

PENGESAHAN

**PERANCANGAN MINIATUR PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA BAYU TIPE HORIZONTAL DENGAN
KAPASITAS KECIL UNTUK PENERANGAN**

TUGAS AKHIR

Oleh :

PRISTO SILITONGA
NPM : 20330028

Lulus Sidang Tugas Akhir tanggal : 27 Agustus 2024
Periode Semester GENAP T.A. 2023/2024

Disahkan dan disetujui oleh :

Pembimbing I,



Dr. Ir. Timbang Pangaribuan, M.T.
NIDN : 0121026402

Pembimbing II,



Ir. Fikro Sihombing, M.T.
NIDN : 0116046001

Diketahui oleh :

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ir. Lestina Siagian, M.Si
NIDN : 0120125901

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Timbang Pangaribuan, M.T.
NIDN : 0121026402

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) mencakup berbagai sumber energi yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui seperti energi surya, angin, hidro, panas bumi dan lain-lain. Dalam hal ini untuk memperlancar perkembangan Energi Baru Terbarukan yang dibahas mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dalam skala kecil. Tipe turbin angin yang digunakan dengan sumbu horizontal dengan menggunakan ekor turbin angin. Dengan adanya ekor turbin angin maka dapat memutar turbin angin ke arah sumber angin bergerak sehingga dapat dipastikan menghasilkan energi listrik.

Pada suatu turbin angin merupakan suatu teknologi alternatif yang mampu mengkonversi energi angin melalui energi mekanik menjadi energi listrik. Turbin angin memiliki dua tipe yaitu turbin angin horizontal axis dan turbin angin vertikal. Kedua turbin ini memiliki fungsi yang sama pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yaitu untuk memutar generator dengan menggunakan tenaga angin sehingga dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

Dalam perkembangannya Energi Baru Terbarukan (EBT) turbin angin yang digunakan dalam tipe horizontal ini ada beberapa bentuk atau bilah yaitu dimulai dari turbin angin dua bilah yaitu turbin angin yang disainnya yang sederhana dan lebih ekonomis namun sering sekali kurang stabil terhadap getaran. Turbin angin tiga bilah yaitu turbin angin yang lebih standar karena menawarkan keseimbangan optimal antara stabilitas, efisiensi aerodinamika dan kekuatan struktural. Disain ini memungkinkan distribusi gaya angin yang merata mengurangi getaran dan meningkatkan kestabilan serta mengurangi drag dan turbulensi yang lebih baik. Turbin angin empat bilah yaitu meskipun memberikan stabilitas dan pengurangan turbulensi yang lebih baik, ini memiliki kompleksitas dan biaya konstruksi lebih tinggi sehingga menjadikannya kurang umum dalam aplikasi skala besar dibandingkan turbin angin tiga bilah.

Inspirasi penulis datang dari situ dan ingin membuat di Sumatera Utara tepatnya di Universitas HKBP Nommensen Medan. Turbin angin yang akan dibuat dengan tipe horizontal. Turbin angin ini akan mengikuti gerakan arah angin dengan menggunakan ekor turbin angin. Fungsi dari ekor turbin angin adalah untuk mengarahkan turbin angin ke arah sumber anginbergerak sehingga dapat dipastikan bahwa Pembangkit Listrik Tenaga Bayu ini lebih optimal menghasilkan energi listrik.

Topik yang digunakan pada tugas akhir ini adalah mengenai pembuatan turbin angin miniatur dengan kapasitas yang sangat kecil. Tenaga angin adalah merupakan sumber alam yang tidak terbatas. Dengan memanfaatkan tenaga angin, maka kita dapat menghasilkan energi listrik yang ramah lingkungan. Turbin angin yang digunakan untuk tugas akhir ini adalah turbin angin tipe horizontal. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian dengan judul **“Perancangan Miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Tipe Horizontal Dengan Kapasitas Yang Kecil Untuk Penrangan”**

1.2 Rumusan Masalah

Pada rumusan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah penulis membahas tentang mengenai:

- a. Bagaimana merancang turbin angin sumbu horizontal tertentu supaya dapat menghasilkan tegangan output yang dibangkitkan cukup untuk melayani penerangan?
- b. Menyiapkan kelengkapan pada sisi generator agar dapat sekali gus dilakukan pengukuran data!

1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) pada sumbu horizontal dengan kapasitas yang kecil sehingga dapat mengetahui secara langsung tegangan output dan input yang dihasilkan. Dan manfaatnya adalah mengupayakan rancangan sedemikian rupa sehingga menghasilkan tegangan keluaran dan bahkan menghasilkan daya.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pembahasan ini hanya mencakup tentang perancangan miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan kapasitas yang kecil untuk penerangan.
- b. Dalam pembahasan ini parameter yang diukur dari perancangan miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Bayu ini adalah kecepatan angin yang dapat diperoleh, tegangan atau out put dari generator dan arus yang diperoleh pembangkit.
- c. Pembahasan mengenai tegangan yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) tipe horizontal dengan kapasitas yang kecil.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

a. Studi Literatur

Yaitu melakukan studi dilakukan dengan cara mencari referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang ditemukan. Referensi tersebut bisa dicari dari internet, laporan penelitian, buku yang berkaitan dan valid dengan rumusan masalah.

b. Observasi Lapangan

Yaitu melakukan observasi lapangan, dengan melakukan penelitian langsung kelapangan pengambilan data dan kesimpulan data penulisannya dengan aspek pengukuran.

c. Pengambilan Data

Adapun pengambilan data yang akan dikakukan dari pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan sumbu horizontal dan kapasitasnya yang kecil yaitu dari tegangan output dan input yang dihasilkan.

