



**RANCANG BANGUN GENERATOR INDUKSI SATU FASA
PUTARAN RENDAH**

SKRIPSI

Oleh

Ani Rohani

NIM. 151910201018

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO STRATA 1

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2019



**RANCANG BANGUN GENERATOR INDUKSI SATU FASA
PUTARAN RENDAH**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapai tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Ani Rohani

NIM. 151910201018

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO STRATA 1
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini merupakan langkah awal kesuksesan yang akan saya raih untuk mendekati masa depan dan meraih cita-cita di dalam hidup saya. Dengan penuh rasa syukur dengan ketulusan hati saya persembahkan karya ini kepada :

1. Kedua orang tua saya ayahanda Suparmin dan ibunda Suparti yang tercinta, terimakasih yang sangat berlimpah karena telah mendidik, membesarkan, memberi cinta dan kasih sayang serta doa yang tiada putus sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dosen Pembimbing Utama Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M. dan Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT selaku Bapak Dosen Pembimbing Anggota atas kesabaran dan keikhlasan dalam membimbing saya menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dosen Pembimbing Akademik bapak Dr Azmi Saleh S.T,.M.T Yang telah dengan sabar dalam membimbing dari awal perkuliahan sampai pada tahap akhir perkuliahan ini.
4. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
5. Teman-teman Teknik Elektro S1 maupun D3 angkatan 2015;
6. Almamater tercinta Fakultas Teknik Universitas Jember.
7. Sahabat – sahabatku tercinta Kos Bu Parto.
8. UKM Robotika Universitas Jember beserta Anggota dan pengurus.

MOTTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagi kamu. Dan boleh jadi kamu mencintai sesuatu, padahal ia amat buruk bagi kamu. Allah Maha mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”

(Al-Baqarah: 216)

“Dan orang mukmin yang paling sempurna Imannya adalah mereka yang paling baik Aklaknya”

(HR. Ahmad)

“Terkadang kita merasa ujian yang diberikan kepada kita terasa begitu berat, tapi ingatlah masih ada yang lebih berat dibanding kita, iklas dalam menghadapi cobaan dan bersyukur saat mendapat nikmat”

(Ani Rohani)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ani Rohani

NIM : 151910201018

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun Generator Induksi Satu Fasa Putaran Rendah” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan dalam institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Juni 2019

Yang menyatakan,

Ani Rohani
NIM 151910201018

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN GENERATOR INDUKSI SATU FASA PUTARAN
RENDAH**

Oleh

Ani Rohani

NIM 151910201018

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Bambang Sujanarko, S.T., M.M

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Rancang Bangun Generator Induksi Satu Fasa Putaran Rendah” karya Ani Rohani NIM: 151910201018 telah diuji dan disahkan pada :

Hari, : Sabtu

Tanggal : 1 Juni 2019

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Pembimbing I,

Prof. Dr. Bambang Sujanarko, S.T., M.M.
NIP 196312011994021002

Penguji I,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 197008261997021001

Pembimbing II,

Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT
NIP 197008261997021001

Penguji II,

Samsul Bachri M., ST.,MMT
NIP 196403171998021001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember,

Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M
NIP. 196612151995032001

RINGKASAN

“RANCANG BANGUN GENERATOR INDUKSI SATU FASA PUTARAN RENDAH”; Ani Rohani 151910201018; 2019: **94** halaman; Program Studi Strata 1 (S1) Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk mengakibatkan semakin meningkatnya pula kebutuhan energi listrik. Akan tetapi tidak seimbang dengan penyediaan energi listrik itu sendiri. Semakin banyak dan sudah banyak dikembangkan penerapan motor di berbagai bidang, terutama pada bidang industri dan rumah tangga. yaitu salah satunya motor pompa air, motor pada kipas angin, motos pada penghalus makanan, dan pada mesin cuci. Sehingga dapat memanfaatkan motor pompa air.

Motor induksi telah banyak melengkapi produksi, transmisi, dan penggunaan system tenaga listrik AC. Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik (AC) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan stator (motor asinkron). Pemberian nama motor induksi berasal dari prinsip kerjanya yaitu arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*Rotating Magnetic Field*) yang dihasilkan oleh arus stator. (Obiansyah, 2012)

Motor induksi ini dapat dimodifikasi lilitan dan magnetnya agar dapat dijadikan generator. Generator adalah sebuah alat atau komponen yang digunakan untuk mengubah energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Prinsip kerja generator induksi ini kebalikan daripada saat mesin induksi bekerja sebagai motor dimana saat mesin bekerja sebagai motor kumparan stator diberi tegangan sehingga akan muncul medan putar dengan kecepatan sinkron akan tetapi jika motor ini dialih fungsikan sebagai generator yaitu dengan bagian rotor motor diputar oleh sumber penggerak dengan kecepatan yang lebih besar daripada kecepatan sinkronnya. Generator asinkron ini dapat dibangun dari motor listrik pada pompa air. Pada penelitian kali ini yang berjudul “ Rancang bangun generator induksi satu fasa putaran rendah” peneliti menggunakan motor pompa air dan mengembangkannya dengan memodifikasi menjadi generator dengan putaran

rendah yang dapat digunakan untuk generator dalam sebuah pembangkitan energi listrik.

Seperti halnya pada pembangkit listrik tenaga angin generator induksi ini dapat dipakai sebagai pengkonversi energi mekanik dari turbin menjadi listrik. Setelah dilakukan pengujian dengan variasi pembebanan maka dihasilkan data pengujian sebagai berikut. Dengan pengujian tanpa pembebanan hasil rancangan generator induksi dapat menghasilkan tegangan sebesar 228 volt saat kecepatan 1000 rpm dan saat kecepatan 100 rpm menghasilkan tegangan sebesar 26 volt. Pada pengujian pembebanan didapatkan data bahwa pada pengujian dengan beban 5 watt sampai dengan 65 watt didapatkan hasil data saat beban terendah 5 watt saat kecepatan terendah 100 rpm menghasilkan tegangan sebesar 5 volt dan saat kecepatan 100 rpm menghasilkan tegangan sebesar 108 volt dengan arus sebesar 0,09 ampere. Disaat beban tertinggi yaitu 65 watt menghasilkan keluaran dengan kecepatan terendah 100 rpm menghasilkan tegangan sebesar 2,6 volt dan saat kecepatan 1000 rpm menghasilkan tegangan sebesar 59,2 volt dengan arus sebesar 0,13 ampere dan hasil daya sebesar 7,9 watt. Dari pengujian tersebut semakin besar beban maka tegangan akan semakin kecil dan arus semakin besar.

Pada pengujian lainnya yaitu mengkonversi tegangan ac menjadi tegangan dc menggunakan *rectifier* sehingga didapatkan data pada saat pengujian dengan sample beban 15 watt didapatkan data saat kecepatan 100 rpm menghasilkan tegangan sebesar 11 volt dan saat kecepatan tertinggi 1000 rpm menghasilkan tegangan sebesar 112 volt dengan arus sebesar 0,04 ampere dengan hasil daya sebesar 4,48 watt. Saat beban 65 watt dengan kecepatan 100 rpm dengan hasil tegangan sebesar 2,5 volt dan arus 0,02 ampere dengan hasil daya sebesar 0,05 watt dan saat kecepatan 1000 rpm menghasilkan tegangan sebesar 60,7 volt dengan arus sebesar 0,13 ampere dan hasil daya 7,9 watt. Sehingga diketahui putaran generator mempengaruhi nilai daya yang dibangkitkan oleh generator.

SUMMARY

"THE DESIGN OF THE LOW-SPEED ONE-PHASE INDUCTION GENERATOR"; Ani Rohani 151910201018; 2019: 94 pages; Undergraduate Study Program (SI) in Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Jember.

Increasing population growth has resulted in increasing electricity demand. However, it is not balanced with the supply of the electricity itself. The use of the motor has been developed more in various fields, especially in the fields of industry and households. As examples, they can be found on water pumps, fans, food refiners, and washing machines. So that it can utilize a water pump motor.

Induction motors have complemented the production, transmission and use of AC power systems. An induction motor is an alternating current electric motor (AC) whose the rotor rotation is not the same as the stator field rotation (asynchronous motor). Giving the name of an induction motor comes from its working principle which is the induced currents as a result of the relative difference between the rotating rotor and the rotating magnetic field produced by the stator current. (Obiansyah, 2012)

This induction motor can be modified by coil and magnet in order to be used as a generator. A generator is a device or component used to convert mechanical energy (motion) into electrical energy. The working principle of this induction generator is the opposite of when the induction machine works as a motor where the engine works as a stator coil motor is given voltage so that a rotating field will appear with synchronous speed. But if the motor is converted as a generator that the motor rotor is rotated by the driving source with greater speed than the synchronous speed. This asynchronous generator can be built from an electric motor on a water pump. In this study entitled "The Design of the Low-Round One-Phase Induction Generator", the researcher used a water pump motor and developed it by modifying it into a low-speed generator that can be used for generators in an electricity generation.

As in the case of wind power plants, this induction generator can be used to convert mechanical energy from turbines to electricity. After testing with variations in loading, the test data is generated as follows: by testing without loading, the result of the design of an induction generator can produce a voltage of 228 volts when the speed of 1000 rpm and it produces a voltage of 26 volts when the speed of 100 rpm. In the loading test, the data obtained in the test with a load of 5 up to 65 watts is when the lowest load of 5 watts and when the lowest speed of 100 rpm produce a voltage of 5 volts and when the speed of 100 rpm produces a voltage of 108 volts with a current of 0.09 amperes. When the highest load of 65 watts produces an output with the lowest speed of 100 rpm, it produces a voltage of 2.6 volts and when the speed of 1000 rpm produces a voltage of 59.2 volts with a current of 0.13 amperes and a power output of 7.9 watts. From the test, the greater the load, the smaller the voltage and the greater the current.

In another test, it converts ac into dc voltage using a rectifier. The results are when testing with a 15 watts sample load obtained data when the speed of 100 rpm produces a voltage of 11 volts and when a top speed of 1000 rpm produces a voltage of 112 volts with a current of 0,04 amperes with a power output of 4.48 watts. When the load is 65 watts with a speed of 100 rpm with a voltage of 2.5 volts and a current of 0.02 amperes with a power output of 0.05 watts and when the speed of 1000 rpm produces a voltage of 60.7 volts with a current of 0.13 amperes and the result is 7.9 watts of power. So that it is known that the generator rotation affects the value of the power generated by the generator.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Generator Induksi Satu Fasa Putaran Rendah”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan dorongan semangat, motivasi, dukungan dan doanya demi terselesaikannya proyek akhir ini.
2. Kakak dan Adik saya yang paling saya sayangi.
3. Ibu Dr. Ir. Entin Hidyah M.UM, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Bapak Dr. Ir. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
5. Bapak RB. Moch Gozali, ST., MT selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Elektro Universitas Jember.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M. selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga guna memberikan bimbingan dan pengarahan serta dukungan materi dalam kelancaran penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Ir Widyono Hadi M.T. selaku dosen penguji 1 dan Bapak Samsul Bachari M., ST., MMT selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga sangat membantu terhadap penyempurnaan skripsi ini.
8. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di Universitas Jember;

9. Keluarga besar Teknik Elektro khususnya angkatan 2015 (DISTORSI), terimakasih atas dukungan dan motivasi yang kalian berikan.
10. Partner Skripsi Hafifur Rohman yang telah membantu dan mendukung dalam proses pengerjaan skripsi.
11. Teman- teman Laboratorium Renewable Energy (CDAST) mas bayu, mas nopex, pipiq, ricto, vial, hafifur, asarifi, sodiq, danang, hasan, fikas, dan yang lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
12. Mas Bayu Sovan yang sudah sangat baik membantu dan memotivasi selama pengerjaan, membantu melilit generator, terima kasih banyak.
13. Sahabatku yang Suciani dan Erna Agustine, yang selalu ada, menyemangati, mendengar keluh kesah serta membantu secara lahir dan batin.
14. Sahabatku Annisa Maharany Buana Saputri yang juga sedang berjuang meraih gelarnya, yang saling menyemangati dan berkeluh kesah, terima kasih.
15. Sahabat- sahabatku kos bu parto Sita Agustina, Wardatul M, Umi Azizah, Sherly, Novita, Indah yang menemani dalam suka dan duka
16. Little babyku sekaligus partner tidur dua tahunku dan partner semuanya Sita Agustina yang sudah sangat baik, menemani, menyemangati, membantu saya dalam suka dan duka.
17. Partner tidur pas maba Anggeraeni Puspa Rini, yang selalu ada waktu saat aku butuh, selalu aku reportkan kapanpun, menampungku saat tak ada tempat, terima kasih.
18. Partner Gulung- gulungku Paski 2015 yang telah menjadi keluarga pertamaku di Jember, terima kasih banyak.
19. Ciwi- ciwi elektro 15 Sita, Umi, Warda, Indah, Novita, Violla, Aprilya, Alysa, Ainur, yang telah saling menyemangati dan saling membantu selama di Universitas Jember.
20. Kkn 239 pokaan yang sudah melewati 45 hari bersama, tita, ulya, mada, fawwasi, luthfi, prista, Risa, Mbak sari, Mas Andri, semoga selalu menjalin silaturahmi.

21. Sahabat dari sejak SD hingga sekarang yang selalu memberikan dukungan untuk menyelesaikan skripsi.
22. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih banyak yang mana telah mendukung dan memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik-Nya sehingga sebagai manusia biasa, penulis selalu terbuka terhadap masukan dan menerima segala kritik dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan tidak lupa juga penulis menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kesalahan dan kekeliruan di dalam skripsi ini.

