

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN GENERATOR MENGGUNAKAN MOTOR INDUKSI 1 FASA

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

ARIANDA ABIMANYU
1407220006



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN GENERATOR MENGGUNAKAN MOTOR INDUKSI 1
FASA**

*Diajukan Guna Melengkapi Tugas – tugas dan Sebagai Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Telah Diuji dan Disidangkan Pada Tanggal :
(15 Oktober 2018)**

**Oleh :
Arianda Abimanyu
1407220006**

Pembimbing I


(Ir. Zul Arsil Siregar)

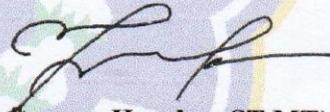
Pembimbing II


(Muhammad Adam ST.MT)

Penguji I


(Noorly Evalina ST.MT)

Penguji II


(Paftaonan Harahap ST.MT)

**Diketahui dan Disahkan
Ketua Prodi Teknik Elektro**


(Faisal Irsan Pasaribu ST.MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Arianda Abimanyu
NPM : 1407220006
Tempat / Tgl Lahir : Aceh / 13 November 1995
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro



Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir (skripsi) saya ini yang berjudul :

“PERANCANGAN GENERATOR MENGGUNAKAN MOTOR INDUKSI 1 FASA ”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena berhubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2018

Saya yang menyatakan



ARIANDA ABIMANYU

1407220006

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran ALLAH SWT atas rahmat dan karunianya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beriman dan insya ALLAH berguna bagi alam semesta. Shalawat berangkaikan salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad.SAW yan mana beliau adalah suri tauladan bagi kita semua yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tulisan ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas akhir ini adalah **“Perancangan Generator Menggunakan Motor Induksi 1 Fasa”**.

Selesainya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, karena atas berkah dan izin-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir dan studi di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ayahanda (Panijo) dan ibunda (Suriana Chukria) tercinta, yang dengan cinta kasih & sayang setulus jiwa mengasuh, mendidik, dan membimbing

dengan segenap ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini.

3. Bapak Dr. Agussani, MAP. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
4. Bapak Munawar Alfansury S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal M.Sc, P.hd selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Khairul Umurani S.T, M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Partaonan Harahap, S.T, M.T. selaku Sekretaris Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Bapak Ir. Zul Arsil Siregar, selaku Dosen Pembimbing I dikampus yang telah memberi ide-ide dan masukkan dalam menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini.
10. Bapak Muhammad Adam, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing II dikampus yang selalu sabar membimbing dan memberikan pengarahan penulis dalam penelitian serta penulisan laporan tugas akhir ini.
11. Segenap Bapak & Ibu dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
12. Segenap kepada teman seperjuangan Fakultas Teknik yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu serta Keluarga Besar Teknik Elektro 2014

yang selalu memberikan semangat dan suasana kekeluargaan yang luar biasa. Salam Kompak.

13. Serta semua pihak yang telah mendukung dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, 21 Agustus 2018
Penulis

Arianda Abimanyu
1407220006

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GRAFIK.....	viii
ABSTRAK	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	4
2.2 Penggerak Mula.....	9
2.3 Transmisi Sabuk Dengan Puli	9
2.4 Motor Induksi 1 fasa.....	10
2.4.1 Prinsip Kerja Motor Induksi 1 fasa.....	11
2.4.2 Motor Induksi 1 fasa Sebagai Generator	15
2.4.3 Kontruksi Motor Induksi 1 fasa	16
2.5 Generator sinkron 1 fasa.....	18
2.5.1 prinsip kerja generator	19
2.5.2 Konstruksi generator.....	21
2.6 Proses Menjadi Generator Induksi	23
2.7 Pengaruh Kapasitor	23
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	24
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian	24

3.2.1 Bahan-Bahan Penelitian.....	24
3.2.3 Peralatan Penelitian.....	25
3.3 Tahapan perancangan alat	25
3.3.1 Motor induksi 1 fasa	25
3.3.2 Motor induksi 1 fasa penggerak utama.....	25
3.3.3 Multitester digital.....	25
3.3.4 Tachometer	26
3.4 Bentuk Fisik Alat.....	26
3.5 Diagram Alir Penelitian (Flowchart).....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Pengujian Generator Induksi	28
4.1.1 Pengujian Kecepatan Mula-Mula Mtor Induksi	28
4.2 Pengujian Perbandingan Puli-Puli	29
4.3 Pengujian Tanpa Beban	32
4.4 Pengujian Dengan Beban	35
BAB V PENUTUP.....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Transmisi sabuk dengan puli.....	9
Gambar 2.2 Dampak adanya arus pada stator.....	13
Gambar 2.3 Putaran pada rotor akibat fluks. Dimisalkan Rotor sudah berputar sedikit.....	14
Gambar 2.4 (a) saat rotor tidak berputar, total daya akibat masing-masing fluks ialah 0. (b) saat rotor sudah berputar sedikit, total gaya akan memiliki perbedaan sehingga terjadi putaran.	15
Gambar 2.5 konstruksi motor induksi 1 fasa.	17
Gambar 2.6 Generator AC 1 fasa.....	18
Gambar 2.7 Perbedaan Arus Listrik AC dan DC.....	19
Gambar 2.8 Kaidah Tangan Kanan Fleming.....	20
Gambar 2.9 Konstruksi generator AC 1 fasa.	21
Gambar 3.1 Rancangan mekanik generator	26
Gambar 3.2 Diagram Alir (Flowchart).....	27

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengujian dengan perbandingan puli-puli	30
Tabel 4.2 Hasil pengujian tanpa beban	33
Tabel 4.3 Hasil pengujian dengan kapasitor 2 μ f.....	35
Tabel 4.4 Hasil pengujian dengan kapasitor 4 μ F.....	37
Tabel 4.5 Hasil pengujian dengan kapasitor 6 μ F.....	39

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Pengaruh kapasitor terhadap kecepatan motor dan generator	33
Grafik 4.2 Perubahan tegangan dan frekuensi terhadap kecepatan generator	34
Grafik 4.3 Perubahan tegangan arus dan frekuensi terhadap beban pada kapasitor 2 μ F	36
Grafik 4.4 Perubahan tegangan, arus dan frekuensi terhadap beban pada kapasitor 4 μ F	38
Grafik 4.5 Perubahan tegangan, arus dan frekuensi terhadap beban pada kapasitor 6 μ F	40

ABSTRAK

Keberadaan energi listrik sudah menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat di Indonesia. Dan masih banyak daerah-daerah terpencil di Indonesia yang belum memperoleh penerangan listrik. Maka penulis ingin membuat prototipe suatu alat dari Pemanfaatan motor induksi sebagai generator ialah hasil pemanfaatan dari bahan bekas dirubah menjadi lebih bermanfaat dengan memanfaatkan motor induksi 1 fasa sebagai generator merubah lilitan dan penambahan magnet di dalamnya sehingga menghasilkan gaya gerak listrik (GGL) dan menghasilkan tegangan dengan memutar generator menggunakan penggerak mula yang dihubungkan dengan puli-puli dan sabuk sehingga generator berputar pada kecepatan tidak sinkron dan menghasilkan energi listrik. Motor induksi 1 fasa sebagai generator ditambahkan berbagai kapasitor untuk menghasilkan perbandingan tegangan.

Kata kunci: motor induksi, generator, kecepatan sinkron.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan energi listrik sudah menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat di Indonesia. Dan masih banyak daerah-daerah terpencil di Indonesia yang belum memperoleh penerangan listrik karena tidak terjangkau oleh PT. PLN Persero. Penggunaan mesin pembangkit energi listrik seperti genset, diesel dan mesin-mesin generator yang berbahan bakar minyak dipandang tidak efektif mengingat perekonomian warga yang kurang mampu dan juga harga bahan bakarnya relatif mahal.

Kebutuhan energi listrik di daerah-daerah terpencil sangat penting. Energi listrik sangat dibutuhkan oleh masyarakat di daerah-daerah terpencil agar tidak ketinggalan dalam memperoleh informasi yang bertujuan untuk memajukan daerah-daerah terpencil dan dapat meningkatkan produktivitas masyarakat. Sistem pembangkit listrik alternatif diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik yang mudah dan murah terutama di daerah terpencil.

Berdasarkan masalah di atas, penulis ingin membuat suatu prototipe sistem generator induksi bagi daerah-daerah yang sampai saat ini belum dapat penerangan listrik dari PT. PLN Persero. Sistem generator dibuat dengan menggunakan motor induksi satu fasa, dalam hal ini adalah mesin pompa air. Generator induksi bisa dikembangkan untuk pembangkit listrik tenaga air atau Pembangkit Listrik tenaga mikrohidro (PTMH) terutama di daerah pegunungan

ataupun daerah yang memiliki aliran sungai yang cukup deras agar dapat dimanfaatkan secara optimal.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana memanfaatkan motor induksi 1 fasa untuk di ubah menjadi generator.
2. Bagaimana pengaruh perbandingan puli-puli terhadap tegangan.
3. Bagaimana pengaruh tegangan terhadap beban.

1.3 Batasan Masalah

1. Menggunakan motor insduksi 1 fasa sebagai penggerak utama.
2. Menggunakan motor induksi 1 fasa sebagai generator induksi.
3. Menggunakan lampu sebagai beban.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Merubah lilitan motor induksi menjadi lilitan generator.
2. Meneliti perbandingan puli-puli terhadap tegangan.
3. Menganalisa Pengaruh Tegangan Terhadap Beban.

1.5 Metode Penelitian

1. Mendapatkan energi alternatif yang ramah lingkungan dan mudah digunakan.
2. Menjadi sumber energi listrik tambahan di rumah.
4. Menjadi energi alternatif saat didaerah terpencil yang belum terdapat listrik.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terdiri dari 5 bab dimana sistematika penulisan yang diterapkan dalam tugas akhir ini menggunakan urutan sebagai berikut:

Bab I : Pendahuluan

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi tentang pembahasan mengenai *Generator* sebagai alat penelitian untuk tugas akhir.

Bab III : Metode Penelitian

Pada bab ini menerangkan tentang lokasi penelitian, alat dan bahan penelitian, jalannya penelitian, diagram alir, serta jadwal kegiatan dan hal-hal lain yang berhubungan dengan proses penyusunan tugas akhir.

Bab IV : Analisis dan Pengujian

Pada bab ini berisikan hasil dari analisa analisa Generator.

Bab V : Penutup

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari penulisan tugas akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Berikut ini beberapa penelitian yang dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu untuk mendukung penelitian penulis dalam melakukan analisa pada sistem kerja pengasut manual terhadap perubahan beban dan faktor daya untuk pembagian beban antara lain :

Motor induksi merupakan salah satu motor listrik arus bolak-balik yang luas penggunaannya baik di industri maupun rumah tangga. Penggunaannya yang utama adalah sebagai *prime mover* pada alat-alat rumah tangga atau peralatan produksi di industri. Bilamana slip dibuat negatif atau dengan kata lain kecepatan putar rotor n_r lebih besar dari pada kecepatan medan putar n_s maka motor akan berfungsi sebagai generator. Penggunaan motor induksi sebagai generator memiliki beberapa keunggulan yaitu ; menghasilkan tegangan *sinewave* yang murni , karena tidak menggunakan sikat arang maka tidak menghasilkan gangguan RFI (*radio frequency interference*). Agar dapat berfungsi sebagai generator dibutuhkan tegangan kapasitip yang akan menghasilkan arus induksi pada rotor untuk keperluan *exitasi*. Arus kapasitip disediakan oleh kapasitor tambahan yang dipasang paralel dengan *output* generator. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan parameter-parameter yang dibutuhkan dalam mengoperasikan suatu motor *induksi* sebagai generator arus bolak-balik yang meliputi : daya generator, daya dan *rpm prime muver*, kapasitas dan konfigurasi kondensator, kapasitas beban serta bagaimana karakteristik generator tersebut[1].

Eksitasi adalah bagian dari sistem dari generator yang berfungsi membentuk/menghasilkan fluksi yang berubah terhadap waktu, sehingga dihasilkan gaya gerak listrik (GGL) *induksi*. Pengaruh perubahan eksitasi terhadap daya *reaktif* generator pada unit pembangkitan berkaitan dengan operasi *pemparalelan* generator *sinkron* dengan sistem daya, perubahan beban, dan perubahan tegangan. Tegangan cenderung konstan agar *sinkronisasi* terjaga dengan sistem[2].

Generator *sinkron* (*alternator*) merupakan mesin listrik yang merubah energi mekanis menjadi energi listrik melalui proses induksi *elektomagnetik*. Jika generator *sinkron* dibebani maka akan memberikan sifat yang berbeda sesuai dengan jenis beban yang dipikulnya. Sehingga dalam pembebanan ini akan menentukan nilai *faktor daya* pada generator tersebut. *Faktor daya* mempunyai pengertian sebagai besaran yang menunjukkan seberapa efisien mesin yang dimiliki dalam menyalurkan daya yang bisa dimanfaatkan. Oleh sebab itu, dengan diaturnya arus eksitasi pada generator yang bekerja *paralel* maka akan mengatur *daya reaktif* yang dibutuhkan pada generator tersebut sehingga dapat menentukan perubahan *faktor daya* pada masing-masing generator. Dalam penelitian ini dilakukan pengaturan arus eksitasi pada masing-masing generator 'spesifik terbatas'[3].

Generator *induksi* adalah generarator yang memiliki prinsip dan konstruksinya sama dengan motor *induksi* yang sudah umum digunakan, hanya saja dibutuhkan *prime mover* sehingga putaran rotor lebih besar daripada putaran stator ($n_r > n_s$) untuk membangkitkan tegangannya. Generator *induksi* lebih banyak digunakan pada daerah terpencil yang belum terjangkau listrik.

Umumnya generator *induksi* digunakan untuk membangkitkan energi listrik berdaya kecil seperti pada pembangkit listrik tenaga angin dan *mikrohidro*. Dalam pengoperasian generator *induksi* memiliki masalah pada tegangan keluaran generator yang tidak konstan. Oleh sebab itu diperlukan adanya sebuah sistem kontrol untuk mengatur tegangan keluaran generator *induksi*. Dengan menggunakan pengontrolan, tegangan yang dihasilkan oleh generator induksi berpenguatan sendiri menjadi lebih halus tanpa adanya *ripple* dan lebih stabil[4].

Pengembangan energy terbarukan sebagai energy listrik perlu diikuti dengan penyediaan generator kecepatan rendah, terutama untuk penggunaan energi alternative skala kecil. Penelitian ini membahas perancangan generator sinkron kecepatan rendah menggunakan magnet permanen untuk menghasilkan fluk magnet di rotor. Kumputan stator dirancang hingga pada putaran generator 500 *rpm* dapat menghasilkan 5 *Watt* daya keluaran pada tegangan 3 fasa 12 *Vac*[5].

Generator magnet permanen jenis fluks aksial 1 fasa merupakan sebuah mesin penghasil listrik sederhana dengan putaran pada kecepatan rendah. Generaor ini terdiri dari dua bagian yaitu, stator (diam) dengan 12 buah kumputan setiap masing-masing kumputan memiliki 300 lilitan, dan bagian rotor (berputar) yang terdiri dari 24 buah (kutub) magnet jenis *Neodymium* (NdFeB) dengan nilai kemagnetan yang tinggi sehingga dapat digunakan dalam proses pembangkitan energi listrik tanpa memerlukan sistem eksitasi daya listrik dari sumber lain untuk membangkitkan tegangan pada mesin ini. Generator ini dirancang dengan tipe *coreless* stator dengan diameter 30 cm. Generator jenis fluks aksial dapat digunakan pada pemanfaatan energi potensial baik angin maupun air. Perancangan generator jenis ini diperlukan untuk meminimalkan biaya,

memperbesar torsi, dan dapat bergerak dengan kecepatan yang bervariasi. Hasil pengujian diperoleh tegangan RMS sebesar 48.90 *Vac* dengan frekuensi 48.78 *Hz* pada pengujian tanpa beban dan 20.74 *Vac* dengan frekuensi 48.58 *Hz* pada pengujian berbeban dengan putaran 250 *rpm*. Beban yang digunakan yaitu 2 buah lampu pijar 24 *volt* 25 *watt* yang terhubung secara *paralel*. Dari hasil pengujian tegangan *output* generator yang dihubungkan dengan rangkaian penyearah gelombang penuh satu fasa didapat *output* tegangan 12.12 *Vdc* pada putaran 250 *rpm*[6].

