

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO  
MENGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANET**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh :**

**SEPTIAN ADE NUGROHO**

**NIM. 11.12.030**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2016**

# LEMBAR PERSETUJUAN

## RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO MENGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANET

### SKRIPSI

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan  
guna mencapai gelar Sarjana Teknik*

Disusun oleh :

**SEPTIAN ADE NUGROHO**

**NIM : 11.12.030**

Diperiksa dan Disetujui,


Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
**Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT**  
NIP. Y. 1018800189

  
**Ir. M. Abdul Hamid, MT**  
NIP. P. 1018800188

  
Mengetahui,  
**Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1**

  
**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
NIP.P. 1030100358

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2016**

## **SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Septian Ade Nugroho

NIM : 11.12.030

Progam Studi : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila dikemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 13 September 2016

Yang membuat pernyataan

**Septian Ade Nugroho**

NIM 1112030



# RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO MENGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANET

Septian Ade Nugroho

Progam Studi Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik

Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

E-mail : [septianitn@gmail.com](mailto:septianitn@gmail.com)

## *Abstrak*

Pemanfaatan sumber energi air terutama digunakan sebagai penyedia energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga air maupun pikrohidro. Salah satu permasalahan adalah bagaimana memanfaatkan potensi energi aliran air yang relatif kecil. Maka dari itu guna memanfaatkan dan meningkatkan potensi energi aliran air yang relatif kecil diperlukan penelitian. Pemanfaatan energi air pada penelitian ini adalah pemanfaatan energi kinetik aliran air. Energi mekanik yang merupakan transformasi dari energi kinetik aliran air dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin atau kincir. Turbin jenis kaplan ini cocok digunakan untuk memanfaatkan energi aliran air yang relatif kecil. Penelitian dengan judul “Rancang Bangun Pembangkit Listrik tenaga pikohidro menggunakan generator magnet permanen” dilakukan dengan metode eksperimen, dimana hasil dari rancang bangun turbin akan dilakukan pengujian dan pengambilan data. Data pengujian yang diperoleh berdasarkan dari pengaruh variasi kecepatan aliran 0,34 ;(m/detik) serta pengaruh dari pemandu arah aliran. Performansi diperoleh dari hasil pengujian dan pengukuran. Diperoleh koefisien daya ( $C_p$ ) maksimum 23,790 pada Tipe Speed Ratio (TSR) 0,837 dengan kecepatan aliran 0,34 (m/detik) serta pengaruh dari pemandu arah aliran. Kecepatan putar kincir diperoleh sebesar 8,12 Rpm dan daya keluaran maksimum generator sebesar 15,984 Volt. Didapatkan efisiensi mekanis turbin sebesar 2,379%

**Kata Kunci:** Pemanfaatan, penerapan, Turbin Kaplan, Energi listrik Alternatif

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur Kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini yang berjudul **“RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANET”** dapat terselesaikan.

Penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Ir. M. Abdul Hamid, MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Kedua orang tua yang telah member doa, semangat dan materil.
7. Teman – teman yang turut memberi dukungan terhadap penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada skripsi ini, oleh karna itu penulis mengharapkan para pembaca dapat memberikan kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini menjadi lebih baik.

Malang , 18 agustus 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	3
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	
2.1 Teori Dasar .....	5
2.2 Air .....	5
2.3 Turbin Air.....	5
2.3.1 Kelebihan Turbin Kaplan .....	7
2.3.2 Kekurangan Turbin Kaplan.....	7
2.4 Prinsip Konversi Energi Air.....	7
2.4.1Prinsip Pembangkitan Tenaga Air.....	8
2.4.1.1Daya (Power).....	8
2.4.1.2 Torsi .....	9
2.4.1.3 Gaya Yang Bekerja .....	9
2.4.1.4 Luas Permukaan Tumbukan.....	10
2.4.1.5 Efisiensi Turbin.....	10
2.4.1.6 Nilai Kerja .....	11
2.4.1.7 Daya Yang Dihasilkan Kincir Air.....	12
2.4.1.8 Diameter Kincir.....	12

2.5 Generator Aksial AC .....	14
2.5.1 Prinsip Kerja Generator Aksial AC .....	15
2.5.1.1 Rasio Per Menit (RPM) .....	15
2.5.1.2 Tegangan Induksi .....	16
2.5.1.3 Fluks Magnet.....	16
2.5.1.4 Luasan magnet .....	17
2.5.1.5 Fluks maksimum .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Pendahuluan .....	18
3.2 Blok Diagram Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro .....	18
3.2.1 Penjelasan Blok Diagram .....	19
3.3 Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro .....	20
3.3.1 Perancangan Kincir air .....	20
3.3.1.1 Torsi .....	23
3.3.1.2 Tipe Speed Ratio .....	23
3.3.2 Debit Air Sungai .....	25
3.3.3 Menghitung Daya Masukan Turbin .....	25
3.3.4 Menghitung Luas Penampang Basah .....	26
3.3.5 Menghitung Kecepatan Aliran Air .....	27
3.3.6 Menghitung Perencanaan Turbin.....	28
3.3.6.1 Data Turbin Yang Akan Dibuat.....	28
3.3.6.2 Efisiensi Maksimum Turbin .....	28
3.3.6.3 Kerja atau Usaha (W) .....	29
3.3.6.4 Daya Turbin.....	29
3.3.6.5 Jumlah Sudu Aktif.....	30
3.3.6.6 Jarak Antar sudu .....	31
3.4 Perencanaan Generator Axial .....	32
3.4.1 Kontruksi Generator Axial Ac.....	33
3.4.2 Perencanaan Tegangan Keluaran.....	34
3.4.2.1 Rasio Per Menit (RPM) .....	35
3.4.2.2 Perencanaan Magnet Permanen.....	36

3.4.2.3 Perancangan Rotor .....	37
3.4.2.4 Tegangan Induksi.....	39
3.4.2.5 Rangkaian Controller.....	40
3.5 Flowchart Penyelesaian .....	42
<b>BAB IV ANALISIS HASIL .....</b>	<b>43</b>
4.1 Hasil Pengujian .....	43
4.2 Hasil Pengujian Tegangan Dari Generator .....	43
4.3 Hasil Pengujian Lapangan.....	45
4.4 Hasil Pengujian Tegangan Melalui Control Stepup .....	46
4.4.1 Hasil Pengujian Sebelum Menggunakan Boost Setting ....	46
4.4.2 Hasil Pengujian Setelah Menggunakan Boost Setting.....	47
4.4.3 Hasil Pengujian Boost Setting Dengan Beban.....	49
4.5. Pengujian Dengan Travo Step Up .....	52
4.5.1 Hasil Pengujian Generator Melalui Step Up Travo 220V .	52
4.5.2 Hasil Pengujian Generator Melalui Step Up Travo 220 V	
Dengan Menggunakan Beban .....	53



<b>BAB V PENUTUP</b> .....	55
5.1. Kesimpulan .....	55
5.2. Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	57
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Jenis Turbin Kaplan .....	6
Gambar 3.1 Gambar Blok Diagram Pembangkit Listrik.....	18
Gambar 3.2 Gambar Desain Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro .....	22
Gambar 3.3 Gambar Desain Setator Generator .....	32
Gambar 3.4 Gambar Desain Rotor Generator.....	33
Gambar 3.5 Konfigurasi Penggulungan Kawat Generator .....	34
Gambar 3.6 Gambar Magnet NdFeB .....	36
Gambar 3.7 Komposisi Magnet Dengan Jarak.....	37
Gambar 3.8 Desain Real Dari Rotor Generator .....	39
Gambar 3.9 Control Penyearah Dengan Menggunakan <i>Boost Converter</i> .	40
Gambar 4.1 Uji Coba Generator Dilapangan .....	45
Gambar 4.2 Kecepatan Putar Turbin Dilapangan .....	45
Gambar 4.3 Bentuk Gelombang Tegangan Output Generator .....	48
Gambar 4.3 Bentuk Gelombang Output Generator Dengan Beban .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.2 Type Kincir Air .....	21
Tabel 3.3 Spesifikasi Generator .....	41
Tabel 4.1 Data Pengujian Generator 3 Fasa Dalam Berbagai Kecepatan Putar .....	43
Tabel 4.2 Data Pengujian Generator setelah Melewati Diode Penyearah...	46
Tabel 4.3 Data Pengujian Setelah Melewati <i>Boost Converter</i> .....	47
Tabel 4.4 Data Pengujian Generator Dengan Beban .....	49
Tabel 4.5 Data Pengujian Generator step Up 220V .....	52
Tabel 4.6 Data Pengujian Generator step Up 220V Dengan Beban .....	53

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Masyarakat Indonesia khususnya di daerah terpencil belum semuanya dapat menikmati listrik, meskipun sebenarnya banyak daerah memiliki potensi energi untuk pembangkitan listrik, tetapi kenyataannya belum digarap secara maksimal.

Energi potensial air memiliki sifat relatif stabil, sehingga generator dengan sederhana dapat untuk pengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) adalah pembangkit listrik tenaga air skala terkecil dengan daya maksimum 5 kW. Potensi energi air skala pikohidro inilah sebenarnya banyak terdapat di daerah-daerah terpencil di Indonesia <sup>[2]</sup>

Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) adalah pembangkit listrik tenaga air skala terkecil dengan daya maksimum 5 kW. Potensi energi air skala pikohidro inilah sebenarnya banyak terdapat di daerah-daerah terpencil di Indonesia. <sup>[2]</sup>

Pengembangan PLTPH memerlukan teknologi generator listrik daya dan putaran rendah. Pengalaman menunjukkan bahwa generator kecil dengan daya 50-100 W, 220 volt AC, 50-60 Hz jarang ditemui di pasaran bahkan mungkin belum ada yang memproduksi<sup>[2]</sup>. Ukurannya yang kecil, cocok digunakan untuk daerah pedesaan yang belum terjangkau jaringan aliran listrik PLN.

PLTPH dapat dimanfaatkan pada potensi energi air dengan head rendah tetapi debit besar atau head cukup tinggi tetapi debit kecil. Dengan potensi energi air seperti itu maka putaran yang dihasilkan cenderung rendah bahkan akan sangat rendah bila  $head < 1$  m dan turbinnya model kincir air. Jika demikian maka akan diperlukan generator listrik untuk PLTPH tersebut

dengan putaran rendah ( $n < 1000$  rpm) tetapi tegangan 220 volt AC, daya kecil. Pada PLTPH model lama banyak menggunakan turbin model kincir air (water wheel), sekarang ini sudah banyak yang menerapkan turbin model propeller karena putarannya relatif tinggi serta konstruksinya juga menjadi lebih ringkas.<sup>[2]</sup>

## **1.2 Rumusan Masalah**

Sesuai dengan latar belakang dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. **Bagaimana merancang bangun suatu pembangkit listrik pikohidro sederhana bagi daerah terpencil yang belum terjangkau listrik ?**
2. **Bagaimana memanfaatkan sumber air hasil kegunaan sehari-hari ?**
3. **Bagaimana menciptakan pembangkit listrik yang efisien dan tepat guna ?**
4. **bagaimana menciptakan teknologi pembangkit listrik terbarukan yang ramah lingkungan?**

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun yang menjadi tujuan dalam penelitian ini yaitu :

1. **Merancang bangun suatu pembangkit listrik pikrohidro untuk daerah terpencil yang belum terjangkau listrik**
2. **Menciptakan pembangkit listrik pikohidro yang efisien.**
3. **Memanfaatkan aliran air sungai kecil digunakan sebagai bahan pembangkit listrik.**
4. **Menciptakan teknologi pembangkit terbarukan yang ramah lingkungan**



#### **1.4 Batasan Masalah**

Agar tidak terjadi penyimpangan maksud dan tujuan dalam penyusunan skripsi ini, maka penulis memberikan batasan sebagai berikut :

1. Penelitian ini membahas tentang rancang bangun pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan menggunakan magnet permanen.
2. Pada penelitian ini tidak membahas secara detail system control yang digunakan.
3. Pada penelitian ini membahas hasil keluaran dari pemnbangkit pikohidro

#### **1.5 Sistematikan Penelitian**

##### **1. Studi *literature***

Mencari referensi-referensi yang berhubungan dengan studi kasus yang akan dikerjakan.

##### **2. Pengambilan data**

Sebelum melakukan simulasi, dilakukan pengambilan data pada daerah yang akan dilakukan studi kasus.

##### **3. Pengolahan data**

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yang telah diperoleh apabila data yang diperoleh belum sesuai dengan data yang digunakan untuk simulasi.

##### **4. Simulasi**

Melakukan simulasi sesuai dengan metode yang digunakan.

##### **5. Analisis dan Penarikan kesimpulan**

Melakukan analisis dari hasil simulasi dan menarik kesimpulan secara keseluruhan dari apa yang dilakukan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teori Dasar**

Pada bab ini akan di bahas mengenai teori penunjang dari peralatan yang direncanakan . teori penunjang ini akan membahas tentang komponen dan peralatan pendukung pada alat yang di buat .pokok pembahasan pada bab ini adalah :

1. Air
2. Turbin Air
3. Generator

#### **2.2 Air**

Air adalah merupakan sumber kehidupan bagi semua makhluk hidup.Selain sebagai sumber kehidupan air juga merupakan energy yang dapat dimanfaatkan sebagai penggerak utama kincir air yang merubah energy kinetic air menjadi energy listrik.

