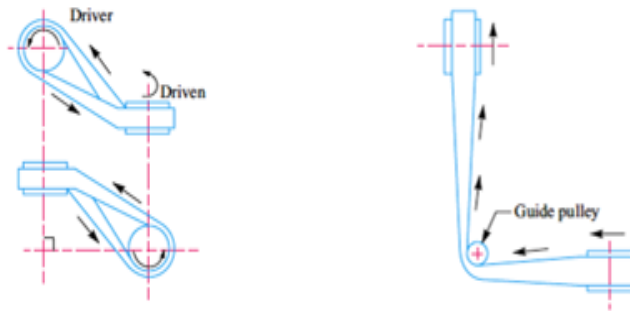
2. Transmisi Sabuk Silang (*Crossed Or Twist Belt Drive*)



Gambar 2.7 Transmisi Sabuk Silang (*Crossed Or Twist Belt Drive*)

Sabuk pada jenis ini digunakan dengan poros sejajar dan perputaran dalam arah yang berlawanan. Dalam kasus ini, penggerak menarik *belt* dari satu sisi (yakni sisi RQ) dan meneruskan ke sisi lain (yakni sisi LM). Jadi tarikan dalam *belt* RQ akan lebih besar dari pada sisi *belt* LM. *Belt* RQ (karena tarikan lebih) dinamakan *tight side* sedangkan *belt* LM (karena tarikan kecil) dinamakan *slack side*.

3. Transmisi Sabuk Belok Sebagian (*Quarter Turn Belt Drive*)

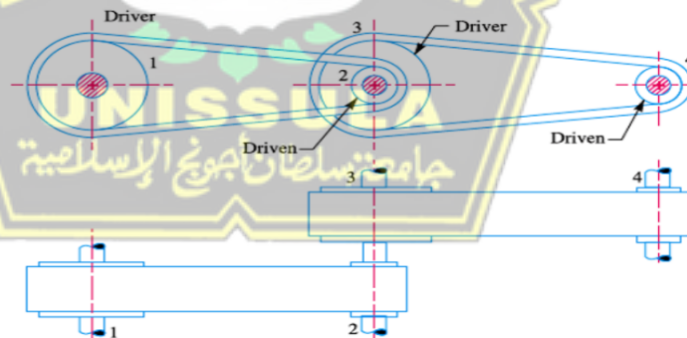


(A) Penggerak Sabuk Belok Seperempat (B) Penggerak Sabuk Belok Seperempat Dengan Pemandu Katrol

Gambar 2.8 Transmisi Sabuk Belok Sebagian (*Quarter Turn Belt Drive*)

Sabuk pada jenis ini digunakan dengan poros sejajar dan perputaran dalam arah yang berlawanan. Dalam kasus ini, penggerak menarik *belt* dari satu sisi (yakni sisi RQ) dan meneruskan ke sisi lain (yakni sisi LM). Jadi tarikan dalam *belt* RQ akan lebih besar dari pada sisi *belt* LM. *Belt* RQ (karena tarikan lebih) dinamakan *tight side* sedangkan *belt* LM (karena tarikan kecil) dinamakan *slack side*.

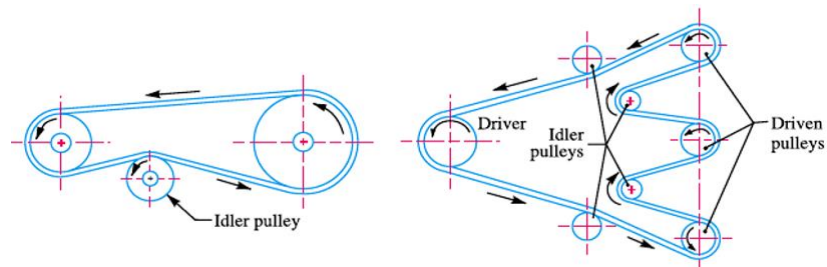
4. Transmisi Sabuk Dengan *Pulley* Penekan (*Belt Drive With Idler Pulley*)



Gambar 2.9 Transmisi Sabuk Dengan Katrol Penekan (*Belt Drive With Idler Pulley*)

Disebut juga *jockey pulley drive*, digunakan dengan poros parallel dan ketika *open belt drive* tidak dapat digunakan akibat sudut kontak yang kecil pada *pulley* terkecil. Jenis ini diberikan untuk mendapatkan rasio kecepatan yang tinggi dan ketika tarikan *belt* yang diperlukan tidak dapat diperoleh dengan cara lain.

5. Transmisi Sabuk Gabungan (*Compound Belt Drive*)



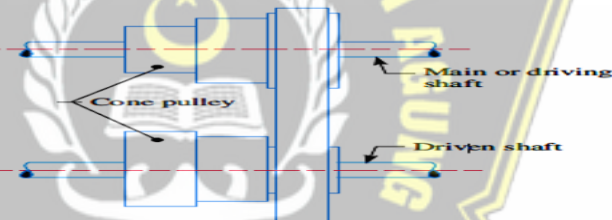
(a) Belt drive with single idler pulley

(b) Belt drive with many idler pulley

Gambar 2.10 Transmisi Sabuk Gabungan (*Compound Belt Drive*)

Pada jenis ini digunakan ketika daya ditransmisikan dari poros satu ke poros yang lain melalui sejumlah *pulley*. Dalam sistem transmisi ini menggunakan banyak *pulley* sehingga lebih banyak sistem yang akan digunakan.

6. Penggerak *Pulley* Kerucut/Bertingkat (*Stepped Or Cone Pulley Drive*)



Gambar 2.11 Penggerak Katrol Kerucut/Bertingkat (*Stepped Or Cone Pulley Drive*)

Pada jenis ini digunakan untuk merubah kecepatan poros yang digerakkan ketika poros utama (poros penggerak) berputar pada kecepatan konstan.

1. Dikarenakan tebal *belt* adalah t , maka perlu dipertimbangkan **rasio putaran** (ω_B) antara kedua buah pada *pulley* yaitu :

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{D_{P_1} + t}{D_{P_2} + t} \quad (2.13)$$

Dimana:

D_{P_1} = Diameter *Pulley* Penggerak (m)

D_{P_2} = Diameter *Pulley* Digerakkan (m)

ω_1 = Kecepatan Putaran Penggerak (rpm)

ω_2 = Kecepatan Putaran Digerakkan (rpm)

t = Tebal *Belt* (m)

2. Rumus guna mencari **panjang (L_B)** pada *belt*, yaitu :

$$\text{Panjang } (L_B) = 2 \times C + \frac{\pi}{2}(D_{P1} + D_{P2}) + \frac{1}{4 \times C}(D_{P2} - D_{P1})^2 \quad (2.14)$$

Dimana :

L_B = Panjang *Belt* (m)

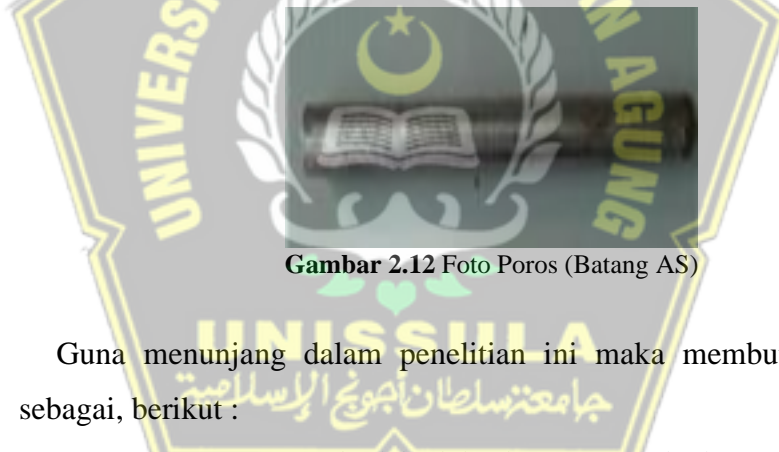
C = Jarak Antar Poros (m)

D_{P1} = Diameter *Pulley* Penggerak (m)

D_{P2} = Diameter *Pulley* Digerakkan (m)

2.2.4 POROS (BATANG AS)

Poros (batang AS) adalah salah satu bagian elemen di bidang permesinan yang berbahan dasar besi dan campuran baja, alat ini digunakan untuk menyatukan semua komponen mekanik sehingga dapat bekerja selaras, linier dan konstan.



Gambar 2.12 Foto Poros (Batang AS)

Guna menunjang dalam penelitian ini maka membutuhkan rumus sebagai, berikut :

1. Rumus guna mencari **jari-jari (r_{AS}), luas alas (l_{AS}) dan volume (V_{AS})** pada batang AS, yaitu :

$$r_{AS} = \frac{D_{AS}}{2} \quad (2.15)$$

$$L. Alas_{AS} = \pi \times (r_{AS})^2 \quad (2.16)$$

$$V_{AS} = \pi \times (r_{AS})^2 \times t \quad (2.17)$$

Dimana :

$$\pi = 3,14$$

$$r_{AS} = \text{Jari-Jari Batang AS (m)}$$

$$L. Alas_{AS} = \text{Volume Batang AS (m}^2\text{)}$$

$$V_{AS} = \text{Volume Batang AS (m}^3\text{)}$$

D_{AS} = Diameter Batang AS (m)

t_{AS} = Tinggi Batang AS (m)

2.2.5 BANTALAN (*BEARING*)

Bantalan (*bearing*) merupakan salah satu bagian elemen mesin yang berfungsi untuk tempat tumpuan sebuah poros agar poros tersebut dapat berputar linier pada jalurnya dan menghindari gesekan yang berlebihan.



Gambar 2.13 Foto Bantalan (*Bearing*)

Rumus yang digunakan untuk mencari **kecepatan putaran (ω_B)** yang terdapat pada batang AS pada *bearing*, yaitu :

$$\omega_B = \frac{D_{P1}}{D_{P2}} \times \omega_1 \quad (2.18)$$

Dimana :

ω_B = Kecepatan Putaran Batang AS Pada Bantalan (rpm)

D_{P1} = Diameter Penggerak (m)

D_{P2} = Diameter Yang Digerakan (m)

ω_1 = Kecepatan Putaran Penggerak (rpm)

2.2.6 RODA GILA (*FLYWHEEL*)

Roda gila (*flywheel*) merupakan elemen mesin yang berbentuk bulat dengan bobot massa yang besar dan terhubung dengan poros engkol serta biasanya terletak sebelum atau setelah alat penghubung untuk keluaran. *Flywheel* berfungsi sebagai penyeimbang gaya dan mengatur putaran mesin sehingga putaran mesin dapat berjalan dengan normal, stabil dan tidak kaku.



Gambar 2.14 Foto Roda Gila (*Flywheel*)

Ketika putaran mesin tinggi, maka *flywheel* menyimpan energi kinetik yang kemudian dialirkan saat putaran mesin rendah, sehingga saat putaran mesin rendah output yang dihasilkan tetap konstan, karena dengan bobot massa yang besar memungkinkan *flywheel* tetap berputar sekalipun mesin secara tiba-tiba dimatikan (Andriyanto, 2015).

Rumus-rumus yang digunakan untuk menunjang penelitian ini, yaitu :

1. Rumus guna mencari **jari-jari (r_F)** pada *flywheel*, yaitu :

$$r_F = \frac{d_F}{2} \quad (2.19)$$

Dimana :

$$\pi = 3,14$$

r_F = Jari-Jari *Flywheel* (m)

d_F = Diameter *Flywheel* (m)

2. Rumus guna mencari **kecepatan sudut ($\Delta\omega_F$)** pada *flywheel*, yaitu :

$$\Delta\omega_F = \omega_{ML} \times 2 \times \frac{\pi}{\Delta t} \quad (2.20)$$

Dimana :

$\Delta\omega_F$ = Kecepatan Sudut *Flywheel* (rad/s)

ω_{ML} = Kecepatan Putaran Motor Listrik (rpm)

$$\pi = 3,14$$

Δt = Waktu Yang Diperlukan (60 s)

3. Rumus guna mencari **percepatan (α_F)** pada *flywheel*, yaitu :

$$\alpha_F = \frac{\Delta\omega_F}{\Delta t} \quad (2.21)$$

Dimana :

α_F = Percepatan *Flywheel* (rad/s²)

$\Delta\omega_F$ = Kecepatan Sudut *Flywheel* (rad/s)

Δt = Waktu Yang Diperlukan (60 s)

4. Rumus guna mencari **gaya yang bekerja (F_F)** pada *flywheel*, yaitu :

$$F_F = M_F \times \alpha \quad (2.22)$$

Dimana :

F_F = Gaya *Flywheel* (N)

M_F = Massa *Flywheel* (kg)

α = Percepatan *Flywheel* (rad/s²)

5. Rumus guna mencari **moment inersia (I_F)** pada *flywheel*, yaitu :

$$I_{RG} = \frac{M_F \times 2}{(r_F)^2} \quad (2.23)$$

Dimana :

I_F = Moment Inersia *Flywheel* (kg.m²)

M_F = Massa *Flywheel* (kg)

r_F = Jari-Jari *Flywheel* (m)

6. Rumus guna mencari **torsi (T_F)** pada *flywheel*, yaitu :

$$T_F = I_F \times \alpha_F \quad (2.24)$$

Dimana :

T_F = Torsi *Flywheel* (kg.m²/s²)

I_F = Moment Inersia *Flywheel* (kg.m²)

α_F = Percepatan *Flywheel* (rad/s²)

7. Rumus guna mencari **kecepatan putaran (ω_F)** pada *flywheel*, yaitu :

$$\omega_F = \frac{D_{P1}}{D_{P2}} \times \omega_{ML} \quad (2.25)$$

Dimana :

ω_F = Kecepatan Putaran *Flywheel* (rpm)

D_{P1} = Diameter Penggerak (m)

D_{P2} = Diameter Yang Digerakkan (m)

ω_{ML} = Kecepatan Putaran Motor Listrik (rpm)

8. Rumus guna mencari **daya (P_F)** pada *flywheel*, yaitu :

$$P_F = \frac{\alpha_F \times 2 \times \pi \times \omega_{ML}}{60.000} \times I_F \quad (2.26)$$

Dimana :

P_F = Daya *Flywheel* (W)

α_F = Percepatan *Flywheel* (rad/s²)

π = 3,14

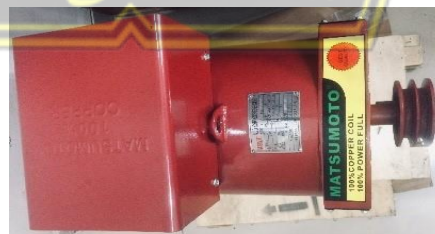
ω_{ML} = Kecepatan Motor Listrik (rpm)

I_F = Moment Inersia (I_F)

60.000 = Konstan

2.2.7 GENERATOR

Generator/altenator adalah suatu alat penghasil sumber tegangan listrik yang diperoleh melalui perubahan energi mekanik menjadi energi listrik dengan berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu dengan memutar suatu kumparan dalam medan magnet sehingga menimbulkan gaya gerak listrik induksi (GGL). Generator AC ini adalah sebuah motor DC yang telah di modifikasi dengan cara menambahkan jumlah lilitan di dalamnya. Prinsip dasar alat ini menggunakan hukum Faraday yang menyatakan jika sebatang penghantar berada pada medan magnet yang berubah-ubah, maka pada penghantar tersebut akan terbentuk gaya gerak listrik (GGL) (Andriyanto, 2015).



