



RANCANG BANGUN PEMBUATAN PENSTABIL TEGANGAN PADA KELUARAN  
GENERATOR DC UNTUK PLTPH

PROYEK AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik



Disusun oleh :

NAMA: Angga Adi Prasetyo

NIM: 13506134028

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO JURUSAN  
PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2016

**PERSETUJUAN**

**PROYEK AKHIR**

Dengan judul

**RANCANG BANGUN PEMBUATAN PENSTABIL TEGANGAN PADA  
KELUARAN GENERATOR DC UNTUK PLTPH**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

**Angga Adi Prasetyo**

**NIM : 13506134028**

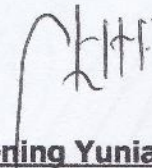
Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan di depan

Dosen Penguji Tugas Akhir

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta

Guna memperoleh gelar Ahli Madya

Yogyakarta, 8 Juni 2016  
Dosen Pembimbing Proyek Akhir



**Nurhering Yuniarti, MT**  
**NIP. 19750609 20021 22 002**



**PENGESAHAN**

**PROYEK AKHIR**

Dengan judul

**RANCANG BANGUN PEMBUATAN PENSTABIL TEGANGAN PADA  
KELUARAN GENERATOR DC UNTUK PLTPH**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji Tugas Akhir

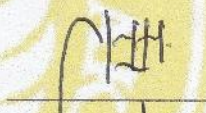
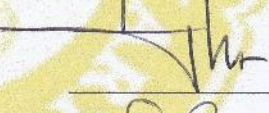
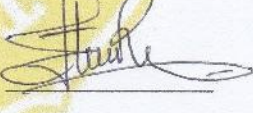
Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta

Pada tanggal 17 Juni 2016


Dan dinyatakan telah memenuhi syarat guna memperoleh

Gelar Ahli Madya Teknik Program Studi Teknik Elektro

**Dewan Peguji**

| Jabatan          | Nama                    | Tanda Tangan   | Tanggal    |
|------------------|-------------------------|--|------------|
| 1. Ketua Penguji | Nurhening Yuniarti, M.T |  | 19/7-2016. |
| 2. Sekretaris    | Totok Heru TM, M.pd     |  | 19/7-2016  |
| 3. Penguji Utama | Drs. Nyoman Astra       |  | 19/7-2016  |

Yogyakarta, 18 Juli 2016  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta

  
**Dr. Widarto, M.Pd.**  
**NIP. 19631230198812 1 001**



## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Angga Adi Prasetyo

NIM : 13506134028

Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Proyek Akhir :

### **RANCANG BANGUN PEMBUATAN PENSTABIL TEGANGAN PADA KELUARAN GENERATOR DC UNTUK PLTPH**

Menyatakan bahwa Proyek Akhir ini benar-benar merupakan karya sendiri dalam ide maupun desain kecuali pengerjaan diluar bidang Teknik Elektro. Karya ini saya buat sebagai salah satu syarat guna mendapatkan gelar Ahli Madya di jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta. Sepanjang pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat orang lain yang ditulis atau diterbitkan kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan tata tulis yang lazim.

Yogyakarta, 6 Juni 2016

Yang menyatakan



**Angga Adi Prasetyo**

**NIM. 13506134028**

Motto:

“ ilmu yang baik adalah ilmu yang dapat memberikan manfaat kepada diri  
kita, sekitar kita, agama, nusa dan bangsa ”

“ikutilah buku pedoman hidup kita agar kita dapat menjalani hidup dengan  
baik sehingga hidup tidak dalam keadaan yang sia-sia”

“bekerja keras memang akan menghasilkan pekerjaan yang bagus, namun  
Allah-Lah yang akan menentukan keberhasilan dalam kerja keras kita  
tersebut”

“belajarliah dari kesalahan kita karena belajar kebenaran pastilah dari  
sunah Rasulullah”

“menjadi muslim bukan berarti menjadi kaum yang selalu tertindas dan  
tidak bias mengikuti zaman, maka jadilah muslim yang cerdas dan berakhlak  
mulia dengan menguasai sains dan teknologi sehingga kita siap bersaing  
dengan umat manapun di dunia ini”

## PERSEMBAHAN

Laporan Proyek Akhir ini dengan segala keterbatasan didalamnya, saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan jalan, kejernihan berfikir, kesabaran, kemurahan rizki, dan pertolongan diwaktu yang tepat, sehingga tidak ada kesulitan yang berarti dalam pengerjaan proyek akhir ini.
2. Orang tua yang telah memberikan doa, perhatian, serta dorongan semangat dan senantiasa mendoakan untuk keberhasilan anak-anaknya.
3. Keluarga besar dari bapak dan ibu yang juga turut memberikan dukungan semangat serta doa kepada saya.
4. Teman-teman kelas B Teknik Elektro angkatan 2013 atas kebersamaanya, dukungan material maupun moral, kenangan, semangat, dan segala bentuk bantuan demi kelancaran Proyek Akhir ini.
5. Untuk segenap pembaca sekalian.



## RANCANG BANGUN PEMBUATAN PENSTABIL TEGANGAN PADA KELUARAN GENERATOR DC UNTUK PLTPH

Oleh:

Angga Adi Prasetyo  
NIM.13506134028

### ABSTRAK

Proyek Akhir ini bertujuan untuk merancang sebuah penstabil tegangan untuk keluaran generator DC dari PLTPH yang kami buat serta untuk mengetahui untuk kerja dari penstabil tegangan sebagai penyedia listrik untuk penerangan WC atau kamar mandi dengan 3 titik lampu 5 Watt 12 Volt.

Pembuatan Proyek Akhir ini menerapkan beberapa tahap yaitu: (1) analisis kebutuhan, (2) perancangan, (3) pembuatan, (4) pengujian, dan (5) implementasi. Rangkaian penstabil tegangan pada PLTPH meliputi rangkaian pembagi tegangan dengan potensiometer untuk mengantisipasi apabila terjadi tegangan beban kosong berlebih yang menuju rangkaian controller kit, rangkaian controller kit sebagai penstabil tegangan keluaran penstabil daya sekitar 12 Volt dan rangkaian regulator tegangan dengan IC LM7812 untuk penstabil tegangan untuk tegangan yang lebih stabil.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kinerja disetiap komponen penstabil tegangan mulai dari 1) tegangan beban kosong terukur antara 26,6 Volt sampai 27,3 Volt, dengan debit terukur sebesar  $0,017\text{m}^3/\text{s}$ . Menghasilkan tegangan yang keluar rata-rata generator berbeban sebesar 11-11,5 Volt dengan arus 0,27-0,28 Ampere dan tegangan keluaran rata-rata penstabil tegangan sebesar 10-10,5 Volt dengan arus terukur rata-rata sekitar 0,28-0,29 Ampere. Untuk putaran puli generator rata-rata 219 rpm sampai 222 rpm dan putaran turbin terukur sekitar 65 rpm sampai 67 rpm kondisi berbeban. 2) Kinerja komponen pembagi tegangan dalam membagi tegangan input yang paling besar yaitu ketika menggunakan saklar 4 atau kapasitas 1K ohm dengan penurunan 2,75 Volt. Untuk data pembagian tegangan paling kecil yaitu dengan penurunan 0,35 Volt ketika menggunakan semua saklar pada kondisi ON. Untuk kondisi resistor semua ON dan potensio diperkecil secara bertahap sampai kondisi minimal, maka tegangan output akan berangsur berkurang dan mendekati 0.

Kata kunci: Penstabil Daya, PLTPH, GeneratorDC, Rangkaian Pembagi Tegangan.

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah segala kemurahan, kemudahan, kejernihan pikiran serta pertolongan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Proyek Akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Penstabil Tegangan pada Keluaran Generator DC untuk PLTPH” dengan lancar dan berkesan tanpa halangan yang berarti.

Proyek Akhir ini merupakan salah satu persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya pada program Diploma-III Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Prodi Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta. Proyek Akhir ini dapat diselesaikan tak lepas dari berbagai pihak yang telah memberikan bantuan. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Nurhening Yuniarti, M.T selaku pembimbing Tugas Akhir.
2. Eka oktavianto sebagai teman seperjuangan yang telah berjuang bersama demi menyelesaikan tugas akhir ini
3. Dr. Moch. Bruri Triyono, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Totok Heru TM, M.Pd selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro.
5. Moh Khoirudin, M.T, P.hD selaku Kaprodi Teknik Elektro.
6. Drs. Nyoman Astra selaku koordinator Tugas Akhir Prodi Teknik Elektro.



7. Rustam Asnawi, M.T,P.hD selaku Pembimbing Akademik prodi Teknik Elektro.
8. Orang tua yang telah memberikan semangat, dukungan, doa, dan kesempatan untuk menggapai cita-cita.
9. Seluruh teman-teman kelas B Teknik Elektro angkatan 2013 Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan semangatnya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam pembuatan proyek akhir ini masih jauh dari harapan pembaca sekalian. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan guna menyempurnakan laporan proyek akhir ini. Semoga Proyek akhir ini dapat memberikan inspirasi dan manfaat bagi pembaca sekalian.



Yogyakarta, 6 juni 2016  
Penulis

Angga Adi Prasetyo  
NIM.13506134028

## DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL.....                       | i       |
| HALAMAN PERSETUJUAN .....                | ii      |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                 | iii     |
| HALAMAN PERNYATAAN .....                 | iv      |
| MOTTO.....                               | v       |
| PERSEMBAHAN.....                         | vi      |
| ABSTRAK .....                            | vii     |
| KATA PENGANTAR.....                      | viii    |
| DAFTAR ISI.....                          | x       |
| DAFTAR TABEL.....                        | xiii    |
| DAFTAR GAMBAR .....                      | xiv     |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                     | xvi     |
| <br>BAB I. PENDAHULUAN                   |         |
| A. Latar Belakang .....                  | 1       |
| B. Identifikasi Masalah .....            | 5       |
| C. Batasan Masalah.....                  | 5       |
| D. Rumusan Masalah .....                 | 5       |
| E. Tujuan.....                           | 6       |
| F. Manfaat .....                         | 6       |
| G. Keaslian Gagasan .....                | 7       |
| <br>BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH |         |
| A. Pembangkit Listrik Pico-hydro.....    | 8       |
| 1. Definisi PLTPH .....                  | 8       |
| 2. Potensi PLTPH .....                   | 10      |

|   |    |
|---|----|
| B. Prime Mover .....                              | 11 |
| 1. Aliran Sungai.....                             | 11 |
| 2. Debit Air .....                                | 11 |
| 3. Pipa Pasat.....                                | 11 |
| C. Runner .....                                   | 12 |
| 1. Turbin.....                                    | 12 |
| a. Stator Turbin.....                             | 13 |
| 1) Casing.....                                    | 13 |
| 2) Sudu Tetap (fixed blade) .....                 | 13 |
| b. Rotor Turbin .....                             | 13 |
| 1) Poros .....                                    | 14 |
| 2) Sudu Gerak (Moving Blade).....                 | 14 |
| 3) Bantalan (Bearing) .....                       | 15 |
| 4) Turbin Pelton .....                            | 16 |
| c. Puli .....                                     | 19 |
| d. V-Belt .....                                   | 20 |
| D. Motor DC .....                                 | 21 |
| 1. Pengertian Motor DC .....                      | 22 |
| 2. Prinsip Kerja Motor DC sebagai Generator ..... | 24 |
| E. Penstabil Daya .....                           | 26 |
| 1. Stop Kran Pipa Pasat .....                     | 26 |
| 2. Rangkaian Pembagi Tegangan .....               | 27 |
| 3. Regulator Tegangan dengan IC 7812.....         | 30 |
| 4. Controller Kit .....                           | 31 |
| 5. Capacitor .....                                | 32 |
| F. Beban .....                                    | 33 |

### BAB III. KONSEP RANCANGAN

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| A. Analisis Kebutuhan .....     | 36 |
| B. Blok Diagram Rangkaian ..... | 38 |
| C. Tahap Perancangan.....       | 39 |
| D. Pembuatan Alat .....         | 43 |



|  |        |
|--|--------|
| E. Perencanaan Pengujian .....   | 52     |
| <br>BAB IV. HASIL PENGUJIANDAN PEMBAHASAN  |        |
| A. Pengujian .....   | 55     |
| 1. Uji Teknis.....   | 55     |
| a. Tempat Pengambilan Data .....   | 55     |
| b. Alat dan Bahan untuk Pengujian .....  | 55     |
| c. Langkah-langkah Uji Teknis.....   | 56     |
| 2. Uji Unjuk Kerja .....   | 57     |
| a. Pengujian Kinerja Rangkaian Pembagi Tegangan .....                                  | 57     |
| b. Pengambilan Data Tegangan Beban Kosong<br>Keluaran dari Generator .....             | 59     |
| c. Tegangan Keluaran Penstabil Tegangan dengan<br>Beban Lampu LED 5 Watt 12 Volt ..... | 64     |
| <br>BAB V. SIMPULAN DAN SARAN  |        |
| A. Kesimpulan.....   | 69     |
| B. Keterbatasan Alat.....  | 69     |
| C. Saran .....   | 70     |
| <br>DAFTAR PUSTAKA .....   | <br>72 |
| LAMPIRAN.....  | 74     |

## DAFTAR TABEL

|  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 1. Prakiraan Penyediaan Energi Listrik di Indonesia .....  | 2       |
| Tabel 2. Daftar Bahan Yang Digunakan Dalam Pembuatan Penyetabil<br>Tegangan .....  | 37      |
| Tabel 3. Alat Yang Digunakan Dalam Proses Pembuatan .....  | 38      |
| Tabel 4. Pengujian Keluaran Beban Kosong Generator DC.....   | 53      |
| Tabel 5. Penstabilan dari Keluaran Alat Penstabil Tegangan dengan<br>Beban Lampu LED 5 Watt 12 Volt .....                          | 54      |
| Tabel 6. Alat dan Bahan Untuk Uji Teknis .....   | 55      |
| Tabel 7. Hasil Pengujian Kinerja Pembagi Tegangan dengan Beban 3<br>Lampu LED 5 Watt 12 Volt (18-05-2016) .....                    | 58      |
| Tabel 8. Hasil Pengujian 1 Keluaran beban kosong Generator DC .....  | 60      |
| Tabel 9. Hasil Pengujian 2 Keluaran beban kosong Generator DC .....  | 60      |
| Tabel 10. Hasil Pengujian 3 Keluaran beban kosong Generator DC.....  | 61      |
| Tabel 11. Hasil Pengujian 4 Keluaran beban kosong Generator DC.....  | 61      |
| Tabel 12. Hasil Rata-rata Pengujian Selama 4 Hari dari Keluaran<br>Beban Kosong Generator DC.....                                  | 62      |
| Tabel 13. Pengujian 1 Unjuk Kerja Penstabil Tegangan dengan<br>Beban 3 Lampu LED 5 Watt 12 Volt.....                               | 64      |
| Tabel 14. Pengujian 2 Unjuk Kerja Penstabil Tegangan dengan<br>Beban 3 Lampu LED 5 Watt 12 Volt.....                               | 64      |
| Tabel 15. Pengujian 3 Unjuk Kerja Penstabil Tegangan dengan<br>Beban 3 Lampu LED 5 Watt 12 Volt.....                               | 65      |
| Tabel 16. Pengujian 1 Unjuk Kerja Penstabil Tegangan dengan<br>Beban 3 Lampu LED 5 Watt 12 Volt.....                               | 66      |
| Tabel 17. Hasil Rata-rata Pengujian Selama 4 Hari dari Keluaran Penstabil<br>Tegangan dengan Beban 3 Lampu LED 5 Watt 12 Volt..... | 66      |

## DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 1. Proses PLTA Skala Pico Hydro.....   | 10      |
| Gambar 2. Pipa Pasat .....  | 12      |
| Gambar 3. Poros Pejal .....   | 14      |
| Gambar 4. Sudu dari Elbow 45" Pipa 1,5 inchi .....  | 15      |
| Gambar 5. Bearing pada Turbin .....   | 16      |
| Gambar 6. Turbin Pelton .....   | 17      |
| Gambar 7. V-Belt .....  | 21      |
| Gambar 8. GGL dari Generator.....   | 23      |
| Gambar 9. Bagian dari Motor DC .....  | 23      |
| Gambar 10. Pembangkitan Tegangan Induksi .....  | 25      |
| Gambar 11. Tegangan Rotor yang dihasilkan melalui cincin-seret dan<br>Komutator .....                                 | 26      |
| Gambar 12. Kran Penutup Sambungan Tengah pada Pipa PVC .....  | 27      |
| Gambar 13. Rangkaian Sederhana Pembagi Tegangan.....  | 29      |
| Gambar 14. IC LM 7812 .....   | 31      |
| Gambar 15. Controller Kit .....   | 32      |
| Gambar 16. Capacitor .....  | 33      |
| Gambar 17. Lampu LED 5 Watt 12 Volt sebagai Beban PLTPH .....   | 34      |
| Gambar 18. Diagram Alir Pembuatan Alat .....  | 35      |
| Gambar 19. Diagram Alir Rangkaian Penstabil Tegangan.....   | 39      |
| Gambar 20. Pembuatan Simulasi Rangkaian Pembagi Tegangan dan<br>Regulator Tegangan dengan Aplikasi ISIS PROTEUS ..... | 41      |
| Gambar 21. Perancangan Rangkaian Pembagi Tegangan .....   | 42      |
| Gambar 22. Perancangan Rangkaian Regulator Tegangan .....   | 43      |
| Gambar 23. Pembuatan Box Penstabil Tegangan dengan Bahan Akrilik .....  | 44      |
| Gambar 24. Siku Aluminium Sebagai Penguat Box Penstabil Tegangan.....   | 44      |
| Gambar 25. Pengeleman Pada Sambungan antar Akrilik.....   | 45      |



|   |    |
|---|----|
| Gambar 26. Hasil Pembuatan Box Penstabil Tegangan .....   | 46 |
| Gambar 27. Pembuatan Lubang untuk Komponen Kontrol dan<br>Metering .....                                  | 47 |
| Gambar 28. Hasil Pembuatan Lubang Metering .....  | 48 |
| Gambar 29. Rangkaian Simulasi Penstabil Tegangan.....   | 49 |
| Gambar 30. Resistor sebagai komponen pembagi tegangan .....   | 50 |
| Gambar 31. Rangkaian Voltage Regulator dengan 1 transistor .....  | 51 |
| Gambar 32. Rangkaian Regulator Tegangan .....   | 52 |
| Gambar 33. Grafik Hubungan antara Tegangan Beban Kosong Generator<br>dengan RPM Generator .....           | 62 |
| Gamabr 34. Grafik Antara Tegangan Rata-rata Keluaran Generator<br>dengan RPM Generator yang terukur ..... | 67 |

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Box Penstabil Tegangan

Lampiran 2. Jari-jari dari Box Penstabil tegangan Beserta Keterangan

Lampiran 3. Gambar Dokumentasi

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Semakin berkembangnya kehidupan masyarakat pedesaan atau di daerah pinggiran di Indonesia menjadikan tuntutan akan ketersediaan listrik sebagai salah satu kebutuhan pokok masyarakat dalam menunjang kehidupan sehari-hari menjadi sangat penting. Oleh karena itu, ketersediaan akan energi listrik harus bersifat berkelanjutan dan handal sehingga energi listrik dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa ada gangguan yang terjadi.

