

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PEMBUATAN GENERATOR AC 3 FASA  
FIBERGLASS**



LAPORAN TUGAS AKHIR  
Diajukan untuk memenuhi salah satu  
syarat ujian guna menyelesaikan studi pada  
Program Pendidikan Diploma III  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Oleh

<b>MULTAZAM NAJAMUDDIN</b>	<b>342 07 006</b>
<b>NUR HALIM</b>	<b>342 07 008</b>
<b>ABDUL HARIS ASHARI</b>	<b>342 07 020</b>

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR**

**2010**

## HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Judul Tugas Akhir : ” **Pembuatan Generator ac 3 Fasa Fiberglass** ”

Oleh : 1. Multazam Najamuddin ( 342 07 006 )

2. Nur Halim ( 342 07 008 )

3. Abdul Haris Ashari ( 342 07 020 )

Program Studi : Teknik konversi Energi

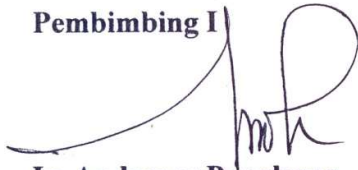
Jurusan : Teknik Mesin

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi program Diploma III (D3) pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 08 November 2010

Disetujui,

Pembimbing I



**Ir. Andreas Pangkung, MT.**  
NIP. 19620828 198903 1 003

Pembimbing II

**Ir. Makmur Saini, MT**  
NIP. 19610623 198903 1 003

Mengetahui,  
a.n Direktur

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Muh. Tekad, ST, MT.**

NIP. 19650824 199003 1 003

## HALAMAN PENGESAHAN PANITIA UJIAN SIDANG

Pada hari ini, hari Senin Tanggal 08 November 2010, Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir, telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh mahasiswa :

Nama : Multazam Najamuddin ( 342 07 006 )

Nur Halim ( 342 07 008 )




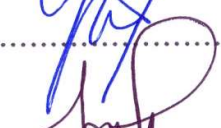

Abdul Haris Ashari ( 342 07 020 )

Judul : ” Pembuatan Generator ac 3 Fasa *Fiberglass* ”

Telah diperiksa dan disahkan oleh Tim Penguji Tugas Akhir Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 08 November 2010

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

- |  |               |  |
|--|---------------|--|
| 1. Ir. Herman Nauwir, MT.<br>NIP. 19580606 198903 1 001      | Ketua         | (.....  ) |
| 2. Akhmad Taufik, ST,MT.<br>NIP. 19760413 200812 1 003       | Sekretaris    | (.....  ) |
| 3. Ir. Remigius Tandioga, M.Eng.SC<br>NIP. 131 844 833       | Anggota       | (.....  ) |
| 4. Muh. Yusuf Yunus, S.ST, MT.<br>NIP. 19800820 200501 1 001 | Anggota       | (.....  ) |
| 5. Ir. Andreas Pangkung, MT.<br>NIP. 19620828 198903 1 003   | Pembimbing I  | (.....  ) |
| 6. Ir. Makmur Saini, MT.<br>NIP. 19610623 198903 1 003       | Pembimbing II | (.....)  |



## ABSTRAK

Multazam Najamuddin, Nur Halim, Abdul Haris Ashari, Pembuatan Generator *ac* 3 Fasa *Fiberglass*. (Dibimbing oleh Andareas Pangkung dan Makmur Saini)

Salah satu solusi sederhana dari masalah krisis listrik yang melanda Indonesia adalah dengan memanfaatkan sumber energi alam (*renewable energy*) seperti air dan angin. Namun kondisi geografis Indonesia mengharuskan memesan khusus generator dari luar negeri yang biayanya sangat mahal. Oleh sebab itu dibutuhkan suatu cara membuat sendiri suatu generator sesuai dengan kebutuhan yang dapat dilakukan dengan cara mudah dengan bahan dasar yang mudah didapatkan.

Pembuatan Generator *ac* 3 Fasa yang berbahan *fiberglass* bertujuan untuk mengetahui cara membuat generator yang berbahan *fiberglass* dengan mudah tanpa pengecoran logam yang memerlukan fasilitas yang lebih lengkap, untuk menghasilkan generator yang mengeluarkan tegangan meskipun dengan putaran rendah, dan untuk mengetahui karakteristik generator yang berbahan *fiberglass*.

Proses pembuatan generator *fiberglass* lebih mudah dibandingkan dengan pembuatan generator yang berbahan logam. Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan generator *fiberglass* cukup sederhana. Selain itu bahan-bahan *fiberglass* juga mudah didapatkan di pasaran Indonesia. Generator *ac* 3 fasa terdiri dari stator dan rotor yang berbentuk piringan. Stator merupakan bagian yang diam, terdapat 6 buah belitan, sedangkan rotor merupakan bagian yang berputar dan dipasang di kedua sisi stator, pada rotor masing-masing terdapat 8 buah magnet permanen.

Pada pengujian generator tanpa beban dengan belitan 200, celah 1 cm, dan putaran 500 rpm menghasilkan tegangan *line to line* sebesar 22 volt, sedangkan belitan 800 dengan celah dan putaran yang sama menghasilkan tegangan *line to line* sebesar 228 volt. Jarak antara stator dan rotor (celah) juga mempengaruhi tegangan generator. Pembebanan pada generator mempengaruhi putaran dan tegangan yang dihasilkan oleh generator. Pada beban 100 watt putaran generator 900 rpm dan tegangan generator 204 volt, sedangkan pada beban 500 watt putaran turun menjadi 690 rpm dan tegangan generator 93 volt.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat Rahmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini dengan judul “*Pembuatan Generator ac 3 Fasa Fiberglass*” sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan di Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Proses penyelesaian Proyek Akhir ini, tidak terlepas dari tenaga dan pikiran serta bantuan dan bimbingan yang sangat berharga dari berbagai pihak, baik itu secara moril maupun materi sehingga pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Orang tua beserta anggota keluarga lainnya yang telah banyak memberi dorongan spiritual, bantuan moril dan materi, serta telah banyak mendoakan penulis sehingga Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Dr. Pirman, M.Si (Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang)
3. Muh. Tekad, ST. MT (Ketua Jurusan Teknik Mesin)
4. Jamal, ST. MT (Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi)
5. Ir. Andareas Pangkung, MT Ir. Makmur Saini, MT selaku Pembimbing I dan Ir. Makmur Saini, MT selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya dalam memberikan petunjuk, bimbingan, arahan serta dorongan moril dan materil.
6. Segenap dosen Jurusan Teknik Mesin pada umumnya dan Program Studi Teknik Konversi Energi pada khususnya yang selama kurang waktu 3 tahun dengan ikhlas dan penuh kerelaan hati telah mendidik dan mengajar penulis.

7. Para Staf Pegawai dan Teknisi Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin yang dengan kesabaran telah banyak membantu penulis.
8. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin terutama dari kelas III-A Energi angkatan 2007 yang kurang lebih 3 tahun lamanya bersama-sama dalam menimba ilmu di Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah bersedia bekerja sama dan banyak memberikan bantuan berupa pemikiran dan materi serta semangat baik secara langsung maupun tidak langsung.

Namun demikian, penulis menyadari sebagai manusia biasa yang tak pernah luput dari kesalahan serta dalam segala keterbatasannya hingga Proyek Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritikan yang positif demi kesempurnaan Proyek Akhir ini.

Akhirnya penulis memohon kepada Allah SWT semoga apa yang kita dapatkan bernilai ibadah di sisi-Nya. Amin.

Makassar, 01 November 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PANITIA UJIAN SIDANG .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan .....	4
D. Manfaat .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
A. Generator .....	6
1. Pengertian dan prinsip kerja generator .....	6
2. Bagian-bagian generator .....	7
B. Generator <i>ac</i> .....	8
1. Pengertian generator <i>ac</i> .....	8
2. Konstruksi generator <i>ac</i> .....	9
3. Prinsip kerja generator arus bolak balik .....	12
C. <i>Fiberglass</i> .....	16

D. Generator <i>ac</i> 3 Fasa <i>Fiberglass</i> .....	23
1. Konstruksi sederhana generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> .....	23
2. Sistem 3 fasa pada generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	27
A. Waktu dan Lokasi Kegiatan.....	27
B. Alat dan Bahan .....	27
1. Alat.....	26
2. Bahan.....	27
C. Langkah Kerja .....	28
1. Pembuatan bagian generator yaitu stator dan rotor.....	29
2. Pembuatan rangka untuk pengujian .....	44
3. Perakitan generator untuk pengujian.....	45
D. Diagram Alir.....	46
E. Metode Pengujian .....	47
1. Pengujian generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> tanpa beban .....	48
2. Pengujian generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> berbeban.....	49
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	52
A. Tabel Hasil Pengujian .....	52
1. Tabel hasil pengujian generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> tanpa beban....	52
2. Tabel hasil pengujian generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> berbeban.....	56
B. Gambar Hasil Pengujian Osiloskop.....	70
C. Pembahasan .....	71
1. Generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> tanpa beban.....	71



2. Generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> berbeban .....	73
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	75
A. Kesimpulan.....	75
B. Saran .....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Prinsip dasar generator .....	6
Gambar 2	Konstruksi sederhana sebuah generator .....	7
Gambar 3	Bagian utama generator .....	7
Gambar 4	Konstruksi sederhana generator <i>ac</i> .....	9
Gambar 5	Stator.....	10
Gambar 6	Bentuk-bentuk alur .....	11
Gambar 7	Rotor dengan magnet permanen .....	12
Gambar 8	Skema lilitan stator generator 3 fasa .....	14
Gambar 9	Komponen bodi mobil ( <i>spoiler</i> ) yang terbuat dari <i>fiberglass</i> .....	17
Gambar 10	Pembuatan perahu berbahan <i>fiberglass</i> .....	18
Gambar 11	<i>Resin</i> .....	19
Gambar 12	<i>Mat</i> .....	20
Gambar 13	<i>Mirror</i> .....	22
Gambar 14	Konstruksi dasar generator <i>fiberglass</i> .....	23
Gambar 15	Sistem 3 fasa .....	24
Gambar 16	Hubungan Y ( <i>wye</i> ) .....	25
Gambar 17	Hubungan $\Delta$ (delta) .....	26
Gambar 18	Susunan stator dan rotor .....	29
Gambar 19	Susunan Kumparan pada stator.....	29
Gambar 20	Tripleks untuk alas mal cetakan stator .....	30
Gambar 21	Alas cetakan stator diberikan garis dengan perbedaan sudut $60^0$ ....	31
Gambar 22	Alas mal cetakan stator yang terbagi enam bagian .....	31

Gambar 23	Tripleks dengan ketebalan 25 mm .....	32
Gambar 24	Dinding bagian luar mal cetakan stator .....	33
Gambar 25	Dinding bagian dalam mal cetakan stator.....	33
Gambar 26	Mal cetakan stator .....	34
Gambar 27	Mal cetakan stator dengan kumparannya .....	34
Gambar 28	Menggunting kain serat <i>fiber (Mat)</i> .....	35
Gambar 29	Skema proses pencampuran <i>fiberglass</i> .....	36
Gambar 30	Menuang cairan <i>fiberglass</i> sebagai dasar cetakan .....	36
Gambar 31	Mencetak stator.....	37
Gambar 32	Melepaskan stator dari mal cetakan .....	37
Gambar 33	Patron untuk membuat pola penempatan magnet .....	38
Gambar 34	Patron setelah diberikan empat garis diameter dengan sudut $45^0$ ....	38
Gambar 35	Patron setelah diberikan garis singgung .....	39
Gambar 36	Patron setelah diberikan garis sejajar pada kedua ujung garis singgung.....	39
Gambar 37	Patron setelah diberikan arsiran .....	40
Gambar 38	Patron sebagai pola penempatan magnet pada rotor .....	40
Gambar 39	Plat berbentuk lingkaran sebagai tempat meletakkan magnet.....	41
Gambar 40	Patron yang diletakkan di atas plat.....	41
Gambar 41	Magnet yang telah terpasang di atas permukaan plat sesuai dengan pola .....	42
Gambar 42	Mencetak rotor .....	43
Gambar 43	Rotor setelah dilepaskan dari cetakan .....	43

Gambar 44	Rangka untuk pengujian .....	44
Gambar 45	Perakitan generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> untuk pengujian .....	45
Gambar 46	Diagram alir pembuatan generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> .....	46
Gambar 47	Dua kumparan pada stator dihubung seri .....	47
Gambar 48	Rangkaian pengujian generator tanpa beban untuk hubungan Y .....	48
Gambar 49	Rangkaian pengujian generator tanpa beban untuk hubungan $\Delta$ .....	49
Gambar 50	Rangkaian pengujian generator berbeban untuk hubungan Y (metode “ <i>line to neutral</i> ”) .....	50
Gambar 51	Rangkaian pengujian generator berbeban untuk hubungan Y (metode “ <i>line to line</i> ”) .....	50
Gambar 52	Rangkaian pengujian generator berbeban untuk hubungan $\Delta$ .....	51
Gambar 53	Hasil pengujian osiloskop pada putaran 500 rpm dengan frekuensi 25 Hz .....	70
Gambar 54	Hasil pengujian osiloskop pada putaran 800 rpm dengan frekuensi 41 Hz .....	70
Gambar 55	Tegangan sebagai fungsi putaran pada generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> (data pada tabel 19) .....	72
Gambar 56	Tegangan sebagai fungsi putaran pada generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> dengan menggunakan belitan 800 (data pada tabel 3) ....	72
Gambar 57	Putaran sebagai fungsi beban pada generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> (data pada tabel 17) .....	74
Gambar 58	Tegangan sebagai fungsi beban pada generator <i>ac</i> 3 fasa <i>fiberglass</i> (data pada tabel 17) .....	74

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Data pengujian generator tanpa beban (belitan 200, hubungan Y).....	52
Tabel 2.	Data pengujian generator tanpa beban (belitan 200, hubungan $\Delta$ ).....	53
Tabel 3.	Data pengujian generator tanpa beban (belitan 800, hubungan Y) .....	54
Tabel 4.	Data pengujian generator tanpa beban (belitan 800, hubungan $\Delta$ ).....	55
Tabel 5.	Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode “ <i>line to neutral</i> ” untuk beban lampu pijar 25 watt (3 buah).....	56
Tabel 6	Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode “ <i>line to line</i> ” untuk beban lampu pijar 25 watt (3 buah).....	57
Tabel 7.	Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan $\Delta$ , dan celah 1 cm) untuk beban lampu pijar 25 watt (3 buah).....	58
Tabel 8.	Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode “ <i>line to neutral</i> ” untuk beban lampu pijar 100 watt (3 buah) .....	59
Tabel 9.	Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode “ <i>line to line</i> ” untuk beban lampu pijar 100 watt (3 buah) .....	60
Tabel 10.	Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan $\Delta$ , dan celah 1 cm) untuk beban lampu pijar 100 watt (3 buah).....	61

Tabel 11. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode “ <i>line to neutral</i> ” untuk beban lampu neon 5 watt (3 buah) .....	62
Tabel 12. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode “ <i>line to line</i> ” untuk beban lampu neon 5 watt (3 buah) .....	63
Tabel 13. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan $\Delta$ , dan celah 1 cm) untuk beban lampu neon 5 watt (3 buah).....	64
Tabel 14. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode “ <i>line to neutral</i> ” untuk beban lampu neon 20 watt (3 buah) .....	65
Tabel 15. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode “ <i>line to line</i> ” untuk beban lampu neon 20 watt (3 buah) .....	66
Tabel 16. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan $\Delta$ , dan celah 1 cm) untuk beban lampu neon 20 watt (3 buah).....	67
Tabel 17. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, celah 1 cm, dan metode “ <i>line to neutral</i> ”) untuk beban bervariasi .....	68
Tabel 18. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, celah 1 cm, dan metode “ <i>line to neutral</i> ”) untuk beban bervariasi dan putaran konstan.....	69
Tabel 18. Perbandingan tegangan generator antara belitan 200 dan belitan 800 pada celah 1 cm dan hubungan Y .....	71

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk, di Indonesia kebutuhan akan energi listrik meningkat dengan pesat. Karena kesalahan perencanaan di masa lalu, kebutuhan energi listrik meningkat jauh lebih pesat dibanding yang bisa disediakan oleh PT. PLN. Akibatnya, terjadi pemadaman bergilir dimana-mana, padahal hampir setengah daerah di Indonesia belum mendapatkan kesempatan untuk mendapatkan pasokan listrik. (Argo Dahono,2009)

Kondisi geografis Indonesia yang terdiri atas banyak pulau dan terletak di dekat katulistiwa. Kondisi banyak pulau merupakan kondisi unik yang tidak bisa dibandingkan dengan negara lain sehingga agak susah menentukan apakah sistem kita sudah efisien atau belum. Kondisi negara yang terletak di katulistiwa juga membawa konsekuensi tersendiri. Di pulau Sulawesi dan Kalimantan yang sama-sama terletak di Indonesia bagian Tengah, semua orang bangun dan tidur pada waktu yang sama, semua melakukan aktivitas pada jam yang sama. Akibatnya, beban puncak di seluruh bagian pulau Sulawesi dan Kalimantan terjadi pada waktu yang sama. Kondisi ini berbeda dengan Eropa dan Amerika yang mempunyai beda waktu yang cukup signifikan, maka pola perencanaan yang berjalan baik di Amerika maupun di Eropa tidak bisa kita terapkan di Indonesia. (Argo Dahono,2009)

Salah satu solusi sederhana dari masalah krisis listrik yang melanda Indonesia adalah masyarakat perlu untuk mandiri dalam memenuhi kebutuhan listriknya. Kebutuhan akan tenaga listrik dengan memanfaatkan sumber energi alam (*renewable energy*) seperti air dan angin telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, khususnya oleh masyarakat terpencil di pedalaman-pedalaman. Beberapa kendala yang masih dihadapi oleh masyarakat diantaranya adalah, biaya konstruksi relatif mahal, dan juga komponen yang belum semuanya dapat dibuat sendiri oleh masyarakat.

Permasalahan umum yang ada pada generator-generator untuk turbin air dan turbin angin adalah dibutuhkan putaran yang tinggi antara 1500 rpm sampai 3000 rpm, sehingga dibutuhkan suatu sumber air yang cukup deras dengan head yang tinggi dan dibutuhkan kecepatan angin yang kuat. Kecepatan angin di Indonesia yang merupakan daerah tropis adalah relatif rendah dibandingkan dengan daerah dengan empat musim. Hal ini menyebabkan turbin angin yang digunakan di daerah Eropa, Cina, Jepang dan negara empat musim lainnya belum tentu dapat digunakan dan berfungsi dengan maksimal di Indonesia. Untuk itu perlu dirancang suatu generator skala kecil dengan kecepatan rendah sesuai dengan kondisi alam setempat.

Rumah stator merupakan tempat kedudukan inti stator sekaligus sebagai pelindung inti stator, maka rumah stator harus mempunyai konstruksi yang kuat dan harus dibuat dari bahan-bahan yang kuat. Umumnya rumah stator terbuat dari Baja, Besi tuang atau plat baja. Sedangkan inti stator umumnya terbuat dari bahan-bahan ferromagnetik, terdiri dari plat-plat baja yang



merupakan campuran silikon, baja dan nikel. Oleh karena itu, pada umumnya konstruksi generator sangat berat.