Pemasangan kapasitor daya dalam jaringan listrik merupakan pemasangan kapasitor secara paralel pada suatu instalasi listrik dengan harapan dapat menaikkan efisiensi faktor daya (*cosphi*). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan kapasitor daya pada beban-beban induktif yang ada pada minimarket terhadap kualitas listrik yang dipakai. Metode yang dipakai adalah metode eksperimen dengan tujuan mengetahui pengaruh dari suatu perlakuan (dalam hal ini pengukuran). Skenario penelitian yang dilakukan dengan melakukan rancangan kapasitor daya, menentukan titik beban pemasangan kapasitor daya dengan 3 beban listrik yakni *freezer*, *showcase*, dan kipas angin. Selanjutnya setelah pemasangan kapasitor daya adalah pengukuran parameter kelistrikan yang diteliti. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kapasitor daya menimbulkan pengaruh terhadap beban listrik. Pengaruh tertinggi didapatkan dari penambahan kapasitor terhadap beban *showcase*. Penambahan kapasitor yang terpasang pada beban listrik minimarket terbukti berpengaruh terhadap arus dan *faktor daya* beban listrik. Semakin tepat nilai kapasitor yang

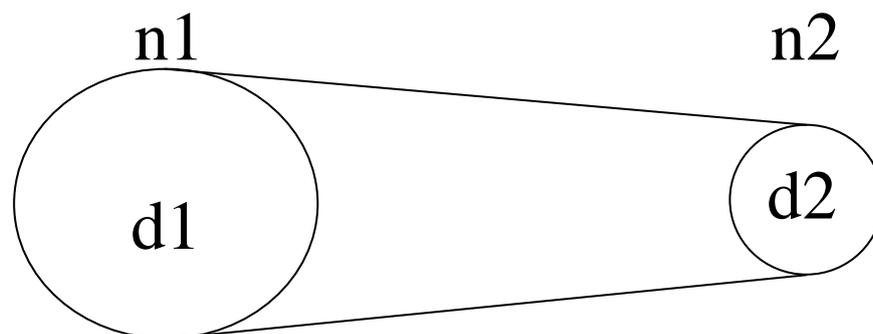
ditambahkan maka semakin tinggi nilai faktor daya beban listrik mendekati angka 1[7].

2.2 Penggerak Mula

Sebuah generator dapat bekerja apabila rotor yang terdapat pada generator diputar oleh penggerak utama atau *prime over*. *Prime over* harus dapat memutar rotor pada saat generator induksi belum dibebani maupun setelah dibebani, sehingga generator induksi dapat bekerja dengan baik. *Prime over* dibagi dalam dua kelompok yaitu untuk *high-speed* generator dan *low speed* generator.

2.3 Transmisi Sabuk Dengan Puli

Sabuk adalah elemen mesin yang menghubungkan dua buah puli untuk mentransmisikan daya. Puli berfungsi sebagai alat bantu dari sabuk dalam memutar poros penggerak ke poros penggerak lain, dimana sabuk membelit pada puli. Sabuk digunakan dengan pertimbangan jarak antara poros yang jauh dan biasanya untuk daya yang tidak terlalu besar[8].



Gambar 2.1 Transmisi sabuk dengan puli.

Kecepatan linier sabuk dinyatakan dengan persamaan:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 1000} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

V = kecepatan linier sabuk (m/s)

π = konstanta

d = diameter puli (cm)

n = kecepatan putar puli (rpm)

Perbandingan antra puli pemutar dan puli yang diputar dinyatakan dengan persamaan :

$$i = \frac{n_{r2}}{n_{r1}} = \frac{d2}{d1} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

i = perbandingan putar

n_{r1} = putaran puli pemutar (rpm)

n_{r2} = putaran puli yang diputar (rpm)

$d1$ = diameter puli pemutar (cm)

$d2$ = diameter puli yang diputar (cm)

2.4 Motor Induksi 1 fasa

Motor dalam dunia kelistrikan ialah mesin yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Salah satu motor listrik yang

umum digunakan dalam banyak aplikasi ialah motor induksi. Motor induksi merupakan salah satu mesin asinkronous *asynchronous motor* karena mesin ini beroperasi pada kecepatan dibawah kecepatan sinkron. Kecepatan sinkron sendiri ialah kecepatan rotasi medan magnetik pada mesin. Kecepatan sinkron ini dipengaruhi oleh frekuensi mesin dan banyaknya kutub pada mesin. Motor induksi selalu berputar dibawah kecepatan sinkron karena medan magnet yang dibangkitkan stator akan menghasilkan fluks pada rotor sehingga rotor tersebut dapat berputar. Namun fluks yang terbangkitkan oleh rotor mengalami lagging dibandingkan fluks yang terbangkitkan pada stator sehingga kecepatan rotor tidak akan secepat kecepatan putaran medan magnet. Berdasarkan suplai input yang digunakan, motor induksi dibagi menjadi dua jenis, yaitu motor: induksi 1 fasa dan motor induksi 3 fasa. Dalam artikel ini hanya akan dijelaskan mengenai motor induksi 1 fasa, namun untuk prinsip kerjanya sendiri kedua jenis motor induksi tersebut memiliki prinsip kerja yang sama. Yang membedakan dari kedua motor induksi ini ialah motor induksi 1 fasa tidak dapat berputar tanpa bantuan gaya dari luar sedangkan motor induksi 3 fasa dapat berputar sendiri tanpa bantuan gaya dari luar.

2.4.1 Prinsip Kerja Motor Induksi 1 fasa

Apabila kumparan-kumparan motor induksi satu fasa dialiri arus bolak-balik satu fasa, maka pada celah udara akan dibangkitkan medan yang berputar dengan kecepatan putaran sebesar dengan menggunakan rumus :

$$n_s = \frac{120f}{p} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$n_s =$ Kecepatan (*rpm*)

$f =$ Frekuensi (*Hz*)

$p =$ Jumlah Kutub

Medan magnet berputar bergerak memotong lilitan rotor sehingga menginduksikan tegangan listrik pada kumparan-kumparan tersebut. Biasanya lilitan rotor berada dalam hubung singkat. Akibatnya lilitan rotor akan mengalir arus listrik yang besarnya tergantung pada besarnya tegangan induksi dan impedansi rotor. Arus listrik yang mengalir pada rotor akan mengakibatkan medan magnet rotor dengan kecepatan sama dengan kecepatan medan putar stator (n_s). Perbedaan antara kecepatan sinkron dengan kecepatan putar rotor pada motor induksi disebut slip. Slip dinyatakan dengan persamaan:

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$S =$ slip (%)

$n_s =$ kecepatan sinkron (*rpm*)

$n_r =$ kecepatan rotor (*rpm*)

Adanya perbedaan medan putar stator dan medan putar rotor atau yang disebut slip pada motor induksi satu fasa pada rumus sebagai berikut :

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \dots\dots\dots(2.3)$$

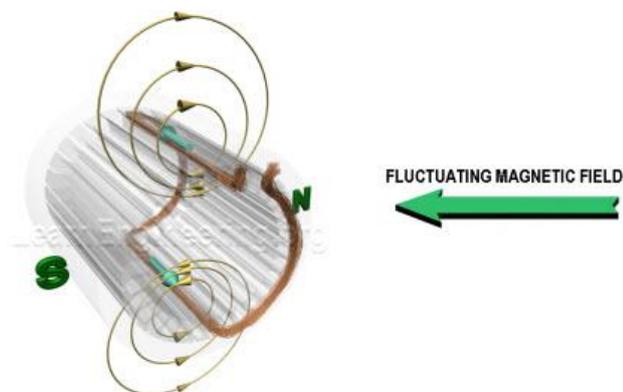
Dimana :

$$S = \text{slip (\%)}$$

$$n_s = \text{kecepatan sinkron (rpm)}$$

$$n_r = \text{kecepatan rotor (rpm)}$$

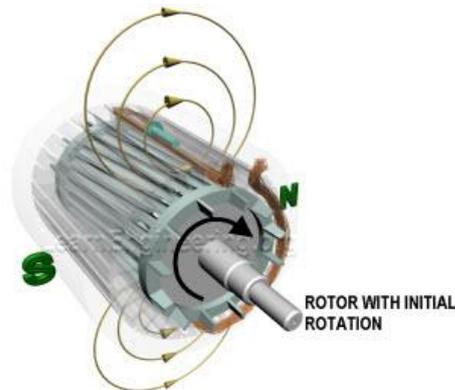
Misalkan kita memiliki sebuah motor induksi 1 fasa dimana motor ini disuplai oleh sebuah sumber AC 1 fasa. Ketika sumber AC diberikan pada stator winding dari motor, maka arus dapat mengalir pada stator winding. Fluks yang dihasilkan oleh sumber AC pada stator winding tersebut disebut sebagai fluks utama. Karena munculnya fluks utama ini maka fluks medan magnet dapat dihasilkan oleh stator[9].



Gambar 2.2 Dampak adanya arus pada stator.

Misalkan lagi rotor dari motor tersebut sudah diputar sedikit. Karena rotor berputar maka dapat dikatakan bahwa konduktor pada rotor akan bergerak melewati stator winding. Karena konduktor pada rotor bergerak relatif terhadap fluks pada stator winding, akibatnya muncul tegangan ggl (gaya gerak listrik) pada konduktor rotor sesuai dengan hukum Faraday. Anggap lagi motor terhubung

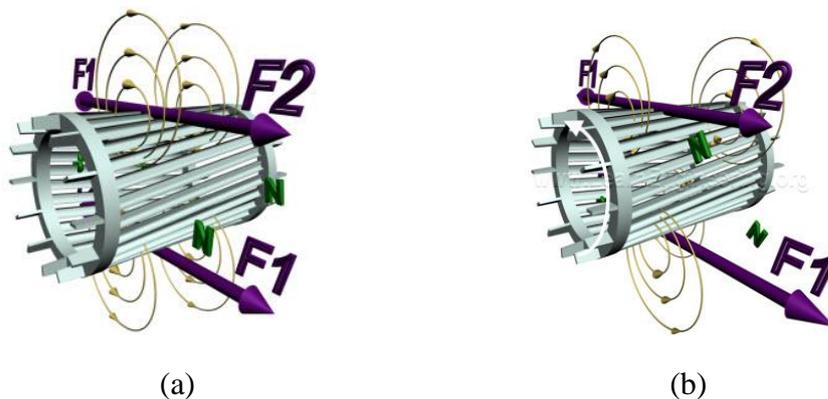
dengan beban yang akan dioperasikan. Karena motor terhubung dengan beban maka arus dapat mengalir pada kumparan rotor akibat adanya tegangan ggl pada rotor dan terhubungnya rotor dengan beban. Arus yang mengalir pada rotor ini disebut arus rotor. Arus rotor ini juga menghasilkan fluks yang dinamakan fluks rotor. Interaksi antara kedua fluks inilah yang menyebabkan rotor didalam motor dapat berputar sendiri. Perlu diingat bahwa pada kondisi awal diasumsikan rotor sudah diberi gaya luar untuk menggerakkan konduktor pada rotor, karena jika tidak maka rotor akan diam terhadap fluks pada kumparan stator sehingga tidak terjadi tegangan ggl pada kumparan rotor, sesuai dengan hukum faraday.



Gambar 2.3 Putaran pada rotor akibat fluks. Dimisalkan Rotor sudah berputar sedikit.

Sebelumnya telah dibahas mengenai adanya arus stator yang mengakibatkan munculnya arus pada rotor karena hukum faraday. Masing-masing arus menghasilkan fluks yang mempengaruhi rotor. Bagaimana fluks tersebut mempengaruhi kecepatan putaran rotor akan dibahas pada paragraf ini. Arus stator akan menghasilkan fluks utama, sedangkan arus pada rotor menghasilkan fluks pada rotor. Masing-masing fluks ini akan mempengaruhi arah putaran rotor, hanya saja arah keduanya berlawanan. Sesuai hukum lorentz, apabila kita memiliki sebuah kabel yang dialiri arus dan terdapat fluks medan magnet disekitar kabel

tersebut maka akan terjadi gaya pada kabel tersebut. Karena besarnya fluks pada stator dan rotor relatif sama maka gaya yang dihasilkan juga sama. Namun karena arah gaya yang berbeda mengakibatkan rotor tidak berputar akibat kedua gaya yang saling menghilangkan. Hal ini juga yang mengakibatkan motor induksi perlu diputar sedikit, agar salah satu gaya yang dihasilkan oleh fluks lebih besar daripada yang lainnya sehingga rotor dapat berputar.



Gambar 2.4 (a) saat rotor tidak berputar, total daya akibat masing-masing fluks ialah 0. (b) saat rotor sudah berputar sedikit, total gaya akan memiliki perbedaan sehingga terjadi putaran.

2.4.2 Motor Induksi 1 fasa Sebagai Generator

Motor induksi memiliki kecepatan putar motor selalu lebih kecil dari kecepatan sinkron, sedangkan kecepatan putar rotor pada generator induksi harus dibuat lebih besar dari kecepatan sinkron. Generator induksi dapat dioperasikan dengan menghubungkan motor induksi dengan mesin penggerak mula-mula, misalnya mesin disel. Slip pada generator induksi harus bernilai negative, agar generator induksi dapat mengeluarkan tegangan pada kedua ujung lilitan kumparan stator.

Proses perubahan motor induksi menjadi generator induksi tersebut di pengaruhi oleh penggerak utama[1].

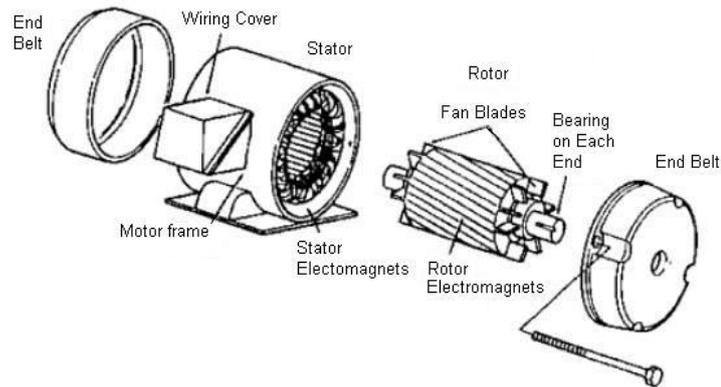
Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator ke kumparan rotor.

Garis-garis gaya fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya sehingga timbul GGL (gaya gerak listrik/tegangan induksi) dan arena penghantar rotor merupakan rangkaian yang tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan rotor. Penghantar(kumparan) rotor yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya fluks yang berasal dari kumparan stator sehingga kumparan rotor akan mengalami gaya Lorentz yang menimbulkan torsi yang cenderung menggerakkan rotor sesuai arah medan induksi stator. Pada rangka stator terdapat kumparan stator yang ditempatkan pada slot-slotnya yang dililitkan pada sejumlah kutub tertentu. Jumlah kutub ini menentukan kecepatan berputarnya medan stator yang terjadi yang diinduksikan pada rotornya. Makin besar jumlah kutub akan mengakibatkan makin kecil kecepatan putar medan stator dan sebaliknya. Kecepatan putar medan putar ini disebut kecepatan sinkron.