Ketersediaan energi listrik di Indonesia saat ini masih sangat bergantung pada pembangkit listrik konvensional. Bahan bakar dari pembangkit konvensional sendiri seperti bakar batu bara, gas alam atau minyak bumi yang merupakan sumber energi tak terbarukan yang pasti akan habis bila digunakan terus menerus. Oleh karena itu perlu adanya pengembangan sumber energi yang terbarukan yang dapat menggantikan sumber energi konvensional. Namun, pengembangan pembangkit listrik energi terbarukan di Indonesia masih jauh dari harapan untuk sekedar menjadi sumber energi utama dalam persentase keseluruhan penyediaan listrik di Indonesia. Bahkan untuk menjadi penopang sumber energi keseluruhan sebesar 50% pun masih terasa sangat lama terealisasi terlebih jika pemerintah tidak menanggapi serius akan hal tersebut. Seperti pada Tabel 1.



Tabel 1. Prakiraan Penyediaan Energi Listrik di Indonesia

| Sumber Energi              | 1990   |        | 2000   |        | 2010   |        |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                            | MW     | persen | MW     | persen | MW     | persen |
| Batubara                   | 1.930  | 8,8    | 10.750 | 28,4   | 28.050 | 35,3   |
| Gas                        | 3.530  | 16,0   | 7.080  | 18,7   | 14.760 | 21,5   |
| Minyak                     | 2.210  | 10,0   | 1.950  | 5,2    | 320    | 0,5    |
| Solar                      | 11.020 | 50,1   | 9.410  | 24,8   | 4.060  | 25,9   |
| Panas Bumi                 | 170    | 0,8    | 500    | 1,3    | 430    | 0,6    |
| Air                        | 2.850  | 13,0   | 7.720  | 20,4   | 10.310 | 15,0   |
| Biomass                    | 270    | 1,2    | 290    | 0,8    | 460    | 0,7    |
| Lain-lain<br>(Surya Angin) | 20     | 0,1    | 160    | 0,4    | 370    | 0,5    |
| Total                      | 22.000 | 100,0  | 37.860 | 100,0  | 68.760 | 100,0  |

(Sumber: Djojonegoro, 1992 &amp; Wibawa, 1996.)

Berdasarkan data dari table 1, terlihat bahwa pada tahun 2010, persentase pembangkit listrik konvensional di Indonesia masih berada yakni 83,2% dibandingkan dengan persentase pembangkit listrik energiterbarukan sebesar 16,8%. Oleh karena itu, peran pemerintah untuk mengurangi ketergantungan akan pembangkit konvensional harus segera dilakukan dan pengembangan pembangkit listrik terbarukan harus terus ditingkatkan.

Permasalahan lain yang dihadapi masyarakat yaitu mengenai pemerataan penyaluran energi listrik yang belum mencapai seluruh pelosok di Indonesia. Berdasarkan data dari kementerian ESDM, rasio elektrifikasi Indonesia saat ini baru mencapai 87%. Sehingga, pemerintah lewat PLN telah mengupayakan pengembangan sistem transmisi listrik dan Gardu Induk yang diharapkan dapat mengoptimalkan penyaluran tenaga listrik ke seluruh pelosok Indonesia mendekati 100% dengan berbagai kebijakan yang tertuang dalam RUPTL PLN 2015-2024. Namun, untuk mencapai 96% bahkan 98% saja, tidak mungkin hanya dapat dipenuhi dengan membangun pembangkit listrik berbasis energi

konvensional. Maka, dibutuhkan pengembangan pembangkit listrik terbarukan sebagai solusi peningkatan elektrifikasi diseluruh Indonesia.

Sumber energi terbarukan sebagai sumber energi yang potensial untuk dikembangkan sebagai energi masa depan dan juga merupakan sumber energi yang potensial sebagai solusi dalam meningkatkan elektrifikasi di daerah terpencil. Hal ini berdasarkan fakta yang lazim kita jumpai yaitu sebagian besar potensi energi terbarukan berada di daerah terpencil seperti panas bumi yang banyak terdapat di pegunungan-pegunungan terpencil, air laut yang besar berada ditepian pantai yang jarang berpenghuni, dan sumber air di waduk atau bendungan yang umumnya jauh dari sistem transmisi listrik. Oleh karna itu, untuk daerah yang memiliki potensi sumber energi terbarukan maka dapat dikembangkan sebagai solusi dalam ketersediaan energi listrik mandiri tanpa harus tergantung dengan saluran transmisi listrik dari PLN.

Berdasarkan data dari Bappeda Kabupaten Kulon Progo (2010), Kecamatan Samigaluh yang banyak didominasi dataran tinggi yang termasuk dalam perbukitan menoreh dengan ketinggian antara 500 – 1000 meter dari permukaan air laut, memiliki curah hujan tercatat sebesar 2500 – 4000 mm/tahun dengan kemiringan lereng antara 25 – 40 %. Sehingga terdapat sumber aliran air yang cukup banyak seperti sungai alam dan sungai buatan yang melintas di daerah samigaluh.

Salah satu sungai kecil yang mengalir di Samigaluh adalah Kali Duren. Sungai tersebut telah dibendung guna menjadi pasokan air untuk warga sekitar dan untuk mengairi kebun dan sawah. Tentu potensi ini dapat dimanfaatkan untuk pengembangan pembangkit listrik skala kecil atau tenaga picohydro

sebagai sarana penyedia listrik untuk sistem penerangan. Terlebih terdapat fasilitas WC TK Siwi Peni yang terletak disekitar Bendungan Kali Duren, Plarangan, Purwoharjo, Samigaluh yang belum memiliki sistem kelistrikan dan penerangan. Oleh karena itu kami berinisiatif untuk mengembangkan pembangkit listrik tenaga pico hydro (PLTPH) sebagai solusi dalam meningkatkan sarana kelistrikan di TK Siwi Peni tersebut.

Masih banyak masyarakat sekitar yang belum mengetahui tentang pembuatan PLTPH atau bagaimana cara pembuatan baik desain ataupun pengaturan sistem pembangkitan sehingga belum ada masyarakat disekitar bendungan Kali Duren yang berinisiatif untuk mengembangkan sumber air tersebut sebagai pembangkit listrik. Pada umumnya masih masih banyak masyarakat yang menganggap merancang sebuah pembangkit listrik skala picohydro tersebut terasa sulit dan membutuhkan biaya yang besar. Padahal, apabila masyarakat dapat memanfaatkan komponen bekas dan merancang pembangkit dengan desain yang sederhana dengan memanfaatkan barang-barang disekitar mereka pasti akan sangat bermanfaat dalam kehidupan dimasa depan.

Ditinjau dari segi perancangan sistem pembangkit, masyarakat pada umumnya juga mengalami kendala pada sisi desain dan keterbatasan pengetahuan untuk menstabilkan tegangan. Hal ini juga menjadi kendala utama yang sering dialami oleh masyarakat dalam pengembangan sistem pembangkit. Sehingga pertanyaan yang akan kami jawab dalam pembuatan tugas akhir ini yaitu tentang cara membuat pembangkit sederhana, murah dan praktis yang bisa menghasilkan listrik untuk mensuplai penerangan pada WC di TK Siwi Peni

Purwoharjo, Samigaluh memanfaatkan sumber air dari bendungan Kali Duren.

#### B. Identifikasi masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka dapat dibuat suatu identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Kurangnya pemanfaatan sumber air dari bendungan Kali Duren selain untuk pengairan dan irigasi.
2. Belum tersedianya sistem kelistrikan dan penerangan di WC TK Siwi Peni, Desa Purwoharjo, Samigaluh.
3. Kurangnya pemahaman dalam pembuatan dan perancangan sistem PLTPH di kalangan masyarakat.

#### C. Batasan masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka pembuatan penstabil tegangan pada PLTPH sederhana sebagai pembangkit tenaga listrik untuk penerangan WC umum dibatasi pada:

1. Rancang bangun pembuatan penstabil tegangan pada keluaran generator DC untuk PLTPH
2. Pengujian unjuk kerja alat penstabil tegangan keluaran generator DC.

#### D. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka dapat ditentukan rumusan masalah sebagai berikut;

1. Bagaimana proses pembuatan penstabil tegangan pada keluaran generator DC untuk PLTPH.

2. Bagaimana unjuk kerja dari penstabil tegangan pada keluaran generator DC.

#### E. Tujuan

Adapun tujuan dalam pembuatan Proyek Akhir yang saya buat ini adalah sebagai berikut ;

1. Merealisasikan pembuatan penstabil tegangan pada keluaran generator DC pada PLTPH kami, sehingga dapat berfungsi sebagai pembangkit listrik untuk digunakan untuk memasang lampu penerangan di TK Siwi Peni.
2. Mengetahui data kinerja alat penstabil tegangan dengan semaksimal mungkin.

#### F. Manfaat

Pembuatan alat ini, penulis berharap dapat memberikan manfaat sebagai berikut ;

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Sebagai sarana penerapan ilmu teori yang didapat selama perkuliahan.
  - b. Sebagai bentuk karya mahasiswa yang dapat dimanfaatkan sebagai produk yang bernilai ekonomis untuk dikembangkan dikemudian hari.
2. Bagi Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
  - a. Terciptanya alat yang inovatif serta bermanfaat sebagai sarana ilmu pengetahuan.
  - b. Sebagai wujud partisipasi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
3. Bagi Masyarakat Purwoharjo
  - a. Terciptanya alat yang dapat membantu memenuhi kebutuhan

penerangan WC di TK Siwi Peni.

- b. Sebagai upaya mensosialisasikan teknologi terapan yang dapat dikembangkan oleh masyarakat Purwoharjo pada khususnya dalam bidang pembangkitan energi listrik yang sederhana dan murah.

#### G. Keaslian Gagasan

Penyusunan Proyek Akhir ini dengan judul "Rancang Bangun Pembuatan Penstabil Tegangan pada Keluaran Generator DC untuk PLTPH", adalah asli gagasan dari penulis. Ide ini penulis dapat ketika mendengar cerita dari teman satu kelas tentang bendungan Kali Duren di Desanya yang belum dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit listrik. Pemanfaatan air bendungan tersebut sebatas sebagai sumber air dan pengairan lahan sehingga penulis mencoba merancang dan membangun sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Pyco hydro sebagai sumber listrik untuk penerangan dan penulis memilih WC di TK Siwi Peni di sekitar bendungan Kali Duren sebagai tempat pemasangan titik Lampu.



## BAB II

### PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Pemecahan masalah yang akan dibahas dalam laporan Tugas Akhir ini yaitu tentang rancang bangun pembuatan penstabil tegangan pada keluaran generator DC beserta gambaran tentang pembangkit listrik tenaga pico hydro (PLTPH) yang telah dibuat. Adapun bagian penting pada PLTPH yang kami buat yaitu:

#### A. Pembangkit Listrik Pico Hydro

##### 1. Definisi PLTPH

Pembangkit listrik skala micro atau pico pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan menghasilkan listrik (Any P. Damastuti, 1997).

Berdasarkan jurnal dari Mohd Farriz Basar (2013) yang menyatakan bahwa "Pico hydro is a hydro-electric that capable of producing a maximum output power up to five kilowatts". Jadi yang membedakan antara pembangkit skala pikohidro dengan mikrohidro yaitu berdasarkan daya maksimal yang telah diklasifikasikan.

Menurut Arismunandar dan Susumumu Kuwahara (1974), output yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga air dibedakan atas :

- a) Large-hydro : lebih dari 100MW
- b) Medium-hydro : antara 15 – 100MW
- c) small-hydro : antara 1- 15MW

- d) Mini-hydro : Daya atas 100 kW, tetapi dibawah 1 MW
- e) Micro-hydro : antara 5 – 100kW
- f) Pico-hydro : daya yang dikeluarkan kurang dari 5kW

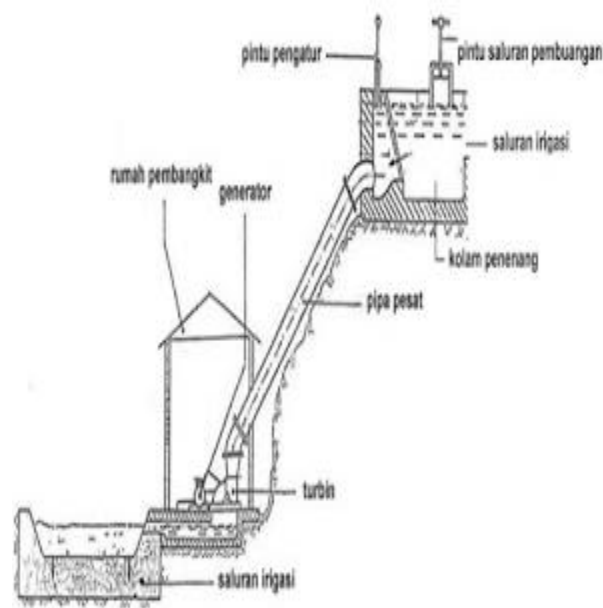
Pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator.

Perhitungan rumus yang diambil dari tabloid WACANA No. 8 / Mei - Juni (1997), mengenai potensi daya mikrohidro atau pikohidro dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Daya (P)} = 9,8 \times Q \times H_n \times$$

Dimana :      P = daya (kW)  
                   Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/s)  
                   H<sub>n</sub> = head net (m)  
                   9,8 = konstanta gravitasi  
                   = efisiensi keseluruhan

Daya yang keluar dari generator dapat diperoleh dari perkalian antara efisiensi dengan ketinggian dan debit air sebagai parameter utama. Jadi secara teoritis, untuk mendapatkan daya keluaran generator yang besar, maka diperlukan debit air yang besar dan tinggi jatuh air yang tinggi serta efisiensi dari komponen pendukung tinggi.



Gambar 1. Proses PLTA Skala Picohydro  
(<http://bonkadhafadli.blogspot.co.id/2013/02/pykohydro-teori-dasar.html>)

## 2. Potensi PLTPH

Untuk daerah pegunungan seperti di kecamatan samigaluh yang pada umumnya memiliki sumber mata air dan sumber aliran air seperti sungai yang cukup banyak sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai pembangkitan listrik seperti pembangkit listrik tenaga air berskala kecil (pyco-hydro). Untuk pengembangan PLTPH sendiri yang memerlukan aliran air berskala kecil sehingga PLTPH menjadi salah satu pembangkit listrik yang dapat dimanfaatkan masyarakat dengan biaya pengembangan yang relatif murah dan sederhana.

Pengembangan PLTPH sendiri cukup memanfaatkan waduk kecil atau air terjun yang banyak terdapat di Samigaluh. Di Samugaluh juga terdapat banyak selokan yang belum dimanfaatkan. Dengan memanfaatkan barang-barang bekas dan ilmu konversi energi yang bagus, maka tidak perlu ragu untuk

mengembangkan lebih banyak PLTPH di daerah yang banyak memiliki sumber air seperti Samigaluh.

## B. Prime Mover

### 1. Aliran Sungai

Aliran sungai yang dimanfaatkan untuk pembangkit listrik skala kecil umumnya dari aliran sungai yang telah dibendung karena untuk mendapatkan aliran air yang stabil. Untuk mendapatkan aliran sungai yang bertekanan tinggi maka aliran sungai dari bendungan diteruskan dengan pemasangan pipa dengan ukuran yang besar kemudian bertambah kecil untuk ujung sebagai yang digunakan sebagai penggerak turbin.

### 2. Debit Air

Debit dari aliran sungai tergantung dari besar kecilnya pipa pasat sebagai penampang aliran air. Hal ini sangat berpengaruh terutama untuk menggerakkan turbin karena untuk mendapatkan efisiensi yang tinggi debit air yang dialirkan menuju sudu turbin tidak boleh terlalu besar atau terlalu kecil. Debit yang sesuai atau ideal akan memaksimalkan kerja turbin dan mengurangi kemungkinan kerusakan pada turbin. Debit yang terlalu besar juga berakibat pada besarnya tegangan keluaran generator sehingga dapat merusak komponen kontrol dan aki.

### 3. Pipa Pasat

Pipa pasat adalah pipa yang menyalurkan air dari sumber air menuju runner. Pipa pasat didesain agar dapat memaksimalkan aliran air dari waduk

sampai dengan lancar sehingga bisa memberikan energi potensial air yang lebih besar dengan mengurangi pemasangan pipa sambungan elbow.



Gambar 2. Pipa Pasat

### C. Runner

#### 1. Turbin

Turbin secara umum adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengubah energi potensial fluida atau cairan menjadi energi mekanik untuk menghasilkan kerja berupa putaran bidang turbin yang bertumpu pada poros gerak turbin. Komponen-komponen Turbin yang kami rancang meliputi :

#### a. Stator Turbin

Stator turbin terdiri dari dua bagian, yaitu casing dan sudu diam (fixed blade). Namun untuk tempat kedudukan sudu-sudu diam yang pendek dipasang diaphragma.

##### 1) Casing

Casing atau shell adalah suatu wadah berbentuk menyerupai persegi panjang digabung dengan prisma segi enam dimana rotor ditempatkan ditengah-tengah. Pada sisi casing dipasang akrilik sehingga dapat melihat putaran turbin. Untuk bagian pojok bawah depan dari casing juga diberi lubang sehingga memungkinkan perbaikan pada turbin apabila terjadi kerusakan atau komponen sudu-sudu terlepas.

##### 2) Sudu Tetap (fixed blade)

Sudu merupakan bagian dari turbin dimana konversi energi terjadi. Sudu terdiri dari bagian akar sudu, badan sudu dan ujung sudu. Sudu kemudian dirangkai sehingga membentuk satu lingkaran penuh.

Sudu-sudu tetap dipasang melingkar pada dudukan berbentuk piringan yang disebut diaphragma. Pemasangan sudu-sudu tetap ini pada diaphragma menggunakan akar berbentuk T sehingga memberi posisi yang kokoh pada sudu.

#### b. Rotor Turbin

Rotor adalah bagian yang berutar terdiri dari poros dan sudu-sudu gerak yang terpasang mengelilingi rotor. Jumlah baris sudu gerak pada rotor sama dengan jumlah baris sudu diam pada casing. Pasangan antara sudu diam dan sudu gerak disebut tingkat (stage).