Untuk kebutuhan pembangkit tenaga air sebagai sumber energi terbarukan, maka pembuatan turbin sebagai penggerak sudah dapat dilakukan/diproduksi di bengkel-bengkel baik yang besar maupun yang kecil. Namun pembuatan generator dalam skala kecil belum dapat dilakukan oleh banyak orang karena membutuhkan teknologi logam yang masih terbatas sehingga masih harus dipesan dari luar negeri (impor). Oleh sebab itu dibutuhkan suatu cara membuat sendiri suatu generator sesuai dengan kebutuhan dapat dilakukan dengan cara mudah dan bahan dasar yang mudah didapatkan di pasaran.

Pembuatan berbagai macam alat dari bahan *fiberglass* telah banyak dilakukan oleh masyarakat baik diperkotaan maupun diluar perkotaan. Hal ini disebabkan oleh karena bahan *fiberglass* mudah ditemukan dan juga sangat mudah dibentuk dibandingkan dengan bahan logam. Kelebihan lain dari *fiberglass* adalah ringan dan tidak korosif (karat) sehingga sangat cocok bersentuhan langsung dengan air atau berada diudara terbuka terbuka. Hal inilah mendorong penulis untuk mencoba membuat generator berbahan *fiberglass* untuk penerapan turbin air dan juga untuk aplikasi turbin angin.

## B. Rumusan Masalah

Sehubungan dengan pembuatan generator *fiberglass* ini, masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat generator yang berbahan *fiberglass* dengan mudah tanpa pengecoran logam yang memerlukan fasilitas yang lebih lengkap.
2. Bagaimana menghasilkan generator yang dapat mengeluarkan tegangan meskipun dengan putaran rendah.
3. Bagaimana mengadakan ujicoba laboratorium untuk mendapatkan data generator yang berbahan *fiberglass*.

## C. Tujuan

Berdasarkan uraian diatas maka tujuan yang ingin dicapai dari pembuatan generator *fiberglass* ini adalah:

1. Untuk mengetahui cara membuat generator yang berbahan *fiberglass* dengan mudah tanpa pengecoran logam yang memerlukan fasilitas yang lebih lengkap.
2. Untuk menghasilkan generator yang mengeluarkan tegangan meskipun dengan putaran rendah.
3. Untuk mengetahui karakteristik generator yang berbahan *fiberglass*.

#### D. Manfaat

Dengan memanfaatkan *fiberglass* dalam pembuatan generator ini, maka diharapkan manfaat yang diperoleh adalah:

1. Mengoptimalkan bahan *fiberglass* dalam pembuatan generator agar menghindari terjadinya korosif (karat) pada generator.
2. Generator *fiberglass* dengan putaran/kecepatan rendah dapat diaplikasikan pada penggerak mula seperti turbin air dan turbin angin.
3. Masyarakat sudah mengenal dan memanfaatkan bahan *fiberglass*, sehingga dengan adanya percontohan model generator *fiberglass* diharapkan masyarakat dapat membuat sendiri generator tanpa harus memesan dari luar (impor).



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Generator

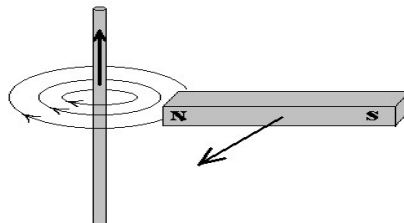
##### 1. Pengertian dan prinsip kerja generator

Generator adalah sebuah seperangkat mesin listrik dinamis yang mengubah energi mekanik berupa gerakan/putaran yang diperoleh dari mesin penggerak seperti mesin diesel, turbin dan lain-lain menjadi energi listrik. Generator mempunyai cara kerja berkebalikan dengan motor listrik. (Fitzgerald, A.E dkk,1997)

Prinsip dasar dari sebuah generator berdasarkan teori induksi elektromagnetik yaitu apabila magnet berputar di sekitar kumparan (penghantar) ataupun sebaliknya maka terjadi perpotongan medan magnet dengan penghantar, sehingga penghantar tersebut akan timbul tegangan.

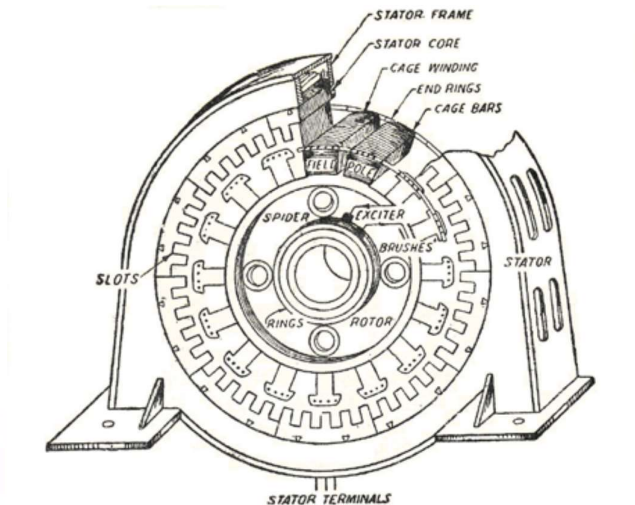
Syarat untuk menghasilkan tegangan pada generator adalah :

- a. Ada konduktor (hantaran kawat)
- b. Ada medan magnetik
- c. Ada gerakan/putaran



Gambar. 1. Prinsip dasar generator

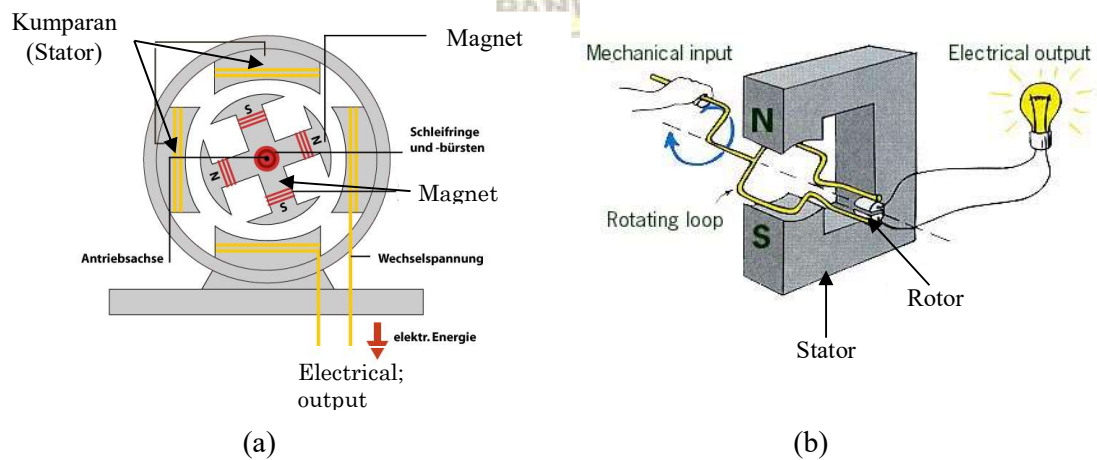
Stator dan rotor adalah bagian terpenting dari sebuah generator, stator merupakan bagian yang diam (statis) sedangkan rotor merupakan bagian yang berputar. Secara sederhana konstruksi generator secara sederhana dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Konstruksi sederhana sebuah generator

## 2. Bagian-bagian generator

Bagian-bagian utama dari suatu generator adalah stator dan rotor, seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. Bagian utama generator

Pada Gambar 3.a. Kumbaran berada pada bahagian yang diam (stator), sedangkan Magnet berada pada bahagian yang bergerak (rotor). Pada Gambar 2.b. Kumbaran berada pada bahagian yang bergerak (rotor) sedangkan Magnet berada pada bahagian yang diam (stator).

## **B. Generator *ac***

### **1. Pengertian generator *ac***

Generator *ac* berfungsi mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik arus bolak-balik. Energi mekanis diperoleh dari putaran rotor yang digerakkan oleh penggerak mula (*prime mover*), sedangkan energi listrik diperoleh dari proses induksi elektromagnetik yang terjadi pada kumbaran stator dan rotornya. Generator arus bolak-balik dibagi menjadi dua jenis, yaitu generator arus bolak-balik 1 fasa dan generator arus bolak-balik 3 fasa. (Tim Fak. Teknik UNY, 2003)

Generator *ac* (*alternating current*) sering disebut juga sebagai alternator, generator arus bolak-balik, ataupun generator sinkron. Generator sinkron dengan definisi sinkronnya, mempunyai makna jumlah putaran rotornya sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Rotor generator sinkron yang diputar dengan penggerak mula (*prime mover*) terdiri dari belitan medan dengan suplai arus searah akan menghasilkan medan magnet putar dengan kecepatan dan arah putar yang sama dengan putaran rotor tersebut. Hubungan antara medan magnet pada mesin dengan frekuensi listrik pada stator ditunjukkan pada persamaan 1 dibawah ini :

$$f = \frac{N \cdot p}{120} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :  $f$  = Frekuensi listrik (Hz)

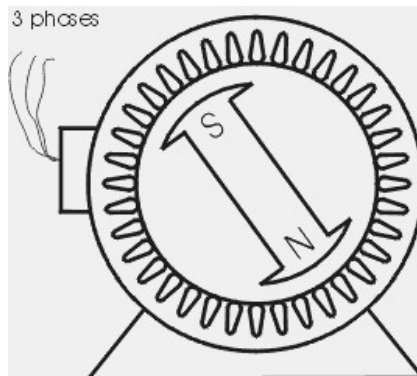
$N$  = Kecepatan putar medan magnet atau rotor (rpm)

$p$  = Jumlah kutub

Generator sinkron sering kita jumpai pada pusat-pusat pembangkit tenaga listrik (dengan kapasitas yang relatif besar). Misalnya, pada PLTA, PLTU, PLTD dan lain-lain. Selain generator dengan kapasitas besar, kita mengenal juga generator dengan kapasitas yang kecil, misalnya generator yang digunakan untuk penerangan darurat yang sering disebut generator set atau generator cadangan.

## 2. Konstruksi generator *ac*

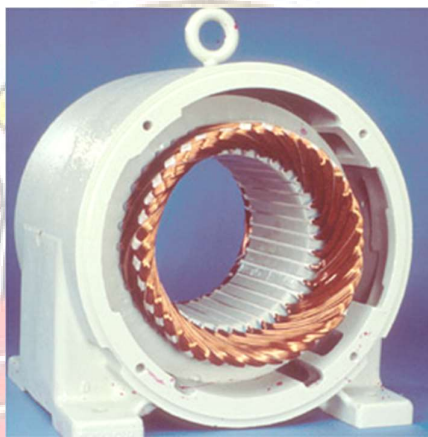
Secara umum Konstruksi generator arus bolak-balik ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu stator merupakan bagian diam yang mengeluarkan tegangan bolak-balik, dan rotor merupakan bagian bergerak/berputar yang didalamnya terdapat magnet baik itu magnet permanen maupun magnet buatan (elektromagnet).



Gambar 4. Konstruksi sederhana generator *ac*

a. Stator

Stator merupakan bahagian generator yang diam, berbentuk bulat terbuat dari besi dan disekelilingnya terdapat kumparan seperti contoh stator yang ditunjukkan pada gambar 5. Kumparan generator dapat berupa kumparan 1 fasa atau 3 fasa. Jumlah kumparan/belitan pada stator akan sangat menentukan besarnya tegangan yang dibangkitkan oleh sebuah generator.



Gambar 5. Stator

Stator pada umumnya terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu :

1) Rangka stator

Rangka stator merupakan rumah (kerangka) yang menyangga inti jangkar generator.

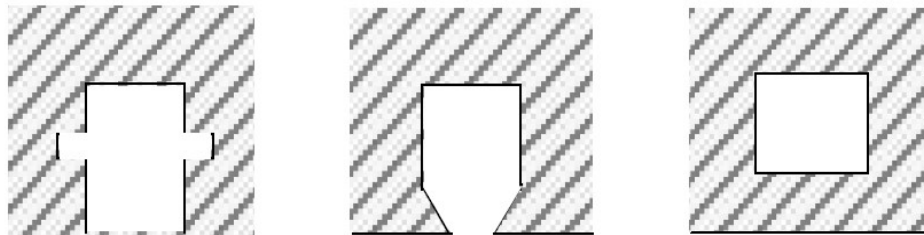
2) Inti stator

Inti stator terbuat dari laminasi-laminasi baja campuran yang terpasang ke rangka stator



### 3) Alur (*slot*).

Alur (*slot*) merupakan tempat meletakkan kumparan stator. Ada 3 (tiga) bentuk alur stator yaitu terbuka, setengah terbuka, dan tertutup. etiga bentuk alur tersebut tampak seperti pada gambar 6 berikut :



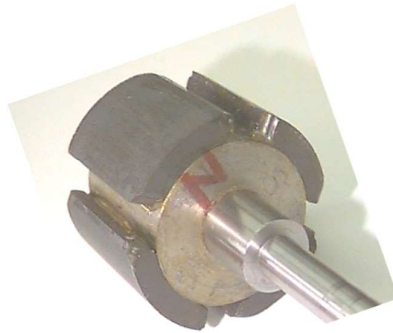
Gambar 6. Bentuk-bentuk alur

### 4) Kumparan stator

Kumparan stator biasanya terbuat dari tembaga atau aluminium. Kumparan ini merupakan tempat timbulnya tegangan.

### **b. Rotor**

Rotor merupakan bagian generator yang bergerak/berputar, berbentuk bulat panjang dan berada didalam stator. Pada rotor terdapat magnet yang berupa magnet permanen atau magnet buatan serta terdapat poros yang menghubungkan rotor dengan penggerak mula, seperti yang ditunjukkan contoh rotor pada gambar 7.



Gambar 7. Rotor dengan magnet permanen

Rotor yang menggunakan magnet permanen pada umumnya terdiri dari dua komponen utama yaitu :

1. Magnet permanen

Magnet permanen dipasang pada rotor yang merupakan bagian generator yang berputar sehingga rotor dapat menghasilkan medan magnet.

2. Poros Rotor

Poros rotor merupakan suatu benda yang terbuat dari besi berbentuk silinder yang merupakan tempat meletakkan rotor, sehingga rotor terhubung dengan penggerak mula.

### 3. Prinsip kerja generator arus bolak-balik

Prinsip dasar generator arus bolak-balik menggunakan hukum Faraday yang menyatakan jika sebatang penghantar berada pada medan magnet yang berubah-ubah, maka pada penghantar tersebut akan timbul tegangan. (Tim Fak. Teknik UNY,2003).

Adapun prinsip kerja dari generator sinkron secara umum adalah sebagai berikut :

1. Penggerak mula (*prime mover*) yang sudah terkopel dengan rotor dioperasikan sehingga rotor ikut berputar.
2. Perputaran rotor tersebut menimbulkan medan magnet yang dihasilkan oleh magnet. Medan magnet yang dihasilkan rotor, akan diinduksikan pada kumparan stator sehingga pada kumparan stator akan dihasilkan fluks magnetik yang berubah-ubah besarnya terhadap waktu. Adanya perubahan fluks magnetik yang melingkupi suatu kumparan akan menimbulkan ggl induksi pada ujung-ujung kumparan tersebut, hal tersebut sesuai dengan persamaan 2 dan persamaan 3 berikut : (Siswoyo,2008)

$$e = -n \frac{d\phi}{dt} \dots\dots\dots(2)$$

$$e = -n \frac{d\phi_m \sin \omega t}{dt}$$

$$= -n\omega\phi_m \cos \omega t \quad \therefore (\omega = 2\pi f)$$

$$= -n(2\pi f)\phi_m \cos \omega t \quad \therefore \left(f = \frac{Np}{120}\right)$$

$$= -n \left(2\pi \frac{Np}{120}\right) \phi_m \cos \omega t$$

$$= -n \left(2.3,14 \cdot \frac{Np}{120}\right) \phi_m \cos \omega t$$

$$E_m = -n \left(2.3,14 \frac{Np}{120}\right) \phi_m$$

$$E_{eff} = \frac{E_{maks}}{\sqrt{2}} = \frac{n \left(2.3,14 \frac{Np}{120}\right) \phi_m}{\sqrt{2}}$$

$$E_{eff} = \frac{4,44NpN\phi_m}{120} \quad \left( \frac{4,44np}{120} = C \right)$$

$$E_{eff} = CN\phi_m \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

$E_{eff}$  = ggl induksi maksimum (Volt) ;  $E_m$  = ggl induksi efektif (Volt)

$n$  = jumlah lilitan ;  $e$  = ggl induksi dalam keadaan transient (Volt)

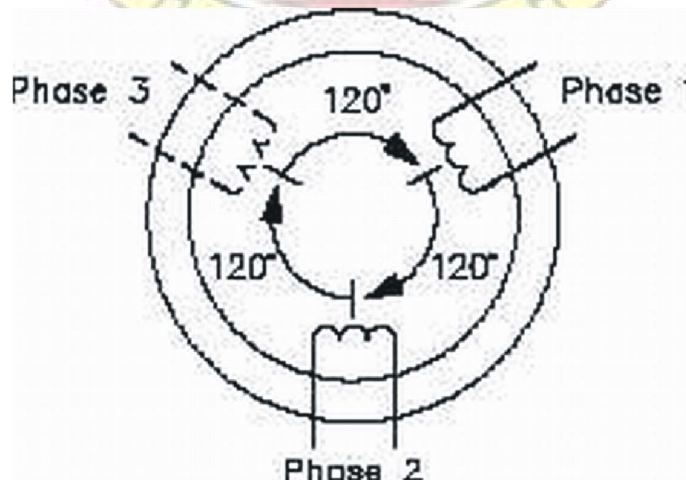
$C$  = konstanta ;  $f$  = frekuensi (hz)

$N$  = putaran rotor (rpm)

$\phi_m$  = fluks magnetik maksimum (Wb)

<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20111/3/Chapter%20II.pdf>

Untuk generator *ac* 3 fasa, digunakan tiga kumparan yang ditempatkan di stator yang disusun dalam bentuk tertentu, sehingga susunan kumparan jangkar akan membangkitkan tegangan induksi pada ketiga kumparan jangkar yang besarnya sama tapi berbeda fasa  $120^\circ$  satu sama lain, seperti ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 8. Skema lilitan stator generator 3 fasa

Besarnya tegangan dan daya yang dihasilkan generator *ac* tiga fasa ditentukan oleh tiga hal yaitu :

- Kecepatan Putaran rotor
- Jumlah kawat pada kumparan yang memotong fluks,
- Banyaknya fluks magnet yang dibangkitkan oleh medan magnet

Adapun persamannya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$E_{max} = \frac{E_{rms}}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} \times N \times f \times \Phi_{max} \times \frac{N_2}{N_{ph}} \dots\dots\dots (4)$$

$E_{max}$  = tegangan induksi (volt)

$N$  = putaran (rpm)

$f$  = frekuensi (hz)

$\Phi_{max}$  = flux magnet (Wb)

$N_2$  = jumlah lilitan

$N_{ph}$  = jumlah fasa

$$\Phi_{max} = A_{mag} \times B_{max} \dots\dots\dots (5)$$

$A_{mag}$  = Luas Magnet (m<sup>2</sup>)

$B_{max}$  = Densitas fluks magnet maksimum (wb/m<sup>2</sup>)

$$A_{mag} = \frac{\pi(r_o - r_{oi}) - rf(r_o - r_{oi}) N_m}{N_m} \dots\dots\dots (6)$$

$r_o$  = radius luar magnet (m)

$r_i$  = radius dalam magnet (m)

$rf$  = Jarak antar magnet (m)

$N_m$  = Jumlah magnet

$$B_{max} = B_r \frac{L_m}{L_m - \delta} \dots\dots\dots (7)$$

$B_r$  = densitas fluks magnet (wb/m<sup>2</sup>)

$L_m$  = Panjang magnet (m)

$\delta$  = jarak antar rotor dengan stator (m)

### C. *Fiberglass*

*Fiberglass* merupakan bahan paduan atau campuran beberapa bahan kimia (bahan komposit) yang bereaksi dan mengeras dalam waktu tertentu. Bahan ini mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan bahan logam, diantaranya lebih ringan, lebih mudah dibentuk, tidak berkarat (korosif), lebih murah dan mudah didapatkan. (Gunadi,2008)

*Fiberglass* atau serat kaca telah dikenal orang sejak lama, dan bahkan peralatan-peralatan yang terbuat dari kaca mulai dibuat sejak awal abad 18. Mulai akhir tahun 1930-an, *fiberglass* dikembangkan melalui proses filament berkelanjutan (*continuous filament process*) sehingga mempunyai sifat-sifat yang memenuhi syarat untuk bahan industri, seperti kekuatannya tinggi dan sifatnya elastis sehingga mudah dibentuk.