2.4.3 Kontruksi Motor Induksi 1 fasa

Secara umum motor induksi terdiri dari rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang bergerak, sedangkan stator yang diam. Di antara stator dengan rotor ada celah udara yang jaraknya sangat kecil. Celah udara antara stator dan rotor akan dilewati *fluks* induksi stator yang memotong kumparan rotor, sehingga menyebabkan rotor berputar. Celah udara yang terdapat antara stator dan rotor

diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan hasil kerja motor yang optimum. Jika celah udara antara stator dan rotor terlalu besar, maka akan mengakibatkan efisiensi motor induksi rendah, sebaliknya jika jarak antar celah stator dan rotor terlalu kecil, maka akan menimbulkan kesukaran mekanis pada mesin.



Gambar 2.5 konstruksi motor induksi 1 fasa.

Komponen stator adalah bagian terluar dari motor yang merupakan bagian yang diam dan mengalirkan arus fasa. Stator terdiri dari susunan laminasi inti yang memiliki alur (slot) yang menjadi tempat kedudukan kumparan yang dililitkan dan berbentuk silindris.

Motor induksi memiliki dua komponen yang utama, kedua komponen tersebut adalah:

a. Stator

Stator terdiri dari belitan-belitan stator. Jika belitan stator diberiberi aliran listrik, maka pada belitan stator akan menghasilkan fluks megnet stator atau medan putar.

b. Rotor

Rotor terdiri dari belitan-belitan penguat, inti magnet, dan slip ring/sikat. Slip ring berfungsi untuk memasukkan listrik DC pada belitan penguat, sehingga timbul kutub magnet pada rotor.

Stator dihubungkan ke tegangan AC. Rotor tidak dihubungkan secara listrik ke tegangan AC tetapi mempunyai arus yang diinduksikan kedalamnya oleh kerja transformator. Oleh sebab itu, stator kadang kadang di anggap sebagai primer dan rotor sebagai skunder motor.

2.5 Generator sinkron 1 fasa

Generatot adalah suatu alat yang dapat mengubah tegana mekanik menjadi energy listrik. Tenaga mekanik bisa berasal dari panas, air, uap, dll. Energy listrik yang dihasilkan oleh generator bisa berupa listrik AC listrik balak-balik maupun DC listrik searah. Hal tersebut tergantung dari kontruksi generator yang dipakai oleh pembangkit tenaga listrik.

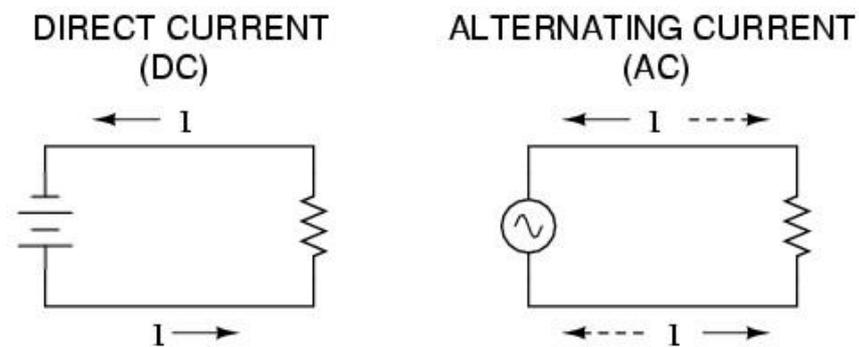
Prinsip yang digunakan adalah percobaan faraday, yang mengatakan bahwa suatu penghantar yang berada pada sejumlah garis gaya magnet yang berubah-ubah, penghantar tersebut akan menghasilkan gaya gerak listrik (GGL) induksi[10].



Gambar 2.6 Generator AC 1 fasa.

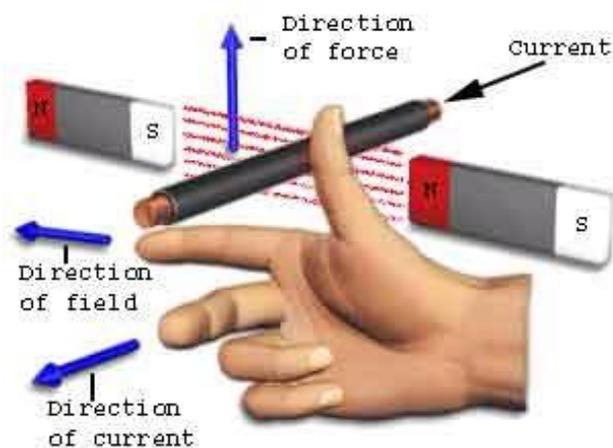
2.5.1 prinsip kerja generator

Arus listrik AC *Alternating Current* merupakan arus listrik yang arahnya bolak-balik pada sebuah rangkaian listrik. Jika pada rangkaian listrik DC arus listrik mengalir dari kutub positif ke kutub negatif, lain halnya dengan rangkaian listrik AC dimana arus listrik bergerak secara periodik berbolak-balik arah dari kutub satu ke yang lainnya.



Gambar 2.7 Perbedaan Arus Listrik AC dan DC.

Sebelum lebih dalam membahas generator AC, ada baiknya kita mengenal hukum Faraday mengenai induksi elektromagnetik sebagai fenomena dasar yang diterapkan pada generator. Hukum Faraday menyebutkan jika terjadi perubahan garis gaya magnet pada sebuah kumparan kawat, maka akan timbul gaya gerak listrik (ggl) pada kawat tersebut. Jika kumparan kawat dihubungkan dengan rangkaian listrik tertutup, maka akan timbul pula arus listrik yang mengalir pada rangkaian.



Gambar 2.8 Kaidah Tangan Kanan Fleming.

Memahami hukum Faraday, kita tidak dapat lepas dengan kaidah tangan kanan yang diperkenalkan oleh John Ambrose Fleming. Kaidah tangan kanan Fleming adalah sebuah metode mnemonik untuk memudahkan kita menentukan arah vektor dari ketiga komponen hukum Faraday, yakni arah gaya gerak kumparan kawat, arah medan magnet, serta arah arus listrik. Jika Anda menirukan posisi jari tangan kanan Anda seperti pada gambar di atas, maka ibu jari akan menunjukkan arah gaya torsi, jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet, dan jari tengah menunjukkan arah arus listrik.

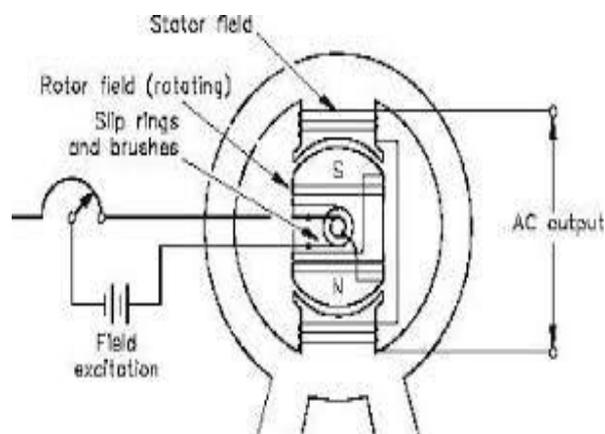
Kembali pada skema komponen-komponen generator AC di atas, rotor generator diskemakan dengan sebuah kawat angker penghantar listrik (*armature*) yang membentuk persegi panjang. Masing-masing ujung kawat angker terhubung dengan cincin logam yang biasa kita kenal dengan sebutan *slip ring*. *Slip ring* ini termasuk bagian dari rotor, sehingga ia ikut berputar dengan rotor. Komponen *slip ring* inilah yang membedakan antara generator AC dengan DC. Jika pada generator DC digunakan cincin belah sebagai penyearah arus, pada generator

AC *slip ring* berbentuk lingkaran penuh dan terhubung dengan masing-masing ujung *armature*.

Untuk sisi stator generator tersusun atas dua magnet dengan kutub berbeda yang saling berhadapan. Pada bagian yang kontak langsung dengan *slip ring*, stator dilengkapi dengan sikat karbon yang berfungsi untuk menghubungkan arus listrik yang dibangkitkan pada kawat angker ke rangkaian listrik di luar generator.

2.5.2 Konstruksi generator

Generator AC pada umumnya dibuat sedemikian rupa agar lilitan tempat terjadinya GGL induksi tidak bergerak, sedangkan kutub-kutub yang terdapat pada generator AC akan menimbulkan medan magnet yang berputar. Konstruksi generator AC dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.9 Konstruksi generator AC 1 fasa.

Bagian utama dari generator AC adalah stator dan rotor. Pada stator terdapat inti stator dan lilitan stator, sedangkan pada rotor terdapat kutub-kutub, lilitan penguat, slip ring, dan sumbu (as). Penjelasan dari bagian-bagian generator AC sebagai berikut:

a. Rangka stator

Rangka stator terbuat dari besi tuang. Rangka stator merupakan rumah dari bagian-bagian generator yang lain.

b. Stator

Stator adalah bagian yang tidak berputar (diam). Bagian ini tersusun dari plat stator yang mempunyai alur-alur sebagai tempat terjadinya GGL induksi.

c. Rotor

Rotor merupakan bagian yang berputar. Pada rotor terdapat kutub-kutub magnet dengan lilitan yang menghasilkan medan magnet dan menginduksikan ke stator melalui celah udara.

d. Slip ring

Slip ring terbuat dari bahan kuningan atau tembaga yang terpasang 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 dapat menggeser sikat arang yang merupakan sikat positif dan sikat negatif, sikat arang berguna untuk mengalirkan arus penguat magnet kelilitan magnet pada rotor.

e. Generator penguat

Generator penguat adalah suatu generator arus searah yang dipakai sebagai sumber arus. Generator arus searah ini biasanya dikopel terhadap mesin pemutarnya bersama generator utama.

2.6 Proses Menjadi Generator Induksi

Motor induksi 1 fasa berfungsi sebagai penghasil tegangan yang memiliki sumber tegangan yang telah diubah lilitannya dan ditambahkan medan magnet didalam sangkar motor induksi 1 fasa. Maka dengan adanya medan magnet menjadikan Gaya gerak listrik GGL sehingga motor induksi menjadi penghasil tegangan atau Generator. dengan penambahan dan perubahan jumlah lilitan kawat tembaga didalmnya dan perubahan bentuk atau arah lilitan menjadi bentuk lilitan spul maka motor induksi menghasilkan tegangan listrik yang lebih besar dari pada motor induksi sebelumnya. dengan demikian besar tegangan yang dihasilkan generator tergantung dengan jumlah lilitan dan kecepatan putaran penggerak mula[6].

2.7 Pengaruh Kapasitor

Proses pengubahan motor induksi membutuhkan daya reaktif atau daya magnetisasi untuk membangkitkan tegangan pada terminal keluaran generator induksi.

Jika generator induksi langsung dihubungkan ke jala-jala maka daya reaktif disediakan oleh jala-jala. Jika generator induksi bekerja sendiri maka diperlukan penyedia daya reaktif. Daya reaktif tersebut didapat dari kapasitor yang dipasang pada terminal generator. Jika kapasitor tidak dapat memenuhi daya reaktif, maka tegangan generator akan *built-up* atau tidak dapat menghasilkan tegangan listrik[7].

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Waktu dan tempat pelaksanaan pembuatan alat pemanfaatan motor induksi satu fasa sebagai generator induksi sebagai berikut :

1. Tempat pembuatan alat : Laboratorium Dasar konversi energy listrik
UMSU
2. Tempat Pengambilan Data : Jl. Kapten Muchtar basri
3. Waktu Pelaksanaan : 27 Juli 2018 – 29 Agustus 2018

3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian

Adapun bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

3.2.1 Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat generator induksi 1 fasa sebagai berikut:

1. Satu Unit Pompa Air *Panasonic* Sebagai penggerak utama generator.
2. Satu Unit Pompa Air *shimizu* Untuk diubah menjadi generator.
3. Empat Unit Lampu Pijar 25 W, 40 W, 60 W, dan 75 W Sebagai beban.
4. Magnet dinamo stater karisma Sebagai elektromagnetik.
5. Kawat email 0,4 mm Sebagai lilitan rotor untuk menghasilkan induksi.
7. Papan untuk pelapis media alat.

3.2.3 Peralatan Penelitian

Peralatan penunjang yang digunakan untuk membuat generator induksi 1 fasa sebagai berikut:

1. Bor digunakan untuk pembuat dudukan generator.
2. Tang potong digunakan untuk memotong maupun mengelupas kabel.
3. Multitester digital sebagai alat ukur pengujian.
4. Tachometer sebagai pengukur kecepatan generator.

3.3 Tahapan perancangan alat

3.3.1 Motor induksi 1 fasa

Motor induksi sebagai alat percobaan pada pembuatan generator menggunakan motor induksi 1 fasa. Motor induksi di bongkar dan mengganti lilitan motor menjadi seperti lilitan pada spul dan membubutkan rotor motor induksi sebagai penempatan magnet.

3.3.2 Motor induksi 1 fasa penggerak utama

Motor induksi penggerak utama sebagai penggerak rotor pada generator yang telah di hubung secara seri. Semakin kuat putaran motor induksi penggerak utama maka semakin besar pula tegangan yang dihaikan oleh generator.

3.3.3 Multitester digital

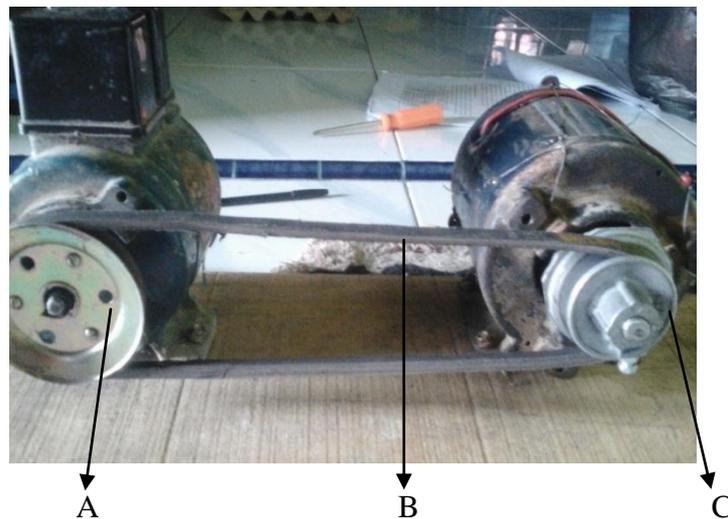
Multitester digital ialah sebuah alat ukur untuk mengukur *tegangan, hz, ampere* pada output generator.

3.3.4 Tachometer

Tachometer sebagai media alat ukur untuk mengukur kecepatan rotasi dari putaran generator agar mengetahui seberapa besar kecepatan putaran saat adanya beban atau pun tanpa adanya beban.

3.4 Bentuk Fisik Alat

Hasil akhir dari motor induksi satu fasa sebagai generator ditunjukkan pada gambar 3.5 (a) menunjukkan posisi alat terlihat dari depan, dan gambar 3.5 (b) menunjukkan posisi alat terlihat dari belakang.