Gambar 2.15 Foto Generator/Altenator

Besar tegangan generator bergantung pada :

1. Kecepatan putaran (N)
2. Jumlah kawat pada kumparan yang memotong fluks (Z)
3. Banyaknya fluks magnet yang dibangkitkan oleh medan magnet (f)
4. Konstruksi Generator

Jika pada sekeliling penghantar terjadi perubahan medan magnet, maka pada penghantar tersebut akan dibangkitkan suatu gaya gerak listrik (GGL) yang sifatnya menentang perubahan medan tersebut.

2.2.7.1 KONSTRUKSI GENERATOR

Generator ini terdiri dari empat bagian utama, yaitu :

1. Stator

Stator merupakan bagian yang diam dari generator serta mengeluarkan tegangan bolak-balik (AC). Stator terdiri dari badan generator yang terbuat dari baja yang berfungsi melindungi bagian dalam generator. Inti Stator yang terbuat dari bahan *ferromagnetik* yang berlapis-lapis dan terdapat alur-alur tempat meletakkan lilitan stator. Lilitan stator yang merupakan tempat untuk menghasilkan tegangan. Stator tersusun dari plat-plat (seperti yang di pergunakan juga pada jangkar dari mesin arus searah) stator yang mempunyai alur-alur sebagai tempat meletakkan lilitan stator. Lilitan stator berfungsi sebagai tempat terjadinya gaya gerak listrik (GGL) induksi. Pada bagian stator terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

a. Inti Stator.

Pada bagian inti stator berbentuk berupa cincin laminasi-laminasi yang diikat serapat mungkin untuk menghindari rugi-rugi arus eddy (*eddy current losses*). Pada bagian ini terdapat slot-slot untuk menempatkan konduktor dan untuk mengatur arah medan magnetnya.

b. Belitan Stator.

Pada bagian stator yang terdiri dari beberapa batang konduktor yang terdapat di dalam slot-slot dan ujung-ujung kumparan. Masing-masing slot di hubungkan untuk mendapatkan tegangan induksi.

c. Alur Stator.

Merupakan bagian stator yang berperan sebagai tempat belitan stator ditempatkan. Jika pada sekeliling penghantar terjadi perubahan medan magnet, maka pada penghantar tersebut akan dibangkitkan suatu gaya gerak listrik (GGL) yang sifatnya menentang perubahan medan tersebut.

d. Rumah Stator.

Bagian dari stator yang umumnya terbuat dari besi tuang yang berbentuk silinder. Bagian belakang dari rumah stator ini biasanya memiliki sirip-sirip sebagai alat bantu dalam proses pendinginan.

2. Rotor

Rotor merupakan bagian bergerak yang menghasilkan medan magnet yang menginduksikan ke stator. Rotor berbentuk kutub sepatu atau kutub dengan celah udara sama rata (rotor silinder). Rotor terdiri dari dua bagian umum, yaitu inti kutub dan kumparan medan.

Pada bagian inti kutub terdapat poros dan inti rotor yang berfungsi sebagai jalan atau jalur fluks magnet yang dibangkitkan oleh kumparan medan dan pada kumparan medan juga terdapat dua bagian (bagian penghantar) sebagai jalur untuk arus pemacuan dan (bagian yang di isolasi) bagian ini harus benar-benar baik dalam hal kekuatan mekanis, ketahanannya akan suhu yang tinggi dan ketahanannya terhadap gaya sentrifugal yang besar. Konstruksi rotor untuk generator yang memiliki nilai putaran relatif tinggi biasanya menggunakan konstruksi rotor dengan kutub silindris dan jumlah kutubnya relatif sedikit (2, 4, 6). Konstruksi ini dirancang tahan terhadap gaya-gaya yang lebih besar akibat putaran yang tinggi.

3. Rangka Stator

Rangka stator merupakan suatu kerangka yang biasanya di buat dari besi tuang atau alumunium *alloy* tuang. Rangka stator merupakan rumah dari bagian-bagian generator yang lain dengan berbentuk alur yang tirus (*tapered*) dengan gigi yang sejajar (*parallel sided*).

4. Slip Ring Atau Cincin Geser

Slip ring atau cincin geser di buat dari bahan kuningan atau tembaga yang di pasang pada poros dengan memakai bahan isolasi. Slip ring ini berputar bersama-sama dengan poros dan rotor. Jumlah slip ring ada dua buah yang masing-masing slip ring dapat menggeser sikat arang yang masing-masing merupakan sikat positif dan sikat negatif, berguna untuk mengalirkan arus penguat magnet pada lilitan magnet pada rotor.

Rumus yang digunakan, antara lain :

1. Rumus guna mencari **faktor daya (sin, cos dan tan)** pada generator (Sumanto, 1989), yaitu :

$$\sin \theta = \frac{\sqrt{(V_G \times I_G)^2 - P_G^2}}{V_G \times I_G} \quad (2.27)$$

$$\cos \theta = \frac{P_G}{V_G \times I_G} \quad (2.28)$$

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{(V_G \times I_G)^2 - P_G^2}}{P_G} \quad (2.29)$$

Dimana :

Sin, Cos dan Tan = Faktor Daya Generator

P_G = Daya Generator (W)

V_G = Tegangan Generator (V)

I_G = Arus Generator (A)

2. Rumus guna mencari **kecepatan putaran (ω_G)** pada Generator, yaitu :

$$\omega_G = \frac{d_{p1}}{d_{p2}} \times \omega_{ML} \quad (2.30)$$

Dimana :

ω_G = Kecepatan Putaran Generator (rpm)

d_{p1} = Diameter Penggerak (m)

d_{p2} = Diameter Yang Digerakkan (m)

ω_{ML} = Kecepatan Motor Listrik (rpm)

3. Rumus guna mencari **daya nyata, daya reaktif dan daya semu (P_G , Q_G dan S_G)** pada generator, yaitu :

$$P_G = V_G \times I_G \times \cos \theta \quad (2.31)$$

$$Q_G = V_G \times I_G \times \sin \theta \quad (2.32)$$

$$S_G = V_G \times I_G \quad (2.33)$$

Dimana :

P_G = Daya Nyata Generator (W)

Q_G = Daya Reaktif Generator (W)

S_G = Daya Semu Generator (VA)

V_G = Tegangan Generator (V)

I_G = Arus Generator (A)

$\cos \theta$ dan $\sin \theta$ = Faktor Daya Generator

4. Rumus guna mencari **torsi (T_G)** pada generator, yaitu :

$$T_G = \frac{5250 \times P_G}{\omega_G} \quad (2.34)$$

Dimana :

T_G = Torsi Generator (N.m)

P_G = Daya Generator (W)

ω_G = Kecepatan Putaran Generator (rpm)

5250 = Konstan

2.2.8 MENENTUKAN SELISIH NILAI (%)

Untuk menentukan berapakah hasil yang diperoleh dari pengukuran dan perhitungan presentase selisih nilai antara nilai yang terukur dengan nilai sebenarnya yang sesuai dengan *nameplate* maka diperlukan rumus seperti, berikut :

$$\text{Selisih Nilai (\%)} = \frac{|A-B|}{B} \times 100 \quad (2.35)$$

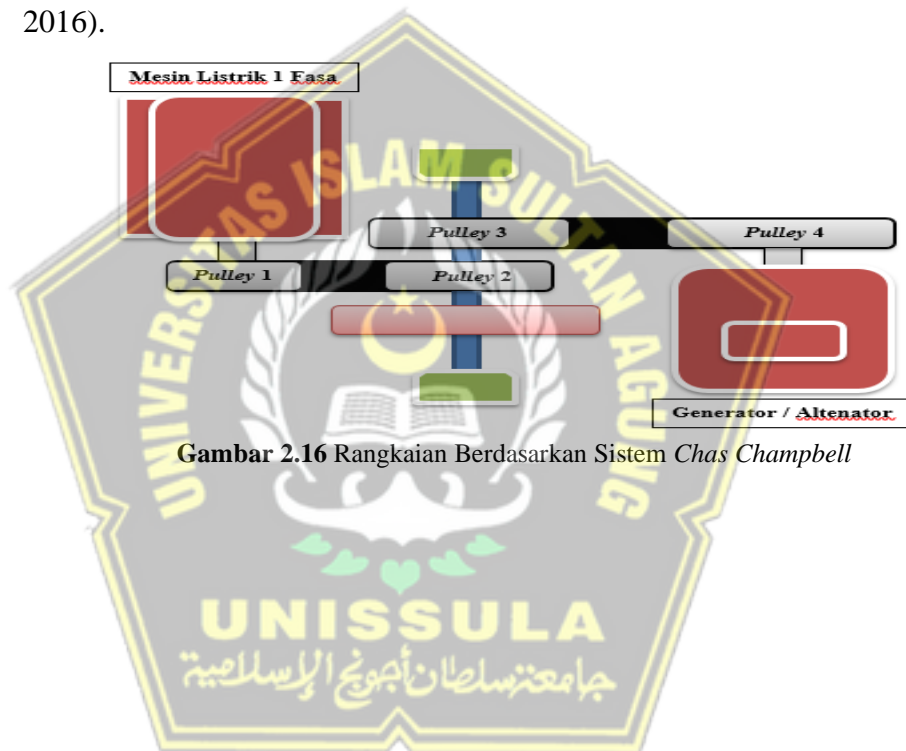
Dimana :

Selisih Nilai (%) = Presentase Selisih Nilai

- A* = Nilai Yang Terukur
B = Nilai Yang Sesuai Dengan *Nameplate*

2.3 RANGKAIAN BERDASARKAN SISTEM CHAS CHAMPBELL

Chas Campbell adalah seorang penemu dari Australia, beliau mengembangkan pembangkit tenaga listrik dengan sistem *flywheel*. Chas Campbell telah merancang dan menguji pembangkit tenaga listriknya yang dapat membangkitkan dirinya sendiri (*overunity*) (Satria Karesa, et al., 2016).



Gambar 2.16 Rangkaian Berdasarkan Sistem Chas Campbell

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 METODE PERANCANGAN

Metode perancangan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan berbagai penelitian yang terdahulu dan juga pengumpulan data dari pengukuran secara langsung dengan analisa data bersifat kuantitatif yang bertujuan untuk menguji hipotesis yang telah ada. Penelitian ini juga termasuk penelitian lapangan yang bertujuan untuk mempelajari secara teori sehingga dapat diaplikasikan secara langsung sehingga dapat merancang bangun penelitian.

3.2 SPESIFIKASI BAHAN – BAHAN PENELITIAN

Dalam penelitian ini guna menunjang keberhasilan maka penulis menggunakan beberapa bahan seperti, berikut :

3.2.1 MEDIA PENGGERAK

Penulis menggunakan motor listrik ½ HP untuk digunakan sebagai media penggerak dengan beberapa spesifikasi sesuai dengan *nameplate*, sebagai berikut :

Tabel 3.1 Spesifikasi Motor Listrik Sesuai *NamePlate*

NO	BESARAN	SATUAN	NILAI
1	Daya	P_{ML}	½ HP = 372,85 W
2	Tegangan	V_{ML}	220 V
3	Arus	I_{ML}	3,39 A
4	Frekuensi	F	50 Hz
5	Kecepatan Putaran	ω_{ML}	2880 rpm
6	Faktor Daya	$\text{Cos } \varphi$	0,499

3.2.2 MEDIA YANG DIGERAKKAN

Penulis menggunakan generator sebagai media yang digerakkan dengan beberapa spesifikasi sesuai dengan *nameplate*, sebagai berikut :

Tabel 3.2 Spesifikasi Generator Sesuai *NamePlate*

NO	BESARAN	SATUAN	NILAI
1	Daya	P_G	$\pm 3.000 \text{ W}$
2	Tegangan	V_G	110-230 V
3	Arus	I_G	$\pm 13 \text{ A}$
4	Frekuensi	F	50 Hz
5	Kecepatan Putaran	ω_G	$\pm 1500 \text{ RPM}$
6	Faktor Daya	$\text{Cos } \varphi$	± 1

3.2.3 MEDIA PENDUKUNG

Penulis selain memakai motor listrik sebagai media penggerak dan generator sebagai media yang digerakkan juga menggunakan beberapa media pendukung seperti, berikut :

3.2.3.1 KATROL (*PULLEY*)

Penulis menggunakan *pulley* sebagai media yang digerakkan dengan beberapa spesifikasi sebagai, berikut :

Tabel 3.3 Spesifikasi *Pulley* Sesuai *NamePlate*

NO	BESARAN	SATUAN	NILAI
	<i>Pulley 1</i>		
1	Diameter	d_1	0,050 m
	Massa	m_1	80 g
	<i>Pulley 2</i>		
2	Diameter	d_2	0,076m
	Massa	m_2	148 g

	<i>Pulley 3</i>		
3	Diameter	d_3	0,125 m
	Massa	m_3	393 g
	<i>Pulley 4</i>		
4	Diameter	d_4	0,150 m
	Massa	m_4	381 g

3.2.3.2 SABUK (*BELT*)

Penulis menggunakan *belt* sebagai media yang digerakkan dengan beberapa spesifikasi sebagai, berikut :

Tabel 3.4 Spesifikasi *Belt* Sesuai *NamePlate*

NO	BESARAN	SATUAN	NILAI
SABUK (<i>BELT</i>) KE 1			
MERK (JIHUA)			
(SERI M – 28 E)			
1	Panjang	p_1	0,738 m
	Lebar	l_1	0,010 m
	Tinggi	t_1	0,009 m
	Massa	m_1	0,044 kg
	Jarak Antar Poros	C_1	0,27 m
SABUK (<i>BELT</i>) KE 2			
MERK (MITSUBOSHI)			
(SERI A – 53)			
2	Panjang	p_2	1,392 m
	Lebar	l_2	0,012 m
	Tinggi	t_2	0,009 m
	Massa	m_2	0,157 kg
	Jarak Antar Poros	C_2	0,48 m

3.2.3.3 RODA GILA (*FLYWHEEL*)

Penulis menggunakan *flywheel* sebagai media yang digerakkan dengan beberapa spesifikasi, sebagai berikut :

Tabel 3.5 Spesifikasi *flywheel* Sesuai *NamePlate*

NO	BESARAN	SATUAN	NILAI
1	Diameter	d_1	0,28 m
2	Massa	m_2	5,418 kg

3.3 ALAT – ALAT PENELITIAN

Dalam penelitian ini guna menunjang keberhasilan maka penulis menggunakan beberapa alat-alat seperti, berikut :

3.3.1 MULTIMETER

Alat ini digunakan untuk mengukur bahan yang digunakan sebelum dan sesudah penelitian guna mengetahui berapakah tegangan serta arus yang dihasilkan.