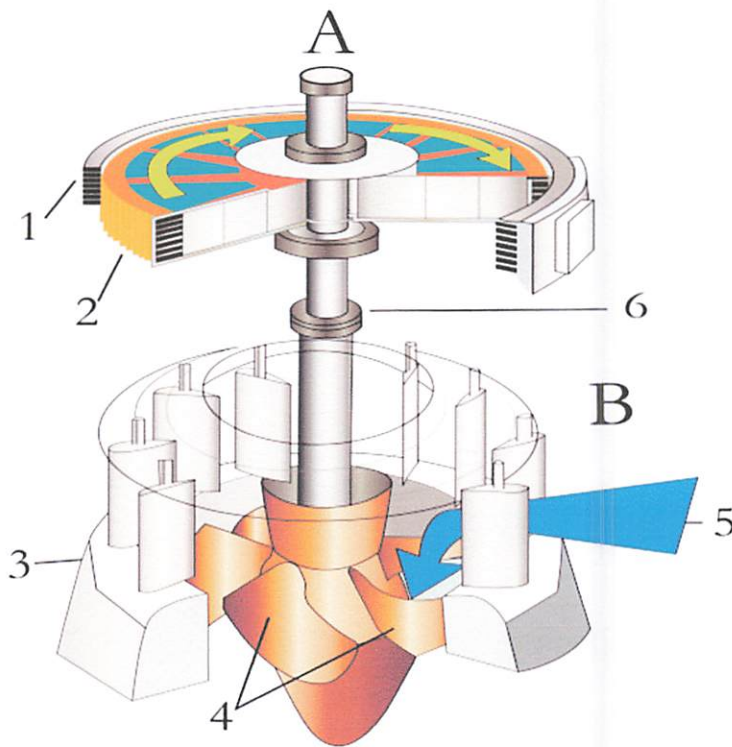
Potensi tenaga air dan pemanfaatannya pada umumnya sangat berbeda jika dibandingkan dengan penggunaan tenaga lain. Sumber tenaga air merupakan sumber yang dapat diperbaharui.Potensi secara keseluruhan tenaga air relatif kecil dibandingkan dengan jumlah sumber bahan bakar fosil. Untuk menentukan pemakaian suatu potensi sumber tenaga air, ada tiga faktor utama yang harus diperhatikan yaitu jumlah air yang tersedia, tinggi jatuh air yang dimanfaatkan, dan jarak lokasi<sup>[3]</sup>

#### **2.3 Turbin Air**

Turbin air adalah turbin dengan media kerja air.Secara umum, turbin adalah alat mekanik yang terdiri atas poros dan sudusudu.Sudu tetap atau stationary blade, tidak ikut berputar bersama poros, dan berfungsi mengarahkan aliran

fluida. Sedangkan sudu putar atau rotary blade, mengubah arah dan kecepatan aliran fluida sehingga timbul gaya memutar poros. Air biasanya dianggap sebagai fluida tak kompresibel, yaitu fluida yang secara virtual massa jenisnya tidak berubah dengan tekanan.<sup>[4]</sup>

Turbin Kaplan adalah turbin jenis propeller yang memiliki blade yang dapat disesuaikan. Turbin Kaplan merupakan evolusi dari turbin francis. Penemuannya menyebabkan listrik dapat diproduksi secara efisien dengan menggunakan head rendah yang tidak mungkin dicapai dengan turbin francis.ga



Gambar 2.1 jenis turbin kaplan

Turbin Kaplan adalah turbin reaksi aliran kedalam, yang berarti bahwa fluida perubahan tekanan bekerja ketika bergerak melalui turbin dan memberikan energinya. Power dipulikan dari kedua kepala hirostatik dan energy kinetic dari air yang mengalir .inlet adalah tabung yang berbentuk scroll yang membungkus sekitar gawang turbin air diarahkan tangensial melalui gerbang gawang dan spiral

kebaling baling berbentuk runner, menyebabkan ia berputar. Outlet berbentuk draft tube yang membantu mengurangi kecepatan air dan memulihkan energy kinetic. [5]

Turbin tidak perlu berada dititik terendah aliran air selama draft tube tetap penuhair. Lokasi turbin yang lebih tinggi, namun meningkatkan daya hisap yang disampaikan pada pisau turbin dengan draft tube. Hasil penurunan tekanan dapat menyebabkan kavitasi.

### **2.3.1 Kelebihan Turbin Kaplan**

- a) baling-baling turbin yang dapat disesuaikan
- b) hanya diperlukan head yang rendah
- c) memiliki jumlah head yang sangat kecil dari pisau 3 sampai 8

### **2.3.2 Kekurangan Turbin Kaplan**

- a) diposisi poros hanya dalam arah vertical
- b) laju aliran air yang sangat besar diperlukan
- c) kecepatan turbin adalah 250-850
- d) generator bekerja lebih keras.

## **2.4.Prinsip Konversi Energi Air**

Konversi energi air merupakan suatu sistem yang bertujuan untuk mengubah energi potensial air terjun menjadi energi mekanik poros oleh rotor untuk kemudian diubah lagi oleh generator menjadi energi listrik. Prinsip utamanya adalah mengubah energi listrik yang dimiliki angin menjadi energi kinetik poros. Besarnya energi yang di transferkan ke rotor tergantung pada massa jenis air, debitserta kecepatan air.. Hal ini selanjutnya akan dibahas melalui persamaan-persamaan.

## 2.4.1 Prinsip Pembangkitan Tenaga Air

### 2.4.1.1 Daya (Power)

Dalam menentukan besar daya dapat dihasilkan oleh sebuah kincir air sangat erat kaitanya dengan kondisi aliran air dan dimensi dari kincir air tersebut

Kerja atau daya yang dihasilkan kincir air bersumber dari energy kinetic air (aliran air). Apabila aliran air diarahkan pada suatu bidang, secara teoritis bidang atau dinding tersebut. Apabila dinding –dinding tersebut dipasangkan pada keliling roda maka gaya-gaya tumbukan pada dinding tersebut akan menimbulkan torsi yang akan menyebabkan roda (turbin) berputar pada porosnya. Maka energi kinetik sudah berubah menjadi energy mekanik dalam bentuk putaran.

Besarnya torsi yang ditimbulkan oleh tumbukan air berhubungan dengan beberapa hal antara lain:

- 1 Kecepatan aliran air
2. Ukuran dinding atau bidang tumbukan
3. Diameter kincir
4. Debit air

Pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya (power) yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan rumus berikut<sup>[1]</sup> :

$$p \equiv \rho \cdot Q \cdot h \cdot g \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

P = daya keluaran secara teoritis (watt)

$\rho$  = massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)

Q = debit air (m<sup>3</sup>/s)

h = ketinggian efektif (m)

g = gaya gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

### 2.4.1.2 Torsi

Turbin air mengkonversi energi dari air dalam bentuk mekanik dan selanjutnya di kopel dengan rotor generator .ketika daya mekanik di hubungkan melalui poros generator maka akan di dapat nilai torsi sebagai berikut<sup>[1]</sup>:

$$T = F.R$$

$$T = \frac{w.a.V^2}{g}.R \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- T : Torsi (Nm)
- F : Gaya yang diterima dinding (kg)
- w : Berat jenis air (1000 kg/ m<sup>3</sup>)
- a : luar permukaan dinding ( m<sup>2</sup> )
- g : gaya gravitasi bumi (9,81N/kg)
- R : jari-jari turbin (m)

### 2.4.1.3 Gaya yang bekerja

Sesuai dengan prinsip tumbukan maka besarnya gaya yang bekerja pada suatu dinding atau bidang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$F = \frac{w.a.V}{g} V_r \dots \dots \dots (3)$$

F = Gaya yang diterima dinding (kg)

w = Berat jenis air (1000 kg/m<sup>3</sup>)

a = Luas permukaan dinding (m<sup>2</sup> )

V = Kecepatan aliran air (m/det)



#### 2.4.1.4 Luas permukaan tumbukan

Sementara luas permukaan tumbukan adalah :

$$a = b.h \dots \dots \dots (4)$$

dimana :

b = lebar sudu

h = tinggi sudu

#### 2.4.1.5 Efisiensi turbin

setelah itu untuk menentukan nilai efisiensi masimum dari turbin adalah :

$$u = \frac{V}{2} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

u : niali efisiensi

v : kecepatan air ( m<sup>3</sup> /det)

Dapat disimpulkan bahwa efisiensi maksimum terjadi pada saat kecepatan keliling sama dengan setengah kecepatan aliran air.

Dengan demikian maka gaya yang bekerja akan menjadi sebagai berikut :

$$F = \frac{w.a.V^2}{2g} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

F : gaya yang bekerja

w : masa jenis air

a : luas permukaan dinding

V : kecepatan aliran air

### 2.4.1.6 Nilai kerja

Kerja yang dihasilkan untuk 1kg air/detik adalah gaya yang bekerja dikalikan dengan kecepatan keliling, maka kerja (W) adalah :

$$W = F.u$$

$$W = \frac{w.a.V^2}{g} \frac{V}{2} \dots \dots \dots (7)$$

$$W = \frac{w.a.V^3}{2g} (kg / dt)$$

Dimana :

F : gaya yang bekerja

w : masa jenis air

a : luas permukaan dinding

V ; kecepatan aliran air

Bila laju aliran air adalah = volume x masa jenis, maka

$$G = (b.h.V).w \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

b : Lebar sudu

h : tinggi sudu

V : Kecepatan aliran air

w : masa jenis air

### 2.4.1.7 Daya yang dihasilkan kincir air

Maka daya dihasilkan kincir dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$F = W.G$$

$$F = \frac{wb.h.V^3}{4g} \cdot (b.h.V.w) \dots \dots \dots (9)$$

$$F = \frac{w^2 b^2 h^2 V^4}{4g}$$

### 2.4.1.8 Diameter kincir

Dengan merencanakan diameter (D) dari roda kincir maka dengan persamaan berikut:

$$N = \frac{u.60}{\pi.D} \dots \dots \dots (10)$$

Dimana :

u : Efisiensi maksimum

D : Diameter kincir

Sebelum menentukan jumlah sudu yang aktif (i), perlu diketahui dulu kecepatan putar kinci air melalui persamaan :

$$N(\text{dalamrps}) = \frac{N(\text{dalamrpm})}{60} \dots \dots \dots (11)$$

Untuk mengetahui diameter rata-rata( $D_r$ ) antar sudu dapat diketahui melalui persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 D_r &= \frac{D_1 + D_2}{2} \\
 D_r &= \frac{D_r \cdot \pi}{z} \dots \dots \dots (12) \\
 t_1 &= \frac{D_1 \cdot \pi}{z} \\
 t_2 &= \frac{D_2 \cdot \pi}{z}
 \end{aligned}$$

Dimana :

$D_1$  : Diameter Luar kincir

$D_2$  : Diameter dalam kincir

$t_1$  : jarak luar antar sudu

$t_2$  : jarak dalam antar sudu

$z$  : jumlah sudu

#### Sudu

Untuk mengetahui kapasitas air yang diterima oleh tiap sudu yang aktif, maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$q = \frac{Q}{i} \dots \dots \dots (13)$$

Dimana :

$Q$  : Kecepatan aliran air  $m^3 / \text{det}$

$i$  : jumlah sudu aktif

$$q = \frac{Q}{i}$$

$$q = \frac{0,34}{4}$$

$$q = 0,085 m^3 / \text{det}$$

## 2.5 Generator Aksial AC

Konstruksi generator aksial adalah bentuk konstruksi generator dengan arah medan magnet searah dengan aksis generator. Kutub-kutub medan serta kumparan-kumparan terletak sejajar dengan aksis. Kumparan-kumparan dipasang pada piringan kumparan yang akan menjadi stator dan diletakkan di antara kutub-kutub magnetik. Kutub-kutub medan dipasang pada piringan kutub yang sekaligus menjadi rotor dan diletakkan ke aksis sehingga ketika aksis berputar, kutub-kutub medan ikut berputar. Berputarnya kutub-kutub medan mengakibatkan medan magnetik di antara kutub-kutub tadi itu ikut berputar dan melewati kumparan-kumparan yang terletak di antaranya.

Dengan menyusun kutub-kutub medan secara berurutan antara kutub utara dan selatan, maka arah medan magnet yang melewati kumparan-kumparan akan berubah-ubah sehingga menimbulkan induksi magnet yang menghasilkan GGL pada ujung-ujung kumparan. Semakin cepat putaran kutub-kutub magnetik, akan semakin tinggi pula GGL induksi yang dihasilkan oleh kumparan-kumparan yang dilewati oleh kutub medan tersebut.

Generator aksial mempunyai keuntungan dalam bentuk konstruksi yang sederhana. Kelemahan generator jenis ini adalah piringan kutub perlu sangat kuat. Karena pada saat bersamaan menahan gaya tarik menarik seluruh pasangan kutub yang di punyai. Selain itu, untuk ukuran yang besar, konstruksi jenis ini membutuhkan ukuran yang sangat besar<sup>[2]</sup> :

### 2.5.1 Prinsip Kerja Generator Aksial AC

Prinsip dasar generator arus bolak balik (AC) menggunakan hukum Faraday yang menyatakan jika sebatang penghantar berada pada medan magnet yang berubah-ubah, maka pada penghantar tersebut akan terbentuk gaya gerak listrik.