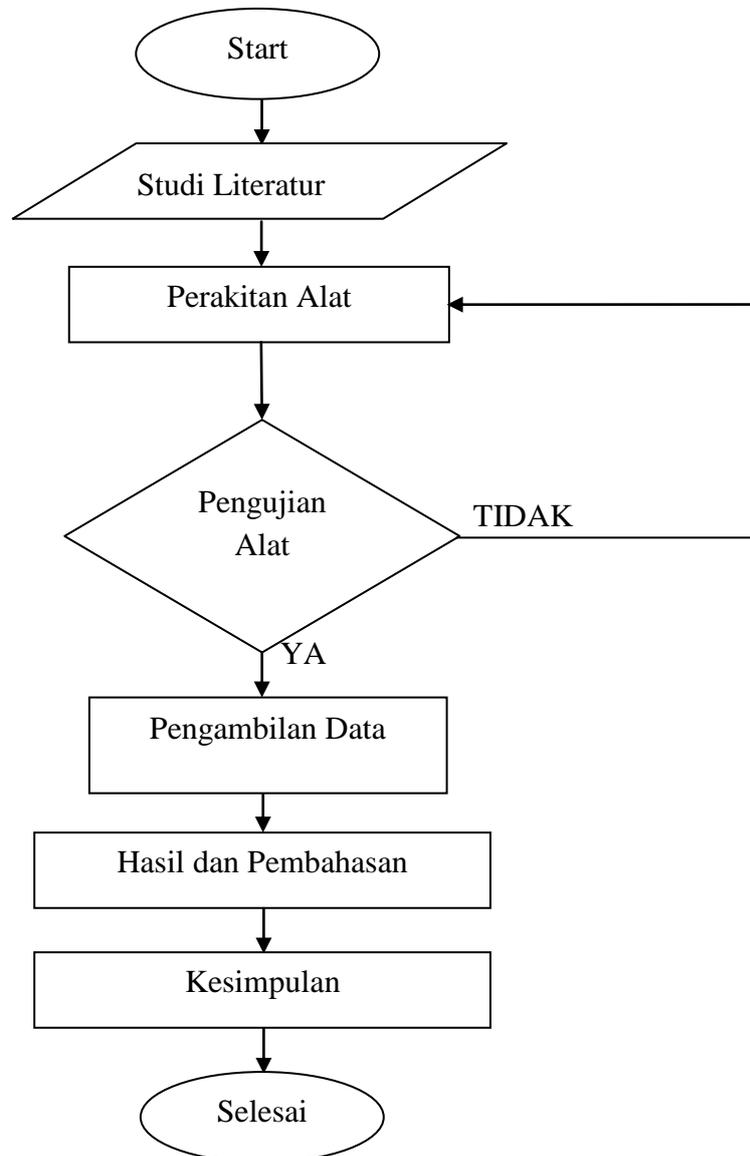
Gambar 3.1 Rancangan mekanik generator

Keterangan gambar 3.2:

- a. Penggerak utama
- b. Sabuk penghubung
- c. Generator induksi

3.5 Diagram Alir Penelitian (Flowchart)

Adapun diagram alir (*Flowchart diagram*) untuk mempermudah memahami penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir (Flowchart).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Generator Induksi

Proses pengujian dilakukan dengan 4 jenis pengujian yaitu pengujian kecepatan mula-mula motor induksi, pengujian dengan perbandingan puli-puli, pengujian tanpa beban dan pengujian menggunakan beban.

4.1.1 Pengujian Kecepatan Mula-Mula Motor Induksi

Pengujian mula-mula motor induksi dilakukan dengan cara mengukur kecepatan rotor motor induksi sebagai penggerak utama dan rotor motor induksi yang digunakan sebagai generator dengan tachometer. Pada pengujian ini didapat kecepatan rotor generator induksi yaitu 2990 rpm dan frekuensi PLN terukur sebesar 50 Hz.

Proses pengujian ini bertujuan untuk mengetahui slip mula-mula generator induksi. Berikut adalah perhitungan slip generator induksi:

$$n_s = \frac{120 \times 50}{2} = 3000$$

$$S = \frac{3000 - 2990}{3000} \times 100\%$$

$$= 0,3\%$$

Slip mula-mula motor induksi adalah 0,3%. Hal tersebut membuktikan bahwa motor induksi yang digunakan sebagai generator tidak berputar pada kecepatan sinkron. Motor induksi berputar pada kecepatan sinkron pada saat

kecepatan rotor sama dengan kecepatan medan putar yang dihasilkan stator atau motor dalam keadaan diam, sehingga slip motor sebesar 0%.

Pada pengukuran kecepatan mula-mula motor induksi yang digunakan sebagai generator terukur kecepatan rotor 2990 rpm, sedangkan pada *nameplate* motor tersebut kecepatan putar rotor 2900 rpm. Dari pengukuran tersebut, dapat dihitung besarnya persentase *error* yang terjadi.

Perhitungan persentase *error* kecepatan generator induksi:

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{\text{nilai pengujian} - \text{nilai nameplate}}{\text{nilai nameplate}} \times 100 \% \\ &= \frac{2990 - 2900}{2900} \times 100 \% \\ &= 3,10 \% \end{aligned}$$

Persentase *error* yang terjadi pada kecepatan motor sebesar 3,10 % akan berpengaruh terhadap kecepatan motor saat digunakan sebagai penggerak mula dan saat digunakan sebagai generator.

4.2 Pengujian Perbandingan Puli-Puli

Pengujian dengan perbandingan puli-puli dilakukan dengan 3 perbandingan puli, yaitu perbandingan puli-puli 2:3, perbandingan puli-puli 2:2 dan perbandingan puli-puli 3:2. Kapasitor 4 μ F digunakan sebagai penyediaan daya reaktif generator induksi dalam pengujian ini. Data pengujian dalam perbandingan puli-puli ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil pengujian dengan perbandingan puli-puli

NO	Perbandingan Puli-Puli	Kapasitor (μF)	Putaran Motor (RPM)	Putaran Generator (RPM)	Tegangan (Volt)	Frekuensi (Hertz)
1	2:3	4	3681	2630	95	32
2	2:2	4	2875	2853	170	52
3	3:2	4	2757	4340	260	70

Berdasarkan table 4.1, pada pengujian dengan perbandingan puli-puli 2:3 dilakukan untuk mendapatkan kecepatan putar generator dibawah kecepatan sinkron. Proses pengujian perbandingan puli-puli 2:3 dengan cara memasang puli sebesar 3 inchi pada poros rotor generator induksi.

Kecepatan rotor terukur 3681 rpm, kecepatan rotor generator terukur 2630 rpm, dan frekuensi generator terukur 32 Hz. Besarnya slip pada generator induksi pada pengujian dengan perbandingan puli-puli 2:3 adalah :

$$n_s = \frac{120 \times 32}{2} = 1920 \text{ rpm}$$

$$S = \frac{1920 - 2630}{1920} \times 100 \%$$

$$S = -36,9\%$$

Pada pengujian perbandingan puli-puli 2:3 terhitung slip generator induksi sebesar (-36,9%). Slip didapat dalam harga negatip dan generator induksi menghasilkan tegangan namun tidak maksimal.

Pengujian dengan perbandingan puli-puli 2:2 dilakukan untuk mendapatkan putar generator sama dengan kecepatan putar motor. Proses pengujian perbandingan puli-puli 2:2 dengan cara memasang puli sebesar 2 inchi pada poros rotor penggerak utama dan memasang puli sebesar 2 inchi pada poross rotor generator induksi 2 inchi. Pada percobaan ini generator dapat mengeluarkan tegangan belum maksimal hal tersebut dikarenakan generator bekerja dalam kecepatan sinkron.

Kecepatan motor terukur 2875 rpm, sedangkan kecepatan generator adalah 2853 rpm, dan frekuensi generator terukur 52 Hz. Seperti yang ditunjukkan pada table 4.1. besarnya slip generator induksi pada pengujian ini adalah:

$$n_s = \frac{120 \times 52}{2} = 3120 \text{ rpm}$$

$$S = \frac{3120 - 2853}{3120} \times 100 \%$$

$$S = 8,55 \%$$

Pengujian dengan perbandingan puli-puli 3:2 dilakukan untuk mendapatkan kecepatan sinkron. Proses pengujian perbandingan puli-puli 3:2 dengan cara memasng puli sebesar 3 inchi pada poros rotor penggerak utama dan memasang puli sebesar 2 inchi pada poros rotor generator induksi pada pengujian ini didapat kecepatan putar motor sebesar 2757 rpm dan kecepatan putar generator 4340 rpm dan frekuensi 70 Hz, besar slip generator induksi pada pengujian perbandingan puli-puli 3:2 adalah :

$$n_s = \frac{120 \times 70}{2} = 4200 \text{ rpm}$$

$$S = \frac{4200 - 4340}{4200} \times 100 \%$$

$$S = -3,3\%$$

Kecepatan rotor generator pada pengujian ini lebih besar dari kecepatan medan putar magnet yang dihasilkan motor induksi yang terhitung sebesar 4200 rpm. Motor induksi yang diputar melebihi kecepatan medan putar stator menghasilkan slip generator dalam harga negatip sebesar (-3,3%). Slip motor induksi yang bernilai negatip mengakibatkan generator induk telah menghasilkan tegangan yang maksimal.

4.3 Pengujian Tanpa Beban

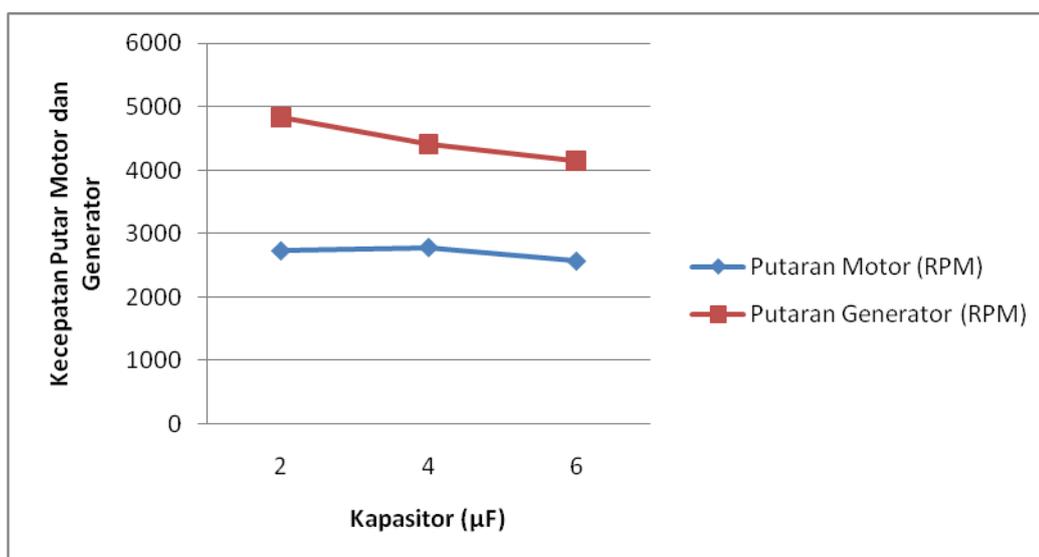
Pengujian tanpa beban dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran yang dihasilkan oleh generator dan membarikan variasi kapasitor pada generator induksi.

Kapasitor yang digunakan adalah 2 μ F, 4 μ F, dan 6 μ F. penggunaan variasi kapasitor dilakukan untuk melihat perubahan kecepatan putar, tegangan, dan frekuensi yang dihasilkan generator induksi pada setiap kenaikan kapasitor.

Tabel 4.2 Hasil pengujian tanpa beban

NO	Kapasitor (μF)	Putaran Motor (RPM)	Putaran Generator (RPM)	Tegangan (Volt)	Frekuensi (Hertz)
1	2	2733	4839	255	73
2	4	2787	4417	260	70
3	6	2568	4151	331	69

Berdasarkan tabel 4.2, dapat dibuat grafik pengaruh kapasitor terhadap kecepatan putar motor dan kecepatan generator seperti yang ditunjukkan pada Grafik.



Grafik 4.1 Pengaruh kapasitor terhadap kecepatan motor dan generator

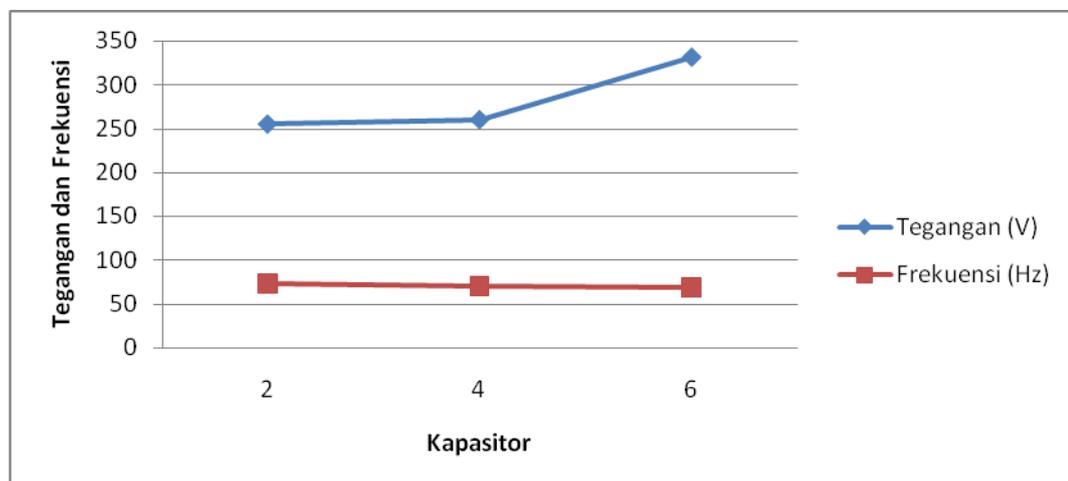
Berdasarkan grafik 4.4 dapat dilihat bahwa semakin kecil kapasitor yang digunakan, semakin cepat putaran rotor generator induksi dan sebaliknya, jika kapasitor yang digunakan semakin besar, maka kecepatan putar rotor generator

semakin melambat. Hal tersebut dikarenakan frekuensi yang dihasilkan generator induksi tergantung pada nilai kapasitor yang digunakan sebagai daya reaktif seperti yang telah dikemukakan oleh chairul Gagarin irianto dalam studi penggunaan motor induksi sebagai generator yang menyatakan bahwa :

$$C = \frac{1}{2\pi f x_c}$$

$$f = \frac{1}{2\pi c x_c}$$

Berdasarkan persamaan tersebut, jika semakin besar nilai kapasitor yang digunakan sebagai penyedia daya reaktif generator, maka frekuensi dan hasil semakin kecil. Sebaliknya, jika semakin kecil kapasitor digunakan, maka frekuensi yang dihasilkan generator semakin besar.



Grafik 4.2 Perubahan tegangan dan frekuensi terhadap kecepatan generator

Frekuensi yang dihasilkan generator induksi berpengaruh terhadap kecepatan putar rotor generator induksi, karena:

Berdasarkan persamaan tersebut, jika frekuensi yang dihasilkan generator semakin besar, maka kecepatan putar generator semakin cepat.

4.4 Pengujian Dengan Beban

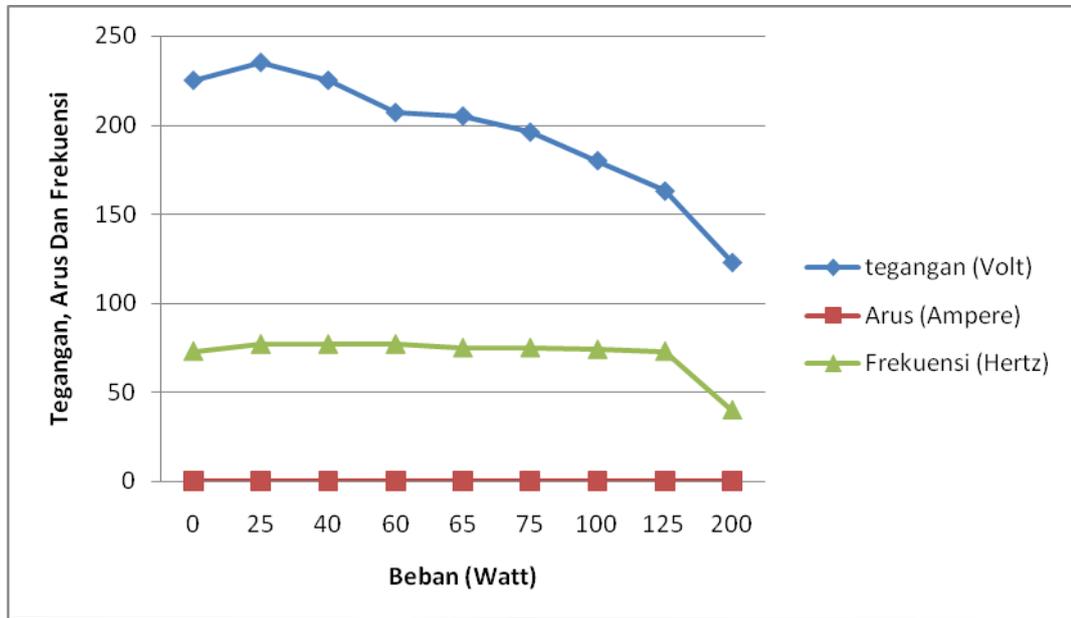
Pengujian menggunakan beban dilakukan dengan cara memberikan variasi beban yang berbeda pada tegangan keluaran generator induksi dengan menggunakan kapasitor yang berbeda. Penggunaan variasi kapasitor dilakukan untuk melihat besar beban maksimal yang dapat dicatu oleh tiap-tiap kapasitor.