Gambar 3.2 Foto Multimeter

3.3.2 TACHOMETER

Alat ini digunakan untuk mengukur berapakah kecepatan rotasi dari sebuah obyek penelitian, obyek penelitian pada penelitian kali ini menggunakan mesin listrik.



Gambar 3.3 Foto Tachometer

3.3.3 CLAMPMETER

Alat ini digunakan untuk mengukur berapakah ampere dari sebuah obyek penelitian, obyek penelitian pada penelitian menggunakan mesin listrik dan generator serta beban yang nantinya akan digunakan.



Gambar 3.4 Foto Alat Clampmeter

3.3.4 BUKU, BULPEN DAN LAPTOP

Alat ini digunakan untuk mencatat semua hasil penelitian dan digunakan dalam penyusunan laporan.

3.4. REALISASI PENELITIAN



Gambar 3.5 Skema Diagram Rancangan Penelitian

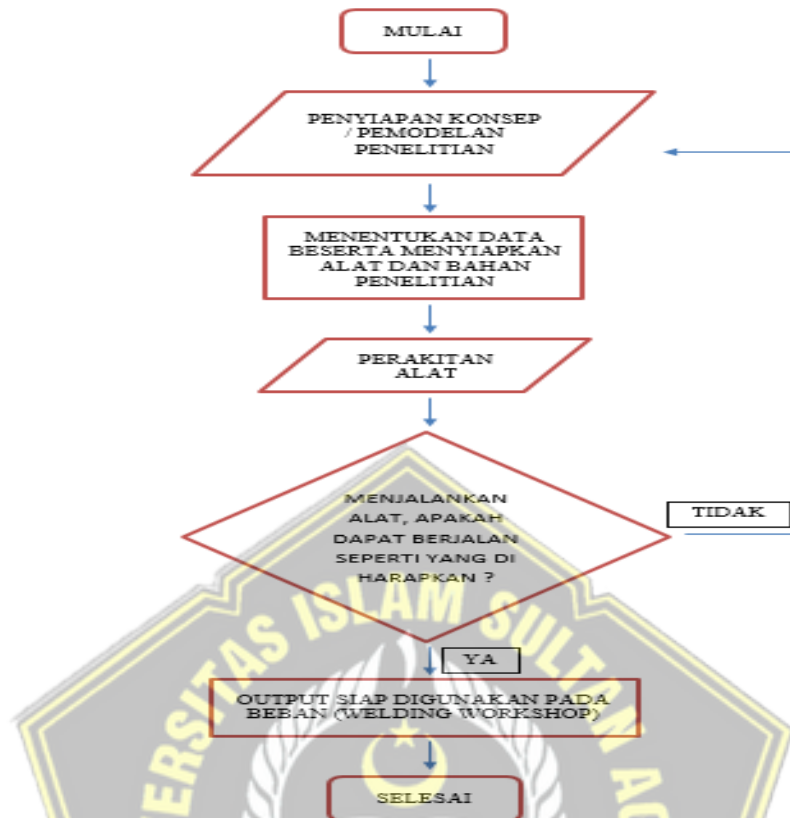
Dalam mensukseskan penelitian penulis akan merealisasikannya dengan melakukan langkah-langkah penelitian seperti, berikut:

1. Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan penulis dalam penelitian.
2. Memastikan semua alat dan bahan yang akan digunakan penulis dapat bekerja sebagaimana mestinya guna menunjang kinerja dalam penelitian dengan mengecek apakah "mesin listrik, generator dan beberapa komponen pendukung seperti *pulley*, *belt*, *flywheel*, batang AS dan *bearing*" dapat bekerja dengan baik.

3. Setelah pengecekan penulis melanjutkan ketahap perakitan seperti, berikut ini :
 - 1) Menghubungkan media penggerak (motor listrik $\frac{1}{2}$ HP) dengan PLN 900 VA guna memberikan sumber utama.
 - 2) Setelah mesin listrik bekerja dan menghasilkan kecepatan putaran maka akan memutar semua *pulley* yang saling terhubung satu sama lain dengan *v-belt* berdasarkan perbandingan kecepatan antara penggerak dengan yang digerakkan.
 - 3) Setelah semua *pulley* bekerja maka *flywheel* pun ikut bergerak serta membantu guna kestabilannya proses pada penelitian.
 - 4) Selanjutnya *pulley* menggerakkan generator yang telah tersedia maka dengan bergeraknya generator ini dapat terciptanya suatu energi listrik (AC) guna menunjang kebutuhan. Pada proses ini terjadi konversi energi gerak menjadi energi listrik (AC).
 - 5) Setelah generator dapat menghasilkan listrik pasang inverter mulai otomatis (automatic starting inverter) guna mengantisipasi lonjakan arus yang signifikan ketika beban akan digunakan.
 - 6) Setelah selesai semua baru beban listrik dapat di pasang sesuai dengan keinginan.
4. Setelah proses perakitan dilanjutkan ketahap pengujian yang dimana hasil energi listrik (AC) dari generator di beri beban seperti (lampu pijar 10w, 100w dan 200w), lalu catat bagaimana hasilnya.
5. Setelah tahap pengujian selesai mencatat semua hasil penelitian dan membuat analisa yg telah terjadi.
6. Penelitian Selesai.

3.5 FLOWCHART PENELITIAN

Pada penelitian ini menghasilkan diagram alir (*flow chart*) guna mewakili ilustrasi atau gambaran untuk mengetahui prosesnya sehingga dapat dimengerti pembaca untuk lebih jelasnya seperti berikut ini :



Gambar 3.6 Flowchart Penelitian

3.4 DESAIN REALISASI PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan sistem *chas champbell* seperti, berikut :



Gambar 3.1 Rangkaian Penelitian Sesuai Sistem *Chas Champbell*

BAB IV

DATA DAN ANALISA

4.1 DATA DAN HASIL PERHITUNGAN PADA SUMBER LISTRIK PLN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran pada penelitian ini maka di peroleh hasil yang berupa data dan perhitungan seperti, berikut :

4.1.1 DATA PADA SUMBER LISTRIK PLN

Pada penelitian ini menggunakan sumber listrik PLN seperti, berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Pada Sumber Listrik PLN

NO	BESARAN	BEBAN MOTOR : SISTEM <i>FLYWHEEL</i> DAN GENERATOR LISTRIK			
		GENERATOR KETIKA TANPA BEBAN	GENERATOR KETIKA DIBERI BEBAN LAMPU PIJAR 10 W	GENERATOR KETIKA DIBERI BEBAN LAMPU PIJAR 100 W	GENERATOR KETIKA DIBERI BEBAN LAMPU PIJAR 200 W
1	Daya (Ps)	371,55 W	391,61 W	467,76 W	549,69 W
2	Tegangan (Vs)	219 V	218 V	218 V	216 V
3	Arus (Is)	3,4 A	3,7 A	4,3 A	5,1 V

4.1.2 HASIL PERHITUNGAN SUMBER LISTRIK PLN

Hasil perhitungan pada sumber listrik PLN sesuai dengan kebutuhan motor listrik seperti, berikut :

1. Hasil perhitungan $\cos \theta$ sumber listrik PLN, yaitu :

$$\cos \theta = \frac{P_s}{V_s \times I_s}$$

$$\cos \theta = \frac{372,85}{220 \times 3,39} = \frac{372,85}{745,8} = 0,499$$

2. Hasil perhitungan **daya (P)** sumber listrik PLN, yaitu :

$$P_s = V_s \times I_s \times \cos \theta$$

- 1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$P_s = 219 \times 3,4 \times 0,499 = 371,55 \text{ W}$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$P_s = 218 \times 3,6 \times 0,499 = 391,61 \text{ W}$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$P_s = 218 \times 4,3 \times 0,499 = 467,76 \text{ W}$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$P_s = 216 \times 5,1 \times 0,499 = 549,69 \text{ W}$$

3. Hasil perhitungan **persentase selisih (%)** berdasarkan hasil pengukuran pada sumber listrik PLN, yaitu :

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Sesuai NamePlate}|}{\text{Hasil Sesuai NamePlate}} \times 100$$

A. Tegangan (V_s)

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|219 - 220|}{220} \times 100 = 0,45\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|218 - 220|}{220} \times 100 = 0,90\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|218 - 220|}{220} \times 100 = 0,90\%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|216 - 220|}{220} \times 100 = 1,81\%$$

B. Arus (I_s)

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|3,4 - 3,39|}{3,39} \times 100 = 0,29\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|3,7 - 3,39|}{3,39} \times 100 = 6,19\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|4,3 - 3,39|}{3,39} \times 100 = 26,84\%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|5,1-3,39|}{3,39} \times 100 = 50,44\%$$

C. Daya (Ps)

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|371,55-372,85|}{372,85} \times 100 = 0,34\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|391,61-372,85|}{372,85} \times 100 = 5,03\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

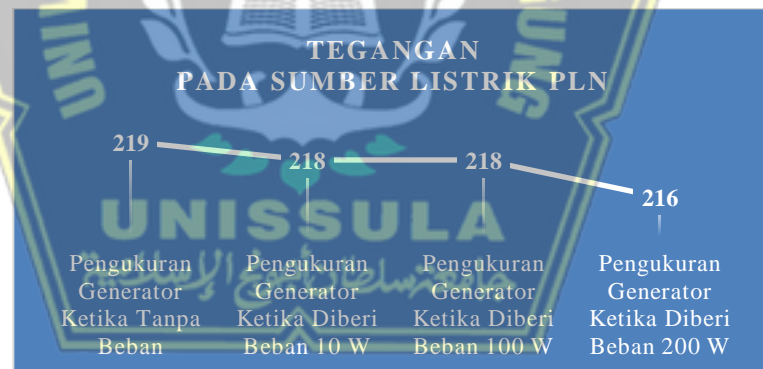
$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|467,76-372,85|}{372,85} \times 100 = 25,45\%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

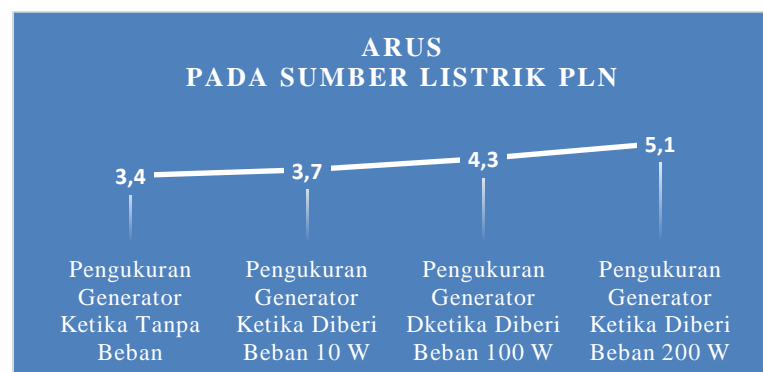
$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|549,69-372,85|}{372,85} \times 100 = 47,42\%$$

4.1.3 GRAFIK PADA SUMBER LISTRIK PLN

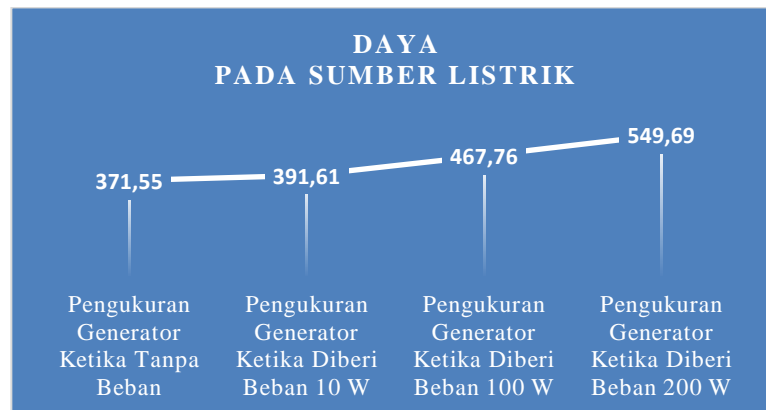
Grafik pada sumber listrik PLN seperti, berikut :



Gambar 4.1 Grafik Tegangan Pada Sumber Listrik PLN (V_s)



Gambar 4.2 Grafik Arus Pada Sumber Listrik PLN (I_s)



Gambar 4.3 Grafik Daya Pada Sumber Listrik PLN (Ps)

4.1.4 ANALISA PADA SUMBER LISTRIK PLN

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka **tegangan sumber listrik PLN (Vs)** akan mengalami penurunan dimana pada *nameplate* seharusnya tegangannya sebesar 220 V setelah di lakukan pengukuran generator ketika tanpa beban tegangannya menjadi 219 V sehingga mengalami selisih 0,45%, selanjutnya di lakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 10 W tegangannya menjadi 218 V sehingga mengalami selisih 0,90%, selanjutnya di lakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 100 W tegangannya menjadi 218 V sehingga mengalami selisih 0,90% dan selanjutnya di lakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 200 W tegangannya menjadi 216 V sehingga mengalami selisih 1,81%.

Sedangkan **arus sumber listrik PLN (Is)** berbanding terbalik dengan tegangan dimana arus sesuai *nameplate* seharusnya sebesar 3,39 A sedangkan pada pengukuran generator ketika tanpa beban arusnya menjadi 3,4 A sehingga menimbulkan selisih 0,29%, selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 10 W arus yang diperoleh 3,6 A sehingga menimbulkan selisih 6,19%, selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 100 W arus yang diperoleh 4,3 A sehingga menimbulkan selisih 26,84%

dan selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 200 W maka arus yang dihasilkan 5,1 A sehingga menimbulkan selisih 50,44%.

