

RANCANGAN PROTOOTYPE CONTROL DAN MONITORING PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU BERBASIS MIKROKONTROLER

Sentot Hardianto¹, Slamet Hariyadi², Didi Hariyanto³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email: sentothardianto18@gmail.com

ABSTRAK

Masih tidak bisa dipungkiri bahwa kebutuhan listrik di masyarakat terus meningkat seiring waktu berjalan . Untuk rangka meningkatkan pelayanan yang maksimal pada pengguna sumber daya listrik maka perlu kiranya dilakukan suatu perubahan sistem yang lebih efektif dan efisien dalam penggunaan daya listrik dan perawatan sehingga menghemat sumber daya listrik yang semakin meningkat pertahunnya

Di dalam alat tersebut didesain untuk mengefisiensi daya listrik dan mengontrol atau memantau apabila terdapat adanya gangguan pada pembangkit listrik tenaga bayu dari segi suplai listrik. Kontrol dan monitoring yang dimana monitoring intensitas cahaya pada *Light dependent resistor* (LDR), maka akan ditampilkan pada *Liquid crystal display* (LCD). Hasilnya adalah alat ini bekerja dengan mensuplay daya listrik dari tenaga bayu dan akan menyimpan pada baterai.

Kata kunci: *Microcontroller, Turbin, Generator, LDR dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.*

ABSTRACT

Still it undeniable that the needs a . To increase in order to improve maximum service to airport service users, especially the , it is necessary to make a system change that is more effective and efficient in the use of electrical power and maintenance so that airport service users are comfortable.

In this tool is designed to streamline power and control or monitor if there is a disturbance in the in terms of electricity supply. Control and monitoring. Which is where the monitoring of light intensity on the Light dependent resistor (LDR) will be displayed on a Liquid crystal display (LCD). The result is a tool works by supplying electrical power and will store it on the battery.

Keywords: *Microcontroller, Turbin, Generator, LDR, and Wind Power plant.*

PENDAHULUAN

Alat ini didesain untuk mengefisiensi daya listrik dan mengontrol atau memantau apabila terdapat adanya gangguan pada pembangkit listrik tenaga bayu dari segi suplai listrik.

Alat monitoring tegangan arus, daya dan kecepatan angin di pembangkit listrik tenaga bayu pada saat ini masih konvensional. Artinya kondisi monitoring parameter masih berupa volt meter, watt meter, ampere meter dan m/s analog. Dalam perancangan alat ini akan dirancng alat monitoring dan control tegangan, arus, daya dan kecepatan angin yang multiguna.

Alat ini juga dirancang untuk media pembelajaran di politeknik penerbangan surabaya dan bisa dilanjutkan atau dikembangkan di kampus dengan menambakan atau diimplementasikan secara langsung di poltekbang surabaya alat ini juga termasuk inovasi baru untuk menghemat sumber daya listrik jika digunakan pada tempat yang tepat alat ini akan berfungsi dengan maksimal.

Alat ini diharapkan juga mampu mengefisiensi penggunaan daya listrik dari PLN dan bisa digantikan dengan pembangkit listrik tenaga bayu. Pembuatan rancangan ini dibuat dalam bentuk penyelesaian Proyek akhir

TEORI SINGKAT

Turbin Angin

Kincir angin merupakan sebuah alat yang digunakan dalam Sistem Konversi Energi Angin (SKEA). Kincir angin berfungsi merubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik berupa putaran poros. Putaran poros tersebut kemudian digunakan untuk beberapa hal sesuai dengan kebutuhan seperti memutar dinamo atau generator untuk menghasilkan listrik. Desain dari kincir/turbin angin sangat banyak macam jenisnya, berdasarkan bentuk rotor, kincir angin dibagi menjadi dua tipe, yaitu turbin angin sumbu mendatar (horizontal axis wind turbine) dan turbin angin sumbu vertikal

(vertical axis wind turbine..