Tabel 4.3 Hasil pengujian dengan kapasitor 2 μ f

No	Beban Generator (Watt)	Putaran Motor (RPM)	Putaran generator (RPM)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Frekuensi (Hz)
1	0	2733	4839	255	0	73
2	25	2973	4645	235	0,108	77
3	40	2852	4625	225	0,170	77
4	60	2817	4569	207	0,268	77
5	65	2895	4555	205	0,165	75
6	75	3823	4536	196	0,168	75
7	100	3206	4740	180	0,157	74
8	125	4182	4423	163	0,213	73
9	200	4093	4354	123	0,239	40

Berdasarkan table 4.3 pada pengujian dengan menggunakan kapasitor 2 mF dapat dilihat besar tegangan minimum yang dapat dihasilkan generator adalah 131 Volt pada beban 200 Watt dan tegangan maksimum yang dapat dihasilkan

adalah 255 Volt pada beban 0 Watt. Grafik perubahan tegangan arus dan frekuensi terhadap beban ditunjukkan kepada grafik 4.3.



Grafik 4.3 Perubahan tegangan arus dan frekuensi terhadap beban pada kapasitor 2 μ F

Pada pengujian menggunakan kapasitor 2 μ F, dapat diketahui semakin besar beban yang diberikan, tegangan keluaran generator semakin kecil karena pada system ini tidak terdapat alat pengatur tegangan yaitu AVR atau *automatic voltage regulator* yang berfungsi untuk penstabil tegangan dan mencegah terjadinya jatuh tegangan pada generator.

Besar tegangan jatuh pada pengujian generator dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Tegangan jatuh} = \frac{\text{Tegangan maksimal} - \text{Tegangan minimal}}{\text{Tegangan maksimal}} \times 100\%$$

$$\text{Tegangan jatuh} = \frac{255 - 131}{255} \times 100\% = 48,6\%$$

Pada pengujian menggunakan kapasitor 2 μ F semakin besar beban yang diberikan, arus yang dibutuhkan untuk mencatu beban generator semakin besar seperti yang ditunjukkan pada grafik 4.3. Arus maksimal yang dapat di catu pada pengujian kapasitor dua farad sebesar 662 A pada beban 200 Watt dan frekuensi mendekati stabil karena perbedaan beban yang terlalu jauh.

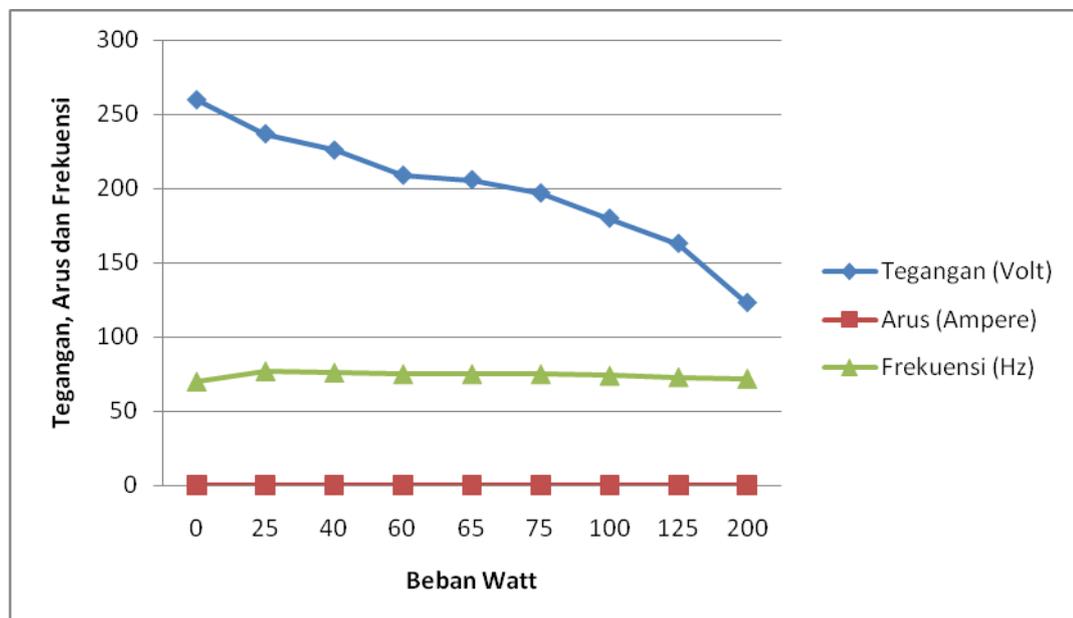
Tabel 4.4 Hasil pengujian dengan kapasitor 4 μ F

No	Beban Generator (Watt)	Putaran Motor (RPM)	Putaran Generator (RPM)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Frekuensi (Hz)
1	0	2787	4417	260	0	70
2	25	2857	4654	237	0,137	77
3	40	3535	4612	226	0,133	76
4	60	2813	4549	209	0,102	75
5	65	3330	4540	206	0,113	75
6	75	3647	4519	197	0,131	75
7	100	3808	4180	180	0,158	74
8	125	3396	4403	163	0,196	73
9	200	3935	4316	123	0,239	72

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dibuat grafik pengaruh tegangan arus dan frekuensi terhadap kenaikan beban. Pada pengujian menggunakan kapasitor 4 farad tegangan dan arus yang dihasilkan generator induksi berubah ubah tergantung besarnya beban yang diberikan. Besar tegangan jatuh pada pengujian ini adalah :

$$\begin{aligned} \text{Tegangan jatuh} &= \frac{260 - 130}{260} \times 100 \% \\ &= 50 \% \end{aligned}$$

Frekuensi yang dihasilkan generator induksi cenderung stabil pada setiap kenaikan beban karena kecepatan generator induksi stabil seperti yang di tunjukkan pada grafik 4.4.



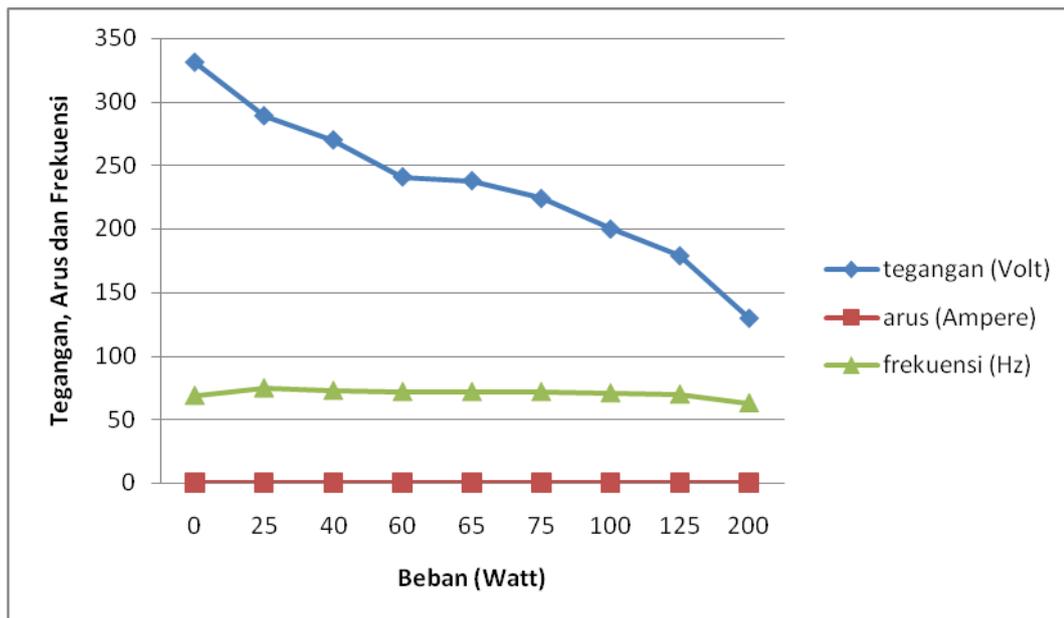
Grafik 4.4 Perubahan tegangan, arus dan frekuensi terhadap beban pada kapasitor 4 μ F

Pada pengujian menggunakan kapasitor 6 farad, besar tegangan minimum yang dapat dihasilkan generator adalah 139 Volt pada beban 200 Watt, dan besar beban maksimum yang dihasilkan generator adalah 331 Volt pada beban 0 Watt. Data hasil pengujian dengan menggunakan kapasitor 6 μ F. ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil pengujian dengan kapasitor 6 μ F

No	Beban Generator (Watt)	Putaran Motor (RPM)	Putaran Generator (RPM)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Frekuensi (Hertz)
1	0	2568	4151	331	0	69
2	25	2750	4137	289	0,819	75
3	40	2733	4952	270	0,770	73
4	60	2632	4897	241	0,714	72
5	65	2686	4804	238	0,706	72
6	75	2674	4324	224	0,698	72
7	100	3383	4337	200	0,680	71
8	125	4061	4227	179	0,686	70
9	200	4294	4564	130	0,762	63

Bedasarkan table 4.5. dapat dibuat grafik perubahan tegangan dan arus terhadap kenaikan beban yang diberikan pada generator induksi seperti yang ditunjukkan pada grafik 4.5.



Grafik 4.5 Perubahan tegangan, arus dan frekuensi terhadap beban pada kapasitor 6 μF

Pada pengujian menggunakan kapasitor 6 farad, tegangan dan arus yang dihasilkan berubah sesuai dengan kenaikan beban. Semakin besar kenaikan beban yang diberikan pada generator induksi mengakibatkan jalan keluar semakin kecil dan arus yang dihasilkan semakin besar hingga 680 mA pada tegangan maksimal. Hal tersebut dikarenakan besarnya beban membutuhkan arus yang besar.

Berikut adalah perhitungan besar tegangan jatuh yang terjadi:

$$\begin{aligned} \text{Tegangan jatuh} &= \frac{331 - 139}{331} \times 100 \% \\ &= 58,0 \% \end{aligned}$$

Frekuensi yang dihasilkan generator induksi cenderung stabil pada setiap kenaikan beban karena kecepatan generator induksi stabil.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil percobaan dan pengujian system pemanfaatan motor induksi 1 fasa sebagai generator dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan membongkar lilitan motor induk dan menggulung ulang menjadi lilitan generator.
2. Setiap perbandingan Puli-Puli meghasilkan putaran dan tegangan yang berbeda.
3. Hasil dari analisa pengaruh tegangan terhadap beban menghasilkan kesimpulan bahwa semakin besar beban pada generator maka semakin kecil tegangan yang dikeluarkan pada generator seperti yang ditunjukkan pada table percobaan pengujian dengan beban.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan system pemanfaatan motor induksi 1 fasa sebagai generator adalah sebagai berikut:

1. Motor induksi 1 fasa diganti dengan motor induksi yang berkapasitas besar, misalnya motor induksi 3 fasa.
2. Tegangan, arus, dan frekuensi yang dihasilkan sistem pemanfaatan motor induksi dibuat stabil.

3. Penambahan alat ukur otomatis yang terhubung pada system untuk mempermudah pengukuran tegangan, arus, frekuensi dan kecepatan putar motor generator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Sekeroney, “Penggunaan Motor Induksi Sebagai Generator Arus Bolak Balik,” 2002.
- [2] I. Ridzki, “Analisis Pengaruh Perubahan Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator,” pp. 31–41.
- [3] M. . Ir.Syamsul Amien, “Studi Pengaruh Arus Eksitasi Pada Generator Sinkron Yang Bekerja Paralel Terhadap Perubahan Faktor Daya,” vol. 7, no. 1, pp. 8–15, 2014.
- [4] Suhendri, “Analisis Dan Simulasi Pengaturan Tegangan Generator Induksi Berpenguatan Sendiri Menggunakan Static Synchronous Compensator (STATCOM),” no. 1, pp. 83–88.
- [5] H. Prasetijo, Ropiudin, and B. Dharmawan, “Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah,” *J. Din. Rekayasa*, vol. 8, no. 2, pp. 70–77, 2012.
- [6] L. Noprizal, M. Syukri, and S. Syahrizal, “Perancangan Prototype Generator Magnet Permanen 1 Fasa Jenis Fluks Aksial pada Putaran Rendah,” vol. 1, no. 1, pp. 40–44, 2017.
- [7] F. A. Noor and dan S. S. , Henry Ananta, “Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan, Arus, Faktor Daya, dan Daya Aktif pada Beban Listrik di Minimarket,” vol. 9, no. 2, pp. 66–73, 2017.
- [8] M. Yusuf, S. B. Daulay, and L. A. Harahap, “Uji Berbagai Diameter Puli Pada Alat Pembuat Sari Kedelai,” vol. 5, no. 1, pp. 202–206, 2017.
- [9] J. G. Hilir and D. Ciwaruga, “Motor Induksi Split Phase Sebagai Generator Induksi Satu Fasa,” no. 22, pp. 83–88.
- [10] I. Pendahuluan, “Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron Terhadap Tegangan Terminal,” vol. 1, no. 3, 2016.

LAMPIRAN









PERANCANGAN GENERATOR MENGGUNAKAN MOTOR INDUKSI 1 FASA

Arianda abimanyu¹, Zul Arsil Siregar², Muhammad Adam³

¹Mahasiswa Program Sarjana Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

^{2,3} Staf Pengajar dan Pembimbing Program Sarjana Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

ABSTRAK

Keberadaan energi listrik sudah menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat di Indonesia. Dan masih banyak daerah-daerah terpencil di Indonesia yang belum memperoleh penerangan listrik. Maka penulis ingin membuat prototipe suatu alat dari pemanfaatan motor induksi sebagai generator yaitu hasil pemanfaatan dari bahan bekas dirubah menjadi lebih bermanfaat dengan memanfaatkan motor induksi 1 fasa sebagai generator merubah lilitan dan penambahan magnet di dalamnya sehingga menghasilkan gaya gerak listrik (GGL) dan menghasilkan tegangan dengan memutar generator menggunakan penggerak mula yang dihubungkan dengan puli-puli dan sabuk sehingga generator berputar pada kecepatan tidak sinkron dan menghasilkan energi listrik. Motor induksi 1 fasa sebagai generator ditambahkan berbagai kapasitor untuk menghasilkan perbandingan tegangan.

Kata kunci: motor induksi, generator, kecepatan sinkron.

I. PENDAHULUAN

Keberadaan energi listrik sudah menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat di Indonesia. Dan masih banyak daerah-daerah terpencil di Indonesia yang belum memperoleh penerangan listrik karena tidak terjangkau oleh PT. PLN Persero. Penggunaan mesin pembangkit energi listrik seperti genset, diesel dan mesin-mesin generator yang berbahan bakar minyak dipandang tidak efektif mengingat perekonomian warga yang kurang mampu dan juga harga bahan bakarnya relatif mahal.

Kebutuhan energi listrik di daerah-daerah terpencil sangat penting. Energi listrik sangat dibutuhkan oleh masyarakat di daerah-daerah terpencil agar tidak ketinggalan dalam memperoleh informasi yang bertujuan untuk memajukan daerah-daerah terpencil dan dapat meningkatkan produktivitas masyarakat. Sistem pembangkit listrik alternatif diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik yang mudah dan murah terutama di daerah terpencil.