1.6 Kontribusi Tugas Akhir

Dari hasil perancangan alat Pembangkit Listrik Tenaga Bayu yang telah dilakukan diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada:

- a. Mahasiswa teknik elektro

- b. Perancangan pembuatan alat-alat
- c. Kepada masyarakat

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari laporan penelitian ini diuraikan menjadi beberapa bagian yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN	Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian, kontribusi tugas akhir dan sistematika penulisan.
BAB II LANDASAN TEORI	Bab ini membahas tentang dasar-dasar teori mengenai pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan sumbu horizontal dan kapasitas yang perlukan 20 watt .
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	Bab ini membahas tentang waktu dan tempat pelaksanaan penelitian, dasar dasar perancangan alat, prinsip kerja beserta pengujian alat yang dibuat.
BAB IV HASIL PENELITIAN	Bab ini membahas tentang uraian pengujian alat dan analisis terhadap hasil perancangan alat dan pengujian kinerja alat.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	Pada bab ini membahas tentang rangkuman penelitian dari BAB I hingga sampai BAB V menjadi kesimpulan untuk penelitian selanjutnya terkait dengan penelitian ini.

1.8 Schedule Penulisan

Pada bagian schedule penulisan ini diperkirakan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 1.1 time schadule

NO	PEMBAHASAN	MINGGU KE															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	BAB I pendahuluan	■	■														
2	BAB II Landasan Teori			■	■	■	■	■	■	■	■						
3	BAB III Metodologi Penelitian											■	■	■			
4	BAB IV Hasil Penelitian														■	■	
5	BAB V Kesimpulan dan Saran																■

BAB II

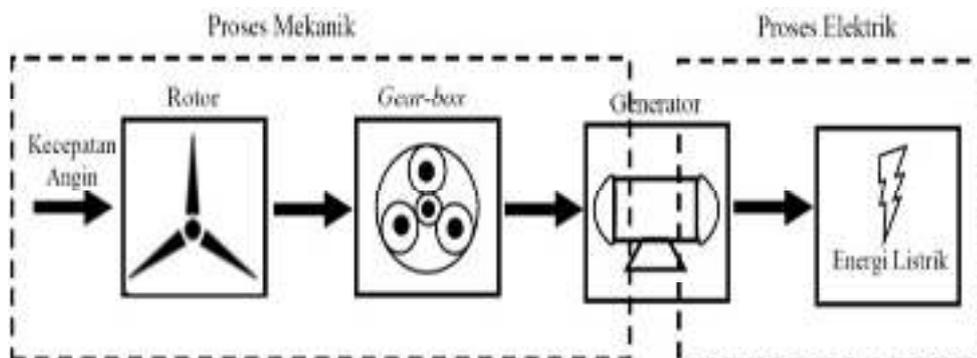
LANDASAN TEORI

2.1 Proses Turbin angin Menghasilkan Daya

Angin merupakan suatu unsur yang dapat mempengaruhi kondisi cuaca dan iklim. Angin adalah pergerakan udara yang disebabkan adanya perbedaan tekanan udara yang mengakibatkan adanya hembusan atau tiupan disuatu tempat atau daratan. Sehingga energi angin dapat diartikan sebagai energi yang dihasilkan dari pergerakan udara atau angin dan dikonversikan menjadi listrik melalui penggunaan turbin angin atau kincir angin.

Turbin angin yang digunakan untuk perancangan miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Bayu ini menggunakan tipe sumbu horizontal dengan sudut 90° . Sehingga dapat menggerakkan generator dengan bantuan tenaga angin untuk memutar turbin angin. dengan demikian generator dapat menghasilkan daya atau tegangan.

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu atau sering juga disebut Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan jenis pembangkit yang memanfaatkan energi terbarukan yaitu angin yang mengonversikan suatu energi kinetik dari udara menjadi energi mekanik yang menyebabkan putaran yang terjadi pada generator sehingga menghasilkan arus listrik. Energi angin dimanfaatkan untuk memutar baling-baling sehingga rotor berputar. Pada saat rotor berputar maka secara otomatis generator tersebut akan mengalirkan atau menghasilkan energi listrik. Berikut ini dapat kita lihat dari gambar 2.1.



Gambar 2.1 PLTB Secara Umum.

(sumber: Haikal, Muhammad Fikri, 2021)

Pada gambar 2.1 di atas, dapat dilihat bahwa sistem kerja dari pembangkit listrik tenaga angin menggunakan proses mekanik dan proses elektrik. Dari proses tersebut angin melalui baling-baling (rotor), kemudian dari rotor memutar gear-box dan dari gear box akan menggerakkan generator sehingga generator menghasilkan tegangan listrik yang akan mengalir ke beban seperti tv, kulkas, kipas angin, setrika dan lain-lain (Muhammad Iqbal 2018).

2.2 Komponen-Komponen Yang Digunakan

Dalam perancangan alat pada tugas akhir ini, penulis akan menggunakan komponen-komponen yang akan digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu adalah sebagai berikut:

2.2.1 Turbin Angin

Turbin angin atau kincir angin adalah merupakan salah satu komponen yang sangat penting pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu karena turbin sumbu angin berfungsi untuk menangkap angin yang akan dikonversikan menjadi energi listrik melalui generator. Dalam hal ini penulis menggunakan turbin horizontal yang akan memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik. Turbin angin horizontal ini umumnya merupakan turbin sumbu angin yang paling banyak digunakan saat ini, pada turbin sumbu tipe ini memiliki sumbu horizontal yang terhubung pada rotor dan generator pada puncak menara. Turbin ini akan berputar saat angin menabrak turbin sumbu dari arah depan dan turbin ini juga dilengkapi dengan ekor turbin sumbu yang fungsinya untuk membantu generator bergerak menyesuaikan arah angin yang berhembus dengan kecepatan yang paling tinggi. Turbin sumbu horizontal ini biasanya memerlukan menara yang tinggi untuk mendapatkan kecepatan angin yang maksimal. Pada gambar 2.2 dibawah ini adalah gambar sebuah turbin yang digunakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu. Contoh turbin angin sumbu horizontal adalah seperti pada gambar 2.2 di bawah ini (Muhammad Adam, Partaonan Harahap, M. Ridho Nasution 2019).