Motor DC

Sebuah komponen motor listrik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan menyediakan catu daya DC (*direct current*). Memiliki tiga konstruksi utama diantaranya bagian yang tidak berputar yaitu stator yang memiliki kutub yang menonjol yang dililitkan pada belitan medan, bagian yang berputar yaitu rotor adalah komponen yang berputar dan dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik

LCD

Salah satu LCD yang sering dipergunakan adalah LCD 16x2 artinya, LCD tersebut terdiri dari 16 kolom dan 2 baris. LCD ini sering digunakan karena harganya yang relatif murah dan pemakaiannya yang mudah. LCD yang kita gunakan dapat dikoneksikan dengan system minimum dalam suatu mikrokontroler. Driver tersebut berisi rangkaian pengaman, pengatur tingkat kecerahan backlight maupun data serta untuk mempermudah pemasangan di mikrokontroler (portable-red) (Manik. M., 2021)..

Sensor LDR

Light Dependent Resistor atau disingkat dengan LDR adalah jenis Resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Nilai Hambatan LDR akan menurun pada saat cahaya terang dan nilai Hambatannya akan menjadi tinggi jika dalam kondisi gelap. Dengan kata lain, fungsi LDR (Light Dependent Resistor) adalah untuk menghantarkan arus listrik jika menerima sejumlah intensitas cahaya (Kondisi Terang) dan menghambat arus listrik dalam kondisi gelap..

Motor Servo

Di dalam motor servo memiliki susunan bagian- bagian seperti motor, serangkaian gear, potensiometer, dan rangkaian

kontrol. Potensiometer digunakan untuk membatasi sudut putaran servo. Selain itu, sudut sumbu motor servo disesuaikan berdasarkan lebar pulsa yang ditransmisikan melalui kaki sinyal kabel motor. Motor servo biasanya hanya dapat bergerak pada sudut tertentu, tidak bekerja secara terus menerus dan mampu beroperasi pada dua arah (CW dan CCW).

Relay

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

Arduino Uno

Arduino uno adalah sebuah mikrokontroler yang didasarkan pada Atmega328. Arduino uno mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, dan sebuah tombol reset. Arduino uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkan ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adapter AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

DC To DC Converter

Konverter DC/DC dirancang untuk memberikan konversi daya dari tegangan masukan DC yang berfluktuasi ke resistansi beban variabel dalam bentuk suplai tegangan

keluaran DC yang diatur untuk berbagai perangkat elektronik dan sistem supaya dapat terkontrol, aman, dan disetel dengan baik. Perangkat ini memiliki tegangan input DC yang diperoleh dengan menyearahkan perubahan besarnya aliran tegangan. Pada penggunaan kendali kecepatan motor, konverter DC-DC berguna untuk menyediakan variabel tegangan DC yang diatur. Tegangan keluaran pada konverter DC-DC biasanya dikontrol menggunakan konsep switching.

Baterai

Aki adalah alat elektro kimia yang dibuat untuk mensuplai listrik ke sistem starter mesin, sistem pengapian, lampu – lampu dan komponen kelistrikan lainnya. Alat ini menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia, yang dikeluarkannya bila dipelrukan dan mensuplainya ke masing – masing sistem kelistrikan atau alat yang memerlukannya. Karena di dalam proses aki kehilangan energi kimia, maka alternator mensuplainya kembali kedalam aki (yang disebut pengisian).

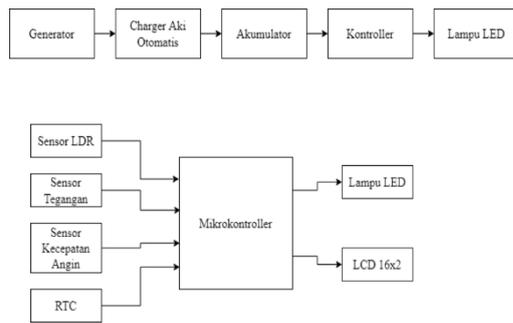
METODE

1. Rancangan Alat

Berdasarkan rumusan masalah yang dijelaskan pada bab sebelumnya. Maka diperlukan sebuah mockup yang terdiri dari turbin angin, miniature display yang dimana diperlukan sebuah controller serta module step up yang di fungsikan sebagai penguat tegangan serta module charger yang berfungsi untuk proses sebagai penyimpanan baterai.