Berdasarkan masalah diatas, penulis ingin membuat suatu prototipe sistem generator induksi bagi daerah-daerah yang sampai saat ini belum dapat penerangan listrik dari PT. PLN Persero. Sistem generator dibuat dengan

menggunakan motor induksi satu fasa, dalam hal ini adalah mesin pompa air. Generator induksi bisa dikembangkan untuk pembangkit listrik tenaga air atau Pembangkit Listrik tenaga mikrohidro (PTMH) terutama di daerah pegunungan ataupun daerah yang memiliki aliran sungai yang cukup deras agar dapat dimanfaatkan secara optimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Berikut ini beberapa penelitian yang dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu untuk mendukung penelitian penulis dalam melakukan analisa pada sistem kerja pengasut manual terhadap perubahan beban dan faktor daya untuk pembagian beban antara lain :

Motor induksi merupakan salah satu motor listrik arus bolak-balik yang luas penggunaannya baik di industri maupun rumah tangga. Penggunaannya yang utama adalah sebagai *prime mover* pada alat-alat rumah tangga atau peralatan produksi di industri. Bilamana slip dibuat negatif atau dengan kata lain kecepatan putar rotor n_r lebih besar dari pada kecepatan medan putar n_s maka motor akan berfungsi sebagai generator. Penggunaan motor induksi sebagai generator memiliki beberapa keunggulan yaitu ; menghasilkan tegangan

sinewave yang murni, karena tidak menggunakan sikat arang maka tidak menghasilkan gangguan RFI (*radio frequency interference*). Agar dapat berfungsi sebagai generator dibutuhkan tegangan kapasitif yang akan menghasilkan arus induksi pada rotor untuk keperluan *eksitasi*. Arus kapasitif disediakan oleh kapasitor tambahan yang dipasang paralel dengan *output* generator. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan parameter-parameter yang dibutuhkan dalam mengoperasikan suatu motor *induksi* sebagai generator arus bolak-balik yang meliputi: daya generator, daya dan *rpm prime mover*, kapasitas dan konfigurasi kondensator, kapasitas beban serta bagaimana karakteristik generator tersebut[1].

Eksitasi adalah bagian dari sistem dari generator yang berfungsi membentuk/menghasilkan fluksi yang berubah terhadap waktu, sehingga dihasilkan gaya gerak listrik (GGL) *induksi*. Pengaruh perubahan eksitasi terhadap daya *reaktif* generator pada unit pembangkitan berkaitan dengan operasi *pemparalelan* generator *sinkron* dengan sistem daya, perubahan beban, dan perubahan tegangan. Tegangan cenderung konstan agar *sinkronisasi* terjaga dengan sistem[2].

Generator *sinkron* (*alternator*) merupakan mesin listrik yang merubah energi mekanis menjadi energi listrik melalui proses induksi *elektomagnetik*. Jika generator *sinkron* dibebani maka akan memberikan sifat yang berbeda sesuai dengan jenis beban yang dipikulnya. Sehingga dalam pembebanan ini akan menentukan nilai *faktor daya* pada generator tersebut. *Faktor daya* mempunyai pengertian sebagai besaran yang menunjukkan seberapa efisien mesin yang dimiliki dalam menyalurkan daya yang bisa dimanfaatkan. Oleh sebab itu, dengan diaturnya arus eksitasi pada generator yang bekerja *paralel* maka akan mengatur *daya reaktif* yang dibutuhkan pada generator tersebut sehingga dapat menentukan perubahan *faktor daya* pada masing-masing generator. Dalam penelitian ini dilakukan pengaturan arus eksitasi pada masing-masing generator 'spesifik terbatas'[3].

Generator *induksi* adalah generator yang memiliki prinsip dan konstruksinya sama dengan motor *induksi*

yang sudah umum digunakan, hanya saja dibutuhkan *prime mover* sehingga putaran rotor lebih besar daripada putaran stator ($n_r > n_s$) untuk membangkitkan tegangannya. Generator *induksi* lebih banyak digunakan pada daerah terpencil yang belum terjangkau listrik. Umumnya generator *induksi* digunakan untuk membangkitkan energi listrik berdaya kecil seperti pada pembangkit listrik tenaga angin dan *mikrohidro*. Dalam pengoperasian generator *induksi* memiliki masalah pada tegangan keluaran generator yang tidak konstan. Oleh sebab itu diperlukan adanya sebuah sistem kontrol untuk mengatur tegangan keluaran generator *induksi*. Dengan menggunakan pengontrolan, tegangan yang dihasilkan oleh generator induksi berpenguatan sendiri menjadi lebih halus tanpa adanya *ripple* dan lebih stabil[4].

Pengembangan energy terbarukan sebagai energy listrik perlu diikuti dengan penyediaan generator kecepatan rendah, terutama untuk penggunaan energi alternative skala kecil. Penelitian ini membahas perancangan generator sinkron kecepatan rendah menggunakan magnet permanen untuk menghasilkan fluks magnet di rotor. Kumparan stator dirancang hingga pada putaran generator 500 *rpm* dapat menghasilkan 5 Watt daya keluaran pada tegangan 3 fasa 12 Vac[5].

Generator magnet permanen jenis fluks aksial 1 fasa merupakan sebuah mesin penghasil listrik sederhana dengan putaran pada kecepatan rendah. Generator ini terdiri dari dua bagian yaitu, stator (diam) dengan 12 buah kumparan setiap masing-masing kumparan memiliki 300 lilitan, dan bagian rotor (berputar) yang terdiri dari 24 buah (kutub) magnet jenis *Neodymium* (NdFeB) dengan nilai kemagnetan yang tinggi sehingga dapat digunakan dalam proses pembangkitan energi listrik tanpa memerlukan sistem eksitasi daya listrik dari sumber lain untuk membangkitkan tegangan pada mesin ini. Generator ini dirancang dengan tipe *coreless* stator dengan diameter 30 cm. Generator jenis fluks aksial dapat digunakan pada pemanfaatan energi potensial baik angin maupun air. Perancangan generator jenis ini diperlukan untuk meminimalkan biaya, memperbesar torsi, dan dapat bergerak dengan kecepatan yang bervariasi. Hasil pengujian diperoleh tegangan RMS sebesar 48.90 Vac dengan

frekuensi 48.78 Hz pada pengujian tanpa beban dan 20.74 Vac dengan frekuensi 48.58 Hz pada pengujian berbeban dengan putaran 250 rpm. Beban yang digunakan yaitu 2 buah lampu pijar 24 volt 25 watt yang terhubung secara *paralel*. Dari hasil pengujian tegangan *output* generator yang dihubungkan dengan rangkaian penyearah gelombang penuh satu fasa didapat *output* tegangan 12.12 Vdc pada putaran 250 rpm[6].

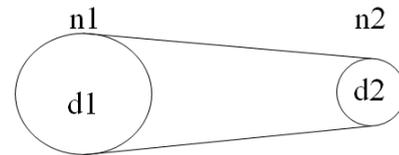
Pemasangan kapasitor daya dalam jaringan listrik merupakan pemasangan kapasitor secara paralel pada suatu instalasi listrik dengan harapan dapat menaikkan efisiensi faktor daya (*cosphi*). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan kapasitor daya pada beban-beban induktif yang ada pada minimarket terhadap kualitas listrik yang dipakai. Metode yang dipakai adalah metode eksperimen dengan tujuan mengetahui pengaruh dari suatu perlakuan (dalam hal ini pengukuran). Skenario penelitian yang dilakukan dengan melakukan rancangan kapasitor daya, menentukan titik beban pemasangan kapasitor daya dengan 3 beban listrik yakni *freezer*, *showcase*, dan kipas angin. Selanjutnya setelah pemasangan kapasitor daya adalah pengukuran parameter kelistrikan yang diteliti. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kapasitor daya menimbulkan pengaruh terhadap beban listrik. Pengaruh tertinggi didapatkan dari penambahan kapasitor terhadap beban *showcase*. Penambahan kapasitor yang terpasang pada beban listrik minimarket terbukti berpengaruh terhadap arus dan *faktor daya* beban listrik. Semakin tepat nilai kapasitor yang ditambahkan maka semakin tinggi nilai faktor daya beban listrik mendekati angka 1[7].

2.2 Penggerak Mula

Sebuah generator dapat bekerja apabila rotor yang terdapat pada generator diputar oleh penggerak utama atau *prime over*. *Prime over* harus dapat memutar rotor pada saat generator induksi belum dibebani maupun setelah dibebani, sehingga generator induksi dapat bekerja dengan baik. *Prime over* dibagi dalam dua kelompok yaitu untuk *high-speed* generator dan *low speed* generator.

2.3 Transmisi Sabuk Dengan Puli

Sabuk adalah elemen mesin yang menghubungkan dua buah puli untuk mentransmisikan daya. Puli berfungsi sebagai alat bantu dari sabuk dalam memutar poros penggerak ke poros penggerak lain, dimana sabuk membelit pada puli. Sabuk digunakan dengan pertimbangan jarak antara poros yang jauh dan biasanya untuk daya yang tidak terlalu besar[8].



Gambar 2.10 Transmisi sabuk dengan puli.

Kecepatan linier sabuk dinyatakan dengan persamaan:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

Dimana :

- V = kecepatan linier sabuk (*m/s*)
- π = konstanta
- d = diameter puli (*cm*)
- n = kecepatan putar puli (*rpm*)

Perbandingan antara puli pemutar dan puli yang diputar dinyatakan dengan persamaan :

$$i = \frac{n_{r2}}{n_{r1}} = \frac{d1}{d2}$$

Dimana :

- i = perbandingan putar
- n_{r1} = putaran puli pemutar (*rpm*)
- n_{r2} = putaran puli yang diputar (*rpm*)
- d1 = diameter puli pemutar (*cm*)
- d2 = diameter puli yang diputar (*cm*)

2.4 Motor Induksi 1 fasa

Motor dalam dunia kelistrikan ialah mesin yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Salah satu motor listrik yang umum digunakan dalam banyak aplikasi ialah motor induksi. Motor induksi merupakan salah satu mesin asinkronous *asynchronous motor* karena mesin ini beroperasi pada

kecepatan dibawah kecepatan sinkron. Kecepatan sinkron sendiri ialah kecepatan rotasi medan magnetik pada mesin. Kecepatan sinkron ini dipengaruhi oleh frekuensi mesin dan banyaknya kutub pada mesin. Motor induksi selalu berputar dibawah kecepatan sinkron karena medan magnet yang dibangkitkan stator akan menghasilkan fluks pada rotor sehingga rotor tersebut dapat berputar. Namun fluks yang terbangkitkan oleh rotor mengalami lagging dibandingkan fluks yang terbangkitkan pada stator sehingga kecepatan rotor tidak akan secepat kecepatan putaran medan magnet. Berdasarkan suplai input yang digunakan, motor induksi dibagi menjadi dua jenis, yaitu motor: induksi 1 fasa dan motor induksi 3 fasa. Dalam artikel ini hanya akan dijelaskan mengenai motor induksi 1 fasa, namun untuk prinsip kerjanya sendiri kedua jenis motor induksi tersebut memiliki prinsip kerja yang sama. Yang membedakan dari kedua motor induksi ini ialah motor induksi 1 fasa tidak dapat berputar tanpa bantuan gaya dari luar sedangkan motor induksi 3 fasa dapat berputar sendiri tanpa bantuan gaya dari luar.

2.4.1 Prinsip Kerja Motor Induksi 1 fasa

Apabila kumparan-kumparan motor induksi satu fasa dialiri arus bolak-balik satu fasa, maka pada celah udara akan dibangkitkan medan yang berputar dengan kecepatan putaran sebesar dengan menggunakan rumus :

$$n_s = \frac{120f}{p} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

n_s = Kecepatan (rpm)

f = Frekuensi (Hz)

p = Jumlah Kutub

Medan magnet berputar bergerak memotong lilitan rotor sehingga menginduksikan tegangan listrik pada kumparan-kumparan tersebut. Biasanya lilitan rotor berada dalam hubung singkat. Akibatnya lilitan rotor akan mengalir arus listrik yang besarnya tergantung pada besarnya tegangan induksi dan impedansi rotor. Arus listrik yang mengalir pada rotor akan mengakibatkan medan magnet rotor

dengan kecepatan sama dengan kecepatan medan putar stator (n_s). Perbedaan antara kecepatan sinkron dengan kecepatan putar rotor pada motor induksi disebut slip. Slip dinyatakan dengan persamaan:

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s}$$

Dimana :

S = slip (%)

n_s = kecepatan sinkron (rpm)

n_r = kecepatan rotor (rpm)

Adanya perbedaan medan putar stator dan medan putar rotor atau yang disebut slip pada motor induksi satu fasa pada rumus sebagai berikut :

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s}$$

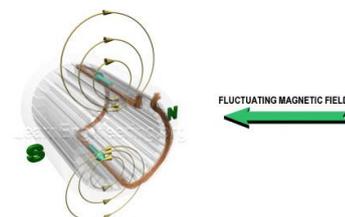
Dimana :

S = slip (%)

n_s = kecepatan sinkron (rpm)

n_r = kecepatan rotor (rpm)

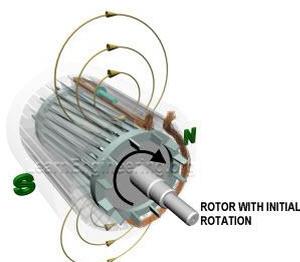
Misalkan kita memiliki sebuah motor induksi 1 fasa dimana motor ini disuplai oleh sebuah sumber AC 1 fasa. Ketika sumber AC diberikan pada stator winding dari motor, maka arus dapat mengalir pada stator winding. Fluks yang dihasilkan oleh sumber AC pada stator winding tersebut disebut sebagai fluks utama. Karena munculnya fluks utama ini maka fluks medan magnet dapat dihasilkan oleh stator[9].



Gambar 2.11 Dampak adanya arus pada stator.

Misalkan lagi rotor dari motor tersebut sudah diputar sedikit. Karena rotor berputar maka dapat dikatakan bahwa konduktor pada rotor akan bergerak melewati stator winding. Karena konduktor pada rotor bergerak relatif terhadap fluks

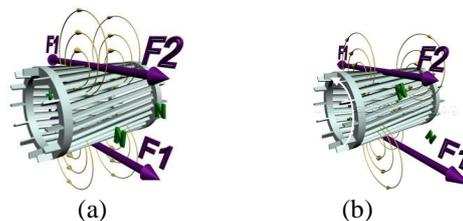
pada stator winding, akibatnya muncul tegangan ggl (gaya gerak listrik) pada konduktor rotor sesuai dengan hukum faraday. Anggap lagi motor terhubung dengan beban yang akan dioperasikan. Karena motor terhubung dengan beban maka arus dapat mengalir pada kumparan rotor akibat adanya tegangan ggl pada rotor dan terhubungnya rotor dengan beban. Arus yang mengalir pada rotor ini disebut arus rotor. Arus rotor ini juga menghasilkan fluks yang dinamakan fluks rotor. Interaksi antara kedua fluks inilah yang menyebabkan rotor didalam motor dapat berputar sendiri. Perlu diingat bahwa pada kondisi awal diasumsikan rotor sudah diberi gaya luar untuk menggerakkan konduktor pada rotor, karena jika tidak maka rotor akan diam terhadap fluks pada kumparan stator sehingga tidak terjadi tegangan ggl pada kumparan rotor, sesuai dengan hukum faraday.



Gambar 2.12 Putaran pada rotor akibat fluks. Dimisalkan Rotor sudah berputar sedikit.

