

Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Node-Red Dan ESP 8266

Berliana Dzakiyya Rosalin

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

Email : berliana19033@mhs.unesa.ac.id

Widi Aribowo, Aditya Chandra Hermawan, Reza Rahmadian

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : widiaribowo@unesa.ac.id, adityahermawan@unesa.ac.id, rezarahmadian@unesa.ac.id

Abstrak

Energi terbarukan di Indonesia meliputi energi surya, air atau hidro, bioenergy, angin, panas bumi (geothermal), dan gelombang laut. Ketersediaan energi terbarukan yang besar, khususnya gelombang laut didukung oleh kondisi geografis Indonesia yang merupakan negara kepulauan terbesar. Indonesia memiliki 17.499 pulau dari Sabang sampai Merauke, sedangkan luas wilayah Indonesia 7,81 km² dan 3,25 juta km² adalah lautan. Hal tersebut saling berkaitan dengan Kebutuhan energi listrik di dunia yang diperkirakan mencapai 1000 EJ (EJ = 1018J) lebih dan akan terus meningkat setiap harinya. Penipisan cadangan dan emisi gas rumah kaca tidak memungkinkan energi bahan bakar fosil untuk mendominasi. Oleh karena itu, Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Node Red dan ESP 8266 merupakan salah satu energi alternatif terbarukan yang menguntungkan di skala komersial. Perancangan prototype ini, menggunakan sistem bandul. Gerak naik turun pada bandul akan diubah menjadi Gerakan putar oleh crankshaft dan disalurkan ke pulley serta generator dc. Sehingga, dapat menyalurkan energi listrik yang dikontrol terlebih dahulu oleh charger controller sebelum masuk ke dalam baterai. Kemudian sensor INA 219 akan mendeteksi besar tegangan dan arus yang dihasilkan dan disalurkan ke internet (Node Red) melalui ESP 8266 sehingga, alat dapat di monitoring dari jarak jauh.

Kata Kunci : Tenaga Ombak, Energi Terbarukan, ESP 8266, Node-Red, Sensor INA 219

Abstract

Renewable energy in Indonesia includes solar energy, water or hydro, bioenergy, wind, geothermal, and ocean waves. The large availability of renewable energy, especially ocean waves is supported by the geographical conditions of Indonesia which is the largest archipelagic country. Indonesia has 17,499 islands from Sabang to Merauke, while Indonesia's area is 7.81 km² and 3.25 million km² is ocean. This is interrelated with the need for electrical energy in the world which is estimated to reach 1000 EJ (EJ = 1018J) and will continue to increase every day. Depletion of reserves and emissions of greenhouse gases do not allow fossil fuel energy to dominate. Therefore, Node Red and ESP 8266-Based Wave Power Generation is one of the profitable alternative renewable energies on a commercial scale. The design of this prototype uses a pendulum system. The up and down motion of the pendulum will be converted into rotary motion by the crankshaft and distributed to the pulley and dc generator. So, it can distribute electrical energy which is controlled first by the charger controller before entering the battery. Then the INA 219 sensor will detect the amount of voltage and current generated and channeled to the internet (Node Red) via ESP 8266 so that the device can be monitored remotely.

Keywords : Wave Power, Renewable Energy, ESP 8266, Node-Red, INA 219 Censored

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi energi terbarukan sebesar 3.686 giga watt (GW). Akan tetapi, pemanfaatan energi terbarukan tersebut masih di angka 0,3 persen (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral ESDM, 2022:1). Ketersediaan energi terbarukan yang besar, khususnya gelombang laut didukung oleh kondisi geografis Indonesia yang merupakan negara kepulauan terbesar. Indonesia memiliki 17.499 pulau dari Sabang sampai Merauke, sedangkan luas wilayah Indonesia 7,81 km² dan 3,25 juta km² adalah lautan (Hakim, Yuniarti, and Damarwan 2020). Zona daratan sekitar 2,01 juta km²

(Oki Pratama, 2020:7). Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Node Red dan ESP 8266 merupakan energi alternatif terbarukan yang menguntungkan di skala komersial.

Kebutuhan energi listrik di dunia diperkirakan mencapai 1000 EJ (EJ = 1018J) lebih dan akan terus meningkat setiap harinya. Penipisan cadangan dan emisi gas rumah kaca tidak memungkinkan energi bahan bakar fosil untuk mendominasi. Energi terbaru akan menggantikan sebagian besar energi di masa depan (Kalpikajati dan Hermawan 2022).