Gambar 2.2 Turbin Angin Sumbu Horizontal

(sumber: Muhammad Adam, Partaonan Harahap, M. Ridho Nasution 2019)

Berdasarkan penjelasan tentang sumbu horizontal di atas dapat juga di simpulkan bahwa turbin angin sumbu horizontal memiliki kekurangan dan kelebihan, berikut kekurangan dan kelebihan dari jenis turbin angin poros horizontal tersebut:

Kekurangan turbin angin horizontal:

- 1) Membutuhkan konstruksi tower yang besar untuk mendukung beban gear box, blade dan juga generator.
- 2) Membutuhkan sistem pengereman untuk mencegah turbin mengalami kerusakan pada turbin ketika ada angin kencang.
- 3) Membutuhkan pengawasan dan kontrol secara berkala untuk mengarahkan blade ke arah angin.

Kelebihan turbin angin horizontal:

- 1) Tower yang tinggi memungkinkan untuk mendapatkan angin dengan kekuatan yang lebih besar untuk mendapatkan energi.
- 2) Efisiensi lebih tinggi. Hal ini dikarenakan blade selalu bergerak tegak lurus terhadap angin.

Menurut Daniel Chandra (2020), untuk dapat mengetahui kinerja dari turbin angin dapat kita perhatikan dari rumus-rumus berikut ini:

a. Daya Kinetik (P_{kin})

Daya kinetik adalah energi angin yang secara efektif yang diterima oleh turbin.

$$P_{kin} = 0,5 \rho A v^3 \quad (2.1)$$

Keterangan:

P_{kin} = Daya Kinetik Angin (Watt)

v = kecepatan angin (m/detik)

ρ = Massa jenis udara (kg/m³)

A = Area penangkapan angin (m²)

b. Daya mekanik (P_{mek})

Daya mekanik adalah daya putaran pada poros yang dihasilkan oleh sudu (*blade*) turbin.

$$P_{mek} = \frac{2 \pi n \tau}{60} \quad (2.2)$$

Keterangan:

P_{mek} = daya mekanik (Watt)

n = putaran turbin (rpm)

τ = torsi (Nm).

c. TSR (Tip Speed Ratio)

TSR (Tip Speed Ratio) adalah perbandingan antara kecepatan ujung *blade* dengan kecepatan angin bebas, yaitu:

$$TSR = \frac{(\pi D n)/60}{v} \quad (2.3)$$

Keterangan:

TSR = Tip Speed Ratio,

D = diameter lengan sudu (m)

n = putaran turbin (rpm)

v = kecepatan angin tanpa hambatan (m/s)

d. Torsi

Torsi adalah merupakan hasil perkalian daya dengan jarak yaitu:

$$r = (m_2 - m_1)g \quad (2.4)$$

Keterangan:

τ = Torsi (Nm)

F = Gaya yang dihasilkan (kgm/s²)

M_1 = massa pada beban (kg)

M_2 = massa yang dihasilkan pada neraca (kg)

r = jari jari (m)

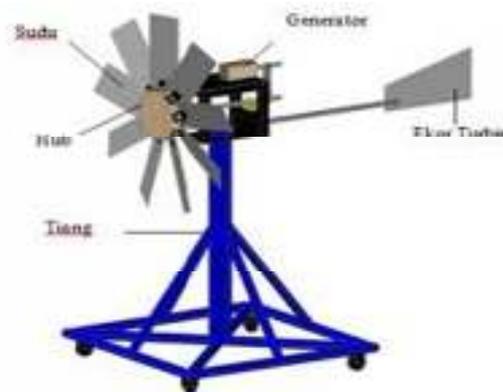
e. Coefficient of Power

Coefficient of power atau koefisien daya adalah merupakan perbandingan antara daya mekanik yang dihasilkan oleh poros dengan daya yang dimiliki angin.

$$C_p = \frac{P_{mek}}{P_{kin}} \quad (2.5)$$

2.2.2 BLADE (Baling-Baling)

Blade (baling-baling) merupakan suatu alat untuk mengkonversikan energi potensial angin menjadi energi mekanik, energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. Baling-baling ini dapat mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik, sistem pembangkitan ini membutuhkan angin sebagai sumber energi yang merupakan sistem alternatif yang sangat berkembang angin adalah merupakan salahsatu energi yang tidak terbatas di alam semesta ini. Dapat dilihat bentuk blade pada gambar 2.3 (Muhammad Iqbal 2018).

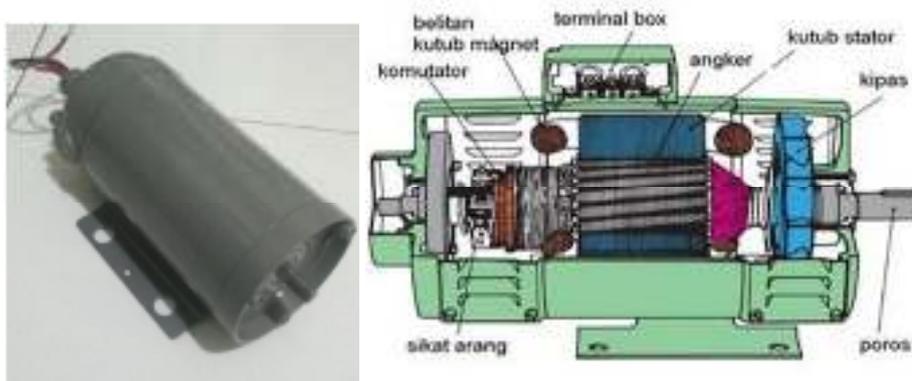


Gambar 2.3 BLADE (Baling-baling) Turbin Angin.