Karakteristik bahan *fiberglass* :

- Titik leleh 1713 °C
- Titik didih 2000 °C
- Kekuatan tarik 3450 MPa
- Density 2,57 gram/cm<sup>3</sup>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Fiberglass>

Membayangkan peralatan-peralatan yang terbuat dari kaca (*glass*), kebanyakan orang akan beranggapan bahwa peralatan tersebut pasti akan mudah pecah. Akan tetapi melalui proses penekanan, cairan atau bubuk kaca diubah menjadi bentuk serat akan membentuk bahan tersebut dari bahan yang mudah pecah (*brittle materials*) menjadi bahan yang mempunyai kekuatan tinggi (*strong materials*). (Gunadi,2008)

Pemanfaatan *fiberglass* untuk produk otomotif sudah sangat luas, tidak hanya untuk pembuatan bodi kendaraan akan tetapi juga untuk berbagai komponen kendaraan yang lain. Penggunaan yang paling populer memang untuk membuat komponen bodi kendaraan. Khusus untuk *bumper* dan *spoiler*, di negara kita sudah banyak bengkel kecil yang mampu membuatnya dari bahan *fiberglass*. Selain anti karat, juga lebih tahan benturan, mudah dibentuk, bila rusak akan lebih mudah diperbaiki, dan lebih ringan.



Gambar 9. Komponen bodi mobil (*spoiler*) yang terbuat dari *fiberglass*

Pemanfaatan *fiberglass* di Indonesia masih terbatas untuk pembuatan komponen bodi kendaraan minibus dan bus saja. Belum ada kendaraan jenis

sedan rakitan dalam negeri yang mencantumkan spesifikasi aslinya sebagai bodi dengan bahan *fiberglass*, semuanya masih menggunakan plat baja. Akan tetapi pemanfaatan *fiberglass* di luar negeri sudah jauh lebih luas. *Fiberglass* banyak dipergunakan untuk pembuatan mobil-mobil *sport* dengan produksi terbatas. *Fiberglass* juga banyak dipergunakan untuk pembuatan mobil-mobil kit yang dijual secara terurai dan dirakit sendiri oleh pembelinya. Selain itu bahan *fiberglass* juga dimanfaatkan untuk membuat perahu.



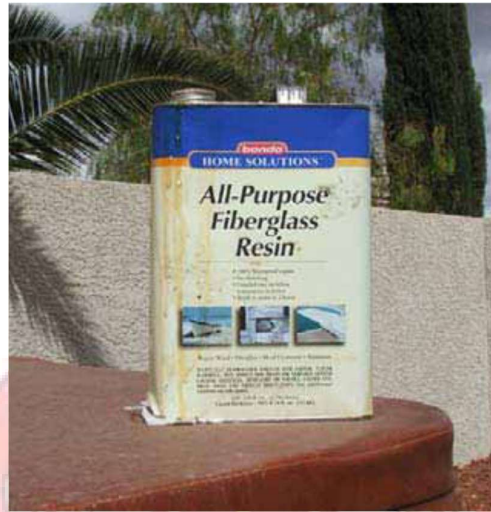
Gambar 10. Pembuatan perahu berbahan *fiberglass*

Bahan pembuat *fiberglass* pada umumnya terdiri dari 11 macam bahan, 6 macam sebagai bahan utama dan 5 macam sebagai bahan *finishing*. Sebagai bahan utama yaitu *erosil*, *pigmen*, *resin*, *katalis*, *talk*, *mat*, sedangkan sebagai bahan *finishing* antara lain : *aseton*, *PVA*, *mirror*, *cobalt*, dan *dempul*.

- *Erosil* merupakan bahan pembuatan *fiberglass* yang berbentuk bubuk sangat halus seperti bedak bayi berwarna putih. Berfungsi sebagai perekat *mat* agar *fiberglass* menjadi kuat dan tidak mudah patah/pecah.



- *Resin* merupakan bahan pembuat *fiberglass* yang berwujud cairan kental seperti lem, berkelir hitam atau bening. Berfungsi untuk mengeraskan semua bahan yang akan dicampur.



Gambar 11. *Resin*

- *Pigmen* adalah zat pewarna sebagai pencampur saat bahan *fiberglass* dicampur. Pemilihan warna disesuaikan dengan selera pembuatnya. Pada umumnya pemilihan warna untuk mempermudah proses akhir saat pengecatan.
- *Katalis* berbentuk cairan jernih dengan bau menyengat. Fungsinya sebagai katalisator agar *resin* lebih cepat mengeras. Penambahan *katalis* ini cukup sedikit saja tergantung pada jenis *resin* yang digunakan. Selain itu umur *resin* juga mempengaruhi jumlah *katalis* yang digunakan. Artinya *resin* yang sudah lama dan mengental akan membutuhkan *katalis* lebih sedikit bila dibandingkan dengan *resin* baru yang masih encer. Zat kimia ini biasanya dijual bersamaan dengan *resin*. Jumlah *katalis* yang

digunakan umumnya berbanding 1:40 dengan jumlah *resin* yang digunakan..

- *Mat* merupakan bahan pembuat *fiberglass* yang berupa anyaman mirip kain dan terdiri dari beberapa model, dan model anyaman halus sampai dengan anyaman yang kasar atau besar dan jarang-jarang. Berfungsi sebagai pelapis campuran adonan dasar *fiberglass*, sehingga sewaktu unsur kimia tersebut bersenyawa dan mengeras, *mat* berfungsi sebagai pengikatnya. Akibatnya *fiberglass* menjadi kuat dan tidak getas.



Gambar 12. Mat

- *Talk* merupakan bahan membuat *fiberglass* yang berupa bubuk berwarna putih seperti sagu. Berfungsi sebagai campuran adonan *fiberglass* agar keras dan agak lentur.
- *Aseton* umumnya berwarna bening, fungsinya yaitu untuk mencairkan *resin*. Zat ini digunakan apabila *resin* terlalu kental yang akan mengakibatkan pembentukan *fiberglass* menjadi sulit dan lama keringnya.

- *Cobalt* merupakan cairan kimia yang berwarna kebiru-biruan berfungsi sebagai bahan aktif pencampur *katalis* agar cepat kering, terutama apabila kualitas katalisnya kurang baik dan terlalu encer. Bahan ini dikategorikan sebagai penyempurna, sebab tidak semua bengkel menggunakannya. Hal ini tergantung pada kebutuhan pembuat dan kualitas *resin* yang digunakannya. Perbandingannya adalah 1 tetes *cobalt* dicampur dengan 3 liter *katalis*. Apabila perbandingan *cobalt* terlalu banyak, dapat menimbulkan api.
- PVA merupakan cairan kimia berkelir biru menyerupai spiritus. Berfungsi untuk melapis antara master mal/cetakan dengan bahan *fiberglass*. Tujuannya adalah agar kedua bahan tersebut tidak saling menempel, sehingga *fiberglass* hasil cetakan dapat dilepas dengan mudah dari master mal atau cetakannya
- *Mirror* sesuai namanya, manfaatnya hampir sama dengan PVA, yaitu menimbulkan efek licin. Bahan ini berwujud pasta dan mempunyai warna bermacam-macam. Apabila PVA dan *mirror* tidak tersedia, perajin/pembuat *fiberglass* dapat memanfaatkan cairan pembersih lantai yang dijual bebas di mall/ toserba.



Gambar 13. *Mirror*

- Dempul merupakan bahan untuk proses *finishing*. Setelah hasil cetakan terbentuk dan dilakukan pengamplasan, permukaan yang tidak rata dan berpori-pori perlu dilakukan pendempulan. Tujuannya agar permukaan *fiberglass* hasil cetakan menjadi lebih halus dan rata sehingga siap dilakukan pengecatan.

Untuk membuat adonan *fiberglass* sebenarnya dapat dilakukan dengan bahan yang tidak sebanyak bahan-bahan yang diuraikan di atas. Bahan minimal yang harus ada yaitu : *resin*, *katalis*, *mat*, dan *mirror* (bahan pelican). Bahan pelican tidak harus menggunakan *mirror* atau PVA. Bahan yang menimbulkan efek licin ini dapat digantikan dengan bahan pelicin lantai, dalam hal ini oli tidak dapat dipergunakan. Proses pembuatan *fiberglass* diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) tahapan. (Gunadi,2008)

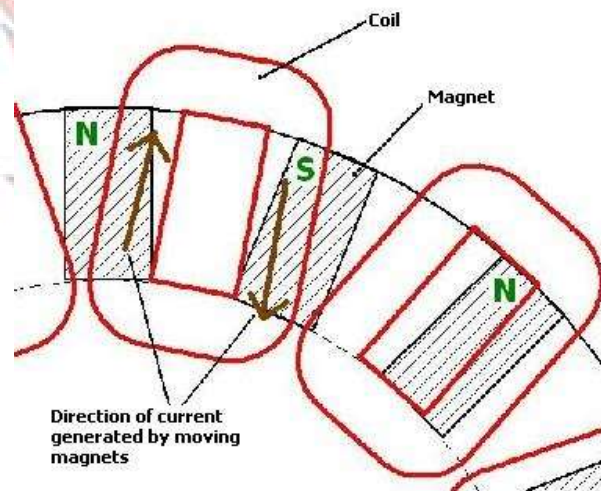
1. mencampur bahan utama menjadi bahan dasar;
2. membuat campuran penguat;
3. *finishing* atau penyempurnaan.

#### D. Generator *ac* 3 Fasa *Fiberglass*

Pembuatan generator *ac* 3 fasa *fiberglass* merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya oleh Ir. Andreas Pangkung, MT dan Ir. Makmur Saini, MT. Generator *ac* 3 fasa *fiberglass* merupakan seperangkat alat yang mengubah energi mekanik berupa putaran menjadi energi listrik. Bahan *fiberglass* pada generator ini digunakan dalam mencetak rangka stator dan rotor yang berbentuk lempengan.

##### 1. Konstruksi sederhana generator *ac* 3 fasa *fiberglass*

Pada gambar 14 dapat dijelaskan bahwa bagaimana arus listrik bergerak dari sebelah kiri kumparan kemudian mengarah ke atas (searah jarum jam) dengan kutub utara magnet, dan sebelah kanan kumparan arus listrik mengarah kebawah (juga searah jarum jam).



Gambar 14. Konstruksi dasar generator *fiberglass*

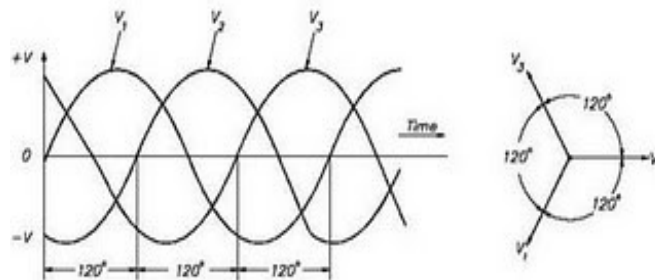
Jika dikedua sisi kumparan terdapat polaritas magnet yang sama yaitu keduanya kutub utara, arus listrik yang dihasilkan akan bertabrakan satu

sama lain. Sisi kiri kumparan menghasilkan arus searah jarum jam, dan sisi kanan kumparan menghasilkan arus dalam arah berlawanan dengan jarum jam. Oleh karena itu magnet yang dipasang pada rotor dengan polaritas bolak-balik (U-S-U-S-U-S). Sedangkan belitan pada stator diletakkan dengan perbedaan sudut sebesar  $60^\circ$  (tergantung jumlah kutub yang digunakan).

## 2. Sistem 3 fasa pada generator ac 3 fasa fiberglass

Pada sistem tenaga listrik 3 fase, idealnya daya listrik yang dibangkitkan, disalurkan dan diserap oleh beban semuanya seimbang, daya pembangkitan sama dengan daya pemakaian, dan juga pada tegangan yang seimbang. Pada tegangan yang seimbang terdiri dari tegangan 1 fase yang mempunyai magnitude dan frekuensi yang sama tetapi antara 1 fase dengan yang lainnya mempunyai beda fase sebesar  $120^\circ$  listrik, sedangkan secara fisik mempunyai perbedaan sebesar  $60^\circ$ , dan dapat dihubungkan secara bintang (Y, *wye*) atau segitiga ( $\Delta$ , delta).

<http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/04/sistem-3-fasa.html>



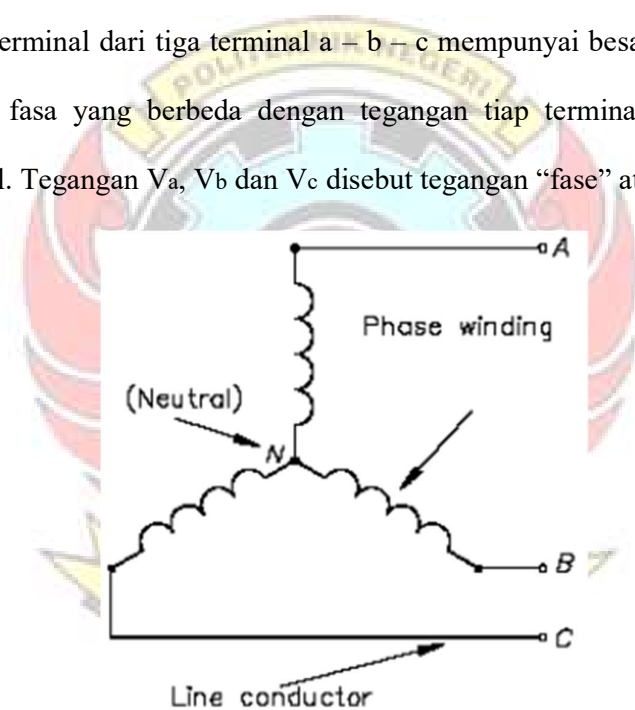
Gambar 15. Sistem 3 fasa

Gambar 15 menunjukkan fasor diagram dari tegangan fase. Bila fasor-fasor tegangan tersebut berputar dengan kecepatan sudut dan dengan arah

berlawanan jarum jam (arah positif), maka nilai maksimum positif dari fase terjadi berturut-turut untuk fase V1, V2 dan V3. sistem 3 fase ini dikenal sebagai sistem yang mempunyai urutan fasa a-b-c . sistem tegangan 3 fase dibangkitkan oleh generator sinkron 3 fase.

a. Hubungan Y pada sistem 3 fasa

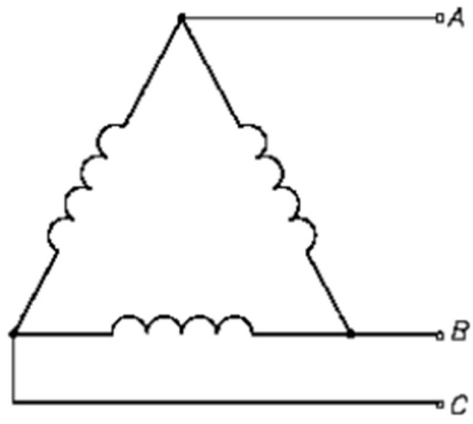
Pada hubungan bintang (Y), ujung-ujung tiap fase dihubungkan menjadi satu dan menjadi titik netral atau titik bintang. Tegangan antara dua terminal dari tiga terminal a – b – c mempunyai besar magnitude dan beda fasa yang berbeda dengan tegangan tiap terminal terhadap titik netral. Tegangan  $V_a$ ,  $V_b$  dan  $V_c$  disebut tegangan “fase” atau  $V_f$ .



Gambar 16. Hubungan Y (*wye*)

b. Hubungan  $\Delta$  pada sistem 3 fasa

Pada hubungan segitiga ( $\Delta$ ) ketiga fase saling dihubungkan sehingga membentuk hubungan segitiga 3 fase.



Gambar 17. Hubungan  $\Delta$  (delta)

Dengan tidak adanya titik netral, maka besarnya tegangan saluran dihitung antar fase, karena tegangan saluran dan tegangan fasa mempunyai besar yang sama.