Perancangan alat terdiri dari 2 yaitu turbin dan prototype dimana prototype turbin dibutuhkan alat yaitu motor generator, blade turbin, tiang penyangga terdiri beberapa komponen di antaranya, seperti gambar di bawah ini.

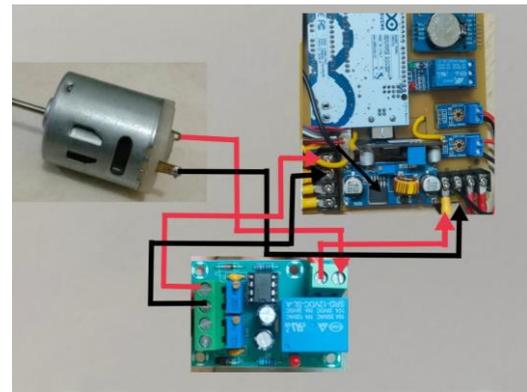
Adapun pada display terdapat pada beberapa komponen diantaranya Light Dependent Resistor (LDR), yang berfungsi sebagai intensitas cahaya kemudian potensiometer yang mengubah nilai atau tegangan dan arduino yang berfungsi sebagai pembacaan nilai sensor serta pengontrolan.



Gambar 1 Blok Diagram Perancangan Alat

Pada Emitting Diode (LED), kemudian alat module charger yang berfungsi untuk menyimpan baterai, adapun baterai yang digunakan adalah tipe Li-Ion 18650A 3,7 V 1A, namun untuk monitoring kapasitas baterai maka di tampilkan module voltage display berupa LCD yang menampilkan tegangan baterai, sedangkan pada penerangan menggunakan lampu LED tipe STRIP WS2812, dimana pada lampu LED tersebut menggunakan catu daya 5 Volt begitu pula Arduino Uno membutuhkan 5 Volt.

Pada turbin angin yang menghasilkan daya pada putaran angin yang akan disalurkan ke Charger modul untuk memerintahkan charger pada baterai, selanjutnya menghidupkan lampu LED yang dimana waktu untuk sudah dan sensor akan memerintahkan lampu untuk hidup. sehingga untuk memenuhi kebutuhan sumber tegangannya masing-masing komponen tersebut maka dibutuhkan DC Power Supply module yang berfungsi sebagai penguat tegangan yang sebelumnya 3,7 V menjadi 5 V, dari masing-masing alat yang digunakan tampak pada gambar di bawah ini.



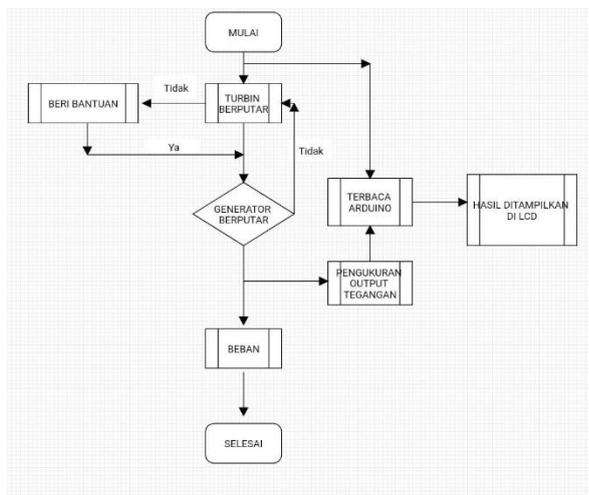
Gambar 2 Wiring Diagram Perancangan Alat

Flowchart Sistem Kerja

Berikut ini semua pin yang ada di microcontroller ditentukan pin mana saja yang akan digunakan sebagai sensor dan sebagai control, setelah ditentukan maka dilakukan proses pembacaan nilai analog. Kemudian terhubung pada sensor LDR, dimana nilai analog yang terbaca kurang dari 500, maka program akan instruksikan untuk menyalakan LED, sedangkan jika nilai lebih dari 500 maka program akan instruksikan untuk mematikan lampu.