Sebelumnya telah dibahas mengenai adanya arus stator yang mengakibatkan munculnya arus pada rotor karena hukum faraday. Masing-masing arus menghasilkan fluks yang mempengaruhi rotor. Bagaimana fluks tersebut mempengaruhi kecepatan putaran rotor akan dibahas pada paragraf ini. Arus stator akan menghasilkan fluks utama, sedangkan arus pada rotor menghasilkan fluks pada rotor. Masing-masing fluks ini akan mempengaruhi arah putaran rotor, hanya saja arah keduanya berlawanan. Sesuai hukum lorentz, apabila kita memiliki sebuah kabel yang dialiri arus dan terdapat fluks medan magnet disekitar kabel tersebut maka akan terjadi gaya pada kabel tersebut. Karena besarnya fluks pada stator dan rotor relatif sama maka gaya yang dihasilkan juga sama. Namun karena arah gaya yang berbeda mengakibatkan rotor tidak berputar akibat kedua gaya yang saling menghilangkan. Hal ini juga yang mengakibatkan motor induksi perlu diputar

sedikit, agar salah satu gaya yang dihasilkan oleh fluks lebih besar daripada yang lainnya sehingga rotor dapat berputar.



Gambar 2.13 (a) saat rotor tidak berputar, total daya akibat masing-masing fluks ialah 0. (b) saat rotor sudah berputar sedikit, total gaya akan memiliki perbedaan sehingga terjadi putaran.

2.4.2 Motor Induksi 1 fasa Sebagai Generator

Motor induksi memiliki kecepatan putar motor selalu lebih kecil dari kecepatan sinkron, sedangkan kecepatan putar rotor pada generator induksi harus dibuat lebih besar dari kecepatan sinkron. Generator induksi dapat dioperasikan dengan menghubungkan motor induksi dengan mesin penggerak mula-mula, misalnya mesin disel. Slip pada generator induksi harus bernilai negative, agar generator induksi dapat mengeluarkan tegangan pada kedua ujung lilitan kumparan stator.

Proses pengubahan motor induksi menjadi generator induksi tersebut di pengaruhi oleh penggerak utama[1].

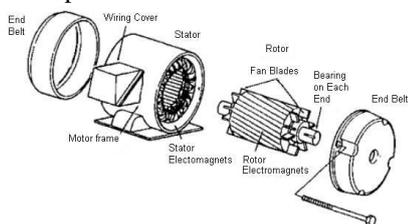
Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator ke kumparan rotor.

Garis-garis gaya fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya sehingga timbul GGL (gaya gerak listrik/tegangan induksi) dan arena penghantar rotor merupakan rangkaian yang tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan rotor. Penghantar(kumparan) rotor yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya fluks yang berasal dari kumparan stator sehingga kumparan rotor akan mengalami gaya Lorentz yang menimbulkan torsi yang cenderung menggerakkan rotor sesuai arah medan induksi stator. Pada rangka stator terdapat kumparan stator yang ditempatkan

pada slot-slotnya yang di lilitkan pada sejumlah kutub tertentu. Jumlah kutub ini menentukan kecepatan berputarnya medan stator yang terjadi yang di induksikan pada rotornya. Makin besar jumlah kutub akan mengakibatkan makin kecil kecepatan putar medan stator dan sebaliknya. Kecepatan putar medan putar ini disebut kecepatan sinkron.

2.4.3 Kontruksi Motor Induksi 1 fasa

Secara umum motor induksi terdiri dari rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang bergerak, sedangkan stator yang diam. Di antara stator dengan rotor ada celah udara yang jaraknya sangat kecil. Celah udara antara stator dan rotor akan dilewati *fluks* induksi stator yang memotong kumparan rotor, sehingga menyebabkan rotor berputar. Celah udara yang terdapat antara stator dan rotor diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan hasil kerja motor yang optimum. Jika celah udara antara stator dan rotor terlalu besar, maka akan mengakibatkan efisiensi motor induksi rendah, sebaliknya jika jarak antar celah stator dan rotor terlalu kecil, maka akan menimbulkan kesukaran mekanis pada mesin.



Gambar 2.14 kontruksi motor induksi 1 fasa.

Komponen stator adalah bagian terluar dari motor yang merupakan bagian yang diam dan mengalirkan arus fasa. Stator terdiri dari susunan laminasi inti yang memiliki alur (slot) yang menjadi tempat dudukan kumparan yang dililitkan dan berbentuk silindris. Motor induksi memiliki dua komponen yang utama, kedua komponen tersebut adalah:

a. Stator

Stator terdiri dari belitan-belitan stator. Jika belitan stator diberi aliran listrik, maka pada belitan stator akan menghasilkan fluks magnet stator atau medan putar.

b. Rotor

Rotor terdiri dari belitan-belitan penguat, inti magnet, dan slip ring/sikat. Slip ring berfungsi untuk memasukkan listrik DC pada belitan penguat, sehingga timbul kutub magnet pada rotor.

Stator dihubungkan ke tegangan AC. Rotor tidak dihubungkan secara listrik ke tegangan AC tetapi mempunyai arus yang diinduksikan kedalamnya oleh kerja transformator. Oleh sebab itu, stator kadang kadang di anggap sebagai primer dan rotor sebagai skunder motor.

2.5 Generator sinkron 1 fasa

Generatot adalah suatu alat yang dapat mengubah tegana mekanik menjadi energy listrik. Tenaga mekanik bisa berasal dari panas, air, uap, dll. Energy listrik yang dihasilkan oleh generator bisa berupa listrik AC listrik balak-balik maupun DC listrik searah. Hal tersebut tergantung dari kontruksi generator yang dipakai oleh pembangkit tenaga listrik.

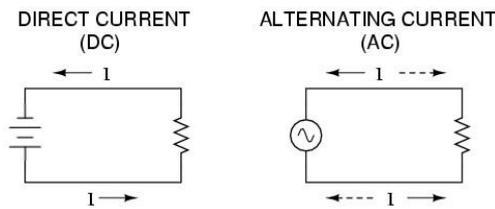
Prinsip yang digunakan adalah percobaan faraday, yang mengatakan bahwa suatu penghantar yang berada pada sejumlah garis gaya magnet yang berubah-ubah, penghantar tersebut akan menghasilkan gaya gerak listrik (GGL) induksi [10].



Gambar 2.15 Generator AC 1 fasa.

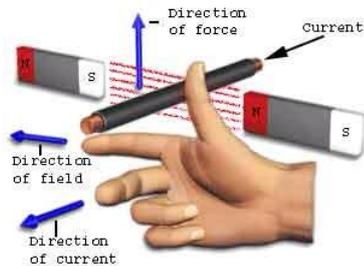
2.5.1 prinsip kerja generator

Arus listrik AC *Alternating Current* merupakan arus listrik yang arahnya bolak-balik pada sebuah rangkaian listrik. Jika pada rangkaian listrik DC arus listrik mengalir dari kutub positif ke kutub negatif, lain halnya dengan rangkaian listrik AC dimana arus listrik bergerak secara periodik berbolak-balik arah dari kutub satu ke yang lainnya.



Gambar 2.16 Perbedaan Arus Listrik AC dan DC.

Sebelum lebih dalam membahas generator AC, ada baiknya kita mengenal hukum Faraday mengenai induksi elektromagnetik sebagai fenomena dasar yang diterapkan pada generator. Hukum Faraday menyebutkan jika terjadi perubahan garis gaya magnet pada sebuah kumparan kawat, maka akan timbul gaya gerak listrik (ggl) pada kawat tersebut. Jika kumparan kawat dihubungkan dengan rangkaian listrik tertutup, maka akan timbul pula arus listrik yang mengalir pada rangkaian.



Gambar 2.17 Kaidah Tangan Kanan Fleming.

Memahami hukum Faraday, kita tidak dapat lepas dengan kaidah tangan kanan yang diperkenalkan oleh John Ambrose Fleming. Kaidah tangan kanan Fleming adalah sebuah metode mneumonik untuk memudahkan kita menentukan arah vektor dari ketiga komponen hukum Faraday, yakni arah gaya gerak kumparan kawat, arah medan magnet, serta arah arus listrik. Jika Anda menirukan posisi jari tangan kanan Anda seperti pada gambar di atas, maka ibu jari akan menunjukkan arah gaya torsi, jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet, dan jari tengah menunjukkan arah arus listrik.

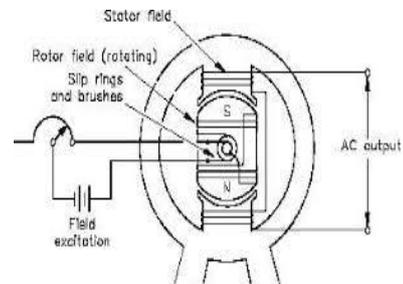
Kembali pada skema komponen-komponen generator AC di atas, rotor generator diskemakan dengan sebuah kawat

angker penghantar listrik (*armature*) yang membentuk persegi panjang. Masing-masing ujung kawat angker terhubung dengan cincin logam yang biasa kita kenal dengan sebutan *slip ring*. *Slip ring* ini termasuk bagian dari rotor, sehingga ia ikut berputar dengan rotor. Komponen *slip ring* inilah yang membedakan antara generator AC dengan DC. Jika pada generator DC digunakan cincin belah sebagai penyearah arus, pada generator AC *slip ring* berbentuk lingkaran penuh dan terhubung dengan masing-masing ujung *armature*.

Untuk sisi stator generator tersusun atas dua magnet dengan kutub berbeda yang saling berhadapan. Pada bagian yang kontak langsung dengan *slip ring*, stator dilengkapi dengan sikat karbon yang berfungsi untuk menghubungkan arus listrik yang dibangkitkan pada kawat angker ke rangkaian listrik di luar generator.

2.5.2 Konstruksi generator

Generator AC pada umumnya dibuat sedemikian rupa agar lilitan tempat terjadinya GGL induksi tidak bergerak, sedangkan kutub-kutub yang terdapat pada generator AC akan menimbulkan medan magnet yang berputar. Konstruksi generator AC dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.18 Konstruksi generator AC 1 fasa.

Bagian utama dari generator Ac adalah stator dan rotor. Pada stator terdapat inti stator dan lilitan stator, sedangkan pada rotor terdapat kutub-kutub, lilitan penguat, slip ring, dan sumbu (as). Penjelasan dari bagian-bagian generator AC sebagai berikut:

- f. Rangka stator
Rangka stator terbuat dari besi tuang. Rangka stator merupakan

rumah dari bagian-bagian generator yang lain.

- g. **Stator**
Stator adalah bagian yang tidak berputar (diam). Bagian ini tersusun dari plat stator yang mempunyai alur-alur sebagai tempat terjadinya GGL induksi.
- h. **Rotor**
Rotor merupakan bagian yang berputar. Pada rotor terdapat kutub-kutub magnet dengan lilitan yang menghasilkan medan magnet dan menginduksikan ke stator melalui celah udara.
- i. **Slip ring**
Slip ring terbuat dari bahan kuningan atau tembaga yang terpasang 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 dapat menggeser sikat arang yang merupakan sikat positif dan sikat negatif, sikat arang berguna untuk mengalirkan arus penguat magnet kelilitan magnet pada rotor.
- j. **Generator penguat**
Generator penguat adalah suatu generator arus searah yang dipakai sebagai sumber arus. Generator arus searah ini biasanya dikopel terhadap mesin pemutarnya bersama generator utama.

2.6 Proses Menjadi Generator Induksi

Motor induksi 1 fasa berfungsi sebagai penghasil tegangan yang memiliki sumber tegangan yang telah diubah lilitannya dan ditambahkan medan magnet didalam sangkar motor induksi 1 fasa. Maka dengan adanya medan magnet menjadikan Gaya gerak listrik GGL sehingga motor induksi menjadi penghasil tegangan atau Generator. dengan penambahan dan perubahan jumlah lilitan kawat tembaga didalamnya dan perubahan bentuk atau arah lilitan menjadi bentuk lilitan spul maka motor induksi menghasilkan tegangan listrik yang lebih besar dari pada motor induksi sebelumnya. dengan demikian besar tegangan yang dihasilkan generator

tergantung dengan jumlah lilitan dan kecepatan putaran penggerak mula[6].

2.7 Pengaruh Kapasitor

Proses pengubahan motor induksi membutuhkan daya reaktif atau daya magnetisasi untuk membangkitkan tegangan pada terminal keluaran generator induksi.

Jika generator induksi langsung dihubungkan ke jala-jala maka daya reaktif disediakan oleh jala-jala. Jika generator induksi bekerja sendiri maka diperlukan penyedia daya reaktif. Daya reaktif tersebut didapat dari kapasitor yang dipasang pada terminal generator. Jika kapasitor tidak dapat memenuhi daya reaktif, maka tegangan generator akan *built-up* atau tidak dapat menghasilkan tegangan listrik[7].

III. METODE PENELITIAN

Penelitian di laksanakan di Laboratorium Dasar konversi energy listrik UMSU, jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Glugur Darat II Medan. Waktu Penelitian di rencanakan berlangsung selama lebih kurang 4 (empat) bulan, dimulai dari perencanaan bahan, perancangan bahan, pemrograman alat, pengujian, dan pengambilan data pengujian.

Adapun bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

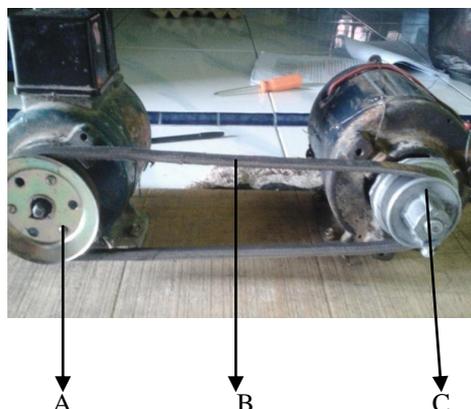
Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat generator induksi 1 fasa sebagai berikut:

1. Satu Unit Pompa Air *Panasonic* Sebagai penggerak utama generator.
2. Satu Unit Pompa Air *shimizu* Untuk diubah menjadi generator.
3. Empat Unit Lampu Pijar 25 W, 40 W, 60 W, dan 75 W Sebagai beban.
4. Magnet dinamo stater karisma Sebagai elektromagnetik.
5. Kawat email 0,4 mm Sebagai lilitan rotor untuk menghasilkan induksi.
6. Papan untuk pelapis media alat.

Peralatan yang digunakan :

1. Multitester digital.
2. Tachometer.

Hasil akhir dari motor induksi satu fasa sebagai generator ditunjukkan pada gambar 3.5 (a) menunjukkan posisi alat terlihat dari depan, dan gambar 3.5 (b) menunjukkan posisi alat terlihat dari belakang.

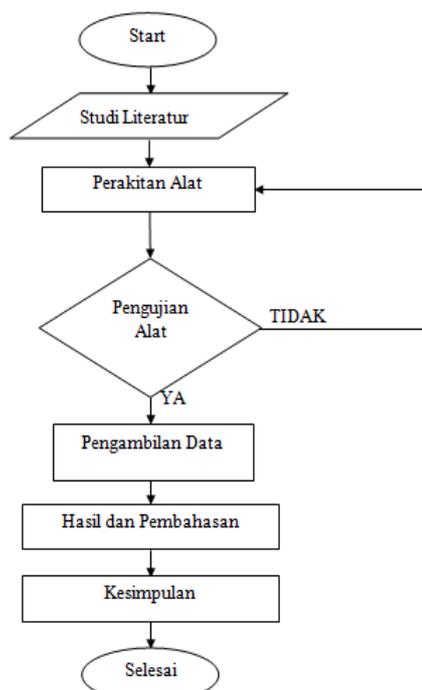


Gambar 3.3 Rancangan mekanik generator

Keterangan gambar 3.2:

- Penggerak utama
- Sabuk penghubung
- Generator induksi

Adapun diagram alir (*Flowchart diagram*) untuk mempermudah memahami penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.4 Diagram Alir (Flowchart).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian dilakukan dengan 4 jenis pengujian yaitu pengujian kecepatan mula-mula motor induksi, pengujian dengan perbandingan puli-puli, pengujian tanpa beban dan pengujian menggunakan beban.