### **BAB III**

#### **METODE PEMBUATAN**

##### **A. Waktu dan Lokasi Kegiatan**

Waktu pembuatan dan pengujian dimulai dari minggu keempat bulan Juli Tahun 2010 sampai dengan minggu keempat bulan September Tahun 2010. Pembuatan tugas akhir ini dilakukan di Bengkel Las dan Laboratorium Mesin Listrik Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

##### **B. Alat dan Bahan**

Untuk membuat generator *fiberglass* maka diperlukan alat dan bahan yang sesuai. Jumlah biaya yang digunakan untuk membuat satu generator fiberglass yaitu ± Rp 6.040.000,- (Lampiran A.1). Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

###### **1. Alat**

- a. Mesin las listrik
- b. Mesin bor
- c. Mesin gerinda
- d. Alat ukur (meteran)
- e. Perlengkapan kerja bangku (*tool box*)
- f. Motor *dc*

## 2. Bahan

- a. Besi siku
- b. Elektroda
- c. Magnet Permanen
- d. Plat Besi (ketebalan 4mm)
- e. Bahan Utama pembuatan *fiberglass* seperti : *Resin, Katalis, dan Mat*
- f. Patron
- g. Kumparan
- h. *Pully*
- i. *V-Belt*
- j. *Bearing*

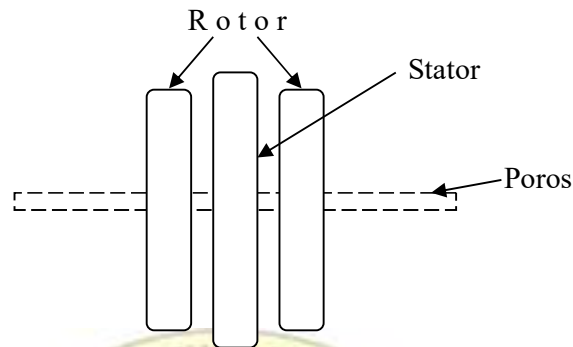
## C. Langkah Kerja

Pembuatan generator *ac* 3 fasa *fiberglass* ini merupakan pengembangan dari penelitian yang terdahulu. Adapun kegiatan pembuatan dan pengujian generator *ac* 3 fasa *fiberglass* ini meliputi tiga tahap utama :

1. Pembuatan bagian generator yaitu stator dan rotor
2. Pembuatan rangka untuk pengujian
3. Perakitan generator untuk pengujian

Sebagaimana telah diuraikan pada Bab.II, bahwa konstruksi generator pada umumnya yang berbentuk bulat dimana rotor berada di dalam stator. Generator *fiberglass* yang dibuat ini, rotor dan statornya berbentuk lempengan (piringan) yang diletakkan sejajar, dimana piringan stator berada

ditengah diapit oleh piringan rotor pada kedua sisinya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

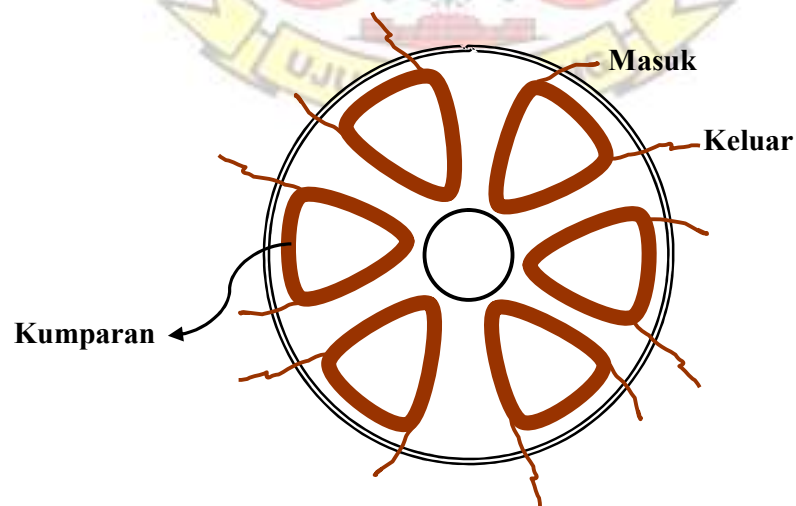


Gambar 18. Susunan Stator dan Rotor

## 1. Pembuatan bagian generator yaitu stator dan rotor

### a. Pembuatan stator

Stator merupakan bagian yang diam dan berada di antara Rotor yang berputar. Pada Stator diletakkan kumparan yang terdiri atas 6 buah dengan perbedaan sudut sebesar  $60^0$ , dua buah kumparan dihubungkan secara seri, sehingga dari 6 kumparan akan terbentuk sistem 3 fasa.



Gambar 19. Susunan Kumparan pada stator

Kumparan pada stator dapat dihubungkan secara Bintang (Y) maupun Delta ( $\Delta$ ). Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang tinggi, maka belitan dihubungkan Y sedangkan untuk tegangan yang lebih rendah dapat dihubungkan  $\Delta$ . Adapun langkah-langkah pembuatan stator adalah sebagai berikut :

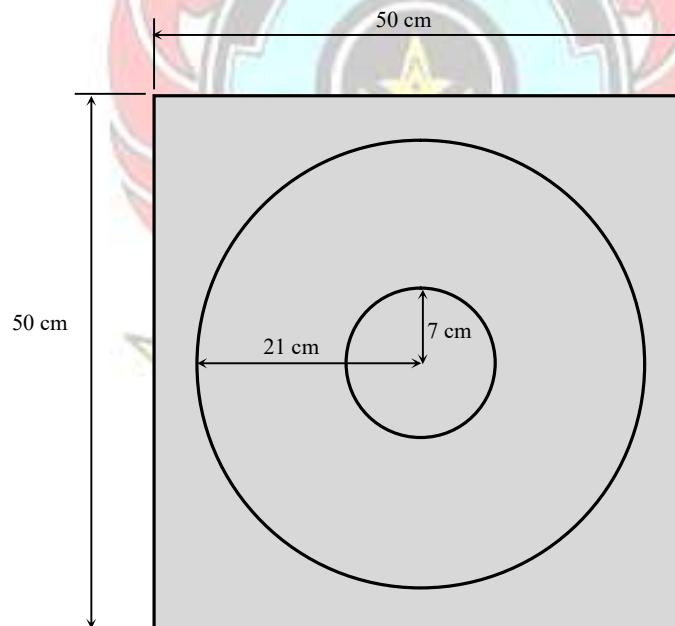
1) Membuat mal cetakan stator

a) Menyiapkan tripleks dengan ukuran 50 cm x 50 cm.

b) Membuat dua buah lingkaran pada tripleks dengan :

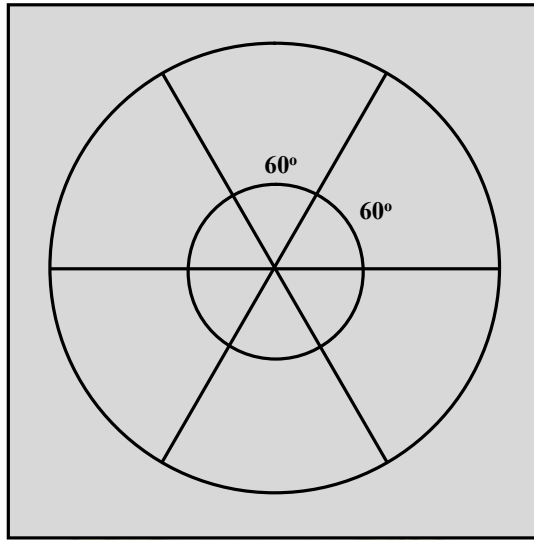
- Jari-jari lingkaran luar = 21 cm

- Jari-jari lingkaran dalam = 7 cm



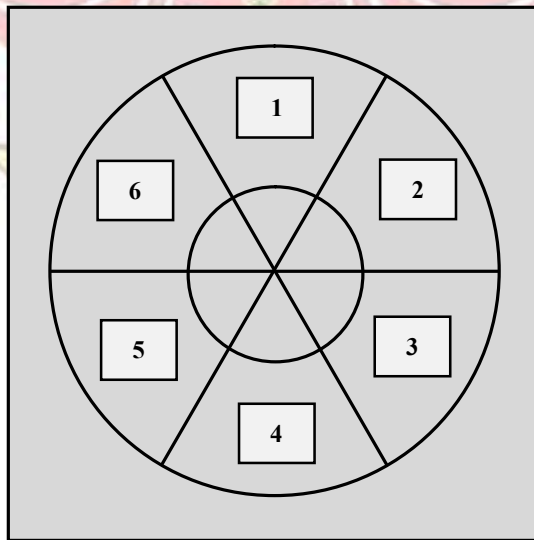
Gambar 20. Tripleks untuk alas mal cetakan stator

c) Membuat tiga garis sehingga lingkaran dalam terbagi atas 6 ruang dengan perbedaan sudut  $60^0$ , sehingga tampak seperti gambar berikut ini :



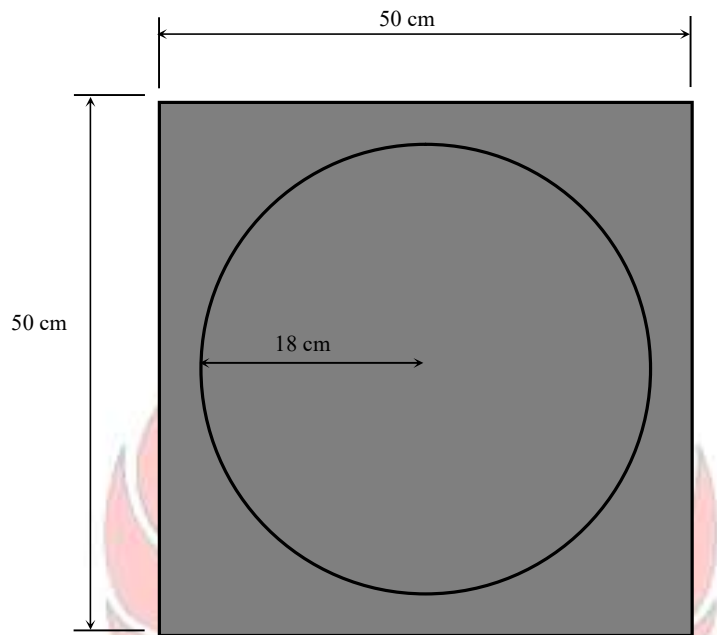
Gambar 21. Alas cetakan stator diberikan garis dengan perbedaan sudut 60°

- d) Diantara lingkaran dalam dan lingkaran luar akan terbentuk enam bagian/ruang. Bagian-bagian tersebut (1, 2, 3, 4, 5, dan 6) merupakan tempat meletakkan kumparan stator, seperti gambar berikut ini :



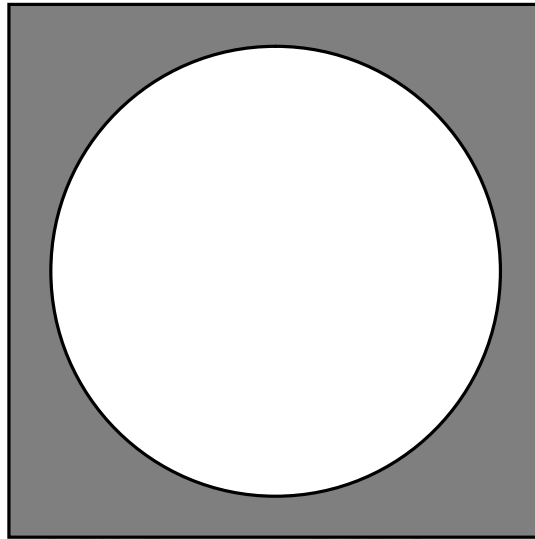
Gambar 22. Alas mal cetakan stator yang terbagi enam bagian

- e) Menyiapkan tripleks dengan ukuran 50 cm x 50 cm dan ketebalan 25 mm untuk dinding bagian luar mall pencetakan stator.
- f) Membuat lingkaran dengan jari-jari 180 mm, seperti gambar berikut ini :



Gambar 23. Tripleks dengan ketebalan 25 mm

- g) Memotong/menghilangkan lingkaran bagian dalam tersebut sehingga terbentuk mal untuk mencetak stator, seperti gambar berikut ini :



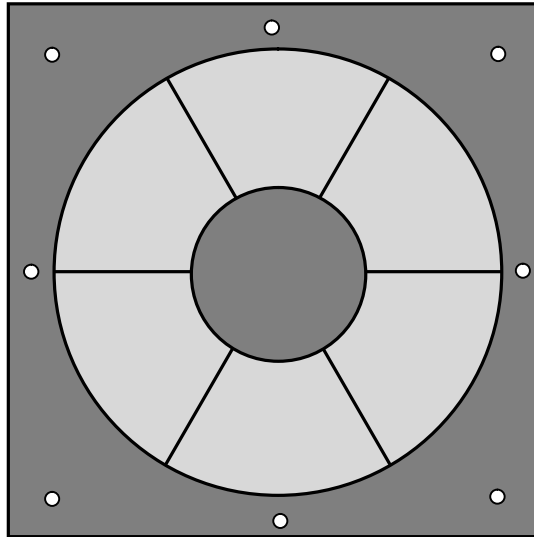
Gambar 24. Dinding bagian luar mal cetakan stator

- h) Membuat tripleks berbentuk lingkaran dengan jari-jari 7 cm juga dengan ketebalan 25 mm untuk dinding bagian dalam mal pencetakan stator, seperti gambar berikut ini :



Gambar 25. Dinding bagian dalam mal cetakan stator

- i) Menempelkan dinding luar dan dalam tepat ditengah alas cetakan stator. Kemudian membuat delapan lubang dengan diameter 10 mm untuk baut di sekitar dinding bagian luar mal cetakan stator, seperti gambar berikut ini :



Gambar 26. Mal cetakan Stator

- j) Memasang dan mengeraskan baut pada lubang tersebut.
- k) Meletakkan kumparan stator di keenam bagian/ruang tersebut, seperti gambar berikut ini :



Gambar 27. Mal cetakan stator dengan kumparannya



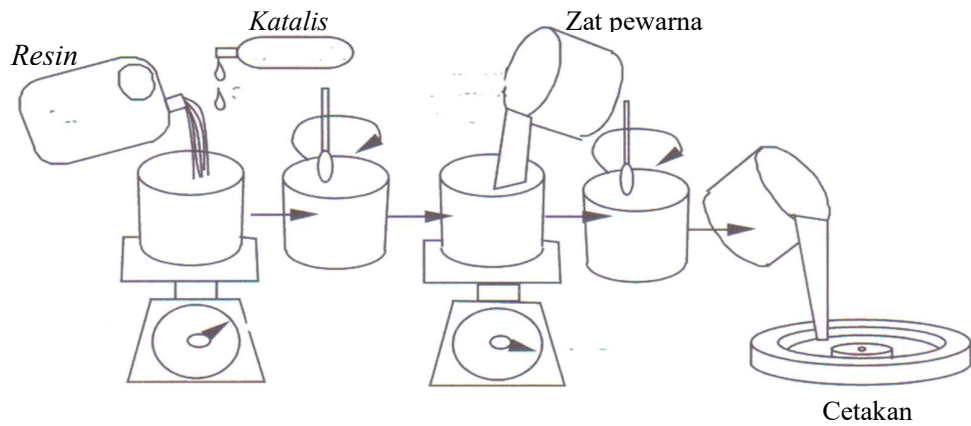
2) Pencetakan stator

- a) Menyiapkan mal cetakan stator, lalu menggunting kain serat *fiber (mat)* sesuai ukuran mal, seperti gambar berikut :



Gambar 28. Menggunting kain serat *fiber (Mat)*

- b) Mengoleskan *mirror*/pelicin pada mal cetakan
- c) Membuat campuran *fiberglass* dengan cara sebagai berikut
- (1) Menyiapkan wadah sebagai tempat adonan *fiberglass* berupa kaleng bekas atau mangkuk yang penting keadaannya bersih.
  - (2) Resin sejumlah 5000 gram dicampur dengan katalis 125 gram (perbandingan 40 :1) dan diaduk rata. Pemberian *katalis* dilakukan bertahap (sedikit demi sedikit), banyak sedikitnya *katalis* akan mempengaruhi cepat atau lambatnya proses pengeringan. Pada cuaca yang dingin akan dibutuhkan katalis yang lebih banyak.
  - (3) Campuran *fiberglass* siap untuk dipakai.



Gambar. 29. Skema proses pencampuran *fiberglass*

- d) Memasang serat *fiber* kemudian menuang cairan *fiberglass* sebagai dasar cetakan.



Gambar 30. Menuang cairan *fiberglass* sebagai dasar cetakan

- e) Meletakkan kumparan stator dengan susunan yang telah diatur sebelumnya, dan ujung kumparan ditarik keluar. Kemudian menuangkan kembali cairan *fiberglass* sehingga semua kumparan tertutupi oleh cairan *fiberglass*, seperti gambar berikut ini :



Gambar 31. Mencetak stator

- f) Cetakan dibiarkan beberapa Jam hingga kering.
- g) Melepaskan stator dari cetakan.



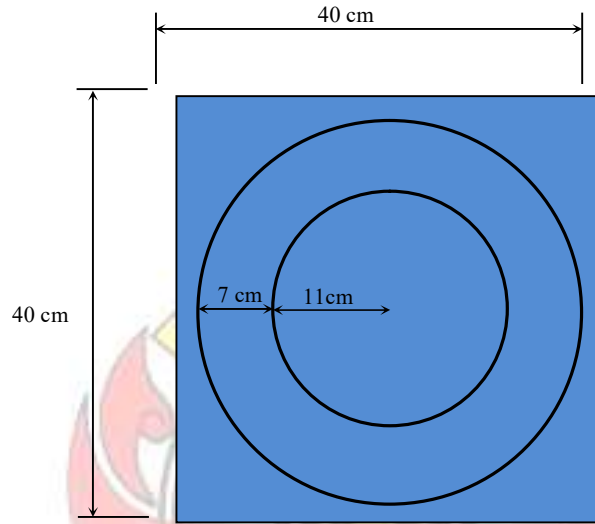
Gambar 32. Melepaskan stator dari mal cetakan

b. Pembuatan rotor

Rotor yang dipakai dalam generator ini merupakan rotor yang dipakai pada penelitian yang terdahulu. Rotor merupakan bagian generator yang bergerak/berputar dan berada di kedua sisi stator. Pada rotor terdapat magnet berupa magnet permanen. Pada rotor ini dipasang delapan buah magnet secara selang-seling dengan perbedaan sudut  $45^{\circ}$ . Adapun langkah-langkah pembuatan rotor adalah sebagai berikut :

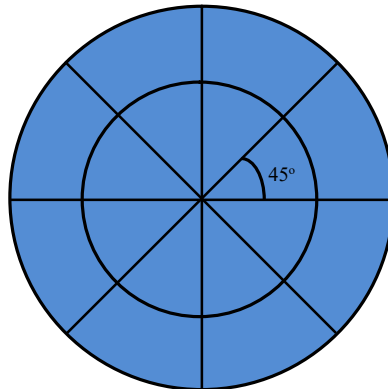
1) Pembuatan pola peletakan magnet

- a) Menyiapkan patron berukuran 40 cm untuk membuat pola penempatan magnet pada rotor.
- b) Membuat dua buah lingkaran dengan jari-jari masing 12 cm dan 18 cm



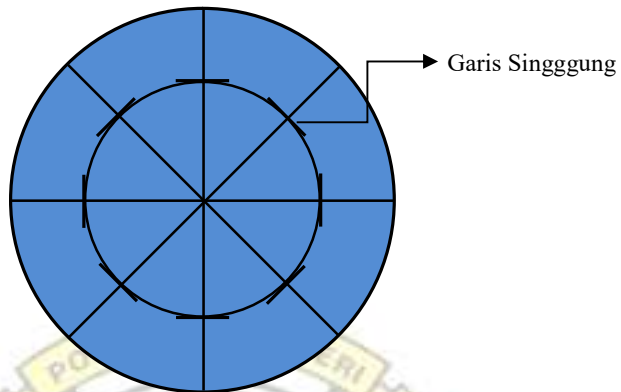
Gambar 33. Patron untuk membuat pola penempatan magnet

- c) Memotong patron yang berada di luar lingkaran.
- d) Membuat garis diameter sebanyak 4 buah yang memotong lingkaran dalam dan lingkaran luar dengan perbedaan sudut  $45^{\circ}$  sehingga membentuk 8 bagian.



