

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)
SKALA MINI SEBAGAI LISTRIK PENERANGAN PADA
TEMPAT WISATA PANTAI MODISI KABUPATEN
BOLAANG MONGONDOW SELATAN**

Oleh :

**RERY CAHYADI ALAMRI
T21 16 045**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ICHSAN
GORONTALO
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)
SKALA MINI SEBAGAI LISTRIK PENERANGAN PADA
TEMPAT WISATA PANTAI MODISI KABUPATEN
BOLAANG MONGONDOW SELATAN**

Oleh :

**RERY CAHYADI ALAMRI
T21 16 045**

SKRIPSI

Skripsi ini telah disetujui oleh tim pembimbing pada tanggal seperti yang tertera
dibawah ini

Gorontalo, November 2021

Pembimbing I



Frengky Eka Putra Surusa, ST, MT
NIDN. 0906018504

Pembimbing II



Steven Humena, ST, MT
NIDN. 0907118903

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB)
SKALA MINI SEBAGAI LISTRIK PENERANGAN PADA
TEMPAT WISATA PANTAI MODISI KABUPATEN
BOLAANG MONGONDOW SELATAN**

Oleh :

RERY CAHYADI ALAMRI
T21 16 045

Di periksa Oleh Panitia Ujian Strata Satu (S1)
Universitas Ichsan Gorontalo

1. Ir. Stephan A. Hulukati, ST. MT.M.Kom (Ketua Penguji)

2. Muh. Asri, ST. MT

(Anggota Penguji)

3. Amelya Indah Pratiwi, ST., MT.

(Anggota Penguji)

4. Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT.

(Anggota Penguji)

5. Steven Humena, ST., MT.

(Anggota Penguji)

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Amru Siola, ST. MT
NIDN. 0922027502

Frengki Eka Putra Surusa, ST. MT
NIDN. 0906018504

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Reri Cahyadi Alamri

NIM : T2116045

Kelas : Karyawan

Program studi : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa

1. Karya tulis saya (skripsi) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) baik di Universitas Ichsan Gorontalo maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan dari pihak lain kecuali arahan dari tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma yang berlaku di Universitas Ichsan Gorontalo.

Gorontalo, 29 November 2021



Reri Cahyadi Alamri

ABSTRAK

Penggunaan pembangkit listrik yang bersumber pada energi baru dan terbarukan, dapat mengurangi penggunaan BBM, polusi atau gas emisi. Salah satu contohnya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang merupakan teknologi ramah lingkungan, karena tidak mencemarkan udara atau tidak memberikan efek rumah kaca. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat prototipe PLTB dan mengetahui unjuk kerja daya listrik yang dihasilkan. Langkah awal yaitu dengan merangkai alat dan komponen, setelah rampung Langkah berikutnya adalah pengujian. Lokasi pengujian dilakukan di pinggiran pantai wisata Modisi Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. Hasil Pengujian prototype yaitu Daya listrik yang di hasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan sumbu vertikal di pinggiran Pantai Wisata Modisi yang terbesar adalah 173,2 Watt dengan kecepatan angin 9,2 m/s. Sedangkan daya terendah adalah 11,3 watt dengan kecepatan angin 3,7 m/s. Sehingga kinerja prototipe dari PLTB dengan sumbu vertikal secara keseluruhan bekerja dengan baik.

Kata kunci: Pembuatan; Prototype; (PLTB).

ABSTRACT

The use of power plants sourced from new and renewable energy can reduce the use of fuel, pollution, or gas emissions. One example is the Wind Power Plant, which is an environmentally friendly technology because it does not pollute the air or has no greenhouse effect. The purpose of this study is to design a Wind Power Plant prototype and determine the performance of the electrical power produced. The first step is to assemble tools and components. After completion, the next step is testing. The test location is on the outskirts of Modisi Beach, South Bolaang Mongondow District. The results of the prototype test are the electric power generated by the Wind Power Plant with the largest vertical axis on the outskirts of Modisi Beach is 173.2 Watt with a wind speed of 9.2 m/s. While the lowest power is 11.3 watts with a wind speed of 3.7 m/s. It indicates that the performance of the prototype of the Wind Power Plant with the vertical axis as a whole works well.

Keywords: prototype, mini-scale, wind power plant, lighting electricity

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT, atas berkat limpahan Rahmat dan karunia-Nya sehingga **Usulan Penelitian/Skripsi** ini dapat terselesaikan dengan lancar dan tepat waktu.

Adapun penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo.

Penulis menyadari begitu banyak hambatan dan tantangan yang ditemui namun melalui bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak maka penulis dapat menyelesaikan usulan penelitian/skripsi ini sebagaimana yang diharapkan. Untuk itu perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu DR.HJ Juriko Adul Samad, M. Si , selaku Ketua Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi (YPIPT) Ichsan Gorontalo.
2. Bapak DR. Abdul Gaffar Latjokke, M.Si, selaku Rektor Universitas Ichsan Gorontalo.
3. Kedua Orang Tua/Wali yang senantiasa memberikan dorongan, motivasi dan bantuan materil selama proses perkuliahan sampai saat sekarang
4. Bapak Amru Siola, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik UNISAN Gorontalo
5. Bapak Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro UNISAN Gorontalo.
6. Bapak Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT, Pembimbing I
7. Bapak Steven Humena, ST, MT, Pembimbing II

8. Bapak Ibu Dosen se-lingkup UNISAN Gorontalo

9. Teman-teman se-Angkatan Teknik Elektro

Akan menjadi sesuatu yang sangat berarti guna menyempurnakan usulan penelitian ini bila kritikan dan saran disampaikan pada penulis. Semoga Allah SWT yang membalas budi baik dan kerelaan saudara.

Gorontalo, November 2021

RERY CAHYADI ALAMRI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
<u>LEMBAR</u> PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I <u>P</u> ENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Tujuan penelitian	3
1.4 Batasan masalah.....	3
1.5 Manfaat penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian terdahulu	5
2.2 Dasar teori	7
2.2.1 Turbin Angin	7
2.2.2 Generator DC.....	8
2.2.3 Penyimpan Energi (battery)	12
2.2.4 Rectifier – Inverter.....	13
2.2.5 Regulator.....	15
2.2.6 Transmisi Gear.....	15
Gambar 2.4 Pully N1, N2, N3	16
2.3 Pengukuran Kecepatan Angin	16
2.3.2 Tachometer	18

2.4. Perhitungan daya angin.....	19
2.5. Perhitungan daya turbin angin	20
2.6. Daya Generator.....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Diagram alir.....	23
3.2 Pemilihan Bahan.....	24
3.2.1 Turbin Angin	24
3.2.2 Generator Magnet Permanent (GMP).....	25
3.2.3 Pengontrol Turbin Angin / <i>Wind Controller</i>	26
3.2.4 Batterey	27
3.2.4 Lampu LED 3watt	27
3.2.5 Desain dan Skematik Alat.....	28
3.3 Pemilihan Alat	29
3.3.1 Kebutuhan alat	29
3.3.2 Estimasi biaya	30
3.4 Rencana pengujian.....	30
3.4.1 Pengujian	31
3.4.1 Bagian yang akan diuji	31
3.5 Lokasi pembuatan dan pengujian	31
3.6 Waktu pengujian.....	31
3.7 Skematik pengujian	32
3.8 spesifikasi alat	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Proses rancang bangun Prototype PLTB	35
4.1.1 Pembuatan tiang penyangga/dudukan PLTB.....	35
4.1.2 Perakitan Turbin Angin	35
4.2 Proses perakitan prototype PLTB.....	37
4.3 Pengujian Prototype.....	37
4.3.1 Tempat pengumpulan data.....	37
4.3.2 Bahan dan Alat untuk Pengujian	38
4.3.2 Langkah Uji Teknis	38

4.4	Hasil Pengujian.....	39
4.4.1	Uji Fungsional Prototype	39
4.4.2	Uji Pengukuran Kecepatan Angin.....	40
4.4.3	Uji Pengukuran Putaran Turbin	41
4.4.4	Uji Pengukuran Tegangan.....	42
4.5	Perhitungan Daya Angin	43
4.6	Perhitungan Daya Turbin	44
4.7	Hasil Perhitungan Daya Generator	46
4.8	Pembahasan	47
4.8.1	Kondisi Komponen	48
4.8.2	Fungsi Prototipe	48
4.8.3	Hasil Pengukuran	48
BAB V PENUTUP.....		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rotor Dan Stator.....	10
Gambar 2.2 Konstruksi Dari Sebuah Battery.....	13
Gambar 2.3 Rangkaian Inverter	14
Gambar 2.4 Pully N1,N2,N3.....	16
Gambar 2.5 Jari-Jari/Panjang Blade Sumbuh Horizontal	20
Gambar 2.6 Jari-Jari/Panjang Blade Sumbu Vertical	20
Gambar 2.7 Koefisien Daya Turbin	21
Gambar 3.1 Diagram Alir	23
Gambar 3.2 Jenis Blade	25
Gambar 3.3 Jenis Turbin Vertical Axis.....	25
Gambar 3.4 Generator Magnet Permanent (GMP)	26
Gambar 3.5 Wind Control.....	26
Gambar 3.6 Battery	27
Gambar 3.7 Lampu Led	28
Gambar 3.8 Desain Dan Skematik PLTB	28
Gambar 3.9 Skematik Pengujian Beban Lampu 3 Watt	32
Gamabar 3.10 Skematik Pengujian Beban Aki.....	33
Gambar 4.1 Tiang Penyangga/Dudukan PLTB	36
Gambar 4.2 Turbin Angin	36
Gambar 4.4 Maps Lokasi	38
Gamabar 4.5 Grafik Daya Generator	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Skala Beaufrot.....	17
Tabel 3.1 Kebutuhan Alat	29
Tabel 3.2 Estimasi Biaya	30
Tabel 3.4 Waktu Pengujian	32
Tabel 4.1 Bahan Dan Alat Uji Teknis.....	38
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran kecepatan Angin	40
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Putaran Turbin	41
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Tegangan Output	42
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Daya Angin	44
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Daya Turbin Angin.....	45
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Daya Generator	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki jumlah pulau 16.056, yang tersebar di 34 provinsi (BPS (Badan pusat statistik) 2018). Terdapat banyak potensi sumber daya alam (SDA) yang bisa di kembangkan khususnya dalam bidang kelistrikan. Hal ini dapat di manfaatkan sebagai Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk menghasilkan energi listrik. Pengembangan energi baru terbarukan ini sangat penting mengingat penggunaan sumber energi seperti minyak bumi, batu bara, dan gas semakin menipis, dan tidak bisa di perbaharui kembali.

Selain mengandalkan pembangkit listrik berbahan bakar fosil kita harus memanfaatkan energi terbarukan yang ada di alam yaitu energi matahari, air, angin, dan panas bumi. Di negara kita sendiri, masih banyak daerah-daerah yang belum mendapatkan aliran listrik sehingga pemakaian bahan bakar minyak pada sektor penyedia energi listrik masih sangat besar (Fahmi Arif Maulana, Mohammad Ramdani 2017).

Dengan menggunakan pembangkit listrik yang bersumber pada energi baru dan terbarukan, kita dapat mengurangi penggunaan BBM, polusi atau gas emisi. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan teknologi ramah lingkungan, karena tidak mencemarkan udara atau tidak memberikan efek rumah kaca (Fadil et al, 2017).