Pengendalian sistem tenaga listrik merupakan kunci

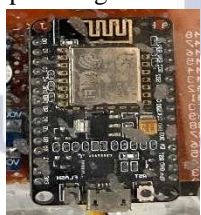
dalam pemenuhan kebutuhan listrik. Selain itu, peningkatan kompleksitas beban juga menjadi perhatian (Aribowo, Supari, dan Suprianto 2022). Dalam rangka mengoptimalkan energi terbarukan dan menghadapi krisis energi di masa depan yang seimbang dengan perkembangan teknologi internet, maka Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Node Red dan ESP 8266 dapat menjadi investasi energi yang ramah lingkungan (Aji, Wibowo, and Windarta 2022). Penggunaan Node Red dan ESP 8266 merupakan penerapan dari IoT (Internet of Things). Sistem IoT (Internet of Things) dapat meningkatkan akurasi dan otomatisasi system melalui teknologi jaringan (Pendidikan dkk., n.d.). Sistem ini bertujuan untuk memperluas konsep koneksi internet yang dapat mempermudah dan meningkatkan efisiensi suatu pekerjaan. Dengan mengimplementasikan sensor IoT (Internet of Things) maka kita dapat mengontrol pekerjaan melalui jarak jauh (Motlagh dkk. 2020).

LANDASAN TEORI

Pembangkitan energi listrik dengan tenaga ombak dapat mengubah energi mekanik yang terdapat pada ombak menjadi energi listrik (Siregar dan Lubis 2020). Gelombang laut atau ombak yang berada di tepi pantai dapat menghasilkan listrik melalui konfersi hempasan ombak. Melalui hempasan ombak, turbin dapat bergerak yang kemudian dapat menggerakkan generator (Muarif dkk. 2020). Kemudian energi gerak dikonfersi menjadi energi listrik melalui generator. Berikut merupakan komponen yang digunakan dalam perancangan:

Modul Node MCU ESP 8266

Node MCU ESP 8266 merupakan modul wifi yang efektif yang digunakan sebagai kontrol dan komunikasi melalui internet. Sensor ESP8266 dapat digunakan secara individu maupun dengan mikrokontroler lain



Gambar 1 ESP 8266

Sensor INA 219

Sensor INA 219 adalah sensor yang berperan untuk memonitoring arus dan tegangan pada rangkaian listrik, dan dilengkapi dengan Interface I2C dan SMBUS-COMPATIBLE yang mampu memonitoring suplai tegangan dan shunt melalui konversi program times dan filtering. (Prasetyo and Wardana 2021)



Gambar 2 Sensor INA 219

Generator DC

Generator merupakan komponen atau alat yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik atau energi gerak menjadi energi listrik. Energi mekanik tersebut berasal dari panas, air, angin dan lain lain. Listrik yang dihasilkan dari Motor Dc adalah listrik arus searah (DC)



Gambar 3 ESP 8266

Node Red

Node-RED merupakan suatu alat pemrograman yang dapat menghubungkan perangkat-perangkat keras. Node-RED adalah sebuah tool berbasis browser untuk menciptakan aplikasi IoT atau Internet Of Things (Unit Three Kartini, Bambang Suprianto 2022).

Arduino IDE

Arduino merupakan software yang dirancang sebagai pengendali elektronik dalam berbagai bidang. Penggunaan Arduino uno sangat fleksibel dan cocok untuk pemula karena menggunakan Bahasa pemrograman C. (Rohman and Iqbal 2016)

Baterai

Baterai merupakan sel listrik yang terdapat proses elektrokimia di dalamnya. Proses elektrokimia tersebut dapat berlangsung secara berkebalikan dengan efisiensi yang tinggi (Udayana 2010). Sehingga energi listrik dapat tersimpan di dalamnya.

METODE PENELITIAN

Tinjauan Umum Perancangan

Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode eksperimen yang meliputi perancangan hardware, software, serta flowchart kinerja pada alat. Dalam prototype pembangkit listrik ini menggunakan mikrokontroler Node MCU ESP 8266 untuk mengolah nilai yang didapatkan dari sensor INA 219 yakni tegangan (V) dan arus (I). Setelah hasil/ nilai dari sensor INA 219 maka akan ditransferkan dari mikrokontroler ke dalam dashboard NODE RED dengan jaringan internet, sehingga tegangan dan arus dapat di monitoring. (Wijayanto dkk. 2022)

Perhitungan dan Analisa

Penulis melakukan perhitungan dan pengukuran dengan mengetahui tegangan hasil monitoring melalui Node-Red dan dan pengukuran menggunakan multimeter dalam tiap pengujian untuk mengetahui perbandingan putaran pulley dan error sensor maupun alat.