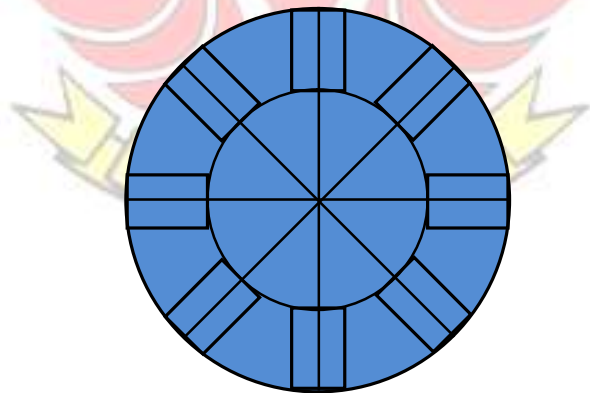
Gambar 34. Patron setelah diberikan empat garis diameter dengan sudut  $45^{\circ}$

- e) Membuat garis singgung pada lingkaran dalam yang memotong garis diameter. Panjang garis singgung 50 mm yang terbagi dua oleh garis diameter.



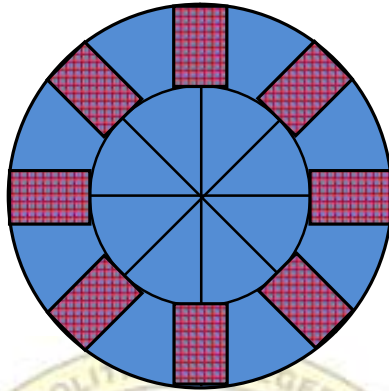
Gambar 35. Patron setelah diberikan garis singgung

- f) Membuat dua garis sejajar pada masing-masing ujung garis singgung tersebut ke lingkaran luar.
- g) Membuat langkah 4 diatas untuk semua garis singgung



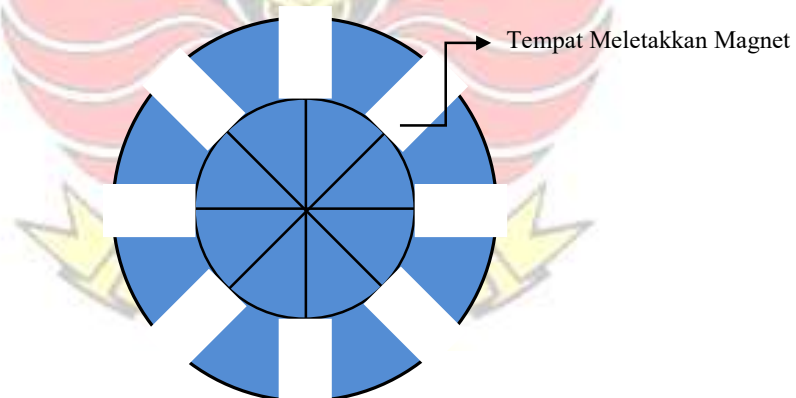
Gambar 36. Patron setelah diberikan garis sejajar pada kedua ujung garis Singgung

- h) Membuat arsiran seperti gambar dibawah. Bagian yang diarsir tersebut merupakan tempat posisi magnet yang akan dipasang pada plat.



Gambar 37. Patron setelah diberikan arsiran

- i) Keluarkan bahagian yang diarsir, sehingga terbentuk pola untuk penempatan magnet pada rotor.



Gambar 38. Patron sebagai pola penempatan magnet pada rotor

## 2) Pembuatan piringan rotor

- a) Memotong dua plat logam dengan ketebalan 4 mm berbentuk lingkaran dengan diameter luar 36 cm dan diameter dalam 4 cm.

- b) Membuat lingkaran dalam dengan diameter 40 mm, dan 4 buah lubang kecil dengan diameter 10 mm pada kedua plat baja tersebut, seperti gambar berikut ini :



Gambar 39. Plat berbentuk lingkaran sebagai tempat meletakkan magnet

- c) Meletakkan patron pada plat sehingga terlihat seperti gambar berikut ini :



Gambar 40. Patron yang diletakkan di atas plat

- d) Meletakkan magnet pada tempatnya satu persatu sesuai pola patron yang telah dibuat.

- e) Bila semua magnet telah diletakkan pada tempatnya, cabut patronnya, sehingga terlihat seperti gambar berikut ini.



Gambar 41. Magnet yang telah terpasang di atas permukaan plat sesuai dengan pola

### 3) Pencetakan rotor

- a) Membuat cetakan rotor seperti cetakan stator diatas namun dengan ukuran berbeda sesuai dengan ukuran plat.
- b) Membuat campuran larutan *fiberglass* untuk rotor seperti pada tahap pencetakan stator diatas.
- c) Mengoleskan *mirror*/bahan pelicin pada mal cetakan rotor.
- d) Menuang *fiberglass* ke cetakan sebagai dasar untuk meletakkan plat rotor.
- e) Meletakkan plat rotor ke dasar cetakan.
- f) Menuang cairan *fiberglass* pada mal cetakan hingga menutupi magnet, seperti gambar dibawah ini.





Gambar 42. Mencetak rotor

- g) Cetakan dibiarkan beberapa jam hingga kering.
- h) Melepaskan rotor dari cetakan.



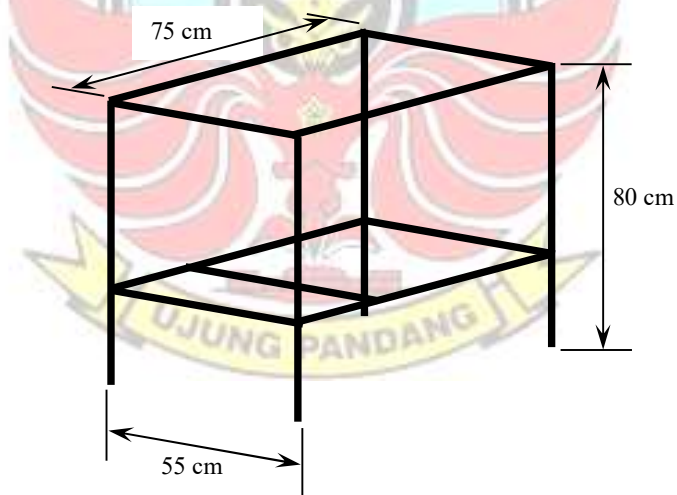
Gambar 43. Rotor setelah dilepaskan dari cetakan

## 2. Pembuatan rangka untuk pengujian

Rangka untuk pengujian generator *fiberglass* ini terbuat dari besi siku dengan bentuk menyerupai meja yang terdiri dari 4 kaki.

Berikut langkah-langkah pembuatan rangka :

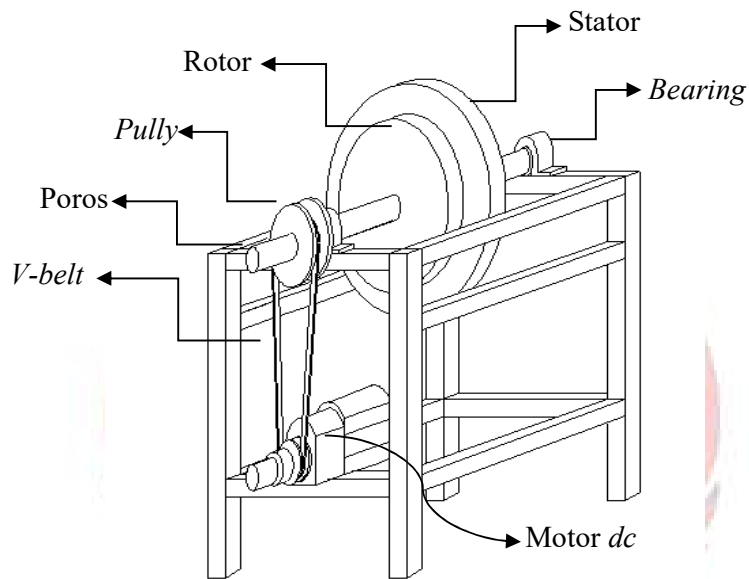
- a. Siapkan besi siku secukupnya.
- b. Potong besi siku dengan ukuran sebagai berikut :
- c. Ukuran 80 cm : 4 buah
- d. Ukuran 75 cm : 4 buah
- e. Ukuran 55 cm : 5 buah
- f. Sambungkan besi siku tersebut dengan menggunakan mesin las sesuai dengan gambar berikut ini :



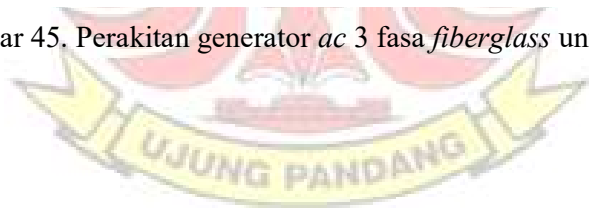
Gambar 44. Rangka untuk pengujian

### 3. Perakitan generator untuk pengujian

Perakitan generator dilakukan untuk menguji *performance* dari generator fiberglass. Dalam hal ini, generator akan diputar oleh motor dc yang di hubungkan menggunakan *v-belt* dan *pully*. Untuk lebih jelas langkah perakitan sesuai dengan gambar berikut ini :

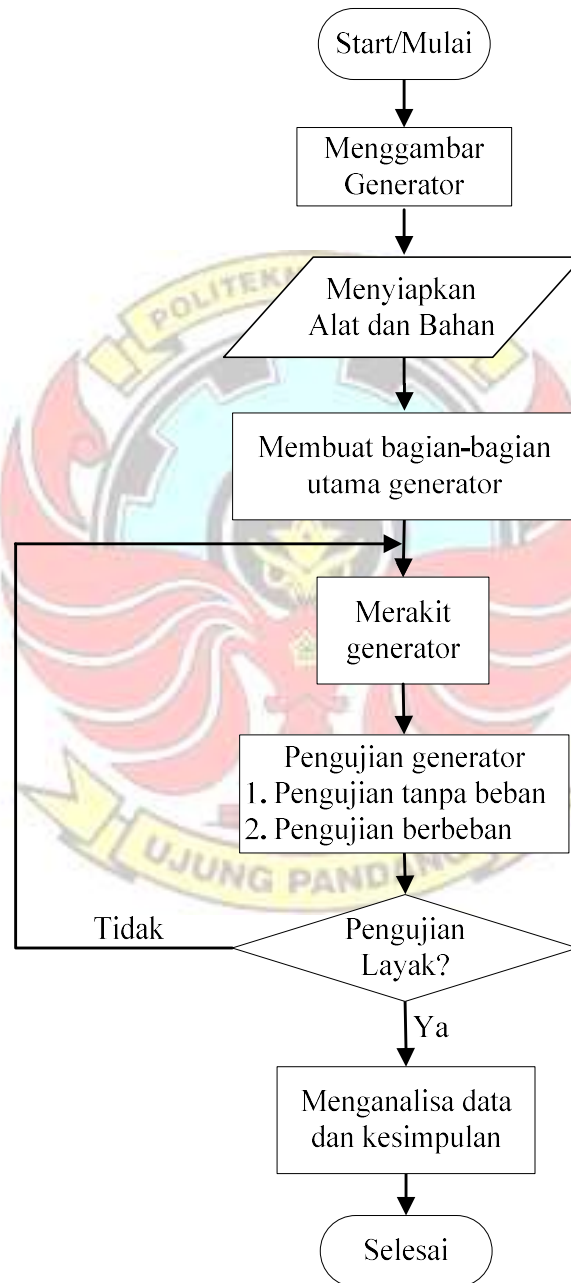


Gambar 45. Perakitan generator *ac* 3 fasa fiberglass untuk pengujian



#### D. Diagram Alir

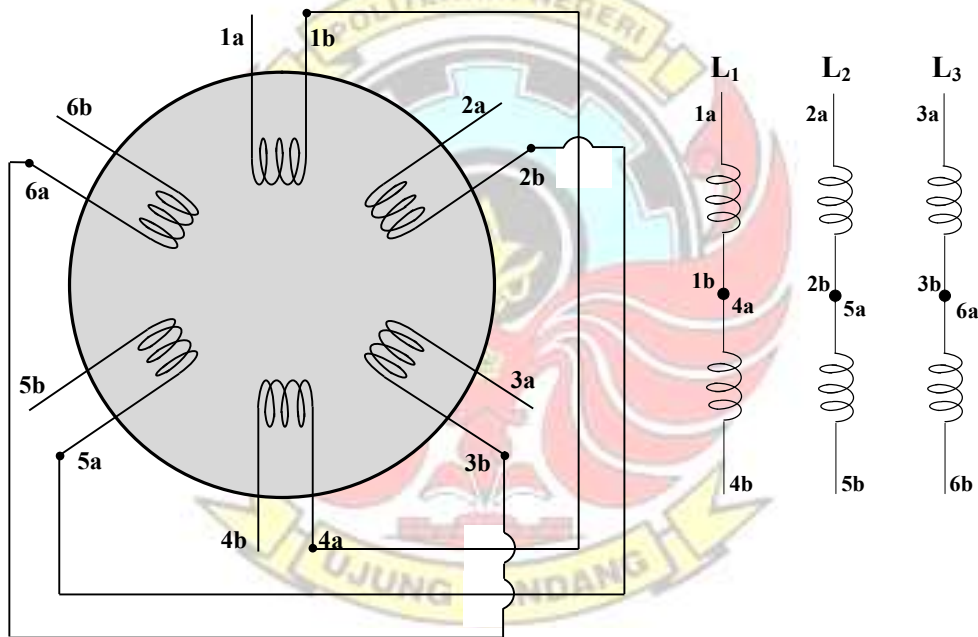
Diagram alir langkah-langkah pembuatan dan pengujian generator *ac* 3 fasa *fiberglass* dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 46. Diagram alir pembuatan generator *ac* 3 fasa *fiberglass*

### E. Metode Pengujian

Pengujian terhadap generator *ac* 3 fasa *fiberglass* ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik (kinerja) dari generator. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu menghubungkan 2 kumparan secara seri, sehingga dari 6 kumparan yang terdapat pada stator terbentuk sistem 3 fasa. Adapun penyambungannya yaitu 1b-4a, 2b-5a, dan 3b-6a. Kawat dengan kode 1a, 2a, dan 3a merupakan masukan sedangkan 4b, 5b, dan 6b merupakan keluaran.



Gambar 47. Dua kumparan pada stator dihubung seri

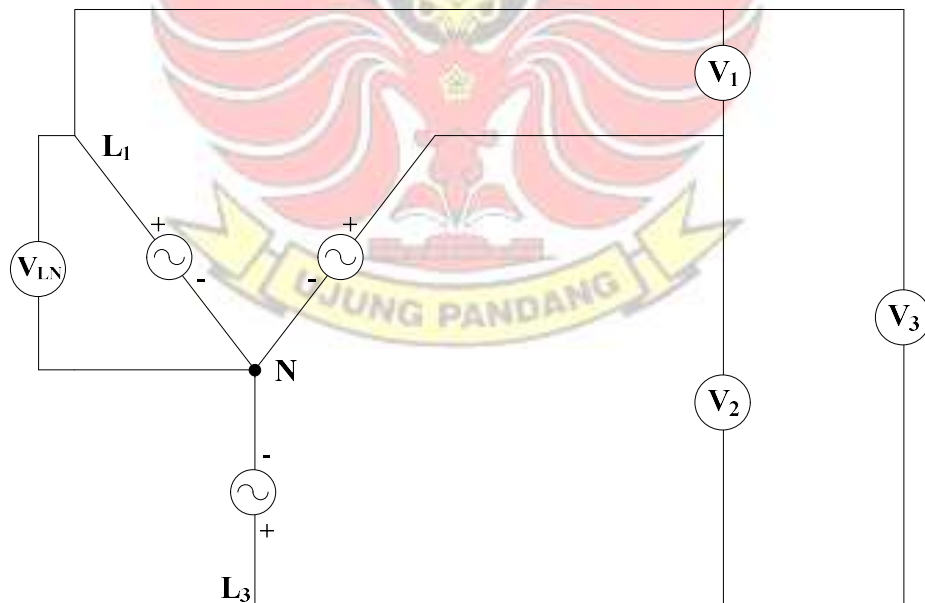
Secara garis besar pengujian generator *ac* 3 fasa *fiberglass* terbagi atas dua yaitu :

1. Pengujian generator *ac* 3 fasa *fiberglass* tanpa beban
2. Pengujian generator *ac* 3 fasa *fiberglass* berbeban

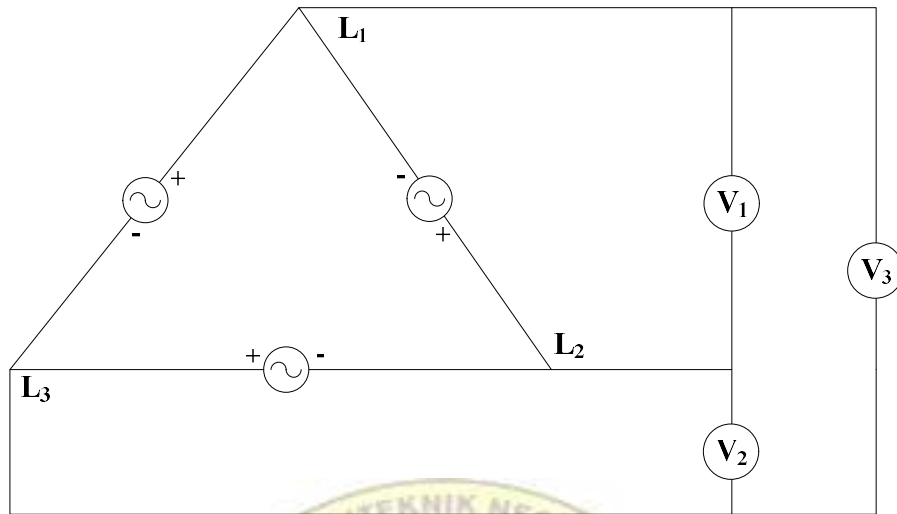
## 1. Pengujian generator *ac* 3 fasa *fiberglass* tanpa beban

Pengujian generator tanpa beban untuk mengetahui perbandingan tegangan keluaran dari generator *fiberglass* dengan melakukan berbagai macam pengujian. Pengujian generator tanpa beban terdiri dari beberapa macam variasi pengujian, yaitu sebagai berikut :

- a. Membandingkan 2 macam stator dengan jumlah belitan yang berbeda yaitu belitan 200 dan belitan 800.
- b. Membandingkan 2 macam celah antara stator dan rotor yaitu celah yang berukuran 2,5 cm dan celah yang berukuran 1 cm.
- c. Membandingkan antara hubungan Y dan hubungan  $\Delta$  pada sistem 3 fasa generator.