Potensi angin yang ada di Provinsi Bolaang Mongondow Selatan sampai dengan saat ini belum dimanfaatkan semaksimal mungkin. Untuk menutupi ataupun mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap energi, maka perlu mengembangkan teknologi dengan cara menggantikan energi yang sifatnya tidak terbarukan, dengan energi yang terbarukan, serta ramah terhadap lingkungan. Salah satu solusi mengatasi problem tersebut yaitu dengan memanfaatkan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu yang menggunakan angin sebagai sumber energinya.

Salah satu Daerah di Bolaang Mongondow Selatan yang memiliki kecepatan angin yang cukup potensial untuk dapat dijadikan sebagai penerangan tempat wisata pesisir pantai dengan memanfaatkan tenaga angin adalah Pantai Modisi, hal ini didukung oleh kondisi geografis daerah tersebut yang memiliki dataran pada daerah pantai serta memiliki pegunungan yang tidak terlalu menghambat kecepatan angin.

Oleh karena itu, berdasarkan kondisi dan potensi angin yang ada di daerah tersebut, penulis berinisiatif membuat Pembangkit Listrik Tenaga Bayu berskala kecil untuk digunakan sebagai sumber listrik penerangan yang disusun dalam bentuk Skripsi/Tugas Akhir dengan judul: **“Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Sebagai Listrik Penerangan di Lokasi Wisata Pantai Modisi Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan”**.

1.2 Rumusan masalah

Dalam penyusunan penelitian ini diambil beberapa rumusan masalah yaitu:

- a) Bagaimana membuat Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) untuk menghasilkan listrik penerangan?
- b) Bagaimana performance dari Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)?

1.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Membuat Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) skala mini
- b) Mengetahui unjuk kerja daya listrik yang di hasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

1.4 Batasan masalah

Supaya bisa terarah, maka diberi batasan masalah berikut:

- a) Pembuatan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) skala mini
- b) Pengujian pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) untuk listrik penerangan

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dapat diperoleh dari pengerjaan tugas akhir ini sebagai berikut:

- a) Manfaat Bagi Mahasiswa
 - Sebagai suatu praktek dan penerapan teori yang di dapat dalam masa perkuliahan.

➤ Memotivasi mahasiswa, khususnya Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Ichsan Gorontalo agar dapat belajar dan berinovasi dalam perancangan *Wind Energy*

b) Manfaat Bagi Universitas

Pembuatan PLTB bisa menjadi satu referensi bagi Mahasiswa pada Universitas Ichsan Gorontalo yang selanjutnya bisa di kembangkan menjadi pembangkit yg berteknologi tinggi, sehingganya dengan ini menjadi satu kebanggaan bagi Universitas.

c) Manfaat Bagi Masyarakat

Pembuatan PLTB ini di harapkan bermanfaat bagi masyarakat yang belum tersentuh oleh listrik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian terdahulu

Rujukan dalam bentuk teori atau penemuan melalui hasil kajian terdahulu adalah sangat penting untuk digunakan sebagai data pendukung. Sebagai pedoman untuk penelitian, dibutuhkan lebih dari satu referensi. Oleh karena itu, dilakukan langkah kajian dari beberapa hasil penelitian sebelumnya berupa tesis dan jurnal-jurnal melalui internet. Dibawah ini beberapa contoh penelitian terdahulu yaitu:

Menurut Muhammad Adam menjelaskan bahwa Perubahan Kecepatan Angin memberikan dampak terhadap daya yang dihasilkan. Dari hasil pengukuran yang diperoleh selama satu hari mulai pukul 09.00- 19.00 WIB bahwa tegangan rata-rata adalah 2,56 Volt dengan daya angin sebesar 27,6 Watt dan daya yang dihasilkan oleh generator DC adalah sebesar 136,3 Watt (Muhammad Adam, Partoanan Harahap, M. Ridho Nasution, 2019).

Menurut M. Husni Thamrin dalam penelitiannya menjelaskan bahwa kecepatan angin rata-rata pada daerah Sambas Kalimantan Barat berdasarkan data satelit NASA dan pengukuran adalah sebesar 2,914 m/s. Pada Pukul 09.00 s/d 12.00 WIB terdapat kecepatan angin yang cukup tinggi. Berdasarkan data tersebut maka karakteristik yang cocok untuk pemilihan turbin angin adalah turbin angin tipe AWI-E1000T 1000W MICRO WIND TURBINE, dengan *Cut-in Speed* minimal 1,5 m/s atau yang lebih rendah, mampu menghasilkan daya *output* maksimum sebesar 1 kW, dan rata-rata

daya *output* sebesar 0,21 kW. Hal ini juga dikarenakan daerah tersebut berada di garis pantai yang memungkinkan pengembangan energi angin (M. Husni Thamrin, 2017).

Menurut Krisna Togi H. dalam penelitiannya menjelaskan bahwa dari hasil pengujian Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Bayu skala mini menggunakan jenis turbin Vertical Axis savionus dengan 3 bilah didapatkan kecepatan awal turbin angin adalah 2.7 m/s dan daya yang dihasilkan adalah sebesar 0.038 watt dengan tegangan maksimal adalah sebesar 1.9 volt dan arusnya adalah sebesar 0.02 ampere (Krisna Togi Hamonangan, 2018).

Menurut Yusuf dan Choirul dalam penelitiannya menjelaskan bahwa penggunaan Generator Magnet Permanen untuk Pembangkit Tenaga Listrik Skala Kecil Menggunakan Kincir Angin Savonius Portabel memberikan hasil pengukuran tegangan generator tanpa beban adalah maksimal sebesar 14,8 V pada kecepatan angin 8 m/s. Sedangkan pada kecepatan angin 5 m/s sampai dengan 8 m/s putaran generator mencapai 480 rpm dengan 14,3 V, sehingga bisa melakukan proses pengisian accu dengan arus sampai dengan 3,1 A (Yusuf Ismail Nakhoda, Chorul Saleh, 2016).

Menurut Agus dan Subur dalam penelitiannya menjelaskan bahwa dalam hasil pengujian rancangan Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Kincir Angin Savionus menghasilkan tegangan 12,5 volt dan arus sebesar 0,12 A dengan kecepatan angin rata-rata sebesar 5,4 m/s. Lama pengisian aki dengan kapasitas 12 volt, 3,5 Ah memerlukan waktu 29 jam. Dalam pengujian menggunakan beban lampu DC bahwa untuk lampu 10

watt dapat menyala selama 15 jam sedangkan lampu 5 watt dapat menyala selama 38 jam. Hal ini membuktikan bahwa rancangan PLTB dengan turbin angin sumbu vertical tidak tergantung pada arah angin dan rancangannya sederhana (Agus Nurdyanto, Subur Isnur, 2020).

2.2 Dasar teori

2.2.1 Turbin Angin

Turbin Angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga Listrik. Generator dapat menghasilkan listrik berdasarkan putaran dari kincir baik itu secara langsung maupun menggunakan sistem pulley ataupun gearbox.

Pembangunan turbin angin saat ini belum dapat menyamai pembangkit listrik yang konvensional. Turbin angin masih dalam bentuk pengembangan oleh para peneliti yang nantinya akan dihadapkan dengan masalah kurang sumber daya alam tak terbarui contoh ; batubara, minyak bumi sebagai bahan dasar sumber energi untuk pembangkitan listrik.

Dalam perkembangannya turbin, turbin angin dibagi menjadi 2 jenis turbin angin yaitu:

1. Turbin angin type horisontal (*Darrieus Wind Turbine*)
2. Turbin angin type tegak (Vertikal).

Prinsip dasar kerja turbin angin adalah mengubah energi mekanis dari angin menjadi energi putar pada kincir, putaran kincir digunakan untuk memutar generator, yang akhirnya akan menghasilkan listrik.

Pada umumnya turbin angin dipasang disebuah menara diketinggian 30 – 60 m diatas permukaan tanah untuk menangkap angin sebanyak mungkin. Turbin angin berfungsi untuk mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik. Angin yang berhembus akan memutar rotor yang selanjutnya menggerakkan generator.

1. Sudu Turbin Angin

Sudu turbin angin berbentuk persegi panjang yang sedikit dilekukkan dengan arah vertikal, hal ini dimaksudkan agar sudu bisa mendapatkan tekanan angin dari segala arah. Angin akan memutar sudu turbin, kemudian memutar sebuah poros yang dihubungkan dengan generator, lalu menghasilkan listrik.

2. Jumlah Sudu

Jumlah sudu merupakan hal yang harus diperhatikan dalam mendesain rotor turbin angin. Semakin banyak jumlah sudu, semakin tinggi kestabilan rotor. Akan tetapi semakin besar pula pembebanan yang terjadi pada menara, akibat berat sudu yang dimilikinya. Selain itu juga jumlah sudu yang banyak memerlukan biaya tambahan untuk kebutuhan bahan dan kontruksi menara.

2.2.2 Generator DC

Generator DC adalah salah satu alat konversi energi listrik dalam pembuatan pembangkit listrik tenaga angin. Generator dapat mengkonversi energi gerak menjadi energi listrik. Teori medan elektromagnetik merupakan kunci dari

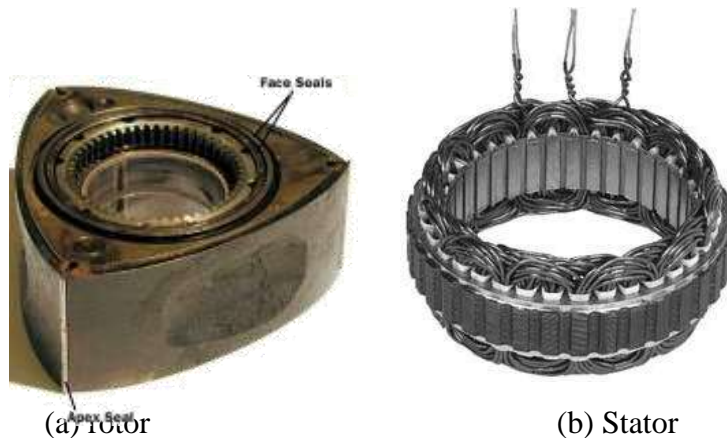
prinsip kerjanya. Generator DC mempunyai dua elemen listrik yaitu bagian stator (kumparan medan utama) dan rotor (kumparan jangkar). Kumutator memberikan arus pada kumparan jangkar sehingga menghasilkan Tegangan DC melalui karbon pada komutator. Stator sebagai magnet permanen terdapat juga motor DC kecil. Di industri stator dikatakan sebagai elektromagnetnya.

Motor DC berputar sebagai akibat adanya dua medan magnet yang saling berinteraksi satu dengan yang lainnya. Medan pertama adalah stator dan medan kedua adalah rotor.

Kawat berarus diletakkan antara kutub magnet maka pada kawat itu akan bekerja gaya yang menimbulkan kawat bergerak. Gaya dimaksud adalah gaya Lorentz. Hubungan medan magnet utama, arah arus pada jangkar dan Arah gaya Lorentz, dapat dijelaskan dengan kaidah tangan, yaitu:

- Ibu Jari : Gerak perputaran
- Jari Telunjuk : Medan magnetik kutub U dan S
- Jari Tengah : Besaran galvanis tegangan U dan arus I

Rotor pada generator dipasang dengan material *ferromagnetic* permanent. Setelah itu disekeliling rotor terdapat stator yang bentuk fisiknya adalah kumparan – kumparan yang membentuk loop. Ketika rotor generator mulai berputar maka akan terjadi perubahan fluks pada stator yang akhirnya karena terjadi fluks ini akan menghasilkan tegangan dan arus listrik tertentu.