Serta **daya sumber listrik PLN (Ps)** yang dihasilkan berbanding lurus dengan arus dimana daya sesuai *nameplate* seharusnya sebesar 372,85 W sedangkan ketika dilakukan pengukuran generator ketika tanpa beban daya yang diperoleh 371,55 W sehingga menimbulkan selisih 0,34%, selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 10 W daya yang diperoleh 391,61 W sehingga menimbulkan selisih 5,03%, selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 100 W daya yang diperoleh 467,76 W sehingga menimbulkan selisih 25,45% dan selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 200 W daya yang diperoleh 549,69 W sehingga menimbulkan selisih 47,42%.

4.2 DATA DAN HASIL PERHITUNGAN PADA MOTOR LISTRIK

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran yang sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan maka di peroleh hasil yang berupa data dan perhitungan seperti, berikut :

4.2.1 DATA PADA MOTOR LISTRIK

Pada penelitian ini menggunakan motor listrik ½ HP seperti, berikut :

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Motor Listrik

NO	BESARAN	BEBAN MOTOR : SISTEM <i>FLYWHEEL</i> DAN GENERATOR LISTRIK			
		GENERATOR KETIKA TANPA BEBAN	GENERATOR KETIKA DIBERI BEBAN LAMPU PIJAR 10 W	GENERATOR KETIKA DIBERI BEBAN LAMPU PIJAR 100 W	GENERATOR KETIKA DIBERI BEBAN LAMPU PIJAR 200 W
1	Daya (P _{ML})	371,55 W	391,61 W	467,76 W	549,69 W
2	Tegangan (V _{ML})	219 V	218 V	218 V	216 V

3	Arus (I_{ML})	3,4 A	3,7 A	4,3 A	5,1 V
4	Kecepatan Putaran (ω_{ML})	2897 rpm	2723 rpm	2650 rpm	2333 rpm
5	Frekuensi (F_{ML})	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz

4.2.2 HASIL PERHITUNGAN PADA MOTOR LISTRIK

1. Hasil perhitungan **cos ϕ** pada motor listrik sesuai *nameplate*, yaitu :

$$\cos \phi = \frac{P_{ML}}{(V_{ML} \times I_{ML})}$$

$$\cos \phi = \frac{372,85}{(220 \times 3,39)} = \frac{372,85}{745,8} = 0,499$$

2. Hasil perhitungan **jumlah kutup (p)** pada motor listrik sesuai dengan *nameplate*, yaitu :

$$\text{Jumlah Kutup } (p_{ML}) = \frac{120 \times F}{\omega_{ML}}$$

$$\text{Jumlah Kutup } (p_{ML}) = \frac{120 \times 50}{2880} = 2,083$$

3. Hasil perhitungan **daya (P)** pada motor listrik, yaitu :

$$\text{Daya } (P_{ML}) = V_{ML} \times I_{ML} \times \cos \phi$$

- 1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$P_{ML} = 219 \times 3,4 \times 0,499 = 371,55 \text{ W}$$

- 2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$P_{ML} = 218 \times 3,6 \times 0,499 = 391,61 \text{ W}$$

- 3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$P_{ML} = 218 \times 4,3 \times 0,499 = 467,76 \text{ W}$$

- 4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$P_{ML} = 216 \times 5,1 \times 0,499 = 549,69 \text{ W}$$

4. Hasil perhitungan **torsi (T)** pada motor listrik, yaitu :

$$\text{Torsi } (T_{ML}) = \frac{5250 \times P_{ML}}{\omega_{ML}}$$

- 1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$T_{ML} = \frac{5250 \times 371,55}{2897} = 673,330 \text{ N.m}$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$T_{ML} = \frac{5250 \times 391,61}{2723} = 755,032 \text{ N.m}$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$T_{ML} = \frac{5250 \times 467,76}{2650} = 926,694 \text{ N.m}$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$T_{ML} = \frac{5250 \times 549,69}{2333} = 1236,979 \text{ N.m}$$

5. Hasil perhitungan **persentase selisih (%)** berdasarkan hasil pengukuran pada motor listrik, yaitu :

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Sesuai NamePlate}|}{\text{Hasil Sesuai NamePlate}} \times 100$$

A. Tegangan (V_{ML})

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|219 - 220|}{220} \times 100 = 0,45\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|218 - 220|}{220} \times 100 = 0,90\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|218 - 220|}{220} \times 100 = 0,90\%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|216 - 220|}{220} \times 100 = 1,81\%$$

B. Arus (I_{ML})

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|3,4 - 3,39|}{3,39} \times 100 = 0,29\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|3,7 - 3,39|}{3,39} \times 100 = 6,19\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|4,3 - 3,39|}{3,39} \times 100 = 26,84\%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|5,1-3,39|}{3,39} \times 100 = 50,44\%$$

C. Daya (P_{ML})

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|371,55-372,85|}{372,85} \times 100 = 0,34\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|391,61-372,85|}{372,85} \times 100 = 5,03\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|467,76-372,85|}{372,85} \times 100 = 25,45\%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|549,69-372,85|}{372,85} \times 100 = 47,42\%$$

D. Kecepatan Putaran (ω_{ML})

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|2897-2880|}{2880} \times 100 = 0,59\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|2723-2880|}{2880} \times 100 = 5,45\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|2650-2880|}{2880} \times 100 = 7,98\%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|2333-2880|}{2880} \times 100 = 18,99\%$$

E. Torsi (T_{ML})

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|673,330-679,674|}{679,674} \times 100 = 0,93\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|755,032-679,674|}{679,674} \times 100 = 11,08\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|926,694 - 679,674|}{679,674} \times 100 = 36,34 \%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1236,979 - 679,674|}{679,674} \times 100 = 81,99 \%$$

4.2.3 GRAFIK PADA MOTOR LISTRIK

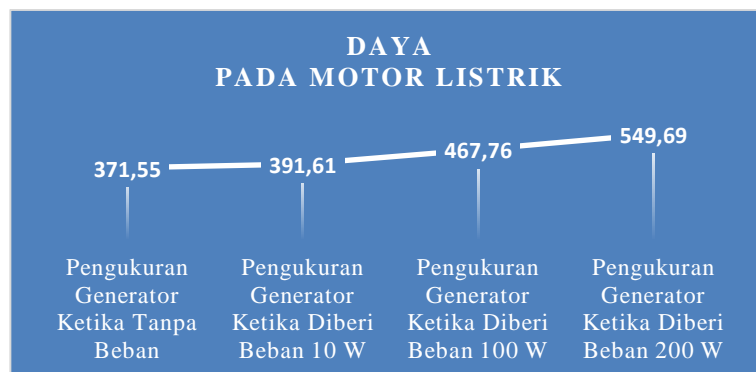
Grafik pada motor listrik seperti, berikut :



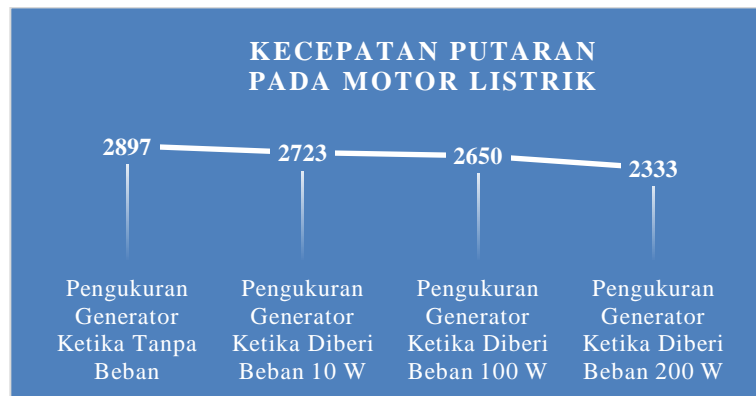
Gambar 4.4 Grafik Tegangan Pada Motor Listrik (V_{ML})



Gambar 4.5 Grafik Arus Pada Motor Listrik (I_{ML})



Gambar 4.6 Grafik Daya Pada Motor Listrik (P_{ML})



Gambar 4.7 Grafik Kecepatan Putaran Pada Motor Listrik (ω_{ML})



Gambar 4.8 Grafik Torsi Pada Motor Listrik (T_{ML})

4.2.4 ANALISA PADA MOTOR LISTRIK

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka **tegangan motor listrik (V_{ML})** akan mengalami penurunan yang dimana pada *nameplate* seharusnya tegangannya sebesar 220 V setelah di lakukan pengukuran generator ketika tanpa beban tegangannya menjadi 219 V sehingga mengalami selisih 0,45%, selanjutnya di lakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 10 W tegangannya menjadi 218 V sehingga mengalami selisih 0,90%, selanjutnya di lakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 100 W tegangannya menjadi 218 V sehingga mengalami selisih 0,90% dan selanjutnya di lakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 200 W tegangannya menjadi 216 V sehingga mengalami selisih 1,81%.

Sedangkan **arus motor listrik (I_{ML})** berbanding terbalik dengan tegangan dimana arus sesuai *nameplate* seharusnya sebesar 3,39 A sedangkan ketika di lakukan pengukuran generator ketika tanpa beban arusnya menjadi 3,4 A sehingga menimbulkan selisih 0,29%, selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 10 W arus yang diperoleh 3,6 A sehingga menimbulkan selisih 6,19%, selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 100 W arus yang diperoleh 4,3 A sehingga menimbulkan selisih 26,84% dan selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 200 W maka arus yang dihasilkan 5,1 A sehingga menimbulkan selisih 50,44%.

Sedangkan **daya motor listrik (P_{ML})** yang dihasilkan berbanding lurus dengan arus dimana daya sesuai *nameplate* seharusnya sebesar 372,85 W sedangkan ketika dilakukan pengukuran generator ketika tanpa beban daya yang diperoleh 371,55 W sehingga menimbulkan selisih 0,34%, selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 10 W daya yang diperoleh 391,61 W sehingga menimbulkan selisih 5,03%, selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 100 W daya yang diperoleh 467,76 W sehingga menimbulkan selisih 25,45% dan selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 200 W daya yang diperoleh 549,69 W sehingga menimbulkan selisih 47,42%.

Sedangkan **kecepatan putaran motor listrik (ω_{ML})** yang dihasilkan sesuai *nameplate* seharusnya 2880 rpm sedangkan ketika dilakukan pengukuran generator ketika tanpa beban kecepatan putaran yang diperoleh 2897 rpm sehingga menimbulkan selisih 0,59%, selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 10 W kecepatan putaran yang diperoleh 2723 rpm sehingga menimbulkan selisih 5,45%, selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 100 W kecepatan putaran yang diperoleh 2650

rpm sehingga menimbulkan selisih 7,98% dan selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 200 W kecepatan putaran yang diperoleh 2333 rpm sehingga menimbulkan selisih 18,99%.

Sedangkan **torsi motor listrik (T_{ML})** yang dihasilkan sesuai *nameplate* seharusnya sebesar 679,674 N.m sedangkan ketika dilakukan pengukuran generator ketika tanpa beban torsi yang diperoleh 673,330 N.m sehingga menimbulkan selisih 0,93%, selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 10 W torsi yang diperoleh 755,032 N.m sehingga menimbulkan selisih 11,08%, selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 100 W torsi yang diperoleh 926,694 N.m sehingga menimbulkan selisih 36,34% dan selanjutnya dilakukan pengukuran generator ketika diberi beban berupa lampu pijar 200 W torsi yang diperoleh 2333 rpm sehingga menimbulkan selisih 18,99%.

4.3 DATA DAN HASIL PERHITUNGAN PADA *PULLEY*

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran yang sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan maka di peroleh hasil yang berupa data dan perhitungan seperti, berikut :

4.3.1 DATA PADA *PULLEY*

Pada penelitian ini menggunakan *pulley*, seperti berikut :

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran dan Perhitungan *Pulley*

NO	<i>PULLEY</i> (P)	DIAMETER (m)	MASSA (kg)	KECEPATAN PUTARAN DENGAN BEBAN MOTOR : SISTEM <i>FLYWHEEL</i> DAN GENERATOR LISTRIK			
				KETIKA TANPA BEBAN	KETIKA DIBERI BEBAN LAMPU PIJAR		
					10 W	100 W	200 W
1	P ₁	0,050	0,080	2897 rpm	2723 rpm	2650 rpm	2333 rpm

2	P ₂	0,076	0,148	1882 rpm	1724 rpm	1643 rpm	1452 rpm
3	P ₃	0,125	0,393	1882 rpm	1724 rpm	1643 rpm	1452 rpm
4	P ₄	0,150	0,381	1596 rpm	1371 rpm	1309 rpm	1112 rpm

4.3.2 HASIL PERHITUNGAN PADA *PULLEY*

1. Hasil perhitungan **jari-jari (r)** pada tiap *pulley* sesuai *nameplate*, yaitu :

$$\text{Jari - Jari } (r_p) = \frac{d}{2}$$

1) Pulley Ke 1

$$\text{Jari - Jari } (r_1) = \frac{0,050}{2} = 0,025 \text{ m}$$

2) Pulley Ke 2

$$\text{Jari - Jari } (r_2) = \frac{0,076}{2} = 0,038 \text{ m}$$

3) Pulley Ke 3

$$\text{Jari - Jari } (r_3) = \frac{0,125}{2} = 0,062 \text{ m}$$

4) Pulley Ke 4

$$\text{Jari - Jari } (r_4) = \frac{0,150}{2} = 0,075 \text{ m}$$

2. Hasil perhitungan **kecepatan putaran (ω)** pada tiap *pulley* sesuai *nameplate*, yaitu :

$$\text{Kecepatan Putaran } (\omega_p) = \frac{\text{Diameter Pulley 1}}{\text{Diameter Pulley 2}} \times \text{Kecepatan Penggerak}$$

1) Perhitungan **kecepatan putaran (ω)** pada *pulley* ke 1, yaitu :

$$\text{Kecepatan Putaran 1 } (\omega_{p_1}) = \text{Kecepatan Motor Listrik} = 2880 \text{ rpm}$$

2) Perhitungan **kecepatan putaran (ω)** pada *pulley* ke 2, yaitu :

$$\text{Kecepatan Putaran 2 } (\omega_{p_2}) = \frac{0,050}{0,076} \times 2880 = 1894,736 \text{ rpm}$$

3) Perhitungan **kecepatan putaran (ω)** pada *pulley* ke 3, yaitu :

$$\text{Kecepatan Putaran 3 } (\omega_{p_3}) = \text{Kecepatan Putaran 2 } (\omega_2) = 1894,736 \text{ rpm}$$