Gambar 48. Rangkaian pengujian generator tanpa beban untuk hubungan Y

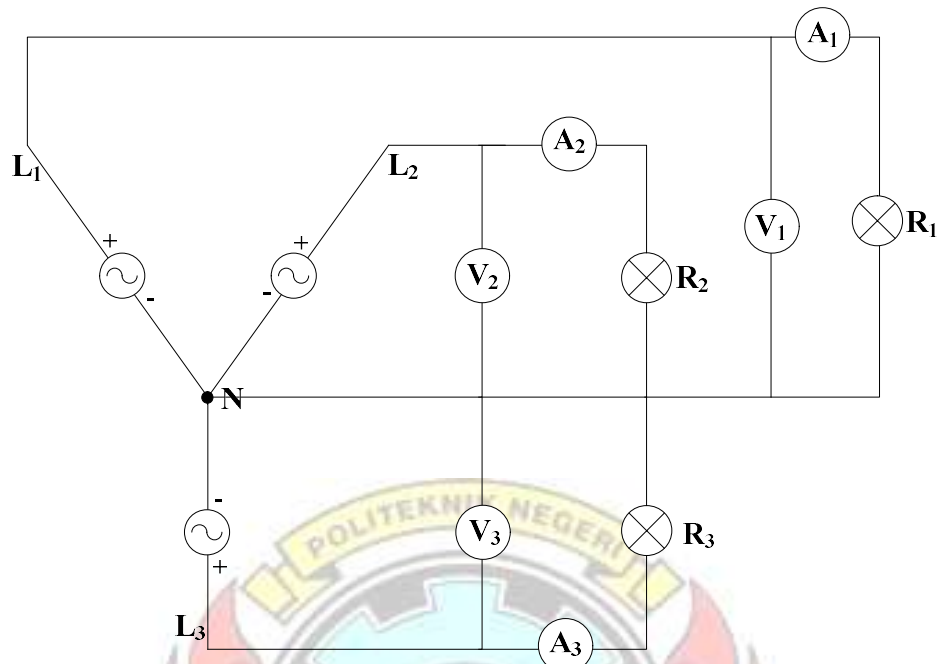


Gambar 49. Rangkaian pengujian generator tanpa beban untuk hubungan  $\Delta$

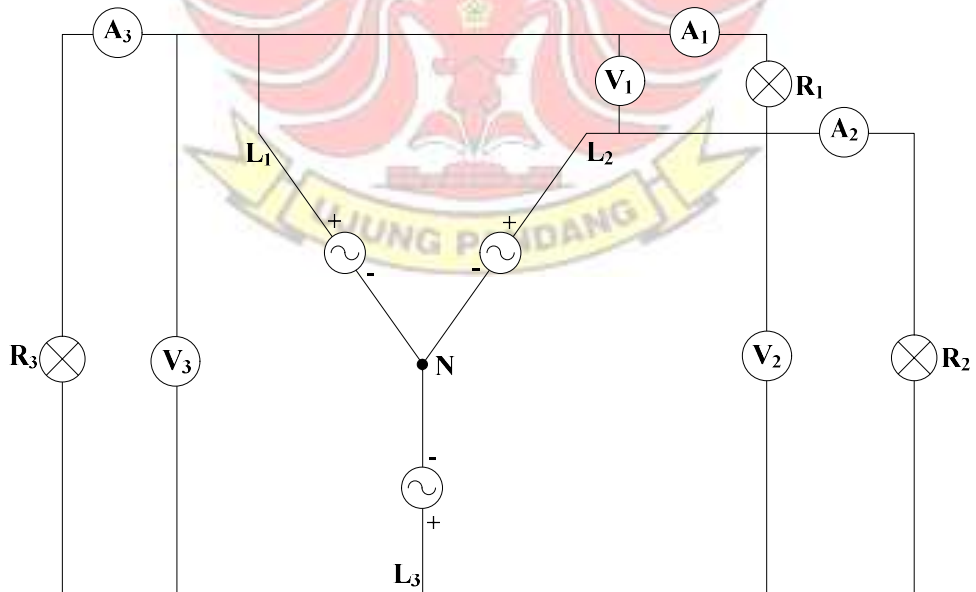
## 2. Pengujian generator ac 3 fasa fiberglass berbeban

Setelah melakukan pengujian genertoar tanpa beban dapat diketahui jenis generator yang menghasilkan tegangan maksimal dengan putaran rendah. Pengujian generator berbeban terdiri dari beberapa macam variasi beban, yaitu sebagai berikut :

- Beban lampu pijar (25 watt dan 100 watt)
- Beban lampu neon (5 watt dan 20 watt)

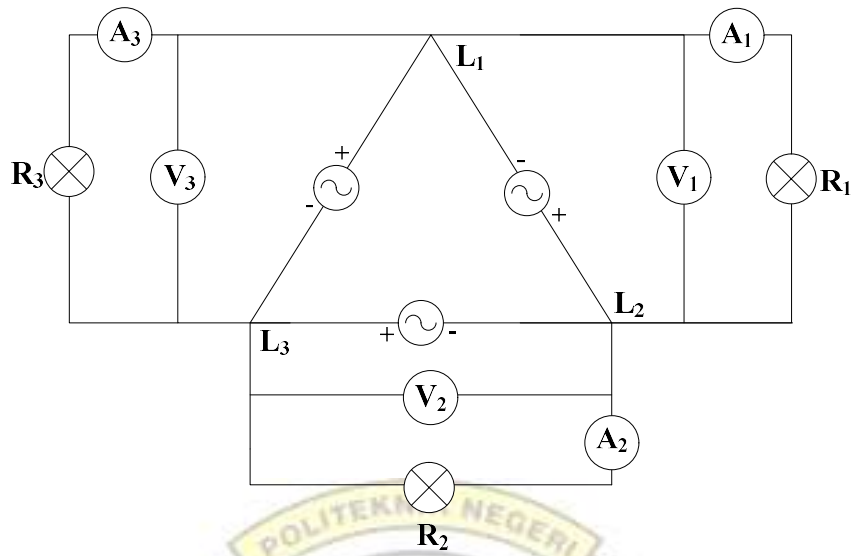


Gambar 50. Rangkaian pengujian generator berbeban untuk hubungan Y (metode "line to neutral")



Gambar 51. Rangkaian pengujian generator berbeban untuk hubungan Y (metode "line to line")





Gambar 52. Rangkaian pengujian generator berbeban untuk hubungan  $\Delta$



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Tabel Hasil Pengujian

##### 1. Tabel hasil pengujian generator *ac* 3 fasa *fiberglass* tanpa beban

Tabel 1. Data pengujian generator tanpa beban (belitan 200, hubungan Y)

No.	N (rpm)	Celah 2,5 cm				Celah 1 cm			
		V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	V <sub>LN</sub> (volt)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	V <sub>LN</sub> (volt)
1	100	3	3.4	3.2	2	5	6	5	3
2	150	4	4.2	4.2	2.4	6	8	6	4
3	200	5.2	5.4	5.4	3	10	10	10	5
4	250	6	6.2	6	3.8	11	12	11	6
5	300	8	8.2	8.2	4.4	13	14	14	7
6	350	9	9.4	9.2	5	15	16	16	8
7	400	10.6	11	10.8	3.8	17	18	18	9
8	450	12	12.2	12	12.4	19	20	20	11
9	500	13.4	13.8	13.6	7.2	21	22	22	12
10	550	14.8	15.2	15	8	23	24	25	13
11	600	16	16.4	16.2	8.8	25	27	26	15
12	650	17.8	18	17.8	9.6	28	29	29	15
13	700	19.2	19.6	19.2	10.6	30	32	32	17
14	750	20.2	20.8	20.4	11.4	33	34	34	18
15	800	22	22.4	22.4	12.4	35	36	37	20

Keterangan :

- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub>
- V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub>
- V<sub>3</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>3</sub>
- V<sub>LN</sub> : L<sub>1</sub> - N

Tabel 2. Data pengujian generator tanpa beban (belitan 200, hubungan  $\Delta$ )

No.	N (rpm)	Celah 2,5 cm			Celah 1 cm		
		V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)
1	100	1.2	1.6	1.6	4	4	4
2	150	2.2	2.4	2.4	5	5	5
3	200	2.6	3	3.2	5	6	5
4	250	3.4	3.6	3.6	6	7	6
5	300	4.2	4.4	4.6	6	8	6
6	350	5.2	5.2	5.2	8	10	8
7	400	5.6	5.8	5.8	10	10	10
8	450	6.4	6.4	6.8	11	11	11
9	500	7.2	7	7.4	12	13	12
10	550	8	8.2	8.2	14	15	14
11	600	8.8	9	9	15	16	15
12	650	9.8	9.8	10	16	17	16
13	700	10.6	10.6	10.6	17	19	17
14	750	11.6	11.4	11.8	19	20	19
15	800	12.2	12	12.2	20	21	21

- Keterangan :
- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub>
  - V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub>
  - V<sub>3</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>3</sub>

Tabel 3. Data pengujian generator tanpa beban (belitan 800, hubungan Y)

No.	N (rpm)	Celah 2,5 cm				Celah 1 cm			
		V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	V <sub>LN</sub> (volt)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	V <sub>LN</sub> (volt)
1	100	29	29	29	15	42	42	42	30
2	150	35	35	34	18	63	66	66	39
3	200	59	59	55	30	90	90	93	51
4	250	65	65	62	34	108	108	111	60
5	300	80	80	76	41	132	132	135	75
6	350	92	92	89	50	156	156	159	87
7	400	105	105	102	59	180	180	180	96
8	450	125	125	122	69	207	207	207	111
<b>9</b>	<b>500</b>	<b>139</b>	<b>139</b>	<b>134</b>	<b>76</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>123</b>
10	550	144	144	141	82	252	252	255	135
11	600	165	165	159	92	273	273	273	147
12	650	174	174	168	97	300	303	300	165
13	700	189	186	183	105	330	330	330	180
14	750	201	198	195	113	351	354	351	192
15	800	216	216	210	121	378	381	375	210

- Keterangan :
- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub>
  - V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub>
  - V<sub>3</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>3</sub>
  - V<sub>LN</sub> : L<sub>1</sub> - N

Tabel 4. Data pengujian generator tanpa beban (belitan 800, hubungan  $\Delta$ )

No.	N (rpm)	Celah 2,5 cm			Celah 1 cm		
		V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)
1	100	15	15	15	27	27	27
2	150	21	21	21	39	39	42
3	200	33	33	33	51	51	51
4	250	39	39	39	60	63	63
5	300	48	48	48	78	81	78
6	350	51	51	51	90	90	90
7	400	57	57	57	102	105	105
8	450	66	63	66	114	117	117
9	500	72	69	72	123	126	126
10	550	84	81	81	141	144	144
11	600	87	84	87	156	159	159
12	650	99	96	99	174	177	177
13	700	102	99	102	183	186	186
14	750	111	108	111	195	195	195
15	800	120	117	120	210	213	213

- Keterangan :
- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub>
  - V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub>
  - V<sub>3</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>3</sub>

## 2. Tabel hasil pengujian generator ac 3 fasa fiberglass berbeban

Tabel 5. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode "line to neutral" untuk beban lampu pijar 25 watt (3 buah)

No.	N (rpm)	Motor		Generator						Ket. Beban		
		V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	100	12	2.8	21	24	24	0.04	0.04	0.05	P	P	P
2	150	15	3	36	42	39	0.05	0.04	0.05	P	P	P
3	200	18	3.2	42	48	45	0.05	0.05	0.06	P	P	P
4	250	18	3.2	54	60	57	0.08	0.08	0.09	P	P	P
5	300	21	3.2	69	75	69	0.08	0.08	0.09	P	P	P
6	350	27	2.8	84	90	84	0.09	0.09	0.1	R	R	R
7	400	30	2.6	96	102	99	0.1	0.09	0.1	R	R	R
8	450	36	2.2	108	114	108	0.1	0.1	0.1	R	R	R
9	500	51	1.8	123	129	123	0.1	0.1	0.1	R	R	R
10	550	69	1.6	135	141	135	0.1	0.1	0.1	R	R	R
11	600	93	1.4	153	159	153	0.1	0.1	0.12	R	R	R
12	650	111	1.4	165	171	165	0.1	0.1	0.12	N	N	N
13	700	129	1.4	180	186	180	0.1	0.1	0.12	N	N	N
14	750	147	1.4	198	201	198	0.1	0.1	0.12	N	N	N
15	800	165	1.4	213	216	213	0.11	0.1	0.13	N	N	N

Keterangan :

- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - N
- V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - N
- V<sub>3</sub> : L<sub>3</sub> - N
- P : Padam
- R : Redup
- N : Nyala

Tabel 6. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode “line to line” untuk beban lampu pijar 25 watt (3 buah)

No.	N (rpm)	Motor		Generator						Ket. Beban		
		V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	100	15	4.8	42	42	42	0.07	0.08	0.08	P	P	P
2	150	18	5	54	57	57	0.08	0.09	0.09	P	P	P
3	200	21	4.6	75	78	78	0.09	0.1	0.1	P	P	P
4	250	24	4.6	108	108	108	0.1	0.11	0.11	P	P	P
5	300	24	4.4	126	126	126	0.1	0.11	0.11	R	R	R
6	350	27	4.2	147	150	150	0.1	0.11	0.11	R	R	R
7	400	33	4	177	180	177	0.1	0.11	0.12	N	N	N
8	450	39	3.6	192	195	195	0.11	0.11	0.12	N	N	N
9	500	51	3	219	219	219	0.11	0.12	0.13	N	N	N

Keterangan :

- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub>                      ➤ P : Padam
- V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub>                      ➤ R : Redup
- V<sub>3</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>3</sub>                      ➤ N : Nyala

Tabel 7. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan  $\Delta$ , dan celah 1 cm) untuk beban lampu pijar 25 watt (3 buah)

No.	N (rpm)	Motor		Generator						Ket. Beban		
		V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	100	12	3	24	24	24	0.1	0.1	0.1	P	P	P
2	150	15	3	33	33	33	0.1	0.1	0.1	P	P	P
3	200	18	3.2	48	48	48	0.1	0.1	0.11	P	P	P
4	250	21	3.2	60	60	63	0.11	0.1	0.12	P	P	P
5	300	24	3	72	72	75	0.12	0.11	0.13	P	P	P
6	350	27	3	87	87	90	0.12	0.11	0.14	P	P	P
7	400	33	2.6	96	96	99	0.14	0.13	0.15	R	R	R
8	450	42	2.4	111	111	114	0.15	0.13	0.15	R	R	R
9	500	54	2	123	123	126	0.15	0.13	0.16	R	R	R
10	550	69	1.6	135	135	135	0.16	0.15	0.17	R	R	R
11	600	90	1.4	150	150	150	0.18	0.16	0.2	R	R	R
12	650	114	1.4	165	165	168	0.19	0.16	0.2	N	N	N
13	700	132	1.4	180	180	183	0.2	0.18	0.21	N	N	N
14	750	147	1.4	195	195	198	0.2	0.19	0.22	N	N	N
15	800	165	1.4	210	210	213	0.21	0.2	0.23	N	N	N

- Keterangan :
- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub>      ➤ P : Padam
  - V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub>      ➤ R : Redup
  - V<sub>3</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>3</sub>      ➤ N : Nyala



Tabel 8. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode "line to neutral" untuk beban lampu pijar 100 watt (3 buah)

No.	N (rpm)	Motor		Generator						Ket. Beban		
		V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	100	18	4.8	15	15	15	0.15	0.15	0.15	P	P	P
2	150	21	5.2	30	36	33	0.2	0.18	0.2	P	P	P
3	200	24	5.2	45	48	45	0.24	0.22	0.24	P	P	P
4	250	27	5.4	57	60	57	0.26	0.24	0.26	P	P	P
5	300	30	5	66	72	69	0.29	0.28	0.29	P	P	P
6	350	33	4.8	81	87	81	0.31	0.3	0.31	R	R	R
7	400	39	4.2	90	96	90	0.33	0.32	0.33	R	R	R
8	450	45	3.8	105	111	105	0.36	0.35	0.35	R	R	R
9	500	60	3.2	117	123	117	0.37	0.36	0.37	R	R	R
10	550	78	2.8	132	138	132	0.4	0.38	0.39	R	R	R
11	600	96	2.6	144	150	144	0.41	0.4	0.41	R	R	R
12	650	117	2.6	156	162	156	0.43	0.42	0.43	R	R	R
13	700	135	2.6	174	180	174	0.46	0.44	0.45	N	N	N
14	750	153	2.6	186	195	186	0.48	0.45	0.46	N	N	N
15	800	168	2.6	204	210	204	0.49	0.47	0.48	N	N	N

- Keterangan :
- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - N
  - V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - N
  - V<sub>3</sub> : L<sub>3</sub> - N
  - P : Padam
  - R : Redup
  - N : Nyala

Tabel 9. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode "line to line" untuk beban lampu pijar 100 watt (3 buah)

No.	N (rpm)	Motor		Generator						Ket. Beban		
		V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	100	21	8.6	30	30	30	0.18	0.2	0.19	P	P	P
2	150	27	9.2	51	54	54	0.23	0.25	0.24	P	P	P
3	200	30	9.4	69	72	69	0.26	0.28	0.28	P	P	P
4	250	33	9.6	90	93	90	0.31	0.33	0.33	P	P	P
5	300	39	9.2	111	114	114	0.34	0.36	0.36	R	R	R
6	350	42	9	129	132	129	0.38	0.39	0.39	R	R	R
7	400	48	7.8	150	150	150	0.4	0.41	0.42	R	R	R
8	450	54	7.4	171	174	174	0.43	0.44	0.45	N	N	N
9	500	66	6.2	192	195	195	0.46	0.47	0.47	N	N	N
10	550	84	5.2	213	216	216	0.48	0.49	0.5	N	N	N

Keterangan :

- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub>                      ➤ P : Padam
- V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub>                      ➤ R : Redup
- V<sub>3</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>3</sub>                      ➤ N : Nyala

Tabel 10. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan  $\Delta$ , dan celah 1 cm) untuk beban lampu pijar 100 watt (3 buah)

No.	N (rpm)	Motor		Generator						Ket. Beban		
		V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	100	18	5	18	18	21	0.28	0.26	0.27	P	P	P
2	150	21	5.4	36	36	39	0.35	0.33	0.35	P	P	P
3	200	24	5.4	48	48	48	0.4	0.38	0.4	P	P	P
4	250	27	5.2	57	60	60	0.44	0.41	0.44	P	P	P
5	300	30	5	69	72	72	0.48	0.46	0.48	P	P	P
6	350	33	4.8	81	84	84	0.53	0.5	0.53	R	R	R
7	400	42	4.4	90	93	93	0.57	0.55	0.57	R	R	R
8	450	48	4	102	105	105	0.6	0.58	0.6	R	R	R
9	500	60	3.4	117	117	120	0.64	0.61	0.64	R	R	R
10	550	75	3	129	132	135	0.68	0.65	0.67	R	R	R
11	600	99	2.8	144	147	150	0.72	0.69	0.7	R	R	R
12	650	114	2.6	156	156	159	0.74	0.7	0.73	R	R	R
13	700	135	2.6	171	171	174	0.78	0.73	0.76	N	N	N
14	750	150	2.6	186	186	189	0.81	0.76	0.79	N	N	N
15	800	168	2.6	201	201	204	0.84	0.79	0.82	N	N	N

- Keterangan :
- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub>      ➤ P : Padam
  - V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub>      ➤ R : Redup
  - V<sub>3</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>3</sub>      ➤ N : Nyala

Tabel 11. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode "line to neutral" untuk beban lampu neon 5 watt (3 buah)