Gambar 2.1 rotor dan stator

Ada dua cara pembangkitan generator dan medan magnet pada generator yaitu :

1. Dengan magnet permanen

magneto dynamo merupakan Generator dengan magnet permanen yang penggunaannya memiliki kekurangan, sehingga jarang dipakai

2. Dengan magnet remanen

Sedangkan generator dengan magnet remanen menggunakan medan magnet listrik, mempunyai kelebihan yaitu medan magnet yang dibangkitkan dapat diatur.

Pada generator arus searah berlaku hubungan-hubungan sebagai berikut :

$$E_a = \Phi z n P / 60 \text{ a volt} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

E_a = ggl yang dibangkitkan pada jangkar generator

Φ = fluks perkutub

Z = jumlah penghantar total

n = kecepatan putar

a = jumlah hubungan paralel

Bila $ZP/60a = c$ (konstanta), maka:

$$E_a = cn\Phi \text{ Volt(2)}$$

Berdasarkan cara memberikan fluks pada kumparan medannya, generator arus searah dapat dibagi menjadi 2, yaitu :

1. Generator berpenguatan bebas

Tegangan searah yang dipasangkan pada kumparan medan yang mempunyai tahanan sehingga menghasilkan arus dan fluks pada kutub-kutubnya. Generator menghasilkan tegangan induksi yang akan dibangkitkan. Beban R (tahanan) Jika dihubungkan dengan generator, maka dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$V = I \times R$$

$$E = V + I R$$

2. Generator berpenguatan sendiri

a. Generator searah seri

b. Generator Shunt

c. Generator kompon panjang dan kompon pendek

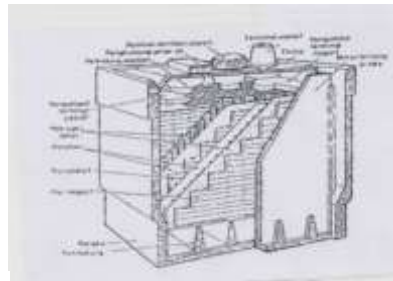
Tegangan dan Arus Listrik yang dihasilkan oleh generator adalah DC, yang kemudian disimpan pada *battery*. Arus listrik DC yang disimpan oleh *battery* diubah menjadi arus AC (*Alternating Curent*) dengan menggunakan inverter sebagai pembalik. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan ini disalurkan melalui kabel jaringan listrik untuk akhirnya digunakan oleh masyarakat.

2.2.3 Penyimpan Energi (*battery*)

Baterai adalah alat listrik kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkannya dalam bentuk listrik. Oleh karena itu digunakan alat untuk penyimpan energi sebagai *back – up* energi listrik apabila pada saat turbin angin berputar kencang. Tegangan baterai yang beredar di pasaran dan menggunakan cairan elektrolit adalah 12 volt dan ada juga 6 volt. Untuk jenis baterai kering tegangan keluarannya 1,5 – 12 volt. Tegangan normal dari sebuah baterai 12 volt adalah 12,6 volt.

Sebuah baterai terdiri dari sel-sel yang masing-masing sel bertegangan sekitar 2,1 volt. Untuk baterai 12 volt menggunakan 6 sel. Tiap sel terdiri dari pelat positif dan pelat negatif yang dipisahkan oleh separator agar tidak terjadi hubungan langsung. Semua pelat positif dihubungkan menjadi satu oleh *plate strape* sehingga menjadi bagian pelat positif begitu juga pelat negatif dihubungkan oleh *plate strape* sehingga menjadi pelat negatif.

Di dalam baterai terdapat elektrolit yang merupakan campuran asam sulfat dengan air. Tiap sel baterai ditempatkan pada kotaknya secara terpisah dan satu sama lainnya dihubungkan dengan batang penghubung (*connector*). Bahan dari plat positif adalah *lead perioxide* (PbO_2) berwarna coklat sedangkan plat negatif bahan aktifnya adalah *spongy lead* (Pb) berwarna abu-abu. Elektrolit (H_2SO_4) atau cairannya merupakan campuran asam sulfat / *sulfure acid* (SO_3) dan air (H_2O).

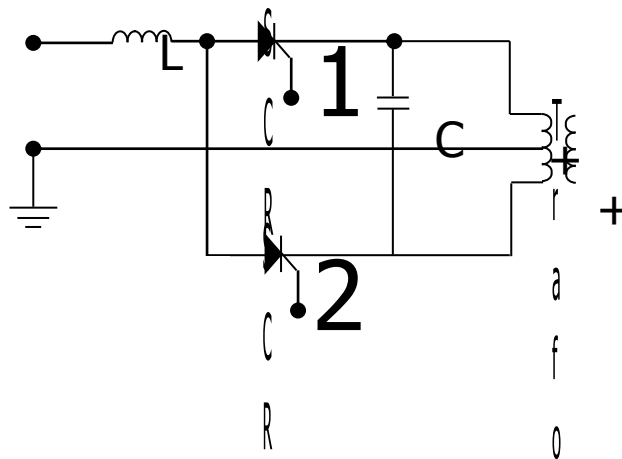


Gambar 2.2 kontruksi dari sebuah *battery*

2.2.4 Rectifier – Inverter

Rectifier berarti penyearah. *Rectifier* dapat menyearahkan gelombang sinusoidal (AC) yang dihasilkan oleh generator menjadi gelombang DC. *Inverter* berarti pembalik. Ketika kebutuhan daya dari penyimpan energi (Baterai) maka catu daya yang dihasilkan oleh baterai akan berbentuk gelombang DC. Karena kebanyakan kebutuhan rumah tangga menggunakan catu daya AC, maka diperlukan inverter untuk mengubah gelombang DC yang dikeluarkan oleh baterai menjadi gelombang AC, agar dapat digunakan oleh rumah tangga.

Dari sekian banyak jenis *inverter* yang ada, disini akan dijelaskan salah satu rangkaian *inverter* sederhana dengan menggunakan SCR sebagai pembangkit tegangan AC-nya. Rangkaian dasarnya adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Rangkaian Inverter

Untuk menjalankan rangkaian ini diperlukan rangkaian pulsa untuk men-*trigger* SCR agar SCR dapat bekerja. Prinsip kerja dari rangkaian ini adalah mula – mula kedua SCR dalam keadaan *off*.

SCR₁ dinyalakan dengan memberi pulsa pada gerbang *gate*₁ sehingga kumparan 1 – 2 mendapat tegangan sebesar V_{dc} dan akan menginduksi kumparan 2-3 sehingga kumparan tersebut mendapat tegangan $+V_{dc}$.

V_{ab} adalah tegangan sesaat dari kapasitor pada saat SCR₂ *on* maka SCR₁ akan *off* sebab pada saat SCR₂ *on* tegangan dititik b akan sama dengan tegangan dititik c ($V_b = V_c = V_{dc}$) sedangkan tegangan pada titik a adalah $+3 V_{dc}$. Jadi tegangan pada katoda SCR₁ lebih positif anoda sehingga menyebabkan SCR₁ *off*.

Pada saat SCR_2 *on* maka akan terjadi perubahan tegangan pada kumparan trafo yaitu tegangan dititik 2 = 0 ($V_{3-2} = V_{dc}$. Sejalan dengan itu maka kapasitor yang semula tegangannya sebesar + V_{dc} akan berusaha mengubah tegangannya menjadi - 2 V_{dc} , yaitu dengan terjadinya aliran arus *charging* pada kapasitor dari titik b ke a menuju kumparan 1-2-3. Untuk mengulangi proses tersebut maka SCR_1 *ditrigger* kembali pada SCR_1 *on* dan SCR_2 *off*.

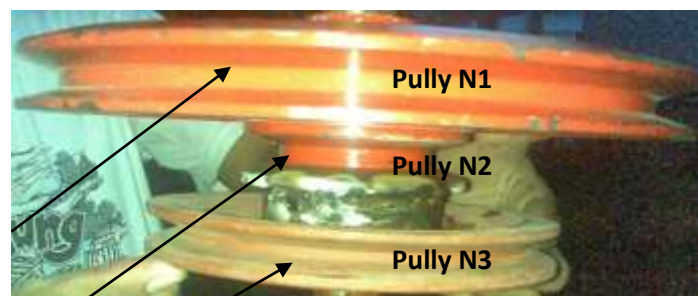
2.2.5 Regulator

Regulator mempunyai fungsi mengatur pengisian baterai yang dihasilkan oleh turbin angin, mengatur pemakaian baterai oleh beban lampu TL, memberi informasi keadaan baterai oleh turbin angin, mencegah baterai dari batas pengosongan (*Discharge*), perlindungan beban lebih (*Over Load*) perlindungan baterai dari tegangan rendah ketegangan lebih.

2.2.6 Transmisi Gear

Rotor turbin angin menghasilkan torsi yang tinggi dengan kecepatan putaran yang rendah, kira-kira 30-60 (rpm). Sedangkan kecepatan yang umumnya dibutuhkan untuk memutar generator yang terhubung ke jaringan dengan frekuensi 50 Hz adalah 1500 (rpm) (kecepatan sinkron untuk generator dengan empat kutub) dan 3000 (rpm) (kecepatan sinkron untuk generator dengan dua kutub). Jika poros rotor dari turbin dihubungkan langsung ke generator, maka diperlukan generator dengan jumlah kutub 100 atau 200 buah agar rotor turbin dapat memutar generator.

Sebelum dihubungkan ke generator, poros rotor biasanya dikopel ke transmisi gear untuk meningkatkan kecepatan rotasional dari rotor. Selanjutnya transmisi gear akan memutar poros generator. Melalui generator energi mekanik diubah menjadi energi listrik. Dalam pembuatan modul PLTB ini hanya menggunakan puli sebagai pengganti dari transmisi gear, yang cara kerjanya hampir sama dengan transmisi gear. Jumlah puli yang digunakan berjumlah 3, dimana puli tersebut mempunyai ukuran yang berbeda – beda, untuk dapat melakukan praktikum pengukuran yang berbeda pula.



Gambar 2.4 Pully N1, N2, N3

2.3 Pengukuran Kecepatan Angin

2.3.1 Anemometer

Anemometer digunakan sebagai alat untuk mengukur kecepatan angin. Tekanan udara di permukaan bumi diketahui lewat barometer. Tekanan udara di permukaan bumi diukur dengan balon angkasa *rasionde*. Balon ini juga dapat mengukur kelembaban udara. Jumlah putaran per menit anemometer dihitung

secara elektronik. Anemometer dilengkapi dengan sudut angin yang fungsinya mengetahui arah angin.

a. Skala Beaufort

Selain alat pengukur kecepatan angin, untuk menentukan kecepatan angin biasanya digunakan Skala angin Beaufort. Sir Francis Beaufort, seorang laksamana laut Inggris pada dekade pertama abad ke-XIX membuat skala tersebut. Skala ini berdasarkan pada daya tiup angin pada waktu kapal berlayar. Dia membagi angin menjadi 13 macam berdasarkan kecepatannya dan setiap macam diberi nomor dan kode dari 0 sampai 12. Selanjutnya skala ini digunakan untuk mengukur tingkat kecepatan angin tertentu dan skala ini dipergunakan secara luas sejak saat itu. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 Skala Beaufort.