### 1) Poros

Poros dapat berupa silinder panjang yang solid (pejal) atau berongga (hollow). Pada umumnya poros turbin sekarang terdiri dari silinder panjang yang solid. Sepanjang poros dibuat alur-alur melingkar yang biasa disebut akar (root) untuk tempat duduk, sudu-sudu gerak (moving blade).



Gambar 3. Poros Pejal

### 2) Sudu Gerak (Moving Blades)

Adalah sudu-sudu yang dipasang disekeliling rotor membentuk suatu piringan. Dalam suatu rotor turbin terdiri dari beberapa baris piringan dengan diameter yang berbeda-beda, banyaknya baris sudu gerak biasanya disebut banyaknya tingkat.

Sudu pada PLTPH yang kami buat menggunakan elbow pipa 1,5" yang di desain sedemikian rupa sehingga dapat terpasang simetris dan dapat mengonversi energi semaksimal mungkin.



Gambar 4. Sudu dari Elbow Pipa 1,5"

### 3) Bantalan (Bearing)

Bantalan berfungsi sebagai penyangga rotor sehingga membuat rotor dapat stabil atau lurus pada posisinya didalam casing dan rotor dapat berputar dengan aman dan bebas. Adanya bantalan yang menyangga turbin selain bermanfaat untuk menjaga rotor turbin tetap pada posisinya juga menimbulkan kerugian mekanik karena gesekan. Sebagai bagian yang berputar, rotor memiliki kecenderungan untuk bergerak baik dalam arah radial maupun dalam arah aksial. Karena itu rotor harus ditumpu secara baik agar tidak terjadi pergeseran radial maupun aksial yang berlebihan. Komponen yang dipakai untuk keperluan ini disebut bantalan (bearing).



Gambar 5. Bearing pada Turbin

#### 4) Turbin Pelton

Anjar Susatyo dan Lukman Hakim (2003), menyatakan bahwa Turbin Pelton adalah turbin reaksi dimana satu atau lebih pancaran air menumbuk roda yang terdapat sejumlah mangkok. Masing-Masing pancaran keluar melalui nozzle dengan valve untuk mengatur aliran. Turbin pelton hanya digunakan untuk head tinggi. Nozzel turbin berada searah dengan piringan runner. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan untuk mendapatkan dimensi mangkok runner turbin pelton. Mangkok runner ini dirancang agar dapat menerima energi kinetik dan mengambil energi tersebut menjadi torsi pada poros generator.

Turbin Pelton disebut juga turbin impuls atau turbin tekanan rata atau turbin pancaran bebas karena tekanan air keluar nosel sama dengan tekanan atmosfer. Dalam instalasi turbin ini semua energi (geodetik dan tekanan) dirubah menjadi kecepatan keluar nosel. Energi yang masuk kedalam roda jalan dalam

bentuk energi kinetik. Ketika melewati roda turbin, energi kinetik tadi dikonversikan menjadi kerja poros dan sebagian kecil energi ada yang terlepas dan ada yang digunakan untuk melawan gesekan dengan permukaan sudu turbin.



Gambar 6. Turbin Pelton

Semua energi tinggi dan tekanan ketika masuk ke sudu jalan turbin dirubah menjadi energi kecepatan. Pancaran air tersebut yang akan menjadi gaya tangensial  $F$  yang bekerja pada sudu roda jalan. Kecepatan pancaran air dari nosel adalah sebagai berikut. Ukuran-ukuran utama turbin pelton adalah diameter lingkaran sudu yang kena pancaran air, disingkat diameter lingkaran pancar dan diameter pancaran air. Pengaturan nosel akan menentukan kecepatan dari turbin. Untuk turbin-turbin yang bekerja pada kecepatan tinggi jumlah nosel diperbanyak Hubungan antara jumlah nosel dengan kecepatan spesifik adalah sebagai berikut. Dimana  $n_{qT}$  = kecepatan spesifik pada  $z$  nosel (rpm),  $z$  = jumlah nosel terpasang

Turbin Pelton biasanya berukuran besar. Hal ini dapat dimaklumi karena turbin tersebut dioperasikan pada tekanan tinggi dan perubahan momentum yang diterima oleh sudu-sudu turbin sangat besar, sehingga dengan sendirinya struktur turbin harus kuat. Pada turbin Pelton, semua energi tinggi temapta dan tekanan ketika masuk ke sudu jalan turbin telah diubah menjadi enrgi kecepatan.

Turbin Pelton terdiri dari dua bagian utama yaitu nosel dan roda jalan (runner). Nosel mempunyai beberapa fungsi, yakni mengarahkan pancaran air ke sudu turbin, mengubah tekanan menjadi energi kinetik dan mengatur kapasitas kecepatan air yang masuk turbin.

Jarum yang terdapat pada nosel berguna untuk mengatur kapasitas air dan mengarahkan konsentrasi air yang terpancar dari mulut nosel. Panjang jarum sangat menentukan tingakt konsentrasi dari air, semakin panjang jarum nosel maka air akan emakin terkonsentrasi untuk memancarkan ke sudu jalan turbin.

Roda jalan pada turbin berbentuk plat dengan sejumlah sudu disekelilingnya. Plat ini dihubungkan dengan poros dan seterusnya akan menggerakan generator. Sudu turbin Pelton berbentuk elipsoida atau disebut juga dengan bucket dan ditengahnya mempunyai pemisah air (splitter).

## 2. Puli

Puli adalah salah satu komponen yang penting dalam sebuah sistem kerja mesin terutama untuk mesin yang membutuhkan sinkronisasi kerja antar beberapa buah mesin secara bersamaan atau berhubungan. Cara kerja puli yaitu dengan memanfaatkan diameter dari sisi dari puli sebagai penentu putaran yang akan dikirim atau disalurkan menuju puli yang menjadi pasangannya.

Perbandingan besar puli menentukan 2 faktor. Pertama untuk pemilihan puli yang berdiameter besar, berarti memiliki karakteristik memiliki torsi yang lebih besar sehingga mempunyai tenaga yang besar untuk menarik beban putaran mesin yang berat seperti generator 5kW atau lebih. Sedangkan puli berdiameter kecil sehingga tidak memiliki torsi yang cukup untuk memutar mesin berukuran besar. Kedua, kelemahan dari pemilihan puli berdiameter besar yaitu memiliki putaran sudut yang lebih pelan dari pada puli berdiameter kecil. Puli yang berdiameter kecil memiliki keliling luar puli lebih kecil sehingga menghasilkan putaran sudut yang lebih tinggi.

Berdasarkan jurnal menghitung putaran Poros generator dengan mengetahui putaran pada turbin maka dapat ditentukan putaran pada poros generator yang dapat diketahui dengan rumus antara jari-jari dengan putaran berikut :

$$n_{\text{ turbin}}/n_{\text{ generator}} = r$$

keterangan :  $n$  = putaran (rpm)

$r$  = jari-jari puli

Pada sistem sinkronisasi puli, untuk mendapatkan putaran yang tinggi namun memiliki torsi yang cukup besar maka bisa dengan mengombinasikan puli



ekstra besar dengan puli ekstra kecil. Kombinasi ini memiliki prinsip penyusunan puli yang diawali dengan pemasangan puli besar sebagai pemberi torsi pada puli kecil. Kemudian puli kecil dihubungkan pada poros dengan puli besar lagi kemudian disinkronisasi dengan puli kecil lagi sehingga terbentuk sistem puli untuk mendapat putaran tinggi.

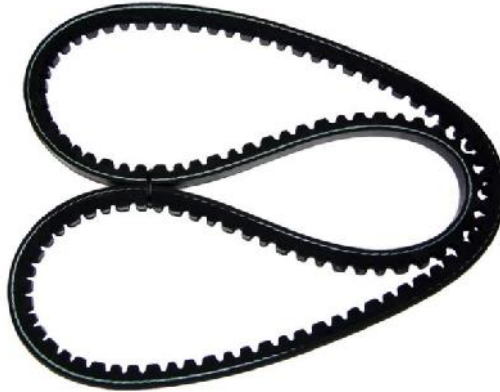
### 3. V-belt

Belt adalah suatu elemen fleksibel yang dapat digunakan dengan mudah mentransmisi torsi dan gerakan berputar dari suatu komponen ke komponen lainnya, dimana belt tersebut dililitkan pada puli yang melekat pada poros yang akan berputar.

Belt digunakan jarak antara proses dengan motor penggerak yang relatif jauh, sehingga jika menggunakan sistem roda gigi cukup menjadi masalah baik dalam pembuatan maupun dalam biaya, sebab biaya pembuatan roda gigi relatif mahal jika dibandingkan dengan biaya pembuatan puli, lagi pula bermacam-macam ukuran puli banyak tersedia dipasaran. Dalam perencanaan ini digunakan transmisi V-belt.

V-belt terbuat dari karet dengan inti tenunan tetoron atau semacamnya dan mempunyai penampang trapesium, v-belt dibelitkan disekeliling alur puli yang membentuk V pula. Bagian sabuk yang sedang membelit pada puli ini mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga akan bertambah karna pengaruh bentuk gaji, yang akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tahanan yang relatif rendah, hal

ini merupakan salah satu keunggulan v-belt bekerja lebih halus dan tidak bersuara.



Gambar 7. V-belt  
(<http://www.bandc.aero/images/products/detail/vbelt.jpg>)

#### D. Motor DC (sebagai generator)

Mesin listrik seperti motor DC telah ada selama lebih dari seabad. Keberadaan mesin listrik telah membawa perubahan besar sejak dikenalkan motor induksi, atau terkadang disebut AC Shunt Motor. Motor DC telah memunculkan kembali Silicon Controller Rectifier yang digunakan untuk memfasilitasi kontrol kecepatan pada motor. Mesin listrik dapat berfungsi sebagai motor listrik apabila didalam motor listrik tersebut terjadi proses konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik merupakan perangkat elektro magnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar impeller pompa, fan atau blower untuk menggerakkan kompresor dan mengangkat bahan. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik terkadang disebut "kuda kerja"-nya industri sebab diperkirakan bahwa

motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri. (Igor M Farhan, 2015).

Mekanisme kerja motor DC sebagai generator yaitu apabila motor DC mendapat putaran mekanik pada bagian rotor, maka kumparan motor akan menghasilkan ggl induksi karena kumparan rotor berputar pada magnet permanen di stator motor DC. Sebaliknya, apabila motor DC mendapat suplai tegangan sebesar tegangan nameplate maka motor DC akan menghasilkan tenaga mekanik berupa putaran poros.

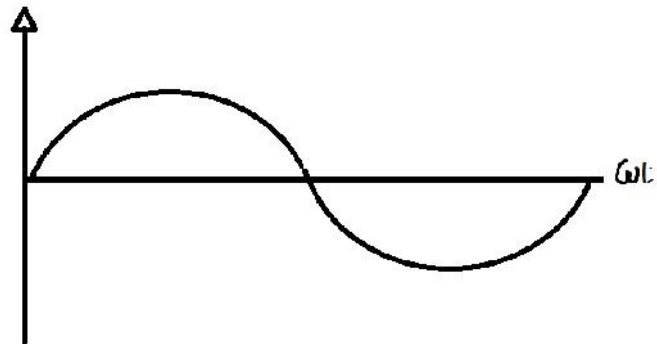
#### 1. Pengertian Motor DC

Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC. Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Untuk membedakan sebagai generator atau motor dari mesin difungsikan sebagai apa. Generator DC alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC. Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC. (Faylen Angel A.S, dkk, 2014).

Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tagangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik.

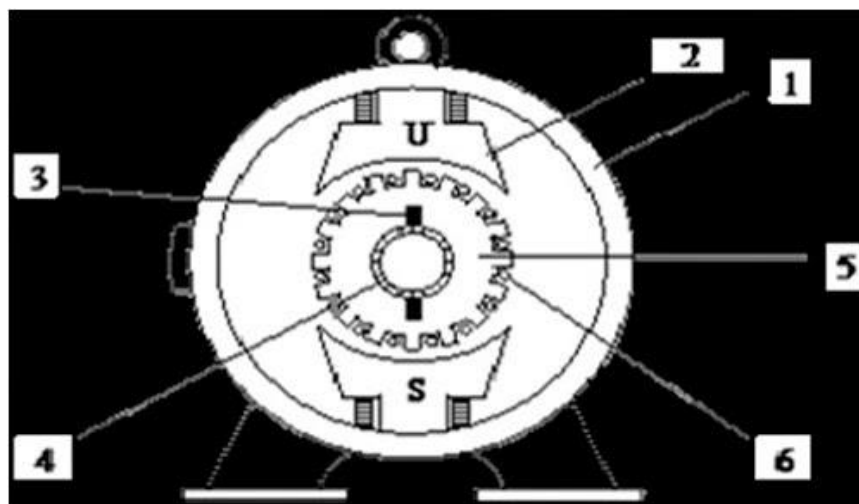
Prinsip dari arus searah adalah membalik fasa negatif dari gelombang sinusoidal menjadi gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan

kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet, dihasilkan tegangan (GGL) seperti yang terlihat pada Gambar. 8 sebagai berikut :



Gambar 8. GGL dari Generator

Bagian-bagian yang penting dari motor DC yaitu :



Gambar 9. Bagian dari Motor DC  
(<http://insauin.blogspot.co.id/2014/12/makalah-motor-dc.html>)

#### 1) Badan Mesin

Badan mesin ini berfungsi sebagai tempat mengalirnya fluks magnet yang dihasilkan kutub magnet, sehingga harus terbuat dari bahan ferromagnetik. Fungsi lainnya adalah untuk meletakkan alat-alat tertentu dan mengelilingi

bagian-bagian dari mesin, sehingga harus terbuat dari bahan yang benar-benar kuat, seperti dari besi tuang dan plat campuran baja.

## 2) Inti kutub magnet dan belitan penguat magnet

Inti kutub magnet dan belitan penguat magnet ini berfungsi untuk mengalirkan arus listrik agar dapat terjadi proses elektromagnetik. Adapun aliran fluks magnet dari kutub utara melalui celah udara yang melewati badan mesin.

## 3) Sikat-sikat

Sikat - sikat ini berfungsi sebagai jembatan bagi aliran arus jangkar dengan bebas, dan juga memegang peranan penting untuk terjadinya proses komutasi.

## 4) Komutator

Komutator ini berfungsi sebagai penyearah mekanik yang akan dipakai bersama-sama dengan sikat. Sikat-sikat ditempatkan sedemikian rupa sehingga komutasi terjadi pada saat sisi kumparan berbeda.

## 5) Jangkar

Jangkar dibuat dari bahan ferromagnetic dengan maksud agar kumparan jangkar terletak dalam daerah yang induksi magnetiknya besar, agar ggl induksi yang dihasilkan dapat bertambah besar.

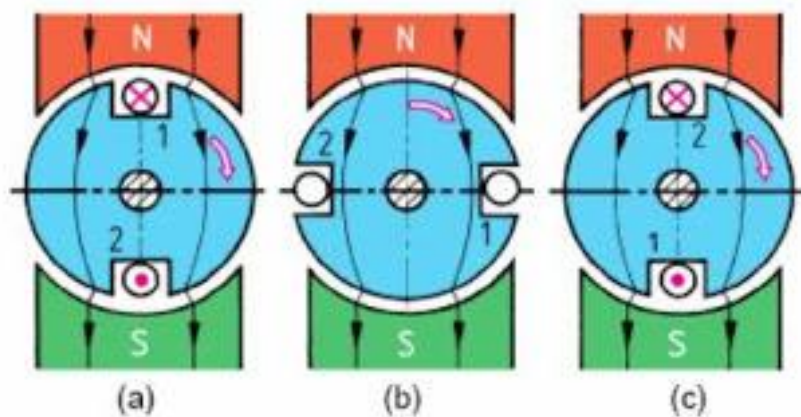
## 6) Belitan jangkar

Belitan jangkar merupakan bagian yang terpenting pada mesin arus searah, berfungsi untuk tempat timbulnya tenaga putar motor.

# 2. Prinsip Kerja Motor DC sebagai generator

Pembangkitan tegangan induksi oleh sebuah generator diperoleh melalui dua cara:

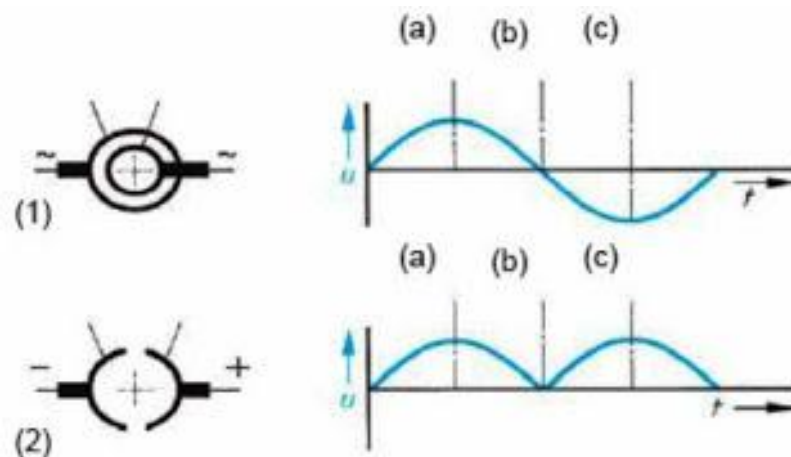
- a. Dengan menggunakan cincin-seret, menghasilkan tegangan induksi bolak-balik.
- b. Dengan menggunakan komutator, menghasilkan tegangan DC. Proses pembangkitan tegangan tegangan induksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 10. dan Gambar 11.



Gambar 10. Pembangkitan Tegangan Induksi.  
(<http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2009/01/generator-dc.html>)

Jika rotor diputar dalam pengaruh medan magnet, maka akan terjadi perpotongan medan magnet oleh lilitan kawat pada rotor. Hal ini akan menimbulkan tegangan induksi. Tegangan induksi terbesar terjadi saat rotor menempati posisi seperti Gambar 10. (a) dan (c). Pada posisi ini terjadi perpotongan medan magnet secara maksimum oleh penghantar. Sedangkan posisi jangkar pada Gambar 10. (b), akan menghasilkan tegangan induksi nol. Hal ini karena tidak adanya perpotongan medan magnet dengan penghantar pada jangkar atau rotor. Daerah medan ini disebut daerah netral.





Gambar 11. Tegangan Rotor yang Dihasilkan Melalui Cincin-Seret dan Komutator.

(<http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2009/01/generator-dc.html>)

Jika ujung belitan rotor dihubungkan dengan slip-ring berupa dua cincin (disebut juga dengan cincin seret), seperti ditunjukkan Gambar 11. (1), maka dihasilkan listrik AC (arus bolak-balik) berbentuk sinusoidal. Bila ujung belitan rotor dihubungkan dengan komutator satu cincin Gambar 11. (2) dengan dua belahan, maka dihasilkan listrik DC dengan dua gelombang positif.