No.	N (rpm)	Motor		Generator						Ket. Beban		
		V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	100	9	2	27	30	27	0.0013	0.0013	0.0013	P	P	P
2	150	9	2.4	36	39	36	0.0025	0.0025	0.0025	P	P	P
3	200	12	2.6	48	51	48	0.0038	0.0038	0.0038	P	P	P
4	250	15	2.4	60	63	60	0.0038	0.0038	0.0038	P	P	P
5	300	18	2.4	75	78	75	0.0038	0.0038	0.0038	P	P	P
6	350	21	2.4	87	90	87	0.0063	0.0063	0.0063	P	P	P
7	400	27	2	102	105	102	0.0113	0.0113	0.0113	P	P	P
8	450	30	2	114	117	114	0.0125	0.0125	0.0125	R	R	R
9	500	45	1.8	129	132	129	0.025	0.025	0.025	R	R	R
10	550	60	1.6	144	147	144	0.025	0.025	0.025	R	R	R
11	600	87	1.4	159	165	159	0.0275	0.0275	0.0275	N	N	N
12	650	111	1.4	174	180	174	0.0288	0.0288	0.0288	N	N	N
13	700	129	1.4	192	195	192	0.03	0.03	0.03	N	N	N
14	750	144	1.4	207	210	207	0.0313	0.0313	0.0313	N	N	N

Keterangan :

- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - N      ➤ P : Padam
- V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - N      ➤ R : Redup
- V<sub>3</sub> : L<sub>3</sub> - N      ➤ N : Nyala

Tabel 12. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode “line to line” untuk beban lampu neon 5 watt (3 buah)

No.	N (rpm)	Motor		Generator						Ket. Beban		
		V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	100	9	3	45	48	48	0.0013	0.0013	0.0013	P	P	P
2	150	12	3.2	63	63	63	0.0025	0.0025	0.0025	P	P	P
3	200	12	3.4	84	87	84	0.0038	0.0038	0.0038	P	P	P
4	250	15	3.2	114	117	114	0.005	0.005	0.005	P	P	P
5	300	15	2.8	135	138	135	0.0063	0.0063	0.0063	R	R	R
6	350	18	2.8	156	159	159	0.0125	0.0125	0.0125	R	R	R
7	400	24	2.6	180	183	183	0.025	0.025	0.025	N	N	N
8	450	30	2.4	198	204	204	0.0263	0.0263	0.0263	N	N	N
9	500	39	2	225	228	228	0.0275	0.0275	0.0275	N	N	N

Keterangan :

- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub>
- V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub>
- V<sub>3</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>3</sub>
- P : Padam
- R : Redup
- N : Nyala

Tabel 13. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan  $\Delta$ , dan celah 1 cm) untuk beban lampu neon 5 watt (3 buah)

No.	N (rpm)	Motor		Generator						Ket. Beban		
		V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	100	9	3	21	21	21	0.0013	0.0013	0.0013	P	P	P
2	150	9	3.2	36	36	36	0.0013	0.0013	0.0013	P	P	P
3	200	12	3.2	51	51	51	0.0025	0.0025	0.0025	P	P	P
4	250	12	2.8	60	60	60	0.0025	0.0025	0.0025	P	P	P
5	300	15	2.8	75	75	75	0.0038	0.0038	0.0038	P	P	P
6	350	18	2.4	84	84	84	0.01	0.01	0.01	P	P	P
7	400	24	2.4	99	99	99	0.0125	0.0125	0.0125	P	P	P
8	450	30	2.2	111	111	111	0.015	0.015	0.015	P	P	P
9	500	45	1.8	123	123	123	0.0175	0.0175	0.0175	R	R	R
10	550	63	1.6	135	135	135	0.0238	0.0238	0.0238	R	R	R
11	600	90	1.4	150	150	150	0.025	0.025	0.025	R	R	R
12	650	111	1.4	165	168	165	0.0263	0.0263	0.0263	N	N	N
13	700	126	1.4	180	180	180	0.0275	0.0275	0.0275	N	N	N
14	750	147	1.4	195	195	195	0.0288	0.0288	0.0288	N	N	N
15	800	162	1.4	210	210	210	0.0313	0.0313	0.0313	N	N	N

- Keterangan :
- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub> ➤ P : Padam
  - V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub> ➤ R : Redup
  - V<sub>3</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>3</sub> ➤ N : Nyala

Tabel 14. Data pengujian generator bebaban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode “line to neutral” untuk beban lampu neon 20 watt (3 buah)

No.	N (rpm)	Motor		Generator						Ket. Beban		
		V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	100	9	2.4	27	30	30	0.0013	0.0013	0.0013	P	P	P
2	150	12	2.6	36	39	36	0.0025	0.0025	0.0025	P	P	P
3	200	12	2.6	51	54	54	0.0038	0.0038	0.0038	P	P	P
4	250	15	2.8	60	63	60	0.0038	0.0038	0.0038	P	P	P
5	300	15	2.6	75	78	75	0.0038	0.0038	0.0038	P	P	P
6	350	21	2.4	87	90	87	0.0063	0.0063	0.0063	P	P	P
7	400	24	2.4	102	105	102	0.0113	0.0113	0.0113	P	P	P
8	450	30	2	117	120	117	0.0125	0.0125	0.0125	P	P	P
9	500	45	1.8	132	135	132	0.025	0.025	0.025	R	R	R
10	550	66	1.4	144	147	144	0.025	0.025	0.025	R	R	R
11	600	90	1.4	159	165	162	0.0275	0.0275	0.0275	R	R	R
12	650	108	1.4	174	180	177	0.0288	0.0288	0.0288	N	N	N
13	700	129	1.4	192	195	192	0.03	0.03	0.03	N	N	N
14	750	147	1.4	210	213	210	0.0313	0.0313	0.0313	N	N	N

Keterangan :

- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - N      ➤ P : Padam
- V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - N      ➤ R : Redup
- V<sub>3</sub> : L<sub>3</sub> - N      ➤ N : Nyala

Tabel 15. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, dan celah 1 cm) dengan metode “line to line” untuk beban lampu neon 20 watt (3 buah)

No.	N (rpm)	Motor		Generator						Ket. Beban		
		V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	100	6	2.6	42	45	42	0.0013	0.0013	0.0013	P	P	P
2	150	9	2.6	57	60	60	0.0025	0.0025	0.0025	P	P	P
3	200	12	2.8	81	84	84	0.0038	0.0038	0.0038	P	P	P
4	250	12	2.8	108	111	111	0.005	0.005	0.005	P	P	P
5	300	15	2.8	132	135	135	0.0075	0.0075	0.0075	R	R	R
6	350	21	2.6	159	162	162	0.0125	0.0125	0.0125	R	R	R
7	400	27	2.6	177	180	180	0.0325	0.0325	0.0325	N	N	N
8	450	30	2.4	204	207	204	0.0363	0.0363	0.0363	N	N	N
9	500	42	2.2	225	228	228	0.0388	0.0388	0.0388	N	N	N

Keterangan :

- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub>
- V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub>
- V<sub>3</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>3</sub>
- P : Padam
- R : Redup
- N : Nyala



Tabel 16. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan  $\Delta$ , dan celah 1 cm) untuk beban lampu neon 20 watt (3 buah)

No.	N (rpm)	Motor		Generator						Ket. Beban		
		V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	I <sub>1</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>3</sub> (A)	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	100	9	3	27	27	27	0.0013	0.0013	0.0013	P	P	P
2	150	12	3	39	39	39	0.0013	0.0013	0.0013	P	P	P
3	200	12	3	48	48	48	0.0025	0.0025	0.0025	P	P	P
4	250	15	2.8	60	60	60	0.0025	0.0025	0.0025	P	P	P
5	300	18	2.4	72	72	72	0.0038	0.0038	0.0038	P	P	P
6	350	18	2.4	84	84	84	0.01	0.01	0.01	P	P	P
7	400	24	2.2	96	99	99	0.0113	0.0113	0.0113	P	P	P
8	450	33	2	111	111	111	0.0125	0.0125	0.0125	P	P	P
9	500	42	1.8	123	123	123	0.0188	0.0188	0.0188	R	R	R
10	550	60	1.6	135	138	138	0.0313	0.0313	0.0313	R	R	R
11	600	90	1.4	150	153	153	0.0338	0.0338	0.0338	R	R	R
12	650	108	1.4	168	168	168	0.0363	0.0363	0.0363	N	N	N
13	700	126	1.4	183	183	183	0.0375	0.0375	0.0375	N	N	N
14	750	141	1.4	198	198	198	0.0388	0.0388	0.0388	N	N	N
15	800	162	1.4	210	213	213	0.0388	0.0388	0.0388	N	N	N

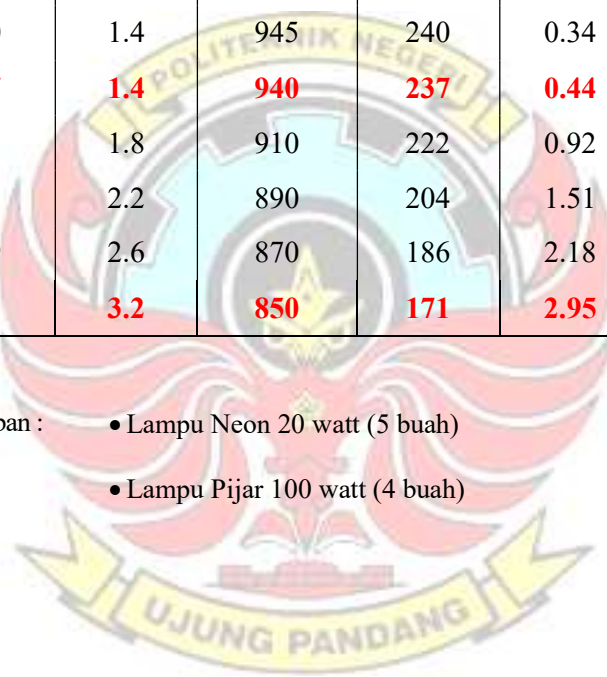
- Keterangan :
- V<sub>1</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub>                      ➤ P : Padam
  - V<sub>2</sub> : L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub>                      ➤ R : Redup
  - V<sub>3</sub> : L<sub>1</sub> - L<sub>3</sub>                      ➤ N : Nyala

Tabel 17. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, celah 1 cm, dan metode “line to neutral”) untuk beban bervariasi

No.	Motor		Generator ac 3 Fasa			
	V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	N (rpm)	V <sub>LN</sub> (volt)	I (A)	Beban (watt)
1	210	1.2	950	240	0	0
2	210	1.2	950	240	0.09	60
3	210	1.2	950	240	0.18	120
4	210	1.4	945	240	0.26	180
5	210	1.4	945	240	0.34	240
<b>6</b>	<b>207</b>	<b>1.4</b>	<b>940</b>	<b>237</b>	<b>0.44</b>	<b>300</b>
7	198	1.8	910	222	0.92	600
8	195	2.2	890	204	1.51	900
9	189	2.6	870	186	2.18	1200
<b>10</b>	<b>183</b>	<b>3.2</b>	<b>850</b>	<b>171</b>	<b>2.95</b>	<b>1500</b>

Keterangan Beban :

- Lampu Neon 20 watt (5 buah)
- Lampu Pijar 100 watt (4 buah)



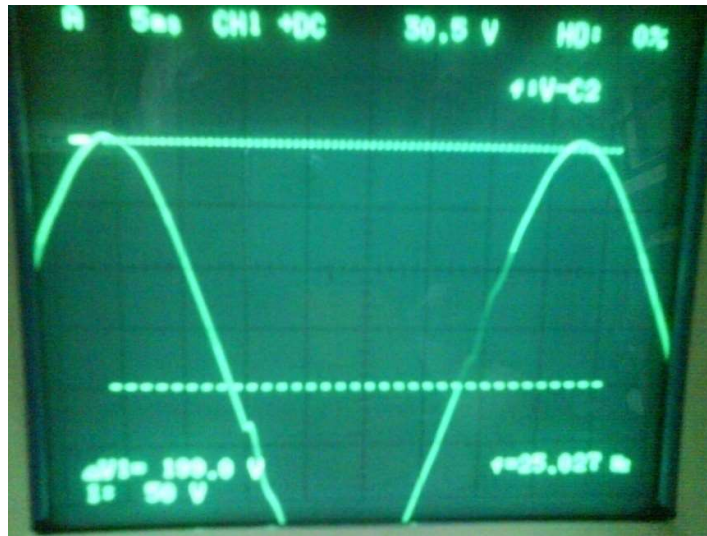
Tabel 18. Data pengujian generator berbeban (belitan 800, hubungan Y, celah 1 cm, dan metode “line to neutral”) untuk beban bervariasi dan putaran konstan

No.	Motor		Generator ac 3 Fasa			
	V <sub>in</sub> (volt)	I <sub>in</sub> (A)	N (rpm)	V <sub>LN</sub> (volt)	I (A)	Beban (watt)
1	189	1.2	900	228	0	0
2	189	1.2	900	228	0.1	60
3	192	1.2	900	228	0.18	120
4	192	1.4	900	228	0.27	180
5	192	1.4	900	228	0.36	240
6	192	1.4	900	228	0.45	300
7	195	1.8	900	216	0.94	600
8	195	2.2	900	207	1.48	900
9	195	2.8	900	192	2.14	1200
10	195	3.2	900	180	2.8	1500

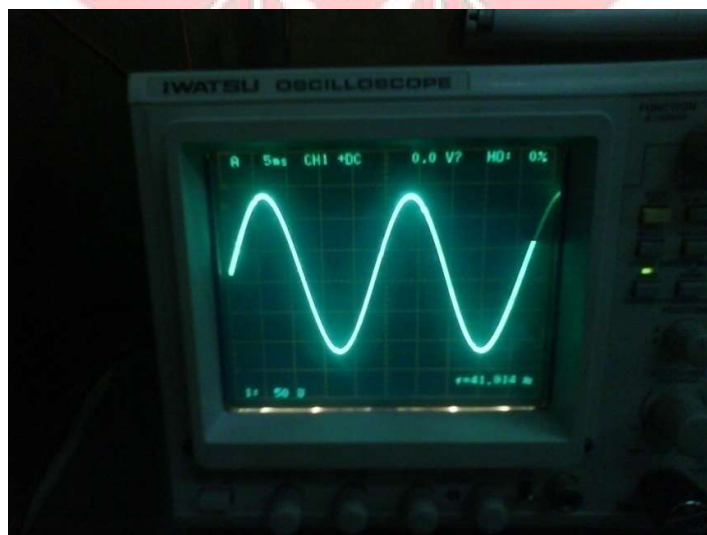
Keterangan Beban :

- Lampu Neon 20 watt (5 buah)
- Lampu Pijar 100 watt (4 buah)

## B. Gambar Hasil Pengujian Osiloskop



Gambar 53. Hasil pengujian osiloskop pada putaran 500 rpm dengan frekuensi 25 Hz



Gambar 54. Hasil pengujian osiloskop pada putaran 800 rpm dengan frekuensi 41 Hz

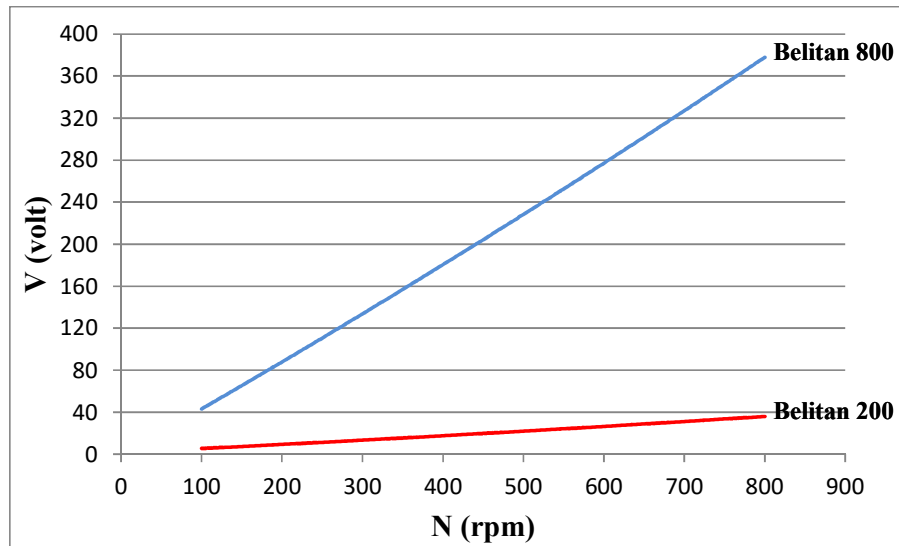
### C. Pembahasan

#### 1. Generator ac 3 fasa fiberglass tanpa beban

Pada pengujian generator tanpa beban, jumlah belitan pada stator mempengaruhi tegangan generator, semakin banyak belitan pada stator maka semakin besar tegangan yang dihasilkan generator. Pada pengujian generator tanpa beban dengan belitan 200, celah 1 cm, dan putaran 500 rpm menghasilkan tegangan *line to line* sebesar 22 volt, sedangkan belitan 800 dengan celah dan putaran yang sama menghasilkan tegangan *line to line* sebesar 228 volt. Hal tersebut lebih jelas dapat dilihat pada tabel 19 dan gambar 55 sebagai berikut.

Tabel 19. Perbandingan tegangan generator antara belitan 200 dengan belitan 800 pada celah 1 cm dan hubungan Y

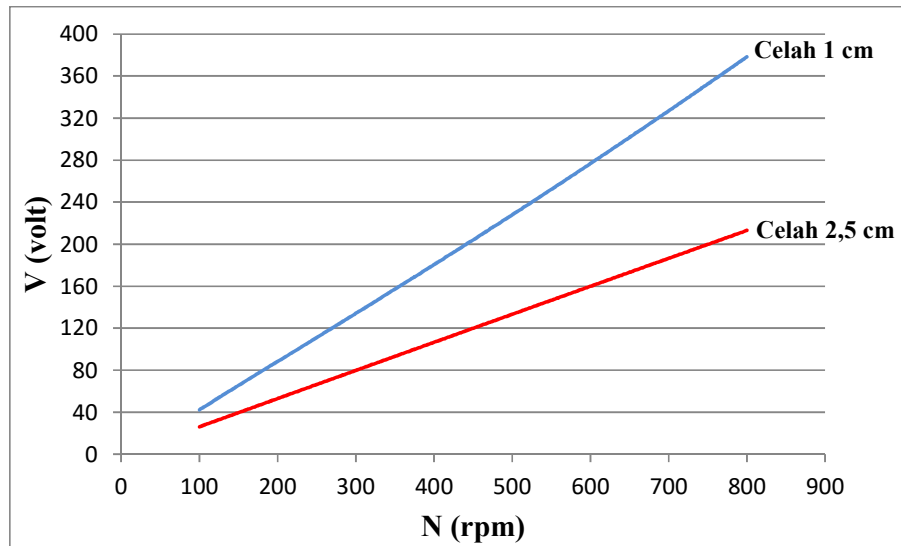
No.	N (rpm)	Belitan 200, Celah 1 cm				Belitan 800, Celah 1 cm			
		V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	V <sub>LN</sub> (volt)	V <sub>1</sub> (volt)	V <sub>2</sub> (volt)	V <sub>3</sub> (volt)	V <sub>LN</sub> (volt)
1	100	5	6	5	3	42	42	42	30
2	150	6	8	6	4	63	66	66	39
3	200	10	10	10	5	90	90	93	51
4	250	11	12	11	6	108	108	111	60
5	300	13	14	14	7	132	132	135	75
6	350	15	16	16	8	156	156	159	87
7	400	17	18	18	9	180	180	180	96
8	450	19	20	20	11	207	207	207	111
<b>9</b>	<b>500</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>123</b>
10	550	23	24	25	13	252	252	255	135
11	600	25	27	26	15	273	273	273	147
12	650	28	29	29	15	300	303	300	165
13	700	30	32	32	17	330	330	330	180
14	750	33	34	34	18	351	354	351	192
15	800	35	36	37	20	378	381	375	210



Gambar 55. Tegangan sebagai fungsi putaran pada generator *ac* 3 fasa *fiberglass* (data pada tabel 19)

Jarak antara stator dan rotor (celah) juga mempengaruhi tegangan generator. Semakin kecil jarak antara stator dan rotor maka semakin besar tegangan yang dihasilkan generator. Pada pengujian generator tanpa beban, generator dengan menggunakan celah 2.5 cm, jumlah belitan 800, dan putaran 500 rpm menghasilkan tegangan sebesar 139 volt. Sedangkan pada generator yang menggunakan celah 1 cm dengan jumlah belitan dan putaran yang sama menghasilkan tegangan 228 volt. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 dan gambar 56.