Tabel 2.1 Skala Beaufort

No Skala	Kecepatan Angin	Macam Angin	Indikasi Diudara
0	0 -1,5	Tenang	Asap naik lurus
1	1,6 – 5	Udara Cerah	Asap mengapung
2	6 – 11	Bertiup ringan	Daun – daun bergoyang
3	12 – 19	Bertiup pelan	Daun dan ranting bergerak
4	20 – 29	Bertiup agak kencang	Cabang – cabang kecil bergerak dan debu beterbangan
5	30 - 39	Bertiup cukup	Air beriak pohon – pohon kecil

		kencang	bergoyang
6	40 – 50	Bertiup kencang	Cabang – cabang besar bergerak
7	51 – 61	Angin cepat	Batang – batang pohon condong dan orang sukar berjalan
8	62 – 47	Topan	Ranting –ranting patah
9	75 – 87	Topan besar	Cerobong –cerobong asap dan atap rumah terlepas
10	88 – 101	Topan menyeluruh	Pohon –pohon tumbang
11	102 – 120	Badai	Kerusakan dimana - mana
12	Diatas 120	Angin puyuh	Terjadi kehancuran total

2.3.2 Tachometer

Pada setiap pengukuran kecepatan untuk motor, pengukurannya sangat kritis karena kemungkinan ada perubahan frekuensi, slip pada *belt* dan pembebanan. Ada salah satu jenis alat pengukur kecepatan yaitu *tachometer*. *Tachometer* sederhana adalah jenis alat kontak, yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan yang memungkinkan dapat diakses secara langsung. *Tachometer* digunakan untuk mengukur kecepatan putaran motor, fan, pully, dan lain sebagainya. Roda *tachometer* dihubungkan dengan badan yang berputar. Timbulnya gesekan pada keduanya, maka setelah beberapa detik kecepatan roda *tachometer* sama dengan kecepatan badan berputar sehingga disebut sebagai putaran per menit (rpm).

2.4. Perhitungan daya angin

Daya angin adalah besaran energi yang dapat di hasilkan oleh angin pada kecepatan tertentu yang menabrak sebuah kincir angin dengan luas bidang tertentu. Rumus daya angin ini dapat di tuliskan dengan:

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot \rho_a \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

ρ_a : kerapatan angin pada waktu tertentu (1,2 kg/)

v : kecepatan angin pada waktu tertentu. (m/s)

A: luas daerah sapuan angin (m²)

Luas daerah sapuan angin dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

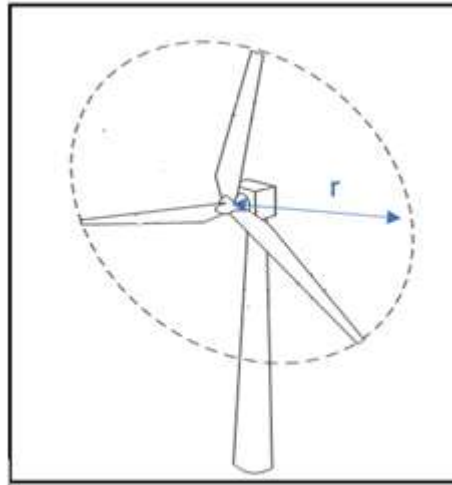
$$A = \pi \cdot r^2 \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

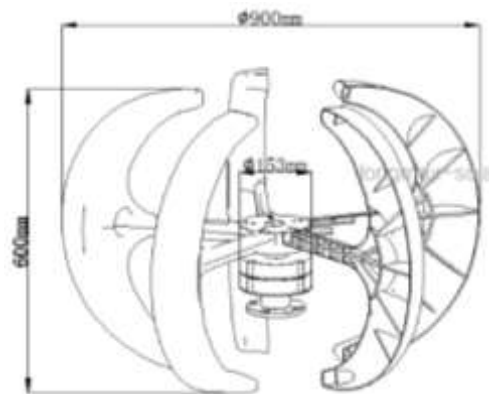
A : luas daerah sapuan angin (m²)

r : Jari-jari lingkaran turbin/ panjang turbin (m)

Jari-jari lingkaran turbin atau panjang turbin sumbu horizontal dapat dilihat pada Gambar 2.5. Sedangkan Jari-jari lingkaran turbin atau panjang turbin sumbu vertikal dapat di pada Gambar 2.6



Gambar 2.5 Jari-jari/panjang blade sumbu horizontal



Gambar 2.6 Jari-jari/panjang blade sumbu vertikal

2.5. Perhitungan daya turbin angin

Daya turbin angin (P_A) adalah besaran energi mekanik yang dapat dibangkitkan oleh *rotor* turbin angin akibat mendapatkan daya dari hembusan angin. Daya turbin angin tidak sama dengan daya angin dikarenakan daya turbin angin terpengaruh oleh koefisien daya. Rumus daya angin ini dapat dituliskan dengan:

$$P_A = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_a \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots(3)$$

Dengan:

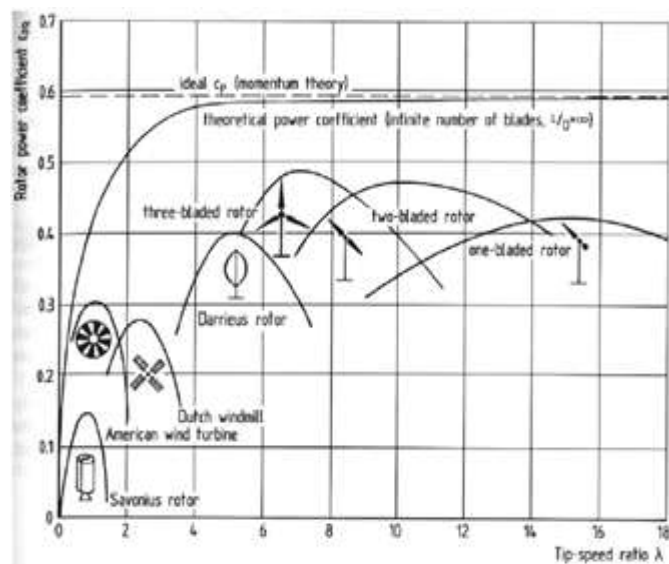
v : kecepatan angin pada waktu tertentu. (m/s)

ρ_a : kerapatan angin pada waktu tertentu (1,2 kg/)

A : luas daerah sapuan angin (m²)

C_p : Koefisien daya

Perancangan pembangkit listrik tenaga angin biasanya memiliki koefisien daya (C_p) yang memiliki nilai dibawah kostanta *betz law*, dikarenakan adanya rugi-rugi seperti rugi tembaga, rugi besi, rugi *bearing*, dan lain-lain. Besarnya nilai C_p ini memiliki nilai antara 0 – 0,6 dan juga tergantung pada jenis turbin yang akan digunakan.koefisien daya dapat di lihat pada Gambar.2.7



Gambar 2.7 koefisien daya turbir

2.6. Daya Generator

Daya generator (P_{gen}) adalah besaran daya elektrik yang dapat dibangkitkan oleh generator akibat berputarnya rotor generator yang di kopel dengan poros turbin. Besar daya generator ini tergantung dari efisiensi generator dan efisiensi yang ada pada transmisi mekanik (apabila menggunakan transmisi mekanik). Sehingga rumus daya yang dapat dibangkitkan oleh generator dapat di tuliskan sebagai berikut:

$$P_{\text{gen}} = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_a \cdot A \cdot v^3 \cdot \eta_{\text{gearbox}} \cdot \eta_{\text{gen}} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan:

η_{gearbox} : Efisiensi gearbox / transmisi mekanik

η_{gen} : Efisiensi generator

Dari ketiga rumus diatas maka kita dapat mengambil kesimpulan bahwa daya listrik yang dapat dibangkitkan oleh generator yang kemudian dimanfaatkan untuk peralatan elektrik ini tidak sebanding dengan daya angin yang diperoleh. Selisih antara daya yang dihasilkan oleh angin dan daya yang dihasilkan oleh generator ini sangat besar. Hal ini dikarenakan adanya koefisien daya, efisiensi gearbox (bila ada), dan efisiensi generator.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram alir

Proses pembuatan alat yang dilakukan seperti yang di tunjukan pada gambar

3.1 diagram alir berikut ini:



Gambar 3.1 Diagram alir

Diagram alir adalah suatu langkah kerja yang berisi tindakan untuk menyelesaikan pembuatan prototype PLTB mulai dari pemilihan alat bahan, dan selanjutnya Tahap pembuatan, Tahap pembuatan begitu menentukan berhasil atau gagal nya suatu alat. Karena itu, jika melakukan pembuatan harus

disertai perhitungan yang matang. Pada proses pembuatan itu juga dikerjakan dengan bahan dan alat yang telah ditentukan sehingga terbentuk satu kesatuan yang utuh prototipe PLTB. Kemudian pada tahap uji coba prototipe PLTB dengan melakukan berbagai pengukuran, sehingga memperoleh data yang valid. Apabila pengukuran sesuai atau mendapat hasil bagus, maka prototipe PLTB yang dibuat berhasil.

3.2 Pemilihan Bahan

3.2.1 Turbin Angin

Turbin prototipe PLTB ini menggunakan jenis turbin yaitu *vertical axis 5 blade*. Jenis bahan *blade* terbuat dari serat nylon dengan ukuran panjang blade 600 mm dan diameter 900 mm. Jenis turbin ini memiliki star awal dengan kecepatan angin yang rendah yaitu 2m/s. Memiliki efisiensi yang tinggi, ukuran kecil, getaran dan kebisingan yang rendah. Terlihat seperti lentera yang indah. Shell dari turbin terbuat almunium Alloy Die-Casting, dengan pembawa bearing ganda, kapasitas anti topan lebih kuat. Roda angin blade dengan teknologi baru memilki injection molding, digabungkan dengan optimalisasi desain bentuk aerodinamis dan desain structural. Jenis Blade dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan model turbin vertical axis ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Jenis Blade



Gambar 3.3 Jenis Turbin Vertical Axis

3.2.2 Generator Magnet Permanent (GMP)

Jenis generator yang digunakan adalah 3 fasa AC Permanent Magnet Generator sinkron yang biasa disebut dengan Generator Magnet Permanent (GMP). Generator ini memiliki rotor magnet permanen generator yang sudah dipatenkan ditambah dengan desain stator khusus. Efektif didalam mengurangi torsi yang diakibatkan karena generator, sementara roda angin dan generator memiliki karakteristik lebih baik dan handal. Tegangan generator ini adalah 12 Volt. Jenis GMP ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Generator Magnet Permanent (GMP)

3.2.3 Pengontrol Turbin Angin / *Wind Controller*

Wind Controller (Low wind speed boost) merupakan komponen control turbin Angin. Sistem control turbin angin ini memiliki tegangan masuk maupun keluar sebesar 12V / 24V DC. Disamping itu juga sistem control turbin angin ini berfungsi sebagai control untuk pengecasan batterey dengan sistem charging mode MPPT. Model sistem control turbin angin ini dapat dilihat pada 3.5



Gambar 3. 5 *Wind Controller*

3.2.4 **Batterey**

Baterey merupakan komponen penyimpan energi listrik dari energi yang dihasilkan dari turbin angin dengan kecepatan angin tertentu. Battery ini juga berfungsi sebagai suplai energi ketika tidak mendapatkan energi angin melalui turbin angin. Batterey yang digunakan adalah tegangan 12v 70ah. Seperti terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Batterey