Jember, 24 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-------------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| PERSEMBAHAN | ii |
| MOTTO | iii |
| PERNYATAAN | iv |
| SKRIPSI | v |
| PENGESAHAN | vi |
| RINGKASAN | vii |
| PRAKATA | xi |
| DAFTAR ISI | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| | |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB 2. Tinjauan Pustaka | 4 |
| 2.1 Generator AC 1 fasa..... | 4 |
| 2.2 Prinsip kerja generator AC 1 fasa | 4 |
| 2.3 Kontruksi Generator | 6 |
| 2.4 Generator dengan Motor Sebagai Komponen Utamanya | 7 |
| 2.4.1 Pengaruh Penggerak Utama | 8 |
| 2.5 Kecepatan Motor Sebagai Generator | 8 |
| 2.6 Proses Terbentuknya Generator Induksi | 9 |
| 2.6.1 Magnet Permanent Neodymium | 10 |
| 2.7 Mikrokontroller Arduino Uno..... | 10 |
| 2.8 <i>Liquid Cristal Display</i> | 11 |
| 2.9 Sensor Tegangan | 11 |
| 2.10 Sensor Arus | 12 |
| 2.11 Sensor Kecepatan | 12 |
| BAB 3. Metode Penelitian | 14 |
| 3.1 Tempat Penelitian dan Waktu Penelitian | 14 |
| 3.2 Alat Dan Bahan | 15 |
| 3.3 Tahapan Penelitian | 16 |
| 3.4 Diagram Alir Kerja Mikrokontroller..... | 18 |
| 3.5 Blok Diagram Kerja Sistem | 19 |
| 3.6 Desain Alat..... | 20 |
| 3.7 Alur Perancangan Alat | 23 |
| 3.8 Spesifikasi Motor Pompa Air..... | 24 |
| 3.8.1 Spesifikasi Motor Pompa Air Sebagai Generator Induksi | 24 |
| 3.8.2 Spesifikasi Motor <i>Prime Over</i> | 24 |
| 3.9 Proses Pengujian Generator | 24 |

| | |
|--|-----------|
| 3.9.1 Pengujian dan Perhitungan Generator..... | 25 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 28 |
| 4.1 Hasil Perancangan Generator Induksi..... | 29 |
| 4.2 Pengujian Sensor Tegangan..... | 30 |
| 4.3 Pengujian Sensor Arus..... | 32 |
| 4.4 Pengujian Karakteristik Generator Induksi Tanpa Beban..... | 33 |
| 4.5 Pengujian Karakteristik Generator Induksi Dengan Variasi Beban..... | 35 |
| 4.5.1 Pengujian Generator Dengan Kawat Email 0,55 milimeter Tegangan AC (Bolak – Balik)..... | 36 |
| 4.5.2 Perhitungan Generator Induksi Satu Fasa Putaran Rendah dengan Variasi Beban..... | 49 |
| 4.5.2 Pengujian Generator Induksi Dengan Kawat Email 0,15 milimeter Tegangan DC (Searah)..... | 53 |
| BAB 5. PENUTUP..... | 58 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 58 |
| 5.2 Saran..... | 58 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 60 |
| LAMPIRAN..... | 61 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Pembangkitan Tegangan Induksi Generator | 5 |
| Gambar 2.2 | Tegangan Rotor yang dihasilkan..... | 5 |
| Gambar 2.3 | Konstruksi Generator AC | 6 |
| Gambar 2.4 | Ekivalen motor pompa air saat rotor berputar..... | 9 |
| Gambar 2.5 | Magnet Permanent Neodymium | 10 |
| Gambar 2.6 | <i>Liquid Crystal Display</i> | 12 |
| Gambar 2.7 | Sensor Tegangan | 12 |
| Gambar 2.8 | Sensor Arus ACS 712 | 13 |
| Gambar 2.9 | Sensor Kecepatan | 13 |
| Gambar 3.1 | Tahapan Pelaksanaan Penelitian | 16 |
| Gambar 3.2 | Diagram Alir Kerja Mikrokontroler..... | 18 |
| Gambar 3.3 | Blok Diagram Dan Perancangan Sistem | 19 |
| Gambar 3.4 | Rencana Konstruksi Perancangan Alat..... | 20 |
| Gambar 3.5 | Stator Motor Pompa Air..... | 20 |
| Gambar 3.6 | Rotor pada Motor Pompa Air..... | 22 |
| Gambar 4.1 | Stator 12 Kutub 500 Lilitan..... | 29 |
| Gambar 4.2 | Rotor Setelah Modifikasi | 30 |
| Gambar 4.3 | Generator Induksi Satu Fasa Putaran Rendah | 30 |
| Gambar 4.4 | Rangkaian Pembagi Tegangan | 32 |
| Gambar 4.5 | Grafik Hubungan Kecepatan Dan Tegangan | 34 |
| Gambar 4.6 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 5 Watt | 36 |
| Gambar 4.7 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 10 Watt | 37 |
| Gambar 4.8 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 15 Watt | 38 |
| Gambar 4.9 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 20 Watt | 39 |
| Gambar 4.10 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 25 Watt | 40 |
| Gambar 4.11 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 30 Watt | 41 |
| Gambar 4.12 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 35 Watt | 42 |
| Gambar 4.13 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 40 Watt | 43 |
| Gambar 4.14 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 45 Watt | 44 |
| Gambar 4.15 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 50 Watt | 45 |
| Gambar 4.16 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 55 Watt | 46 |
| Gambar 4.17 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 60 Watt | 47 |
| Gambar 4.18 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 65Watt | 48 |
| Gambar 4.19 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 15 Watt | 53 |
| Gambar 4.20 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 25 Watt | 54 |
| Gambar 4.21 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 40 Watt | 55 |
| Gambar 4.22 | Grafik Data Pengujian Dengan Beban 65 Watt | 56 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1 | Spesifikasi Arduino Uno..... | 11 |
| Tabel 3.1 | Rencana Dan Jadwal Kegiatan..... | 14 |
| Tabel 3.2 | Spesifikasi Motor Pompa Air Tipe PS 135 E Sebagai Generator Induksi..... | 24 |
| Tabel 3.3 | Spesifikasi Motor Modern M-2100C Sebagai <i>prime Over</i> | 24 |
| Tabel 3.4 | Tabel Pengujian Generator Tanpa Beban | 25 |
| Tabel 3.5 | Tabel Pengujian Generator Dengan Beban..... | 25 |
| Tabel 4.1 | Pengujian Sensor Tegangan..... | 31 |
| Tabel 4.2 | Pengujian Sensor Arus | 32 |
| Tabel 4.4 | Pengujian Karakteristik generator Induksi Tanpa Beban | 34 |
| Tabel 4.4 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 5 Watt | 35 |
| Tabel 4.5 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 10 Watt | 36 |
| Tabel 4.6 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 15 Watt | 37 |
| Tabel 4.7 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 20 Watt | 38 |
| Tabel 4.8 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 25 Watt | 39 |
| Tabel 4.9 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 30 Watt | 40 |
| Tabel 4.10 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 35 Watt | 41 |
| Tabel 4.11 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 40 Watt | 42 |
| Tabel 4.12 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 45 Watt | 43 |
| Tabel 4.13 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 50 Watt | 44 |
| Tabel 4.14 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 55 Watt | 45 |
| Tabel 4.15 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 60 Watt | 46 |
| Tabel 4.16 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 65 Watt | 47 |
| Tabel 4.17 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 15 Watt | 52 |
| Tabel 4.18 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 25 Watt | 53 |
| Tabel 4.19 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 40 Watt | 54 |
| Tabel 4.20 | Pengujian Generator Induksi Dengan Beban 65 Watt | 55 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk mengakibatkan semakin meningkatnya pula kebutuhan energi listrik. Akan tetapi tidak seimbang dengan penyediaan energi listrik itu sendiri. Kebutuhan ketersediaan energi listrik ini dalam kehidupan masyarakat harus terpenuhi dengan baik. karena semua bentuk aktivitas manusia membutuhkan energi, terutama energi listrik. Salah satu solusi untuk memenuhi besarnya kebutuhan energi listrik yaitu perlu adanya pemanfaatan untuk menghasilkan tenaga listrik, salah satunya dengan motor.

Semakin banyak dan sudah banyak dikembangkan penerapan motor di berbagai bidang, terutama pada bidang industri dan rumah tangga. Pada industri besar tidak akan lepas dari yang namanya motor. Pada peralatan rumah tangga juga banyak dijumpai berbagai motor, yaitu salah satunya motor pompa air, motor pada kipas angin, motor pada penghalus makanan, dan pada mesin cuci. Oleh sebab itu diperlukan solusi dengan memanfaatkan motor pompa air.

Motor induksi telah banyak melengkapi produksi, transmisi, dan penggunaan system tenaga listrik AC. Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik (AC) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan stator (motor asinkron). Pemberian nama motor induksi berasal dari prinsip kerjanya yaitu arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*Rotating Magnetic Field*) yang dihasilkan oleh arus stator. (Obiansyah, 2012)

Motor induksi ini dapat dimodifikasi lilitan dan magnetnya agar dapat dijadikan generator. Generator adalah sebuah alat atau komponen yang digunakan untuk mengubah energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Generator terbagi menjadi dua berdasarkan putarannya yaitu generator sinkron dan generator asinkron. Generator sinkron sering disebut dengan alternator karena generator sinkron konstruksinya hampir sama dengan mesin sinkron dengan membutuhkan dua kali eksitasi secara DC dengan penggunaan carbon brush ataupun tanpa carbon brush (brushless excitation). Sedangkan generator asinkron atau generator induksi menggunakan prinsip kerja induksi elektromagnetik dalam

proses pengoperasiannya. Prinsip kerja generator induksi ini kebalikan daripada saat mesin induksi bekerja sebagai motor dimana saat mesin bekerja sebagai motor kumparan stator diberi tegangan tiga fasa sehingga akan muncul medan putar dengan kecepatan sinkron akan tetapi jika motor ini dialihfungsikan sebagai generator yaitu dengan bagian rotor motor diputar oleh sumber penggerak dengan kecepatan yang lebih besar daripada kecepatan sinkronnya. Generator asinkron ini dapat dibangun dari motor listrik pada pompa air.

Pada penelitian sebelumnya telah digunakan dalam penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Motor Induksi Satu Fasa Sebagai Generator” (Alpensus Joni, 2013) dalam penelitian tersebut peneliti menggunakan motor induksi dari pompa air sebagai generator dengan penggunaan perbandingan variasi kapasitor. Dan pada penelitian sebelumnya didapatkan keluaran tegangan dan dapat mencatu daya sebesar 47,5 watt. Dan pada penelitian kali ini yang berjudul “Rancang bangun generator induksi satu fasa putaran rendah” peneliti menggunakan motor pompa air dan mengembangkannya dengan memodifikasi menjadi generator dengan putaran rendah yang dapat digunakan untuk generator dalam sebuah pembangkitan energi listrik. Seperti halnya pada pembangkit listrik tenaga angin generator induksi ini dapat dipakai sebagai pengkonversi energi mekanik dari turbin menjadi listrik, karena kecepatan angin yang bisa rendah dan tinggi jadi saat rendah pun dapat menghasilkan energi listrik dan saat putaran tinggi menghasilkan listrik yang maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang menjadi rumusan masalah diantaranya :

1. Bagaimana merancang generator induksi satu fasa putaran rendah dengan menggunakan motor induksi satu fasa sebagai komponen dasar?
2. Bagaimana kinerja hasil rancang bangun generator induksi satu fasa putaran rendah?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian rumusan masalah tersebut, maka pembahasan pada penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Menggunakan motor pompa air dengan merk shimizu tipe PS135E sebagai generator induksi.
2. Menggunakan motor MODERN M-2100C sebagai penggerak utama.
3. Menggunakan variasi beban lampu pijar 5 watt, 10 watt, 15 watt, 20 watt, 25 watt, 30 watt, 35 watt, 40 watt, 45 watt, 50 watt, 55 watt, 60 watt, 65 watt.
4. Menggunakan magnet permanen Neodymium 30 mm x 10mm x 5 mm.
5. Menggunakan alumunium mounting hub 8 mm sebagai penghubung penggerak utama dengan generator induksi.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan karena memiliki beberapa tujuan, diantaranya :

1. Untuk mengetahui rancang generator induksi satu fasa putaran rendah dengan menggunakan motor induksi satu fasa sebagai komponen dasar.
2. Untuk mengetahui daya keluaran dari generator induksi satu fasa putaran rendah.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan setelah tujuan penelitian ini tercapai adalah dapat merancang generator induksi satu fasa dengan menggunakan motor pompa air untuk menghasilkan tenaga listrik yang bisa digunakan sebagai alternatif listrik dalam sehari-hari, juga dapat digunakan sebagai bahan studi perbandingan untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut lainnya. Dengan penelitian mengenai generator induksi ini juga dapat digunakan sebagai referensi dalam perancangan pembangkit listrik tenaga angin maupun energi air.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

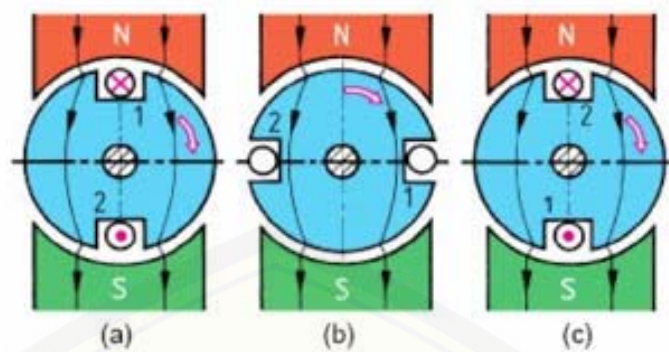
2.1 Generator AC 1 Fasa

Generator adalah suatu sumber tegangan yang diperoleh dari perubahan energi mekanik menjadi energi listrik yang bekerja dengan menggunakan prinsip induksi elektromagnetik yaitu dengan memutar suatu kumparan dalam medan magnet sehingga timbul suatu ggl induksi.

Generator arus bolak-balik atau generator AC termasuk mesin serempak (mesin sinkron) dan sering disebut juga dengan alternator, generator AC (alternating current) dikatakan generator sinkron karena jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada statornya. Kecepatan sinkron dihasilkan dari kecepatan putaran rotor dengan kutub-kutub magnet yang berputar pada kecepatan yang sama dengan medan putar pada stator. Listrik yang dihasilkan adalah listrik arus bolak-balik. Prinsip kerja yang digunakan sesuai dengan hukum Faraday, yaitu mengatakan bahwa suatu penghantar yang berada pada sejumlah garis gaya magnet yang berubah-ubah, penghantar tersebut akan menghasilkan gaya gerak listrik atau GGL induksi.

2.2 Prinsip Kerja Generator AC 1 Fasa

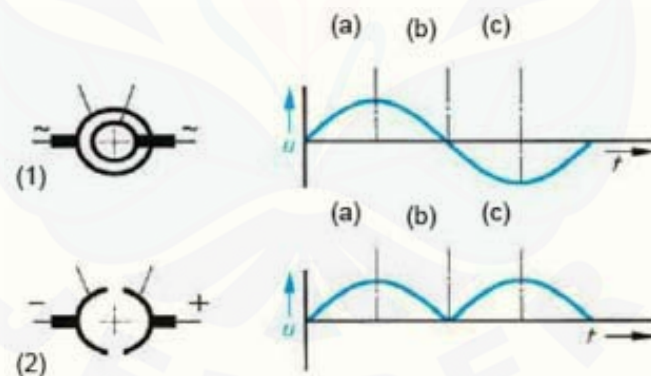
Tegangan yang dihasilkan pada generator sinkron berdasarkan prinsip kerja induksi elektromagnetik. Putaran rotor pada generator dalam medan magnet listrik akan menimbulkan fluks magnet yang berputar. Putaran pada rotor akan menimbulkan tegangan induksi pada kawat gulungan stator. Pada saat rotor digerakkan dengan penggerak utama, kutub-kutub pada rotor akan berputar. Jika kumpulan kutub diberi arus searah maka pada permukaan kutub akan timbul medan magnet searah yang berputar dan kecepatannya sama dengan kecepatan putaran kutub yang menginduksi lilitan stator. Proses pembangkitan tegangan yang terinduksi pada generator sesuai pada gambar :



Gambar 2.1 Pembangkitan tegangan induksi generator

Sumber : Alphensus Joni,2013)

Jika rotor diputar dalam pengaruh medan magnet maka akan terjadi perpotongan medan magnet oleh lilitan kawat rotornya. Hal ini akan menimbulkan tegangan induksi. Tegangan induksi yang paling besar terjadi saat rotor menepati (a) dan (c) yaitu saat mengalami perpotongan medan magnet secara maksimum oleh penghantar. Dan ketika berada pada posisi gambar (b) yaitu posisi jangkar akan menghasilkan tegangan nol karena tidak terjadi perpotongan medan magnet dengan penghantar pada jangkar.