Setelah proses pembacaan dilakukan maka akan dilakukan koneksi pada server, maka di cek apakah alat terhubung pada server, jika alat tidak terhubung, maka akan dilakukan proses koneksi ulang, namun sudah terhubung pada server maka program akan mengirim ke analog dan status lampu ke server. Selanjutnya proses ini akan dilakukan secara terus menerus membaca nilai analog selama alat tidak dimatikan.

Prinsip kerja sistem yang di bangun adalah mengonversi energi angin menjadi energi mekanik dengan turbin angin horizontal. Pada turbin angin yang berputar yang menghasilkan daya pada putaran angin yang akan disalurkan ke generator, tegangan dari generator akan disimpan di aki secara otomatis dengan modul charger untuk memerintahkan charger pada baterai,



Gambar 4 Flow Chart Barang Akan Disortir

2. Teknik Analisa Data

Berdasarkan hasil pengujian pada masing-masing unit rangkaian maupun pengujian sistem yang telah terprogram secara keseluruhan, akan dibuat analisis data. Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan data hasil pengujian dengan data hasil perhitungan atau dengan nilai referensi yang sudah ditentukan.

Untuk memudahkan proses pembuatan penelitian ini penulis menggunakan beberapa alat bantu berupa perangkat lunak seperti tabel dibawah ini:

Tabel Pengukuran Tegangan Sensor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian alat ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana rancangan alat yang telah disusun oleh penulis. Hasil rancangan yang telah di buat dinyatakan bekerja dengan baik apabila kerja rancangan sesuai dengan fungsi yang diinginkan saat perancangan alat. Bagian pemberi monitoring ialah *Mikrokontroler* itu sendiri. Berikut merupakan gambaran dari perangkat hardware yang dirangkai oleh penulis

Prinsip kerja sistem yang di bangun adalah mengonversi energi angin menjadi energi mekanik dengan turbin angin horizontal. Pada turbin angin yang berputar yang menghasilkan daya pada putaran angin yang akan disalurkan ke generator, tegangan dari generator akan disimpan di aki secara otomatis dengan modul charger pada baterai, setelah itu disalurkan pada sistem control sebelum masuk ke control membutuhkan modul *step down* untuk menurunkan tegangan dari 12 V menjadi 5 V.

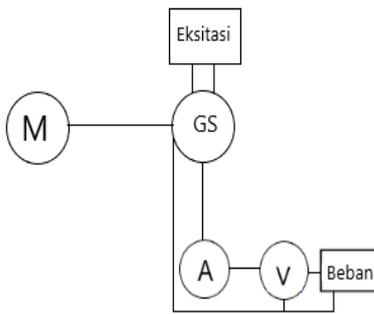
Gambar Alat turbin angin



Pengujian Pengujian Generator Sinkron 1 Fasa

Generator digunakan untuk menghasilkan keluaran listrik yang berbeda-beda sesuai dengan keadaan beban yang sudah ada pada Laboratorium Listrik, Politeknik Penerbangan Surabaya. Generator ini memiliki karakteristik berbeda-beda, dimana pengambilan data ini adalah untuk menyesuaikan pembuatan modul buck converter step up/step down yang digunakan untuk penguat atau penurun arus eksitasi generator sinkron.