3.2.4 **Lampu LED 3watt**

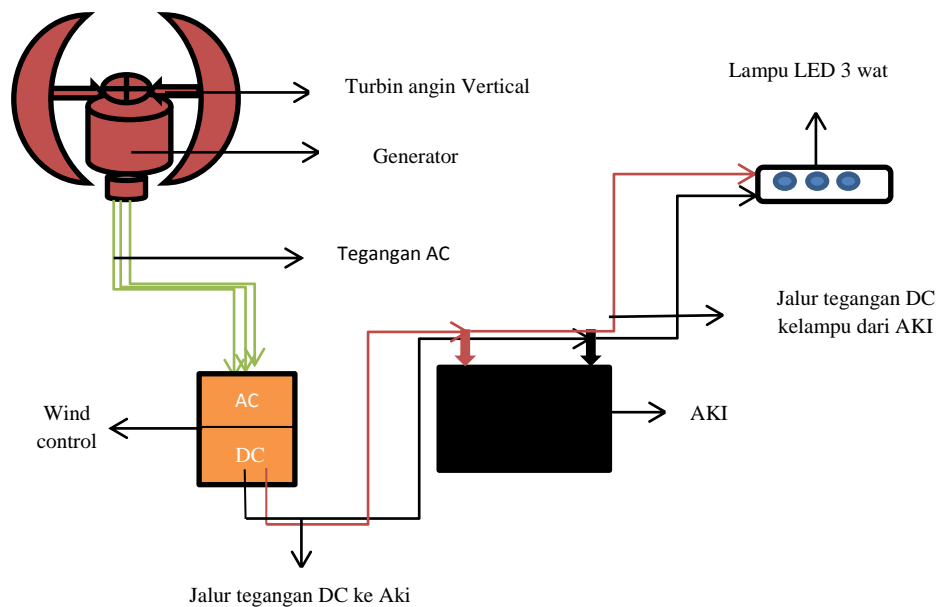
Lampu LED 3 mata merupakan komponen Lampu LED Modul Strip 3 Mata 3 Watt 12 Volt bisa digunakan untuk penerangan pada ruangan, penerangan taman dan lampu jalan . 1 batang 3 mata Voltage : DC 12V Power : 3W
Warna : PUTIH Panjang : 11 cm Lebar : 2 cm.lampu.dengan punya tegangan 12 volt bisa disambungkan ke aki 12 volt karena lampu tersebut hanya mempunyai teganga DC.



Gambar 3. 7 Lampu Led

3.2.5 Desain dan Skematik Alat

Desain PLTB ini merupakan Gambar utuh dari alat yang rencananya akan dibuat. Komponen yang sudah ada akan dibuat suatu rangkaian untuk menghasilkan listrik penerangan. Desain dan skematik alat dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.8 Desain dan skematik PLTB

3.3 Pemilihan Alat

Dalam proses pembuatan PLTB skala mini memerlukan peralatan serta pertimbangan biaya yang tepat, Karena PLTB ini merupakan terobosan dari hasil yang sudah ada, maka memerlukan kreatifitas dan konsep yang tepat dalam proses pembuatan dan pengujiannya.

3.3.1 Kebutuhan alat

Beberapa peralatan yang akan digunakan pada proses pengerjaan prototipe PLTB dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kebutuhan alat

No.	Nama alat	Spesifikasi	Jumlah	Satuan	Type/merk
1.	Tang	Kombinasi	1	Buah	-
2.	kunci L	Satu set	1	set	-
3.	Mesin las	-	1	Buah	-
4.	martil	-	1	Buah	-
5.	Gerinda tangan/ duduk	-	1	buah	-
6.	Obeng Set	plus(+),min (-)	2	Buah	-
7.	Kunci ring	ukuran 12,14	2	buah	-
8.	Penggaris	100	1	cm	-
9.	Bor listrik	Bor listrik AC	1	Buah	Modern
10.	Solder	40 watt	1	Buah	-
11.	Gergaji	Besi	1	Buah	-

3.3.2 Estimasi biaya

Estimasi biaya dalam proses rancang bangun prototype pembangkit listrik tenaga Bayu (PLTB) di buat agar kita bisa memperhitungkan terlebih dahulu biaya yang dibutuhkan dan mempersiapkannya sehingga bisa di sesuaikan dengan data yang ada. Dari keseluruhan biaya yang di keluarkan itu di tanggung penuh oleh peneliti. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 3.2 Estimasi biaya

No.	Nama Bahan	Harga Satuan	Jumlah	Total
1	Turbin Angin	Rp. 3.700.000	1	Rp.3.700.000
2	Generator (GMP)	Rp. 2. 200.000	1	Rp.2. 200.000
3	Wind Controller	Rp. 525.000	1	Rp.525.000
4	Battery	Rp. 2.250.000	1	Rp.2.250.000
5	Kabel	Rp. 425.000	1	Rp.425.000
6	Lampu DC	Rp. 95.000	6	Rp.570.000
7	Tacho Meter	Rp. 370.000	1	Rp.370.100
8	Anemometer	Rp. 360.000	1	Rp.360.000
9	Tang Ampere	Rp. 240.000	1	Rp.240.000
10	Tiang Penyangga	Rp. 320.000	1	Rp.320.000
11	Isolasi	Rp. 150.000	1	Rp.150.000
Total				Rp.11.110.000

3.4 Rencana pengujian

Selepas menentukan konsep rancangan yang akan digunakan untuk membuat alat, langkah selanjutnya adalah membuat konsep pengujian untuk membuat kesimpulan dan mengetahui suksesnya kinerja dan mencapai tujuan membuat proyek akhir PLTB skala mini untuk listrik penerangan.

Langkah yang dilakukan untuk uji fungsi yaitu dengan mengamati kerja prototype PLTB, melakukan pengukuran dan pemeriksaan terhadap komponen. Berikut ini merupakan konsep pengujian yang akan dilakukan :

3.4.1 Pengujian

Koresponden yang akan menguji hasil pembuatan alat PLTB, dosen pembimbing dan beberapa rekan mahasiswa jurusan Teknik Elektro Universitas Ichsan Gorontalo.

3.4.1 Bagian yang akan diuji

Rancangan aspek-aspek yang akan diuji dari hasil pembuatan alat PLTB ini meliputi uji fungsi kerja alat yaitu pengujian kinerja dan fungsi alat untuk menghasilkan listrik penerangan. pengujian yang dilakukan pada saat menguji yaitu pengujian kecepatan angin, pengujian putaran turbin, pengujian pengukuran tegangan output, dan pengujian pengukuran beban lampu 3 watt tanpa menggunakan beban dari aki.

3.5 Lokasi pembuatan dan pengujian

Tempat pembuatan alat Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) berlokasi pada Lab. Teknik Elektro dan tempat pengujian berada di kawasan wisata Pantai Modisi Kab. Bolaang Mongondow Selatan.

3.6 Waktu pengujian

Waktu dan Jadwal pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.4

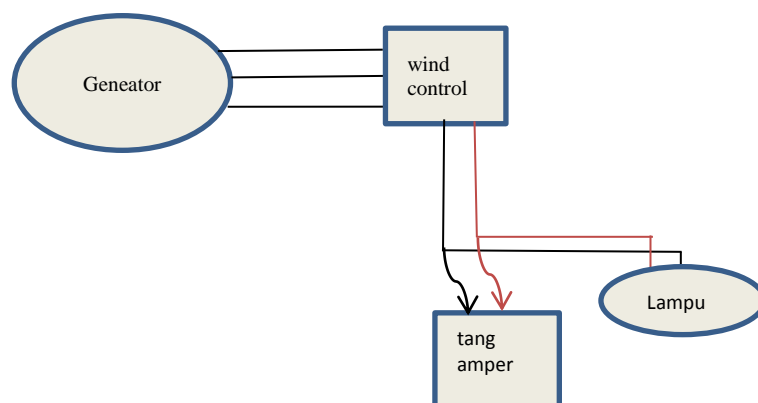
Tabel 3. 1 Waktu pengujian

No.	Kegiatan	Tahun 2021					
		1	2	3	4	5	6
1.	Seminar proposal						
2.	Survey dan pemilihan alat bahan						
3.	Pembuatan prototipe						
4.	Pengujian						
5.	Penyusunan laporan						
6.	Seminar skripsi						

3.7 Skematik pengujian

1) .Skematik pengujian beban lampu LED 3 watt

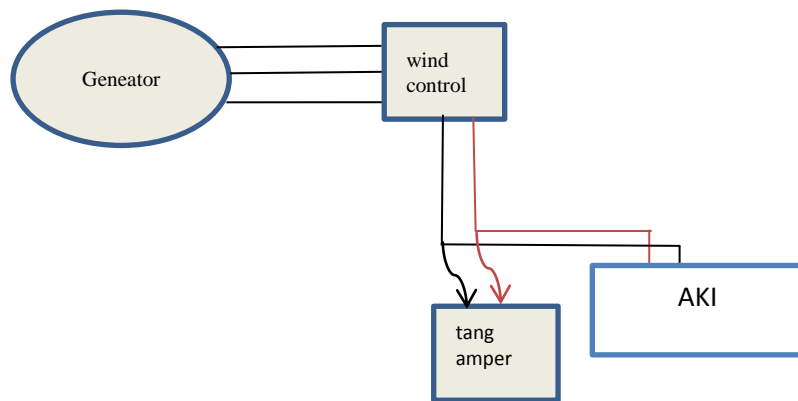
Rancangan dengan menggunakan beban lampu LED 3 watt yaitu,pada saat tegangan yang di hasilkan oleh generator adalah tegangan AC dan di ubah menjadi DC melalui wind control lalu di sambungkan kelampu pada saat di ukuur dengan tang Amper,seperti di lihat pada Gambar di bawa ini.



Gambar 3.9 Skematik Pengujian beban lampu 3 watt

2) . Skematik pengujian beban aki

Rancangan dengan menggunakan beban aki yaitu, pada saat tegangan yang dihasilkan oleh generator adalah tegangan AC dan di ubah menjadi DC melalui wind control lalu di sambungkan ke aki pada saat di ukur dengan tang Amper, seperti di lihat pada Gambar di bawa.



Gambar 3. 5 Skematik Pengujian beban aki

3.8 spesifikasi alat

spesifikasi alat yang digunakan pada saat perancangan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) skala mini ini. dengan rancang bangun di pantai modisi, yang berlokasi di pesisir pantai. untuk penerangan di wisata pantai modisi. berikut spesifikasi alat yang akan di gunakan untuk perancangan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) skala mini bisa dilihat pada tabel di bawa ini.

NO	NAMA	SPESIFIKASI
1	Turbin Angin	
	Daya	300 watt
	Tegangan	12 V
	Kecepatan Angin Renda	1.5 meter/detik
	Kecepatan Angin sedang	13 meter/detik
	Kecepatan Angin tinggi	45 meter /detik
	berat mesin utama	8 kg
	Jumlah Baling-baling kincir angin	5 bilah
	Bahan bilah roda angin	Seratnilon casting
	Generator	3 phase ac pmg
	Suhu kerja	"-40° ~ + 80°C
	Usia pakai	20 tahun
2	Wind Control	
	Tegangan	
	daya maksimum	1000w8000w5000w
	Kemampuan	biaya mode
	Cara kerja	mengontrol daya
	Ukuran	95x65x20mm
3	Tiang penyangga turbin angin	
	pipa besi	7 meter
	semem dan pasir	kaki tian 3x4
	bout penyangga turbin angin	4 bout ukuran 19
4	panel box	
	Ukuran	20x30x12 powder
	kunci pintu dalam	camplock
	Berat	30.000gram
5	AKI	
	Type	LC-V0612NA
	Chemisttry	Lead Acid
	Voltage	6Volt
	Capacity	12 ah
6	Lampu LED 3 WATT	
	Voltage	DC 12V
	Power	3 watt
	Panjang	7 cm
	Lebar	2cm
	Diameter per mata	1,5 cm
	Warna	putih
7	Kabel	
	Awg	1,25 mm
	Panjang	8 meter

Gambar 3. 6 Grafik Spesifikasi

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses rancang bangun Prototype PLTB

Rancang bangun prototype PLTB ini dilakukan dengan memulai dari perakitan komponen utama seperti turbin, generator, wind control, accu dan tiang penyangga/dudukan PLTB.