1. Kecepatan putaran motor

Berikut persamaan untuk menghitung kecepatan putaran motor :

$$N_2 = \frac{D_1 \times n_1}{D_2} \tag{1}$$

D₁ = Diameter pulley 1

D₂ = Diameter pulley 2

N₁ = Kecepatan motor maksimum

2. Error

Berikut persamaan untuk menghitung error :

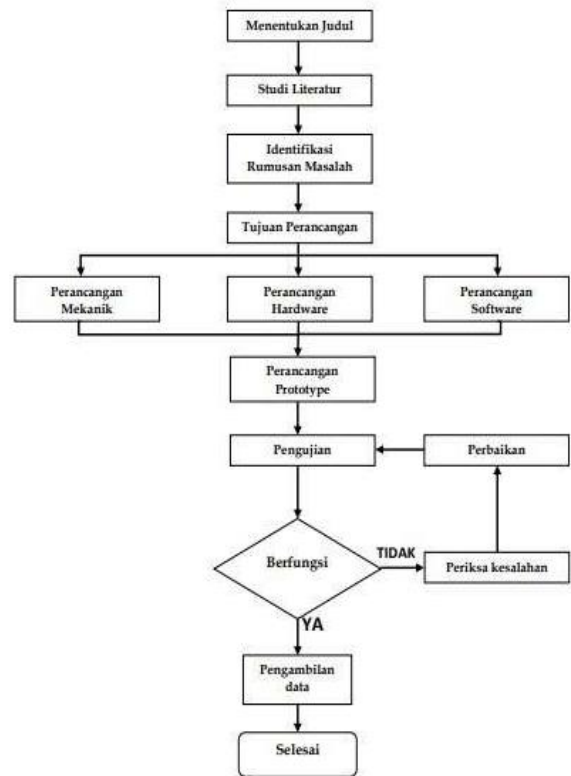
$$Error = \frac{\text{selisih nilai pembacaan}}{\text{nilai alat ukur}} \times 100\% \tag{2}$$

Rancangan Penelitian

Alur penyusunan tugas akhir yang pertama adalah menentukan Judul dan melakukan studi literatur terkait tema yang di ambil. Studi ini untuk meningkatkan pemahaman melalui jurnal-jurnal ilmiah. Kemudian, penentuan rumusan masalah yang diambil dari survey masalah-masalah yang terjadi di lapangan. Kemudian menentukan tujuan dari dirancangnya alat untuk menerapkan energi terbarukan untuk menghadapi krisis energi bahan bakar fosil. Melalui perancangan pembangkit listrik tenaga ombak berbasis Node Red dan ESP 8266 diharapkan dapat menjadi investasi energi yang ramah lingkungan.(Gumilang 2018)

Setelah penyusunan rumusan masalah dan tujuan, dilanjutkan dengan perancangan mekanik. Dimulai dengan penggambaran desain dan survey bahan. Sistem dalam pembangkit ini menggunakan sistem bandul dimana bandul yang bergerak naik turun terkena gelombang air laut dapat diubah menjadi Gerakan putar oleh crankshaft dan disalurkan ke pulley serta generator dc Sehingga dapat menghasilkan listrik. (Ahmad, Farizy, and Asfani 2016)Kemudian arus yang dihasilkan akan di stabilkan oleh solar charge controller kemudian di transfer ke dalam baterai.

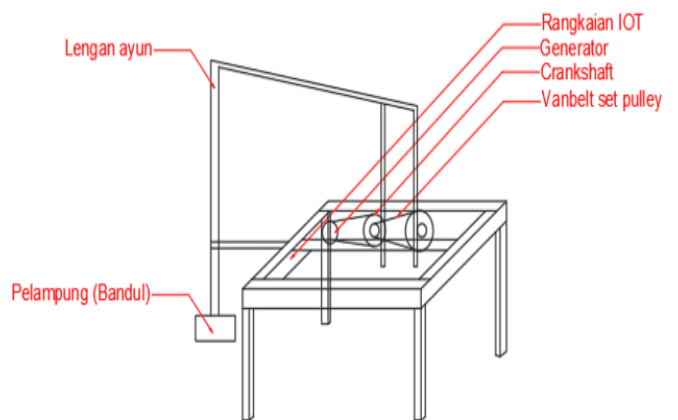
Setelah perancangan mekanik adalah perancangan hardware atau proses wiring kelistrikan seperti pemasangan step up ,step down, sensor dan komponen kelistrikan lainnya. Kemudian dilanjutkan dengan perancangan software berisikan perancangan instalasi komponen IoT seperti Node MCU ESP 8266, Sensor INA 219, pemrograman Arduino IDE, hingga proses desain Node-Red. Arus dan tegangan yang muncul akan ditransferkan dari sensor INA 219 ke Node MCU ESP 8266 agar dapat dimonitoring melalui Node Red. Flowchart rancangan penelitian dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Flowchart Penelitian