. Generator terdiri atas dua bagian utama yaitu kumparan jangkar dan kumparan medan yang ditempatkan pada stator dan rotor. Stator adalah bagian yang diam/ tetap, dan rotor adalah bagian yang berputar pada mesin<sup>[7]</sup>

Hubungan antara kecepatan putar dan frekuensi generator dapat dirumuskan pada persamaan berikut ini:

#### 2.5.1.1 Rasio Per Menit ( RPM )

Kecepatan medan putar stator yang berbanding terbalik dengan jumlah kutub berdasarkan putaran permenit hal ini dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut<sup>[6]</sup> :

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

Dimana :

n = putaran (rpm)

f = frekuensi (Hz)

p = jumlah kutub



### 2.5.1.2 Tegangan induksi

Tegangan induksi generator dapat dihitung melalui persamaan berikut<sup>[6]</sup>:

$$E_{rms} = 4.44 \cdot N \cdot f \cdot \Phi_{max} \cdot N_s \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- N : jumlah lilitan
- F : frekuensi (Hz)
- $\Phi_{max}$ : fluks maksimal (Wb)
- $N_s$  : jumlah kumparan
- $N_{ph}$  : jumlah fasa

### 2.5.1.3 fluks magnet

Nilai kerapatan fluks magnet maksimum adalah<sup>[6]</sup>:

$$B_{max} = Br \cdot \frac{l_m}{l_m + \delta} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

- Br : *Residual Induction* (T)
- Lm : tinggi magnet (m)
- $\Delta$  : lebar celah udara (m)
- $B_{max}$  : fluks maksimal (T)

#### 2.5.1.4 Luasan Magnet

Perancangan letak magnet pada rotor generator , sebagai berikut<sup>[6]</sup> :

$$A_{magn} = \frac{\pi(ro^2 - ri^2) - \tau f(ro - ri)Nm}{Nm} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- $A_{magn}$ : luasan magnet ( $m^2$ )
- $ro$  : radius luar magnet (m)
- $ri$  : radius dalam magnet (m)
- $\tau f$  : jarak antar magnet (m)
- $Nm$  : jumlah magnet

#### 2.5.1.5 Fluks maksimum

Fluks Maksimum yang di hasilkan <sup>[6]</sup>:

$$\Phi_{max} = A_{magn} . B_{max} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

- $\Phi_{magn}$  = Fluks maksimum
- $A_{magn}$  = Luasan Magnet
- $B_{max}$  = Kerapatan fluks

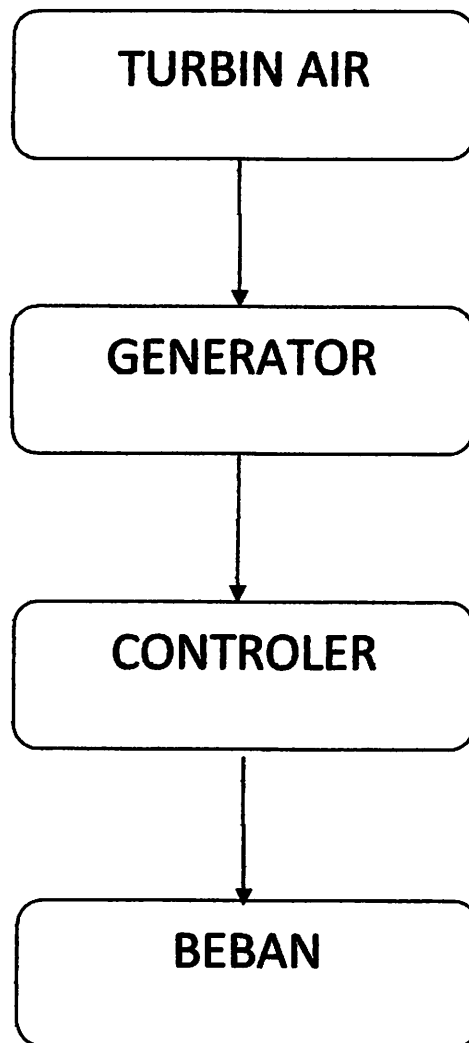
## **BAB III**

### **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

#### **3.1 Pendahuluan**

Dalam bab ini akan membahas perencanaan dan pembuatan keseluruhan alat mulai dari konstruksi kincir air dan generator

#### **3.2 Blok Diagram Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro**



Gambar 3.1 Blok diagram pembangkit listrik

### **3.2.1 Penjelasan Blog Diagram**

#### **a. Turbin air**

Pembangkit energi air mengubah energi kinetik yang dihasilkan air menjadi energi mekanik kemudian dikopel dengan generator sehingga menghasilkan energi listrik

#### **b. Generator**

Generator adalah alat yang merubah tenaga mekanik dari turbin air menjadi energi listrik, generator dihubungkan dengan alat control dan selanjutnya difungsikan untuk pengisian baterai

#### **c. Controller**

Controller digunakan untuk mengatur arus pengisian dan penstabil tegangan batrai selama turbin air menerima, memonitor isi battery dan menghentikan proses pengisian battery (charging) bila batrai telah penuh. Hal ini dikarenakan over charging akan membuat battery menjadi panas dan dapat merusak sel battery.

#### **d. Battery (accu)**

Batery atau aki adalah berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke beban

### 3.3 Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga pikohidro

#### 3.3.1 Perancangan Kincir Air

Kincir air adalah sebuah alat berbentuk lingkaran yang dibangjun disungai. Atau suatu bagian dari sistem pembangkit listrik yang berfungsi untuk mengubah energi yang ada pada air menjadi energi gerak putar, dan memutar poros yang dihubungkan pada generator sehingga menghasilkan arus listrik.<sup>[1]</sup>

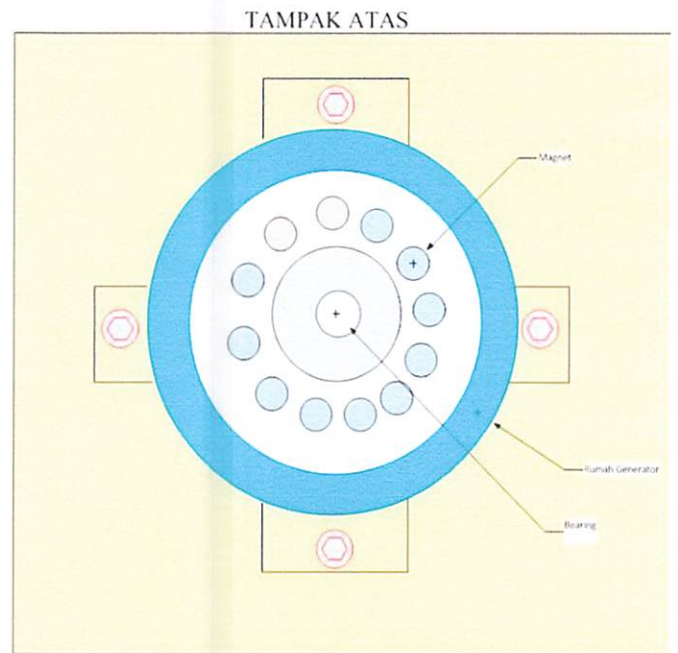
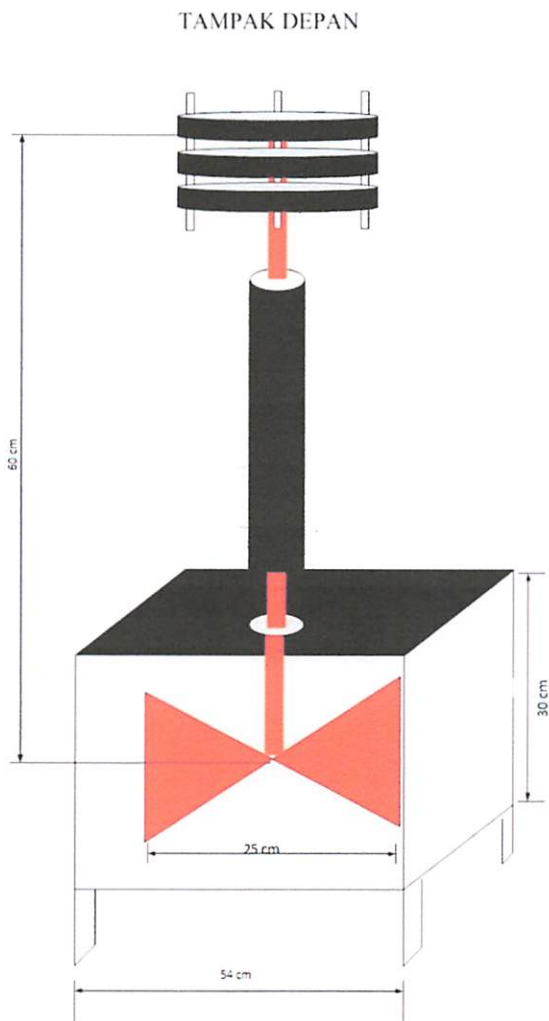
Ada tiga jenis kincir air berdasarkan sistem aliran airnya, yaitu : *Overshot*, *Breastshot*, dan *Under-Shot*.<sup>[1]</sup>

Pada kincir *Overshot*, air melalui atas kincir dan jincir berada dibawah aliran air. Air memutar kincir dan jatuh kepermukaan lebih rendah. Kincir bergerak searah jarum jam.

Paada kincir *Breast-Shot*, kincir diletakaan sejajar dengan aliran air sehingga air mengalir melalui tengah-tengah kincir. Air memutar kincir berlawanan dengan arah jarum jam.

Pada kincir *Unde-Shot*, posisi kincir air diletakkan agak keatas dan sedikit menyentuh air. Aliran air yang menyentuh kincir menggerakkan kincir sehingga berlawanan arah jarum jam.

	Over-shot	Breast-shot	Under-shot
<b>Spesifikasi</b>			
<b>Ketinggian Jatuh Air(m)</b>	3-12	2-5	0,4-3,0
<b>Debit Air(<math>m^3/s</math>)</b>	0,1-1,0	0,3-3,0	0,2-5,0
<b>Diamete Kincir (m)</b>	2,5-10	5,5-8,5 ( $D=h+3,5$ )	2-9 $D=(3h \text{ s/d } 5h)$
<b>Kecepatan Periperal U (m/detik)</b>	1,5-2,0	1,4-2,0	2-12
<b>RPM</b>	3-25	3-7	2-12
<b>Efisiensi Maksimum (%)</b>	25-80	20-70	20-70



Gambar 3.2 Desain Pembangkit Tenaga Pikohidro

Untuk mengetahui debit kincir, maka harus dicari luas penampang yang terkena air terlebih dahulu.

### 3.3.1.1 Torsi

Turbin air mengkonversi energi dari angin dalam bentuk mekanik dan selanjutnya di kopel dengan rotor generator .ketika daya mekanik di hubungkan melalui poros generator maka akan di dapat nilai torsi sebagai berikut :

Torsi yang didapati adalah :

$$T = F.R$$

$$T = \frac{w.a.V^2}{g}.R$$

$$T = \frac{1000.0,8.0,34^2}{9,81}.1,25$$

$$T = 11,7838Nm$$

### 3.3.1.2 Tipe Speed Ratio (TSR)

Tipe speed ratio dihitung dengan persamaan (TSR):

$$\omega = \frac{2.\pi.n}{60 \text{ detik}}$$

$$\omega = \frac{2.3,14.8}{60 \text{ detik}}$$

$$\omega = 0,837 \text{ rad / detik}$$

$$\lambda = \frac{\omega.D}{2.n}$$

$$\lambda = \frac{0,837.25}{2.50}$$

$$\lambda = 8,37$$



**Koefisien Torsi ( $C\tau$ )**

$$C\tau = \frac{4\tau}{\rho \cdot v^2 \cdot D^2 \cdot H}$$

dimana :  $C\tau = \frac{4.5,078}{1000.0,34^2 \cdot 2,5^2 \cdot 60}$

$$C\tau = 4,685$$

**Koefisien Daya ( $Cp$ )**

Koefisien daya akan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Cp = \lambda \cdot C\tau$$

$$Cp = 5,078 \cdot 4,685$$

$$Cp = 23,790$$

**Efisiensi mekanis turbin adalah :**

$$\eta = Cp \times 100\%$$

$$\eta = 23,790,100$$

$$\eta = 2,379\%$$

### 3.3.2 Debit Air Sungai

Menghitung Debit Air

$$Q = V \times A$$

Dimana :

$$Q = \text{debit air } m^3/s$$

$$V = \text{Volume (m/s)}$$

$$A = \text{Luas Penampang (m}^2\text{)}$$

Diketahui:

$$\text{Volume} = 0,34m^3$$

$$A = 1,2m^2$$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,35 \times 1,2$$

$$= 0,42 \frac{m^3}{\text{detik}}$$

Anasila daya terbangkitkan :

Besar daya hidrolis (Ph) yang merupakan potensi sumber daya energi air pada suatu wilayah, ditentukan melalui persamaan :

### 3.3.3 Menghitung daya masukan turbin

$$P_{in} = \rho \cdot Q \cdot h \cdot g$$

Dimana :

$$P_{in} = \text{Daya masukan turbin}$$

$$\rho = \text{Masa jenis fluida}$$

$$Q = \text{Jumlah Debit air}$$

$h$  = Jatuh ketinggian

$g$  = Percepatan gaya gravitasi bumi ( $9,8 \text{ m/m}^2$ )

$$P_{in} = \rho \cdot Q \cdot h \cdot g$$

$$= 1000 \cdot 0,42 \cdot 0,3 \cdot 9,8$$

$$= 1234,8 \text{ Watt} / 1,2 \text{ kw}$$

Dengan menggunakan efisiensi kincir ( $n_k$ ) maka didapatkan persamaan :

$$P_k = n_k \times P_h \text{ (Kw)}$$

Dimana :

$P_k$  : Daya efisiensi

$n_k$  : nilai efisiensi (= 0,8)

$P_h$  : nilai hidrolik

Maka :

$$P_k = n_k \times P_h$$

$$= 0,8 \times 1,2$$

$$= 0,96 \text{ Kw}$$

### 3.3.4 Menghitung luas penampang basah ( $m^3$ )

$$A = L \times d$$

Dimana :

$A$  : Luas penampang ( $m^2$ )

$L$  : Lebar saluran (m)

$d$  : Kedalaman air

Diketahui :

L1 sebagai lebar saluran 1 = 3 meter

L2 sebagai lebar saluran 2 = 1 meter

A1 luas penampang basah = 3 m x 0,6 = 1,8

A2 luas penampang basah = 1 m x 0,6 = 0,6

A = 1,2m<sup>2</sup>

### 3.3.5 Mengitung Kecepatan Aliran Air :

Untuk menghitung kecepatan aliran air sungai didapati persamaan sebagai berikut :

$$V = \frac{D}{t}$$

Dimana :

V : Kecepatan aliran air (m/det)

D : Jarak antara penampang 1

dan penampang 2 (m)

t : Waktu jarak tempuh

diketahui :

D = 15 meter

t = 43 detik

maka :

$$V = \frac{D}{t},$$

$$V = \frac{15}{43} \cong 0,34 \text{ (m/s)}$$

### 3.3.6 Menghitung Perencanaan Turbin

#### 3.3.6.1 Data turbin yang akan dibuat

Data kincir yang akan dibuat sebagai berikut :