4.1.1 Pembuatan tiang penyangga/dudukan PLTB

Pembuatan tiang penyangga prototype PLTB ini menggunakan besi pipa yang berukuran diameternya 4 inchi dengan Panjang 4 meter dan pipa besi berukuran adalah 3 inchi dengan Panjang 2 meter. Besi pipa tersebut disambung dengan bagian atasnya berukuran 3 inchi dan bagian bawahnya berukuran 4 inchi. Total panjang besi pipa yang digunakan adalah 7 meter dengan bagian bawahnya pipa besi yang berukuran 4 inchi. Bagian bawahnya dilubangi untuk keluaran kabel yang dari generator. Pipa besi untuk tiang penyangga atau dudukan PLTB dapat dilihat pada Gambar 4.1

4.1.2 Perakitan Turbin Angin

Perakitan turbin angin dilakukan dengan memasang 5 blade dengan sumbu vertical axis pada generator. Cara pemasangannya adalah dengan mengaitkan 5 blade ke generator menggunakan bout. Jenis bahan blade yang digunakan adalah terbuat dari serat nilon dengan ukuran Panjang blade 600 mm dan diameter 900 mm. Turbin angin dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.1 tiang penyangga/dudukan PLTB



Gambar 4.2 turbin angin

4.2 Proses perakitan prototype PLTB.

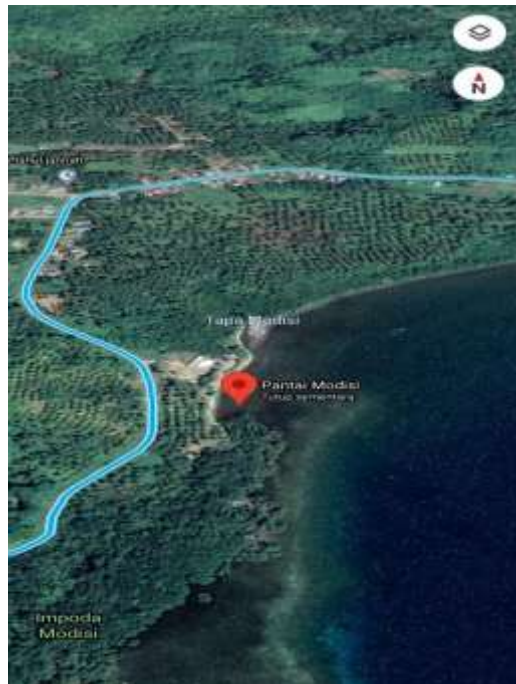
1. Memasang blade untuk dikopel di generator untuk menghubungkan tranmisi putaran yang dihasilkan oleh angin
2. Memasang kabel pada generator untuk disambung ke wind control melalui besi pipa.
3. Memasang generator dan blade pada tiang penyangga sebagai dudukan PLTB.
4. Memasang wind turbin pada panel yang sudah disediakan
5. Memasang kabel dari wind turbin ke accu.

4.3 Pengujian Prototype

Uji prototype PLTB dilaksanaka dengan metode pengujian fungsional oleh peneliti dan dibantu beberapa teman mahasiswa dan juga masyarakat sekitar.

4.3.1 Tempat pengumpulan data

Tempat pengumpulan data bertempat pada pinggiran pantai di Desa Modisi Kecamatan pinolosian Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. tepatnya di tempat wisata pantai Modisi. Peta maps lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4. 1 Maps lokasi

4.3.2 Bahan dan Alat untuk Pengujian

Bahan dan alat yang di gunakan dalam uji teknis pada daya generator, kecepatan angin, putaran turbin, tegangan output DC, beban DC dan arus DC pada beban .alat dan bahan dalam uji teknis yaitu ada pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Bahan dan alat uji teknis

No.	Bahan dan alat	Jumlah
1.	Tang Amper	2 buah
2.	Anemometer	1 buah
3.	Kabel penghubung (jumper)	Secukupnya
4.	Tachometer	1 buah

4.3.2 Langkah Uji Teknis

Uji teknis pada prptotype pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) meliputi beberapa langkah pengujian yaitu:

- a. Menjalankan pemeriksaan instalasi pada prototype PLTB
- b. Mengamati unjuk kerja dari setiap bagian alat yang terpasang pada prototype PLTB.
- c. Melaksanakan pengukuran dan pemeriksaan pada setiap komponen agar bisa diketahui kondisi dan kinerja komponen.
- d. Memperhatikan hasil ukur tegangan output generator AC.

4.4 Hasil Pengujian

Berikut ini adalah hasil uji yang sudah dilakukan :

4.4.1 Uji Fungsional Prototype

- B. Tujuan pengujian fungsional adalah untuk mengetahui kinerja prototipe yang telah dibuat.
- C. Prototipe PLTB dengan model vertical axis dapat berfungsi sebagai sistem pembangkit listrik saat beroperasi.
- D. Generator dapat memberikan keluaran energi listrik seperti yang diharapkan dan bekerja dengan baik sebagai prototipe pembangkit listrik tenaga bayu.
- E. Turbin yang digunakan berfungsi dengan baik. blade turbin dapat berputar dengan lancar ketika angin mencapai 1 m/s.
- F. Hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan tang ampere. Pengukur bekerja dengan baik, dapat mengukur jumlah arus dan tegangan yang dihasilkan oleh generator.

4.4.2 Uji Pengukuran Kecepatan Angin

Pengukuran kecepatan angin ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur anemometer. Pengukuran kecepatan angin dilakukan pada waktu pagi hari, sore hari dan malam hari selama 3 (tiga) hari. Hasil pengukurannya dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut merupakan hasil rata-rata dari 3 hari pengujian.

Tabel 4. 2 Hasil pengukuran kecepatan angin

Hari/Tanggal	Jam	Kecepatan Angin (m/s)
Selasa, 24 agustus 2020	06:23	4.2
	15:12	7.6
	00:06	4.0
Rabu, 25 agustus 2020	06:12	3.7
	15:04	9.2
	00:23	4.5
Kamis, 26 agustus 2020	06:04	7.4
	15:27	4.11
	00:16	4.8

Dari Tabel 4.2 terlihat bahwa hasil pengukuran kecepatan angin tertinggi terjadi pada hari rabu sore jam 15.04 dengan nilai 9.2 m/s. sedangkan terendah terjadi pada pagi hari jam 06.12 dengan nilai 3.7 m/s. rata-rata kecepatan angin dari hasil pengukuran selama 3 hari dengan waktu yang berbeda adalah 5.5 m/s. Pengukuran kecepatan angin dilakukan dengan menggunakan alat ukur yaitu anemometer.

4.4.3 Uji Pengukuran Putaran Turbin

Pengukuran putaran turbin didasari oleh kecepatan angin yang ada saat melakukan pengujian. Pengukuran putaran turbin dilakukan dengan waktu yang sama saat pengukuran kecepatan angin. pengujian putaran turbin ini dilakukan dengan menggunakan lampu Led 3 watt sebanyak satu buah mata lampu, dan tanpa menggunakan beban aki. Hasil pengukuran putaran turbin dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Hasil pengukuran putaran turbin

Hari/Tanggal	Jam	Putaran Turbin (rpm)
Selasa, 24 agustus 2021	06:23	110,8
	15:12	222,8
	00:06	110,8
Rabu, 25 agustus 2021	06:12	89,3
	15:04	548,3
	00:23	111,8
Kamis, 26 agustus 2021	06:04	222,1
	15:27	111,7
	00:16	111,9

Dari Tabel 4.3 terlihat bahwa putaran turbin tertinggi terjadi pada hari rabu sore jam 15.04 dengan nilai 548,3 rpm. sedangkan terendah terjadi pada pagi hari jam 06.12 dengan nilai 89,3 rpm. rata-rata kecepatan putran turbin angin dari hasil pengukuran selama 3 hari dengan waktu yang berbeda adalah

182,2 rpm. Pengukuran putaran turbin dilakukan dengan menggunakan alat ukur Tachometer laser.

4.4.4 Uji Pengukuran Tegangan

Pengukuran tegangan dilakukan dengan cara mengukur keluaran tegangan dari wind control terhadap keluaran generator dalam bentuk yang sudah dikonversi ke DC. Mengingat generator yang digunakan adalah jenis generator magnet permanen AC, sehingga dirubah menjadi DC pada wind control tersebut. Pengujian tegangan output ini dilakukan dengan menggunakan beban lampu Led 3 watt sebanyak satu buah mata lampu, dan tanpa menggunakan beban dari aki. Pengukuran tegangan output tersebut diukur berdasarkan kecepatan angin dan putaran turbin dalam waktu yang sama. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil pengukuran Tegangan Output

Hari/Tanggal	Jam	Tegangan (Vdc)
Selasa, 24 agustus 2021	06:23	5.35
	15:12	7.18
	00:06	5.14
Rabu, 25 agustus 2021	06:12	3.82
	15:04	9.96
	00:23	5.30
Kamis, 26 agustus 2021	06:04	7.21
	15:27	5.98
	00:16	5.67

Dari Tabel 4.4 terlihat bahwa tegangan output tertinggi terjadi pada hari Rabu sore jam 15.04 dengan nilai 9,96 Vdc. Sedangkan terendah terjadi pada pagi hari jam 06.12 dengan nilai 3,82 Vdc. Rata-rata tegangan output dari hasil pengukuran selama 3 hari dengan waktu yang berbeda adalah 6,2 Vdc.

4.5 Perhitungan Daya Angin

Perhitungan daya angin dilakukan untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh angin pada kecepatan tertentu. Perhitungan daya angin dapat dengan rumus:

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot \rho a \cdot A \cdot v^3$$

Dimana : P_w = Daya angin (watt)

ρa = Kerapatan angin pada waktu tertentu (1,2 kg/m³)

A = Luas daerah sapuan angin (m²)

v = Kecepatan angin pada waktu tertentu (m/s)

untuk mencari luas daerah sapuan angin menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A = \pi r^2$$

dimana : r = jari-jari lingkaran turbin/Panjang turbin (m)

sehingga untuk hasil perhitungan daya angin dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.5 Hasil perhitungan daya angin

Hari/Tangga 1	Jam	Kecepatan Angin v (m/s)	Panjang blade (m)	phi (π)	luas sapuan A (m ²)	kerapatan angin ρ_a (kg/m ³)	daya angin Pw (watt)
Selasa, 24 agustus 2021	06:23	4,2	0,6	3,14	1,13	1,23	51,5
	15:12	7,6	0,6	3,14	1,13	1,23	305,2
	00:06	4	0,6	3,14	1,13	1,23	44,5
Rabu, 25 agustus 2021	06:12	3,7	0,6	3,14	1,13	1,23	35,2
	15:04	9,2	0,6	3,14	1,13	1,23	541,3
	00:23	4,5	0,6	3,14	1,13	1,23	63,3
Kamis, 26 agustus 2021	06:04	7,4	0,6	3,14	1,13	1,23	281,7
	15:27	4,11	0,6	3,14	1,13	1,23	48,3
	00:16	4,8	0,6	3,14	1,13	1,23	76,9

Dari Tabel 4.4 Perhitungan daya angin terlihat bahwa daya angin terbesar terdapat pada hari rabu jam 15.04 Wita dengan hasil perhitungannya adalah 541,3 watt. Sedangkan yang terendah terdapat pada hari yang sama pada jam 06.12 Wita dengan hasil perhitungannya adalah 35,2 watt. Daya yang dihasilkan oleh angin dari hasil pengukuran selama 3 hari dengan setiap waktu yang berbeda memiliki nilai yang bervariasi. Hal ini didasari oleh kecepatan hembusan angin yang setiap waktunya tidak sama.