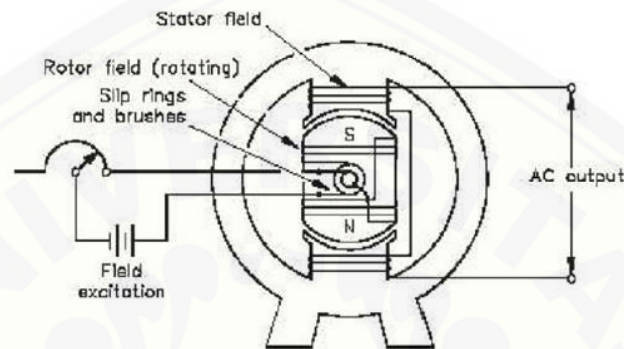
Gambar 2.2 tegangan rotor yang dihasilkan

Sumber : (Alphensus joni, 2013)

Ketika ujung belitan rotor dihubungkan dengan slip ring seperti pada gambar, maka dihasilkan listrik arus bolak-balik berbentuk sinusoidal. Bila ujung belitan rotor dihubungkan dengan komulotor satu cincin dengan dua belahan, maka dihasilkan listrik DC dengan gelombang posistif.

2.3 Kontruksi Generator AC

Generator AC umumnya dirancang sedemikian rupa agar lilitan tempat terjadinya GGL induksi tidak bergerak. Sedangkan kutub- kutub yang terdapat pada generator AC akan menimbulkan medan magnet yang berputar. Kontruksi generator AC seperti pada gambar tersebut.



Gambar 2.3 kontrksi generator AC

Sumber : (Alphensus Joni, 2013)

Bagian utama dari generator AC adalah stator dan rotor. Pada stator terdapat inti stator dan lilitan statornya, sedangkan pada rotor terdapat kutub- kutub, lilitan penguat, slip ring, dan sumbu.

Berikut penjelasan mengenai bagian – bagian dari generator arus bolak-balik (AC), sebagai berikut :

a. Rotor

Rotor merupakan bagian dari generator yang berputar. Terdapat kutub-kutub magnet dengan lilitan yang menghasilkan medan magnet serta pada rotor ini dapat menginduksikan kepada bagian statornya melalui celahyang terdapat diantara stator dan rotor.

b. Stator

Stator merupakan bagian generator yang diam atau tidak berputar. Bagian-bagian dari stator tersusun dari plat- plat stator yang memiliki alur- alur yang dipergunakan sebagai tempat lilita dari stator tersebut. Fungsi lilitan pada stator ini yaitu tempat terjadinya proses induksi (GGL) dari proses kerja generator.

c. Rangka Stator

Rangka stator biasanya terbuat dari besi. Rangka stator merupakan wadah atau rumah utama dari bagian- bagian generator lainnya.

d. Slip Ring

Slip Ring terpasang pada poros dengan memakai bahan isolasi, slip ring ini biasanya terbuat dari bahan tembaga atau kuningan. Slip ring bekerja secara berputar bersamaan dengan putaran poros utama dari rotor. Jumlah slip ring terdapat dua buah yang masing- masing menggesek carbon brush atau sikat arang yang merupakan sikat negatif dan sikat positif, fungsi dari sikat- sikat ini yaitu untuk mengalirkan arus penguat magnet kepada lilitan magnet yang terdapat pada poros utama rotor.

e. Penguat Generator

Penguat generator merupakan generator Dc atau arus searah yang digunakan sebagai sumber arus. Generator Dc ini biasanya telah ter-couple dengan mesin pemutarnya bersamaan dengan poros utama generator utama.

2.4 Generator dengan Motor Sebagai Komponen Utamanya.

Sebuah motor listrik dapat difungsikan sebagai generator. Proses ini dinamakan motor induksi. Motor induksi bekerja berdasarkan induksi medan magnet dari stator ke rotornya, arus rotor motor induksi tidak didapatkan dari sumber lain melainkan arus yang terinduksi yang terjadi akibat adanya perbedaan relatif antara putaran motor dengan medan putar yang dihasilkan dari arus stator. Motor induksi memiliki kecepatan putar rotor (n_r) selalu lebih kecil dari kecepatan sinkron (n_s) sedangkan kecepatan putar rotor pada generator induksi arus dibuat lebih besar daripada kecepatan sinkronnya.

Generator induksi dapat dioperasikan dengan menghubungkan motor utama ke motor induksi penggerak mula- mula, misalnya mesin diesel atau motor listrik lain serta dari putaran turbin pada pembangkit listrik tenaga angin. Pada generator induksi nilai slip harus bernilai negatif agar generator induksi dapat mengeluarkan tegangan pada kedua ujung lilitan pada kumparan stator. Dalam proses

pengubahan motor induksi sebagai generator dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti.

2.4.1 Pengaruh Penggerak Utama

Generator dikatakan bekerja apabila rotor yang berada pada generator diputar oleh penggerak utama atau *prime over*. Prime over terbagi dalam dua kelompok yaitu kecepatan tinggi dan kecepatan rendah. Kecepatan tinggi biasanya terdapat pada turbin pembangkit listrik tenaga gas sedangkan yang kecepatan rendah terdapat pada pembangkit listrik tenaga angin atau air. *Prime over* ini harus dalam kondisi stabil dalam memutar rotor generator induksi baik tanpa beban maupun saat *output* generator terhubung dengan beban.

2.4.2 Pengaruh Magnet Yang Digunakan

Pada pengubahan motor pompa air menjadi generator induksi salah satu yang mempengaruhi hasil dari perancangan generator induksi tersebut yaitu jenis magnet serta ukuran magnet yang digunakan dalam pembuatan generator induksi. Dimana semakin besar magnet dengan luas penampang magnet yang besar maka keluaran generator induksi akan lebih baik dengan pemasangan yang disesuaikan dengan rotor dari motor yang digunakan.

2.5 Kecepatan Motor sebagai Generator

Motor terdiri dari bagian yaitu rotor dan stator, stator adalah bagian dari motor yang diam dan rotor adalah bagian dari motor yang berputar karena adanya gaya gerak listrik pada stator motor. Untuk mengetahui putaran pada motor menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Nr = \frac{120 \cdot f}{p} \text{ (rpm)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan : f

P = Jumlah Kutub (*Pole*)

f = Frekuensi (Hz)

Untuk generator putaran rendah kecepatan putar rotor sesuai dengan parameter putara rendah, sehingga frekuensi berubah ubah. Untuk mengetahui frekuensi dapat menggunakan persamaan 2.1. Gaya gerak listrik induksi generator dapat diketahui dengan persamaan sebagi berikut.

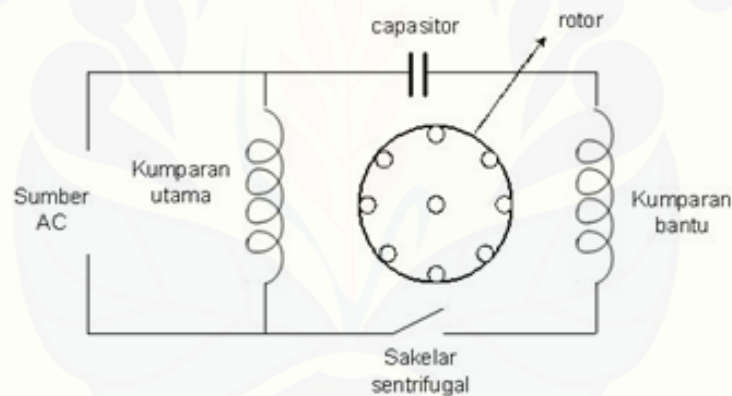
$$V_{RATED} = Na.\sqrt{2}.\omega m.SRi.Lstk.Kw.Bg \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

- Lstk (Lengthsteak) = Tebal stator (cm)
 SRi (Stator Raius Iner) = Jarak pusat rotor ke stator dalam (cm)
 Kw = Faktor lilitan
 ωm = Kecepatan motor (rpm)

2.6 Proses Terbentuknya Generator Induksi

Dalam proses perubahan motor induksi menjadi generator induksi yaitu berdasarkan konsep generator dengan pembangkitan GGL induksi dan hukum Faraday dikarenakan kemagnetan yang terdapat dalam rotor motor induksi lebih kecil daripada generator. Dalam penelitian ini menggunakan motor pompa air dan proses induksi pada motor pompa air dapat dijelaskan seperti berikut :



Gambar 2.4 Ekivalen motor pompa air saat rotor berputar

Sumber : (<http://rizkitomy10.blogs.uny.ac.id>)

Motor pompa air biasanya berjenis motor kapasitor yang terhubung seri dengan belitan bantu dan saklat sentrifugal untuk memperbesar kopel awal atau proses start. Jika pada belitan utama diberikan sumber arus maka akan terjadi medan magnet putar (fluks magnet). Dengan adanya lilitan bantu dan kapasitor maka ada beda fasa diantar keduanya, disinilah terjadi fluks magnetik dan resultan gaya sehingga motor dapat berputar. Saat rotor memiliki sisamagnet saat diputar dengan penggerak utama maka akan timbul GGL induksi pada kumparan statornya.

Pada gambar 4 terdapat lilitan utama dan lilitan bantu, apabila rotor diputar dengan penggerak utama (prime mover) maka pada lilitan tersebut akan timbul GGL induksi dengan beda fasa, sehingga akan saling mengisi kapasitor. Setiap perubahan polaritas akan menaikkan tegangan, arus, medan magnet, dan GGL induksi menjadi dua kali lipat. Proses ini akan terus berlangsung sampai muatan kapasitor penuh sehingga generator induksi siap dihubungkan dengan beban.

Untuk terbentuknya generator dengan putaran rendah, pada rotor perlu ditambahi magnet permanent agar daya keluaran lebih besar, sedikit rugi-rugi dan dapat berputar dengan torsi yang kecil.

2.6.1 Magnet Permanent Neodymium

Magnet Neodymium merupakan magnet tetap yang paling kuat, magnet Neodymium (juga dikenal sebagai NdFeB, NIB, atau magnet Neo) merupakan sejenis magnet tanah jarang, terbuat dari campuran logam Neodymium. (Adetya, 2012) magnet tetap itu sendiri adalah magnet yang tidak membutuhkan bantuan atau tenaga dari luar untuk menghasilkan daya magnet atau berelektromagnetik.



Gambar 2.5 Magnet Permanent Neodymium

Sumber : <https://www.google.co.id/search?q=magnet+neodymium+gambar&safe>

2.7 Mikrokontroler Arduino Uno

Mikrokontroler arduino uno adalah mikrokontroler berbasis Atmega28 dengan 14 pin digital input dan output. Berikut tabel spesifikasi yang terdapat pada arduino uno :

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

| Nama | Keterangan |
|---------------------|------------|
| Tegangan Operasi | 5 volt |
| Chip Mikrokontroler | Atmega328p |

| | |
|----------------------------|---|
| Tegangan Input Rekomendasi | 7 volt – 12 volt |
| Limit Tegangan Input | 6 volt – 12 volt |
| Digital I/O pin | 14 pin dan 6 bisa untuk PWM |
| Analog Input | 6 Pin |
| Arus DC per pin I/O | 20 mA |
| Arus DC pin 3,3 volt | 50 mA |
| EEPROM | 1 KB (Atmega328) |
| Memori <i>Flash</i> | 32 KB (Atmega328) dan telah digunakan 0,5 KB untuk <i>bootloader</i> |
| SRAM | 2 KB (Atmega328) |
| Dimensi | 68,6 mm x 53,4 mm |
| <i>Clock Speed</i> | 16 MHz |
| Berat | 5,1 gram |

2.8 *Liquid Cristal Display*

Liquid Cristal Display (LCD) merupakan suatu media penampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD banyak digunakan didunia elektronika sebagai media penampil indikator maupun penampil input dan output suatu proses dari kerja sistem elektronik.

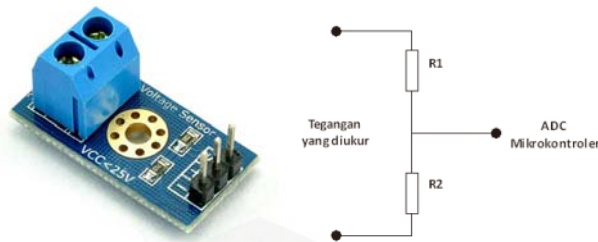


Gambar 2.6 *Liquid Cristal Display 16x2*

Sumber : www.leselektronika.com

2.9 **Sensor Tegangan**

Sensor tegangan merupakan alat ukur untuk membaca nilai suatu tegangan. Nilai tegangan tersebut akan dikonversi menjadi bilangan ddigita (ADC) pada mikrokontroller yang digunakan. Bekerjanya dengan perbandingan tegangan trukur dengan tegangan yang dibaca mikrokontroller arduino.

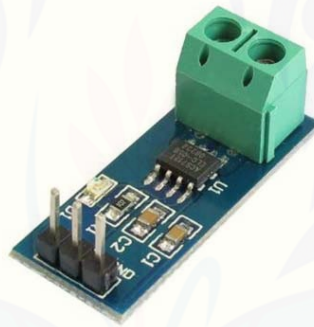


Gambar 2.7 Sensor Tegangan

Sumber : www.arduino.cc

2.10 Sensor Arus

Untuk mengetahui nilai output suatu alat dapat menggunakan sensor arus untuk pembacaan pengukurannya. Dengan Sensor arus yang digunakan harus disesuaikan dengan alat yang akan diukur.



Gambar 8 Sensor Arus ACS712

Sumber : (www.Tokopedia.com)

2.11 Sensor Kecepatan

Sensor kecepatan biasanya digunakan untuk mengukur kecepatan benda yang berputar. Salah satu jenis sensor yaitu sensor speed sensor counter module sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi kecepatan motor, RPM, pengukur putaran, tachometer dan sebagainya. Sensor ini mendeteksi lewat celah pada sensor kemudian akan menghasilkan sinyal output high TTL ketika sudah mulai mendeteksi putaran tersebut. Kelebihan pada sensor ini yaitu terdapat indikator high dan low output yang terdeteksi.



Gambar 9 Sensor Kecepatan

Sumber : (www.bukalapak.com)



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pembahasan pada bab metodologi penelitian dijelaskan beberapa hal pokok yaitu tempat dan waktu penelitian. Alat dan bahan yang digunakan, tahapan penelitian, Diagram alir kerja dari mikrokontroler, blok diagram dan perancangan sistem, desain alat, alur perancangan alat, spesifikasi motor pompa, dan proses terjadinya generator itu sendiri.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

a. Tempat Penelitian.

Adapun tempat penelitian, pengambilan data, dan analisis secara umum dilakukan di :

Tempat : Laboratorium Renewable Energy Center for Development of Advance Science and Technology (CDAST) Universitas Jember.