(sumber: Sahid 2020)

2.2.3 Generator DC

Generator DC adalah merupakan komponen yang memiliki fungsi dengan mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik arus searah. Generator mengubah torsi (T) dan kecepatan putar rotor (ω) yang diterimanya dari blade menjadi nilai tegangan (V) dan arus (I). Hasil keluaran dari generator ini berupa listrik DC. Spesifikasi Generator yang digunakan adalah Generator DC 12 – 18 Volt, 300 – 400 rpm, 5 A



Gambar 2.4 Generator DC.

(sumber: dokumen pribadi dan www.google.com)

2.2.4 Baterai

Baterai merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik melalui proses elektro kimia. Dalam peralatan elektronik, sudah hampir semua alat elektronik menggunakan baterai seperti hp, laptop, senter, dan remot control dan lainnya telah menggunakan baterai sebagai sumber energi listrik. Dengan adanya baterai tersebut kita bisa mengaktifkan alat elektronik yang kita miliki.

Dalam perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu ini, penulis menggunakan bahan percobaan baterai yaitu dengan menggunakan baterai kering yang berkapasitas 12 volt (Lentera, P. T., Nusantara, A., Ciheras, L. A. N., Bachtiar, A., & Hayattul, W.2018).



Gambar 2.5 Baterai

2.2.5 Inverter

Inverter adalah salah satu komponen elektronik yang dapat mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Inverter ini adalah merupakan kebalikan dari converter (adaptor) yang memiliki fungsi mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Dalam menentukan kapasitas inverter yang akan digunakan penulis pada beban dilakukan dengan cara menjumlahkan semua daya pada beban. Dalam perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu ini penulis menggunakan inverter modified stec 100w-12v stc-100W. dibawah ini dapat kita lihat gambar 2.6 inverter modified stec 100w-12v stc-100W.



Gambar 2.6 Inverter Modified Stec 100w-12v stc-100W

(sumber:www.google.com)

2.2.6 Modul charger

Modul charger yang digunakan penulis dalam tugas akhir ini merupakan tipe charger XH-M604 baterai charger modul kontrol DC 6 – 60 V untuk pengisian baterai, yang berfungsi untuk mengatur pengisian tegangan dan berhenti pengisian tegangan. Prinsip kerja dari modul charger ini adalah ketika setting pada charger yaitu untuk memulai tegangan 12 V dan pada tegangan 15 V maka charger akan berhenti mengisi daya. Dan ketika tegangan di bawah 12 V dan di bawah 15 V maka otomatis akan mengisi baterai. Pengisian baterai dapat diperoleh ditandai dengan hidup atau matinya lampu indikator pada modul. Modul charger ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2.7 Modul Charger
(sumber:www.google.com)

2.2.7 gear

Gear adalah suatu alat yang digunakan untuk mempercepat kecepatan suatu alat. Gear pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu ini berfungsi untuk mengubah energi kinetik dari angin yang digerakkan turbin angin ke generator listrik sehingga lebih cepat dibandingkan dengan putaran dari turbin angin. Dalam hal ini generator dapat terbantu untuk menambah tegangan listrik yang dihasilkan dengan memanfaatkan energi angin secara efisien. Berikut ini gambar 2.8 gear yang akan digunakan untuk perancangan turbin angin.



Gambar 2.8 Gear pada miniatur turbin angin

2.2.8 Ekor Turbin Angin

Turbin angin adalah sebuah alat yang digunakan pada turbin angin horizontal untuk mengarahkan atau mengikuti arah angin. Dengan adanya ekor turbin angin, maka turbin angin dapat berputar dengan kencang. Rakitan turbin angin sangat dibutuhkan biasanya pada turbin angin horizontal agar sesuai dengan

arah angin. berikut ini adalah gambar 2.9 ekor turbin angin (Lentera, P. T., Nusantara, A., Ciheras, L. A. N., Bachtiar, A., & Hayattul, W. 2018).



Gambar 2.9 Ekor Turbin Angin

2.3 Potensi Energi Angin

Indonesia adalah suatu negara yang dikarunia potensi alam yang begitu besar, salah satunya adalah angin. Potensi angin yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi, dan mempunyai kecepatan di atas 5 m/detik dan itu berada pada 120 lokasi dan tersebar di wilayah Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan, dan Pantai Selatan Jawa (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2006). Berikut ini adalah tabel 2.1 kecepatan dari berbagai daerah di Indonesia.

Tabel 2.1 Hasil Studi Potensi Angin Di Indonesia
(sumber: Muhammad Iqbal 2018)

Daerah Provinsi	Kecepatan angin rata-rata (m/s)
Baron, DIY	6,13
Lebak, Bnten	5,58
Nusa Penida, Bali	2,73
Oelbubuk, NTT	6,1
Bantul, DIY	4
Sukabumi, Jawa Barat	6,27
Purworejo, Jawa Tengah	5,16
Garut, Jawa Barat	6,57

Sidrap, Sulawesi Selatan	6,43
Joneponto, Sulawesi Seelatan	7,96
Selayar, Sulawesi Selatans	4,6

Berdasarkan data blueprint Energi Nasional, Departemen ESDM RI, potensi PLTB di Indonesia sebesar 9,29 GW atau 9290 MW atau 46,1 juta setara barel minyak (SBM), baru sekitar 0,5 GW yang dikembangkan, yang berarti baru sekitar 5,38%, dan kapasitas yang terpasang hanya 0,0006 GW atau 0,6 MW.