Diameter roda kincir (D) = 2,5 m

Lebar sudu roda (b) = 0,8 m

Tinggi sudu roda (h) = 1,5 m

Kecepatan aliran air (V) = 0,34 m/det

Jumlah sudu kincir (z) = 8 buah

Rpm (n) = 500 rpm

Dari data diatas maka akan kita dapatkan dorongan air akan bekerja pada sudu seluas :

$$a = b.h$$

$$a = 0,8 \times 1,5$$

$$a = 1,2 \text{ m}^2$$

#### 3.3.6.2 Efisiensi Maksimum Turbin

Efisiensi maksimum terjadi sebesar:

$$u = V/2$$

$$= 0,34 / 2$$

$$= 0,17 \text{ m/det}$$

Apabila masa jenis air ( $w$ ) adalah  $1000 \text{ kg/m}^3$ , maka gata ( $F$ ) yang dihasilkan adalah

$$F = \frac{w.a.V^2}{2g}$$

$$F = \frac{1000.1,2.0,17^2}{2.9,81}$$

$$F = 1,765 \text{ kg}$$

### **3.3.6.3 Kerja atau Usaha (W)**

Kerja atau usaha ( $W$ ) untuk 1 kg air tiap detik adalah :

$$W = F \cdot u$$

$$= 1,767.0,17$$

$$= 0,300 \text{ kg/detik}$$

Laju aliran air ( $G$ ) adalah:

$$G = (b \cdot h \cdot V) \cdot w$$

$$G = (0,8.1,5.0,34) \cdot 0,300$$

$$G = 0,22 \text{ kg/det}$$

### **3.3.6.4 Daya Turbin**

Maka Daya yang dihasilkan adalah:

$$P = W \cdot G$$

$$P = 0,300 \cdot 0,22$$

$$P = 0,0366 \text{ w}$$

Yang bila dikonversikan kedalam bersaran tenaga kuda (HP) aka menjadi :

$$P = \frac{0,0366}{75}$$

$$P = 4,88 \text{ HP}$$

**Dengan rendemen sebesar 75% maka :**

$$P = 0,75 \times 4,88$$

$$P = 3,66 \text{ HP}$$

Putaran ( n ) dapat dicari :

$$N = \frac{u.60}{\pi.D}$$

$$N = \frac{0.17.60}{3,14.2,5}$$

$$N = 8,12 \text{ Rpm}$$

### 3.3.6.5 Jumlah sudu aktif

Sebelum menentukan jumlah sudu yang aktif (i), perlu diketahui dulu kecepatan putar kinci air melalui persamaan:

$$N \text{ (dalam rps)} = \frac{N \text{ (dalam rpm)}}{60}$$

$$N \text{ (dalam rps)} = \frac{8}{60} = \frac{1}{2}$$

$$N \text{ (dalam rps)} = \frac{1}{2} \cdot 8$$

Jumlah sudu yang aktif, i = 4 sudu

### 3.3.6.6 Jarak antar Sudu

Berdasarkan perhitungan terdahulu diperoleh:

$$D_1 = 2,5m, D_2 = 0,5m, \text{ dan } z = 8$$

Maka diameter rata-ratanya ( $D_r$ )

$$D_r = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{2,5 + 0,5}{2} = 0,625m$$

$$D_r = \frac{D_r \cdot \pi}{z} = \frac{0,625 \cdot 3,14}{8} = 0,245m$$

$$t_1 = \frac{D_1 \cdot \pi}{z} = \frac{2,5 \cdot 3,14}{8} = 0,981m$$

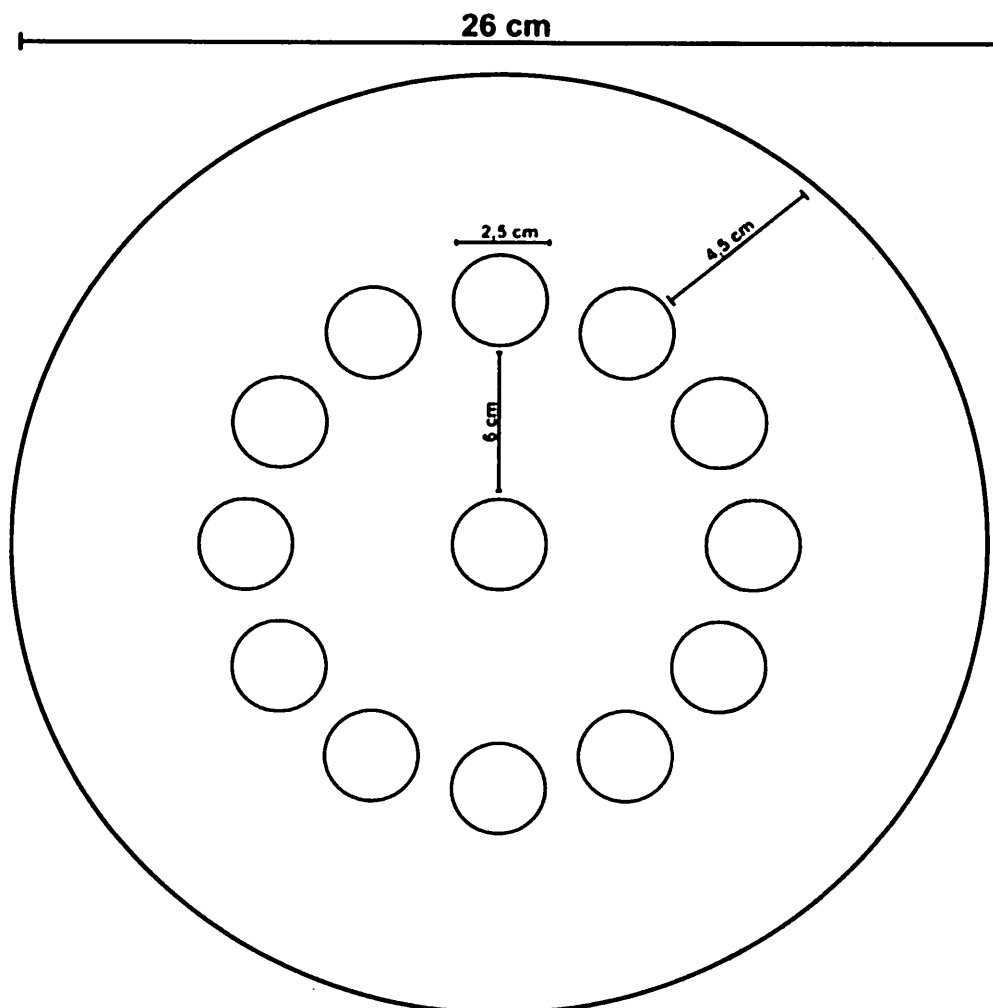
$$t_2 = \frac{D_2 \cdot \pi}{z} = \frac{0,5 \cdot 3,14}{8} = 0,058m$$



### 3.4 Perencanaan Generator Axial

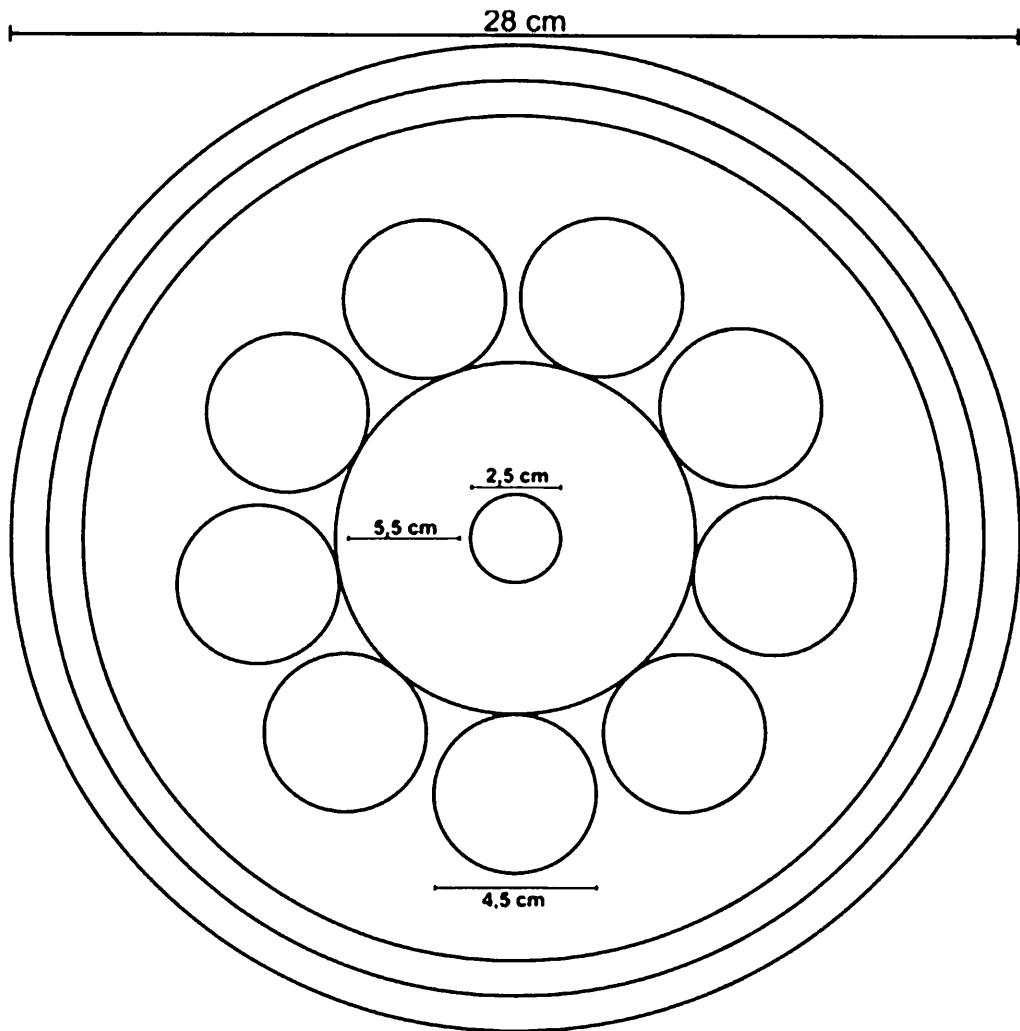
#### 3.4.1 Konstruksi Generator Aksial AC

Generator yang dirancang memiliki 12 buah pasang kutub 3 fasa. Kutub-kutub disusun dari magnet permanen ND-35 berukuran 2 mm x 25mm x 3 mm. Magnet-magnet ini di susun pada piringan akrilik yang dipasang pada puli untuk membentuk piringan magnet. Kedua piringan magnet ini disusun secara berhadapan – hadapan dengan kutub utara magnet piringan pertama berhadapan dengan kutub selatan piringan magnet ke -2.



Gambar 3.3 Desain Stator Generator

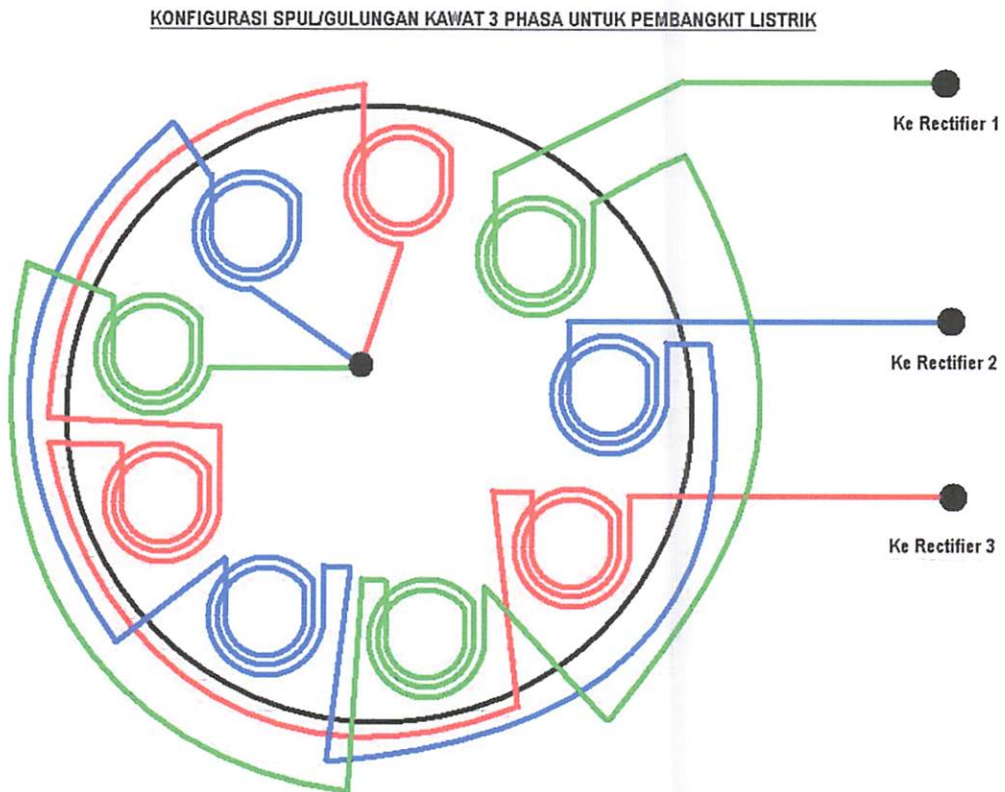
Generator uji memiliki 9 buah kumparan yang diseri dalam 3 fase. Sedangkan masing – masing kumparan di buat dengan diameter 4 cm. Kumparan – kumparan tersebut dibuat dari kawat e-mail dengan ukuran 0,75 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 150 buah.