No	Perangkat Lunak	Kegunaan
1	Software arduino	Untuk memprogram mikrokontroler
2	Photoshop	Mendesain gambar taxi guidance sign
3	Google sketchup	Mendesain 3D mockup
4	Draw IO	Untuk membuat flowcht



Gambar 8 pengujian generator sinkron

Program Perangkat Lunak Arduino UNO

Pada perangkat lunak melakukan memonitoring beban secara otomatis serta menyiapkan aplikasi monitoring maka diperlukan aplikasi perangkat lunak di antaranya. Aplikasi arduino, untuk memprogram mikrokontroller pada gambar di bawah ini proses program untuk mendeteksi nilai tegangan menjadi nilai DC. adapun tampilan yang di akses di bawah ini

Gambar 11 coding mikrocontroler

```

program_jadi | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

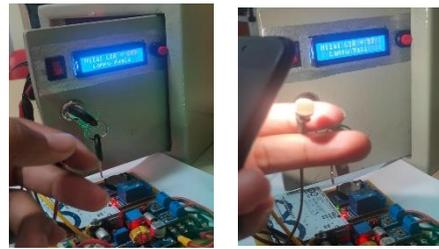
program_jadi
int cahaya;
float v_beban1;
float v_beban2;
float voltage_sensor_raw1;
float voltage_sensor_raw2;
int buttonPushCounter = 0;
int up_buttonState = 0;
int up_lastButtonState = 0;
bool bPress = false;
//unsigned int counter=0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(3), count, FALLING);
  // Timer1.initialize(1000000);
  // attachInterrupt(0, docount, RISING);
  // Timer1.attachInterrupt(timerkecepatan);
  pinMode( Up_buttonPin , INPUT);
}
    
```

dan *Ground* di pin Arduino Mega 2560PRO yang

Pengujian Sensor LDR

Pada tahapan uji kasus pada sensor light Dependent Resistor (LDR) dilakukan serangkaian pengujian dalam kondisi terang dan dalam kondisi gelap berikut tahapan yang telah dilakukan penulis diantaranya .



Gambar 6 Pengujian Sensor LDR

a. Kondisi terang

Nilai pembacaan pada aplikasi terbaca nilai sensor 57, dan lampu secara otomatis akan memerintahkan untuk mematikan lampu Light-Emitting Diode LED. Adapun hasil pengujian tampak pada gambar di bawah ini.

b. Kondisi gelap

Sedangkan pada kondisi gelap yang dimana disimulasikan pada cahaya pada sensor Dependent Resistor (LDR) dengan nilai yang terbaca pada aplikasi 849 sensor akan memerintahkan lampu untuk menyala. Adapun hasil pengujian tampak pada gambar di bawah ini.

Pengujian pada Sistem

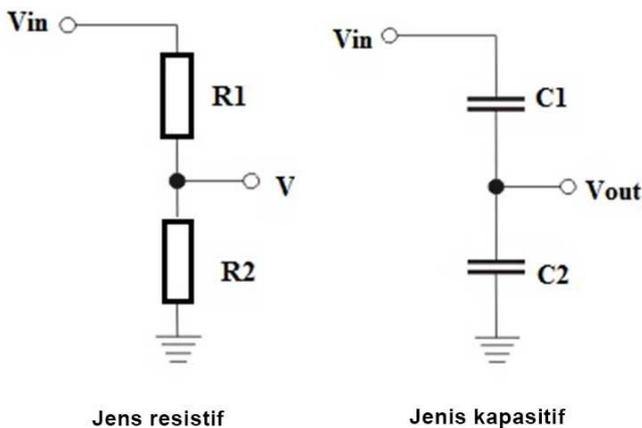
Gambar di bawah hasil pembacaan secara retain yang dikirim dari mikrocontroller. Dimana informasi tersebut adalah informasi nilai intensitas cahaya yang dirubah dari nilai ADC. Dan dibawahnya terdapat indikator, LED yang ada pada kondisi gelap maka indikator berwarna hijau, dan pada saat kondisi terang maka indikator berwarna merah.