Pengujian mula-mula motor induksi dilakukan dengan cara mengukur kecepatan rotor motor induksi sebagai penggerak utama dan rotor motor induksi yang digunakan sebagai generator dengan tachometer. Pada pengujian ini didapat kecepatan rotor generator induksi yaitu 2990 rpm dan frekuensi PLN terukur sebesar 50 Hz.

Pengujian dengan perbandingan puli-puli dilakukan dengan 3 perbandingan puli, yaitu perbandingan puli-puli 2:3, perbandingan puli-puli 2:2 dan perbandingan puli-puli 3:2. Kapasitor $4\mu\text{F}$ digunakan sebagai penyediaan daya reaktif generator induksi dalam pengujian ini. Data pengujian dalam perbandingan puli-puli ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4.6 Hasil pengujian dengan perbandingan puli-puli

NO	Perbandingan Puli-Puli	Kapasitor (μF)	Putaran	Putaran	Tegangan (Volt)	Frekuensi (Hertz)
			Motor (RPM)	Generator (RPM)		
1	2:3	4	3681	2630	95	32
2	2:2	4	2875	2853	170	52
3	3:2	4	2757	4340	260	70

Berdasarkan table 4.1, pada pengujian dengan perbandingan puli-puli 2:3 dilakukan untuk mendapatkan kecepatan putar generator dibawah kecepatan sinkron. Proses pengujian perbandingan puli-puli 2:3 dengan cara memasang puli sebesar 3 inchi pada poros rotor generator induksi.

Kecepatan rotor terukur 3681 rpm, kecepatan rotor generator terukur 2630 rpm, dan frekuensi generator terukur 32 Hz.

Pengujian dengan perbandingan puli-puli 2:2 dilakukan untuk mendapatkan putar generator sama dengan kecepatan

putar motor. Proses pengujian perbandingan puli-puli 2:2 dengan cara memasang puli sebesar 2 inci pada poros rotor penggerak utama dan memasang puli sebesar 2 inci pada poros rotor generator induksi 2 inci. Pada percobaan ini generator dapat mengeluarkan tegangan belum maksimal hal tersebut dikarenakan generator bekerja dalam kecepatan sinkron.

Kecepatan motor terukur 2875 rpm, sedangkan kecepatan generator adalah 2853 rpm, dan frekuensi generator terukur 52 Hz.

Pengujian dengan perbandingan puli-puli 3:2 dilakukan untuk mendapatkan kecepatan sinkron. Proses pengujian perbandingan puli-puli 3:2 dengan cara memasang puli sebesar 3 inci pada poros rotor penggerak utama dan memasang puli sebesar 2 inci pada poros rotor generator induksi pada pengujian ini didapat kecepatan putar motor sebesar 2757 rpm dan kecepatan putar generator 4340 rpm dan frekuensi 70 Hz.

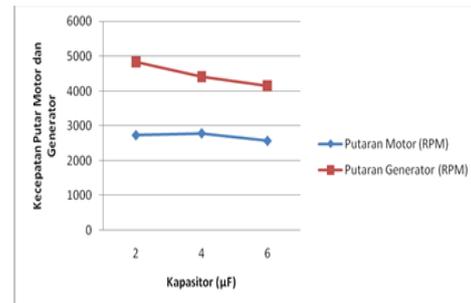
Pengujian tanpa beban dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran yang dihasilkan oleh generator dan membarikan variasi kapasitor pada generator induksi.

Kapasitor yang digunakan adalah 2 μ F, 4 μ F, dan 6 μ F. penggunaan variasi kapasitor dilakukan untuk melihat perubahan kecepatan putar, tegangan, dan frekuensi yang dihasilkan generator induksi pada setiap kenaikan kapasitor.

Tabel 4.7 Hasil pengujian tanpa beban

NO	Kapasitor (μ F)	Putaran Motor (RPM)	Putaran Generator (RPM)	Tegangan (Volt)	Frekuensi (Hertz)
1	2	2733	4839	255	73
2	4	2787	4417	260	70
3	6	2568	4151	331	69

Berdasarkan tabel 4.2. dapat dibuat grafik pengaruh kapasitor terhadap kecepatan putar motor dan kecepatan generator seperti yang ditunjukkan pada Grafik.



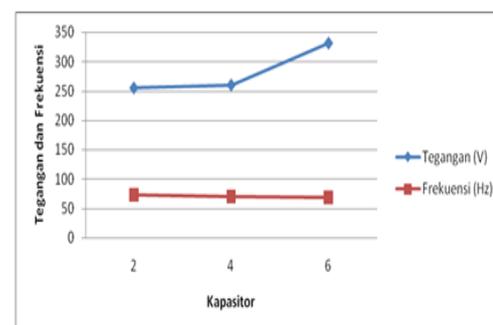
Grafik 4.6 Pengaruh kapasitor terhadap kecepatan motor dan generator

Berdasarkan grafik 4.4 dapat dilihat bahwa semakin kecil kapasitor yang digunakan, semakin cepat putaran rotor generator induksi dan sebaliknya, jika kapasitor yang digunakan semakin besar, maka kecepatan putar rotor generator semakin melambat. Hal tersebut dikarenakan frekuensi yang dihasilkan generator induksi tergantung pada nilai kapasitor yang digunakan sebagai daya reaktif seperti yang telah dikemukakan oleh Chairul Gagrin Irianto dalam studi penggunaan motor induksi sebagai generator yang menyatakan bahwa :

$$C = \frac{1}{2\pi f x_c}$$

$$f = \frac{1}{2\pi c x_c}$$

Berdasarkan persamaan tersebut, jika semakin besar nilai kapasitor yang digunakan sebagai penyedia daya reaktif generator, maka frekuensi dan hasil semakin kecil. Sebaliknya, jika semakin kecil kapasitor digunakan, maka frekuensi yang dihasilkan generator semakin besar.



Grafik 4.7 Perubahan tegangan dan frekuensi terhadap kecepatan generator

Frekuensi yang dihasilkan generator induksi berpengaruh terhadap kecepatan putar rotor generator induksi, karena:

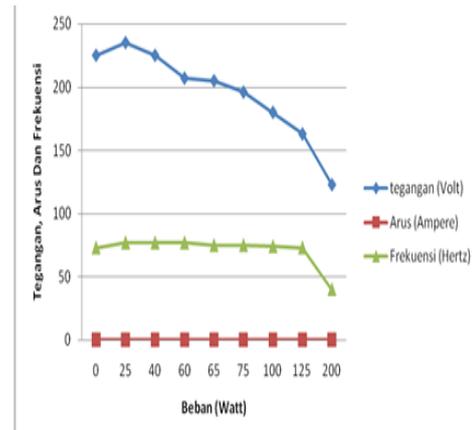
Berdasarkan persamaan tersebut, jika frekuensi yang dihasilkan generator semakin besar, maka kecepatan putar generator semakin cepat.

Pengujian menggunakan beban dilakukan dengan cara memberikan variasi beban yang berbeda pada tegangan keluaran generator induksi dengan menggunakan kapasitor yang berbeda. Penggunaan variasi kapasitor dilakukan untuk melihat besar beban maksimal yang dapat dicatu oleh tiap-tiap kapasitor.

Tabel 4.8 Hasil pengujian dengan kapasitor 2 μ f

No	Beban Generator (Watt)	Putaran Motor (RPM)	Putaran generator (RPM)	Tegangan (Volt)	Arus (A)	Frekuensi (Hz)
1	0	2733	4839	255	0	73
2	25	2973	4645	235	0,108	77
3	40	2852	4625	225	0,170	77
4	60	2817	4569	207	0,268	77
5	65	2895	4555	205	0,165	75
6	75	3823	4536	196	0,168	75
7	100	3206	4740	180	0,157	74
8	125	4182	4423	163	0,213	73
9	200	4093	4354	123	0,239	40

Berdasarkan table 4.3 pada pengujian dengan menggunakan kapasitor 2 mF dapat dilihat besar tegangan minimum yang dapat dihasilkan generator adalah 131 Volt pada beban 200 Watt dan tegangan maksimum yang dapat dihasilkan adalah 255 Volt pada beban 0 Watt. Grafik perubahan tegangan arus dan frekuensi terhadap beban ditunjukkan kepada grafik 4.3.



Grafik 4.8 Perubahan tegangan arus dan frekuensi terhadap beban pada kapasitor 2 μ F

Pada pengujian menggunakan kapasitor 2 μ F, dapat diketahui semakin besar beban yang diberikan, tegangan keluaran generator semakin kecil karena pada system ini tidak terdapat alat pengatur tegangan yaitu AVR atau *automatic voltage regulator* yang berfungsi untuk penstabil tegangan dan mencegah terjadinya jatuh tegangan pada generator.

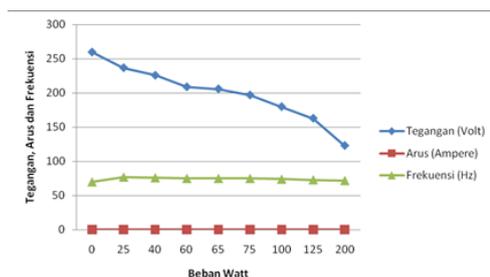
Pada pengujian menggunakan kapasitor 2 μ F semakin besar beban yang diberikan, arus yang dibutuhkan untuk mencatu beban generator semakin besar seperti yang ditunjukkan pada grafik 4.3. Arus maksimal yang dapat di catu pada pengujian kapasitor dua farad sebesar 662 A pada beban 200 Watt dan frekuensi mendekati stabil karena perbedaan beban yang terlalu jauh.

Tabel 4.9 Hasil pengujian dengan kapasitor 4 μ F

No	Beban Generator (Watt)	Putaran Motor (RPM)	Putaran Generator (RPM)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Frekuensi (Hz)
1	0	2787	4417	260	0	70
2	25	2857	4654	237	0,137	77
3	40	3535	4612	226	0,133	76
4	60	2813	4549	209	0,102	75
5	65	3330	4540	206	0,113	75
6	75	3647	4519	197	0,131	75
7	100	3808	4180	180	0,158	74
8	125	3396	4403	163	0,196	73
9	200	3935	4316	123	0,239	72

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dibuat grafik pengaruh tegangan arus dan frekuensi terhadap kenaikan beban. Pada pengujian menggunakan kapasitor 4 farad tegangan dan arus yang dihasilkan generator induksi berubah ubah tergantung besarnya beban yang diberikan.

Frekuensi yang dihasilkan generator induksi cenderung stabil pada setiap kenaikan beban karena kecepatan generator induksi stabil seperti yang di tunjukkan pada grafik 4.4.



Grafik 4.9 Perubahan tegangan, arus dan frekuensi terhadap beban pada kapasitor 4µF

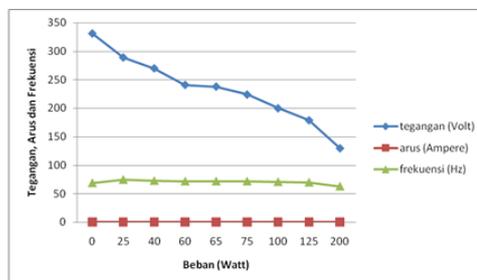
Pada pengujian menggunakan kapasitor 6 farad, besar tegangan minimum yang dapat dihasilkan generator adalah 139 Volt pada beban 200 Watt, dan besar beban maksimum yang dihasilkan generator adalah 331 Volt pada beban 0 Watt. Data hasil pengujian dengan menggunakan kapasitor 6µF. ditunjukkan pada tabel 4.5.

Pada pengujian menggunakan kapasitor 6 farad, besar tegangan minimum yang dapat dihasilkan generator adalah 139 Volt pada beban 200 Watt, dan besar beban maksimum yang dihasilkan generator adalah 331 Volt pada beban 0 Watt. Data hasil pengujian dengan menggunakan kapasitor 6µF. ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.10 Hasil pengujian dengan kapasitor 6 µF

No	Beban Generator (Watt)	Putaran Motor (RPM)	Putaran Generator (RPM)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Frekuensi (Hertz)
1	0	2568	4151	331	0	69
2	25	2750	4137	289	0,819	75
3	40	2733	4952	270	0,770	73
4	60	2632	4897	241	0,714	72
5	65	2686	4804	238	0,706	72
6	75	2674	4324	224	0,698	72
7	100	3383	4337	200	0,680	71
8	125	4061	4227	179	0,686	70
9	200	4294	4564	130	0,762	63

Berdasarkan table 4.5. dapat dibuat grafik perubahan tegangan dan arus terhadap kenaikan beban yang diberikan pada generator induksi seperti yang ditunjukkan pada grafik 4.5.



Grafik 4.10 Perubahan tegangan, arus dan frekuensi terhadap beban pada kapasitor 6 µF

Pada pengujian menggunakan kapasitor 6 farad, tegangan dan arus yang dihasilkan berubah sesuai dengan kenaikan beban. Semakin besar kenaikan beban yang diberikan pada generator induksi mengakibatkan jalan keluar semakin kecil dan arus yang dihasilkan semakin besar hingga 680 mA pada tegangan maksimal. Hal tersebut dikarenakan besarnya beban membutuhkan arus yang besar.

KESIMPULAN

1. Dengan membongkar lilitan motor induk dan menggulung ulang menjadi lilitan generator.
2. Setiap perbandingan Puli-Puli menghasilkan putaran dan tegangan yang berbeda.
3. Hasil dari analisa pengaruh tegangan terhadap beban menghasilkan kesimpulan bahwa semakin besar beban pada generator maka semakin kecil tegangan yang dikeluarkan pada generator seperti yang ditunjukkan pada table percobaan pengujian dengan beban.

SARAN

1. Motor induksi 1 fasa diganti dengan motor induksi yang berkapasitas besar, misalnya motor induksi 3 fasa.
2. Tegangan, arus, dan frekuensi yang dihasilkan sistem pemanfaatan motor induksi dibuat stabil.
3. Penambahan alat ukur otomatis yang terhubung pada system untuk mempermudah pengukuran tegangan, arus, frekuensi dan kecepatan putar motor generator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Sekeroney, "Penggunaan Motor Induksi Sebagai Generator Arus Bolak Balik," 2002.
- [2] I. Ridzki, "Analisis Pengaruh Perubahan Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator," Pp. 31–41.
- [3] M. . Ir.Syamsul Amien, "Studi Pengaruh Arus Eksitasi Pada Generator Sinkron Yang Bekerja Paralel Terhadap Perubahan Faktor Daya," Vol. 7, No. 1, Pp. 8–15, 2014.
- [4] Suhendri, "Analisis Dan Simulasi Pengaturan Tegangan Generator Induksi Berpenguatan Sendiri Menggunakan Static Synchronous Compensator (Statcom)," No. 1, Pp. 83–88.
- [5] H. Prasetijo, Ropiudin, And B. Dharmawan, "Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah," *J. Din. Rekayasa*, Vol. 8, No. 2, Pp. 70–77, 2012.
- [6] L. Noprizal, M. Syukri, And S. Syahrizal, "Perancangan Prototype Generator Magnet Permanen 1 Fasa Jenis Fluks Aksial Pada Putaran Rendah," Vol. 1, No. 1, Pp. 40–44, 2017.
- [7] F. A. Noor And Dan S. S. , Henry Ananta, "Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan, Arus, Faktor Daya, Dan Daya Aktif Pada Beban Listrik Di Minimarket," Vol. 9, No. 2, Pp. 66–73, 2017.
- [8] M. Yusuf, S. B. Daulay, And L. A. Harahap, "Uji Berbagai Diameter Puli Pada Alat Pembuat Sari Kedelai," Vol. 5, No. 1, Pp. 202–206, 2017.
- [9] J. G. Hilir And D. Ciwaruga, "Motor Induksi Split Phase Sebagai Generator Induksi Satu Fasa," No. 22, Pp. 83–88.
- [10] I. Pendahuluan, "Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron Terhadap Tegangan Terminal," Vol. 1, No. 3, 2016.