Alamat : Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegalboto Jember 68121

b. Waktu penelitian ini dimulai pada bulan Desember 2018 – April 2019, dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 3.1 Rencana dan Jadwal Pelaksanaan Penelitian

| NO | Kegiatan | Minggu/Bulan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|--------------|---|---|---|---------|---|---|---|----------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|
| | | Desember | | | | Januari | | | | Februari | | | | Maret | | | | April | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Studi literatur | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Rancangan bangun | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 3 | Pengukuran dan pengambilan data | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | Analisa data dan pembahasan | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Penyusunan laporan | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |

Keterangan :



: Kegiatan Dilaksanakan

3.2 Alat dan Bahan

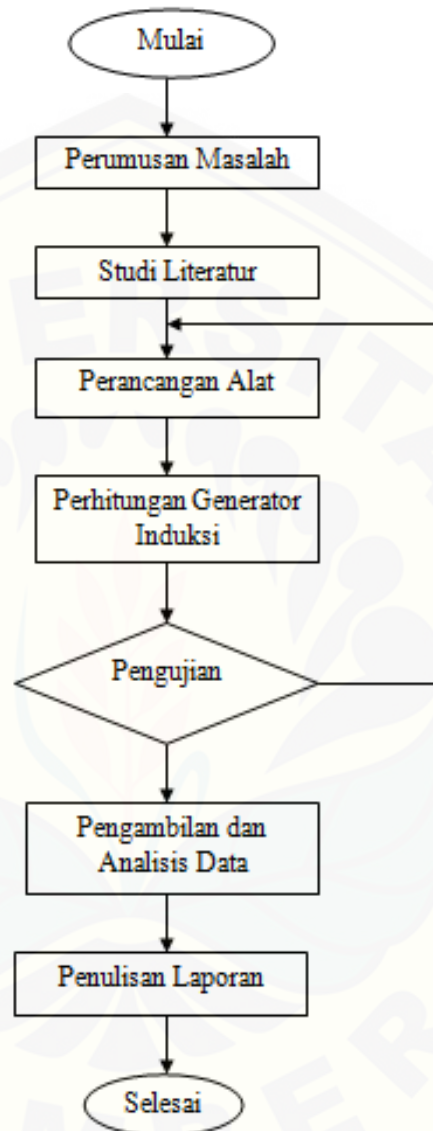
Alat yang digunakan pada penelitian ini, sebagai berikut :

1. Tachometer
2. Avometer
3. Voltage Regulator
4. Kunci pas
5. Kunci Ring
6. Palu
7. Tang Potong dan Tang Kombinasi
8. Solder
9. Trekkel Dua Mata

Beberapa bahan komponen yang diperlukan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Mesin Pompa Air
2. Magnet Permanen Neomedium 3x1 cm.
3. Kawat *email* 0,3 mm
4. Mika 0,2 mm
5. Hub 8 mm
6. Sensor Arus ACS712
7. Sensor Tegangan
8. Speed Sensor Counter

3.3 Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Tahapan Pelaksanaan Penelitian (Sumber : Penulis)

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Tahap awal pelaksanaan penelitian ini adalah dengan mencari literatur dari hasil penelitian sebelumnya melalui buku atau internet untuk mengetahui karakteristik komponen sistem, prinsip kerja serta teori yang menunjang lainnya.

Diharapkan dengan literatur yang telah didapatkan dapat memberikan arahan untuk mengurangi kesalahan dalam penelitian.

2. Perancangan Alat

Tahapan ini merupakan tahap merancang konstruksi secara sistematis dari alat yang akan dilakukan penelitian. Diharapkan dari proses perancangan konstruksi yang sistematis ini, alat yang nantinya akan diteliti dapat terbentuk. Hal – hal lain yang dilakukan yaitu seperti pembongkaran, dan modifikasi rotor dan stator.

3. Perhitungan Rotor dan Stator

Setelah perancangan alat terbentuk, maka dilakukan perhitungan kecepatan rotor, torsi, diameter kawat, jumlah lilitan dan perhitungan lainnya.

4. Pengujian

Setelah perhitungan selesai, maka dilakukan pengujian terhadap kinerja generator mulai dari kecepatan putaran rotor dan keluaran kinerja dari stator, seperti tegangan yang dihasilkan baik tanpa beban atau tidak berbeban

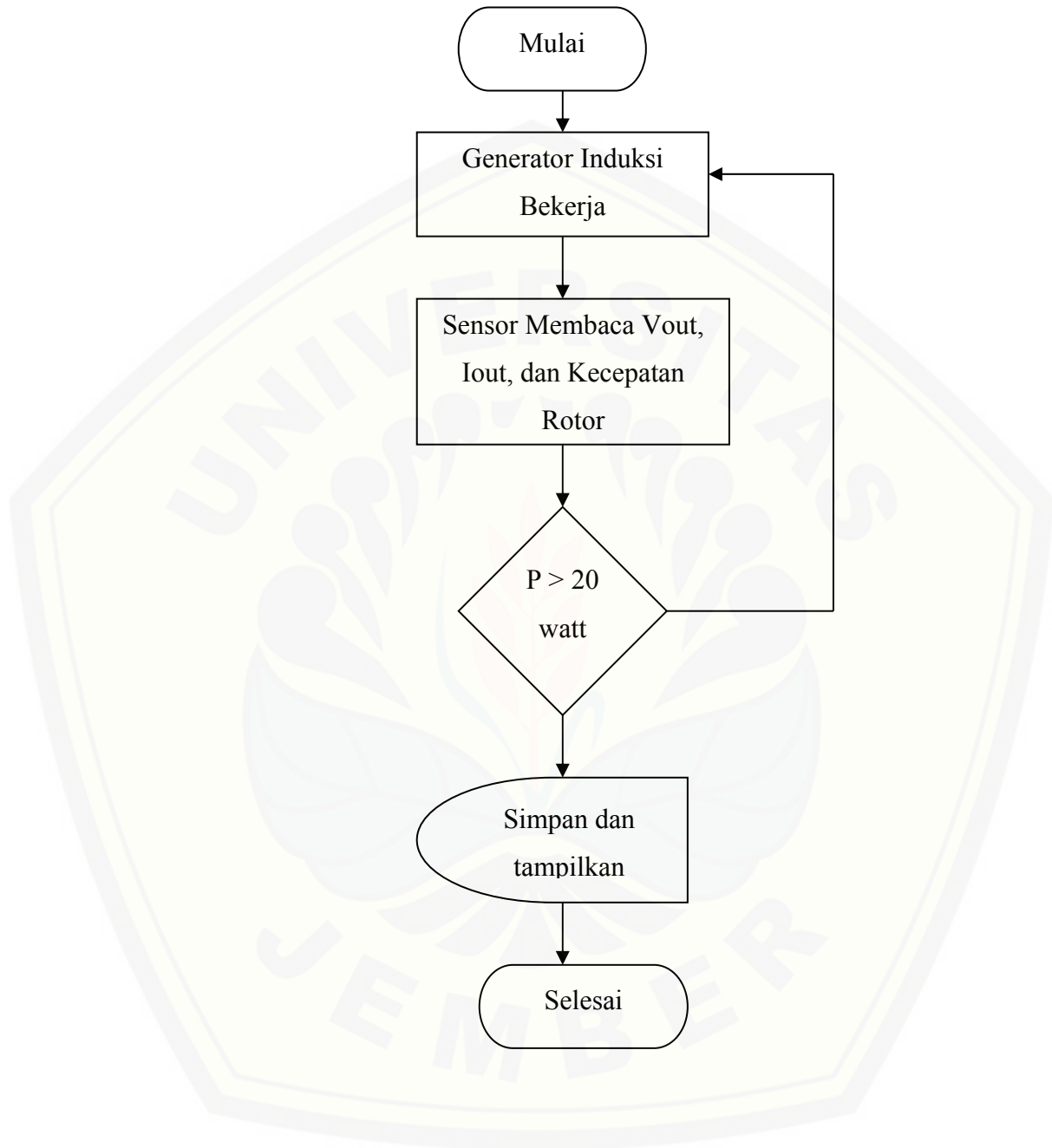
5. Analisa dan Pengambilan Data

Setelah melakukan pengujian pada keseluruhan sistem dan memastikan bekerja dengan baik dan hasilnya memenuhi target, maka yang dilakukan selanjutnya adalah pengambilan data yang diperlukan untuk kemudian dianalisa dari data yang telah didapatkan. Analisa yang dilakukan adalah hasil tegangan yang dihasilkan, arus yang dihasilkan, kecepatan, dan daya yang dihasilkan.

6. Penyusunan Laporan

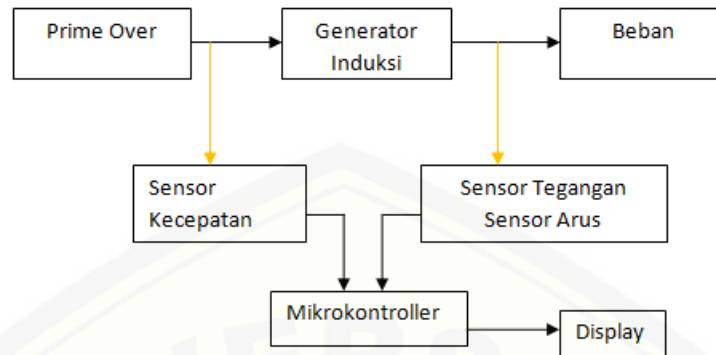
Pada tahap akhir ini, hasil pengambilan data dan analisa dimasukkan ke pembahasan. Kemudian, dari apa yang telah dianalisa dapat ditarik beberapa kesimpulan yang menyangkut kinerja dari alat yang dibuat dan memberikan saran untuk memperbaiki kekurangan yang ada, kemungkinan pengembangan, serta penyempurnaan alat di masa mendatang.

3.4 Diagram Alir Kerja Mikrokontroller



Gambar 3.2 Diagram Alir Kerja Mikrokontroller

3.5 Blok Diagram dan Perancangan Sistem

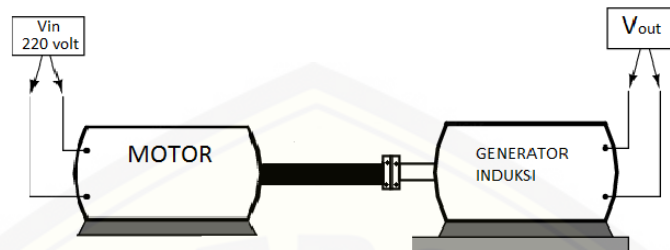


Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem (sumber : Peneliti)

Prinsip kerja pada penelitian ini seperti yang telah digambarkan pada gambar 7 diagram blok kerja sistem penelitian. Pada penelitian ini dalam memodifikasi motor DC 1 fasa dari motor pompa air dengan merk shimizu dengan mengubahnya menjadi generator induksi satu fasa. Proses perubahan tersebut dengan memodifikasi sistem kerja awal dari motor pompa air tersebut pada bagian rotor serta pada bagian rotor generator..

Berdasarkan gambar blok diagram sistem perancangan alat yaitu digunakannya sensor kecepatan untuk mengetahui kecepatan dari rotor generator induksi yang terkopel dengan *prime over*. Kemudian output generator akan dihubungkan dengan beban serta monitoring hasil dari output generator tersebut menggunakan sensor arus dan sensor tegangan. Hasil dari pembacaan sensor – sensor tersebut akan diproses oleh mikrokontroller yang akan ditampilkan pada display yang digunakan.

3.6 Desain Alat



Gambar 3.4 Rencana Konstruksi Perancangan Alat

Berdasarkan pada Gambar konstruksi tersebut terdapat komponen utama yang menjadi objek penelitian ini yaitu generator induksi. Pada generator induksi tersebut terdapat komponen utama yaitu sebagai berikut :

1. Stator



Gambar 3.5 Stator Motor Pompa Air.

Stator merupakan bagian generator yang diam atau tidak berputar. Bagian-bagian dari stator tersusun dari plat- plat stator yang memiliki alur- alur yang dipergunakan sebagai tempat lilitan dari stator tersebut. Fungsi lilitan pada stator ini yaitu tempat terjadinya proses induksi (GGL) dari proses kerja generator. Pada bagian stator ini agar daya magnetisasi pada generator ini besar yaitu dengan cara

melilit ulang stator. Untuk dapat mlilit ulang sebuah stator harus mengetahui torsi motor, fluks per kutub pada kumparan, winding faktor, kemudian jumlah belitan total, dan jumlah belitan per slot nya.

Menurut Syed A. Nasar, 2010 persamaan untuk menghitung lebar torsi sebagai berikut :

$$\tau = \frac{D_i}{2P_i} \quad (1)$$

Keterangan :

τ : Torsi motor (m)

D_i : Diameter dalam stator.

P_i : Jumlah pasang kutub.

Persamaan untuk menghitung flux per kutub pada kumparan utama sebagai berikut :

$$\Phi_m = \frac{2}{\pi} \cdot K_{dis} \cdot B_g \cdot \tau \cdot L \quad (2)$$

Keterangan :

Φ_m : flux per kutub

K_{dis} : Jumlah pasang kutub.

B_g : *Density Flux*

τ : Torsi motor

L : Panjang Inti stator

Persamaan untuk menghitung *winding* faktor sebagai berikut :

$$K_{wm} = \frac{\sin\left(\frac{coilspan}{2}\right)}{2} \times \frac{\sin\left(\frac{ncppxslotpitch}{2}\right)}{ncppx \sin\left(\frac{slotpitch}{2}\right)} \quad (3)$$

Keterangan :

K_{wm} : *winding* faktor stator.

Coil span : Jarak antara coil kutub pertama dengan kutub kedua.

Nc : Jumlah slot dibagi jumlah kutub dibagi jumlah fasa.

Slot pitch : jarak antara slot pertama sampai slot kutub kedua.

Persamaan untuk menghitung jumlah lilitan sebagai berikut:

$$N_m = \frac{E_m}{\pi \sqrt{2} \Phi_m K_{wm} f_{in}} \quad (4)$$

Keterangan :

N_m : Jumlah lilitan keseluruhan pada stator.

E_m : Ggl induksi.

Φ_m : Flux magnet per slot

f_{in} : Frekuensi

Persamaan untuk menghitung jumlah lilitan per slot sebagai berikut :

$$n_{sm} = \frac{N_m}{q_m P_1} \quad (5)$$

Keterangan :

n_{sm} : Jumlah lilitan per slot

q_m : ketetapan lilitan.

P_1 : Jumlah pasang kutub.

2. Rotor



Gambar 3.6 Rotor Pada Motor Pompa Air.

Rotor merupakan bagian dari generator yang berputar. Terdapat kutub- kutub magnet dengan lilitan yang menghasilkan medan magnet serta pada rotor ini dapat menginduksikan kepada bagian statornya melalui celah yang terdapat diantara stator dan rotor. Pada rotor ini akan akan dimodifikasi dengan penambahan magnet permanent untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal dari putaran rotor terhadap output yang dihasilkan.

3.7 Alur Perancangan Alat

Alur perancangan alata yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu :

a. Pembongkaran dan Pengecekan Motor

Tahap awal dari proses perancangan alat pada penelitian ini dimulai dari pembongkaran motor dengan badan mesin pompa air. Proses pembongkaran ini ditujuka untuk memisahkan bagian motor dengan bagian mesin hisap pompa air. Kemudian membongkar rumah stator untuk melepaskan bearing pada rotor sehingga pada saat akan dilakukannya modifikasi pada rotor lebih mudah, karena bagian rotor ini terkopel langsung dengan bagian mesin pompa air. Setelah selesai proses pembongkaran kemudian pengecekan kondisi motor baik atau tidaknya.

b. Modifikasi Bagian Rotor

Rotor yang digunakan pada penelitian ini yaitu rotor dengan jenis rotor sangkar. Pada proses ini yaitu dengan memodifikasi bagian rotor dengan penambahan magnet yang disediakan. Penambahan diawali dengan pelepasan rotor dari inti besi yang menjadi poros utama dari rotor.

c. Modifikasi Bagian Stator

Pada penelitian ini stator yang digunakan yaitu stator tunggal dengan dua lilitan bantu dan dua lilitan utama. Kemudian dengan memnghubungkan ujung kawat lilitan utama dengan ujung lilitan kawat bantu untuk mementukan arah putar dari kerja stator dan mengecek kualitas sambungan lilitan. Kawat yang digunakan untuk lilitan pada stator dengan diameter 0,3 mm serta penambahan *siegellack* atau *varnish* kawat agar kumparan dapat menyatu dengan baik dan dapat tahan terhadap getaran.

d. Penggabungan Generator dengan *prime over*.