Gambar 3.4 Desain Rotor Generator

### 3.4.2 Perencanaan Tegangan Keluaran

Generator ini dirancang untuk bekerja pada frekuensi 50 Hz dan berputar pada kecepatan 500 rpm. Tegangan keluaran dirancang 15 volt pada kondisi tanpa beban, untuk kemudian disearahkan untuk mengisi akumulator. Tegangan induksi generator dapat dihitung melalui persamaan berikut :



*Gambar oleh Abdillah. FNU.*

**Gambar 3.5 Konfigurasi Penggulungan Kawat Generator**

### 3.4.2.1 Rasio Per Menit ( RPM )

Hubungan antar kecepatan putar dan frekuensi generator dapat dirumuskan pada persamaan berikut ini :

Dimana :

$n$  = putaran (rpm)

$f$  = frekuensi (Hz)

$p$  = jumlah kutub

$$\begin{aligned}n &= \frac{120 f}{p} \\n &= \frac{120 \cdot 50}{12} \\&= 500 \text{ rpm}\end{aligned}$$

### 3.4.2.2 Perencanaan Magnet Permanen

Magnet permanen digunakan untuk menghasilkan fluks magnet.



Magnet permanen yang digunakan adalah magnet batang Material *rare-earth*, bertipe *neodymium-iron-boron* NdFeB

Gambar 3.6 Magnet NdFeB

Magnet NdFeB yang digunakan berdimensi

$$p = 2,5 \text{ cm}$$

$$l = 2,5 \text{ cm}$$

$$t = 0.3 \text{ cm}$$

Nilai besaran fluks yang dihasilkan saat celah udara minimal (0,002 m) adalah

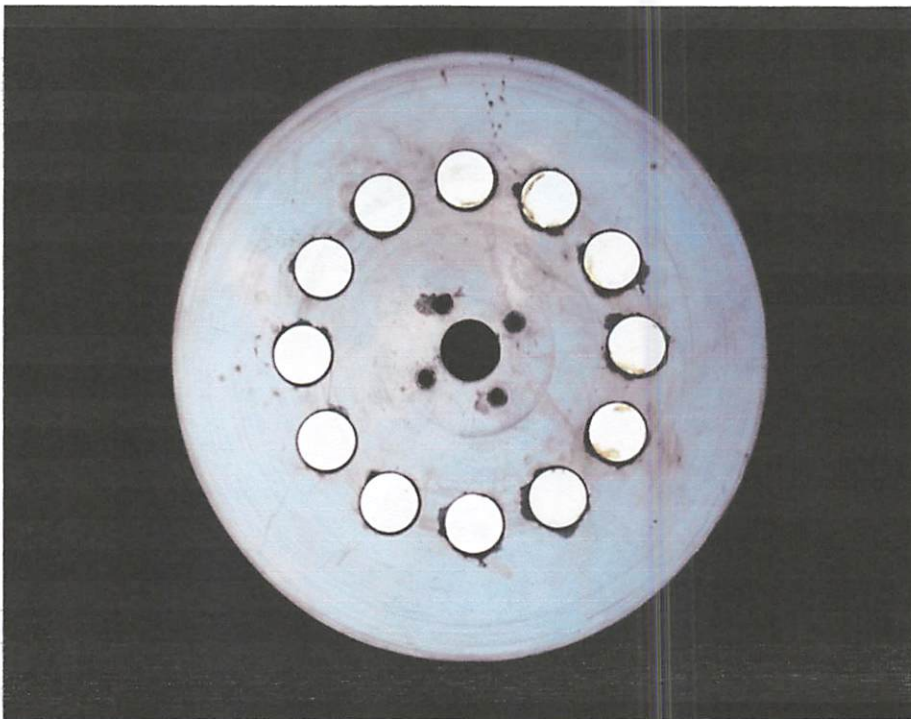
$$B_{max} = \frac{Im}{Im + \delta}$$

$$B_{max} = \frac{0,003}{0,003 + 0,002}$$

$$B_{max} = 0,60 \text{ T}$$

### 3.4.2.3 Perancangan Rotor

Rotor berfungsi sebagai kumparan medan, dan untuk menghasilkan medan magnet di gunakan magnet permanen. Magnet permanen yang digunakan adalah magnet batang berjenis (NdFeB). Jumlah magnet yang digunakan 12 buah untuk tiap rotor.



Gambar 3.7 Komposisi magnet dengan jarak

Dimana :

$r_o$  : 0.045cm

$r_i$  0.06 cm

$\tau_f$  : 0.01 cm

Nm : jumlah magnet

Makah luasan magnet adalah :

$$\begin{aligned}
 A_{magn} &= \frac{\rho(r_0^2 - r_1^2) - Jf(r_0 - r_1) Nm}{Nm} \\
 &= \frac{3,14(0,045^2 - 0,06^2) - 0,01(0,045 - 0,06) 12}{12} \\
 &= \frac{3,14 - (-0,0016) - (-0,0018)}{12} \\
 &= 2,68 \times 10^{-4}
 \end{aligned}$$

Fluks maksimum yang di hasilkan

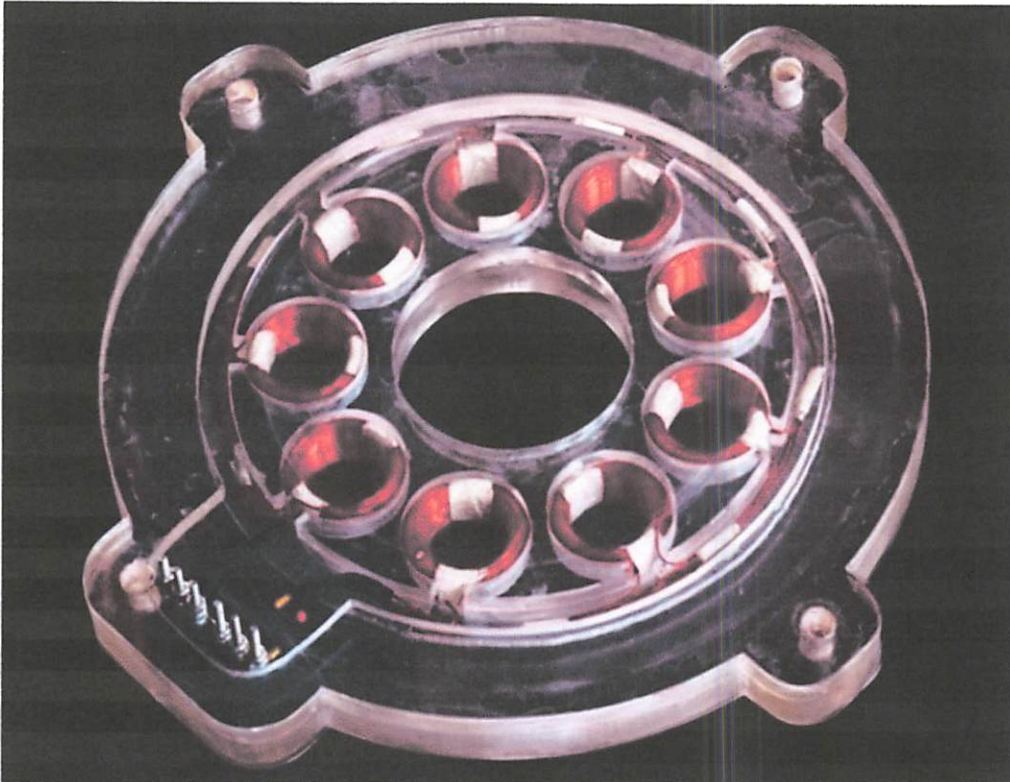
$$A_{magn}: 1,475 \times 10^{-4}$$

$$B_{max}: 0,70$$

$$\begin{aligned}
 \Phi_{max} &\equiv A_{magn} \cdot B_{max} \\
 &= 2,68 \times 10^{-4} \cdot 0,60 \\
 &\equiv 1,60 \times 10^{-4} \text{wb}
 \end{aligned}$$

### 3.4.2.4 Tegangan induksi

Tegangan rms yang di bangkitkan generator adalah



Gambar 3.8 desain real dari Rotor generator

Dimana :

$N$  : jumlah lilitan

$f$  : frekuensi (Hz)

$\Phi_{max}$  : fluks maksimal (Wb)

$N_s$  : jumlah kumparan

$N_{ph}$  : jumlah fasa

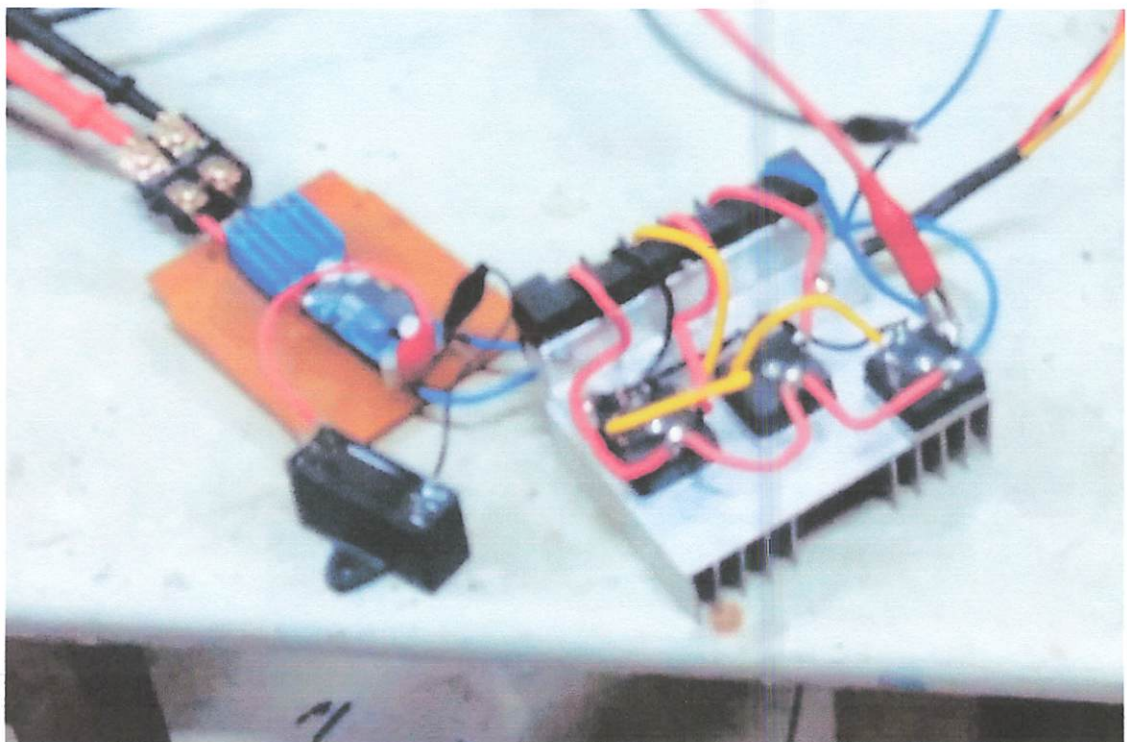
$$\begin{aligned}
 E_{rms} &= 4,44 \cdot N \cdot f \cdot \Phi_{max} \cdot \frac{N_s}{N_{ph}} \\
 &= 4,44 \cdot 150 \cdot 50 \cdot 2,68 \times 10^{-4} \cdot \frac{9}{3} \\
 &= 15,984 \text{ volt}
 \end{aligned}$$



### 3.4.2.5. Rangkaian Controller

Perancangan kapasitas rectifier harus disesuaikan dengan kapasitas baterai yang terpasang, setidaknya kapasitas arusnya harus mencukupi untuk pengisian baterai sesuai jenisnya yaitu baterai Lead Acid adalah  $0,1C$  ( $0,1 \times$  kapasitas) . Dioda Bridge dapat digunakan dengan kapasitas yang lebih besar seperti 15 A, untuk mengurangi panas yang timbul

Untuk mencapai tegangan yang dicapai untuk menyimpan pada aki maka penyearah diberi boost stepup untuk mencapai tegangan yang diperlukan, boost step up ini bekerja pada tegangan input minimum 3,6 volt dan maksimum 13,5 volt