Gambar 12 Sistem Dalam Keadaan Normal

Data Sensor tegangan

Pengujian Sensor tegangan adalah perangkat atau modul yang digunakan untuk mengukur, memonitor dan menghitung besar kecilnya suplai tegangan pada suatu rangkaian elektronika. Sensor ini bisa digunakan untuk mendeteksi dan mengukur tegangan AC atau pun DC sesuai dengan fitur dan kemampuan yang dimilikinya. Pada jenis sensor tegangan DC, umumnya terdiri dari dari pin input dan pin output. Pin input terdiri dari 2 buah pin positif dan negatif yang bisa dihubungkan dengan perangkat atau rangkaian elektronika yang hendak diukur. Sedangkan pin output dapat berupa data analog yang bisa diteruskan ke modul lainnya sesuai kebutuhan, terdapat dua jenis sensor tegangan yang umum tersedia di pasaran, yaitu : jenis resistif dan kapasitif



Gambar 16 Pengujian Pada Sensor Tegangan

Hasil pengukuran RPM

Hasil dari penelitian alat ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana rancangan alat yang telah disusun oleh penulis. Hasil rancangan yang telah di buat dinyatakan bekerja dengan baik

apabila kerja rancangan sesuai dengan fungsi yang diinginkan saat perancangan alat. Bagian pemberi monitoring ialah Mikrokontroler itu sendiri. Berikut merupakan gambaran dari perangkat hardware yang dirangkai oleh penulis. Pengujian Turbin Angin dilakukan di Politeknik Penerbangan Surabaya. Pengukuran kecepatan angin didapatkan pada sumber BMKG pengukuran RPM menggunakan turbin sumbu horizontal 5 bilah dan tachometer.

Berikut tabel pengujiannya:

Tabel 2 Data Cuaca BMKG

Tanggal	Jam	Kec. Angin	Rata rata RPM	Keterangan Cuaca
7 Mei 2022	07.00	10km/jam	1100 - 3500	Cerah
	10.00	20km/jam		
	13.00	30km/jam		
	16.00	20km/jam		
	19.00	10km/jam		
8 Mei 2022	07.00	0km/jam	0-3500	Cerah
	10.00	10km/jam		
	13.00	30km/jam		
	16.00	20km/jam		
	19.00	0km/jam		
9 Mei 2022	07.00	0km/jam	0-2700	Cerah
	10.00	10km/jam		
	13.00	10km/jam		
	16.00	10km/jam		
	19.00	20km/jam		

Pengujian Generator Tanpa Beban

Pada pengujian modul generator diuji dengan menggunakan dan tanpa menggunakan beban, dimana pengujian ini agar mengetahui tegangan dan arus eksitasi

V output (VoltA C)	V eksitasi (VoltD C)	RP M	Frekuensi (Hz)	Beban (Watt)
220	20	1500	50	-
200	25	1200	40	-
210	35	1110	37	-
200	35	1050	35	-

pada modul generator

Tabel 2 Pengujian pada Sistem Kerja Alat

Analisis Pengujian

Setelah melakukan pengujian dan mendapatkan data pengujian berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa tiap-tiap komponen bekerja dengan baik karena mendapat suplai tegangan yang sesuai.

Setelah dilakukannya pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat bahwa rancangan alat yang dibuat telah bekerja dengan baik dan sesuai yang diharapkan aplikasi telah berjalan dengan baik karena program *script* arduino berhasil masuk dalam *board* arduino tanpa error, serta program mampu mengatur kerja arduino dengan baik. Dimana ketika *QR Code* dipindai oleh perangkat *scanner* yang memuat informasi data tentang lokasi tujuan dan nama maskapai yang berbeda-beda dan barang telah terdeteksi oleh sensor infared. Dimana informasi data tersebut akan masuk dan diolah ke dalam mikrokontroler arduino untuk menjalankan motor DC sebagai penggerak utama *conveyor* untuk mengantarkan barang berdasarkan

Kelebihan Alat Dan kekurangan alat :

1. Lebih efisien menggunakan pembangkit listrik tenaga bayu mengurangi pemakaian listrik pln

1. Dalam Alat praga ini belum mempunyai control untuk memindahkan supply PLN jika terjadi kerusakan pada tenaga bayu
2. Alat ini perlu dikembangkan lagi untuk memonitoring bisa dengan smartphone