- a. Rotor dari generator DC akan menghasilkan tegangan induksi bolak-balik. Sebuah komutator berfungsi sebagai penyearah tegangan AC.
- b. Besarnya tegangan yang dihasilkan oleh sebuah generator DC, sebanding dengan banyaknya putaran dan besarnya arus eksitasi (arus penguat medan).

## E. Penstabil Tegangan

### 1. Stop Kran Pipa Pasat

Penutup aliran air pada pertengahan saluran pipa pasat digunakan untuk mengontrol aliran air dari waduk. Stop kran ini memungkinkan pengaturan besar

kecilnya keluaran air atau menutup total aliran air yang menuju turbin apabila terjadi gangguan pada turbin atau menghentikan kerja PLTPH secara penuh.

Fungsi lain dari stop kran yaitu sebagai pengatur besar kecilnya debit air yang akan dialirkan menuju runner secara manual apabila kinerja generator menghasilkan tegangan diatas batas maksimal dari tegangan aman yang menuju Controller kit.



Gambar 12. Kran Penutup Sambungan Tengah pada Pipa PVC

## 2. Rangkaian Pembagi tegangan

### a. Tujuan

Fungsi pembagi tegangan yaitu untuk mengantisipasi bila terjadi over voltage yang diakibatkan oleh putaran generator yang terlalu tinggi yang dapat mengakibatkan kerusakan pada controller kit dikarenakan tegangan melebihi batas maksimal toleransi dari controller kitersebut.

### b. Fungsi

Rangkaian pembagi tegangan berfungsi membagi tegangan input menjadi beberapa bagian tegangan output. Pada contoh gambar 10. rangkaian pembagi tegangan , tegangan input  $V_{in}$  dibagi menjadi dua buah tegangan yaitu tegangan

V1 dan tegangan V2. Berdasarkan hukum ohm dapat diketahui bahwa nilai V1 sama dengan kuat arus (I) dikalikan Resistor (R1) dan V2 sama dengan kuat arus (I) dikalikan Resistor (R2). Sedangkan nilai I adalah tegangan Vin dibagi resistor total (Rtotal) yang merupakan hasil dari resistor R1 ditambah resistor R2.

$$V1 = I * R1 \rightarrow I = V1/R1 \dots \dots \dots (1)$$

$$V2 = I * R2 \rightarrow I = V2/R2 \dots \dots \dots (2)$$

$$I = V_{in} / (R_1 + R_2) \dots \dots \dots (3)$$

Dari ketiga rumus diatas dapat diperoleh rumus mencari V2 tanpa menghitung kuat arus lebih dulu, yaitu dengan mensubstitusikan rumus 1 dan rumus 2 pada rumus 3.

$$V1 = \frac{R1}{R1 + R2} \times V_{in}$$

Keterangan :

V1 = tegangan pada R1

R2 = resistor 2

R1 = resistor 1

Vin = tegangan input

$$I = V_{in} / (R1 + R2) \dots \dots \dots (3)$$

$$V1/R1 = V_{in} / (R1 + R2) \dots \dots \dots (1) \text{ dan } (3)$$

$$V1 = R1 * V_{in} / (R1 + R2) \dots \dots \dots (4)$$

Dengan cara yang sama dapat dicari rumus tegangan pembagi untuk V2 seperti persamaan dibawah :

$$V2 = \frac{R2}{R1 + R2} \times V_{in}$$

Keterangan :

V2 = tegangan pada R2

R2 = resistor 2

R1 = resistor 1

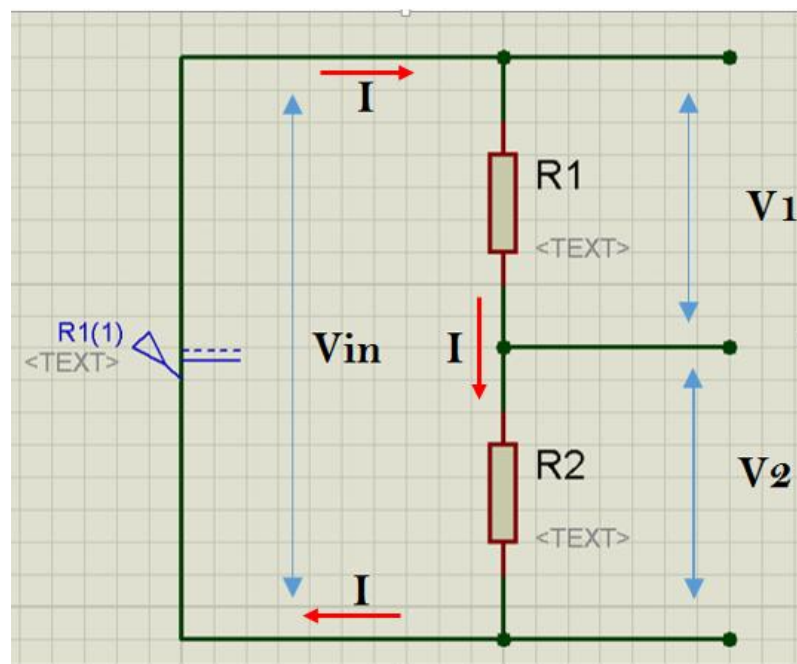
Vin = tegangan input

$$I = V_{in} / (R_1 + R_2) \dots \dots \dots (3)$$

$$V_2 / R_2 = V_{in} / (R_1 + R_2) \dots \dots \dots (2) \text{ dan } (3)$$

$$V_2 = R_2 * V_{in} / (R_1 + R_2) \dots \dots \dots (4)$$

Aplikasi rangkaian pembagi tegangan dapat dijumpai pada rangkaian penguat transistor dengan bias pembagi tegangan. Selain itu pembagi tegangan dapat dijumpai pada teori rangkaian Thevenin.



Gambar 13. Rangkaian Sederhana Pembagi Tegangan

Jadi fungsi utama rangkaian pembagi tegangan yaitu sebagai kontrol dari sumber listrik yang dihasilkan generator sehingga tegangannya terkendali dan berada pada rentan toleransi minimal dan maksimal yang menuju solar charger controller.

### 3. Regulator Tegangan dengan IC 7812

Tegangan keluaran dari generator pasti akan selalu berubah-ubah dikarenakan sumber air penggerak turbin dapat terpengaruh dengan banyak faktor eksternal. Walaupun telah memasang rangkaian pembagi tegangan yang berfungsi untuk mengontrol tegangan pada rentan toleransi yang diperbolehkan, namun resiko kelalaian dalam pengaturan tegangan keluaran yang melebihi batas maksimal akan menimbulkan resiko kerusakan pada komponen yang dipasang setelah rangkaian pembagi tegangan ini. Oleh karena itu, perlu adanya suatu rangkaian yang dapat mengontrol tegangan keluaran dari pembagi tegangan sehingga didapat tegangan keluaran stabil walaupun dalam kondisi air yang fluktuatif.

IC 7812 atau IC LM7812 yang merupakan salah satu IC regulator tegangan yang tersedia banyak di pasaran dengan rentan tegangan keluaran yang bervariasi. IC 7812 memiliki prinsip kerja yaitu akan mengubah besaran tegangan inputan yang berlebih menjadi arus, sehingga apabila terjadi peningkatan nilai tegangan inputan maka nilai arus listrik juga akan bertambah. Oleh karena itu penggunaan IC 7812 sebagai regulator tegangan sangatlah praktis untuk menstabilkan tegangan keluaran generator.



Gambar 14. IC LM 7812

([http://aus3d.com.au/image/cache/data/products/components/voltageRegulators/Im7812\\_1-600x600.jpg](http://aus3d.com.au/image/cache/data/products/components/voltageRegulators/Im7812_1-600x600.jpg))

#### 4. Controller Kit

Controller Kit adalah rangkaian elektronik yang digunakan untuk mengatur arus dan tegangan yang berasal dari sumber listrik umumnya seperti solar panel namun juga bisa untuk PLTPH atau PLTB skala kecil yang bertegangan keluaran DC kemudian yang diisikan ke baterai atau langsung menuju beban. Controller kit berfungsi untuk mengamankan baterai dari kemungkinan over charging (kelebihan pengisian-karena baterai sudah full) dan kemungkinan kelebihan voltase dari keluaran generator. Fungsi lain dari alat tersebut adalah untuk mengubah besaran tegangan menjadi arus, sehingga apabila controller regulator dipakai langsung menuju beban pengamanan yang dilakukan yaitu dengan mengubah tegangan inputan sampai batas maksimal (120 Volt) mengikuti tegangan beban dan mengubahnya menjadi arus sampai batas maksimal 10 A. Charge controller regulator ada yang menggunakan teknologi Pulse width modulation (PWM) dan ada yang menggunakan microcontroller untuk mengontrol pengisian baterai dan mengontrol arus dari baterai ke beban.



Gambar 15. Controller Kit

(sumber : <http://www.amazon.com/SainSonic-CMP12-10A-Controller-Regulator-Switcher/dp/B00H4N05H4>)

## 5. Capacitor

Pada hampir semua rangkaian elektronika, komponen kapasitor pasti selalu ada, baik pada rangkaian yang kompleks maupun pada rangkaian yang sederhana sekalipun. Untuk rangkaian penstabil tegangan yang saya buat, kapasitor saya gunakan sebagai penstabil keluaran dari keluaran rangkaian regulator tegangan. Hal ini dikarenakan, kapasitor berfungsi untuk menyimpan muatan listrik pada jangka waktu tertentu. Sehingga tegangan seolah-olah akan mengisi kapasitor sampai muatan penuh lalu tegangan dikeluarkan sebagai tegangan yang stabil.

Kapasitor sendiri terdiri dari dua lempengan konduktor yang dijembatani oleh sebuah dielektrik yang terbuat dari bahan tertentu.



Gambar 16. Capacitor

Untuk rangkaian penstabil tegangan, saya menggunakan kapasitor jenis elko. Hal ini dikarenakan kebutuhan tegangan yang relatif besar dan membutuhkan ukuran kapasitor dengan kapasitas sedang yaitu 2200uf.

#### F. Beban

Sebuah pembangkit listrik pastinya memiliki tujuan akhir yaitu dengan memanfaatkan sumber listrik hasil pembangkitan. Pemanfaatan utama untuk hasil dari PLTPH yaitu sebagai sumber listrik untuk beban listrik berskala kecil seperti beban penerangan. Untuk pemanfaatan sebagai sumber penerangan, maka beban yang digunakan yaitu beberapa lampu LED 12 volt dengan kapasitas 9 W dan 5 W yang akan digunakan sebagai penerangan jalan dan penerangan WC umum disekitar bendungan Kaliduren, Purwoharjo, Samigaluh, Kulon Progo.



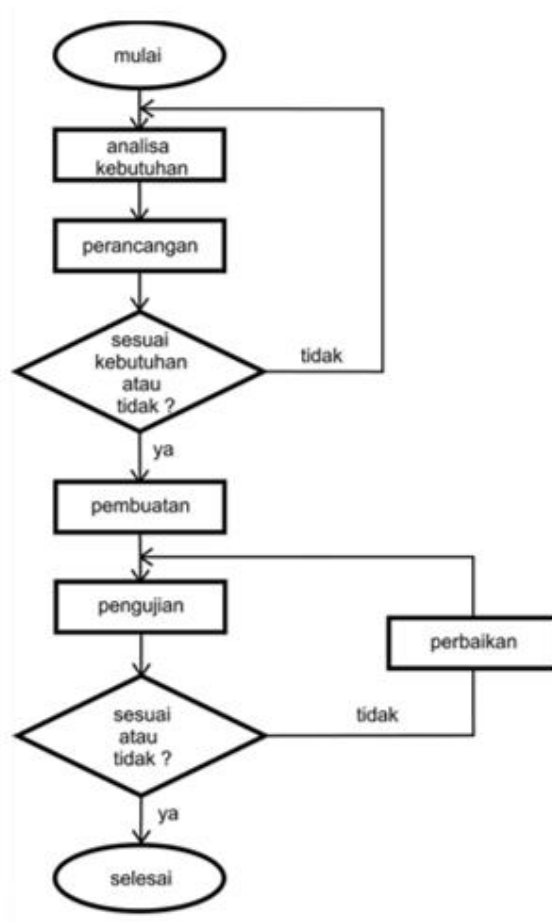


Gambar 17. Lampu LED 5 Watt 12 Volt sebagai Beban PLTPH

### BAB III

#### KONSEP RANCANGAN

Adapun langkah-langkah untuk melakukan proses pembuatan alat yang dilakukan seperti diagram alir berikut ini :



Gambar 18. Diagram Alir Pembuatan Alat

Diagram alir adalah suatu langkah kerja yang berisi tindakan untuk menyelesaikan pembuatan alat mulai dari menganalisa kebutuhan, perancangan, dan melakukan penilaian apakah barang sesuai atau tidak. Apabila sesuai maka berlanjut ke tahap pembuatan. Tahap pembuatan diawali dengan proses perancangan bisa dengan sket tangan atau desain grafis. Tahap perancangan sangat menentukan suatu alat berhasil atau gagal. Oleh karena itu, ketika melakukan desain harus disertai perhitungan yang matang. Proses selanjutnya yaitu pembuatan yang dilakukan dengan bahan-bahan yang telah ditentukan sehingga terbentuk alat sesuai dengan desain perancangan. Terakhir sampai pada tahap uji coba alat dengan melakukan berbagai pengukuran sehingga memperoleh data-data yang digunakan untuk mengukur apakah alat ini berhasil atau gagal. Apabila pengukuran sesuai atau mendapat hasil bagus, maka alat yang dibuat berhasil.

#### A. Analisis Kebutuhan

Analisa kebutuhan merupakan tahap dimana semua keperluan dalam pembuatan alat direncanakan baik dari sisi kuantitas, jenis, kualitas dan bentuk komponen. Analisa kebutuhan ini mencakup kebutuhan bahan-bahan yang akan dibuat serta alat apa saja yang akan digunakan untuk membantu penyelesaian alat. Kebutuhan alat tersebut telah ditulis dalam Tabel 1 dan untuk perkakas yang digunakan untuk membantu penyelesaian alat telah ditulis di Tabel 2.

Analisis dari semua perlengkapan yang dibutuhkan harus benar-benar baik, agar dalam proses pembuatan nantinya tidak terkendala dengan masalah

kekurangan komponen atau kesalahan dalam pembelian komponen atau pembelian bahan yang berlebihan.

Tabel 2. Daftar Bahan Yang Digunakan Dalam Pembuatan Penyetabil Tegangan

| No | Nama Komponen          | Spesifikasi             | Jumlah          | Satuan | Merk          |
|----|------------------------|-------------------------|-----------------|--------|---------------|
| 1  | Plat Akrilik           | 1,5 mm dan 2 mm         | 45x45 dan 19x20 | mm     | Adiwarna Mika |
| 2  | Kabel Jumper           | NYAF, 1mm               | secukupnya      | m      |               |
| 4  | Resistor               | (50, 100, 330, 470, 1k) | 1               | Ohm    |               |
| 5  | Capasitor /ELKO        | 2200                    | 2               | uf     |               |
| 6  | Tansistor TIP 2955     | -                       | 1               | Buah   |               |
| 7  | Transistor TIP 3055    | -                       | 1               | Buah   |               |
| 8  | Dioda                  | 1 A                     | 1               | Buah   |               |
| 9  | Potentiometer          | 1k                      | 1               | Ohm    |               |
| 10 | Saklar on/off          | Besar dan kecil         | 10              | Buah   |               |
| 11 | Voltmeter              | Rating 0 – 300          | 1               | Volt   | heles         |
| 12 | Fuse                   | -                       | 1               | Buah   |               |
| 13 | Rumah fuse             | 1A                      | 1               | Buah   |               |
| 14 | Saklar                 | -                       | 1               | Buah   |               |
| 15 | Baut PCB               | Panjang 1 cm            | 4               | Buah   |               |
| 16 | LED                    | Merah                   | 1               | Buah   |               |
| 17 | Charger Controller kit | 12 volt, 144 watt       | 1               | Paket  | CMP           |
| 18 | Resistor kotak         | 0,1 ohm 5w              | 3               | Ohm    |               |
| 19 | IC lm 7815             | 15volt                  | 1               | buah   |               |
| 20 | Amperemeter            | 5A                      | 1               | Buah   | heles         |

Untuk alat yang digunakan untuk menunjang penyelesaian dari alat penstabil tegangan kami, seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Alat Yang Digunakan Dalam Proses Pembuatan

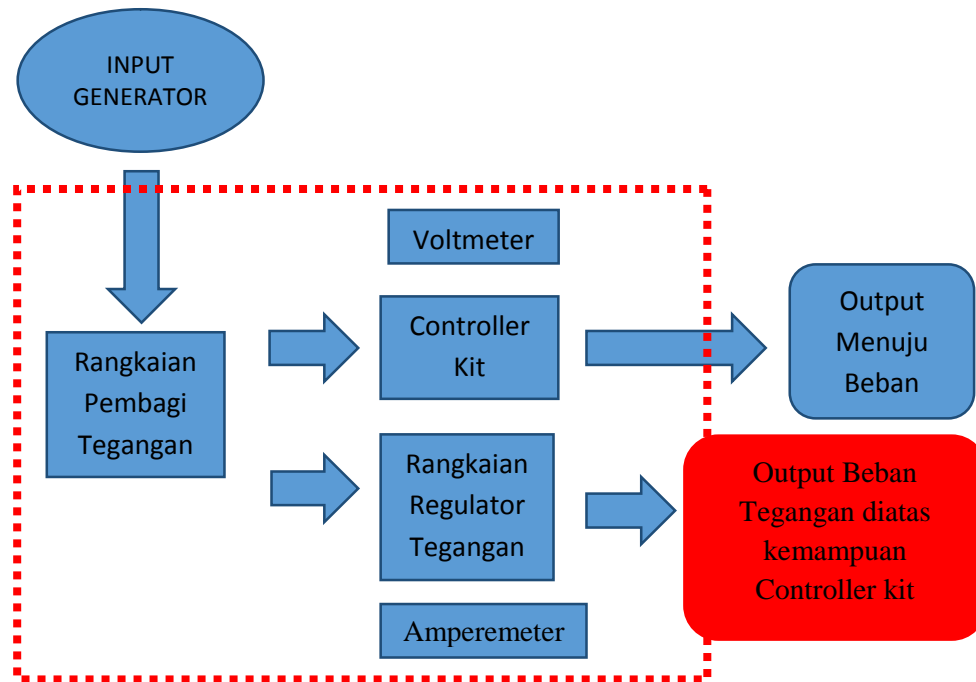
| No | Nama Alat        | Spesifikasi            | Jumlah     | Satuan | Tipe/<br>Merk |
|----|------------------|------------------------|------------|--------|---------------|
| 1  | Tenol            | -                      | secukupnya | m      |               |
| 2  | Gergaji          | Besi                   | 1          | Buah   |               |
| 3  | Solder           | 40 watt                | 1          | Buah   |               |
| 4  | Bor listrik      | Bor listrik DC         | 1          | Buah   |               |
| 5  | Penggaris        | 30                     | 1          | cm     |               |
| 6  | Kunci ring       | 8                      | 1          | Buah   |               |
| 7  | Kikir            | Bulat                  | 1          | Buah   |               |
| 8  | Obeng            | +                      | 1          | Buah   |               |
| 9  | Multimeter       | Analog                 | 1          | Buah   | Namichi       |
| 10 | Atraktor         | Penyedot tenbol        | 1          | Buah   | Rapid         |
| 11 | Gerinda duduk    |                        | 1          | Buah   |               |
| 12 | Lem Tembak       |                        | 1          | Buah   | origin        |
| 13 | Bahan lem tembak | Bahan untuk dilelehkan | 1          | Batang |               |

## B. Blok Diagram Rangkaian

Blok diagram rangkaian adalah salah satu metode yang digunakan untuk mempermudah dalam memahami garis besar dari cara kerja alat yang dibuat. Diawali dengan menggambarkan komponen yang berfungsi sebagai prime mover kemudian menuju rangkaian generator dc, kemudian terhubung dengan rangkaian pembagi tegangan. Setelah aliran keluar dari rangkaian pembagi tegangan, lalu masuk rangkaian voltage regulator. Terakhir rangkaian terhubung ke rangkaian regulator pengisian baterai dan menuju ke beban.