4) Perhitungan **kecepatan putaran (ω)** pada *pulley* ke 4, yaitu :

$$\text{Kecepatan Putaran } (\omega_{p_4}) = \frac{0,125}{0,150} \times 1894,736 = 1578,947 \text{ rpm}$$

b. Hasil perhitungan **slip (%)** berdasarkan hasil pengukuran dengan *nameplate* pada tiap *pulley*, yaitu :

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|\text{Hasil Sesuai NamePlate} - \text{Hasil Sesuai Pengukuran}|}{\text{Hasil Sesuai NamePlate}} \times 100$$

A. Pulley Ke 1

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|2880 - 2897|}{2880} \times 100 = 0,59\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|2880 - 2723|}{2880} \times 100 = 5,45\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|2880 - 2650|}{2880} \times 100 = 7,98\%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|2880 - 2333|}{2880} \times 100 = 18,99\%$$

B. Pulley Ke 2

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|1894,736 - 1882|}{1894,736} \times 100 = 0,67\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|1894,736 - 1724|}{1894,736} \times 100 = 9,01\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|1894,736 - 1643|}{1894,736} \times 100 = 13,28\%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|1894,736 - 1452|}{1894,736} \times 100 = 23,31\%$$

C. Pulley Ke 3

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|1894,736 - 1882|}{1894,736} \times 100 = 0,67\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|1894,736 - 1724|}{1894,736} \times 100 = 9,01\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|1894,736 - 1643|}{1894,736} \times 100 = 13,28\%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|1894,736 - 1452|}{1894,736} \times 100 = 23,31\%$$

D. Pulley Ke 4

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|1578,946 - 1596|}{1578,946} \times 100 = 1,08\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|1578,946 - 1371|}{1578,946} \times 100 = 13,16\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

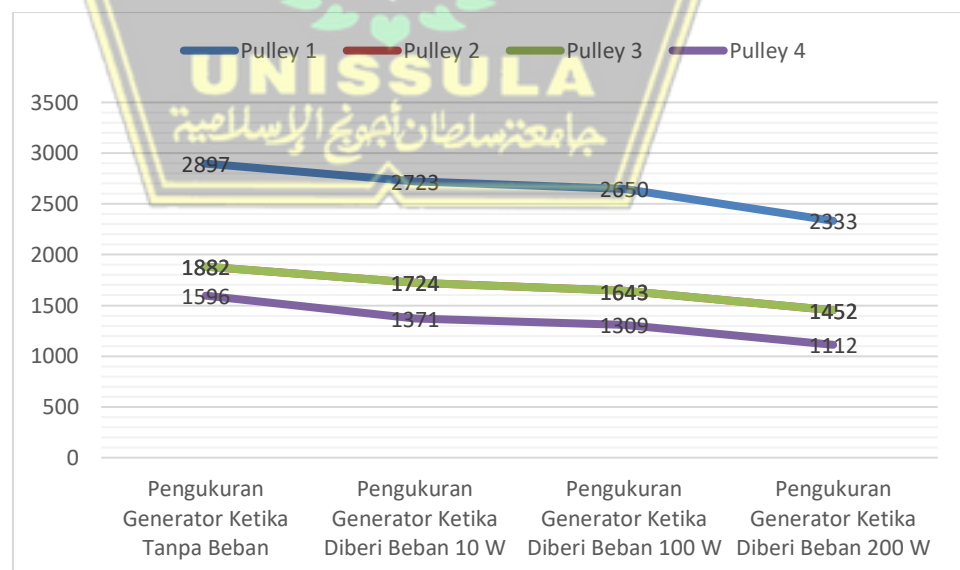
$$\text{Slip (\%)} = \frac{|1578,946 - 1309|}{1578,946} \times 100 = 17,09\%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Slip (\%)} = \frac{|1578,946 - 1112|}{1578,946} \times 100 = 29,57\%$$

4.3.3 GRAFIK PADA PULLEY

Grafik pada Katrol (*Pulley*) seperti, berikut :



Gambar 4.9 Grafik Kecepatan Putaran (ω_p) Pada Masing – Masing Katrol (*Pulley*)

4.3.4 ANALISA PADA PULLEY

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka **kecepatan putaran (ω_p)** akan mengalami penurunan pada masing – masing *pulley* dimana pada *nameplate* seharusnya kecepatan putarannya pada *pulley* ke 1 sebesar 2880 rpm, *pulley* ke 2 dan ke 3 sebesar 1894,736 rpm dan *pulley* ke 4 sebesar 1578,946 rpm setelah di lakukan pengukuran generator ketika tanpa beban kecepatan putarannya pada *pulley* ke 1 menjadi 2897 rpm memiliki selisih 0,59%, *pulley* ke 2 dan ke 3 menjadi 1882 rpm memiliki selisih 0,67% dan *pulley* ke 4 menjadi 1596 rpm memiliki selisih 1,08%.

Sedangkan pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 10 W **kecepatan putaran (ω_p)** pada *pulley* ke 1 menjadi 2723 rpm memiliki selisih 5,45%, *pulley* ke 2 dan ke 3 menjadi 1724 rpm memiliki selisih 9,01% dan *pulley* ke 4 menjadi 1371 rpm memiliki selisih 13,16%, sedangkan pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 100 W **kecepatan putaran (ω_p)** pada *pulley* ke 1 menjadi 2650 rpm memiliki selisih 7,98%, *pulley* ke 2 dan ke 3 menjadi 1643 rpm memiliki selisih 13,28% dan *pulley* ke 4 menjadi 1309 rpm memiliki selisih 17,09% dan pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 200 W **kecepatan putaran (ω_p)** pada *pulley* ke 1 menjadi 2333 rpm memiliki selisih 18,99%, *pulley* ke 2 dan ke 3 menjadi 1452 rpm memiliki selisih 23,36% dan *pulley* ke 4 menjadi 1112 rpm memiliki selisih 29,57%.

4.4 DATA DAN HASIL PERHITUNGAN PADA BELT

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran yang sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan maka di peroleh hasil yang berupa data dan perhitungan seperti, berikut :

4.4.1 DATA PADA BELT

Pada penelitian ini menggunakan *belt*, seperti berikut :

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran dan Perhitungam *Belt*

NO	BESARAN	SATUAN	NILAI	NO	BESARAN	SATUAN	NILAI
SABUK (<i>BELT</i>) KE 1 MERK (JIHUA)				SABUK (<i>BELT</i>) KE 2 MERK (MITSUBOSHI)			
(SERI M – 28 E)				(SERI A – 53)			
1	Panjang	p ₁	0,738 m	2	Panjang	p ₁	1,392 m
	Lebar	l ₁	0,010 m		Lebar	l ₁	0,012 m
	Tinggi	t ₁	0,009 m		Tinggi	t ₁	0,009 m
	Massa	m ₁	0,044 kg		Massa	m ₁	0,157 kg
	Jarak Antar Poros	C ₁	0,27 m		Jarak Antar Poros	C ₁	0,48 m

4.4.2 HASIL PERHITUNGAN PADA *BELT*

1. Hasil perhitungan guna mencari **rasio putaran sabuk (*belt*)** sesuai pengukuran generator tanpa beban, yaitu :

1) Perhitungan **rasio putaran sabuk (*belt*) ke 1**, yaitu :

$$\frac{1882}{2897} = \frac{0,050 + 0,009}{0,076 + 0,009}$$

$$0,649 : 0,694$$

Maka : Rasio Putaran Sabuk (*Belt*), yaitu = (1 : 1,069)

2) Perhitungan **rasio putaran sabuk (*belt*) ke 2**, yaitu :

$$\frac{1596}{1882} = \frac{0,125 + 0,009}{0,150 + 0,009}$$

$$0,848 : 0,842$$

Maka : Rasio Putaran Sabuk (*Belt*), yaitu = (1 : 0,992)

2. Hasil perhitungan guna mencari **rasio putaran sabuk (*belt*)** sesuai perhitungan generator dengan beban 10 W, yaitu :

1) Perhitungan **rasio putaran sabuk (*belt*) ke 1**, yaitu :

$$\frac{1724}{2723} = \frac{0,050 + 0,009}{0,076 + 0,009}$$

$$0,633 : 0,694$$

Maka : Rasio Putaran Sabuk (*Belt*), yaitu = (1 : 1,096)

2) Perhitungan **rasio putaran sabuk (*belt*) ke 2**, yaitu :

$$\frac{1371}{1724} = \frac{0,125 + 0,009}{0,150 + 0,009}$$

$$0,795 : 0,842$$

Maka : Rasio Putaran Sabuk (*Belt*), yaitu = (1 : 1,059)

3. Hasil perhitungan guna mencari **rasio putaran sabuk (*belt*)** sesuai pengukuran generator dengan beban 100 W, yaitu :

1) Perhitungan **rasio putaran sabuk (*belt*) ke 1**, yaitu :

$$\frac{1643}{2650} = \frac{0,050 + 0,009}{0,076 + 0,009}$$

$$0,62 : 0,694$$

Maka : Rasio Putaran Sabuk (*Belt*), yaitu : (1 : 1,119)

2) Perhitungan **rasio putaran sabuk (*belt*) ke 2**, yaitu :

$$\frac{1309}{1643} = \frac{0,125 + 0,009}{0,150 + 0,009}$$

$$0,796 : 0,842$$

Maka : Rasio Putaran Sabuk (*Belt*), yaitu : (1 : 1,057)

4. Hasil perhitungan guna mencari **rasio putaran sabuk (*belt*)** sesuai pengukuran generator dengan beban 200 W, yaitu :

1) Perhitungan **rasio putaran sabuk (*belt*) ke 1**, yaitu :

$$\frac{1452}{2333} = \frac{0,050 + 0,009}{0,076 + 0,009}$$

$$0,622 : 0,694$$

Maka : Rasio Putaran Sabuk (*Belt*), yaitu : (1 : 1,115)

2) Perhitungan **rasio putaran sabuk (*belt*) ke 2**, yaitu :

$$\frac{1112}{1452} = \frac{0,125 + 0,009}{0,150 + 0,009}$$

$$0,765 : 0,842$$

Maka : Rasio Putaran Sabuk (*Belt*), yaitu : (1 : 1,100)

4.5 DATA DAN HASIL PERHITUNGAN PADA POROS

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran yang sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan maka di peroleh hasil yang berupa data dan perhitungan seperti, berikut :

4.5.1 DATA PADA POROS

Pada penelitian ini menggunakan poros (batang AS), seperti berikut :

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Poros (Batang AS)

NO	BESARAN	SATUAN	POROS (BATANG AS)
1	Diameter	D _p	0,02 m
2	Panjang /Tinggi	t _p	0,40 m
3	Massa	M _p	0,91 kg

4.5.2 HASIL PERHITUNGAN PADA POROS

1. Hasil perhitungan guna mencari **jari – jari (r)** pada poros, yaitu :

$$\text{Jari – jari (r}_p) = \frac{\text{Diameter Poros (Batang AS)}}{2}$$

$$\text{Jari – jari (r}_p) = \frac{0,02}{2} = 0,01 \text{ m}$$

2. Hasil perhitungan guna mencari **luas alas (L)** pada poros, yaitu :

$$\text{Luas Alas (L}_p) = \pi \times (\text{Jari – Jari})^2$$

$$\text{Luas Alas (L}_p) = 3,14 \times (0,01)^2 = 0,000314 \text{ m}^2$$

3. Hasil perhitungan guna mencari **volume (V)** pada poros, yaitu :

$$\text{Volume (V}_p) = \pi \times (\text{Jari – Jari})^2 \times \text{Tinggi}$$

$$\text{Volume (V}_p) = 3,14 \times (0,01)^2 \times 0,40 = 0,0001256 \text{ m}^3$$

4.6 HASIL PENGUKURAN PADA BEARING

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran yang sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh hasil yang berupa data dan perhitungan seperti, berikut :

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Pada *Bearing*

MEREK “NIS” SERI (P – 204)				
NO	BESARAN	SATUAN	BEARING	
			KE 1	KE 2
1	Massa	M	0,612 kg	0,567 kg
2	Diameter Lubang	D	0,02 m	0,02 m

4.7 DATA DAN HASIL PERHITUNGAN PADA FLYWHEEL

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran yang sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan maka di peroleh hasil yang berupa data dan perhitungan seperti, berikut :

4.7.1 DATA PADA *FLYWHEEL*

Pada penelitian ini menggunakan *flywheel*, seperti berikut :

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Pada *Flywheel*

NO	BESARAN	SATUAN	KECEPATAN PUTARAN DENGAN BEBAN MOTOR : SISTEM <i>FLYWHEEL</i> DAN GENERATOR LISTRIK			
			KETIKA TANPA BEBAN	KETIKA DIBERI BEBAN LAMPU PIJAR		
				10 W	100 W	200 W
1	Diameter	D_F	0,28 m			
2	Massa	M_F	5,418 kg			
3	Kecepatan Putaran	Ω_F	1882 rpm	1724 rpm	1643 rpm	1452 rpm

4.7.2 HASIL PERHITUNGAN PADA *FLYWHEEL*

1. Hasil perhitungan **jari – jari (r)** pada *flywheel*, yaitu :

$$\text{Jari – jari } (r_F) = \frac{d}{2}$$

$$\text{Jari – jari } (r_F) = \frac{0,28}{2} = 0,14 \text{ m}$$

2. Hasil perhitungan **kecepatan sudut ($\Delta\omega$)** pada *flywheel*, yaitu :

$$\text{Kecepatan Sudut } (\Delta\omega_F) = \omega_{ML} \times 2 \times \frac{\pi}{\Delta t}$$

1) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban

$$\text{Kecepatan Sudut } (\Delta\omega_F) = 2897 \times 2 \times \frac{3,14}{120} = 151,609 \text{ rad/s}$$

2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Kecepatan Sudut } (\Delta\omega_F) = 2723 \times 2 \times \frac{3,14}{120} = 142,503 \text{ rad/s}$$

3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

$$\text{Kecepatan Sudut } (\Delta\omega_F) = 2650 \times 2 \times \frac{3,14}{120} = 138,683 \text{ rad/s}$$

4) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban 200 W

$$\text{Kecepatan Sudut } (\Delta\omega_F) = 2333 \times 2 \times \frac{3,14}{120} = 122,093 \text{ rad/s}$$

3. Hasil perhitungan **percepatan** (α) pada *flywheel*, yaitu :

$$\text{Percepatan } (\alpha_F) = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

1) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban

$$\text{Percepatan } (\alpha_F) = \frac{151,609}{120} = 1,263 \text{ rad/s}^2$$

2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Percepatan } (\alpha_F) = \frac{142,503}{120} = 1,187 \text{ rad/s}^2$$

3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

$$\text{Percepatan } (\alpha_F) = \frac{138,683}{120} = 1,155 \text{ rad/s}^2$$

4) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban 200 W

$$\text{Percepatan } (\alpha_F) = \frac{122,093}{120} = 1,017 \text{ rad/s}^2$$

4. Hasil perhitungan **gaya yang bekerja** (F) pada *flywheel*, yaitu :

$$\text{Gaya Yang Bekerja } (F_F) = m_G \times \alpha$$

1) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban

$$\text{Gaya Yang Bekerja } (F_F) = 5,418 \times 1,263 = 6,842 \text{ N}$$

2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Gaya Yang Bekerja } (F_F) = 5,418 \times 1,187 = 6,431 \text{ N}$$

3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

$$\text{Gaya Yang Bekerja } (F_F) = 5,418 \times 1,155 = 6,257 \text{ N}$$

4) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban 200 W

$$\text{Gaya Yang Bekerja } (F_F) = 5,418 \times 1,017 = 5,510 \text{ N}$$

5. Hasil perhitungan **momen inersia** (I) pada *flywheel*, yaitu :

$$\text{Momen Inersia } (I_F) = \frac{m_G \times r^2}{2}$$

$$\text{Momen Inersia } (I_F) = \frac{5,418 \times 2}{(0,14)^2} = 552,857 \text{ kg. m}^2$$

6. Hasil perhitungan **torsi** (T) pada *flywheel*, yaitu :

$$\text{Torsi } (T_F) = I_G \times \alpha$$

1) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban

$$\text{Torsi } (T_F) = 552,857 \times 1,263 = 698,258 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$

2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Torsi } (T_F) = 552,857 \times 1,187 = 656,241 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$

3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

$$\text{Torsi } (T_F) = 552,857 \times 1,155 = 638,549 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$

4) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban 200 W

$$\text{Torsi } (T_F) = 552,857 \times 1,017 = 562,255 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$

7. Hasil perhitungan **kecepatan putaran** (ω) pada *flywheel*, yaitu :

$$\text{Kecepatan Putaran } (\omega_F) = \frac{d_{P1}}{d_{P2}} \times \omega_{ML}$$

$$\text{Kecepatan Putaran } (\omega_F) = \frac{0,050}{0,076} \times 2880 = 1894,736 \text{ rpm}$$

8. Hasil perhitungan **daya** (**P**) pada *flywheel*, yaitu :

$$\text{Daya } (P_F) = \left(\frac{\alpha \times 2 \times \pi \times \omega_F}{60.000} \right) \times I_G$$

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Daya } (P_F) = \left(\frac{1,263 \times 2 \times 3,14 \times 1882}{60.000} \right) \times 552,857 = 137,554 \text{ W}$$

2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Daya } (P_F) = \left(\frac{1,187 \times 2 \times 3,14 \times 1724}{60.000} \right) \times 552,857 = 118,415 \text{ W}$$

3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

$$\text{Daya } (P_F) = \left(\frac{1,155 \times 2 \times 3,14 \times 1643}{60.000} \right) \times 552,857 = 109,809 \text{ W}$$

4) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban 200 W

$$\text{Daya } (P_F) = \left(\frac{1,017 \times 2 \times 3,14 \times 1452}{60.000} \right) \times 552,857 = 85,449 \text{ W}$$

9. Hasil perhitungan **energi kinetik rotasi** (E_K) pada *flywheel*, yaitu :

$$\text{Energi Kinetik Rotasi } (E_{K_F}) = 1/2 \times M_F \times (r_F)^2 \times (\Delta\omega)^2$$

1) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban

$$\text{Energi Kinetik Rotasi } (E_{K_F}) = \frac{1}{2} \times 5,418 \times (0,14)^2 \times (151,609)^2 = 1220,436 \text{ J}$$

2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Energi Kinetik Rotasi } (E_{K_F}) = \frac{1}{2} \times 5,418 \times (0,14)^2 \times (142,503)^2 = 1078,234 \text{ J}$$

3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

$$\text{Energi Kinetik Rotasi (EK}_F) = \frac{1}{2} \times 5,418 \times (0,14)^2 \times (151,609)^2 = 1021,201 \text{ J}$$

4) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban 200 W

$$\text{Energi Kinetik Rotasi (EK}_F) = \frac{1}{2} \times 5,418 \times (0,14)^2 \times (151,609)^2 = 791,492 \text{ J}$$

10. Hasil perhitungan **persentase selisih (%)** berdasarkan hasil pengukuran dengan *nameplate* pada *flywheel*, yaitu :

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Sesuai NamePlate}|}{\text{Hasil Sesuai NamePlate}} \times 100$$

A. Kecepatan Sudut ($\Delta\omega_F$)

1) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|151,609 - 150,72|}{150,72} \times 100 = 0,59\%$$

2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|142,503 - 150,72|}{150,72} \times 100 = 5,45\%$$

3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|138,683 - 150,72|}{150,72} \times 100 = 7,98\%$$

4) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|122,093 - 150,72|}{150,72} \times 100 = 18,99\%$$

B. Percepatan (α_F)

1) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1,263 - 1,256|}{1,256} \times 100 = 0,55\%$$

2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1,187 - 1,256|}{1,256} \times 100 = 5,49\%$$

3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1,155 - 1,256|}{1,256} \times 100 = 8,04\%$$

4) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1,017 - 1,256|}{1,256} \times 100 = 19,02\%$$

C. Gaya Yang Bekerja (F_F)

- 1) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|6,842-6,805|}{6,805} \times 100 = 0,54\%$$

- 2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|6,431-6,805|}{6,805} \times 100 = 5,49\%$$

- 3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|6,257-6,805|}{6,805} \times 100 = 8,05\%$$

- 4) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|5,510-6,805|}{6,805} \times 100 = 19,03\%$$

D. Torsi (T_F)

- 1) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|698,258-694,388|}{694,388} \times 100 = 0,55\%$$

- 2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|656,241-694,388|}{694,388} \times 100 = 5,49\%$$

- 3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|638,549-694,388|}{694,388} \times 100 = 8,04\%$$

- 4) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|562,255-694,388|}{694,388} \times 100 = 19,02\%$$

E. Kecepatan Putaran (ω_F)

- 1) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1882-1894,736|}{1894,736} \times 100 = 0,67\%$$

- 2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1724-1894,736|}{1894,736} \times 100 = 9,01\%$$

- 3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1643-1894,736|}{1894,736} \times 100 = 13,28\%$$

- 4) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1452-1894,736|}{1894,736} \times 100 = 23,36\%$$

F. Daya (P_F)

- 1) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|137,108-137,708|}{137,708} \times 100 = 0,43\%$$

- 2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|118,311-137,708|}{137,708} \times 100 = 14,08\%$$

- 3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|109,465-137,708|}{137,708} \times 100 = 20,50\%$$

- 4) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|85,139-137,708|}{137,708} \times 100 = 37,73\%$$

G. Energi Kinetik Rotasi (E_{K_F})

- 1) Sesuai Pengukuran Generator Tanpa Beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1220,436-1206,165|}{1206,165} \times 100 = 1,18\%$$

- 2) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1078,234-1206,165|}{1206,165} \times 100 = 10,60\%$$

- 3) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 100 W

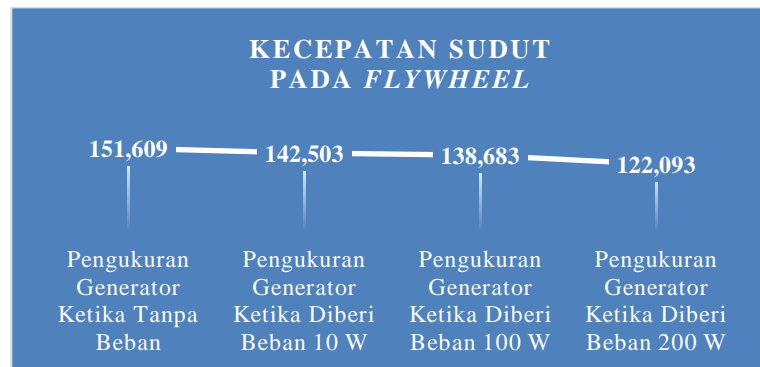
$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1021,201-1206,165|}{1206,165} \times 100 = 15,33\%$$

- 4) Sesuai Pengukuran Generator Dengan Beban 200 W

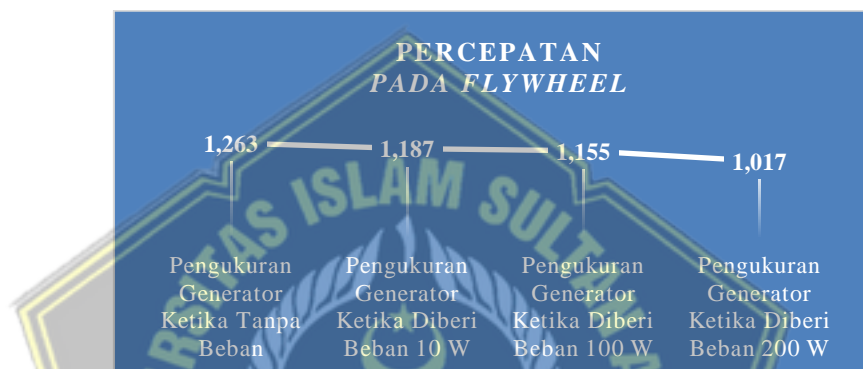
$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|791,492-1206,165|}{1206,165} \times 100 = 34,37\%$$

4.7.3 GRAFIK PADA FLYWHEEL

Grafik pada *flywheel* seperti, berikut :



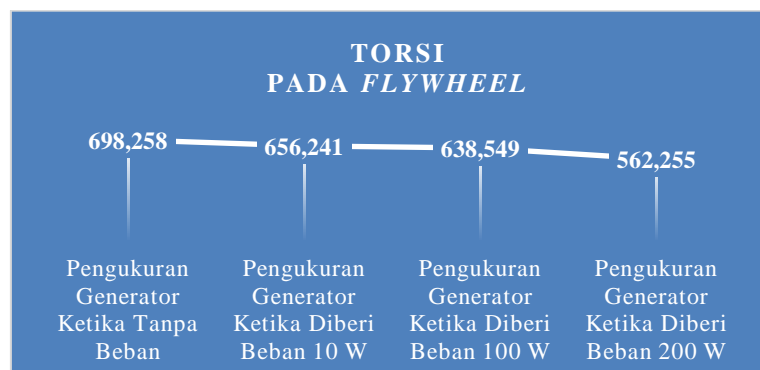
Gambar 4.10 Grafik Kecepatan Sudut ($\Delta\omega_F$) Pada *Flywheel*



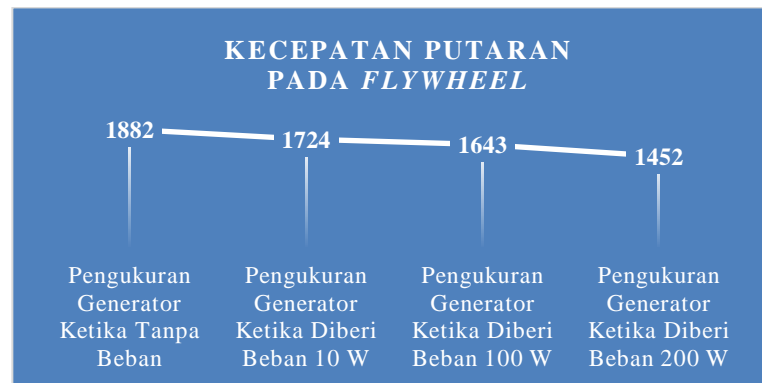
Gambar 4.11 Grafik Percepatan (α_F) Pada *Flywheel*



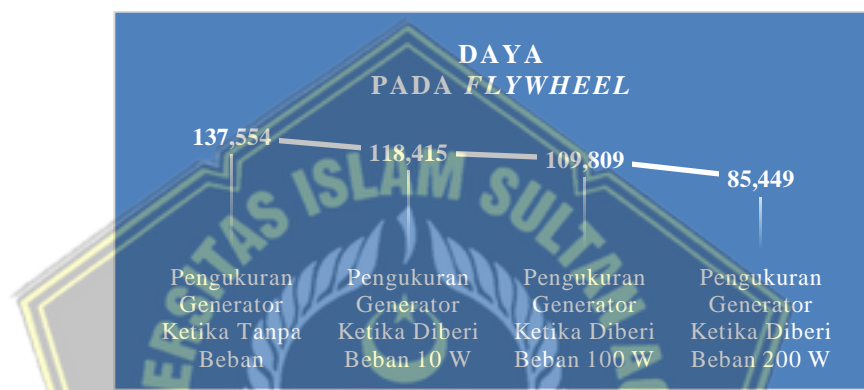
Gambar 4.12 Grafik Gaya Yang Bekerja (F_F) Pada *Flywheel*



Gambar 4.13 Grafik Torsi (T_F) Pada *Flywheel*



Gambar 4.14 Grafik Kecepatan Putaran (ω_F) Pada *Flywheel*



Gambar 4.15 Grafik Daya (P_F) Pada *Flywheel*



Gambar 4.16 Grafik Energi Kinetik Rotasi (E_{K_F}) Pada *Flywheel*

4.7.4 ANALISA PADA *FLYWHEEL*

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka **kecepatan sudut** ($\Delta\omega_F$) pada *flywheel* akan mengalami penurunan dimana pada *nameplate* seharusnya kecepatan sudutnya sebesar 150,72 rad/s setelah dilakukan pengukuran generator ketika tanpa beban kecepatan sudutnya menjadi 151,609 rad/s memiliki selisih 0,58%, pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 10 W kecepatan

sudutnya 142,503 rad/s memiliki selisih 5,45%, pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 100 W kecepatan sudutnya 138,683 rad/s memiliki selisih 7,98% dan pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 200 W kecepatan sudutnya 122,093 rad/s memiliki selisih 18,99%.

Selanjutnya hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka **percepatan (α_f)** pada *flywheel* akan mengalami penurunan dimana pada *nameplate* seharusnya percepatan sebesar 1,256 rad/s² setelah dilakukan pengukuran generator ketika tanpa beban percepatan menjadi 1,263 rad/s² memiliki selisih 0,55%, pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 10 W percepatan 1,187 rad/s² memiliki selisih 5,49%, pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 100 W kecepatan 1,155 rad/s² memiliki selisih 8,04% dan pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 200 W kecepatan 1,017 rad/s² memiliki selisih 19,02%.