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perancangan perangkat pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan hasil pengujian komponen pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan, antara lain: Pembangkit listrik tenaga bayu merupakan energi yang menggunakan dari tenaga angin, kapasitas generator tenaga-angin ini adalah 12-24 Volt. Yang menghasilkan tegangan untuk menyuplai lampu pada rancangan ini Mampu memonitor Intensitas cahaya, tegangan, dan baterai.
2. Mekanisme sistem kerja alat ini adalah barang akan dideteksi oleh sensor *infrared* dan pemindaian data informasi lokasi tujuan dan nama maskapai yang berasal dari *QR Code*. Data informasi tersebut diolah oleh mikrokontroler arduino MEGA 2560PRO lalu mengirimkan perintah untuk menjalankan motor DC sebagai

Saran

Adapun saran dari penulis untuk pengembangan penelitian ini agar kedepannya lebih baik, antara lain :

1. Untuk monitoring pada intensitas cahaya melalui web maka memakai jaringan yang kuat agar data di lihat melalui smartphone dapat langsung ditampilkan pada SMS.
2. Rancangan ini perlu di tambahkan control dari pembangkit listrik tenaga bayu dengan suplai dari PLN jika terdapat kerusakan

- pada generator turbin.
3. Kedepannya bisa dikembangkan lagi menggunakan sensor atau komponen tambahan agar bisa mengetahui letak kendala di supply secara detail.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Afiif, M. N. (2017). Perancangan Turbin Angin Sumbu Horizontal Dengan Swept Area. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- [2.] Anthony, Z. (2018). Mesin listrik dasar.
- [3.] Dani, A. (2022). Pengeritan PWM dan Contoh Skema Rangkaian PWM. *wikielektronika.com*.
<https://wikielektronika.com/pwm-adalah/>
- [4.] Hinestroza, D. (2018). Perancangan Transformator 3 Fasa Dengan Menggunakan Transformator 1 Fasa. 7, 1–25.
- [5.] Laluyan, C. N., Sompie, S. R. U. A., & Tulung, N. M. (2016). Rancang Bangun Papan Iklan “ Display Moving Sign ” Menggunakan Arduino UNO328. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer (Universitas Sam Ratulangi Manado)*, 5(3), 58–64.
- [6.] Permana, S., & Dewira, R. (2016). Pembuatan Kontrol Arus Eksitasi Pada Modul Automatic Voltage Regulator Dengan Menggunakan Mikrokontroler. 1–4.
- [7.] Prayogo, R. (2012). Pengaturan PWM (Pulse Width Modulation) dengan PLC. Universitas Brawijaya, 1–2.
- [8.] Pulungan, A. B., & Ramadhani, T. (2018). Buck Converter Sebagai Regulator Aliran Daya Pada Pengereman Regeneratif. *Jurnal EECCIS*, 12(2), 93–97.
- [9.] Rifdian. (2019). Analisa Unjuk Kerja Generator Sinkron Tiga Fasa dengan Penggerak Turbin Angin. *Jurnal Penelitian*, 4(1), 1–15.
<https://doi.org/10.46491/jp.v4e1.282.1-15>
- [10.] Rijanto, E. (2009). Rancang Bangun Kontroler Tegangan Analog Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Dengan Generator Sinkron 3 Fasa Kapasitas 9MVA. *INKOM Journal of Informatics, Control Systems, and Computers*, 3(1), 76–89.
- [11.] Sudarso, Y. (2019). Rancang Bangun Prototipe Alat Pembersih Panel Surya Berbasis Arduino. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 7(2), 107–115.
- [12.] Suhaeb, S., Abd Djawad, Y., Jaya, H., Ridwansyah, Sabran, & Risal, A. (2017). Mikrokontroler dan Interface. *Buku Ajar Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika UNM*, 2–3.
https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=jurnal+artikel+ilmiah&btnG=
- [13.] Udik Wahyudi (2018) MAHIR DAN TERAMPIL BELAJAR ELEKTRONIKA UNTUK PEMULA, di akses tanggal 30 juli 2021.
- [14.] Zainal, F. (2015). RANCANGAN SIMULASI MONITORING LAMPU RUNWAY YANG PUTUS BERBASIS VISUAL BASIC 6.0 DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA, Makassar, 15 agustus 2021.