Setelah proses modifikasi motor tersebut dan telah berubah menjadi generator maka akan dilakukan pengujian dengan mengabungkan generator induksi yang baru dengan *prime over*.

3.8 Spesifikasi Motor Pompa Air

3.8.1 Spesifikasi mesin motor pompa air yang akan digunakan sebagai generator induksi pada penelitian ini yaitu :

Tabel 3.2 Spesifikasi Motor Pompa Air Tipe PS135E Sebagai Generator Induksi

| | |
|--------------------|------------------------------|
| Tegangan | 220 Volt |
| Daya Output | 125 Watt |
| Daya Input | 0.3 Kilo Watt |
| Head | 5 meter / kapaasitas 28l/min |
| Pipa Hisap | 1 Inch |
| Panjang Pipa Hisap | 9 Meter |
| Daya Dorong | 33 Meter |

3.8.2 Spesifikasi mesin motor MODERN M-2100C yang akan digunakan sebagai *prime over* pada penelitian ini yaitu :

Tabel 3.3 Spesifikasi Motor MODERN M-2100C sebagai *Prime Over*.

| | |
|-----------------|------------|
| Tegangan | 220 Volt |
| Daya Output | 350 Watt |
| Frekuensi | 50-60 Hz |
| Kecepatan Putar | 2200 r/min |

3.9 Proses Pengujian Generator

Pada proses pengujian pada penelitian ini akan dilakukan pengambilan data guna analisa kinerja dari penelitian ini. Pada pengujian ada dua tahapan yang pertama pengujian kinerja generator induksi yang telah dirancang dengan pengambilan dan analisa data hasil output yang dihasilkan kemudian akan dilanjutkan dengan pengujian yang berhubungan dengan variasi beban dari lampu LED yang telah disediakan. Pada pengujian ini dilakukan dengan perubahan nilai

kapasitor yang digunakan guna menganalisa hasil output dari kinerja generator induksi saat tanpa beban dan saat berbeban. Serta pengaruh adanya kapasitor terhadap perancangan motor pompa air sebagai generator induksi.

Berikut tabel data dilakukannya proses pengujian pada penelitian ini yaitu:

Tabel 3.4 Tabel Pengujian Generator Tanpa Beban.

| Kecepatan Rotor (Rpm) | Tegangan AC (Volt) | Tegangan DC (Volt) |
|-----------------------|--------------------|--------------------|
| 100 | - | - |
| 200 | - | - |
| 300 | - | - |
| 400 | - | - |
| 500 | - | - |
| 600 | - | - |
| 700 | - | - |
| 800 | - | - |
| 900 | - | - |
| 1000 | - | - |

Tabel 3.5 Tabel Pengujian Generator Dengan Beban.

| Kecepatan Rotor (Rpm) | Variasi Beban (Watt) | Tegangan (Volt) | Arus (A) | PG (watt) | PT (watt) | Eror Persen (%) |
|-----------------------|----------------------|-----------------|----------|-----------|-----------|-----------------|
| - | 15 | - | - | - | - | - |
| - | 25 | - | - | - | - | - |
| - | 40 | - | - | - | - | - |
| - | 65 | - | - | - | - | - |

3.9.1 Pengujian dengan Perhitungan

Untuk menghasilkan Gaya gerak listrik generator berbeban keseluruhan pada rangkaian dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$E_a = 4,44 \cdot f \cdot N \cdot \Phi_{\max} \frac{N_s}{N_p h} \quad (7)$$

Keterangan :

E_a : GGL induksi keseluruhan (volt)

f : frekuensi (Hz).

N : Jumlah lilitan (lilitan).

Φ_{\max} : Flux (webber)

N_s : Jumlah pasang kutub (*Pole*)

N_{ph} : Jumlah fasa (fasa)

Dari rangkaian pada generator, nilai induktansi stator dirubah dalam bentuk resistansi supaya dapat menghitung impedansi. Sehingga dapat diketahui menggunakan persamaan berikut :

$$X_s = 2\pi fL \quad (8)$$

Keterangan :

L : impedansi stator (Henri)

f : Frekuensi (Hz)

Dari perhitungan X_s , dapat diketahui impedansi nya dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + X_s^2} \quad (9)$$

Keterangan :

Z : Impedansi

R_1 : Resistansi stator (Ω)

R_2 : Resistansi Beban (Ω)

X_s : Resistansi induktansi (Ω)

Dari perhitungan impedansi kemudian dapat dicari arus ketika dibebani menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{E_a}{Z} \quad (10)$$

Keterangan :

I : arus berbeban (ampere)

E_a : GGLinduksi keseluruhan pada rangkaian

Z : impedansi

Dari perhitungan arus ketika dibebani, kemudian dapat dicari besar tegangan ketika berbeban dengan persamaan sebagai berikut :

$$V_{Beban} = I.R \quad (11)$$

Keterangan :

V_{beban} : Tegangan ketika berbeban (volt)

I : arus ketika berbeban (ampere)

R : Resistansi Beban (Ω)

Kemudian untuk mengetahui nilai daya keluaran generator menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = V.I \quad (12)$$

Keterangan :

P : daya generator ketika berbeban (watt)

V : tegangan generator ketika berbeban (Volt)

I : Arus ketika berbeban (ampere)

Kemudian *error persen* daya diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Error = \left| \frac{H_{Perhitungan} - H_{Pengukuran}}{H_{Perhitungan}} \right| \times 100\% \quad (13)$$

Keterangan :

Error persen : Persentase selisih daya ukur dengan daya hitung (%)

$H_{perhitungan}$: daya perhitungan (watt)

$H_{Pengukuran}$: daya pengukuran (watt)

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian generator induksi satu fasa putaran rendah yang telah dilakukan pengujian maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Perancangan generator induksi satu fasa putaran rendah dengan memodifikasi motor pompa air yang semua 120 lilitan 2 kutub terdiri dari 67 lilitan utama dan 53 lilitan bantu, sedangkan generator induksi satu fasa putaran rendah ini menggunakan 500 lilitan 12 kutub terdiri dari 500 lilitan utama dan tidak menggunakan lilitan bantu. Dililit dengan arah yang berlawanan sehingga terjadi GGL induksi ketika rotor berputar. Menggunakan magnet neodmium persegi 30mm x 10 mm x 5mm dengan dua kutub yaitu utara dan selatan. Rotor berdiameter 7 cm dengan dikelilingi 12 magnet neodmium dengan kutub yang berlawanan.
2. Dari data yang diperoleh dari pengujian generator induksi satu fasa putaran rendah daya yang dihasilkan oleh generator induksi ketika menggunakan variasi beban 5 watt sampai dengan 65 watt, daya yang dihasilkan oleh generator induksi hanya mencapai 9 watt sampai 12,2 watt AC, daya mencapai 12, 2 watt ketika dihubungkan dengan bebani lampu pijar 40 watt dengan kecepatan putar rotor sebsar 1000 rpm, daya keluaran generator tidak mencapai target sebesar 20 watt dikarenakan dipengaruhi besar resistansi beban yang diberikan, sehinggat daya yang dihasilkan generator tidak mencapai target, juga dimensi yang digunakan kurang besar, penampang kawat email yang digunakan juga kecil, kemudian melilit dengan tangan sehingga kerapatan lilitannya berbeda beda setiap kutub sehingga mempengaruhi daya keluaran dari generator.

5.2 Saran

Setelah dilakukannya penelitian ini maka penelti menyarankan untuk penelitian selanjutnya yaitu.

1. Menggunakan magnet neodymium dengan luas penampang yang lebih besar disesuaikan dengan rotor dan panjang kumparan agar medan magnet menginduksi lilitan pada stator secara optimal.
2. Untuk menghasilkan 20 watt menggunakan motor dengan dimensi yang lebih besar, memiliki jumlah slot yang banyak sehingga kutubnya banyak, serta jumlah belitan yang semakin banyak lagi agar tegangan yang dibangkitkan besar.



DAFTAR PUSTAKA

Syed A. Nasar, 2010. The Induction Machines Design Handbook Second Edition. Amerika, Taylor and Francis group LLC.

Joni, Alpensus, 2013. Pemanfaatan Generator Induksi Satu Fasa Sebagai Generator, Prodi Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

Chapallaz, 2002, J.M., J.Dos Ghali, P.Eichenberger, G. Fisher, *Manual on Induction Motors Used as Generators*, GTZ, Eschborn.

Madyantoro, Catur Denes. 2014. Desain Dan Pembuatan Motor Induksi Satu Fasa 750 Watt Split Capacitor. *Skripsi*. Jember : Teknik Elektro Universitas Jember

Sunyoto. 1993. *Mesin listrik arus searah*. Yogyakarta: FPTK IKIP Yogyakarta

Atmojo, Nur Habib, 2013. Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Dengan Metode *Burst Firing*, Prodi Teknik Elektro Universitas Negeri Malang, Malang

Zulfikar, Nusyirwan, Rakiman. 2010. Kajian Eksperimental Jumlah Sudu Terhadap Torsi Dan Putaran Turbin Savonius Type U, Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang, Padang.

Effendy, Machmud. 2009. Rancang Bangun Motor Induksi Sebagai Generator (MISG) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrihidro, Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.

www.shimizu.co.id/products/ps-135-e (diakses pada tanggal 25 Agustus 2018)

<https://stefanuswindarhariadi.wordpress.com/2012/07/01/generator-sinkron/>

(diakses pada tanggal 29 Agustus 2018)

<https://www.arduino.cc> (diakses pada tanggal 29 Agustus 2018)

<http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-motor-induksi-1-fasa/> (diakses pada tanggal 29 Agustus 2018)

http://backupkuliah.blogspot.com/2013/06/generator-induksi_2765.html (diakses pada tanggal 25 September 2018)

<http://pengertianahli.id/2014/04/pengertian-generator-apa-itu-generator.html>

(diakses pada tanggal 25 September 2018)

LAMPIRAN

A. Perhitungan – Perhitungan

Diketahui : $B_g = 0,6- 0,75$ Tesla
 $K_{dis} = 0,9$
 $L = 3$ cm = 0,03 mm
 $D_{stator} = 9$ cm = 0,09 mm
 $P_i = 6$ Pasang Kutub
 Coil Span = 30°
 Slot pich = 15°
 Jumlah slot = 24 Slot
 JumlahKutub = 12 Kutub

Ditanya : Jumlah Lilitan ?

Jawab :

➤ Menghitung Torsi

$$\tau = \pi \frac{D_{stator}}{2P_i}$$

$$= 3,14 \frac{9 \times 10^{-2}}{12}$$

$$= 0,02355 \text{ Nm}$$

➤ Menghitung flux Per Kutub Kumparan Utama

$$\Phi_m = \frac{2}{\pi} \cdot K_{dis} \cdot B_g \cdot \tau \cdot L$$

$$= \frac{2}{3,14} \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,02354 \cdot 0,03$$

$$= 0,0002835 \text{ Webber}$$

➤ Ncnp

$$ncpp = \frac{\text{JumlahSlot}}{\frac{\text{Jumlahkutub}}{\text{Jumlahfasa}}}$$

$$= \frac{24}{12}$$

$$= 2$$

- Menghitung Winding Faktor

$$K_w = \sin\left(\frac{\text{Coilspan}}{2}\right) \times \frac{\left(\sin\left(ncpp \frac{\text{slotpitch}}{2}\right)\right)}{\left(ncpp \sin\left(\frac{\text{slotpitch}}{2}\right)\right)}$$

$$= \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right) \times \frac{\left(\sin\left(2 \frac{15^\circ}{2}\right)\right)}{\left(2 \sin\left(\frac{15^\circ}{2}\right)\right)}$$

$$= 0,494 \times \frac{0,6}{1,875}$$

$$= 0,158$$

- Menghitung Jumlah Lilitan Keseluruhan

$$E_m = \pi \sqrt{2} \Phi_m N_m K_{wn} f_{in}$$

$$N_m = \frac{E_m}{\pi \sqrt{2} \Phi_m K_{wn} f_{in}}$$

$$= \frac{0,96 \times 127,551}{4,44 \times 0,0002835 \times 0,158 \times 50}$$

$$= 12.342,842 \text{ Lilitan}$$

- Menghitung Jumlah Lilitan Per slot

$$n_{sm} = \frac{N_m}{q_m P_i}$$

$$= \frac{12.342,842}{4 \times 6}$$

$$= 512,285 \text{ Lilitan}$$

▪ **Perhitungan Tanpa Beban**

○ **Kecepatan 100 rpm**

$$K_w = \sin\left(\frac{\text{Coilspan}}{2}\right) \times \frac{\left(\sin\left(ncpp \frac{\text{slotpich}}{2}\right)\right)}{ncpp \sin\left(\frac{\text{slotpich}}{2}\right)}$$

$$= \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right) \times \frac{\left(\sin\left(2 \frac{15^\circ}{2}\right)\right)}{2 \sin\left(\frac{15^\circ}{2}\right)}$$

$$= 0,494 \times \frac{0,6}{1,875}$$

$$= 0,158$$

$$\begin{aligned} V_{RATED} &= Na \cdot \sqrt{2} \cdot \omega \cdot S \cdot R_i \cdot L_{stk} \cdot K_w \cdot B_g \\ &= 500 \cdot 1,414 \cdot 100 \cdot 0,04 \cdot 0,07 \cdot 0,158 \cdot 0,8 \\ &= 25,022 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{25,022 - 26}{25,022} \right| \times 100\% \\ &= 3,9\% \end{aligned}$$