Diagram ini disusun dengan bentuk menyerupai aliran mekanisme kerja dari alat mulai dari komponen pertama sampai terakhir yang berhubungan dengan proses sistem penstabilan tegangan pada keluaran generator DC.

Komponen yang dirangkai sebagai alat penstabil tegangan yaitu seperti bagan pada Gambar 19.



Gambar 19. Diagram Alir Rangkaian Penstabil Tegangan

### C. Tahap Perancangan

#### 1. Perancangan Box untuk Penstabil Tegangan dan Charger Regulator

Pertama menentukan bentuk dari box yang akan digunakan sebagai wadah dari ketiga rangkaian penstabil tersebut. Bentuk box harus sesuai dengan bentuk rangkaian sehingga bentuk box menjadi serasi dengan bentuk rangkaian. Bentuk dari box biasanya berbentuk sederhana yaitu persegi atau kotak.

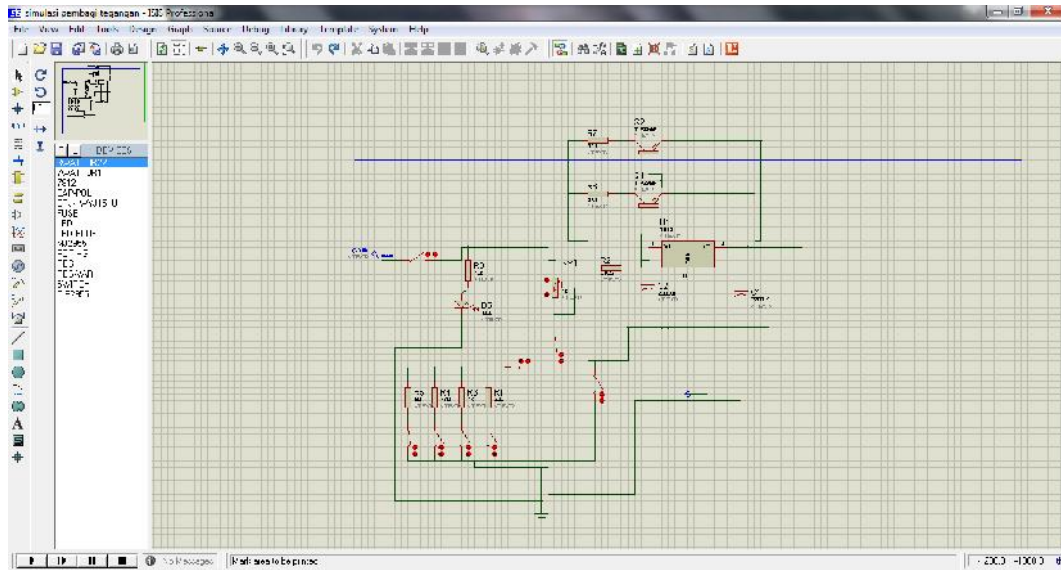
Setelah itu menentukan jenis bahan yang akan dipakai sebagai bahan box. Untuk memperindah tampilan biasanya menggunakan bahan yang tembus pandang seperti mika atau akrilik. Bahan akrilik disamping memiliki kesan lebih indah, juga dapat dimanfaatkan untuk mengontrol komponen yang digunakan apakah bermasalah atau tidak. Untuk gambar rancang bangun box penstabil ada di lampiran 1.

## 2. Perancangan Susunan Metering dan Komponen Kontrol

Perancangan selanjutnya adalah merancang susunan komponen yang diawali dengan penentuan dari komponen-komponen yang akan dipasang sebagai rangkaian penstabil tegangan. Apabila komponen yang dibutuhkan telah lengkap, maka bisa mengawali dengan menentukan tata letak dari komponen yang akan dipasang. Penentuan tata letak ini sangat penting terlebih dari segi estetika dan keindahan pekerjaan. Setelah tata letak ditentukan, maka berlanjut pada penggambaran bentuk komponen pada mika akrilik yang akan digunakan sebagai tutup seperti desain perancangan penyusunan metering yang ada dilembar lampiran ke 2.

## 3. Perancangan Simulasi Alat Penstabil Tegangan

Perancangan berupa simulasi rangkaian alat penstabil Tegangan merupakan salah satu langkah yang penting dalam proses pembuatan sebuah rangkaian elektronik. Manfaat utama dari melakukan simulasi yaitu dapat mengetahui kinerja rangkaian dan dapat mengevaluasi kinerja rangkaian sebelum rangkaian benar-benar dibuat. Manfaat lain dari melakukan simulasi yaitu dapat menghemat dalam pembelian komponen yang dibutuhkan untuk membuat rangkaian penstabil tegangan. Terlebih untuk mengantisipasi dalam membeli komponen yang mahal namun tidak bisa berkerja sesuai rencana.



Gambar 20. Pembuatan Simulasi Rangkaian Pembagi Tegangan dan Regulator Tegangan dengan Aplikasi ISIS PROTEUS.

#### 4. Perancangan Alat Penyetabil Tegangan

##### a. Perancangan Rangkaian Pembagi Tegangan

Perancangan rangkaian pembagi tegangan bertujuan untuk menghasilkan rangkaian yang dapat berfungsi sebagai pembagi tegangan untuk mengantisipasi tegangan berlebih dari keluaran generator. Prinsip kerja dari rangkaian pembagi tegangan yaitu memanipulasi besaran tegangan yang melalui suatu percabangan memanfaatkan resistor sebagai hambatan pembaginya. Rancangan yang berupa hasil dari rangkaian simulasi kemudian dapat dibuat pada bentuk nyata berupa rangkaian pada papan PCB.

Komponen yang digunakan dalam rangkaian pembagi tegangan adalah potensiometer dan resistor. Besaran resistor yang dipakai yaitu 50 Ohm, 100 Ohm, 500 Ohm dan 1K Ohm. Untuk potensiometer yang dipakai berhambatan 1K Ohm.

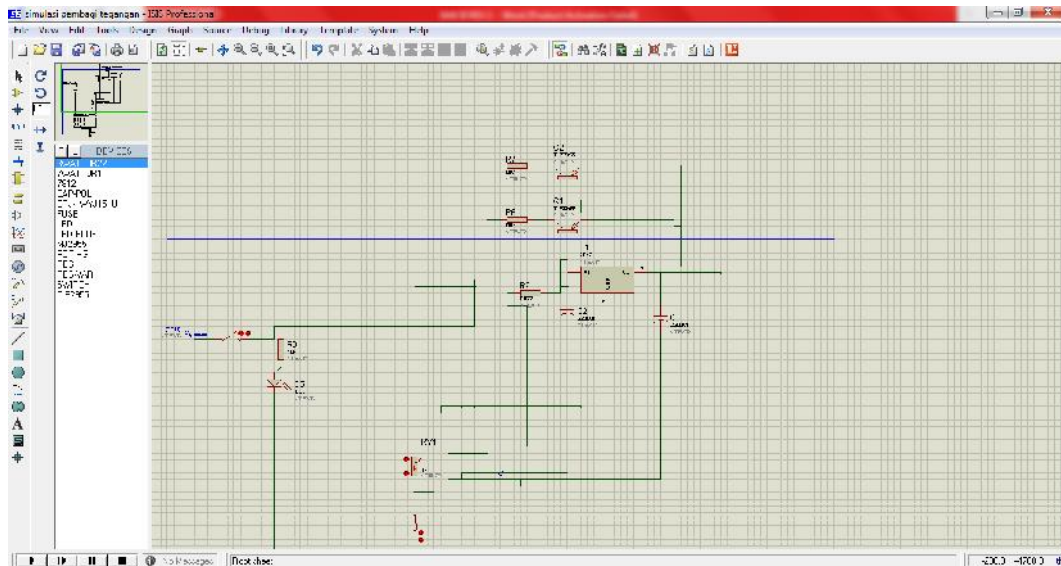


### b. Perancangan Rangkaian Regulator Tegangan

Untuk komponen yang digunakan dalam rangkaian regulator meliputi kapasitor 2200 uf 2 buah, resistor cement 0,1 Ohm 5 W 3 buah, transistor TIP 2955 dan TIP 3055, IC LM7815.

Perancangan yang baik harus mempertimbangkan berbagai aspek yang sangat mempengaruhi pembuatan alat yaitu perancangan harus menghasilkan

rangkaian yang efisien, efektif dan hemat terutama dalam pemilihan komponen yang sesuai.



Gambar 22. Perancangan Rangkaian Regulator Tegangan

#### D. Pembuatan Alat

##### 1. Pembuatan Box untuk Penyetabil Tegangan dan Charger Regulator

Pada pembuatan box penstabil tegangan, saya menggunakan mika akrilik berukuran 1.5 mm, sedangkan ukuran dari box yang digunakan berukuran sekitar 20x19x5 cm<sup>3</sup>.



Gambar 23. Pembuatan Box Penstabil Tegangan dengan Bahan Akrilik

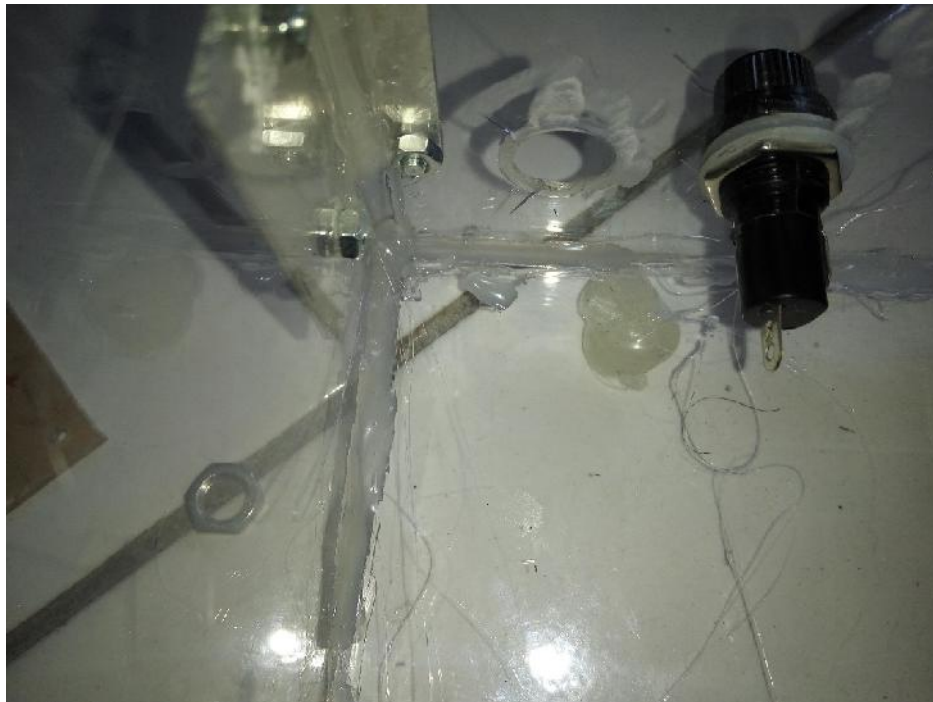
Untuk menghubungkan potongan-potongan plat akrilik maka digunakan plat siku dari aluminium.



Gambar 24. Siku Aluminium Sebagai Penguat Box Penstabil Tegangan

Penggabungan antara plat akrilik dengan siku aluminium dengan menggunakan baut ukuran 8 inci yang ditanam dikeempat sisi pada tiap sudut box.

Untuk memperkuat rancang bangun dari box penstabil tegangan, maka pada tiap sudut box diberi lem leleh pada semua sambungan yang memungkinkan untuk dilem.

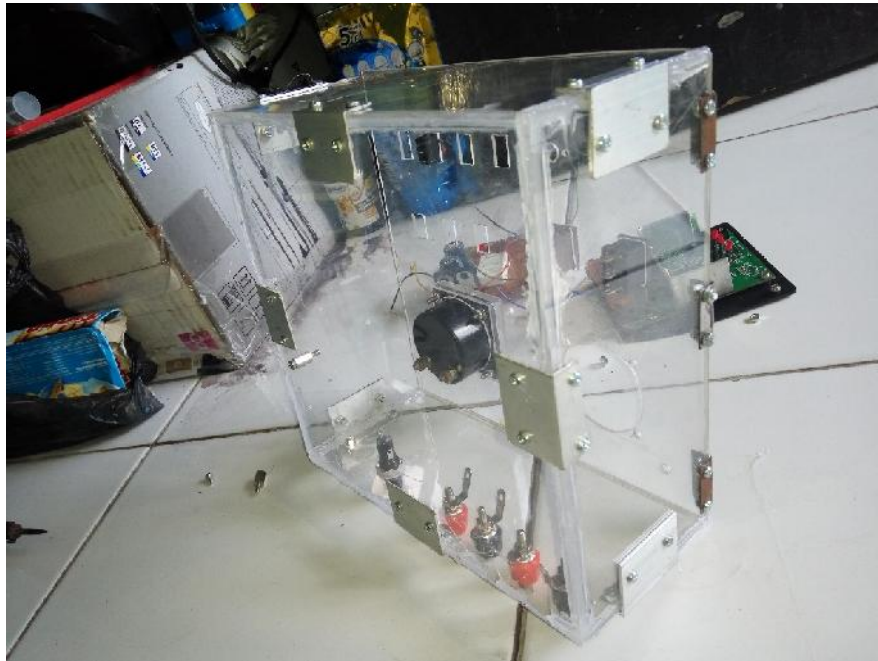


Gambar 25. Pengeleman Pada Sambungan antar Akrilik

Untuk bagian atas didesain untuk bisa membuka dan menutup sehingga menggunakan engsel pada bagian belakang akrilik yang digunakan sebagai tutup. Engsel yang dipasang berjumlah 3 buah untuk memperkuat desain penutup penstabil tegangan kami.

Alasan menggunakan mika akrilik sebagai box penstabil tegangan yaitu karena bahan akrilik tidak mudah pecah bila dibandingkan dengan kaca, lebih

mudah dibentuk bila dibandingkan dengan plastik biasa, memiliki warna bening sehingga dapat memberi kesan bersih dan rapi pada box.



Gambar 26. Hasil Pembuatan Box Penstabil Tegangan

## 2. Pembuatan Lubang Metering dan Lubang Komponen Kontrol

Pembuatan susunan metering dan komponen kontrol yaitu kegiatan membuat lubang untuk menempatkan komponen yang digunakan sebagai alat metering seperti voltmeter dan amperemeter. Untuk lubang komponen kontrol meliputi beberapa saklar dan potentiometer.

Proses pembuatan lubang yaitu dengan menggunakan perkakas bor listrik untuk membentuk pola dari mika kemudian menggunakan gergaji dan kikir untuk meratakan lubang hasil pelubangan. Untuk lubang yang sulit dijangkau oleh perkakas, saya menggunakan solder untuk membentuk lubang yang diinginkan.





Gambar 27. Pembuatan Lubang untuk Komponen Kontrol dan Metering

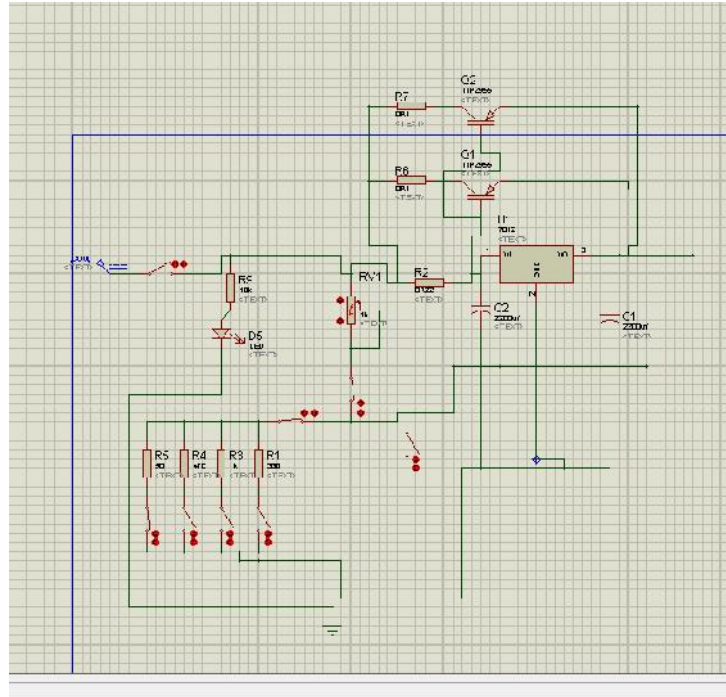
Pelubangan yang dilakukan harus memiliki ukuran yang pas dengan komponen yang akan dipasang dan diusahakan agar tidak terlalu besar supaya komponen dapat dipasang dengan kokoh dan tidak mudah lepas. Untuk penghalusan pada lubang akrilik bisa dilakukan setelah selesai pelubangan untuk semua komponen. Apabila lubang kurang pas, maka lubang-lubang pada akrilik bisa dibesarkan atau dikecilkan dengan menggunakan solder. Solder akan memanaskan bahan akrilik sehingga lubang bisa dibesarkan atau digeser secara paksa.