Desain Mekanik

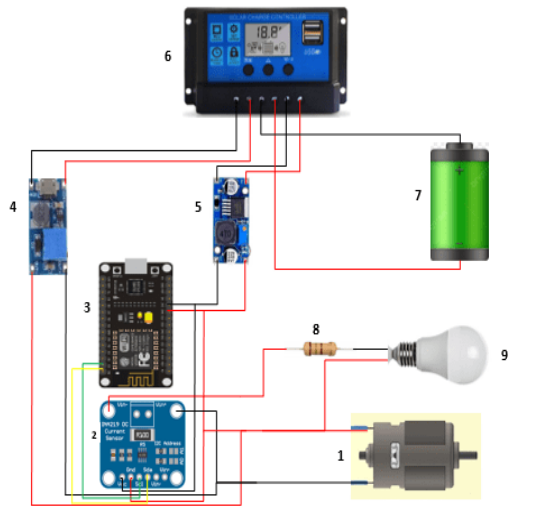
Perancangan Mekanik dalam prototype pembangkit listrik tenaga ombak dapat dilihat pada gambar 2 .Bandul yang bergerak naik turun sesuai dengan frekuensi gelombang akan di salurkan ke crankshaft agar menghasilkan gerak putar(Lazzoria, Putri, and Telkom 2016) kemudian pulley dan generator dc akan berputar sehingga menghasilkan energi listrik yang dikontrol terlebih dahulu oleh charger controller kemudian disimpan pada aki. Desain alat dapat dilihat pada gambar 5 berikut :



Gambar 5 Desain prototype Pembangkit Listrik

Rancang Bangun Hardware

Wiring sistem pada pembangkit listrik ini dapat dilihat pada gambar 6. Generator akan berputar sesuai dengan kecepatan gelombang dan kemudian di step up agar dapat diterima oleh *Solar Charger Controller*. Kemudian di step down kan untuk menyesuaikan kapasitas tegangan dengan sensor dan mikrokontroler agar dapat di monitoring arus dan tegangannya oleh Node-Red. Penggunaan lampu sebagai indikator arus dan resistor untuk penstabil tegangan agar tidak merusak lampu.



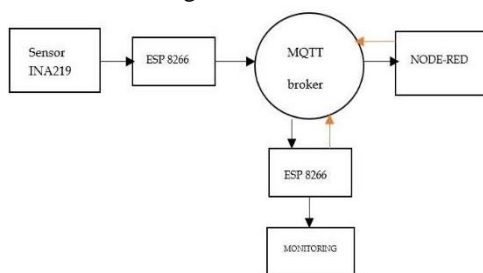
Gambar 6 Wiring Komponen

Keterangan Gambar:

1. Generator DC
2. Sensor INA 219
3. Node MCU ESP 8266
4. Step Up MT
5. Step Down LM 2596
6. Solar Charger Controller
7. Baterai
8. Resistor
9. Lampu

Rancang Bangun Software

Tegangan (V) dan Arus (I) yang dihasilkan oleh prototype akan diterima sensor INA 219 yang telah di stabilkan oleh step down kemudian ditransferkan di mikrokontroler Node MCU ESP 8266. Setelah di proses di dalam mikrokontroler, maka data akan dikirim melalui protocol MQTT. Setelah itu, data ditransfer ke Node Red untuk di monitoring.