4.6 Perhitungan Daya Turbin

Daya turbin angin (PA) adalah besaran energi mekanik yang dapat dibangkitkan oleh rotor turbin angin akibat mendapatkan daya dari hembusan angin. Daya turbin angin terpengaruh oleh koefisien daya. Rumus untuk mencari daya turbin angin dapat ditulis dengan:

$$P_A = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho a \cdot A \cdot v^3$$

Dimana :

C_p = Koefisien daya (0 – 0,6)

Besarnya nilai koefisien daya (C_p) ini memiliki nilai antara 0 – 0,6 dan juga tergantung pada jenis turbin yang digunakan. Perhitungan daya turbin angin dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Daya Turbin Angin

Hari/Tanggal	Jam	Kecepatan Angin v (m/s)	daya angin Pw (watt)	Koefisien daya Cp	daya turbin PA (watt)
Selasa, 24 agustus 2020	06:23	4,2	51,5	0,4	20,6
	15:12	7,6	305,2	0,4	122,1
	00:06	4	44,5	0,4	17,8
Rabu, 25 agustus 2020	06:12	3,7	35,2	0,4	14,1
	15:04	9,2	541,3	0,4	216,5
	00:23	4,5	63,3	0,4	25,3
Kamis, 26 agustus 2020	06:04	7,4	281,7	0,4	112,7
	15:27	4,11	48,3	0,4	19,3
	00:16	4,8	76,9	0,4	30,8

Dari Tabel 4.5 hasil perhitungan daya turbin angin terbesar terdapat pada hari rabu jam 15.04 Wita dengan hasil perhitungannya adalah 216,5 watt. Sedangkan yang terendah terdapat pada hari yang sama pada jam 06.12 Wita dengan hasil perhitungannya adalah 14,1 watt. Dari hasil daya turbin angin tidak sama dengan daya angin. Hal ini dikarenakan oleh koefisien daya yang memiliki rugi besi, rugi tembaga, rugi bearing, dan lain-lain.

4.7 Hasil Perhitungan Daya Generator

Daya generator (P_{gen}) adalah besaran daya elektrik yang dapat dibangkitkan oleh generator akibat berputarnya rotor generator yang dikopel dengan poros turbin angin. Besar daya generator ini tergantung dari efisiensi generator. Sehingga rumus daya yang dapat dibangkitkan oleh generator dapat dituliskan dalam rumus :

$$P_A = C_P \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho a \cdot A \cdot v^3 \cdot \eta_{gen}$$

Dimana :

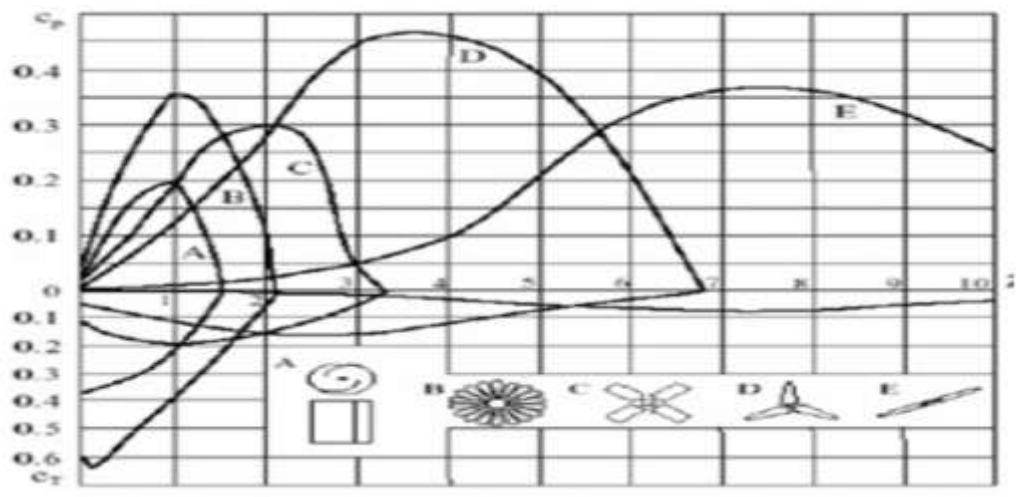
$$\eta_{gen} = \text{Efisiensi Generator (0,6 – 0,9)}$$

Sehingga hasil perhitungan dari daya generator dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Daya Generator

Hari/Tanggal	Jam	Kecepatan Angin v (m/s)	daya angin Pw (watt)	daya turbin P _A (watt)	koefisien generator	Daya generator P _{gen} (watt)
Selasa, 24 agustus 2021	06:23	4,2	51,5	20,6	0,8	16,5
	15:12	7,6	305,2	122,1	0,8	97,7
	00:06	4	44,5	17,8	0,8	14,2
Rabu, 25 agustus 2021	06:12	3,7	35,2	14,1	0,8	11,3
	15:04	9,2	541,3	216,5	0,8	173,2
	00:23	4,5	63,3	25,3	0,8	20,3
Kamis, 26 agustus 2021	06:04	7,4	281,7	112,7	0,8	90,1
	15:27	4,11	48,3	19,3	0,8	15,4
	00:16	4,8	76,9	30,8	0,8	24,6

Dari Tabel 4.6 hasil perhitungan daya turbin angin terbesar terdapat pada hari rabu jam 15.04 Wita dengan hasil perhitungannya adalah 173,2 watt. Sedangkan yang terendah terdapat pada hari yang sama pada jam 06.12 Wita dengan hasil perhitungannya adalah 11,3 watt. Hasil daya listrik yang dibangkitkan oleh generator yang kemudian dimanfaatkan untuk energi listrik tidak sebanding dengan daya angin yang diperoleh. Terdapat selisih daya antara daya yang dihasilkan oleh angin dengan daya yang dihasilkan oleh generator. Hal ini disebabkan adanya koefisien dari daya turbin dengan efisiensi generator dan berikut ini adalah grafik daya generator.



Gambar 4.5 grafik daya generator

4.8 Pembahasan

Uji fungsional dan kinerja prototipe pembangkit listrik tenaga bayu yang dilakukan di pinggiran Pantai Wisata Modisi adalah sebagai berikut:

4.8.1 Kondisi Komponen

1. Dari hasil inspeksi, kondisi turbin angin bekerja dengan baik, tidak ada yang berubah dari aslinya.
2. Dari hasil inspeksi, generator mampu menghasilkan output energi listrik yang baik, rotasi generator masih lancar
3. Dari hasil inspeksi, turbin angin atau kincir angin mampu menahan getaran dari kecepatan angin yang tinggi dan menerima arah angin dari segala arah angin yang berhembus.
4. Dari hasil pemeriksaan, pipa besi yang menopang turbin angin dan generator mampu menahan laju kecepatan angin.
5. Dari hasil pemeriksaan, ada sedikit masalah dari pengukuran salah satu komponen, akan tetapi tidak mengurangi unjuk kerja dari komponen tersebut dan seluruh komponen bekerja dengan baik.

4.8.2 Fungsi Prototipe

Prototype dapat bekerja dengan optimal sebagai sistem pembangkit listrik saat beroperasi. Generator dapat berputar dengan baik mengikuti rotasi turbin. Generator dapat menghasilkan output tegangan AC dan DC.

4.8.3 Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran keluaran generator pada prototype pembangkit listrik tenaga bayu dengan sumbu vertikal ini menunjukkan hasil tegangan yang naik-turun bergantung pada laju kecepatan angin dan variasi beban yang terpasang, semakin besar laju kecepatan angin maka semakin besar juga tegangan yang dihasilkan oleh generator.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka kesimpulan yang dapat di ambil adalah sebagai berikut:

- 1) Dalam proses perancangan prototype Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan sumbu vertikal berjalan dengan lancar dan sesuai dengan proses perencanaan yang sudah di rencanakan sebelumnya.
- 2) Kinerja prototipe dari Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan sumbu vertikal secara keseluruhan bekerja dengan baik.
- 3) Daya listrik yang di hasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan sumbu vertikal di pinggiran Pantai Wisata Modisi yang terbesar adalah 173,2 Watt dengan kecepatan angin 9,2 m/s. Sedangkan daya terendah adalah 11,3 watt dengan kecepatan angin 3,7 m/s.

5.2 Saran

Saran penulis, dalam proses perancangan diharapkan agar panel control bisa di buat pada kerangka prototype. untuk penggunaan beban lampu penerangan lebih baik menggunakan lampu DC karena penggunaanya lebih lama. Dan diharapkan setelah adanya penelitian ini menjadi acuan pembaca sebagai referensi untuk melanjutkan proyek akhir lain dengan melakukan modifikasi kembali Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan sumbu vertical ini

agar lebih efisien lagi dalam hal menggunakan beban lampu AC.ada juga alat bisa di kembangkan kedepan nanti seperti pada poin berikut.

a).untuk digunakan pembelajaran praktek lapangan untuk mengukur kecepatan angin,kecepatan putaran turbin dan tegangan dari hasil alat tersebut.dapat juga di kembangkan pada saat pembelajaran untuk menganalisa suatu data dari pembangkit listrik tenaga bayu(PLTB) skala mini.

b).pembangkit listrik tenaga bayu ini bisa di gunakan di dataran tinggi bagi yang belum teraliri listrik seperti di desa yang bertpegunungan dan yang ada di pesisir pantai.

c).pembangkit listrik tenaga bayu skala mini ini bisa berguna untuk masyarakat terutama di perkebunan,rumah,lampu jalan,tempat wisata yang berada di pegunungan dan pesisir pantai untuk suatu penerangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Nurdianto., Subur Isnur Haryanto. 2020. “Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan.” *Jurnal Teknik Elektro. Vol. 9. No.1. 2019. 711-717.*
- Badan Pusat Statistik (BPS), 2018. Data Pulau di Indonesia
- Fahmi Arif Maulana, Mohammad Ramdani, “Prototipe kontrol aliran air berbasis mikrokontroler untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro prototype,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 1434–1440, 2017.
- Fadil, J., Soedibyo, & Ashari, M. (2017). Performance analysis of Vertical Axis Wind turbin with Variable Swept Area. 2017 International Seminar on intelligent Technology and its application: Strengthening the link between University Research and Industry to support ASEAN Energy Sector, ISITIA 2017 - Proceeding, 2017 Januari, 217-221.
- Muhammad Adam., Partaonan Harahap., M. Ridho Nasution. 2019. “Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap daya yang dihasilkan Generator DC.” *Rekayasa Elektrikal dan Energi (RELE). Jurnal Teknik Elektro, Vol.2. No.1. Juli 2019.*
- M. Husni Tambrin. 2019. “Analisa Potensi Energi Angin dalam Mendukung Kelistrikan Kawasan Perbatasan. Studi Kasus Desa Temajuk Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas.”. *Jurnal Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjung Pura 2019.*
- Haryono Dj, Jens PM, 1983, *Wind Energy Systems*, Thani Djaya, Bandung
- Herwindo Ismail, Indra Husain, Ervan ABD.R Latief, 2006, Tugas Akhir “Perancangan Pembangkit Listrik Alternatif dengan Menggunakan Tenaga Angin”

Krisna TOgi Hamonangan. 2018. “Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Vertical Aksis Skala Mini.” *Universitas Pendidikan Indonesia. Repository.upi.edu*, 2018.