○ **Kecepatan 200 rpm**

$$K_w = \sin\left(\frac{\text{Coilspan}}{2}\right) \times \frac{\left(\sin\left(ncpp \frac{\text{slotpich}}{2}\right)\right)}{ncpp \sin\left(\frac{\text{slotpich}}{2}\right)}$$

$$= \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right) \times \left(\frac{\sin\left(2 \frac{15^\circ}{2}\right)}{2 \sin\left(\frac{15^\circ}{2}\right)} \right)$$

$$= 0,494 \times \frac{0,6}{1,875}$$

$$= 0,158$$

$$\begin{aligned} V_{RATED} &= Na \cdot \sqrt{2} \cdot \omega m \cdot S R_i \cdot L s t k \cdot K w \cdot B g \\ &= 500 \cdot 1,414 \cdot 200 \cdot 0,04 \cdot 0,07 \cdot 0,158 \cdot 0,8 \\ &= 50,044 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Error &= \left| \frac{H_{Perhitungan} - H_{Pengukuran}}{H_{Perhitungan}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{50,044 - 50}{50,044} \right| \times 100\% \\ &= 0,08\% \end{aligned}$$

o **Kecepatan 300 rpm**

$$K_w = \sin\left(\frac{Coilspan}{2}\right) \times \left(\frac{\sin\left(ncpp \frac{slotpich}{2}\right)}{ncpp \sin\left(\frac{slotpich}{2}\right)} \right)$$

$$= \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right) \times \left(\frac{\sin\left(2 \frac{15^\circ}{2}\right)}{2 \sin\left(\frac{15^\circ}{2}\right)} \right)$$

$$= 0,494 \times \frac{0,6}{1,875}$$

$$= 0,158$$

$$V_{RATED} = Na \cdot \sqrt{2} \cdot \omega m \cdot S R_i \cdot L s t k \cdot K w \cdot B g$$

$$= 500.1,414.300.0,04.0,07.0,158.0,8$$

$$= 75,06\text{volt}$$

$$\text{Error} = \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{75,06 - 65}{75,06} \right| \times 100\%$$

$$= 13,3\%$$

o **Kecepatan 400 rpm**

$$K_w = \text{Sin} \left(\frac{\text{Coilspan}}{2} \right) \times \left(\frac{\text{sin} \left(\text{ncpp} \frac{\text{slotpitch}}{2} \right)}{\text{ncpp} \text{sin} \left(\frac{\text{slotpitch}}{2} \right)} \right)$$

$$= \text{Sin} \left(\frac{30^\circ}{2} \right) \times \left(\frac{\text{sin} \left(2 \frac{15^\circ}{2} \right)}{2 \text{sin} \left(\frac{15^\circ}{2} \right)} \right)$$

$$= 0,494 \times \frac{0,6}{1,875}$$

$$= 0,158$$

$$V_{\text{RATED}} = N_a \cdot \sqrt{2} \cdot \omega_m \cdot S R_i \cdot L_{\text{stk}} \cdot K_w \cdot B_g$$

$$= 500.1,414.400.0,04.0,07.0,158.0,8$$

$$= 100,08\text{volt}$$

$$\text{Error} = \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{100,08 - 87}{100,08} \right| \times 100\%$$

$$= 13,06\%$$

o **Kecepatan 500 rpm**

$$K_w = \text{Sin}\left(\frac{\text{Coilspan}}{2}\right) \times \left(\frac{\text{sin}\left(ncpp \frac{\text{slotpich}}{2}\right)}{ncpp \text{sin}\left(\frac{\text{slotpich}}{2}\right)} \right)$$

$$= \text{Sin}\left(\frac{30^\circ}{2}\right) \times \left(\frac{\text{sin}\left(2 \frac{15^\circ}{2}\right)}{2 \text{sin}\left(\frac{15^\circ}{2}\right)} \right)$$

$$= 0,494 \times \frac{0,6}{1,875}$$

$$= 0,158$$

$$\begin{aligned} V_{RATED} &= Na \cdot \sqrt{2} \cdot \omega \cdot S \cdot R_i \cdot L_{stk} \cdot K_w \cdot B_g \\ &= 500 \cdot 1,414 \cdot 500 \cdot 0,04 \cdot 0,07 \cdot 0,158 \cdot 0,8 \\ &= 125,110 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{125,110 - 105}{125,110} \right| \times 100\% \\ &= 16,07\% \end{aligned}$$

o **Kecepatan 600 rpm**

$$K_w = \text{Sin}\left(\frac{\text{Coilspan}}{2}\right) \times \left(\frac{\text{sin}\left(ncpp \frac{\text{slotpich}}{2}\right)}{ncpp \text{sin}\left(\frac{\text{slotpich}}{2}\right)} \right)$$

$$= \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right) \times \frac{\sin\left(2 \frac{15^\circ}{2}\right)}{2 \sin\left(\frac{15^\circ}{2}\right)}$$

$$= 0,494 \times \frac{0,6}{1,875}$$

$$= 0,158$$

$$\begin{aligned} V_{RATED} &= Na \cdot \sqrt{2} \cdot \omega m \cdot SRi \cdot Lstk \cdot Kw \cdot Bg \\ &= 500 \cdot 1,414 \cdot 600 \cdot 0,04 \cdot 0,07 \cdot 0,158 \cdot 0,8 \\ &= 150,132 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$Error = \left| \frac{H_{Perhitungan} - H_{Pengukuran}}{H_{Perhitungan}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{150,132 - 136}{150,132} \right| \times 100\%$$

$$= 9,4\%$$

o **Kecepatan 700 rpm**

$$K_w = \sin\left(\frac{Coilspan}{2}\right) \times \frac{\sin\left(ncpp \frac{slotpich}{2}\right)}{ncpp \sin\left(\frac{slotpich}{2}\right)}$$

$$= \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right) \times \frac{\sin\left(2 \frac{15^\circ}{2}\right)}{2 \sin\left(\frac{15^\circ}{2}\right)}$$

$$= 0,494 \times \frac{0,6}{1,875}$$

$$= 0,158$$

$$V_{RATED} = Na \cdot \sqrt{2} \cdot \omega m \cdot SRi \cdot Lstk \cdot Kw \cdot Bg$$

$$= 500.1, 414.700.0, 04.0, 07.0, 158.0, 8$$

$$= 175,15 \text{ volt}$$

$$\text{Error} = \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{175,15 - 149}{175,15} \right| \times 100\%$$

$$= 14,93\%$$

o **Kecepatan 800 rpm**

$$K_w = \text{Sin} \left(\frac{\text{Coilspan}}{2} \right) \times \left(\frac{\text{sin} \left(n_{\text{cpp}} \frac{\text{slotpitch}}{2} \right)}{n_{\text{cpp}} \text{sin} \left(\frac{\text{slotpitch}}{2} \right)} \right)$$

$$= \text{Sin} \left(\frac{30^\circ}{2} \right) \times \left(\frac{\text{sin} \left(2 \frac{15^\circ}{2} \right)}{2 \text{sin} \left(\frac{15^\circ}{2} \right)} \right)$$

$$= 0,494 \times \frac{0,6}{1,875}$$

$$= 0,158$$

$$V_{\text{RATED}} = N_a \cdot \sqrt{2} \cdot \omega_m \cdot S R_i \cdot L_{\text{stk}} \cdot K_w \cdot B_g$$

$$= 500.1, 414.800.0, 04.0, 07.0, 158.0, 8$$

$$= 200,17 \text{ volt}$$

$$\text{Error} = \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{200,17 - 183}{200,17} \right| \times 100\%$$

$$=8,5\%$$

o **Kecepatan 900 rpm**

$$K_w = \sin\left(\frac{\text{Coilspan}}{2}\right) \times \left(\frac{\sin\left(ncpp \frac{\text{slotpitch}}{2}\right)}{ncpp \sin\left(\frac{\text{slotpitch}}{2}\right)} \right)$$

$$= \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right) \times \left(\frac{\sin\left(2 \frac{15^\circ}{2}\right)}{2 \sin\left(\frac{15^\circ}{2}\right)} \right)$$

$$= 0,494 \times \frac{0,6}{1,875}$$

$$= 0,158$$

$$V_{RATED} = Na \cdot \sqrt{2} \cdot \omega_m \cdot S R_i \cdot L_{stk} \cdot K_w \cdot B_g$$

$$= 500 \cdot 1,414 \cdot 900 \cdot 0,04 \cdot 0,07 \cdot 0,158 \cdot 0,8$$

$$= 225,19 \text{ volt}$$

$$\text{Error} = \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{225,19 - 206}{225,19} \right| \times 100\%$$

$$= 8,52\%$$

o **Kecepatan 1000 rpm**

$$K_w = \sin\left(\frac{\text{Coilspan}}{2}\right) \times \left(\frac{\sin\left(ncpp \frac{\text{slotpitch}}{2}\right)}{ncpp \sin\left(\frac{\text{slotpitch}}{2}\right)} \right)$$

$$= \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right) \times \left(\frac{\sin\left(2 \frac{15^\circ}{2}\right)}{2 \sin\left(\frac{15^\circ}{2}\right)} \right)$$

$$= 0,494 \times \frac{0,6}{1,875}$$

$$= 0,158$$

$$\begin{aligned} V_{RATED} &= Na \cdot \sqrt{2} \cdot \omega m \cdot S R_i \cdot L s t k \cdot K w \cdot B g \\ &= 500 \cdot 1,414 \cdot 1000 \cdot 0,04 \cdot 0,07 \cdot 0,158 \cdot 0,8 \\ &= 250,22 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{250,22 - 228}{250,22} \right| \times 100\% \\ &= 8,8\% \end{aligned}$$

▪ Perhitungan Dengan Variasi Beban

Diketahui : $R_{\text{stator}} = 154,1 \Omega$

$L_{\text{stator}} = 157,9 \text{ mH} = 0,1579 \text{ H}$

○ Pada Saat Beban 5 Watt Kecepatan 1000 Rpm

Diketahui : $R_{\text{Beban}} = 210 \Omega$

Menghitung Ea rangkain Keseluruhan

$$E_a = 4,44 \cdot f \cdot N \cdot \Phi_{\text{max}} \frac{N_s}{N_p h}$$

$$= 4,44 \cdot 101.500 \cdot 0,000283 \cdot \frac{6}{1}$$

$$= 380,72$$

Menghitung nilai X_s

$$\begin{aligned} X_s &= 2\pi fL \\ &= 2,3,14.101,0,1579 \\ &= 100,152 \end{aligned}$$

Menghitung nilai θ°

$$\begin{aligned} \theta^\circ &= \tan^{-1} \frac{X_s}{R} \\ &= \tan^{-1} \frac{100,152}{210} \\ &= 25,497 \end{aligned}$$

Menghitung Impedansi

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + X_s^2} \\ &= \sqrt{(154,1 + 210)^2 + 100,152^2} \\ &= \sqrt{132.568,81 + 10.030,42} \\ &= 377,623 \angle 25,497^\circ \end{aligned}$$

Menghitung arus rangkaian

$$\begin{aligned} I &= \frac{E_a}{Z} \\ &= \frac{380,72 - 25,497}{377,623} \\ &= 0,94 \text{Ampere} \end{aligned}$$

Menghitung tegangan berbeban

$$\begin{aligned} V_{\text{Beban}} &= I.R \\ &= 0,94.210 \\ &= 197,4 \text{Volt} \end{aligned}$$

Error Persen tegangan perhitungan dengan pengambilan data.

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{197,4 - 108}{197,4} \right| \times 100\% \\
 &= 45,2\%
 \end{aligned}$$

Menghitung Daya

$$\begin{aligned}
 P &= V.I. \cos \theta \\
 &= 197,4 \cdot 0,9026 \\
 &= 16,035 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Error Persen Daya perhitungan dengan daya pengukuran

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{16,035 - 10}{16,035} \right| \times 100\% \\
 &= 37,6\%
 \end{aligned}$$

○ **Pada Saat Beban 10 Watt Kecepatan 1000 Rpm**

Diketahui : $R_{\text{Beban}} = 89,83 \Omega$

Menghitung Ea rangkain Keseluruhan

$$\begin{aligned}
 E_a &= 4,44 \cdot f \cdot N \cdot \Phi_{\text{max}} \frac{Ns}{Nph} \\
 &= 4,44 \cdot 103.500 \cdot 0,000283 \cdot \frac{6}{1} \\
 &= 388,26
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai Xs

$$\begin{aligned}
 X_s &= 2\pi fL \\
 &= 2,314 \cdot 103 \cdot 0,1579 \\
 &= 102,136
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai θ°

$$\begin{aligned}\theta^\circ &= \tan^{-1} \frac{X_s}{R} \\ &= \tan^{-1} \frac{102,136}{89,83} \\ &= 48,66\end{aligned}$$

Menghitung Impedansi

$$\begin{aligned}Z &= \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + X_s^2} \\ &= \sqrt{(154,1 + 89,83)^2 + 102,136^2} \\ &= \sqrt{59.501,84 + 10.431,76} \\ &= 264,449 \angle 48,66^\circ\end{aligned}$$

Menghitung arus rangkaian

$$\begin{aligned}I &= \frac{E_a}{Z} \\ &= \frac{388,26 - 48,66}{264,449} \\ &= 1,28 \text{ Ampere}\end{aligned}$$

Menghitung tegangan berbeban

$$\begin{aligned}V_{\text{Beban}} &= I.R \\ &= 1,28.89,83 \\ &= 114,98 \text{ Volt}\end{aligned}$$

Error Persen tegangan perhitungan dengan pengambilan data.

$$\begin{aligned}\text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{114,98 - 84}{114,98} \right| \times 100\%\end{aligned}$$

$$= 26,94\%$$

Menghitung Daya

$$P = V.I.\cos\theta$$

$$= 114,98.0,12.0,66^\circ$$

$$= 9,113\text{Watt}$$

Error Persen Daya perhitungan dengan daya pengukuran

$$\text{Error} = \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{9,113 - 11}{9,113} \right| \times 100\%$$

$$= 20,7\%$$

o Pada Saat Beban 15 Watt Kecepatan 1000 Rpm

Diketahui : $R_{\text{Beban}} = 157 \Omega$

Menghitung Ea rangkain Keseluruhan

$$E_a = 4,44.f.N.\Phi_{\text{max}} \frac{Ns}{Nph}$$

$$= 4,44.99.500.0,000283.\frac{6}{1}$$

$$= 373,186$$

Menghitung nilai Xs

$$X_s = 2\pi fL$$

$$= 2.3,14.99.0,1579$$

$$= 98,169$$

Menghitung nilai θ°

$$\theta^\circ = \tan^{-1} \frac{X_s}{R}$$

$$\begin{aligned}
 &= \tan^{-1} \frac{98,169}{157} \\
 &= 32,01
 \end{aligned}$$

Menghitung Impedansi

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + X_s^2} \\
 &= \sqrt{(154,1 + 157)^2 + 98,169^2} \\
 &= \sqrt{96.783,21 + 9637,152} \\
 &= 326,221 \angle 32,01^\circ
 \end{aligned}$$

Menghitung arus rangkaian

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{E_a}{Z} \\
 &= \frac{373,186 - 32,01}{326,221} \\
 &= 1,04 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Menghitung tegangan berbeban

$$\begin{aligned}
 V_{\text{Beban}} &= I.R \\
 &= 1,04.157 \\
 &= 163,28 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

Eror Persen tegangan perhitungan dengan pengambilan data.