Gambar 7 Flowchart Software

Keterangan :

- : publish
- : subscribe

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi ukuran alat

Dibawah ini merupakan spesifikasi Panjang, lebar, tinggi, dan diameter alat Untuk hasil perancangan alat dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini :

1. Panjang lengan pelampung : 58 cm
2. Panjang alat : 100 cm
3. Lebar alat : 80 cm
4. Tinggi alat : 85 cm
5. Lengan pelampung ukuran 58 cm
6. Pulley 1 diameter 20 cm
7. Pulley 2 diameter 7,5 cm
8. Pulley 3 diameter 20 cm
9. Pulley 4 diameter 5 cm
10. V-Belt Pulley 1 ke Pulley 2 panjang 120 cm
11. V-Belt Pulley 3 ke Pulley 4 panjang 90 cm
12. Gear diameter 17 cm
13. Rantai Panjang 45 cm



Gambar 8 Prototype Desain

Spesifikasi komponen hardware

1. Motor DC 12 V dengan spesifikasi berikut:

Tabel 1 Spesifikasi motor DC 12 V

Parameter	Nilai	Satuan
Tegangan	12	Volt
Putaran	600	Rpm

2. Step Up NT 3608
3. Step Down LM2596
4. Led
5. Solar Charge Controller 10 A
6. Baterai lithium 4,5 A
7. Baterai Management System (BMS) 20A
8. Sensor INA 219
9. Node MCU ESP 8266

Monitoring Arus dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Node Red dan ESP 8266



Gambar 9 Wiring Komponen

Kinerja dan Hasil Pengujian

1. Titik Lokasi pengujian:

Pantai Goa Petapa (Selat Madura) Kecamatan Labang, Kabupaten Bangkalan, Madura Jawa Timur 69163 (-7.1546519,112.8029124) dengan prakiraan cuaca pada tabel 2 berikut :

Tabel 2 Keterangan Cuaca masa pengujian

Hari/Tanggal	Cuaca	Kecepatan Angin	Tinggi gelombang
Sabtu, 24 Juni	Hujan ringan	3-11 kts	0,5-0,5 m (tenang)
Kamis, 6 Juli	Berawan	5-18 kts	0,5- 1,25 m (rendah)
Jumat, 7 Juli	Berawan	5-18 kts	0,5- 1,25 m (rendah)
Sabtu, 8 Juli	Berawan tebal	4-12 kts	0,5- 1,25 m (rendah)
Minggu,9 Juli	Berawan tebal	4-12 kts	0,5- 1,25 m (rendah)
Senin, 10 Juli	Berawan tebal	3-11 kts	0,5- 1,25 m (rendah)
Selasa, 11 Juli	Berawan tebal	3-11 kts	0,5- 1,25 m (rendah)

2. Data Hasil Pengujian

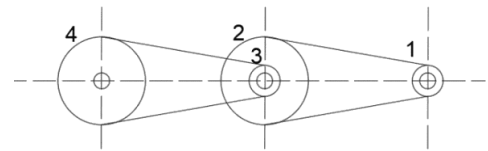
Pada Tabel 2 merupakan hasil rata rata pengambilan data selama 7 hari di 3 waktu yang berbeda yaitu pagi,siang,dan sore hari.

Tabel 3 Rata rata pengujian dalam 7 hari

Hari	Waktu	Tegangan DC monitoring (V)	Rata-rata kecepatan Generator (RPM)	Arus DC (mA)	Tegangan DC multimeter (V)
1.	Pagi	2,7	162	136	2,9
	Siang	3,7	260	211	3,9
	Sore	4,6	318	264	4,8
2.	Pagi	2,2	125	110	2,5
	Siang	3,3	225	177	3,4
	Sore	4,4	313	255	4,3
3.	Pagi	2,2	126	109	2,4
	Siang	3,3	226	225	4
	Sore	4,4	313	261	4,5
4.	Pagi	2,4	130	116	2,5
	Siang	3,1	200	173	3,5
	Sore	4,3	303	230	4,5
5.	Pagi	2,5	137	119	2,6
	Siang	3,1	193	170	3,2
	Sore	4,2	309	237	4,3
6.	Pagi	2,3	132	111	2,5
	Siang	3,1	195	146	3,4
	Sore	4,5	341	275	4,8
7.	Pagi	2,1	113	113	2,3
	Siang	2,6	150	122	2,7
	Sore	3,5	234	207	3,8

Perhitungan kecepatan transmisi pulley

Pulley merupakan komponen transmisi yang saling berhubungan, berikut merupakan desain pemasangan pulley. Untuk mengetahui kecepatan putaran pulley penggerak motor pada gambar 10 nomor 1 dapat dihitung menggunakan persamaan (1)



Gambar 10 Desain pemasangan pulley

- Diketahui diameter pulley 1 50 dan diameter pulley 2 200 mm. Kecepatan maksimal generator sebesar 600 rpm. Maka kecepatan putaran generator sebesar 150 rpm. Perbandingan hasil keluaran dan perhitungan dapat dilihat pada tabel 11. Kecepatan motor tertinggi adalah pada sore hari dan terendah di pagi hari.