Energi angin adalah merupakan *energy alternative* yang mempunyai prospek baik karena selalu tersedia di alam, dan merupakan sumber *energy* yang bersih dan terbarukan kembali. Dalam proses pemanfaatan *energy* angin dapat dibagi menjadi dua tahapan konversi yaitu:

- a. Hembusan angin akan mempengaruhi sebuah rotor (baling-baling) sehingga rotor dapat berputar selaras dengan kencangnya angin bertiup.
- b. Putaran rotor ini akan dihubungkan dengan generator sehingga dapat dihasilkan energi listrik.

Dengan demikian energi angin merupakan energi kinetik atau energi yang disebabkan oleh kecepatan angin untuk dimanfaatkan memutar sudut-sudut kincir angin.

2.4 Kelemahan Dan Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Adapun kelemahan dan kelebihan dari Pembangkit Listrik Tenaga Bayu ini adalah sebagai berikut ini:

2.4.1 Kelemahan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

- a. Memerlukan waktu yang sangat lama dalam melakukan studi kasus lapangan untuk menetapkan persetujuan mengadakan tempat PLTB (ladang angin).
- b. Membutuhkan lokasi yang luas sehingga berpotensi dapat mengganggu ekologi.
- c. Memiliki lahan yang luas dan bebas dari gangguan penebangan untuk pembangunan yang relatif tinggi yang berpotensi mengganggu transportasi udara.

- d. Biaya instalasi awal dan perawatannya lebih tinggi
- e. Kurang dapat diandalkan karena sangat tergantung pada faktor-faktor alami.

2.4.2 Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

- a. Menggunakan energi terbarukan.
- b. Ramah lingkungan (tidak menghasilkan emisi gas buang/polusi terhadap lingkungan).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

1. Waktu Penelitian

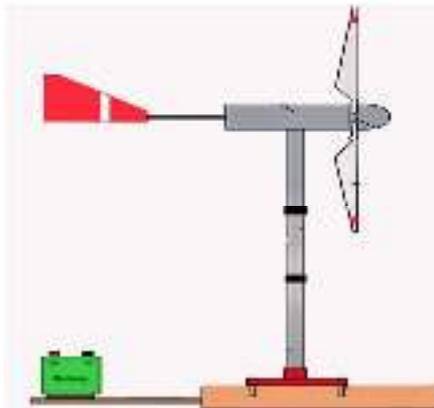
Penulis akan melakukan penelitian selama 1 bulan yaitu pada bulan maret 2024. Penulis memulai dengan studi literatur dengan cara mencari buku-buku pendukung, jurnal, dan artikel-artkel penelitian dari internet yang berkaitan dengan judul penulis. Sehingga hasil yang diinginkan oleh penulis sesuai dengan yang diharapkan.

2. Tempat Pelaksanaan Penelitian

Proses penelitian ini dilaksanakan di rooftop gedung kampus Universitas HKBP Nommensen Medan yang beralamat di jl. Sutomo no.4A. Perintis. Kec. Medan Timur

3.2 Skema Perancangan

Di dalam penelitian ini, pertama kali saya lakukan yaitu membuat skema perancangan atau gambaran peancangan turbin angin dengan tipe horizontal. Dalam skema tersebut dapat diperhatikan pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Skema Peancangan.

3.3 Peralatan Dan Bahan

Dalam pembuatan alat ini, penulis juga membutuhkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu berkapasitas yang sangat rendah. Berikut ini bahan dan alat yang digunakan untuk perancangan:

1. Material

Adapun material yang digunakan dalam tugas akhir adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1 Material Yang Digunakan

NO	NAMA BAHAN-BAHAN YANG DIGUNAKAN	JUMLAH
1	Baling-baling (turbin angin)	1
2	Generator DC	1
3	Pipa 1meter dan 1 ½ meter	1
4	Kabel serabut (merah, hitam)	1
5	Inverter 100 watt	1
6	Step Up	1
7	Lampu mini LED	1
8	Timah	1
9	Modul charger	1
10	Baterai 12 volt	1
11	MCB	1

2. Peralatan

Dalam perancangan pembangkit tenaga angin ini alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Peralatan Yang Digunakan

NO	NAMA ALAT YANG DIGUNAKAN	JUMLAH
1	Gergaji	1
2	Gerinda	1
3	Solder	1
4	Penyerdot tima	1
5	Tang potong	1

6	Tang kombinasi	1
7	Obeng (plus, minus)	1
8	Lem glue	1
9	Kipas angin	1
10	Multimeter	1
11	Anemometer	1

3.4 Klasifikasi Alat dan Bahan

Klasifikasi alat dan bahan pada perancangan miniatur pembangkit listrik tenaga angin yang akan digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Generator 12 volt



Gambar 3.2 Generator 12 Volt

Pada pembuatan alat ini, penulis menggunakan generator 12 volt sebagai sumber tegangan yang akan digunakan untuk pembangkit listrik tenaga angin. Generator 12 volt ini digunakan untuk mengkonversikan tenaga angin melalui putaran yang dihasilkan oleh turbin atau baling-baling sehingga generator 12 volt dapat menghasilkan tegangan listrik.

- b. Modul Charger



Gambar 3.3 Modul Charger

Dalam tugas akhir ini, penulis menggunakan kontroller cas baterai charger tipe XH-M604 untuk mengisi kembali baterai melalui generator 12 volt. Ketika baterai sudah mencapai sekitar 30% maka otomatis baterai mengisi kembali dengan menggunakan modul charger tipe XH-M604. Dan ketika baterai penuh 100% maka otomatis baerai akan berhenti melakukan pengisian.

c. Inverter



Gambar 3.4 Inverter 12v

Inverter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah tegangan arus searah (DC) ke tegangan arus bolak-balik(AC). Dalam penelitian ini penulis menggunakan inverter tipe Modified Stec 100w-12v stc-100W. Prinsip kerja dari inverter ini yaitu untuk mengubah aus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) yang dihasilkan oleh generator dengan menggunakan rangkaian elektronik yang dikonversikan, dengan megatur tegangan dan frekuensi keluaran agar sesuai dengan kebutuhan listrik yang diinginkan.

d. Baterai



Gambar 3.5 Baterai 12 Volt

Baterai adalah suatu alat yang digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh turbin angin disaat kondisi anging bertiup dengan kencang.