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{163,28 - 172}{163,28} \right| \times 100\% \\
 &= 5,34\%
 \end{aligned}$$

Menghitung Daya

$$\begin{aligned}
 P &= V.I.\cos\theta \\
 &= 163,28 \cdot 0,05 \cdot 0,8284 \\
 &= 6,759 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Error Persen Daya perhitungan dengan daya pengukuran

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{6,75 - 9}{6,75} \right| \times 100\% \\
 &= 33,3\%
 \end{aligned}$$

○ **Pada Saat Beban 20 Watt Kecepatan 1000 Rpm**

Diketahui : $R_{\text{Beban}} = 62,91 \Omega$

Menghitung Ea rangkain Keseluruhan

$$\begin{aligned}
 E_a &= 4,44 \cdot f \cdot N \cdot \Phi_{\text{max}} \frac{N_s}{N_p h} \\
 &= 4,44 \cdot 102 \cdot 500 \cdot 0,000283 \cdot \frac{6}{1} \\
 &= 384,49
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai Xs

$$\begin{aligned}
 X_s &= 2\pi fL \\
 &= 2,314 \cdot 102 \cdot 0,1579 \\
 &= 101,14
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai θ°

$$\begin{aligned}
 \theta^\circ &= \tan^{-1} \frac{X_s}{R} \\
 &= \tan^{-1} \frac{101,14}{62,91} \\
 &= 58,118
 \end{aligned}$$

Menghitung Impedansi

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + X_s^2} \\
 &= \sqrt{(154,1 + 62,91)^2 + 101,14^2} \\
 &= \sqrt{47.093,34 + 10.229,29} \\
 &= 239,42 \angle 58,118
 \end{aligned}$$

Menghitung arus rangkaian

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{E_a}{Z} \\
 &= \frac{384,49 - 58,118}{239,42} \\
 &= 1,36 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Menghitung tegangan bebahan

$$\begin{aligned}
 V_{Beban} &= I.R \\
 &= 1,36.62,91 \\
 &= 85,75
 \end{aligned}$$

Error Persen tegangan perhitungan dengan pengambilan data.

$$\begin{aligned}
 Error &= \left| \frac{H_{Perhitungan} - H_{Pengukuran}}{H_{Perhitungan}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{85,75 - 79}{85,75} \right| \times 100\% \\
 &= 7,880\%
 \end{aligned}$$

Menghitung Daya

$$\begin{aligned}
 P &= V.I.\cos\theta \\
 &= 85,75.0,12.0,52 \\
 &= 5,3508 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Error Persen Daya perhitungan dengan daya pengukuran

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{5,3508 - 10}{5,3508} \right| \times 100\% \\
 &= 86,8\%
 \end{aligned}$$

- o **Pada Saat Beban 25 Watt Kecepatan 1000 Rpm**

Diketahui : $R_{\text{Beban}} = 105 \Omega$

Menghitung Ea rangkain Keseluruhan

$$\begin{aligned}
 E_a &= 4,44 \cdot f \cdot N \cdot \Phi_{\text{max}} \frac{N_s}{N_p h} \\
 &= 4,44 \cdot 106.500 \cdot 0,000283 \cdot \frac{6}{1} \\
 &= 399,57
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai Xs

$$\begin{aligned}
 X_s &= 2\pi fL \\
 &= 2 \cdot 3,14 \cdot 106 \cdot 0,1579 \\
 &= 105,110
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai θ°

$$\begin{aligned}
 \theta^\circ &= \tan^{-1} \frac{X_s}{R} \\
 &= \tan^{-1} \frac{105,110}{105} \\
 &= 45,02
 \end{aligned}$$

Menghitung Impedansi

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + X_s^2} \\
 &= \sqrt{(154,1 + 105)^2 + 105,110^2} \\
 &= \sqrt{67.142,81 + 11.048,112} \\
 &= 279,63 \angle 45,02
 \end{aligned}$$

Menghitung arus rangkaian

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{E_a}{Z} \\
 &= \frac{399,57 - 45,02}{279,63} \\
 &= 1,26 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Menghitung tegangan berbeban

$$\begin{aligned}
 V_{\text{Beban}} &= I.R \\
 &= 1,26.105 \\
 &= 132,3 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

Error Persen tegangan perhitungan dengan pengambilan data.

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{132,3 - 151}{132,3} \right| \times 100\% \\
 &= 14,13\%
 \end{aligned}$$

Menghitung Daya

$$\begin{aligned}
 P &= V.I \cos \theta \\
 &= 132,3.0,07.0,7068 \\
 &= 6,54 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Error Persen Daya perhitungan dengan daya pengukuran

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{6,54 - 11}{6,54} \right| \times 100\% \\
 &= 68,19\%
 \end{aligned}$$

○ **Pada Saat Beban 40 Watt Kecepatan 1000 Rpm**

Diketahui : $R_{\text{Beban}} = 99 \Omega$

Menghitung Ea rangkain Keseluruhan

$$\begin{aligned}
 E_a &= 4,44 \cdot f \cdot N \cdot \Phi_{\text{max}} \frac{N_s}{N_p h} \\
 &= 4,44 \cdot 105 \cdot 500 \cdot 0,000283 \cdot \frac{6}{1} \\
 &= 395,80
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai Xs

$$\begin{aligned}
 X_s &= 2\pi fL \\
 &= 2,314 \cdot 105 \cdot 0,1579 \\
 &= 104,11
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai θ°

$$\begin{aligned}
 \theta^\circ &= \tan^{-1} \frac{X_s}{R} \\
 &= \tan^{-1} \frac{104,11}{99} \\
 &= 46,44
 \end{aligned}$$

Menghitung Impedansi

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + X_s^2} \\
 &= \sqrt{(154,1 + 99)^2 + 104,11^2} \\
 &= \sqrt{64.059,61 + 10.838,89} \\
 &= 273,675 \angle 46,44
 \end{aligned}$$

Menghitung arus rangkaian

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{E_a}{Z} \\
 &= \frac{395,80 \angle -46,44}{273,675} \\
 &= 1,27 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Menghitung tegangan berbeban

$$\begin{aligned}
 V_{Beban} &= I.R \\
 &= 1,27.99 \\
 &= 125,73 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

Error Persen tegangan perhitungan dengan pengambilan data.

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left| \frac{H_{Perhitungan} - H_{Pengukuran}}{H_{Perhitungan}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{125,73 - 119}{125,73} \right| \times 100\% \\
 &= 5,35\%
 \end{aligned}$$

Menghitung Daya

$$\begin{aligned}
 P &= V.I. \cos \theta \\
 &= 125,73.0,10,68 \\
 &= 8,54 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Error Persen Daya perhitungan dengan daya pengukuran

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{8,54 - 12,2}{8,54} \right| \times 100\% \\
 &= 42,85\%
 \end{aligned}$$

- **Pada Saat Beban 60 Watt Kecepatan 1000 Rpm**

Diketahui : $R_{\text{Beban}} = 73 \Omega$

Menghitung Ea rangkain Keseluruhan

$$\begin{aligned}
 E_a &= 4,44 \cdot f \cdot N \cdot \Phi_{\text{max}} \frac{N_s}{N_p h} \\
 &= 4,44 \cdot 101 \cdot 500 \cdot 0,000283 \cdot \frac{6}{1} \\
 &= 380,72
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai Xs

$$\begin{aligned}
 X_s &= 2\pi fL \\
 &= 2,314 \cdot 101 \cdot 0,1579 \\
 &= 100,15
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai θ°

$$\begin{aligned}
 \theta^\circ &= \tan^{-1} \frac{X_s}{R} \\
 &= \tan^{-1} \frac{100,15}{73} \\
 &= 53,91
 \end{aligned}$$

Menghitung Impedansi

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + X_s^2} \\
 &= \sqrt{(154,1 + 73)^2 + 100,15^2} \\
 &= \sqrt{51.574,41 + 10.030,022} \\
 &= 248,202 \angle 53,91^\circ
 \end{aligned}$$

Menghitung arus rangkaian

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{E_a}{Z} \\
 &= \frac{380,72 - 53,91}{248,202} \\
 &= 1,31 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Menghitung tegangan berbeban

$$\begin{aligned}
 V_{\text{Beban}} &= I.R \\
 &= 1,31.73 \\
 &= 95,63 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

Error Persen tegangan perhitungan dengan pengambilan data.

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \left| \frac{H_{\text{Perhitungan}} - H_{\text{Pengukuran}}}{H_{\text{Perhitungan}}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{95,63 - 82}{95,63} \right| \times 100\% \\
 &= 14,25\%
 \end{aligned}$$

Menghitung Daya

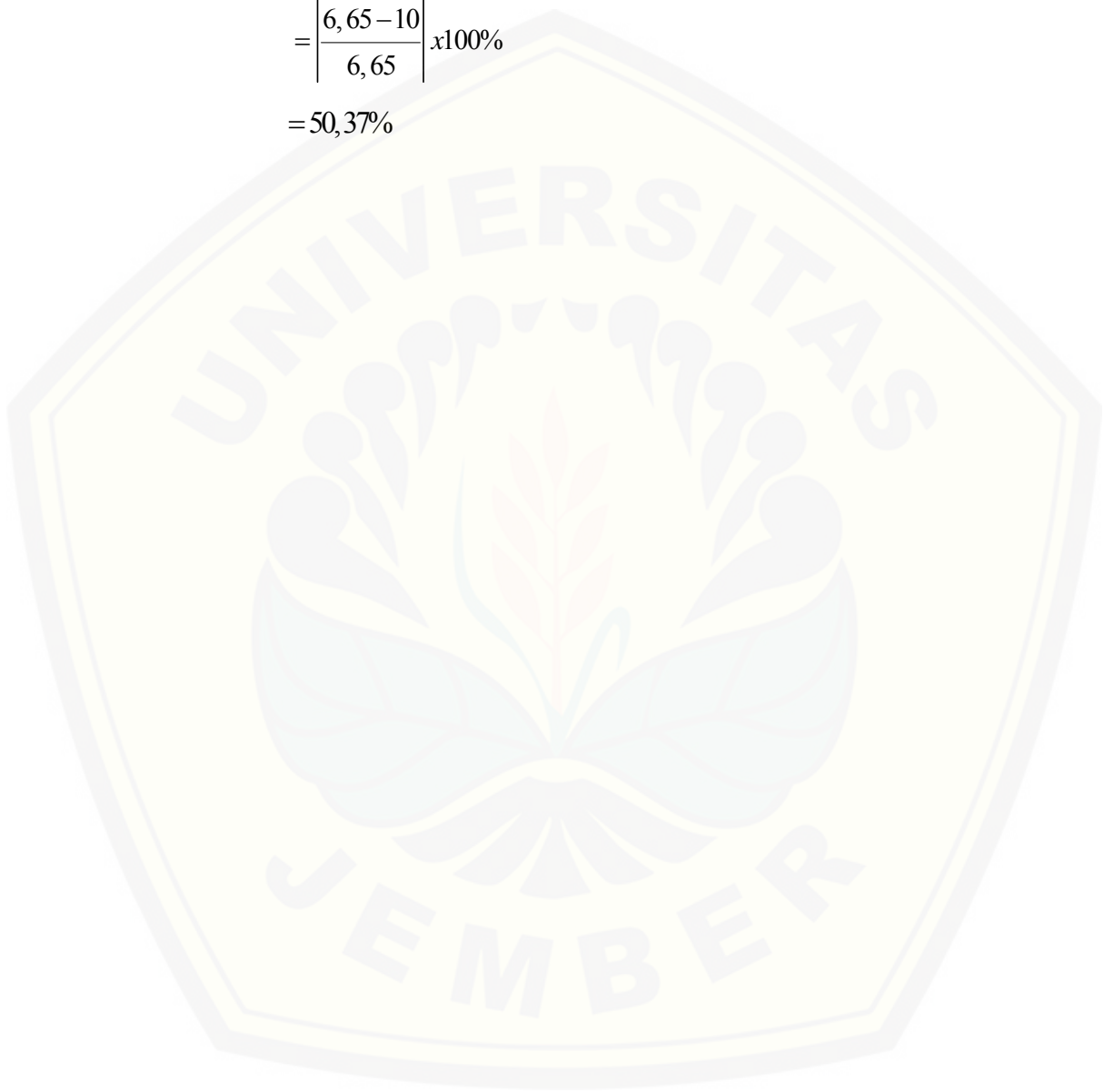
$$\begin{aligned}
 P &= V.I \cdot \cos \theta \\
 &= 95,63 \cdot 12,0,58 \\
 &= 6,65
 \end{aligned}$$

Error Persen Daya perhitungan dengan daya pengukuran

$$Error = \left| \frac{H_{Perhitungan} - H_{Pengukuran}}{H_{Perhitungan}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{6,65 - 10}{6,65} \right| \times 100\%$$

$$= 50,37\%$$



B. Listing Program Mikrokontroller

```
#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

int encoder_pin = 3; // pulse output from the module

unsigned int rpm; // rpm reading

volatile byte pulses; // number of pulses

unsigned long timeold;

unsigned int pulsesperturn = 20;

int Volt1;

int Volt;

int hasil;

float average = 0;

void counter()
{
    pulses++;
}

void setup()
{
    lcd.begin();
```

```
lcd.backlight();

lcd.setCursor(2,0);

lcd.print("Tugas Akhir");

lcd.setCursor(3,1);

lcd.print("Ani Rohani");

Serial.begin(9600);

pinMode(encoder_pin, INPUT);

attachInterrupt(1, counter, FALLING);

pulses = 0;

rpm = 0;

timeold = 0;

delay(2000);lcd.clear();

}

void loop()

{

tampil();

// Do nothing here...

}

void tampil(){RPMY();tegangan();Arus();daya();

lcd.setCursor(0,0);
```

```
lcd.print("RPM :");

lcd.setCursor(5,0);

lcd.print(rpm,DEC);

lcd.setCursor(11,0);

lcd.print("V: ");

lcd.setCursor(13,0);

lcd.print(Volt);

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("Arus:");

lcd.setCursor(5,1);

lcd.print(average);

lcd.setCursor(11,1);

lcd.print("P: ");

lcd.setCursor(13,1);

lcd.print(rpm/2,DEC);

}

void RPMY() {

  if (millis() - timeold >= 1000) {

    //Don't process interrupts during calculations

    detachInterrupt(0);

    rpm = (60 * 1000 / pulsesperturn ) / (millis() - timeold) * pulses;
```

```
timeold = millis();

pulses = 0;

Serial.print("RPM = ");

Serial.println(rpm, DEC);

//Restart the interrupt processing

attachInterrupt(0, counter, FALLING);

}

}

void tegangan() {

  Volt1 = analogRead(0);

  Volt = (Volt1 * 0.2) ;

  Serial.print(" == ");

  Serial.print(Volt);

  Serial.print(" V ");

}

void Arus() {

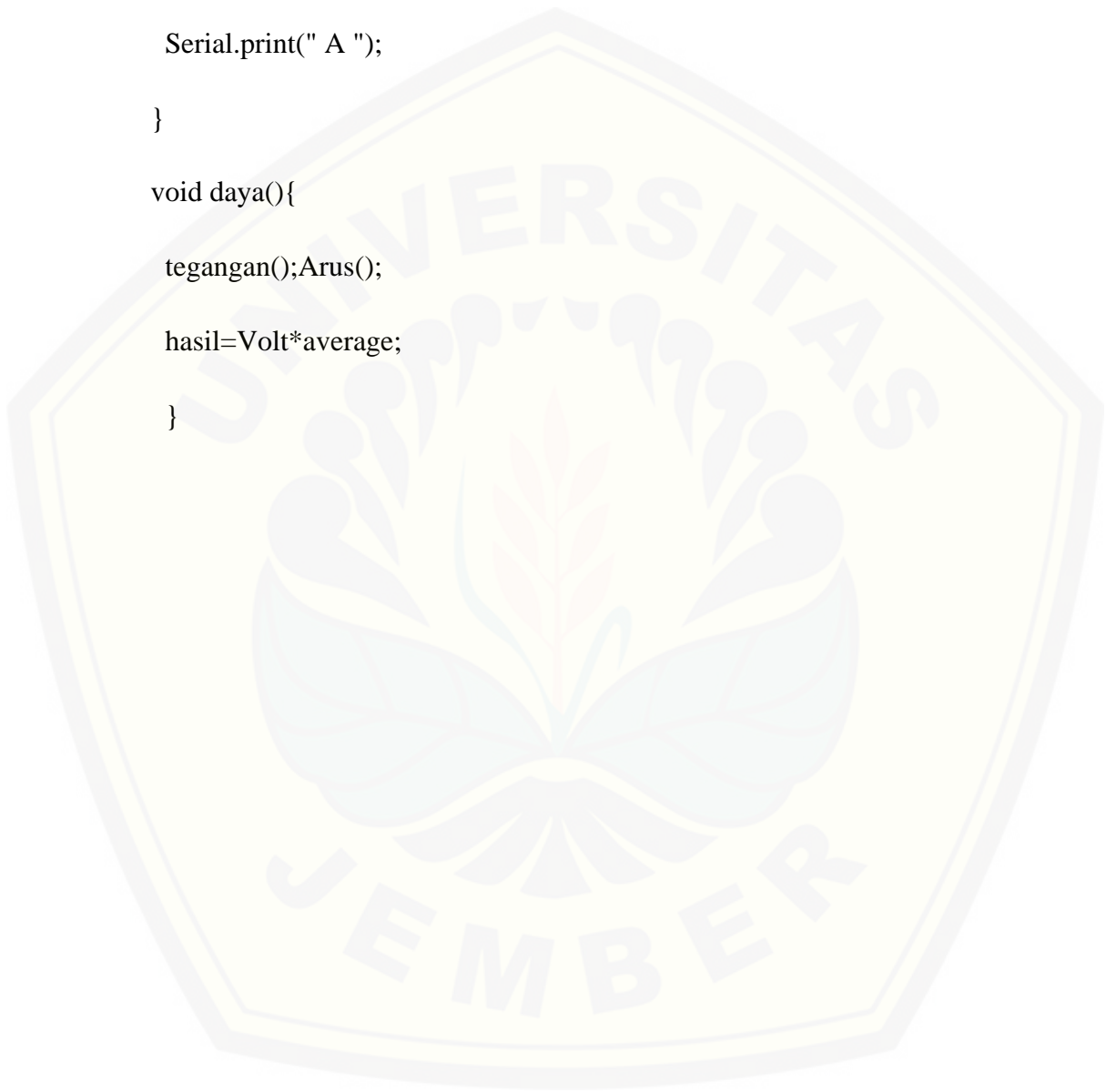
  for(int i = 0; i < 1000; i++) {

    average = average + (0.044 * analogRead(A0) -3.78)/1000;//(0.0264 *

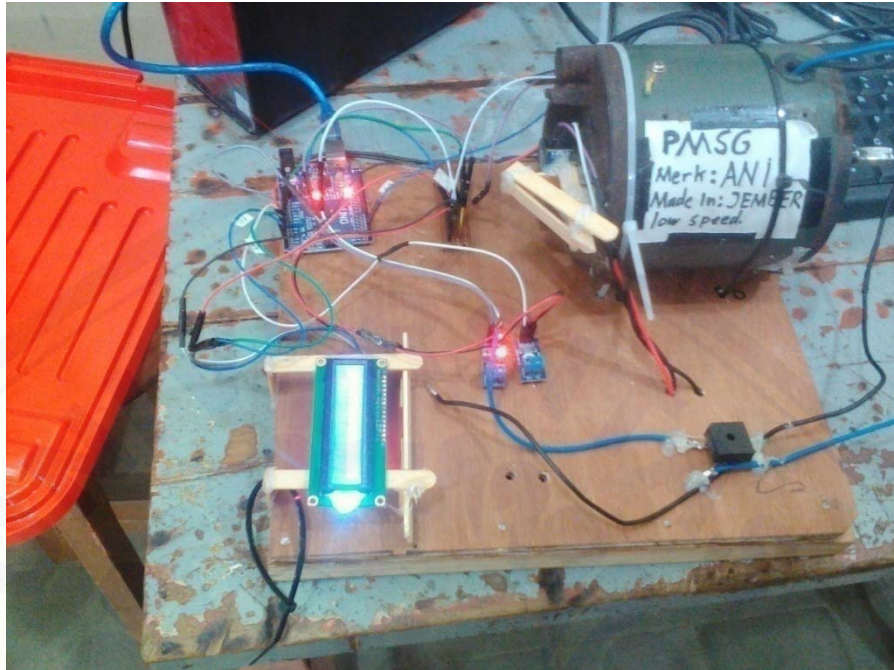
analogRead(A0) -13.51) / 1000;//this is

    delay(1);
```