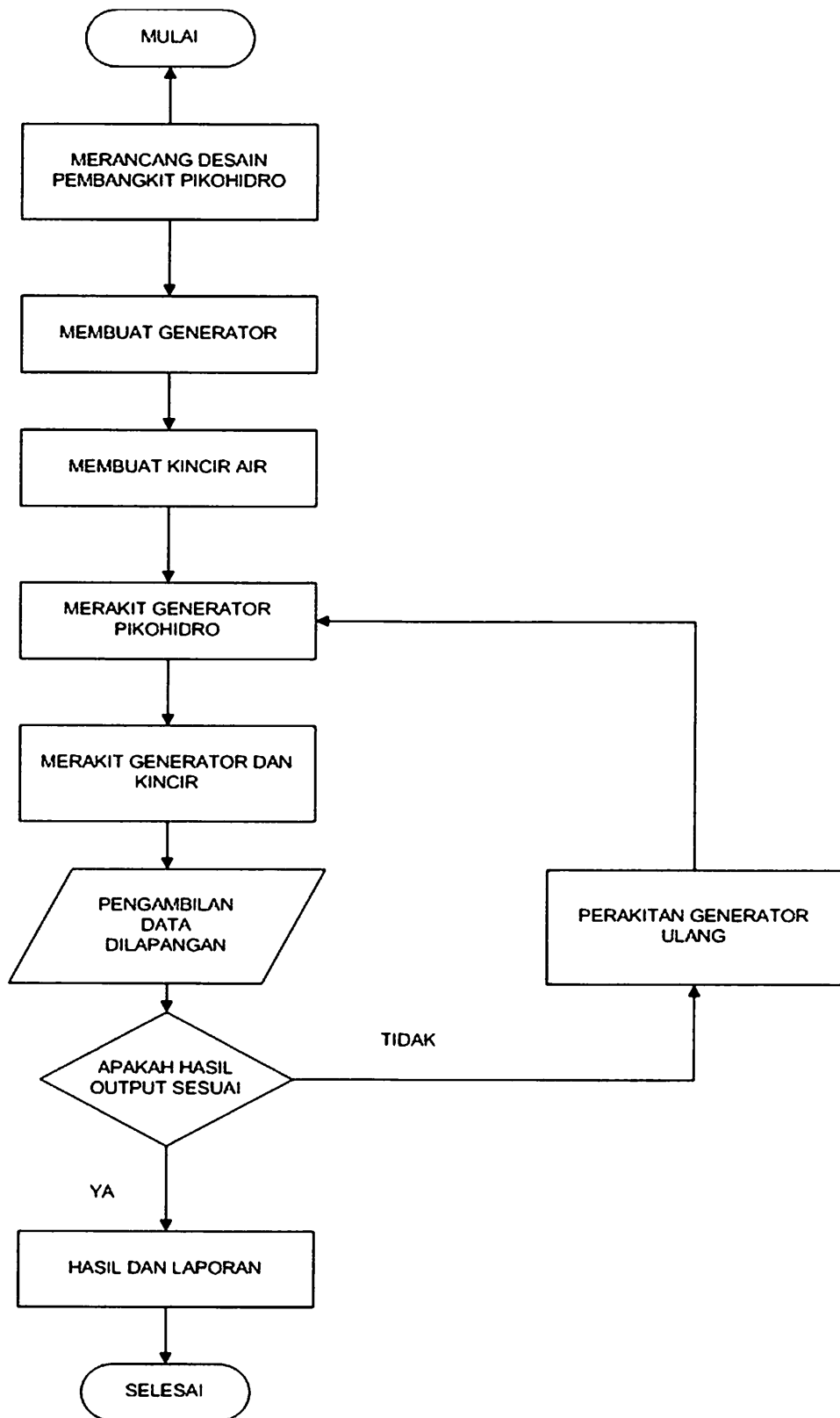


Gambar 3.9 control penyearah dengan menggunakan *Boost Converter*

Nama Komponen	Keterangan
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotor               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jenis magnet</li> <li>- Jumlah magnet</li> <li>- Ukuran magnet</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;">NdFeB (N35) 12 kutub p=25mm l=25mm t=3mm</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stator               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jenis kawat</li> <li>- Jumlah lilitan</li> <li>- Jumlah kumparan</li> <li>- Diameter kawat</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;">Tembaga 150 12 kumparan 0,75 mm</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poros               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan</li> <li>- Diameter</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;">Pipa besi 25 mm</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rumah Generator               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan</li> <li>- Diameter</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;">Akrilik 280 mm</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Output               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tegangan</li> <li>- Arus</li> <li>- Daya</li> <li>- Rpm</li> <li>- Fasa</li> </ul> </li> </ul>	<p style="text-align: center;">15,9 VAC 6 Ampere 250 Watt 500 Rpm 3 Fasa</p>

3.3 Tabel Spesifikasi Generator

### 3.5 Flowchart Penyelesaian Masalah



## BAB IV

### ANALISA DAN HASIL

#### 4.1 Hasil Pengujian

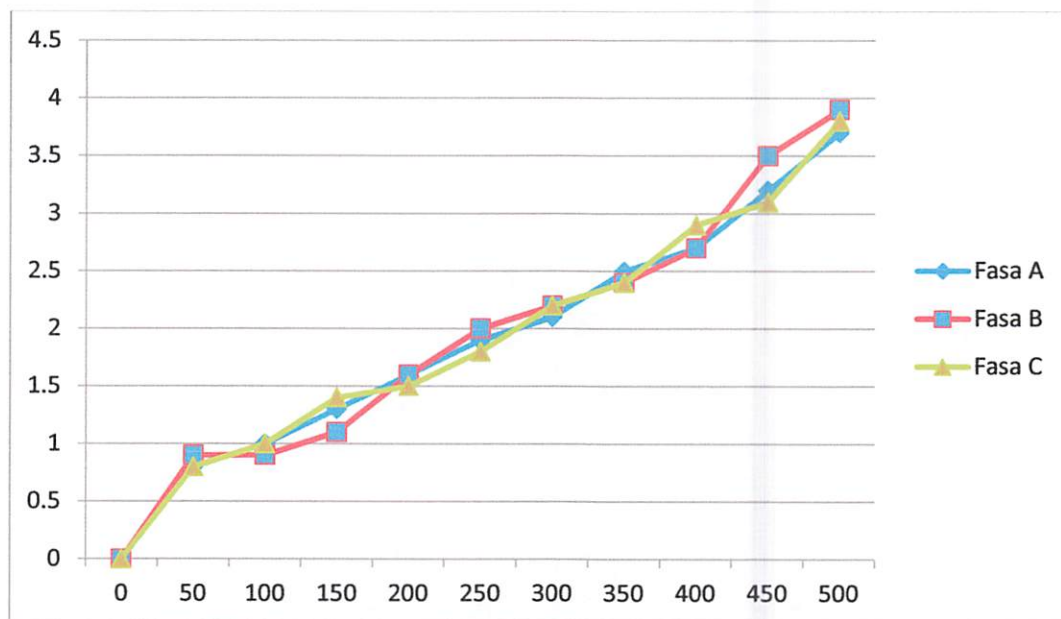
#### 4.2 Hasil Pengujian Tegangan Murni Dari Generator

Pengujian dilakukan di Lab Konversi Energi ITN Malang ini bertujuan untuk mengetahui hasil output tegangan melalui berbagai kecepatan putar

**Tabel 4.1**Data pengujian generator 3 fasa dalam berbagai kecepatan putar

NO	KECEPATAN PUTAR (RPM)	TEGANGAN (V)		
		FASA - A	FASA - B	FASA - C
1	50	0,8	0,9	0,8
2	100	1	0,9	1.0
3	150	1,3	1,1	1,4
4	200	1,6	1,6	1,5
5	250	1,9	2	1,8
6	300	2,1	2,2	2,2
7	350	2,5	2,4	2,4
8	400	2,7	2,7	2,9
9	450	3,2	3,5	3,1
10	500	3,7	3,9	3,8

Tampilan perbandingan tegangan keluaran generator

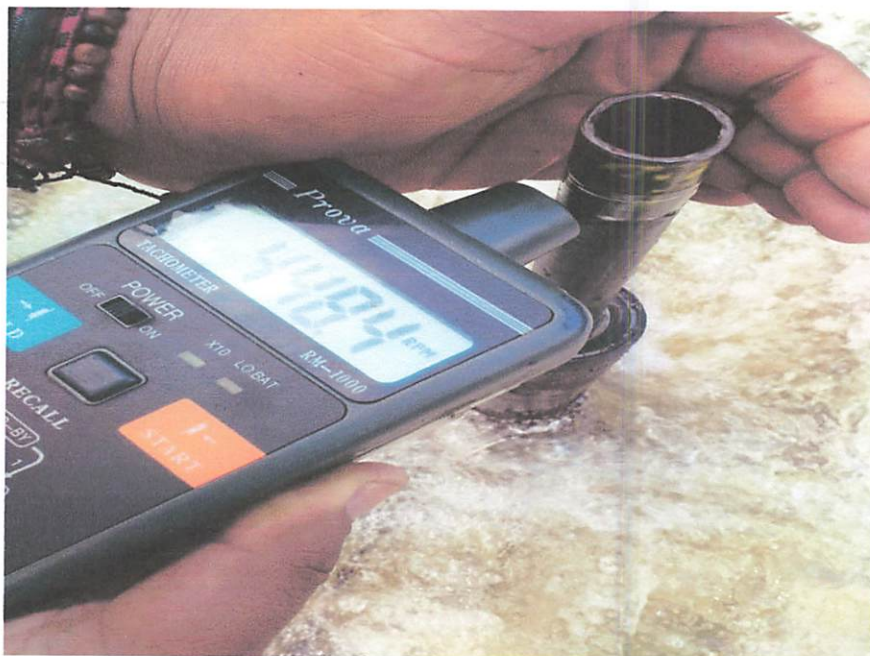


**Grafik 3.1** Hubungan Kecepatan Putaran Generator Dengan Tegangan Output

### 4.3 Hasil Pengujian Lapangan



Gambar 4.1 Uji Coba Generator Dilapangan



Gambar 4.2 Kecepatan Putar Turbin Dilapangan

#### 4.4 Hasil Pengujian Tegangan Melalui Controller Step Up

##### 4.4.1 Hasil Pengujian Sebelum Menggunakan Boost Setting

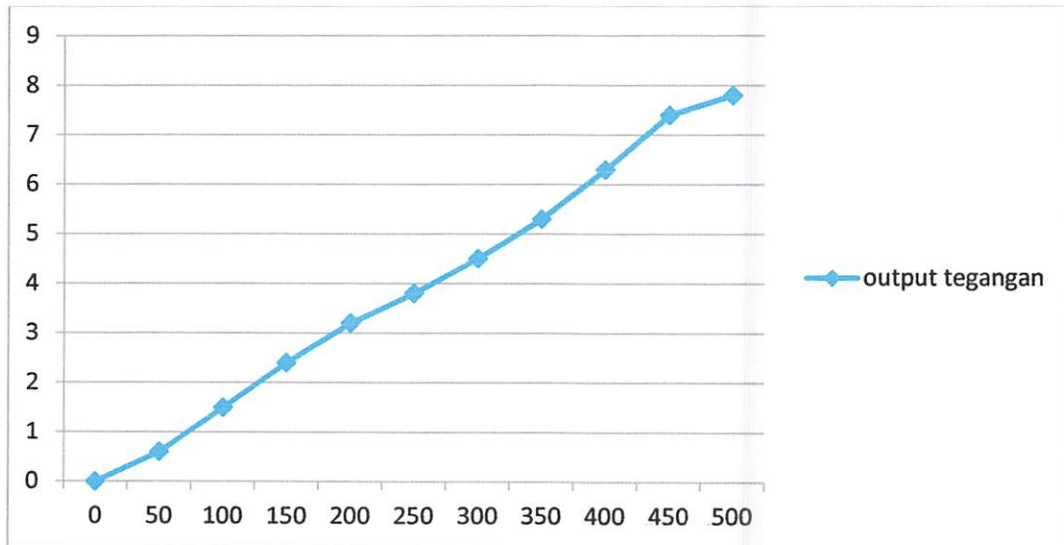
Pada pengujian ini generator 3 phase disearahkan melalui diode penyearah terlebih dahulu sebelum melalui controller step up

**Tabel 4.2** Data Pengujian Generator Setelah Melewati Diode Penyearah

NO	KECEPATAN PUTAR (RPM)	TEGANGAN (V)
1	50	0,6
2	100	1,5
3	150	2,4
4	200	3,2
5	250	3,8
6	300	4,5
7	350	5,3
8	400	6,3
9	450	7,4
10	500	7,8



Tampilan grafik output tegangan generator setelah melewati diode penyearah



**Grafik 3.2** Output Generator Setelah Melalui Diode Penyearah

#### 4.4.2 Hasi Pengujian Setelah Menggunakan Boost Setting

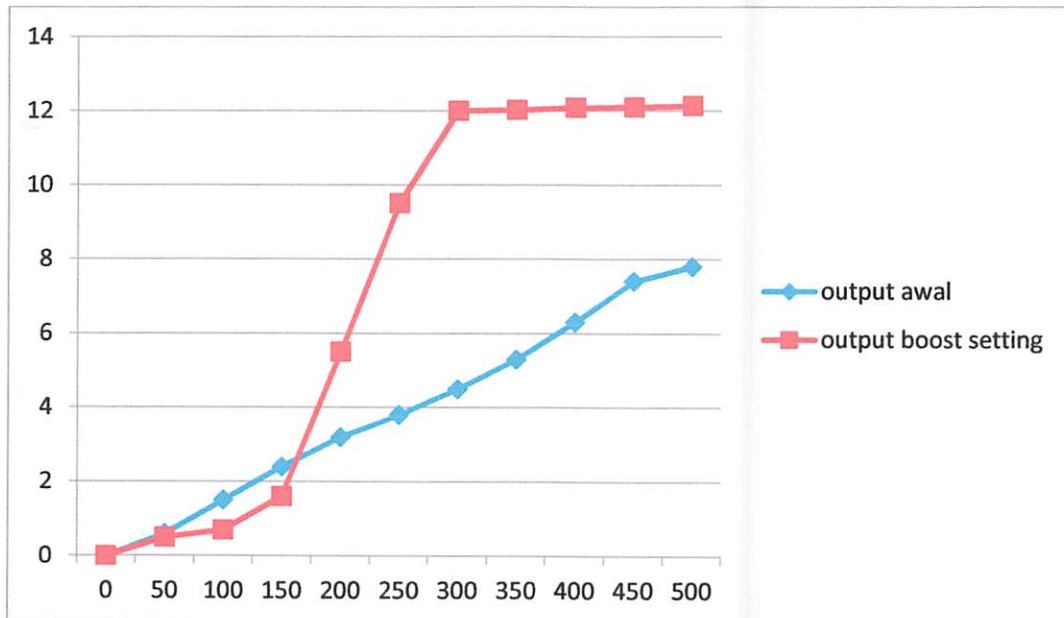
Setelah didapatkan hasil output dari penyearah maka, generator dilakukan pengujian dengan *Boost Converter* agar diketahui nilai perbandingannya

**Tabel 4.3** Data Pengujian Setelah Melewati *Boost Converter*

NO	KECEPATAN PUTAR (RPM)	TEGANGAN (V)
1	50	0,5
2	100	0,7
3	150	1,6
4	200	5,5
5	250	9,5
6	300	12
7	350	12,02
8	400	12,08
9	450	12,10
10	500	12,13