Gambar 28. Hasil Pembuatan Lubang Matering

### 3. Simulasi Alat Penyetabil Tegangan

Simulasi merupakan langkah awal dalam menentukan seperti apa rangkaian yang akan dibuat. Kelebihan dalam membuat simulasi terlebih dahulu dikarenakan kemungkinan try and error dalam simulasi sehingga rangkaian dapat dipastikan untuk jenis dan macam komponen yang akan dipasang serta bagaimana bentuk rangkaian yang akan dibuat. Simulasi yang dibuat meliputi rancangan pembagi tegangan dan regulator tegangan. Untuk pembuatan simulasi penulis menggunakan ISIS Proteus.



Gambar 29. Rangkaian Simulasi Penstabil Daya

#### 4. Pembuatan Rangkaian Penstabil Tegangan

##### a. Pembuatan Rangkaian Pembagi Tegangan

Pembuatan pembagi tegangan diawali dengan pemasangan komponen di PCB. Komponen dirangkai sesuai dengan rangkaian simulasi yang telah dibuat. Komponen lalu disusun dan diberi tenol untuk perekatan dengan tembaga. Karena menggunakan PCB lubang, maka harus menggunakan jumper untuk menghubungkan antar kaki komponen sesuai rangkaian yang telah dibuat. Untuk memastikan bahwa rangkaian tidak mengalami shortcircuit, maka digunakan multimeter untuk menguji tahanan dari rangkaian dan memastikan rangkaian berkerja. Untuk perangkaian di box, maka PCB diberi lubang untuk pemasangan baut penyangga.



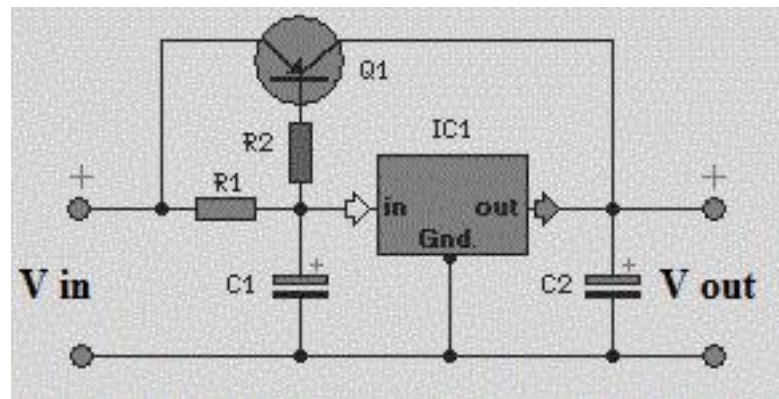


Gambar 30. Resistor Sebagai Komponen Pembagi Tegangan

#### b. Pembuatan Rangkaian Regulator Tegangan

Pembuatan regulator tegangan memiliki peran yang sangat penting dari alat penstabil tegangan yang saya buat, karena prinsip kerja regulator tegangan yang dapat mengatur keluaran tegangan sesuai selera tergantung jenis IC yang digunakan. Untuk rangkaian yang saya buat menggunakan IC lm 7815. Dikarenakan untuk pengisian sebuah aki membutuhkan tegangan minimal kurang lebih 13,7 Volt. Sehingga untuk asumsi drop dari rangkaian sekitar 0,5 volt dan tegangan keluaran minimal dari IC LM 7815 sendiri diambil dari katalog IC LM78xx series sekitar 14,4 Volt, jadi tegangan keluaran yang diharapkan diatas 13,7 Volt dapat terpenuhi dengan menggunakan IC LM7815 ini.

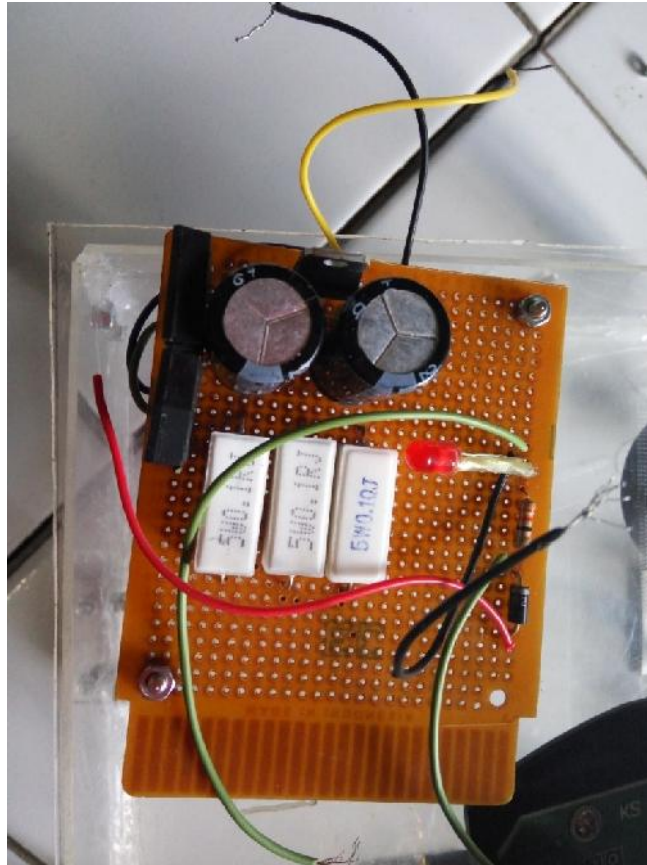
Untuk komponen-komponen pendukung yang digunakan untuk membuat rangkaian regulator ini yaitu seperti gambar 32.



Gambar 31. Rangkaian Voltage Regulator dengan 1 transistor

Komponen yang digunakan yaitu seperti 2 buah caasitor/elko 220 uf yang dipasang paralel dengan input dan output. Kemudian komponen transistor berjenis TIP 3055 atau TIP 2955. Untuk resistornya menggunakan 1 buah resistor 500 ohm.

Untuk pembuatan rangkaian diawali dengan pemasangan komponen di PCB. Jenis PCB yang digunakan yaitu PCB dengan jenis yang berlubang. Komponen dirangkai sesuai dengan rangkaian simulasi yang telah dibuat. Perangkaian setiap komponen menggunakan tenol dan kabel jumper. Untuk memastikan rangkaian berkerja dengan baik maka digunakan multimeter untuk menguji tahanan rangkaian dan memastikan rangkaian tidak mengalami shortcircuit.



Gambar 32. Rangkaian Regulator Tegangan

#### E. Perencanaan Pengujian

##### 1. Uji Teknis

Tujuan dilakukannya uji teknis adalah untuk mengetahui kondisi instalasi dan kinerja masing-masing komponen dalam pembangkit listrik tenaga pico-hydro. Langkah- langkah yang dilakukan dalam uji teknis adalah sebagai berikut:

- a. Memeriksa instalasi yang terpasang pada setiap pembangkit listrik tenaga pico-hydro.
- b. Memeriksa kinerja dari setiap komponen-komponen yang terpasang pada setiap pembangkit listrik tenaga pico-hydro.

- c. Melakukan pengukuran dan pemeriksaan pada tiap-tiap komponen untuk mengetahui kondisi dan kinerja komponen serta kinerja dari penstabil tegangan.

## 2. Uji Unjuk Kerja

Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui unjuk kerja dari mini pembangkit listrik arus searah dengan komponen pembangkit listrik tenaga pico-hydro serta mengetahui hasil pembangkitan tegangan arus searah DC yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga pico-hydro ini.

Adapun langkah-langkah sebelum proses pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan pembangkit listrik tenaga pico-hydro dengan komponen-komponennya.
2. Merangkai dan menghubungkan masing-masing komponendengan benar.
3. Langkah berikutnya mengacu pada Tabel pengujian berikut ini

Tabel 4. Pengujian Keluaran Beban Kosong Generator DC

| No | Vbo<br>Generator<br>(Volt) | Debit air<br>(m <sup>3</sup> /s) | rpm |
|----|----------------------------|----------------------------------|-----|
| 1  |                            |                                  |     |
| 2  |                            |                                  |     |
| 3  |                            |                                  |     |
| 4  |                            |                                  |     |
| 5  |                            |                                  |     |
| 6  |                            |                                  |     |
| 7  |                            |                                  |     |

\*Vbo=Tegangan Beban Kosong

Tabel 5. Penstabilan dari Keluaran Alat Penstabil Tegangan dengan  
Beban 3 Lampu LED 5 Watt 12 Volt

| No | Vo<br>Generator<br>(volt) | Vo<br>Penstabil<br>Tegangan<br>(volt) | Io<br>Generator<br>(Ampere) | Io<br>Penstabil<br>Daya<br>(Ampere) | Po<br>Generator<br>(watt) | Po<br>Penstabil<br>(watt) | Kecepatan<br>Putar<br>Generator<br>dan Turbin<br>(rpm) |
|----|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| 1  |                           |                                       |                             |                                     |                           |                           |  |
| 2  |                           |                                       |                             |                                     |                           |                           |  |
| 3  |                           |                                       |                             |                                     |                           |                           |  |
| 4  |                           |                                       |                             |                                     |                           |                           |  |
| 5  |                           |                                       |                             |                                     |                           |                           |  |
| 6  |                           |                                       |                             |                                     |                           |                           |  |
| 7  |                           |                                       |                             |                                     |                           |                           |  |

\*Vo=Tegangan Output, Io=Arus Output

## BAB IV

### HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian

Tujuan dari pengambilan data adalah untuk mengetahui kinerja rancang bangun penstabil tegangan pada keluaran generator DC untuk PLTPH yang telah dibuat. Pengujian dan pengambilan data yang dilakukan disini meliputi, pengujian tegangan keluaran rangkaian penstabil tegangan terhadap tegangan keluaran generator DC pada PLTPH yang kami buat.

##### 1. Uji Teknis

###### a. Tempat Pengambilan Data

Pengambilan data dari pengujian penstabil tegangan PLTPH dilakukan di WC atau kamar mandi TK Siwi Peni, Desa Purwoharjo, Samigaluh, Kulon Progo.

###### b. Alat dan Bahan untuk Pengujian

Alat dan bahan yang digunakan dalam uji teknis kinerja penstabil tegangan pada keluaran generator DC untuk PLTPH yaitu meliputi :

Tabel 6. Alat dan Bahan Untuk Uji Teknis

| No | Alat dan bahan                                 | Jumlah               |
|----|--|----------------------|
| 1. | Metering terpasang (amperemeter dan voltmeter) | Masing-masing 1 buah |
| 2. | Amperemeter DC                                 | 1 Buah               |
| 3. | Multimeter                                     | 1 Buah               |
| 4. | Kabel penghubung (jumper)                      | Secukupnya           |
| 5. | RPM meter                                      | 1 Buah               |

### c. Langkah-langkah Uji Teknis

Dalam menguji kemampuan teknis penstabil tegangan pada keluaran generator DC untuk PLTPH maka dilakukan pengujian tiap-tiap langkah mulai dari tegangan yang dihasilkan generator dan proses menstabilkan tegangan agar tegangan yang akan menuju aki dan beban sesuai kapasitas yang diperbolehkan serta mengambil data hasil pengujian dari awal sampai akhir. Pengujian yang dilakukan meliputi:

- 1) Pengujian tegangan keluaran generator
  - a) Langkah pertama yaitu memeriksa instalasi yang terpasang pada pembangkit listrik tenaga pico-hydro.
  - b) Langkah kedua yaitu memeriksa kinerja dari setiap komponen – komponen yang terpasang pada pembangkit listrik tenaga pico-hydro.
  - c) Langkah ketiga yaitu melakukan pengukuran dan pemeriksaan pada setiap komponen untuk mengetahui kondisi dan kinerja komponen
  - d) Langkah keempat yaitu mengamati proses dari tegangan keluaran generator DC, dibandingkan dengan debit dan putaran puli.
- 2) Pengujian tegangan keluaran generator DC setelah masuk penstabil tegangan.
  - a) Langkah pertama yaitu memeriksa instalasi yang terpasang pada pembangkit listrik tenaga pico-hydro.
  - b) Langkah kedua yaitu memeriksa kinerja dari setiap komponen – komponen yang terpasang pada pembangkit listrik tenaga pico-hydro.

- c) Langkah ketiga yaitu melakukan pengukuran dan pemeriksaan pada setiap komponen untuk mengetahui kondisi dan kinerja komponen
- d) Langkah keempat yaitu menghubungkan keluaran generator dengan rangkaian penstabil tegangan.
- e) Langkah kelima yaitu mengamati proses penstabilan tegangan sebelum masuk kebeban dan baterai.

## 2. Uji Unjuk Kerja

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data terukur dari kinerja PLTPH. Pengujian ini memiliki dua pengukuran yaitu pengambilan data tegangan keluaran genertor DC dibandingkan dengan debit terukur dan putaran puli serta pengambilan data tegangan keluaran setelah rangkaian menggunakan penstabil tegangan. Proses pengambilan data yang dilakukan sebagai berikut:

### a. Pengujian Kinerja Rangkaian Pembagi Tegangan

Pengujian rangkaian pembagi tegangan ini bertujuan untuk mengamankan sistem penstabil tegangan dari kelebihan tegangan pada keluaran penstabil tegangan ketika beban lampu terlalu sedikit atau ketika kinerja pembangkit maksimal dengan tegangan maksimal 220 Volt yang bisa merusak alat penstabil tegangan. Pembagi tegangan ini penting karena kapasitas penstabil tegangan hanya sekitar 120 Watt dengan 10 A dan 12 Volt atau tegangan beban kosong sebesar 120 Volt. Untuk waktu pengujian 1 sampai pengujian 4, kami laksanakan pada tanggal 12,13, 18, dan 27 Mei 2016.



Tabel 7. Hasil Pengujian Kinerja Pembagi Tegangan dengan Beban 3  
Lampu LED 5 Watt 12 Volt

| NO | Besar Resistansi  | Tegangan input (Volt) | Pengujian 1 (Volt) | Pengujian 2 (Volt) | Pengujian 3 (Volt) |
|----|-------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | Saklar 1(50 ohm)  | 10,25                 | 9,5                | 9,5                | 9,5                |
| 2  | Saklar 2(100 ohm) | 10,25                 | 9,25               | 9,25               | 9,25               |
| 3  | Saklar 3(500 ohm) | 10,25                 | 8,25               | 8,25               | 8,25               |
| 4  | Saklar 4(1K ohm)  | 10,25                 | 7,5                | 7,5                | 7,5                |
| 5  | 50+100 ohm        | 10,25                 | 9,75               | 9,75               | 9,75               |
| 6  | 50+500 ohm        | 10,25                 | 9,5                | 9,5                | 9,5                |
| 7  | 50+1K ohm         | 10,25                 | 9,5                | 9,5                | 9,5                |
| 8  | 100+500 ohm       | 10,25                 | 9,5                | 9,5                | 9,5                |
| 9  | 100+1K ohm        | 10,25                 | 9,25               | 9,25               | 9,25               |
| 10 | 500+1K ohm        | 10,25                 | 8,75               | 8,75               | 8,75               |
| 11 | 50+100+500 ohm    | 10,25                 | 9,75               | 9,75               | 9,75               |
| 12 | 50+100+500+1K ohm | 10,25                 | 9,9                | 9,9                | 9,9                |

\*ketentuan pengukuran menggunakan nilai resistansi potensio maksimal

Berdasarkan data pengujian kinerja pembagi tegangan diatas, didapat data bahwa untuk tegangan keluaran penstabil tegangan mula-mula sebesar 10,25 Volt melewati saklar by-pass dan setelah saklar pembagi tegangan on, tegangan ketika memakai resistansi saklar 50 ohm sampai kombinasi dengan keempat saklar tersebut, maka didapat tegangan keluaran penstabil tegangan terkecil sebesar 7,5 Volt selama 3 kali pengujian yaitu dengan menggunakan saklar 1K. untuk hasil tegangan maksimal berdasarkan pengujian diatas, saklar yang digunakan yaitu ketika semua saklar dalam kondisi on yang menghasilkan tegangan 9,9 Volt.

b. Pengambilan Data Tegangan Beban Kosong Keluaran dari Generator

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai keluaran tegangan output (keluaran) generator yang dibandingkan dengan debit aliran sungai, tekanan saluran air dan putaran pulipada turbin atau generator. Dari pengujian ini, diperoleh data berupa tegangan listrik dan arus listrik. Untuk perbandingan, RPM pada beban kosong sebesar 150-180rpm (pada puli turbin) dan 350-371rpm (pada puli generator) dengan tegangan beban kosong antara 25-28 Volt. Proses pengambilan data menggunakan alat multimeter, rpm meter (apabila ada).

Pada pengujian debit air menggunakan metode sederhana yaitu menggunakan perhitungan debit air sungai :

$$Q = V \times A$$

Keterangan :

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

V = Kecepatan aliran rata-rata (m/s)

A = Luas penampang aliran (m<sup>2</sup>)

Lalu data debit terukur dapat dibandingkan dengan tegangan yang terukur.

Pengujian ini menggunakan alat stopwatch dan tabung air.

Untuk pengujian wattmeter menggunakan perkalian antara tegangan dan arus atau seperti rumus dibawah ini:

$$W = V \times I$$

Keterangan :

W = Daya Pembangkit (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Hasil pengujian yang didapat, dilakukan selama empat hari kemudian di cari rata-rata dari hasil pengukuran yang didapat.