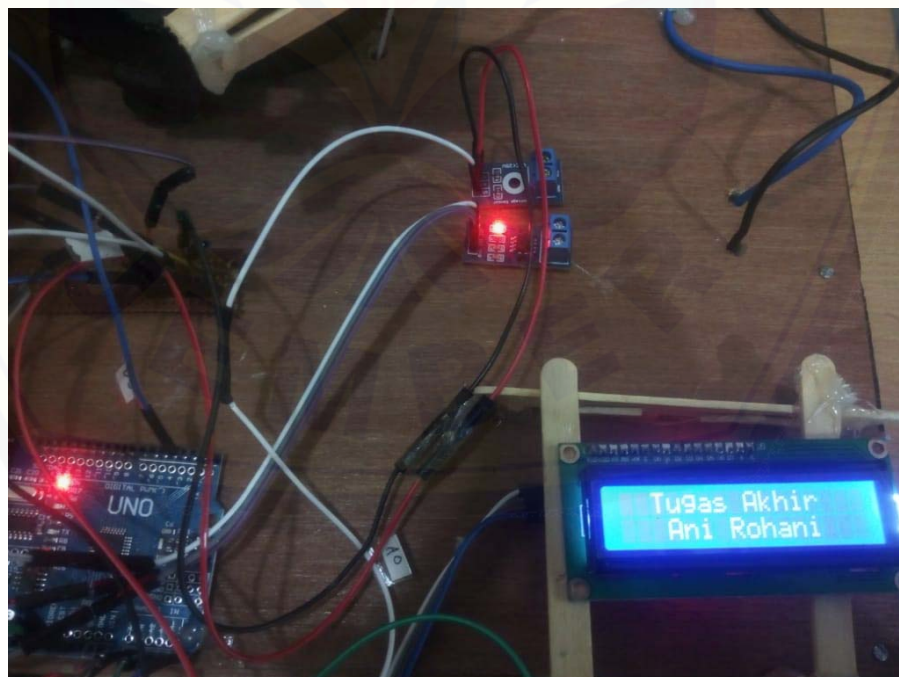
```
}  
  
Serial.print(" == ");  
  
Serial.print(average);  
  
Serial.print(" A ");  
  
}  
  
void daya(){  
    tegangan();Arus();  
    hasil=Volt*average;  
}
```



C. Dokumentasi



Gambar C.1 Pengujian Generator Induksi



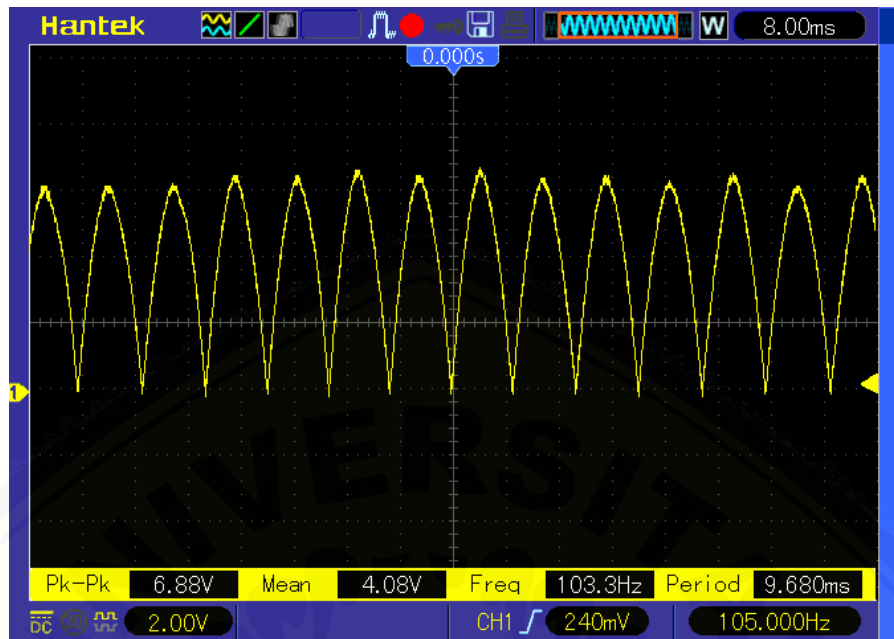
Gambar C.2 Pengujian Mikrokontroller



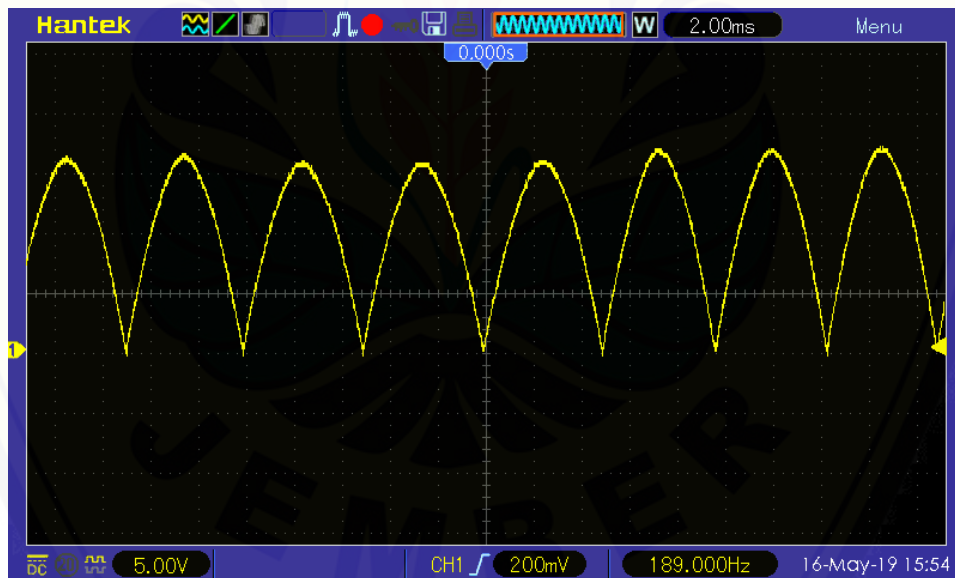
Gambar C.3 Pengambilan Data



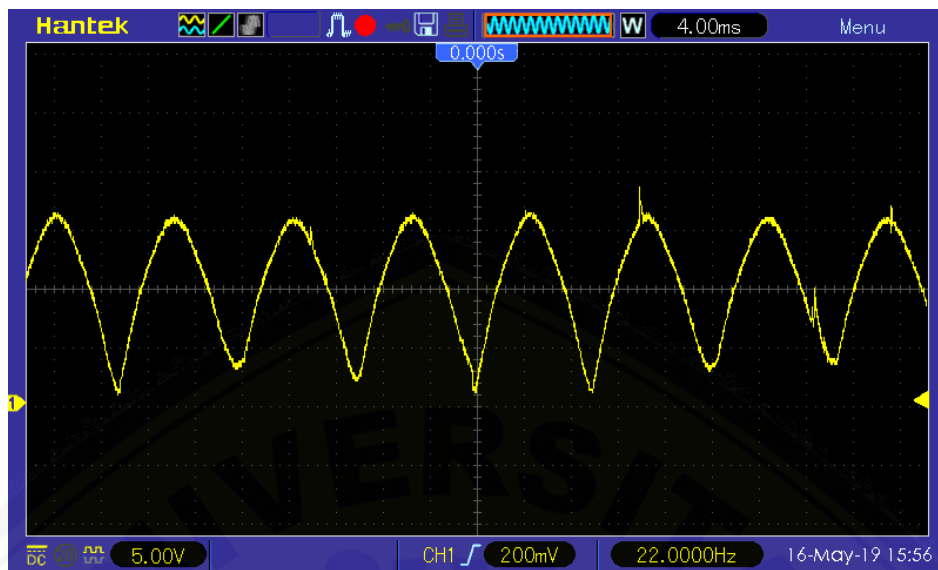
Gambar C.3 Proses Perhitungan – perhitungan Generator Induksi



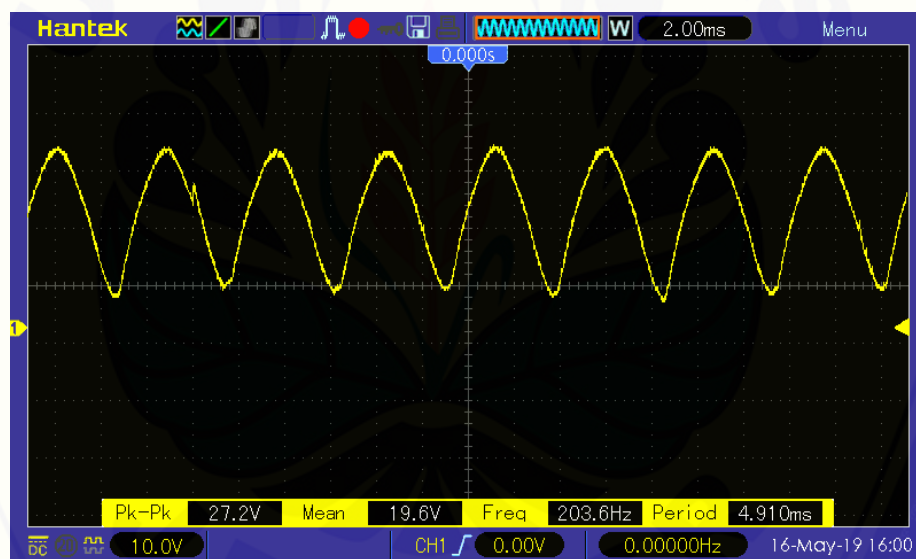
Gambar C.4 Sinyal Output Dengan Beban 40 Watt Putaran 500 Rpm.



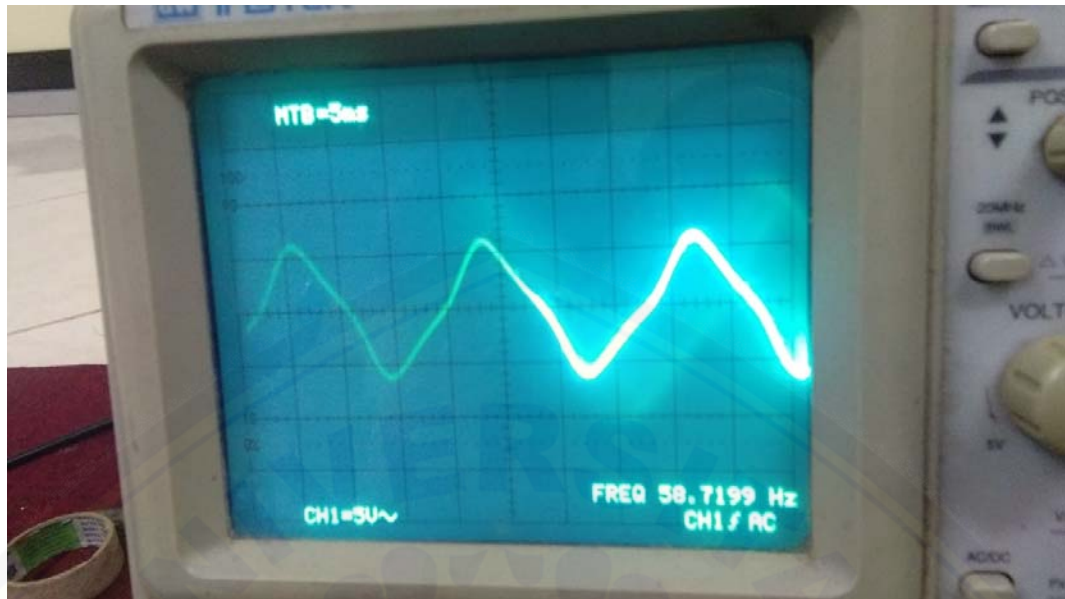
Gambar C.5 Sinyal Output Dengan Beban 40 Watt Putaran 1000 Rpm.



Gambar C.6 Sinyal Output Tanpa Beban Putaran 500 Rpm



Gambar C.7 Sinyal Output Tanpa Beban Putaran 1000 Rpm.



Gambar C.8 Output Tegangan AC