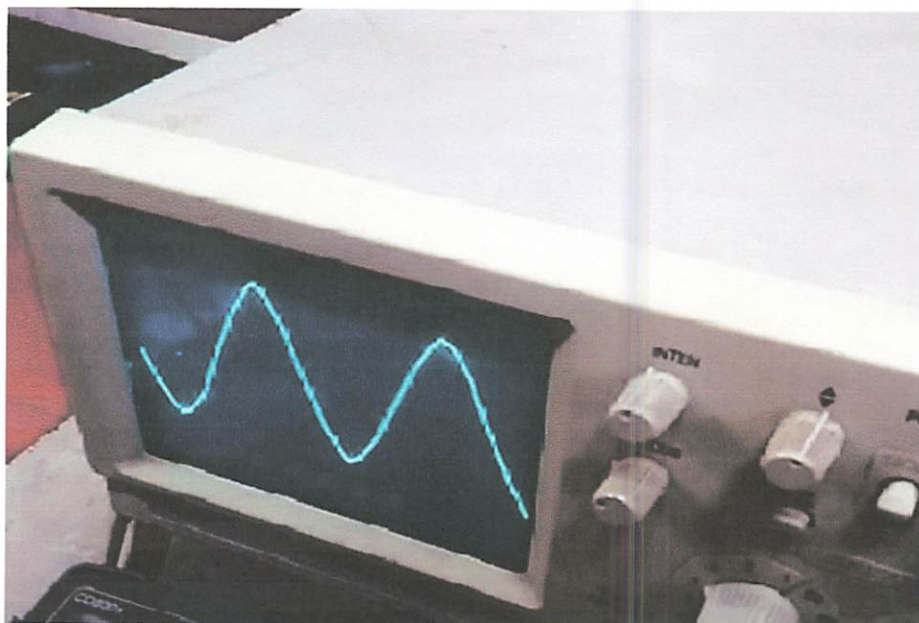


Dari pengujian diatas terjadi perubahan yang signifikan pada rpm ke – 200 tanganan berubah menjadi 9,5 v dan pada rpm ke – 300 tegangan menjadi 12 v



*Grafik 3.3 Output Generator Setelah Melalui Boost Converter*

Hasil percobaan pengukuran tegangan output dengan osiloscope berbentuk gelombang sinus tegangan output generator seperti ditunjukkan pada gambar 4



Gambar 4.3 Bentuk Gelombang tegangan output

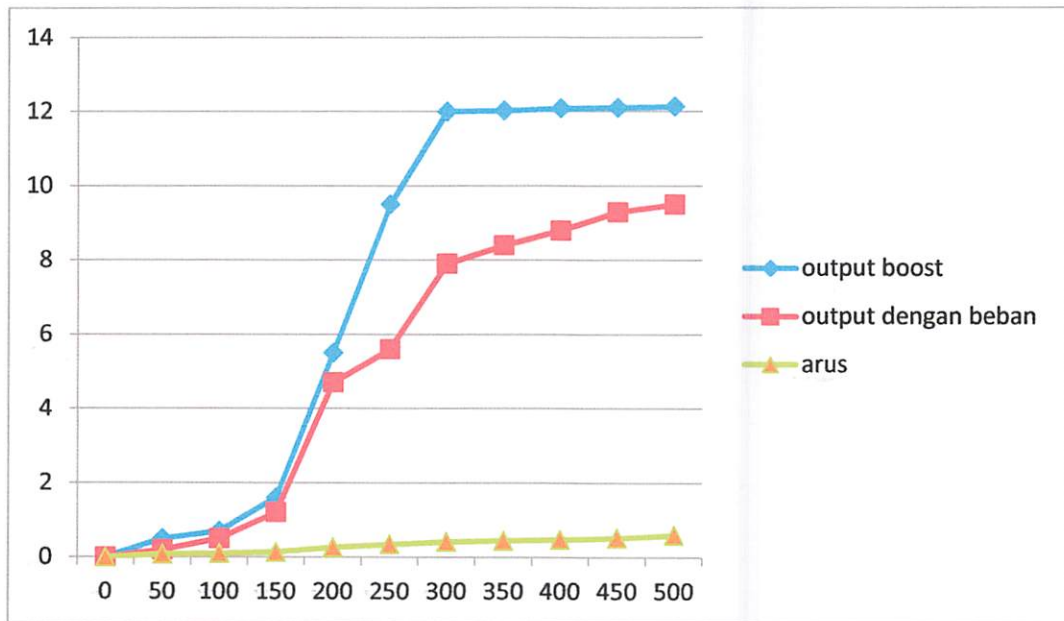
#### 4.4.3 Hasil Tegangan Boost Setting Dengan Beban

Dari pengujian yang telah dilakukan mendapatkan output yang dihasilkan maka dilakukan pengujian generator dengan beban agar mengetahui nilai beban dan arus

NO	KECEPATAN PUTAR (RPM)	OUTPUT (V)	ARUS (A)
1	50	0,2	0,08
2	100	0,5	0,10
3	150	1,2	0,14
4	200	4,7	0,27
5	250	5,6	0,35
6	300	7,9	0,42
7	350	8,4	0,45
8	400	8,8	0,48
9	450	9,3	0,52
10	500	9,5	0,60

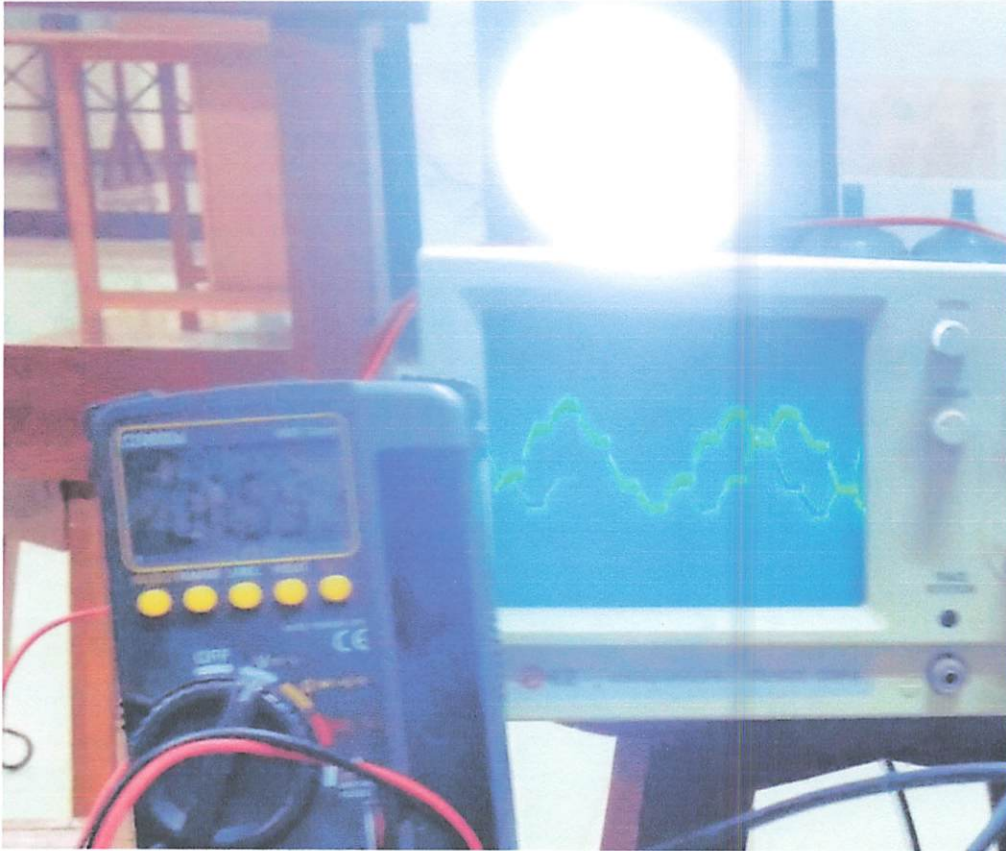
**Tabel 4.4 Data Pengujian Generator Dengan Beban**

Dari data diatas maka diper oleh perbandingan antara sebelum dan sesudah di bebani dapat dilihat dari grafik dibawah ini :



*Grafik 3.3 Output Generator Sebelum dan Sesudah dibebani*

Hasil percobaan pengukuran tegangan output dengan beban lampu menggunakan osiloscope berbentuk gelombang sinus dengan ripple tegangan output generator seperti ditunjukkan pada gambar 4. 1



Gambar 4.4 Bentuk gelombang output generator dengan beban

## 4.5 Pengujian Denga Travo Step Up

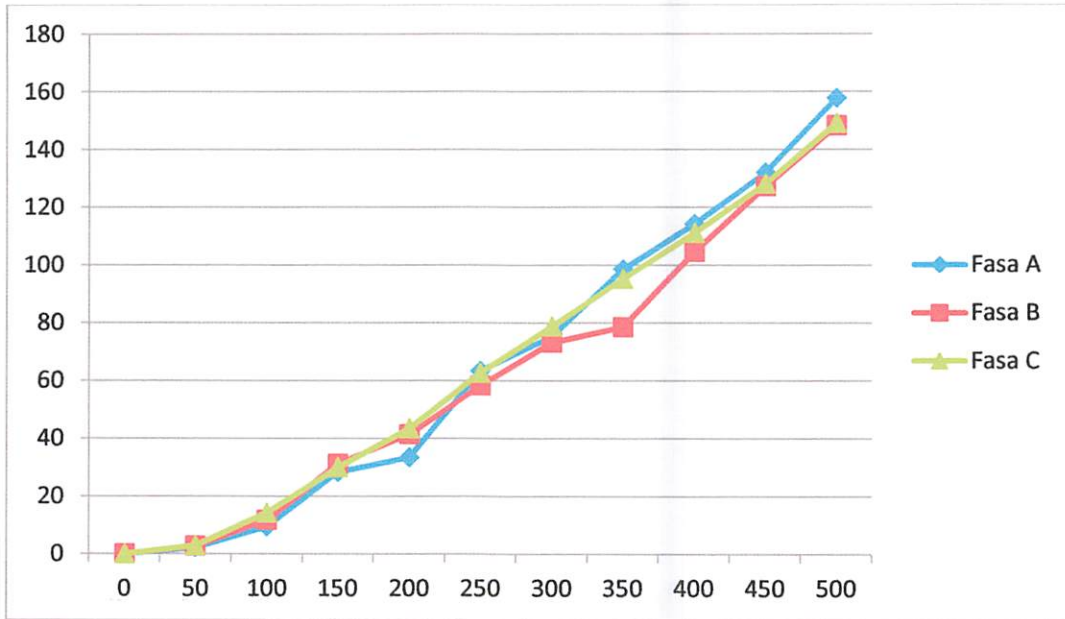
### 4.5.1 Hasil Pengujian Generator Melalui Step Up Travo

Pada pengujian ini tegangan generator 3 phase dinaikkan melalui travo step up 220 v tanpa beban

Dari data tabel diatas maka diperoleh grafik output tegangan sebagai berikut :

NO	KECEPATAN PUTAR (RPM)	FREKUENSI (Hz)	TEGANGAN (V)		
			FASA A	FASA B	FASA C
1	50		2,3	2,7	2,9
2	100		9,4	11,7	14,3
3	150		28,3	31,2	29,9
4	200		33,4	41,3	43,4
5	250		63,4	58,3	62,7
6	300	30,1	75,4	73,2	78,8
7	350	35,2	98,6	78,5	95,2
8	400	42,2	114,3	104,6	111,2
9	450	44,5	132,1	127,3	128,2
10	500	50,4	157,8	148,3	149,2

Tabel 4. 5 Data Pengujian Generator step Up 220 v



*Grafik 3.4 Output Generator Setelah Melalui Travo Step Up 220 v*

#### 4.5.2 Hasil Pengujian Tegangan Generator Melalui Travo 220 V Dengan Beban

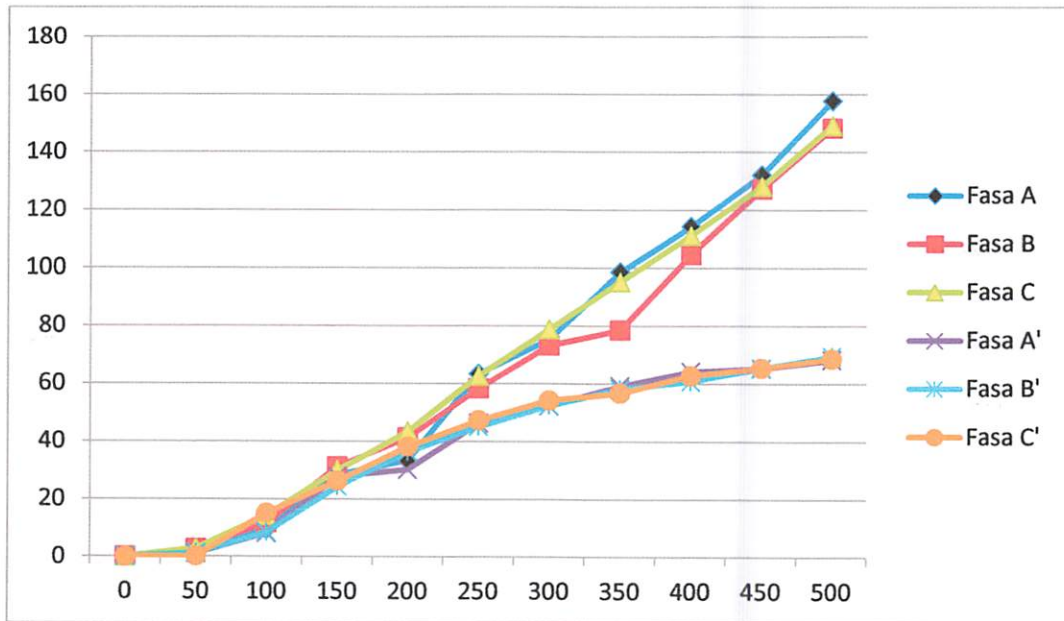
Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui nilai output keluaran dari travo step up kemudian dilakukan pengujian dengan beban lampu

**Tabel 4.6** Data Pengujian Generator step Up 220 v Dengan Beban

NO	KECEPATAN PUTAR (RPM)	FREKUENSI (Hz)	TEGANGAN (V)					
			FASA - A	ARUS (A)	FASA - B	ARUS (A)	FASA - C	ARUS (A)
1	50		1,1	0,07	1,3	0,07	0,2	0,15
2	100		8,2	0,17	8,5	0,17	15,1	0,20
3	150		27,8	0,23	24,4	0,25	26,3	0,23
4	200		30,2	0,25	36,3	0,28	38,2	0,27
5	250		46,3	0,30	45,1	0,30	47,3	0,30
6	300	30,1	52,3	0,34	52,4	0,35	54,2	0,32
7	350	35,2	59,1	0,37	58,2	0,40	56,7	0,34
8	400	42,2	64,2	0,40	60,7	0,47	62,8	0,36
9	450	44,5	65,3	0,43	65,4	0,57	65,4	0,38
10	500	50,4	68,3	0,44	69,5	0,58	68,7	0,40



Setelah dilakukan pengujian dengan beban diketahui hasil output generator drop hingga setengah dari nilai awal hal ini dikarenakan adanya arus beban yang menyebabkan terjadinya drop tegangan.