Selanjutnya hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka **gaya yang bekerja (F_f)** pada *flywheel* akan mengalami penurunan dimana pada *nameplate* seharusnya gaya yang bekerja sebesar 6,805 N setelah dilakukan pengukuran generator ketika tanpa beban gaya yang bekerja menjadi 6,842 N memiliki selisih 0,54%, pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 10 W gaya yang bekerja 6,431 N memiliki selisih 5,49%, pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 100 W gaya yang bekerja 6,257 N memiliki selisih 8,05% dan pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 200 W gaya yang bekerja 5,510 N memiliki selisih 19,03%.

Selanjutnya hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka **torsi (T_f)** pada *flywheel* akan mengalami penurunan dimana pada *nameplate* seharusnya torsi sebesar 694,388 kg.m²/s² setelah dilakukan

pengukuran generator ketika tanpa beban torsi menjadi $698,258 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$ memiliki selisih 0,55%, selanjutnya pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 10 W torsi $656,241 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$ memiliki selisih 5,49%, selanjutnya pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 100 W torsi $638,549 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$ memiliki selisih 8,04% dan pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 200 W torsi $562,255 \text{ kg.m}^2/\text{s}^2$ memiliki selisih 19,02%.

Selanjutnya hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka **daya (P_F)** pada *flywheel* akan mengalami penurunan dimana pada *nameplate* seharusnya daya sebesar 137,708 W setelah dilakukan pengukuran generator ketika tanpa beban daya menjadi 137,108 W memiliki selisih 0,43%, pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 10 W daya 118,311 W memiliki selisih 14,08%, pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 100 W daya 109,465 W memiliki selisih 20,50% dan pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 200 W daya 85,139 W memiliki selisih 37,73%.

Selanjutnya hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka **kecepatan putaran (ω_F)** pada *flywheel* akan mengalami penurunan dimana pada *nameplate* seharusnya kecepatan putaran sebesar 1894,736 rpm setelah dilakukan pengukuran generator ketika tanpa beban kecepatan putaran menjadi 1882 rpm memiliki selisih 0,67%, pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 10 W kecepatan putaran 1724 rpm memiliki selisih 9,01%, pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 100 W kecepatan putaran 1643 rpm memiliki selisih 13,28% dan pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 200 W kecepatan putaran 1452 rpm memiliki selisih 23,36%.

Dan selanjutnya hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka **energi kinetik rotasi (ω_F)** pada *flywheel* akan mengalami

penurunan dimana pada *nameplate* seharusnya energi kinetik rotasinya sebesar 1206,165 joule setelah dilakukan pengukuran generator ketika tanpa beban energi kinetik rotasi menjadi 1220,436 joule memiliki selisih 1,18%, pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 10 W energi kinetik rotasi 1078,234 joule memiliki selisih 10,60%, pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 100 W energi kinetik rotasi 1021,201 joule memiliki selisih 15,33% dan pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 200 W energi kinetik rotasi 791,492 joule memiliki selisih 34,37%.

4.8 DATA DAN HASIL PERHITUNGAN PADA GENERATOR

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran yang sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan maka di peroleh hasil yang berupa data dan perhitungan seperti, berikut :

4.8.1 DATA PADA GENERATOR

Pada penelitian ini menggunakan generator, seperti berikut :

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Pada Generator

NO	BESARAN	GENERATOR KETIKA TANPA BEBAN	GENERATOR KETIKA DIBERI BEBAN LAMPU PIJAR 10 W	GENERATOR KETIKA DIBERI BEBAN LAMPU PIJAR 100 W	GENERATOR KETIKA DIBERI BEBAN LAMPU PIJAR 200 W
1	Daya (P_G)	-	22,76 W	44,47 W	76,36 W
2	Tegangan (V_G)	219 V	217 V	212 V	182 V
3	Arus (I_G)	-	0,1 A	0,2 A	0,4 A
4	Kecepatan Putaran (ω_G)	1596 rpm	1371 rpm	1309 rpm	1112 rpm

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Pada Generator Ketika Diberi Beban

NO	BESARAN	HASIL PENGUJIAN	RATA	LOAD
----	---------	-----------------	------	------

		2 MENIT	4 MENIT	6 MENIT	8 MENIT	10 MENIT	RATA	
1	Arus (I_G)	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	0,1 A	10 W
2		0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A	0,2 A	100 W
3		0,4 A	0,4 A	0,4 A	0,4 A	0,4 A	0,4 A	200 W

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Perbandingan Antara Daya Pada PLN Dengan Daya Yang Dihasilkan Pada Generator Berdasarkan Pengukuran Penelitian

NO	PLN			GENERATOR			KONDISI GENERATOR	HASIL PERBANDINGAN
	V_s	I_s	P_s	V_s	I_s	P_s		
1	219 V	3,4 A	371,55 W	219 V	0 A	0 W	Ketika Tanpa Beban	1 : 0
2	218 V	3,6 A	391,61 W	217 V	0,1 A	22,76 W	Ketika Diberi Beban 10 W	1 : 0,058
3	218 V	4,3 A	467,76 W	212 V	0,2 A	44,47 W	Ketika Diberi Beban 100 W	1 : 0,095
4	216 V	5,1 A	549,69 W	182 V	0,4 A	76,36 W	Ketika Diberi Beban 200 W	1 : 0,138

4.8.2 HASIL PERHITUNGAN PADA GENERATOR

1. Hasil perhitungancos θ pada generator, yaitu :

$$\cos \theta = \frac{P_G}{V_G \times I_G}$$

$$\cos \theta = \frac{3000}{220 \times 13} = \frac{3000}{2860} = 1,048$$

2. Hasil perhitungan **kecepatan putaran** (ω) pada generator, yaitu :

$$\text{Kecepatan Putaran } (\omega_G) = \frac{d_{p3}}{d_{p4}} \times \omega_F$$

$$\text{Kecepatan Putaran } (\omega_G) = \frac{0,125}{0,150} \times 1894,736 = 1578,946 \text{ rpm}$$

3. Hasil perhitungan **rata – rata arus** (I) pada generator sebanyak 5 kali percobaan, yaitu :

$$\text{Rata – Rata Arus } (I_G) = \frac{1}{x} \times (1 + 2 + 3 + 4 + 5)$$

- 1) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Rata – Rata Arus } (I_G) = \frac{1}{5} \times (0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1) = 0,1 \text{ A}$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Rata - Rata Arus } (I_G) = \frac{1}{5} \times (0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2) = 0,2 \text{ A}$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Rata - Rata Arus } (I_G) = \frac{1}{5} \times (0,4 + 0,4 + 0,4 + 0,4 + 0,4) = 0,4 \text{ A}$$

4. Hasil perhitungan **daya (P)** pada generator, yaitu :

$$P_G = V_G \times I_G \times \text{Cos } \theta$$

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$P = 182 \times 0 \times 1,048 = 0 \text{ W}$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$P = 217 \times 0,1 \times 1,048 = 22,76 \text{ W}$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$P = 212 \times 0,2 \times 1,048 = 44,47 \text{ W}$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$P = 182 \times 0,4 \times 1,048 = 76,36 \text{ W}$$

5. Hasil perhitungan **torsi (T)** pada generator, yaitu :

$$\text{Torsi } (T_G) = \frac{5250 \times P_G}{\omega_G}$$

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Torsi } (T_G) = \frac{5250 \times 0}{1596} = 0 \text{ N.m}$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Torsi } (T_G) = \frac{5250 \times 22,76}{1371} = 87,155 \text{ N.m}$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Torsi } (T_G) = \frac{5250 \times 44,47}{1309} = 178,355 \text{ N.m}$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Torsi } (T_G) = \frac{5250 \times 76,36}{1112} = 360,512 \text{ N.m}$$

6. Hasil perhitungan **perbandingan antara daya pada PLN (Ps) dengan daya pada generator (PG)**, yaitu :

$$\text{Perbandingan} = \text{Daya Pada PLN} : \text{Daya Pada Generator}$$

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Perbandingan} = 371,55 : 0 = 1 : 0$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Perbandingan} = 391,61 : 22,76 = 1 : 0,058$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Perbandingan} = 467,76 : 44,47 = 1 : 0,095$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Perbandingan} = 549,69 : 76,36 = 1 : 0,138$$

7. Hasil perhitungan **persentase selisih (%)** berdasarkan hasil pengukuran pada generator, yaitu :

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Sesuai NamePlate}|}{\text{Hasil Sesuai NamePlate}} \times 100$$

A. Kecepatan Putaran (ω_G)

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1596 - 1578,946|}{1578,946} \times 100 = 1,08 \%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1371 - 1578,946|}{1578,946} \times 100 = 13,16 \%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1309 - 1578,946|}{1578,946} \times 100 = 17,09 \%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|1112 - 1578,946|}{1578,946} \times 100 = 29,57 \%$$

B. Tegangan (V_G)

1) Sesuai pengukuran generator ketika tanpa beban

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|219 - 220|}{220} \times 100 = 0,45\%$$

2) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 10 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|217 - 220|}{220} \times 100 = 1,36\%$$

3) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 100 W

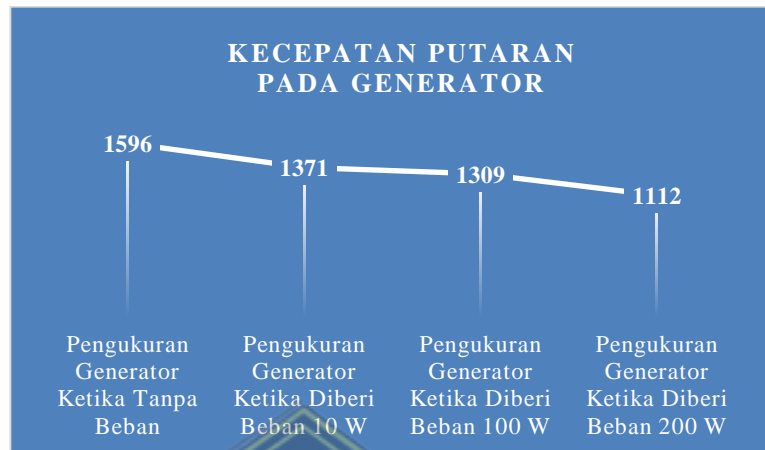
$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|212 - 220|}{220} \times 100 = 3,63\%$$

4) Sesuai pengukuran generator ketika diberi beban 200 W

$$\text{Presentase Selisih (\%)} = \frac{|182 - 220|}{220} \times 100 = 17,27\%$$

4.8.3 GRAFIK PADA GENERATOR

Grafik pada generator seperti, berikut :



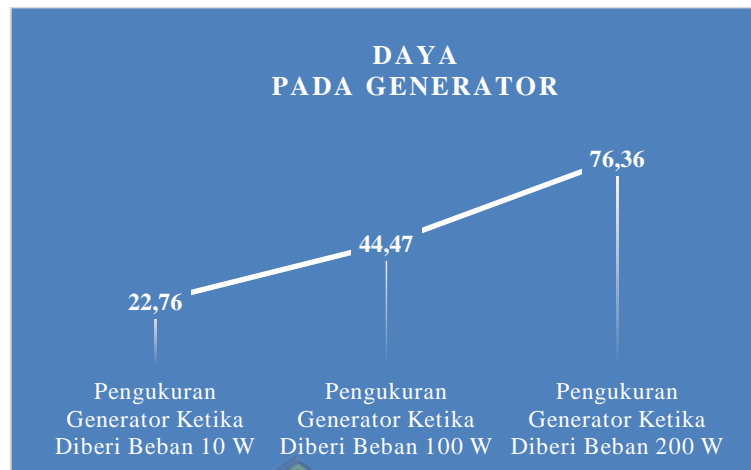
Gambar 4.17 Grafik Kecepatan Putaran (ω_G) Pada Generator



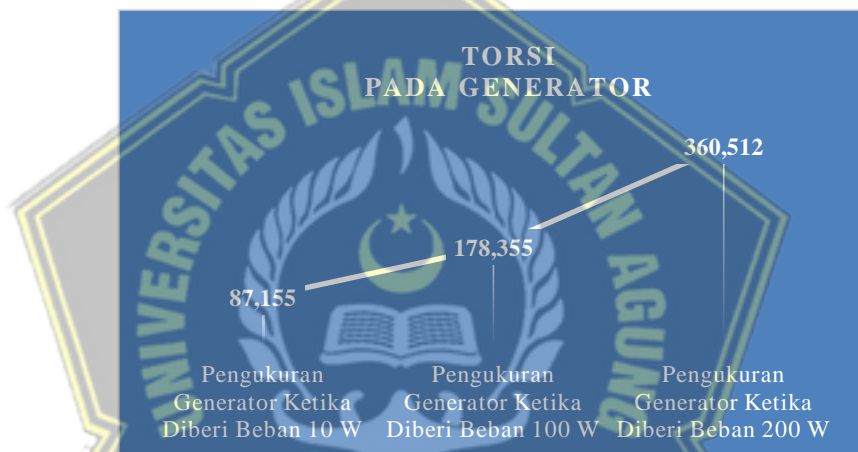
Gambar 4.18 Grafik Tegangan (V_G) Pada Generator



Gambar 4.19 Grafik Arus (I_G) Pada Generator



Gambar 4.20 Grafik Daya (P_G) Pada Generator



Gambar 4.21 Grafik Torsi (T_G) Pada Generator

4.8.4 ANALISA PADA GENERATOR

Pada hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka **kecepatan putaran (ω_G)** pada generator akan mengalami penurunan dimana pada *nameplate* seharusnya kecepatan putaran sebesar 1578,946 rpm setelah dilakukan pengukuran generator ketika tanpa beban kecepatan putaran menjadi 1596 rpm memiliki selisih 1,08%, selanjutnya pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 10 W kecepatan putaran 1371 rpm memiliki selisih 13,16%, selanjutnya pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 100 W kecepatan putaran 1309 rpm memiliki selisih 17,09% dan pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 200 W kecepatan putaran 1112 rpm memiliki selisih 29,57%.

Pada hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan maka **tegangan (V_G)** pada generator akan mengalami penurunan dimana pada *nameplate* seharusnya tegangan sebesar 220 V setelah dilakukan pengukuran generator ketika tanpa beban tegangan menjadi 219 V memiliki selisih 0,45%, selanjutnya pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 10 W tegangan 217 V memiliki selisih 1,36%, selanjutnya pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 100 W tegangan 212 V memiliki selisih 3,36% dan pada pengukuran generator ketika diberi beban lampu pijar 200 W tegangan 182 V memiliki selisih 17,27%.



BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan data sesuai *nameplate*, sesuai dengan hasil pengukuran generator/alternator tanpa beban dan sesuai dengan hasil pengukuran generator/alternator dengan beban (lampu pijar 10 W, 100 W dan 200 W) maka, dapat disimpulkan bahwa :

1. Dengan adanya penambahan *flywheel* maka dapat diketahui perbandingan tegangan sisa yang dihasilkan oleh generator.
2. Pada penelitian ini kurang maksimal kinerja dari *flywheel* dikarenakan menggunakan diameter 0,028 m dan memiliki massa 5,418 kg oleh sebab itulah tidak dapat membantu guna berkontribusi secara besar untuk mempertahankan kecepatan putaran, jika ingin mempertahankan kecepatan putaran maka semakin besar diameter dan semakin besar massa yang dimiliki oleh *flywheel*, dengan kemampuan putarnya akan semakin baik apabila kecepatan yang diberikan untuk memutar *flywheel* itu tinggi. Dikarenakan *flywheel* pada dasarnya berperan dalam membantu putaran motor listrik sebagai penggerak elektrik dengan kemampuan daya lebih kecil dari pada kemampuan beban yang akan dibangkitkan dengan cara memperbesar *framenya*.
3. Rancangan pada penelitian ini menggunakan sistem chas chambell yang dimana tersusun dari komponen penggerak yang berupa motor listrik ½ HP 1 fasa dan komponen yang digerakkan menggunakan generator serta beberapa komponen pembantu sebagai sistem transmisi mekanik seperti *pulley* 4 buah dengan ukuran (5 cm, 7,6 cm, 12,5 cm dan 15 cm), *v-belt*, poros, *bearing* dan *flywheel* yang berdiameter 28 cm dengan massa 5,418 kg sebagai penstabil kecepatan putaran.
4. Perbandingan keluaran dari generator berbanding lurus sehingga mengalami penurunan seperti terlihat pada grafik dimana generator

ketika tanpa beban memiliki selisih tegangan 0,45% sedangkan ketika generator diberi beban lampu pijar 10 W memiliki selisih tegangan 1,36% selanjutnya ketika generator diberi beban lampu pijar 100 W memiliki selisih tegangan 3,63% dan ketika generator diberi beban lampu pijar 200 W memiliki selisih tegangan 17,27% serta berlaku juga pada hasil pengukuran guna mencari kecepatan putaran dan guna mencari daya yang dihasilkan oleh generator sama-sama mengalami penurunan.

5. Berdasarkan data perhitungan sesuai *nameplate* dan hasil perhitungan yang berdasarkan pengukuran maka menghasilkan perbandingan daya pada PLN dan daya pada generator maka, pada saat generator ketika tanpa beban memiliki perbandingan sebesar 1 : 0, selanjutnya pada saat generator ketika diberi beban 10 W memiliki perbandingan sebesar 1 : 0,058, selanjutnya pada saat generator ketika diberi beban 100 W memiliki perbandingan sebesar 1 : 0,095 dan selanjutnya pada saat generator ketika diberi beban 200 W memiliki perbandingan sebesar 1 : 0,138.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan maka peneliti memberikan saran sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini perlu di tambahkan alat guna mengatur frekuensi guna menunjang *flywheel* apa bila akan di pasang lebih besar diameter maupun massanya.
2. Penelitian seperti ini seharusnya menggunakan motor listrik 1 HP 3 fasa dengan luaran agar tidak trip pada MCB dikarenakan membutuhkan kekuatan yang besar ketika alat ini bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Andriyanto, 2015. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Dengan Menggunakan Flywheel. p. 16.
- 2) Anon., 2016. *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)*. [Online] Available at: <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/aki> [Diakses 23 10 2019].
- 3) Aristyo, R., 2018. [Online] Available at: <https://www.inews.id/otomotif/aksesoris/mengenal-jenis-jenis-aki-kendaraan> [Diakses 23 10 2019].
- 4) Ilmiawan, F. A., Pratilastiarso, J. & Permatasari, P. D., 2017. Studi Eksperimen Aplikasi Flywheel Pada Pembangkit Listrik Untuk Daerah Terpencil. p. 181.
- 5) Kosasi, D. P., 2018. Pengaruh Variasi Larutan Elektrolite Pada Accumulator Terhadap Arus dan Tegangan. *Ilmiah*, Volume 2.
- 6) Kurniawan, R., 2019. Analisis Tingkat Efisiensi Daya dan Biaya Penggunaan Listrik Sebelum dan Sesudah Menggunakan Inverter Pada Rumah Tangga. p. 12.
- 7) Muchlis, M. & A. D. P., 2003. Proyeksi Kebutuhan Listrik PLN Tahun 2003 s.d 2020. p. 23.
- 8) Munjiman, 2010. Inverter Dengan Pengontrol Beban Otomatis.
- 9) PT. PLN (Persero), 2020. *Profil Perusahaan*. [Online] Available at: www.pln.co.id [Diakses 18 07 2020].
- 10) Satria Karesa, R. R. R., Purwanto, D. Y. M. E. & ST, M.Eng, W. A. P., 2016. Rekayasa Pemanfaatan Energi Gravitasi Pada Flywheel Untuk Memperpanjang Durasi Kerja UPS.
- 11) Sumanto, 1989. *Motor Arus Bolak-Balik (Motor AC)*. 1 ed. Yogyakarta: Andi Offset.
- 12) Susila, A., 2004. Perancangan Motor Induksi Satu Fasa Jenis Rotor Sangkar (Squirrel Cage). *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang*, p. 1.

HALAMAN LAMPIRAN

1. HASIL PENGUKURAN PADA MOTOR LISTRIK



Gambar 1 Foto Nameplate Motor Listrik ½ HP



Tegangan (V_{ML})

Arus (I_{ML})

Gambar 2 Foto Pengukuran Pada Motor Listrik Ketika Generator Tanpa Beban



Tegangan (V_{ML})

Arus (I_{ML})

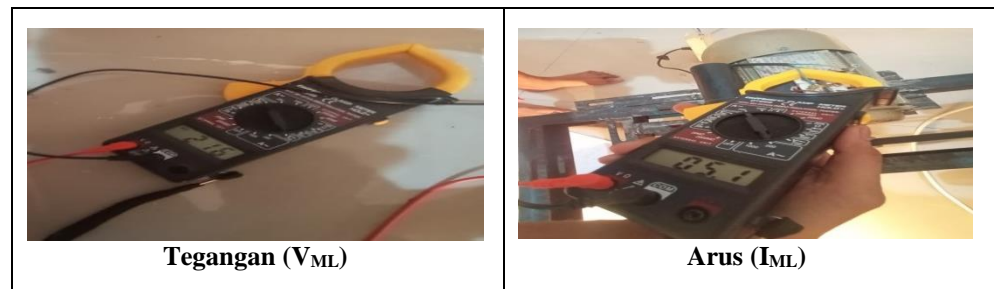
Gambar 3 Foto Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor Listrik Ketika Generator Diberi Beban (Lampu Pijar 10 W)



Tegangan (V_{ML})

Arus (I_{ML})

Gambar 4 Foto Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor Listrik Ketika Generator Diberi Beban (Lampu Pijar 100 W)



Gambar 5 Foto Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Motor Listrik Ketika Generator Diberi Beban (Lampu Pijar 200 W)

2. HASIL PENGUKURAN PADA PULLEY



Gambar 6 Foto Pulley Penggerak (P_1) Diameter 0,050 m



Gambar 7 Foto Katrol Pulley Yang Digerakan (P_2) Diameter 0,076 m



Gambar 8 Foto Pulley Penggerak (P_3) Diameter 0,125 m

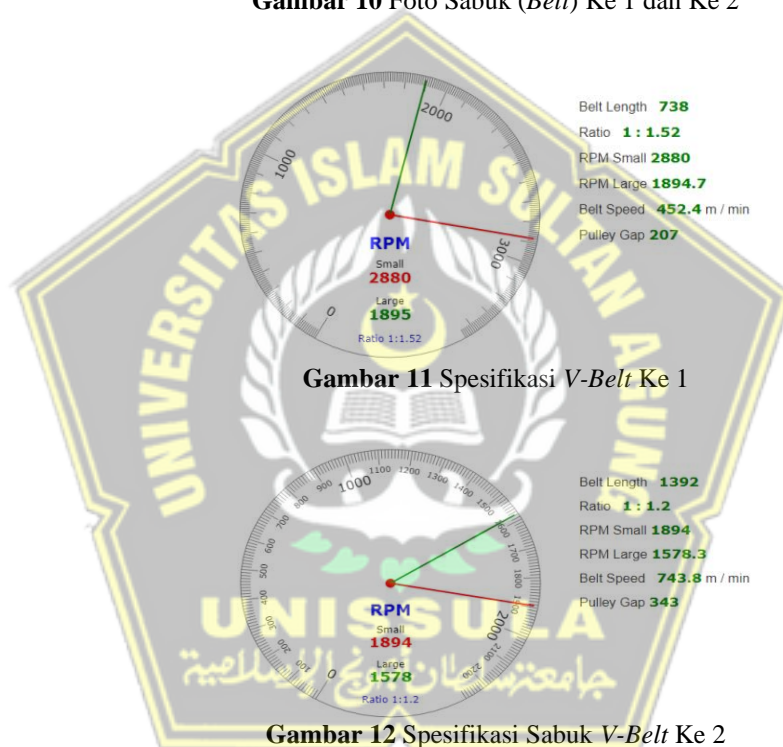


Gambar 9 Foto Katrol Pulley Yang Digerakan (P_4) Diameter 0,150 m

3. HASIL PENGUKURAN PADA BELT



Gambar 10 Foto Sabuk (Belt) Ke 1 dan Ke 2



4. HASIL PENGUKURAN PADA POROS



Gambar 13 Foto Poros (Batang AS)

5. HASIL PENGUKURAN PADA *BEARING*



Gambar 14 Foto *Bearing* Ke 1 dan Ke 2

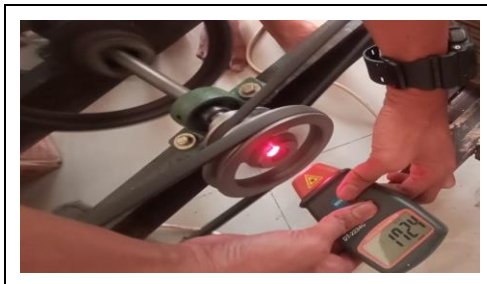
6. HASIL PENGUKURAN PADA *FLYWHEEL*



Gambar 15 Foto *Flywheel* Yang Digunakan



Gambar 16 Foto Pengukuran Kecepatan Pada *Flywheel* Ketika Generator Tanpa Beban



Gambar 17 Foto Pengukuran Kecepatan Pada *Flywheel* Ketika Generator Diberi Beban (Lampu Pijar 10 W)



Gambar 18 Foto Pengukuran Kecepatan Pada *Flywheel* Ketika Generator Diberi Beban (Lampu Pijar 100 W)

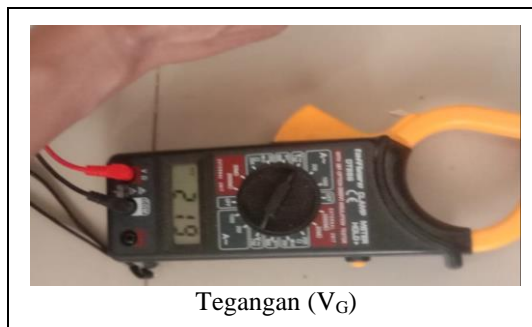


Gambar 19 Foto Pengukuran Kecepatan Pada *Flywheel* Ketika Generator Diberi Beban (Lampu Pijar 200 W)

7. HASIL PENGUKURAN PADA GENERATOR

MITSUBISHI AC SYNCHRONOUS GENERATOR			
TYPE ST-3 INB			
OUTPUT	3	KW	COS ϕ 1.0
VOLT	230	V	EXCIT VOLT 42 V
CURR	13	A	EXCIT CURR 2 A
FREQ	50	Hz	INS CL. B
SPEED	1500	r/min	RAT. S1
	1	PHASE	DATE
STANDARD JB/T11817-2014			
THE POWER OF YOUR LIFE			

Gambar 20 Foto NamePlate Pada Generator

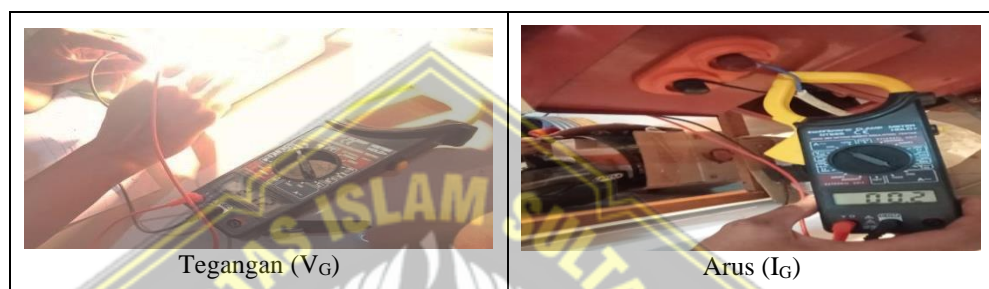


Tegangan (V_G)

Gambar 21 Foto Pengukuran Tegangan (V_G) Ketika Generator Tanpa Beban



Gambar 22 Foto Pengukuran Tegangan (V_G) dan Arus (I_G) Ketika Generator Diberi Beban (Lampu Pijar 10 W)



Gambar 23 Foto Pengukuran Tegangan (V_G) dan Arus (I_G) Ketika Generator Diberi Beban (Lampu Pijar 100 W)



Gambar 24 Foto Pengukuran Tegangan (V_G) dan Arus (I_G) Ketika Generator Diberi Beban (Lampu Pijar 200 W)



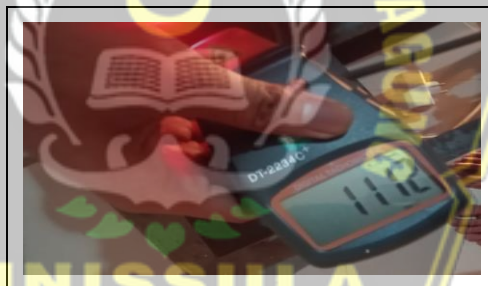
Gambar 25 Foto Pengukuran Kecepatan Putaran (ω_G) Pada Generator Ketika Tanpa Beban



Gambar 26 Foto Pengukuran Kecepatan Putaran (ω_G) Ketika Generator Diberi Beban (Lampu Pijar 10 W)



Gambar 27 Foto Pengukuran Kecepatan Putaran (ω_G) Ketika Generator Diberi Beban (Lampu Pijar 100 W)



Gambar 28 Foto Pengukuran Kecepatan Putaran (ω_G) Ketika Generator Diberi Beban (Lampu Pijar 200 W)