Tabel 8. Hasil Pengujian 1 Keluaran Beban Kosong Generator DC

| No | Vbo Generator (Volt) | Debit Air (m <sup>3</sup> /s) | Rpm |    |
|----|----------------------|-------------------------------|-----|----|
|    |                      |                               | Pg  | Pt |
| 1  | 28,00                | 0,017                         | 224 | 69 |
| 2  | 27,50                | 0,017                         | 223 | 67 |
| 3  | 26,00                | 0,017                         | 220 | 64 |
| 4  | 27,50                | 0,017                         | 222 | 65 |
| 5  | 27,75                | 0,017                         | 223 | 66 |
| 6  | 28,25                | 0,017                         | 225 | 70 |
| 7  | 28,00                | 0,017                         | 224 | 69 |
| 8  | 27,25                | 0,017                         | 223 | 66 |
| 9  | 26,00                | 0,017                         | 220 | 64 |
| 10 | 27,25                | 0,017                         | 223 | 65 |
| 11 | 28,25                | 0,017                         | 225 | 70 |
| 12 | 27,50                | 0,017                         | 223 | 66 |
| 13 | 26,25                | 0,017                         | 220 | 64 |
| 14 | 27,00                | 0,017                         | 221 | 66 |
| 15 | 27,50                | 0,017                         | 222 | 68 |

\*Pengukuran volt dengan multimeter\*\*pengukuran arus dengan amperemeter DC dengan ketepatan 60%dibanding multimeter

Tabel 9. Hasil Pengujian 2 Keluaran Beban Kosong Generator DC

| No | Vbo Generator (Volt) | Debit Air (m <sup>3</sup> /s) | Rpm |    |
|----|----------------------|-------------------------------|-----|----|
|    |                      |                               | Pg  | Pt |
| 1  | 28,00                | 0,017                         | 223 | 68 |
| 2  | 27,00                | 0,017                         | 221 | 66 |
| 3  | 26,50                | 0,017                         | 220 | 65 |
| 4  | 27,00                | 0,017                         | 221 | 66 |
| 5  | 27,75                | 0,017                         | 222 | 67 |
| 6  | 28,25                | 0,017                         | 224 | 70 |
| 7  | 28,00                | 0,017                         | 223 | 69 |
| 8  | 27,50                | 0,017                         | 222 | 67 |
| 9  | 26,00                | 0,017                         | 221 | 64 |
| 10 | 25,50                | 0,017                         | 219 | 61 |
| 11 | 26,50                | 0,017                         | 220 | 63 |
| 12 | 27,00                | 0,017                         | 221 | 66 |
| 13 | 27,75                | 0,017                         | 222 | 67 |
| 14 | 28,00                | 0,017                         | 223 | 68 |
| 15 | 27,50                | 0,017                         | 222 | 67 |

Tabel 10. Hasil Pengujian 3 Keluaran Beban Kosong Generator DC

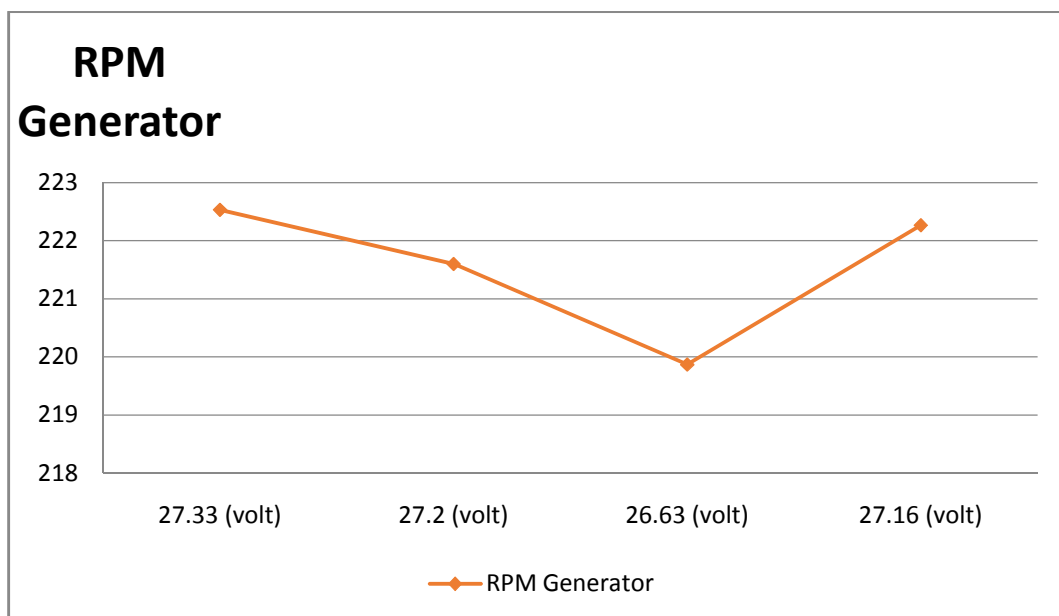
| No | Vbo Generator (Volt) | Debit Air (m <sup>3</sup> /s) | Rpm |    |
|----|----------------------|-------------------------------|-----|----|
|    |                      |                               | Pg  | Pt |
| 1  | 27,50                | 0,017                         | 222 | 68 |
| 2  | 25,00                | 0,017                         | 218 | 64 |
| 3  | 27,50                | 0,017                         | 222 | 68 |
| 4  | 26,00                | 0,017                         | 219 | 66 |
| 5  | 27,50                | 0,017                         | 221 | 67 |
| 6  | 26,50                | 0,017                         | 219 | 65 |
| 7  | 25,50                | 0,017                         | 217 | 64 |
| 8  | 26,50                | 0,017                         | 219 | 66 |
| 9  | 27,00                | 0,017                         | 220 | 67 |
| 10 | 26,50                | 0,017                         | 220 | 66 |
| 11 | 27,50                | 0,017                         | 222 | 68 |
| 12 | 27,00                | 0,017                         | 220 | 66 |
| 13 | 26,00                | 0,017                         | 219 | 64 |
| 14 | 27,50                | 0,017                         | 221 | 66 |
| 15 | 26,00                | 0,017                         | 219 | 65 |

Tabel 11. Hasil Pengujian 4 Keluaran Beban Kosong Generator DC

| No | Vbo Generator (Volt) | Debit Air (m <sup>3</sup> /s) | Rpm |    |
|----|----------------------|-------------------------------|-----|----|
|    |                      |                               | Pg  | Pt |
| 1  | 28,25                | 0,017                         | 223 | 70 |
| 2  | 27,50                | 0,017                         | 221 | 68 |
| 3  | 26,00                | 0,017                         | 218 | 66 |
| 4  | 27,50                | 0,017                         | 220 | 68 |
| 5  | 28,25                | 0,017                         | 224 | 71 |
| 6  | 26,50                | 0,017                         | 222 | 66 |
| 7  | 27,00                | 0,017                         | 224 | 68 |
| 8  | 28,00                | 0,017                         | 225 | 70 |
| 9  | 26,50                | 0,017                         | 223 | 66 |
| 10 | 27,50                | 0,017                         | 224 | 68 |
| 11 | 26,00                | 0,017                         | 220 | 66 |
| 12 | 27,50                | 0,017                         | 221 | 68 |
| 13 | 28,00                | 0,017                         | 225 | 69 |
| 14 | 27,00                | 0,017                         | 223 | 66 |
| 15 | 26,00                | 0,017                         | 221 | 65 |

Tabel 12. Hasil Rata-rata Pengujian Selama 4 Hari dari Pengujian Beban Kosong Keluaran Generator DC

| Pengujian Hari | Vbo Generator (Volt) | Debit air (m <sup>3</sup> /s) | Rpm    |       |
|----------------|----------------------|-------------------------------|--------|-------|
|                |                      |                               | P1     | P2    |
| 1              | 27,33                | 0,017                         | 222,53 | 66,60 |
| 2              | 27,22                | 0,017                         | 221,60 | 66,26 |
| 3              | 26,63                | 0,017                         | 219,86 | 66,00 |
| 4              | 27,16                | 0,017                         | 222,26 | 67,66 |



Gambar 33. Grafik Hubungan antara Tegangan Beban Kosong Generator dengan RPM Generator.

Berdasarkan Tabel 12, menunjukkan bahwa hasil pengukuran debit air tidak terlalu mempengaruhi nilai pengukuran tegangan atau arus dari keluaran generator dengan hasil pengukuran yang terbilang stabil dengan pergerakan fluktuatif yang sangat sedikit yaitu dengan nilai pengukuran debit selama 4 hari sebesar 0,017 m<sup>3</sup>/s.

Seperti Gambar 33. dapat diketahui bahwa nilai tegangan rata-rata beban kosong terus berubah selama pengujian beberapa hari lalu. Nilai yang naik turun sangat terpengaruh dengan tingkat penggunaan air untuk percabangan dari saluran pipa yang dialirkan menuju sistem pembangkit kami. Jadi, jika penggunaan pipa percabangan tinggi maka menghasilkan tekanan air yang stabil namun nilai tegangan beban kosong berkurang dan apabila penggunaan pipa percabangan kecil maka menghasilkan tekanan air yang fluktuatif namun dengan tegangan beban kosong bertambah.

Namun pergerakan data dari pengukuran tegangan dan arus terpengaruh oleh sistem pengaliran air didalam pipa yang masih kurang sempurna. Sehingga aliran air dalam pipa kadang tersendat karena tingkat kevakuman pipa masih dapat berubah-ubah. Jadi untuk debit sekitar  $0,017\text{m}^3/\text{s}$  dapat menghasilkan tegangan keluaran generator beban kosong rata-rata selama 4 hari antara 26,63 volt-27,33 volt dengan nilai terendah 25 volt dan tegangan tertinggi sekitar 28,25 volt.

Untuk pengaruh tekanan air yang fluktuatif pada pipa dapat dilihat dengan pengukuran rpm dari puli turbin dan puli generator yang mengalami fluktuatif cukup besar (untuk pengukuran kami memilih nilai yang paling banyak muncul dengan menentukan nilai terkecil dan nilai terbesar dari pengujian rpm). Perputaran turbin ketika pengukuran sangat sulit diprediksi karena berbutar dengan percepatan dan perlambatan yang sangat beragam dan sangat cepat. Untuk hasil pengukuran putaran puli generator dan puli turbin rata-rata selama 4 hari didapat nilai rpm generator rata-rata sebesar 219,86-222,53 rpm dan nilai rpm turbin sebesar 66-66,67 rpm dengan pengukuran rpm generator terendah

sebesar 218 rpm dan pengukuran tertinggi sebesar 225 rpm. Untuk pengukuran pada turbin, nilai rpm tertinggi sekitar 61 rpm dan nilai tertinggi sebesar 71 rpm.

c. Tegangan Keluaran Penstabil Tegangan dengan Beban Lampu LED 5 Watt 12 Volt

Tabel 13. Pengujian 1 Unjuk Kerja Penstabil Tegangan dengan Beban 3 Lampu LED 5 Watt 12 Volt

| No | Vo Generator (Volt) | Vo Penstabil Daya (Volt) | Io Generator (Ampere) | Io Penstabil Daya (Ampere) | Po Generator (Watt) | Po Penstabil (Watt) | Putaran (rpm) |    |
|----|---------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------|----|
|    |                     |                          |                       |                            |                     |                     | Pg            | Pt |
| 1  | 11,75               | 10,75                    | 0,29                  | 0,30                       | 3,40                | 3,22                | 223           | 68 |
| 2  | 11,50               | 10,50                    | 0,28                  | 0,29                       | 3,22                | 3,04                | 221           | 65 |
| 3  | 11,25               | 10,25                    | 0,27                  | 0,28                       | 3,04                | 2,87                | 220           | 62 |
| 4  | 11,50               | 10,50                    | 0,28                  | 0,29                       | 3,22                | 3,04                | 222           | 65 |
| 5  | 11,50               | 10,50                    | 0,27                  | 0,28                       | 3,10                | 2,94                | 223           | 66 |
| 6  | 11,75               | 10,75                    | 0,29                  | 0,30                       | 3,41                | 3,22                | 225           | 68 |
| 7  | 11,75               | 10,75                    | 0,29                  | 0,30                       | 3,41                | 3,22                | 224           | 67 |
| 8  | 11,50               | 10,50                    | 0,28                  | 0,29                       | 3,22                | 3,04                | 222           | 65 |
| 9  | 11,25               | 10,25                    | 0,26                  | 0,27                       | 2,92                | 2,77                | 219           | 62 |
| 10 | 11,50               | 10,50                    | 0,28                  | 0,29                       | 3,22                | 3,04                | 221           | 64 |
| 11 | 11,75               | 10,75                    | 0,29                  | 0,30                       | 3,41                | 3,22                | 224           | 68 |
| 12 | 11,50               | 10,50                    | 0,27                  | 0,28                       | 3,10                | 2,94                | 222           | 66 |
| 13 | 11,25               | 10,25                    | 0,27                  | 0,28                       | 3,04                | 2,87                | 219           | 62 |
| 14 | 11,50               | 10,50                    | 0,28                  | 0,29                       | 3,22                | 3,04                | 220           | 66 |
| 15 | 11,50               | 10,50                    | 0,28                  | 0,29                       | 3,22                | 3,04                | 221           | 67 |

Tabel 14. Pengujian 2 Unjuk Kerja Penstabil Tegangan dengan Beban 3 Lampu LED 5 Watt 12 Volt

| No | Vo Generator (Volt) | Vo Penstabil Daya (Volt) | Io Generator (Ampere) | Io Penstabil Daya (Ampere) | Po Generator (Watt) | Po Penstabil (Watt) | Putar (rpm) |    |
|----|---------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|-------------|----|
|    |                     |                          |                       |                            |                     |                     | Pg          | Pt |
| 1  | 11,75               | 10,75                    | 0,29                  | 0,30                       | 3,41                | 3,22                | 223         | 68 |
| 2  | 11,50               | 10,50                    | 0,28                  | 0,29                       | 3,22                | 3,04                | 221         | 66 |
| 3  | 11,25               | 10,25                    | 0,28                  | 0,29                       | 3,15                | 2,97                | 220         | 65 |

|    |       |       |      |      |      |      |     |    |
|----|-------|-------|------|------|------|------|-----|----|
| 4  | 11,50 | 10,50 | 0,28 | 0,29 | 3,22 | 3,04 | 221 | 66 |
| 5  | 11,50 | 10,50 | 0,29 | 0,30 | 3,33 | 3,15 | 222 | 67 |
| 6  | 11,75 | 10,75 | 0,30 | 0,31 | 3,52 | 3,33 | 224 | 70 |
| 7  | 11,75 | 10,75 | 0,29 | 0,30 | 3,41 | 3,22 | 223 | 69 |
| 8  | 11,50 | 10,5  | 0,28 | 0,29 | 3,22 | 3,04 | 222 | 67 |
| 9  | 11,25 | 10,25 | 0,28 | 0,29 | 3,15 | 2,97 | 221 | 64 |
| 10 | 11,00 | 10,00 | 0,27 | 0,28 | 2,97 | 2,80 | 219 | 61 |
| 11 | 11,25 | 10,25 | 0,27 | 0,28 | 3,04 | 2,87 | 220 | 63 |
| 12 | 11,50 | 10,25 | 0,28 | 0,29 | 3,22 | 2,97 | 221 | 66 |
| 13 | 11,50 | 10,50 | 0,28 | 0,29 | 3,22 | 3,04 | 222 | 67 |
| 14 | 11,75 | 10,75 | 0,29 | 0,30 | 3,41 | 3,22 | 223 | 68 |
| 15 | 11,50 | 10,50 | 0,28 | 0,29 | 3,22 | 3,04 | 222 | 67 |

Tabel 15. Pengujian 3 Unjuk Kerja Penstabil Tegangan dengan Beban 3 Lampu LED 5 Watt 12 Volt

| No | Vo<br>Generator<br>(Volt) | Vo<br>Penstabil<br>Daya<br>(Volt) | Io<br>Generator<br>(Ampere) | Io<br>Penstabil<br>Daya<br>(Ampere) | Po<br>Generator<br>(Watt) | Po<br>Penstabil<br>(Watt) | Putaran<br>(rpm) |    |
|----|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|----|
|    |                           |                                   |                             |                                     |                           |                           | pg               | pt |
| 1  | 11,25                     | 10,25                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,15                      | 2,97                      | 222              | 68 |
| 2  | 10,75                     | 10,00                             | 0,25                        | 0,26                                | 2,68                      | 2,60                      | 218              | 64 |
| 3  | 11,25                     | 10,25                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,15                      | 2,97                      | 222              | 68 |
| 4  | 11,00                     | 10,00                             | 0,27                        | 0,28                                | 2,97                      | 2,80                      | 219              | 66 |
| 5  | 11,25                     | 10,25                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,15                      | 2,97                      | 221              | 67 |
| 6  | 11,00                     | 10,00                             | 0,27                        | 0,28                                | 2,97                      | 2,80                      | 219              | 65 |
| 7  | 10,75                     | 10,00                             | 0,26                        | 0,27                                | 2,79                      | 2,70                      | 217              | 64 |
| 8  | 11,00                     | 10,00                             | 0,27                        | 0,28                                | 2,97                      | 2,80                      | 219              | 66 |
| 9  | 11,25                     | 10,25                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,15                      | 2,97                      | 220              | 67 |
| 10 | 11,00                     | 10,00                             | 0,27                        | 0,28                                | 2,97                      | 2,80                      | 220              | 66 |
| 11 | 11,25                     | 10,25                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,15                      | 2,97                      | 222              | 68 |
| 12 | 11,25                     | 10,25                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,15                      | 2,97                      | 220              | 66 |
| 13 | 11,00                     | 10,00                             | 0,27                        | 0,28                                | 2,97                      | 2,80                      | 219              | 64 |
| 14 | 11,25                     | 10,25                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,15                      | 2,97                      | 221              | 66 |
| 15 | 11,00                     | 10,00                             | 0,27                        | 0,28                                | 2,97                      | 2,80                      | 219              | 65 |

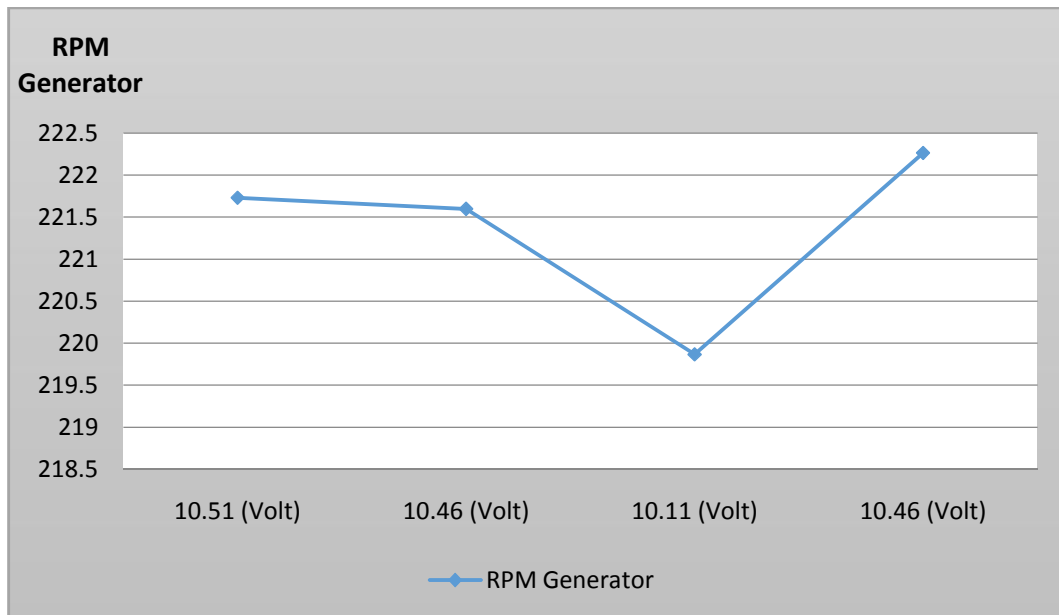


Tabel 16. Pengujian 4 Unjuk Kerja Penstabil Tegangan dengan Beban 3 Lampu LED 5 Watt 12 Volt

| No | Vo<br>Generator<br>(Volt) | Vo<br>Penstabil<br>Daya<br>(Volt) | Io<br>Generator<br>(Ampere) | Io<br>Penstabil<br>Daya<br>(Ampere) | Po<br>Generator<br>(Watt) | Po<br>Penstabil<br>(Watt) | Putaran<br>(rpm) |    |
|----|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|----|
|    |                           |                                   |                             |                                     |                           |                           | Pg               | Pt |
| 1  | 11,75                     | 10,75                             | 0,30                        | 0,31                                | 3,52                      | 3,33                      | 223              | 70 |
| 2  | 11,50                     | 10,50                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,22                      | 3,04                      | 221              | 68 |
| 3  | 11,25                     | 10,25                             | 0,27                        | 0,28                                | 3,04                      | 2,87                      | 218              | 66 |
| 4  | 11,50                     | 10,50                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,22                      | 3,04                      | 220              | 68 |
| 5  | 11,75                     | 10,25                             | 0,30                        | 0,31                                | 3,52                      | 3,17                      | 224              | 71 |
| 6  | 11,25                     | 10,25                             | 0,27                        | 0,28                                | 3,04                      | 2,87                      | 222              | 66 |
| 7  | 11,50                     | 10,50                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,22                      | 3,04                      | 224              | 68 |
| 8  | 11,75                     | 10,75                             | 0,29                        | 0,30                                | 3,41                      | 3,22                      | 225              | 70 |
| 9  | 11,50                     | 10,50                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,22                      | 3,04                      | 223              | 66 |
| 10 | 11,50                     | 10,50                             | 0,27                        | 0,28                                | 3,10                      | 2,94                      | 224              | 68 |
| 11 | 11,25                     | 10,25                             | 0,26                        | 0,27                                | 2,92                      | 2,76                      | 220              | 66 |
| 12 | 11,50                     | 10,50                             | 0,27                        | 0,28                                | 3,10                      | 2,94                      | 221              | 68 |
| 13 | 11,75                     | 10,75                             | 0,29                        | 0,30                                | 3,41                      | 3,22                      | 225              | 69 |
| 14 | 11,50                     | 10,50                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,22                      | 3,04                      | 223              | 66 |
| 15 | 11,25                     | 10,25                             | 0,27                        | 0,28                                | 3,04                      | 2,87                      | 221              | 65 |

Tabel 17. Hasil Rata-rata Pengujian Selama 4 Hari dari Keluaran Penstabil Daya dengan Beban 3 Lampu LED 5 Watt 12 Volt

| Hari | Vo<br>Generator<br>(Volt) | Vo<br>Penstabil<br>Daya<br>(Volt) | Io<br>generator<br>(Ampere) | Io<br>Penstabil<br>Daya<br>(Ampere) | Po<br>generator<br>(watt) | Po<br>Penstabil<br>(Watt) | Putaran (rpm) |       |
|------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|-------|
|      |                           |                                   |                             |                                     |                           |                           | Pg            | Pt    |
| 1    | 11,52                     | 10,52                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,21                      | 3,03                      | 221,73        | 65,40 |
| 2    | 11,48                     | 10,46                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,25                      | 3,06                      | 221,60        | 66,26 |
| 3    | 11,08                     | 10,12                             | 0,27                        | 0,28                                | 3,02                      | 2,86                      | 219,86        | 66,00 |
| 4    | 11,50                     | 10,46                             | 0,28                        | 0,29                                | 3,21                      | 3,03                      | 222,26        | 67,67 |



Gamabr 34. Grafik Antara Tegangan Rata-rata Keluaran Generator dengan RPM Generator yang terukur.

Berdasarkan Tabel 18. diatas, didapat data yang menunjukan bahwa pengaruh percepatan dan perlambatan rpm terukur dari puli generator dan puli turbin mempengaruhi nilai daya keluaran penstabil. Hal ini mengakibatkan nilai daya yang menjadi fluktuatif sehingga dapat mempengaruhi kinerja beban apabila nilai tegangan berada pada titik terendah atau dibawah kriteria minimal tegangan keluaran penstabil terukur. Untuk nilai tegangan rata-rata terendah sebesar 10,11 Volt mengakibatkan beban lampu menjadi sedikit redup walaupun masih dalam toleransi aman karena untuk nilai flux secara kasat mata masih terlihat terang.

Kinerja penstabil tegangan berdasarkan data yang sudah didapat ketika pengukuran yaitu memiliki nilai drop tegangan pada penstabil sekitar 1 Volt (pembulatan karena toleransi terlalu kecil). Namun untuk arus terukur pada keluaran penstabil mengalami sedikit penambahan sebesar 0,1-0,2 Ampere (diambil rata-rata kerana nilai toleransi yang terlalu kecil) dibandingkan dengan

arus sebelum masuk controller kit. Hal tersebut bisa terjadi karena setiap penurunan tegangan dari tegangan input berbeban akan diubah menjadi nilai arus sehingga nilai daya yang diterima beban tidak berkurang asalkan nilai tegangan input berada diatas nilai toleransi minimum yang telah ditentukan berdasarkan pengamatan percobaan yaitu sekitar 24 Volt tegangan beban kosong.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari uraian perencanaan, proses pembuatan pembahasan mengenai "Rancang Bangun Penstabil Tegangan Keluaran Generator DC untuk PLTPH" maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pembuatan penstabil tegangan diawali dengan menganalisa kebutuhan, perancangan alat, pembuatan alat dan pengujian alat dengan hasil pengujian sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan, sehingga proses pembuatan dinyatakan selesai.
2. Unjuk kerja penstabil tegangan dengan beban 3 lampu LED 5 Watt 12 Volt dengan debit terukur tetap yaitu  $0,017 \text{ m}^3/\text{s}$  menghasilkan tegangan rata-rata untuk beban kosong antara 26-28,25 Volt, rpm generator antara 219-222 rpm dan rpm turbin 61-71 rpm, tegangan input ( $v_{in}$ ) berbeban yaitu antara 11-11,75 Volt, tegangan output ( $v_o$ ) berbeban 10-10,75 Volt, dan arus 0,26-0,29 Ampere untuk tegangan input serta 0,27-0,3 Ampere untuk tegangan output.

#### B. Keterbatasan Alat

Beberapa keterbatasan dari alat penstabil tegangan ini sebagai berikut :

1. Metering untuk pengukuran dengan ampere meter analog atau digital masih terkendala dalam ketelitian dalam membaca besaran arus dikarenakan

menggunakan ampere meter yang tersedia dipasaran dengan batas ukur yang terlalu besar yaitu 5 A/10 A.

2. Penggunaan controller kit belum secara maksimal dengan menambah percobaan pengisian menuju aki dikarenakan terkendala masalah stok air di bendungan yang sudah semakin menipis karena perubahan musim sehingga tidak bisa mengoperasikan PLTPH cukup lama untuk mencoba untuk pengisian aki.
3. Daya input pada alat penstabil tegangan terkadang masih belum sesuai standar yaitu sekitar 22,5-23 volt padahal dibutuhkan tegangan minimal sekitar 24 volt (toleransi sampai 120 W dan 10 A), agar kinerja penstabil tegangan maksimal. Hal tersebut dikarenakan ukuran diameter puli yang dipasang pada poros turbin masih kurang besar sehingga energi listrik yang dihasilkan karena putaran pada generator masih belum maksimal.
4. Daya input pada alat penstabil tegangan belum maksimal juga dikarenakan oleh pemasangan pipa pasat yang kurang besar yaitu 2", jarak antara pembangkit dan bendungan terlalu jauh sekitar 100 m dan tinggi jatuh air juga masih kurang karena hanya 2 m dari runner dikarenakan keterbatasan tempat dan perijinan pendirian bangunan PLTPH.

#### C. Saran

Berdasarkan simpulan dan keterbatasan alat yang telah disampaikan penulis, maka saran untuk pengembangan alat ini adalah sebagai berikut :

1. Pipa pasat yang ideal digunakan untuk pipa pasat yaitu lebih dari 4" sehingga dapat mengalirkan air dengan debit yang lebih besar. Dikarenakan

debit air yang besar, maka menghasilkan gaya tekan ke turbin yang lebih besar. Gaya tekan yang besar sehingga mampu menggunakan puli yang lebih besar dan menghasilkan daya generator yang lebih besar untuk kinerja penstabil tegangan yang lebih maksimal. Untuk tinggi jatuh air sampai ke runner seharusnya lebih tinggi agar nilai massa jatuh air semakin besar berbanding lurus dengan percepatan gravitasi.

2. Agar putaran poros generator menjadi lebih cepat maka perlu adanya penambahan ukuran diameter puli pada poros turbin sehingga kemampuan generator dalam memproduksi listrik dapat lebih tinggi.
3. Menggunakan controller kit dengan jenis MPPT untuk hasil penstabilan yang lebih maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Sujadi. (2012). Pembangkit Tenaga Listrik 1. Yogyakarta : UNY.
- Djojonegoro. (1992). Pengembangan dan penerapan energi baru dan terbarukan. Loka karya "Bio Mature Unit" (BMU) untuk pengembangan masyarakat pedesaan. Jakarta : BPPT.
- Jafar Soddik. (2014). Menuju Indonesia Hijau. Diambil dari: <http://ebtke.esdm.go.id/search?q=Menuju%20Indonesia%20Hijau> padatanggal 14 maret 2016. Diakses pada tanggal 3 Maret 2016.
- Armandblog. (2011). Fungsi, Spesifikasi, Teknologi dan Cara Kerja Solar Charge Controller. Diambil dari: <http://armand10dma.blogspot.co.id/2011/08/fungsispesifikasi-teknologi-dan-cara.html>. Diakses pada tanggal 2 Mei 2016.
- Bintang R.W (2015). Penstabil Tegangan Listrik pada Pembangkit Listrik yang dihasilkan oleh Alat Olahraga Treadmill. Proyek Akhir. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- BPS Kulon Progo. (2015). Daerah dalam Angka Kabupaten Kulon Progo. Kulon Progo: BPS Kulon Progo.
- PLN. (2014). Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PLN 2015-2024. Jakarta: PLN.
- Anya P. Damastuti. (1997). Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Dikutip dari tabloid WACANA no 8/Mei-Juni (1997) halaman: 11-12.
- Mohd Farriz Basar. (2013). An Overview of the Key Components in the Pico Hydro Power Generation System. Malaysia: UTE Malaka, malaysia.
- Faylen Angel A.S, dkk. (2014). Makalah Motor DC. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Arismunandar dan Susumumu Kuwahara. (1974). Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Jilid I: Pembangkit dengan Tenaga Air. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Anjar Susatyo, Lukman Hakim. (2003). Perancangan Turbin Pelton . Bandung: Puslit Tenaga Listrik dan Mekatronik-LIPI.

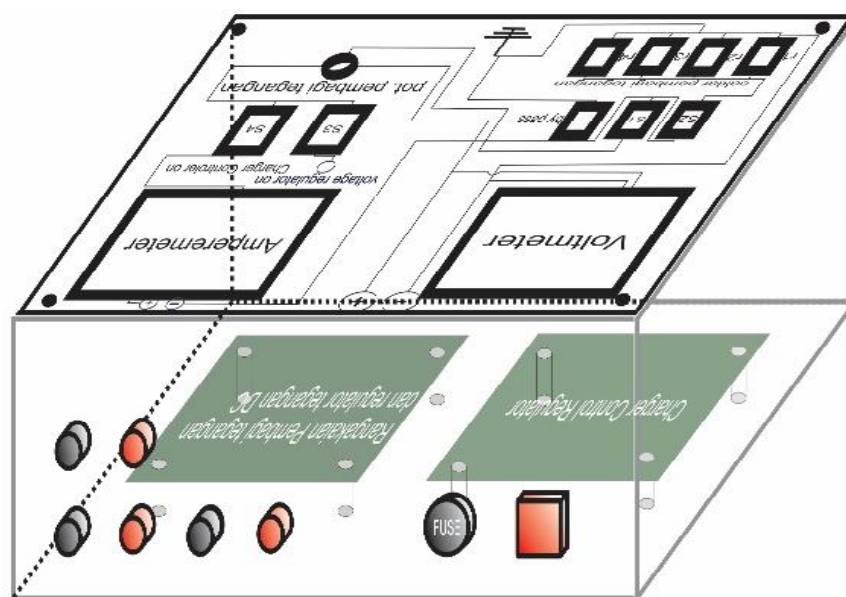
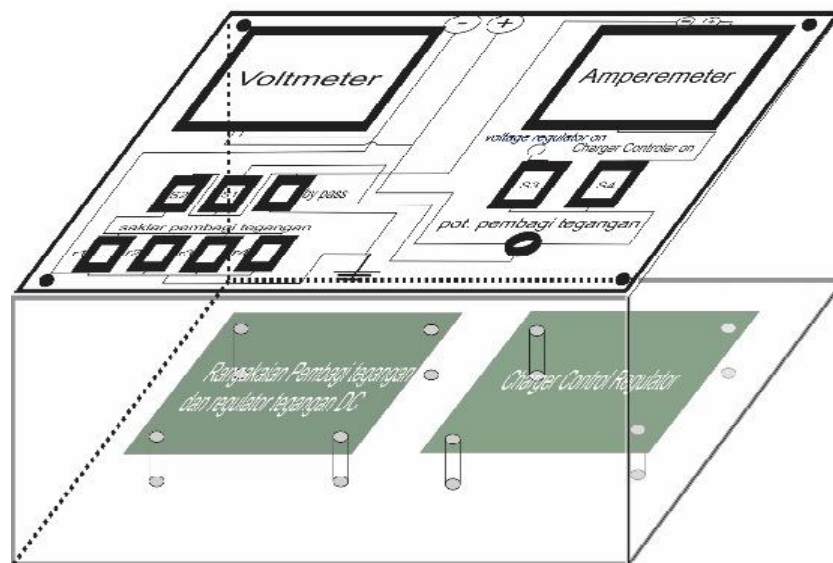
Anonim. (2014). Makalah Motor DC. Diambil dari: <http://insauin.blogspot.co.id/2014/12/makalah-motor-dc.html> pada tanggal 3 Maret 2016.

Igor M Farhan. (2015). Makalah Motor DC. Diambil dari: <https://www.scribd.com/doc/291528919/Makalah-Motor-DC> pada tanggal 6 juni 2016.

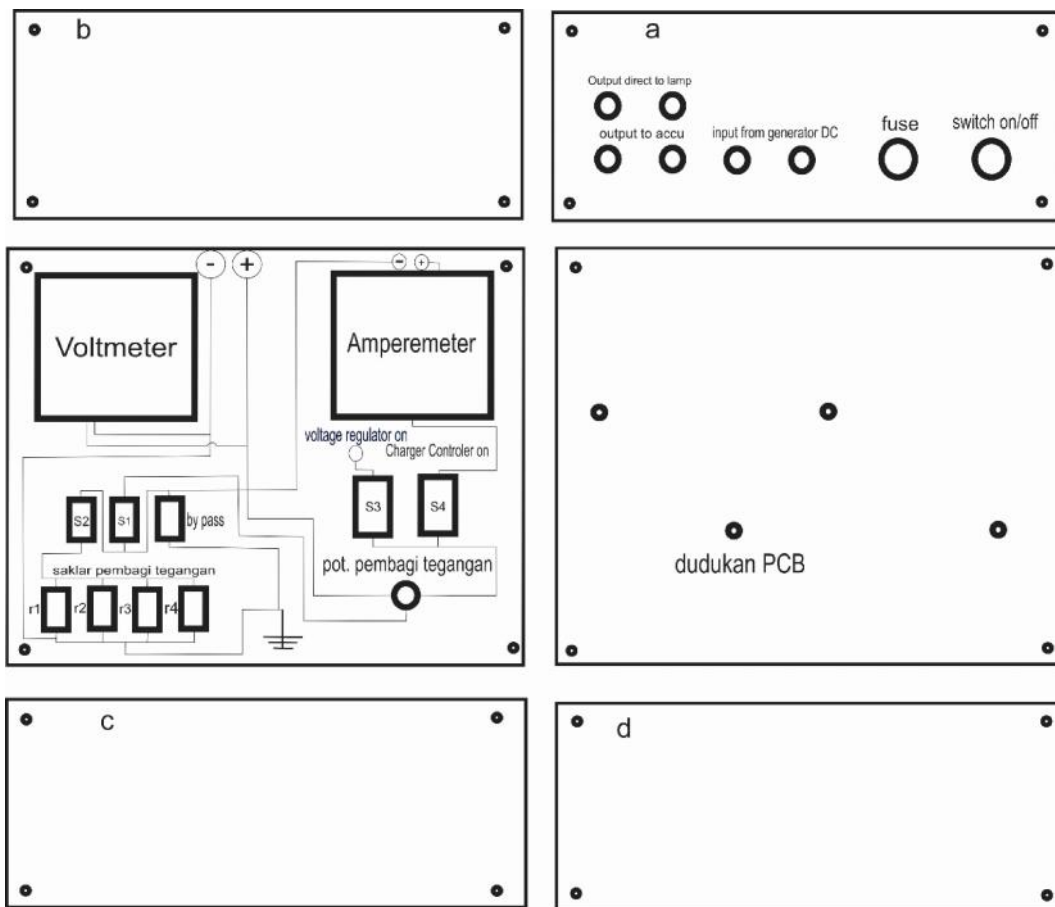


LAMPIRAN

1. Lampiran 1. Box Penstabil Tegangan.



## 2. Lampiran 2. Susunan Metering pada Box Penstabil Tegangan.



ket : s1 = saklar pembagi tegangan on  
papan a = bagian belakang  
papan b dan c = bagian kanan dan kiri  
papan d = bagian depan

S2 = Saklar pembagi  
S3 = Voltage Regulator on  
S4 = Controller kit on

### 3. Dokumentasi Pembuatan Alat

| No | Foto Dokumentasi  | Keterangan Foto  |
|----|---|--|
|    |    | Komponen saklar, kabel jumper, lampu LED, Resistor, fuse, potensio dan PCB berlubang               |
|    |    | Pelubangan plat akrilik dan pemasangan banana plug pada plat                                       |
|    |   | Pensolderan komponen resistor sebagai rangkaian pembagi tegangan dan pemasangan kaki penyangga PCB |
|    |  | Pemasangan potensio dan pemasangan saklar pembagi tegangan   |
|    |  | Pelubangan dudukan komponen pada plat akrilik  |
|    |  | Penampang pipa pasat yang terpasang pada PLTPH   |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  |    | Puli generator                                    |
|  |    | Puli turbin                                       |
|  |    | Rangkaian pembagi tegangan dan regulator tegangan |
|  |   | Penstabil tegangan                                |
|  |  | Generator DC yang memanfaatkan motor treadmill    |
|  |  | Rangkaian regulator tegangan                      |
|  |  | Lampu LED 12 Volt 5 Watt                          |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |   | Pengujian pada kinerja penstabil tegangan       |
|  |   | Pambungan kabel dengan saklar pembagi tegangan  |
|  |  | Pengujian arus output menggunakan multimeter DC |