Dalam hal ini memungkinkan ketika angin sedan lemah atau tidak bergerak maka energi yang tersimpan dapat untuk digunakan.

e. Multimeter



Gambar 3.6 Multimeter

Multimeter adalah suatu alat ukur elektronik yang dapat digunakan untuk mengukur tegangan (volt), arus (ampere), dan resistansi (ohm). Dalam penelitian ini multimeter digunakan untuk mengukur tegangan yang keluar dari generator dan mengukur tegangan atau arus yang digunakan untuk menyalakan suatu beban.

f. Anemometer



Gambar 3.7 Anemometer

Anemometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Dalam penelitian ini anemometer dapat digunakan untuk memberikan data kecepatan angin yang bergerak pada saat pengukuran. Pada saat pengukuran kecepatan angin dapat diperhatikan dalam bentuk angka dengan satuannya meter per secon (m/s).

g. Tachometer



Gambar 3.8 Tachometer Digital

Tachometer adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan putaran suatu objek, biasanya dalam suatu revolusi per meter Revolutions Per Minute (RPM). Alat ini digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk kendaraan bermotor untuk menentukan kecepatan putaran mesin. Tachometer ini dapat berupa analog dengan jarum penunjuk dan berupa digital dengan tampilan angka.

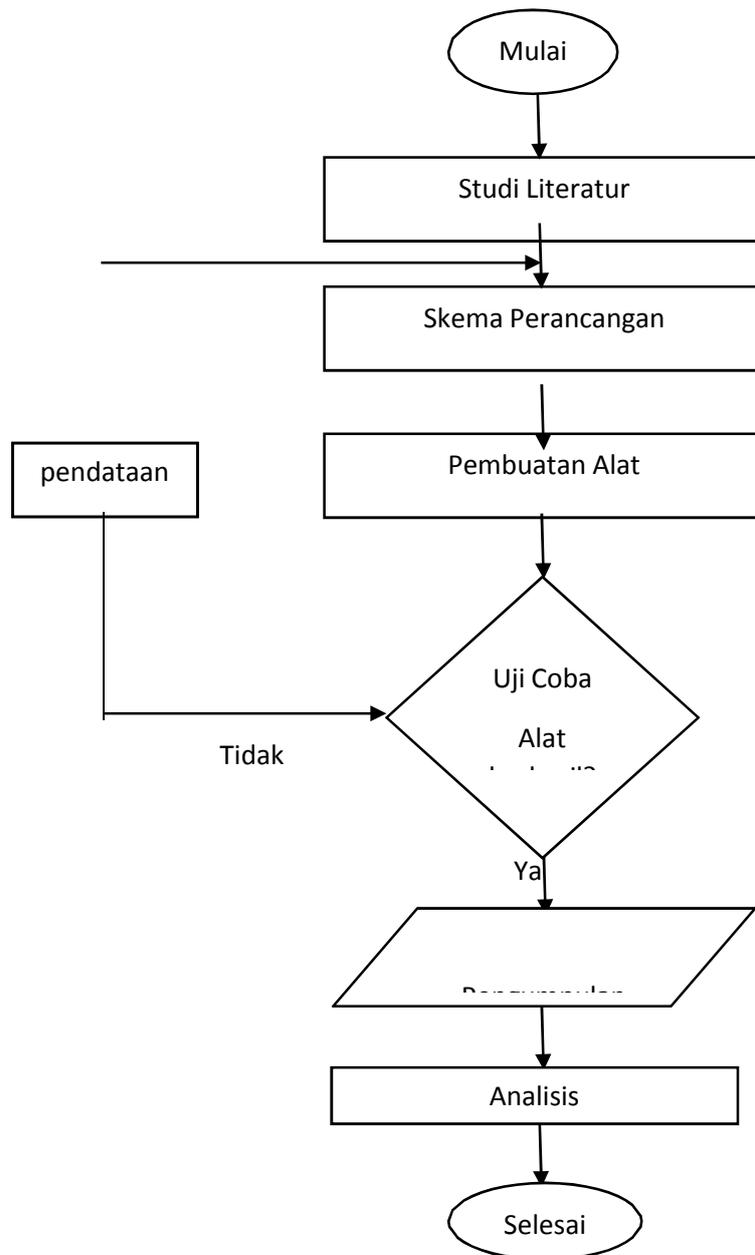
h. Modul Step Up



Gambar 3.9 Modul Step Up

Modul step up adalah suatu perangkat elektronik yang digunakan untuk meningkatkan tegangan dari sumber listrik ketingkat yang lebih tinggi. Modul stp ini bekerja berdasarkan prinsip konversi energi dengan menggunakan komponen seperti induktor, transistor, dan dioda untuk mengubah tegangan input yang lebih rendah menjadi tegangan output yang tinggi.

3.5 Diagram Penelitian



Gambar 3.10 Diagram Alir Penelitian

Pada gambar diagram alir penelitian di atas dapat di jelaskan bahwa yang pertama dilakukan adalah dimulai dari studi literatur yaitu mengumpulkan sumber-sumber referensi dari buku atau internet. Kemudian membuat skema perancangan yaitu memuat gambaran alat yang akan dibuat untuk sebagai bahan tiruan. Selanjutnya dilakukan perakitan alat atau pembuatan alat. Kemudian setelah selesai pembuatan alat, maka dapat dilakukan pengujian. Jika alat tersebut dapat

menghasilkan tegangan maka dapat dilanjutkan ke tahap pengukuran, jika tidak berhasil maka dilakukan pendataan komponen-komponen yang digunakan dan kembali lagi ke pembuatan skema perancangan, begitu juga sebaliknya jika pengujian berhasil maka dapat dilakukan ketahap pengumpulan data dan analisis.