*Grafik 3.5 Output Generator Sebelum dan Setelah dibebani*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari Penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan:

1. Generator fluks aksial ini dapat menghasilkan tegangan AC murni sebesar 3,8 v pada kecepatan 500 rpm
2. Setelah diketahui nilai output tegangan sebesar 3,8 v maka dilakukan step up tegangan agar mendekati output tegangan yang diinginkan
3. Setelah di boost setting, tegangan berubah menjadi tegangan DC dan menghasilkan output tegangan sebesar 12,11 V DC pada kecepatan 300 rpm
4. Generator dapat disetting sebagai generator AC 3 Phase dengan menggunakan travo step up 220 v
5. Dan setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan travo step up di dapatkan tegangan sebesar 157,8 v dalam kecepatan 500 rpm.
6. Generator 3 phase setelah di step up travo 220 v mengalami drop tegangan hingga setengahnya dikarenakan beban dan nilai arus hingga 0,40
7. Nilai tesla magnet  $0,60 T$  juga berpengaruh dalam nilai induksi yang dihasilkan generator
8. Besar ukuran kawat email 0,75 dan jumlah 150 lilitan dalam kumparan juga berpengaruh, semakin besar ukuran kawat email maka semakin besar pula nilai arusnya, begitu pula jumlah lilitan kumparannya
9. Turbin dapat menghasilkan daya sebesar 3,66 HP
10. Nilai efisiensi mekanis turbin yang dihasilkan sebesar 2,379%



## **5.2 Saran**

- 1. Penelitian mengenai perancangan generator putaran rendah magnet permanen ini dapat dikembangkan lebih lanjut. Sebagai contoh dengan mengubah parameter celah udara, jenis dan jumlah magnet, serta kumparan yang digunakan.**
- 2. Hasil tegangan keluaran generator dapat dinaikkan menggunakan transformator untuk dapat digunakan pada level tegangan tertentu.**
- 3. Rancangan ini masih harus lebih disempurnakan, karena masih adanya beberapa kelemahan yang terjadi terutama dalam struktur dan komposisi bahan yang digunakan**
- 4. Rancang bangun pembangkit listrik tenaga air dengan kapasitas yang lebih besar akan dilakukan tahap berikutnya**
- 5. Mengingat Energi air dan potensial yang tersedia di sungai tersebut cukup besar, hal yang memungkinkan untuk dibangun lebih dari satu pembangkit dengan kapasitas yang sama**
- 6. Diharapkan sebaiknya penelitian ini dapat dilanjutkan kembali untuk mendapatkan nilai performa, serta nilai output tegangan generator yang lebih baik.**

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiadi Yogi, Dkk “ Perancangan Pico Hydro Portable Type Kincir Air Sebagai Pembangkit Energi Listrik” Teknik Mesin Universitas Bung Hatta, 2010
- [2] Yunus Yadi, Sihana, Subekti Lukman “ Modifikasi Alternator Mobil Menjadi Generator 3 Fasa 220 V 600 RPM “ Fakultas Teknik UGM , 2012
- [3] Siregar Afryantima, Dkk “Rancang Bangun Prototype PLTPH Menggunakan Turbin Open Flume” Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, 2015
- [4] Mulyono, Surawarti “ Karakteristik Turbin Kaplan Pada Sub Unit Pembangkit Listrik Tenaga Air Kedungombo” Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang, 2015
- [5] <http://www.slideshare.net/xtmxady/jenis-jenis-turbin-turbin-pelton-turbin-francis-dan-turbin-kaplan> Diakses 19 Desember 2015
- [6] Alqodri Mohammad Fiky, E.Rustana Cecep, Nasbey Hadi “Rancang Bangun Generator Fluks Aksial Putaran Rendah Magnet Permanen Jenis Neodymium (NdFeB) Untuk Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Double-Stage Savonius” Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Univrsitas Negeri Jakarta
- [7] Nurhadi arif, Sukmadi Tejo, Kartono “Perancangan Generator Putaran Rendah Magnet Permanen Jenis FE Fluks Aksial” Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, 2011
- [8] Nababan, S., dan E. Muljadi, fellow, IEEE,F.Blaabjerg (2012) *An Overview of Power Topologies for Micro-hydro Turbines* “IEEE, International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation System (PEDG)
- [9] Yusri, Zamri Aildi, Asmed “Analisa Daya Dan Putaran Kincir Air Tradisional Sebagai Alternatif Sumber Daya Penggerak” Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang, 2004

# LAMPIRAN

## PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : SEPTIAN ADE NUGROHO  
 N I M : 1112030  
 Semester : .....  
 Fakultas : Teknologi Industri  
 Jurusan : Teknik Elektro S-I  
 Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK  
TEKNIK ELEKTRONIKA  
TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA  
TEKNIK KOMPUTER  
TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
 Alamat : Jl. AHMAD YANI 180 A TUREN - MALANG

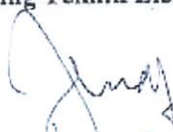
Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI Tingkat Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan- persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:


- |  |         |
|--|---------|
| 1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya             | (.....) |
| 2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja                           | (.....) |
| 3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB)sesuai konsentrasinya         | (.....) |
| 4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E    | (.....) |
| 5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan | (.....) |
| 6. Memenuhi persyaratan administrasi   | (.....) |

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenarannya data tersebut diatas  
 Recording Teknik Elektro S-I

  
 (.....)  
 M. Ibrahim Ashari

Disetujui  
 Ketua Prodi Teknik Elektro S-I

  
 M. Ibrahim Ashari, ST, MT  
 NIP. P. 1030100358

Malang, 25 Agustus.....2015

Pemohon

  
 (.....)  
 (SEPTIAN ADE N.....)

Mengetahui  
 Dosen Wali

  
 (.....)  
 TEGUH H


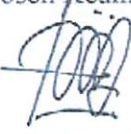



**Catatan:**

Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Prodi T. elektro S-I

1. HWD / 3.04
2. 128
3. -1. MK "Mekanika" Program Sarjana (3118)  
1. MK "Manajemen Industri" 1 - (5130)





## BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO SI

KONSENTRASI				
1.	Nama Mahasiswa	SEPTIAN ADE NUGROHO	NIM	1112030
2.	Keterangan Pelaksanaan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang *)			
	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Embedded System	i. Sistem Informasi	
	b. Konversi Energi	f. Antar Muka	j. Jaringan Komputer	
	c. Sistem Kendali	g. Elektronika Telekomunikasi	k. Web	
	d. Tegangan Tinggi	h. Elektronika Instrumentasi	l. Algoritma Cerdas	
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANEN.		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	..... ..... .....		
6.	Catatan :	..... ..... .....		
7.	Persetujuan Judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II		
	 .....	 .....		
	Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing		
	 M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P. 1030100358	Pembimbing I	Pembimbing II	
		 .....	 .....	



**BERITA ACARA SEMINAR PROGRESS SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1**

KONSENTRASI		Teknik Energi Listrik		
1.	Nama Mahasiswa	Septian Ade Nugroho	NIM	1112030
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang
	Pelaksanaan	19-12-2015		
3.	Judul Skripsi	Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Menggunakan Generator Magnet Permanen		
4.	Perubahan Judul			
5.	Catatan :	1. Perencanaan generator magnet permanen dan turbin air <del>dan</del> berdasarkan potensi di daerah yang diambil datanya. 2. Pembuatan generator magnet permanen dan turbin air dipercepat.		
6.	Mengetahui, Ketua Jurusan.  M. Ibrahim Ashari, ST, MT	Disetujui, Dosen Pembimbing		
		Pembimbing I  Ir. Yusuf Ismail, MT	Pembimbing II	





PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : SEPTIAN ADE NUGROHO
2. NIM : 11.12.030
3. Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1
4. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
5. Judul Skripsi : RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO  
MENGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANEN

Dipertahankan di hadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 18 Agustus 2016  
Dengan Nilai : 80.3 (A)

**Panitia Ujian Skripsi**

Ketua

( M. Ibrahim Ashari, ST. MT )  
NIP. Y. 1030100358

Sekretaris

( Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST. MT )  
NIP. Y. 1030100361

**Anggota Penguji**

Penguji I

( Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST. MT )  
NIP. Y. 1030100361

Penguji II

( Lauhil Mahfudz Hayusman, ST. MT )  
NIP.P.103140072



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

II (PERSERO) MALANG  
NK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

Dalam Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. EnergiListrik, Maka Perlu Adanya Perbaikan Skripsi Untuk Mahasiswa:

Nama : Septian Ade Nugroho  
NIM : 11.12.030  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik EnergiListrik  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO  
MENGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANEN

Penguji	Materi Perbaikan	Ket.
Penguji I	1. Perbaikan tata letak penulisan 2. Menambahkan saran untuk pengembangan, peningkatan peforma	

Disetujui:

Dosen Penguji I

**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT**  
NIP.P. 1030100361

Mengetahui:

Dosen Pembimbing I

**Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT**  
NIP.Y. 1018800189

Dosen Pembimbing II

**Ir. M. Abdul Hamid, MT**  
NIP.Y. 1018800188



**PERNYATAAN PERBAIKAN SKRIPSI**

Dalam pelaksanaan ujian skripsi jenjang Sarjana Jurusan Teknik Elektro  
Konsentrasi Teknik Energi Listrik maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk  
dibahas:

Nama : Supria Abo Mugholo  
NIM : 1112030  
Program Studi : Teknik Elektro 2-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TEKNOLOGI PIKOHIDRO  
MENGUNAKAN GENERATOR MAMPU BERJALAN

Kor.	Materi Perbaikan	Penguji
	1. Perbaikan tata letak penulisan 2. Menambahkan sumber untuk pengembangan peningkatan performa	Penguji I

Disetujui

Dosen Penguji I

Dr. Eng. I Komang Samudrata, ST, MT

NIP. P. 1030100761

Mengetahui

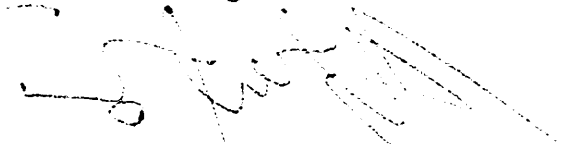
Dosen Pembimbing II



Dr. M. Abdul Hamid, MT

NIP. P. 1018200188

Dosen Pembimbing I



Dr. Nurul Huda, MT

NIP. P. 1018200182



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

Dalam Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. EnergiListrik, Maka Perlu Adanya Perbaikan Skripsi Untuk Mahasiswa:

Nama : Septian Ade Nugroho  
NIM : 11.12.030  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik EnergiListrik  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO  
MENGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANEN

Penguji	Materi Perbaikan	Ket.
Penguji I	1. Perbaikan abstrak 2. Perbaikan kata "Program Studi" 3. Perbaikan tata tulis, menggunakan kalimat kata baku EYD 4. Perbaikan keterangan tabel dan gambar 5. Revisi tabel 4.4 untuk kolom keterangan 6. Menambahakan rumus perancangan blade	} h.

Disetujui:

Dosen Penguji II

(Lauhil Mahfudz Havusman, ST. MT)

NIP.P.103140072

Mengetahui:

Dosen Pembimbing I

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
NIP.Y. 1018800189

Dosen Pembimbing II

Ir. M. Abdul Hamid, MT  
NIP.Y. 1018800188



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

## MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016

Nama Mahasiswa : SEPTIAN ADE NUGROHO  
NIM : 11.12.030  
Nama Pembimbing : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANET

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	Selasa 9-10-2015		Revisi Rumusan Masalah	
2	Senin 14-10-2015		Revisi Keterangan Flowchat	
3	Kamis 20-10-2015		ACC Makalah Seminar Proposal	
4	Rabu 26-10-2015		Konsultasi Pengambilan Data yang diperlukan	
5	Rabu 11-11-2015		Konsultasi Bab III dan Hasil Pengambilan Uji Data Lapangan	
6	Kamis 5-12-2015		Konsultasi Makalah Seminar Progres	
7	Rabu 15-12-2015		ACC Laporan Seminar Progres	



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

## MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016

Nama Mahasiswa : SEPTIAN ADE NUGROHO  
NIM : 11.12.030  
Nama Pembimbing : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO  
MENGUNAKAN GENERATOR  
MAGNET PERMANET

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
8	Rabu 8-6-2016		Bimbingan Persiapan Seminar Hasil	
9	Jum'at 17-6-2016		Bimbingan Bab IV	
10	Kamis 21-7-2016		Revisi Tabel , Nilai Frekuensi Gambar Makalah Seminar Hasil	
11	Selasa 26-7-2016		Bimbingan Bab V	
12	Kamis 28-7-2016		ACC Makalah Seminar Hasil	
13	Senin 15-7-2016		ACC Laporan Kompre	
14				

Malang, 2016

Dosen Pembimbing I

**Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT**  
NIP.Y. 1018800189





PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

## MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016

Nama Mahasiswa : SEPTIAN ADE NUGROHO  
NIM : 11.12.030  
Nama Pembimbing : Ir. M. Abdul Hamid, MT  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN PEMBANGKIT  
LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO  
MENGUNAKAN GENERATOR  
MAGNET PERMANET

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	Kamis 11-10-2015		Revisi Nilai Rumus Penghitungan PLTPH	
2	Rabu 16-10-2015		Revisi Keterangan Flowchat	
3	Kamis 24-10-2015		ACC Makalah Seminar Proposal	
4	Rabu 30-10-2015		Konsultasi Persiapan Seminar Progres	
5	Selasa 6-11-2015		Konsultasi Bab III dan Hasil Pengambilan Uji Data Lapangan	
6	Kamis 28-11-2015		Revisi Nilai Tabel dan Spesifikasi Generator yang Digunakan	
7	Rabu 8-12-2015		Konsultasi Makalah Seminar Progres	