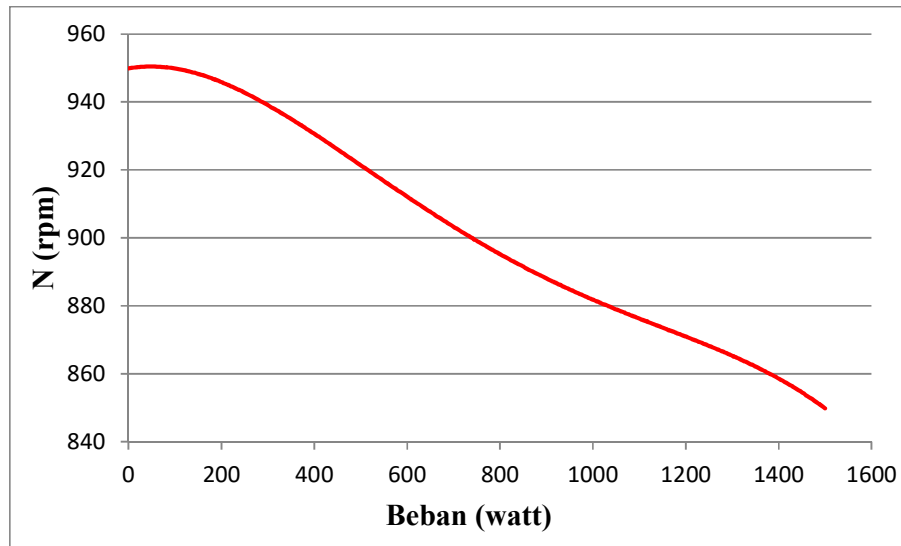
Perbandingan kenaikan tegangan antara celah 2,5 cm dan celah 1 cm pada putaran 500 rpm adalah 90 volt. Apabila celah dipersempit sebesar 0,5 cm maka dapat diperkirakan tegangan akan naik sebesar  $\pm 30$  volt dari tegangan yang dihasilkan oleh generator dengan celah 1 cm.



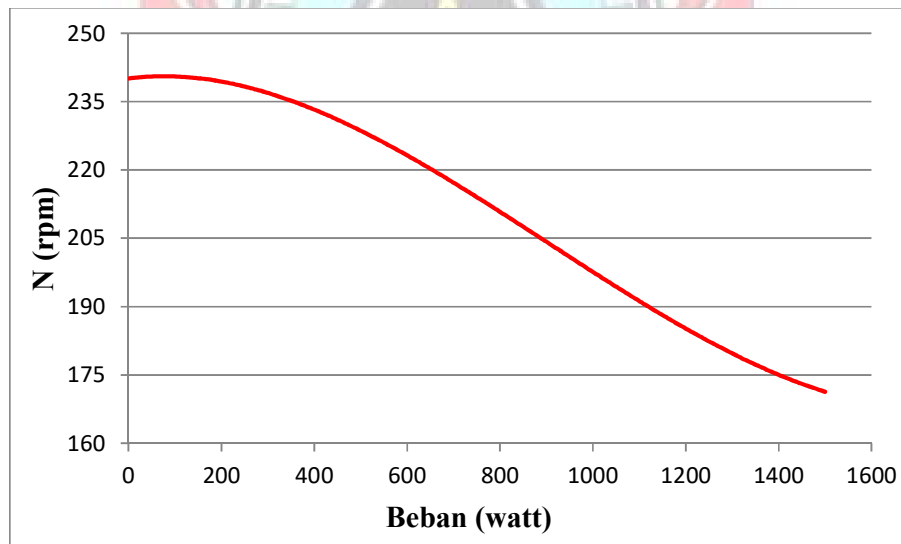
Gambar 56. Tegangan sebagai fungsi putaran pada generator *ac* 3 fasa *fiberglass* dengan menggunakan belitan 800 (data pada tabel 3).

## 2. Generator *ac* 3 fasa *fiberglass* berbeban

Pembebanan pada generator mempengaruhi putaran dan tegangan yang dihasilkan oleh generator. Semakin besar beban yang diberikan pada generator maka putaran generator akan semakin lambat, artinya pembebanan pada generator dapat mengurangi putaran sehingga tegangan generator juga semakin menurun. Pada beban 100 watt putaran generator 940 rpm dan tegangan generator 237 volt, sedangkan pada beban 1500 watt putaran turun menjadi 850 rpm dan tegangan generator 171 volt. Hal tersebut dapat dilihat dengan jelas pada tabel 17, gambar 57 dan gambar 58 di bawah ini.



Gambar 57. Putaran sebagai fungsi beban pada generator *ac* 3 fasa *fiberglass* (data pada tabel 17)



Gambar 58. Tegangan sebagai fungsi beban pada generator *ac* 3 fasa *fiberglass* (data pada tabel 17)



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Setelah membuat generator *ac* 3 fasa dari bahan *fiberglass* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Membuat generator *fiberglass* dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan yang cukup sederhana berbeda dengan pembuatan generator berbahan logam yang memerlukan fasilitas dan peralatan yang lebih lengkap.
2. Generator *ac* 3 fasa *fiberglass* dapat menghasilkan tegangan meskipun dengan putaran rendah. Dengan menggunakan belitan stator 800 dan celah 1 cm, pada putaran 550 rpm dapat menghasilkan tegangan 216 Volt sehingga dapat menyalakan beban lampu pijar 100 watt sebanyak 3 buah dengan syarat generator dalam keadaan hubungan Y dan metode “*line to line*”.
3. Karakteristik generator *ac* 3 fasa *fiberglass*
  - Pada generator tanpa beban hubungan antara putaran dan tegangan berbanding lurus, semakin tinggi putaran maka semakin besar tegangan yang dihasilkan. Generator dengan belitan 800, celah 1 cm, dan hubungan Y pada putaran 500 rpm tegangan yang dihasilkan adalah 228 volt, sedangkan putaran 800 dengan kondisi generator yang sama tegangan yang dihasilkan adalah 381 volt.
  - Pada pengujian generator berbeban, pemberian beban pada generator mempengaruhi putaran dan tegangan yang dihasilkan oleh generator.

Semakin besar beban yang diberikan pada generator maka putaran generator akan semakin lambat, artinya pembebanan pada generator dapat mengurangi putaran sehingga tegangan generator juga semakin menurun. Pada beban 100 watt putaran generator 940 rpm dan tegangan generator 237 volt, sedangkan pada beban 1500 watt putaran turun menjadi 850 rpm dan tegangan generator 171 volt.

## B. Saran

1. Pengetahuan mengenai pemanfaatan bahan *fiberglass* agar lebih dikembangkan.
2. Pembebanan pada generator dapat mempengaruhi putaran dan tegangan, maka disarankan dalam mengaplikasikan generator di lapangan sebaiknya memakai AVR (*Auto Volt Regulator*) agar tegangan tetap stabil sebelum masuk ke beban.
3. Diharapkan agar pengembangan lebih lanjut tentang generator *fiberglass* khususnya pada penggerak mula generator, mengingat kebutuhan listrik yang terus meningkat. Sehingga kedepannya generator *fiberglass* ini dapat diaplikasikan sebagai pembangkit listrik dalam skala kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dahono, Argo. 2009. *Kelistrikan Nasional : Masalah dan Solusinya*, (Online),  
(<http://konversi.wordpress.com/2009/11/18/kelistrikan-nasional-masalah-dan-solusinya/>)  
(diunduh pada tanggal 20 September 2010)
- Fitzgerald, A.E dkk. 1997. *Mesin-Mesin Listrik (Edisi Keempat)*. Jakarta : Erlangga
- Gunadi, 2008. *Teknik Bodi Otomotif (Jilid 3)*, (Online),  
(<http://smkn2sekayu.sch.id/bse/195%20Judul%20BSE%20SMK/TEKNIK%20BODI%20OTOMOTIF%203/86%20Teknik%20Bodi%20Otomotif%20Jilid%203.pdf>)  
(diunduh pada tanggal 20 September 2010)
- <http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/04/generator-sinkron.html>  
(diunduh pada tanggal 23 September 2010)
- <http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/04/sistem-3-fasa.html>  
(diunduh pada tanggal 23 September 2010)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Fiberglass>  
(diunduh pada tanggal 10 November 2010)
- <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20111/3/Chapter%20II.pdf>  
(diunduh pada tanggal 23 September 2010)
- Rijono, Yon. 2004. *Dasar Teknik Tenaga Listrik (Edisi Revisi)*. Yogyakarta : ANDI
- Tim Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, 2003. *Teknik Dasar Generator*, (Online)  
([http://bos.fkip.uns.ac.id/pub/ono/pendidikan/materi-kejuruan/elektro/jaringan-akses-pelanggan/teknik\\_dasar\\_generator.pdf](http://bos.fkip.uns.ac.id/pub/ono/pendidikan/materi-kejuruan/elektro/jaringan-akses-pelanggan/teknik_dasar_generator.pdf))  
(diunduh pada tanggal 23 September 2010)

# LAMPIRAN A

# TABEL



Tabel A.1. Daftar harga bahan pembuatan generator *fiberglass*

No.	Nama Bahan	Harga Satuan	Jumlah
1	<i>Resin</i> (15 kg)	Rp. 30.000	Rp 450.000
2	<i>Katalis</i> (1 botol)	Rp 30.000	Rp 30.000
3	<i>Mat</i> (1 kg)	Rp. 25.000	Rp 25.000
4	<i>Mirror</i> (1 kaleng)	Rp. 35.000	Rp 35.000
5	Kumparan 0,7 mm (6 kg)	Rp 100.000	Rp 600.000
6	Magnet Permanen (16 buah)	Rp 300.000	Rp 4.800.000
7	Besi Plat Ketebalan 4 mm	Rp 100.000	Rp 100.000
<b>Jumlah Total</b>			<b>Rp 6.040.000</b>

Tabel A.2. Spesifikasi generator *ac* 3 fasa *fiberglass*

Jumlah Belitan	800
Jumlah Magnet	16
Putaran	800 rpm
Tegangan <i>line to line</i>	380 volt
Tegangan <i>line to neutral</i>	210 volt
Jenis belitan	Tembaga
Jenis magnet	Permanen

The logo of Politeknik Negeri Ujung Pandang is a circular emblem. It features a central gear with a yellow crown-like symbol on top. The gear is surrounded by a red and white floral or flame-like pattern. The text "POLITEKNIK NEGERI" is written in yellow on a banner at the top, and "UJUNG PANDANG" is written in yellow on a banner at the bottom.

**LAMPIRAN B**  
**GAMBAR**



Gambar B.1. Bahan-bahan *fiberglass*



Gambar B.2. Kawat tembaga untuk membuat belitan pada stator



Gambar B.3. Penggulungan belitan stator



Gambar B.4. Pembuatan mal cetakan stator





Gambar B.5. Mal cetakan stator



Gambar B.6. Pola peletakan belitan pada stator



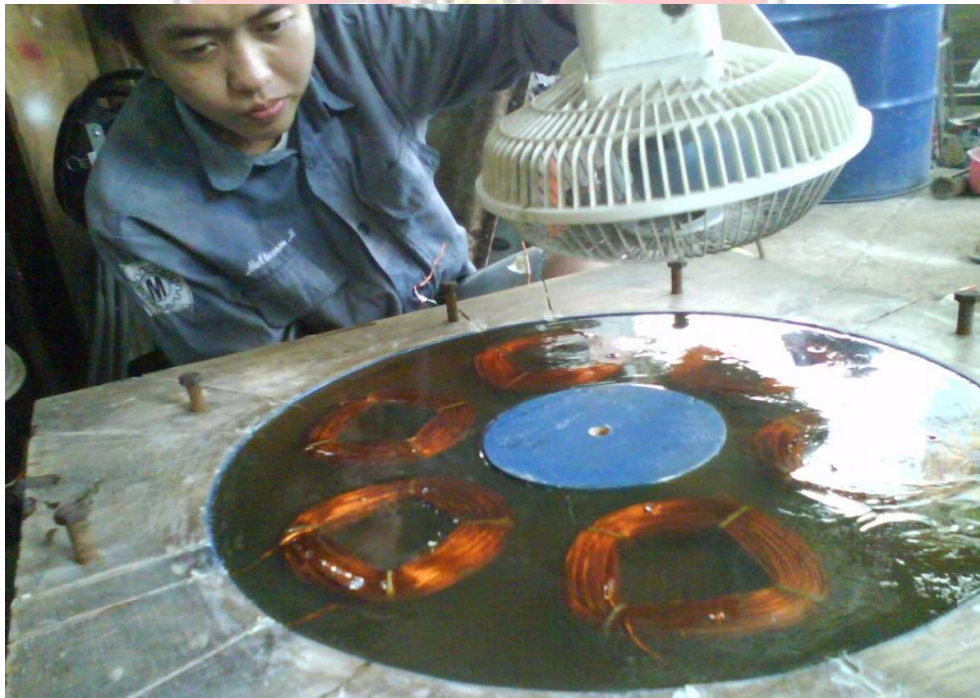
Gambar B.7. Stator siap untuk dicetak



Gambar B.8. Proses pencampuran bahan *fiberglass*



Gambar B.9. Menuangkan campuran *fiberglass* pada mall cetakan stator



Gambar B.10. Proses pengeringan stator



Gambar B.11. Pemberian serat (*fiber matt*)



Gambar B.12. Plat tempat meletakkan magnet



Gambar B.13. Pola peletakan magnet pada rotor



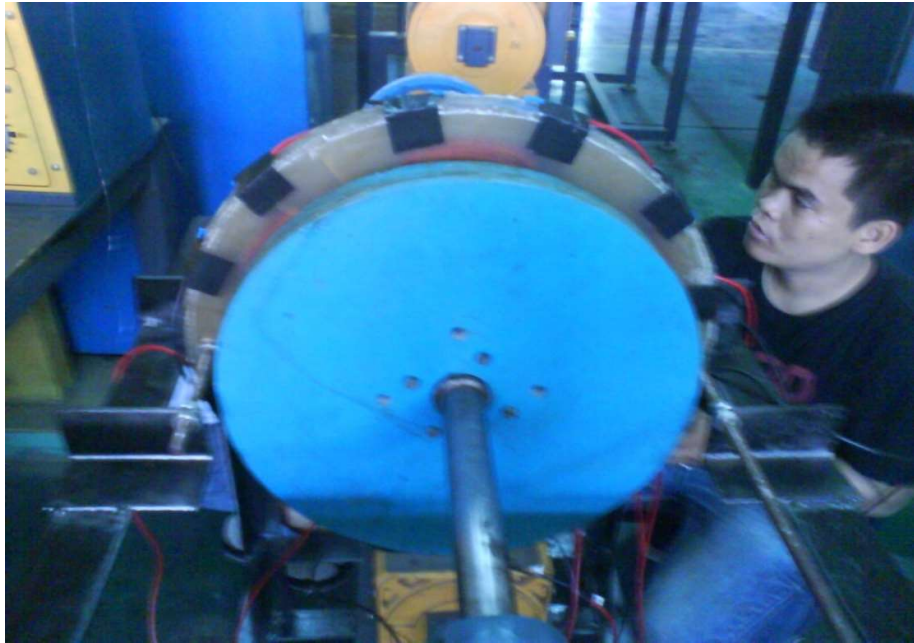
Gambar B.14. Peletakan magnet pada plat



Gambar B.15. Proses pengecoran rotor



Gambar B.16. Rotor yang didalamnya terdapat magnet



Gambar B.17. Perakitan generator



Gambar B.18. Pengujian generator tanpa beban

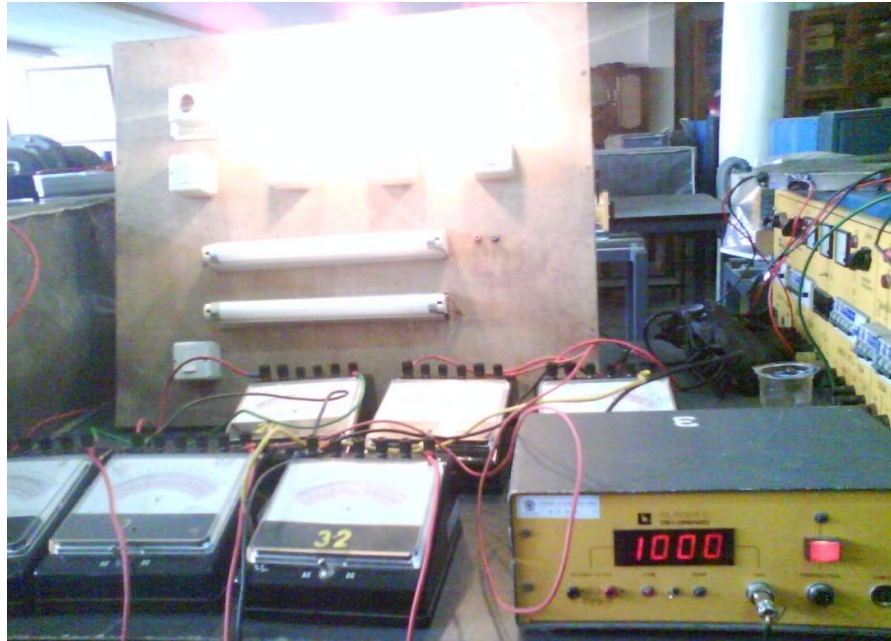


Gambar B.19. Pembacaan alat ukur pada saat pengujian



Gambar B.20. Pengujian generator berbeban





Lampiran 21. Beban lampu pada pengujian generator



Lampiran 22. Pengujian osiloskop generator *fiberglass*