3.6 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode untuk pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan sumbu horizontal dan kapasitas yang sangat rendah seperti berikut ini:

1. Tahap Studi Literatur

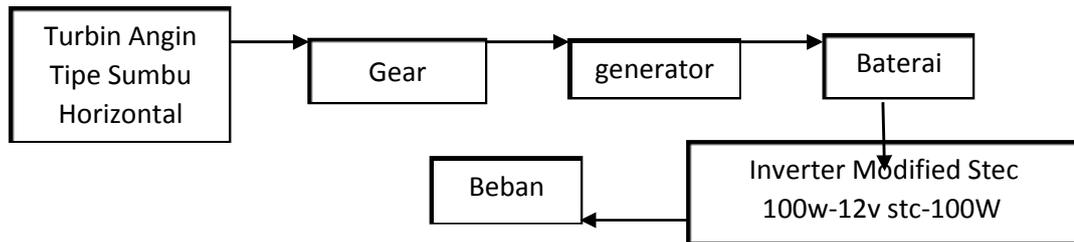
Dalam tahap studi literatur ini, langkah pertamayang dilakukan penulis berupa pengambilan sumber-sumber informasi atau referensi pada buku jurnal dan internet yangnantinya digunakansebagai referensi untuk panduan alat yang akan dirancang oleh penulis.

2. Tahap Pengumpulan Alat Dan Bahan

Dalam tahap ini, pennulis mempersiapkan bahan-bahan dan alat-alat yang akan digunakan oleh penulis untuk pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu. Sehingga penulis dapat dengan mudah menyelesaikan perancangan pembangkit tersebut dengan hasil yang diinginkan terpenuhi.

3. Tahap Perancangan

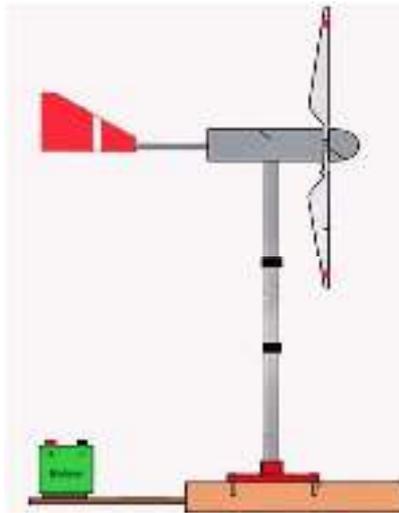
Dalam tahap ini, penulis melakukan perancangan alat melalui *pembuatan* skema perancangan alat berbasis prototipe. Dalam perancangan tersebut penulis dapat mengetahui bagaimana gambaran dari Pembangkit Listrik Tenaga Bayu sehingga bisa dijadikan sebagai bahan yang bisa dilihat untuk perakitan alat tersbut. Berikut ini adalah skema dari perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.



Gambar 3.11 Diagram Blok Perancangan

4. Tahap Pembuatan Alat

Pada tahap ini, penulis membuat alat mengikuti skema perancangan dan menggabungkan komponen-komponen dengan baik dan rapi sehingga dapat dioperasikan. Dalam pembuatan alat ini, saya dapat membuat desain untuk diperhatikan dalam pembuatan alat tersebut. Desain alat tersebut dapat dilihat pada gambar 3.12 berikut ini.



Gambar 3.12 Desain Alat

5. Tahap Uji Coba

Pada tahap ini, penulis melakukan uji coba pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu apakah berjalan dengan baik atau sesuai dengan harapan. Apabila sesuai dengan penulis harapkan, maka dapat dilakukan tahap pengambilan data pada alat tersebut.

6. Tahap Pengambilan Data

Pada tahap ini, penulis dapat mengukur dari beberapa tegangan dari turbin atau tegangan yang dihasilkan oleh generator yang menggunakan beban dan tanpa beban. Kemudian mengukur tegangan output dari inverter modified stc 100w-12v stc-100W untuk penyalan beban yang akan digunakan. Sehingga apa yang diharapkan penulis dapat diselesaikan atau sesuai dengan harapan penulis. Pengukuran ini dilakukan dalam waktu satu kali pengukuran dalam 30 menit dan dimulai pukul 10:00 sampai dengan pukul 16:00 wib.

3.7 Struktur Alat

Dalam pembuatan alat perlu diperhatikan struktur untuk pembuatan miniatur Pembangkit Listrik Tenaga Bayu. Berikut ini adalah stuktur dari pembuatan alat Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan sumbu horizontal.