Kadir Abdul , “ *ENERGI SUMBER DAYA, INOVASI, TENAGA LISTRIK DAN POTENSI EKONOMI*” Edisi ke Dua, cetakan pertama tahun 1995

Nurhayaty, 1998 , Skripsi : “*Studi Pemanfaatan Angin Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Pembangkit Tenaga Listrik*” , Unsrat , Manado

Syam Hardi, 1983 , *Dasar-dasar Teknik Listrik Aliran Rata (1)*,

PT Bina Aksara, Jakarta

Yusuf Ismail Nahkoda 2016, “*Rancang Bangun Generator Magnet Permanen untuk Pembangkit Tenaga Listrik Skala Kecil Menggunakan Kincir Angin Savionus Portabel* ”, Jurnal Ilmiah SETRUM. Vol. 5. No. 2. Desember 2016. Malang.

Y. Daryanto tahun 2005, “*Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu*”, Balai PPTAGG _ UPT_LAGG, Yogyakarta

[Http://www.Energi Indonesia//Turbin Angin sebagai Alternatif Pembangkit](http://www.Energi Indonesia//Turbin Angin sebagai Alternatif Pembangkit)

Listrik.Co.Id

Burton T, Sharpe D, Jenkin N, Bossanyi E. 2001. *Wind Energy Handbook* .New York: Wiley.

Bradt, Mitch. 2009. *Characteristics of Wind Turbine Generators for Wind Power Plant*. IEEE PES General Meeting: University of Wisconsin.

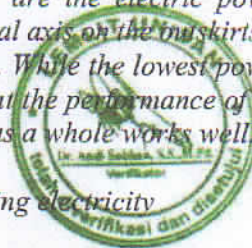
Wagner, H J and Mathur, J. 2009. *Introduction to Wind Energy Systems: Basic, Technology, and Operation*. Germany: Springer.

ABSTRACT

RERY CAHYADI ALAMRI. T2116045. DESIGN OF MINI SCALE WIND POWER PLANT AS LIGHTING ELECTRICITY AT MODISI BEACH TOURISM IN SOUTH BOLAANG MONGONDOW DISTRICT

The use of power plants sourced from new and renewable energy can reduce the use of fuel, pollution, or gas emissions. One example is the Wind Power Plant, which is an environmentally friendly technology because it does not pollute the air or has no greenhouse effect. The purpose of this study is to design a Wind Power Plant prototype and determine the performance of the electrical power produced. The first step is to assemble tools and components. After completion, the next step is testing. The test location is on the outskirts of Modisi Beach, South Bolaang Mongondow District. The results of the prototype test are the electric power generated by the Wind Power Plant with the largest vertical axis on the outskirts of Modisi Beach is 173.2 Watt with a wind speed of 9.2 m/s. While the lowest power is 11.3 watts with a wind speed of 3.7 m/s. It indicates that the performance of the prototype of the Wind Power Plant with the vertical axis as a whole works well.

Keywords: prototype, mini-scale, wind power plant, lighting electricity



ABSTRAK

RERY CAHYADI ALAMRI, T2116045. RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU(PLTB) SKALA MINI SEBAGAI LISTRIK PENERANGAN PADA TEMPAT WISATA PANTAI MODISI KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW SELATAN

Penggunaan pembangkit listrik yang bersumber pada energi baru dan terbarukan, dapat mengurangi penggunaan BBM, polusi atau gas emisi. Salah satu contohnya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang merupakan teknologi ramah lingkungan, karena tidak mencemarkan udara atau tidak memberikan efek rumah kaca. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat prototipe PLTB dan mengetahui unjuk kerja daya listrik yang dihasilkan. Langkah awal yaitu dengan merangkai alat dan komponen, setelah rampung Langkah berikutnya adalah adalah pengujian. Lokasi pengujian dilakukan di pinggiran pantai wisata Modisi Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. Hasil Pengujian prototype yaitu Daya listrik yang di hasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan sumbu vertikal di pinggiran Pantai Wisata Modisi yang terbesar adalah 173,2Watt dengan kecepatan angin 9,2 m/s. Sedangkan daya terendah adalah 11,3Watt dengan kecepatan angin 3,7 m/s. Sehingga kinerja prototipe dari PLTB dengan sumbu vertikal secara keseluruhan bekerja dengan baik.

Kata kunci: prototype, skala mini, PLTB, listrik penerangan





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
LEMBAGA PENELITIAN (LEMLIT)
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO**

Jl. Raden Saleh No. 17 Kota Gorontalo
Telp: (0435) 8724466, 829975; Fax: (0435) 82997;
E-mail: lembagapenelitian@unisan.ac.id

Nomor : 3089/PIP/LEMLIT-UNISAN/GTO/I/2021

Lampiran : -

Hal : Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth,

Kab. Bolaang Mongondow Selatan

di,-

Tempat

Yang bertanda tangan di bawah ini :

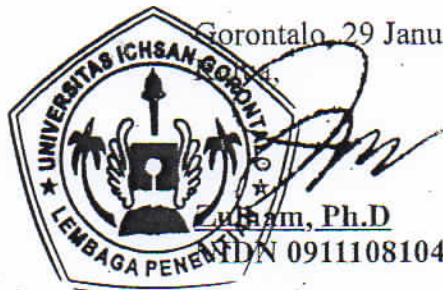
Nama : Zulham, Ph.D
NIDN : 0911108104
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian

Meminta kesediannya untuk memberikan izin pengambilan data dalam rangka penyusunan **Proposal / Skripsi**, kepada :

Nama Mahasiswa : Rery Cahyadi Alamri
NIM : T2116045
Fakultas : Fakultas Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Lokasi Penelitian : TEMPAT WISATA PANTAI MODISI KAB. BOLAANG MONGONDOWS SELATAN
Judul Penelitian : RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) SKALA MINI SEBAGAI LISTRIK PENERANGAN PADA TEMPAT WISATA PANTAI MODISI KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW SELATAN

Atas kebijakan dan kerja samanya diucapkan banyak terima kasih.

Gorontalo, 29 Januari 2021





PEMERINTAH KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW SELATAN
DINAS PARIWISATA DAN KEBUDAYAAN

Jln. Trans Lintas Selatan Desa Popodu, Kecamatan Bolaang Uki

SURAT KETERANGAN

Nomor : 435/100/ DISPARBUD/ X /2021

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wahyudin Kadullah, S.IP.,ME
NIP : 19750520 200212 1 005
Pangkat /Gol : Pembina Utama Muda
Jabatan : Kepala Dinas
Instansi : Dinas Pariwisata dan Kebudayaan

Menerangkan Bahwa Mahasiswa dibawah ini:

Nama : Rery Cahyadi Alamri
NIM : T21 16 045
Perguruan Tinggi : Universitas Ichsan Gorontalo
Jurusan : Elektro
Program Studi : Teknik Elektro

Telah benar – benar melakukan penelitian Destinasi Wisata Pantai di Wisata Pantai Modisi Kecamatan Pinolosian Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dalam Penyusunan Skripsi penyelesaian akhir studi, dengan judul:

"Rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga bayu (PLTB) Skala Mini Sebagai Listrik Penerangan Pada Tempat Wisata Pantai Modisi Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan"

Demikian Surat Keterangan ini diberikan untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Molibagu, Oktober 2021

KEPALA DINAS
PARIWISATA DAN KEBUDAYAAN



WAHYUDIN KADULLAH, S.IP.ME

PEMBINA UTAMA MUDA
NIP. 19750520 200212 1 005



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
UNIVERSITAS ICHSAN
(UNISAN) GORONTALO**

SURAT KEPUTUSAN MENDIKNAS RI NOMOR 84/D/O/2001
Jl. Achmad Nadjamuddin No. 17 Telp (0435) 829975 Fax (0435) 829976 Gorontalo

SURAT REKOMENDASI BEBAS PLAGIASI

No. 0918/UNISAN-G/S-BP/XI/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sunarto Taliki, M.Kom
NIDN : 0906058301
Unit Kerja : Pustikom, Universitas Ichsan Gorontalo

Dengan ini Menyatakan bahwa :

Nama Mahasisw : RERY CAHYADI ALAMRI
NIM : T2116045
Program Studi : Teknik Elektro (S1)
Fakultas : Fakultas Teknik
Judul Skripsi : Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
(PLTB) Skala Mini Sebagai Listrik Penerangan Pada
Tempat Wisata Pantai Modisi Kabupaten Bolaang
Mongondow Selatan

Sesuai dengan hasil pengecekan tingkat kemiripan skripsi melalui aplikasi Turnitin untuk judul skripsi di atas diperoleh hasil Similarity sebesar 11%, berdasarkan SK Rektor No. 237/UNISAN-G/SK/IX/2019 tentang Panduan Pencegahan dan Penanggulangan Plagiarisme, bahwa batas kemiripan skripsi maksimal 35% dan sesuai dengan Surat Pernyataan dari kedua Pembimbing yang bersangkutan menyatakan bahwa isi softcopy skripsi yang diolah di Turnitin SAMA ISINYA dengan Skripsi Aslinya serta format penulisannya sudah sesuai dengan Buku Panduan Penulisan Skripsi, untuk itu skripsi tersebut di atas dinyatakan BEBAS PLAGIASI dan layak untuk diujikan.

Demikian surat rekomendasi ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Gorontalo, 15 November 2021

Tim Verifikasi,



Sunarto Taliki, M.Kom

NIDN. 0906058301

Tembusan :

1. Dekan
2. Ketua Program Studi
3. Pembimbing I dan Pembimbing II
4. Yang bersangkutan
5. Arsip

T2116045 RERY CAHYADI ALAMRI

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PL...

Sources Overview

11%

OVERALL SIMILARITY

1	bkristanto.blogspot.com	2%
2	jurnaleccis.ub.ac.id	1%
3	documents.mx	1%
4	ukipaulus.ac.id	<1%
5	4frizon.wordpress.com	<1%
6	id.scribd.com	<1%
7	inameq.com	<1%
8	mjpcenter.blogspot.com	<1%
9	www.coursehero.com	<1%
10	repository.ar-raniry.ac.id	<1%
11	eprints.uns.ac.id:443	<1%
12	www.pembangkitlistrik.com	<1%
13	libraryproceeding.telkomuniversity.ac.id	<1%
14	electrician.unila.ac.id	<1%
15	hermansyah21.blogspot.com	<1%

Excluded search repositories:

Submitted Works

Excluded from document:

Small Matches (less than 25 words)

Excluded sources:

None

**BIODATA CALON WISUDAWAN
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO**

Nama : Rery Cahyadi Alamri
Nim : T21.16.045
Jenis Kelamin : Laki - laki
Tempat Tgl Lahir : Popodu, 26 Desember 1991
Pekerjaan : -
Agama : Islam
Suku Bangsa : Indonesia
Alamat : Kab. Bolaang Mongondow Selatan
Fakultas : Teknik
Program Studi : Elektro
Jenjang Pendidikan : S1
No. HP : 085756462785
IPK : -
Tanggal Yudisium : -
Ukuran Toga : L
Email : rerybeatmaker@gmail.com
Judul Skripsi : Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)
Skala Mini Sebagai Listrik Penerangan Pada Tempat Wisata
Pantai Modisi Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan