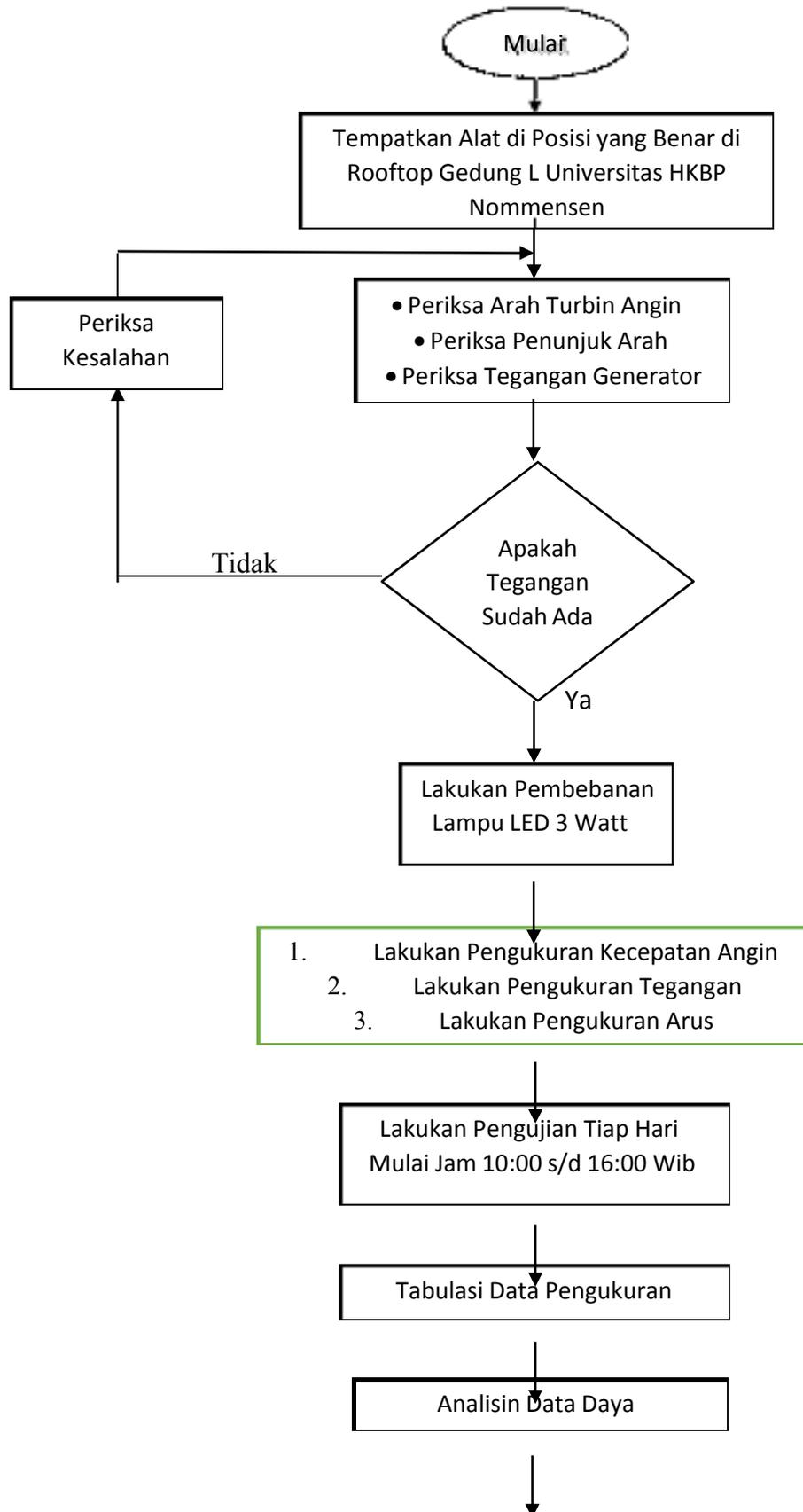
a) Struktur Penyangga (Menara)

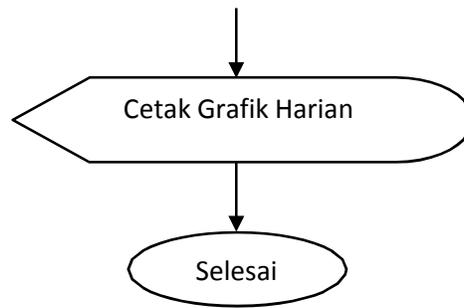
Dalam pembuatan menara pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu. Bahan yang diperlukan pembuatan menara adalah seperti triplek persegi panjang 6 mm ukuran 37 cm x 80 cm, pipa yang digunakan sebagai menara dengan ukuran 140 cm, semen dan pasir secukupnya, batu, besi yang cor untuk digunakan sebagai pondasi untuk menahan atau memperkuat menara. Sehingga menara yang di peroleh untuk pembangkit listrik tenaga angin sumbu horizontal dapat kokoh untuk menahan ketika angin bertiup kencang.

b) Turbin Angin Dan Ekor Turbin Angin

Pada pembuatan turbin angin, bahan yang digunakan adalah potongan plat besi yang berbentuk lingkaran yang berukuran diameter 14 cm kemudian baling-balingnya terbuat dari seng aluminium yang ukurannya 12 cm x 41,5 cm sebanyak 4 lembar. Kemudian ekor yang penulis buat berbentuk trapesium dengan ukuran panjang 45 cm, lebar 27 cm, dan tingginya cm sehingga dapat mengarahkan turbin angin ke arah angin bergerak.

3.8 Diagram Alir





Gambar 3.13 Diagram Alir Pengujian Alat

Dalam gambar diagram alir pengujian alat di atas dapat dijelaskan bahwa yang pertama kali dilakukan pada pengujian alat adalah dimulai dari menempatkan alat diposisi yang benar di rooftop gedung L Universitas HKBP Nommensen, kemudian periksa arah turbin angin, periksa penunjuk arah, periksa tegangan generator. Apabila tegangan sudah ada? jika tidak maka akan melakukan pemeriksaan kesalahan. Jika ya maka akan melakukan pembebanan lampu LED 3 watt. Setelah itu meklakukan pengukuran kecepatan angin, pengukuran tegangan, dan pengukuran arus. Kemudian pengukuran tersebut dilakukan tiap hari dimulai jam 10:00 s/d 16:00 wib dalam waktu satu kali pengukuran dalam waktu 30 menit. Setelah itu lakukan tabulasi untuk data pengujian, kemudian lakukan analisis data daya. Selanjutnya buat grafik setiap harian kemudian selesai.