Tabel 4 perbandingan perhitungan dan hasil keluaran

Waktu	RPM pada P1 (perhitungan)	Rata-rata RPM pada P1
Pagi	150 rpm	132 rpm
Siang	150 rpm	207 rpm
Sore	150 rpm	304 rpm

Hasil Perhitungan Error alat dan error sensor

Diketahui rekapitulasi data rata-rata adalah pada tabel 12 Untuk menentukan presentase error alat dapat menggunakan persamaan (2) maka rata rata error pada alat adalah 0,05 %

Tabel 5 Hasil rata rata error alat

Diketahui rekapitulasi data rata-rata adalah pada tabel 12 Untuk menentukan presentase error alat dapat menggunakan persamaan (2) maka rata rata error pada alat adalah 0,05%

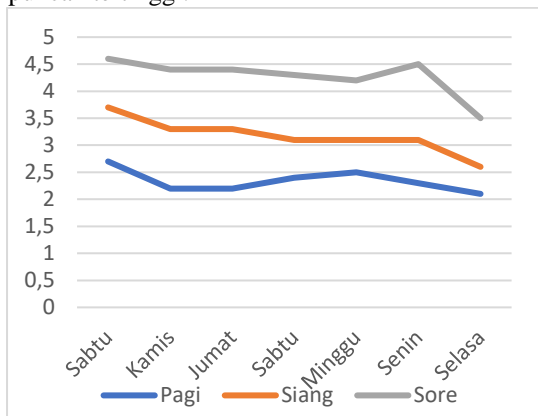
Tabel 6 Hasil rata rata error alat

Hari	Waktu	Tegangan monitoring (V)	Tegangan multimeter (V)	Selisih (V)	Error (%)
1.	Pagi	2,7	2,9	0,2	0,07
	Siang	3,7	3,9	0,2	0,05
	Sore	4,6	4,8	0,2	0,04
2.	Pagi	2,2	2,5	0,3	0,01
	Siang	3,3	3,4	0,1	0,03
	Sore	4,4	4,5	0,1	0,02
3.	Pagi	2,2	2,4	0,2	0,09
	Siang	3,3	3,5	0,2	0,06
	Sore	4,4	4,5	0,1	0,06
4.	Pagi	2,4	2,5	0,1	0,01
	Siang	3,1	3,5	0,4	0,03
	Sore	4,3	4,5	0,2	0,04
5.	Pagi	2,5	2,6	0,1	0,08
	Siang	3,1	3,2	0,1	0,03
	Sore	4,2	4,3	0,1	0,02
6.	Pagi	2,3	2,5	0,2	0,04
	Siang	3,1	3,4	0,3	0,09
	Sore	4,5	4,8	0,3	0,06
7.	Pagi	2,1	2,3	0,2	0,09
	Siang	2,6	2,7	0,1	0,03
	Sore	3,5	3,8	0,3	0,12
Rata-rata Error					0,04

Grafik Hasil Pengujian

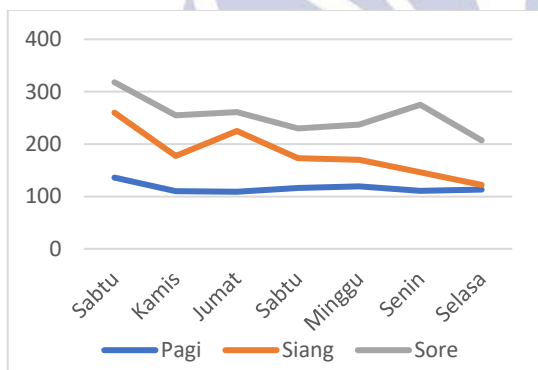
Berdasarkan grafik tegangan dibawah, tegangan pada pagi hari jam 10.00-11.00 pada grafik garis berwarna biru tegolong paling rendah tiap harinya. Sedangkan di siang hari jam 13.00-14.00, pada grafik garis warna

oranye tegangan ada sedikit peningkatan. Dan pada sore hari jam 16.00-17.00, tegangan berada pada puncak tertinggi.



Gambar 11 Grafik perbandingan tegangan

Pada grafik arus dibawah, dapat diketahui bahwa pagi hari pukul 10.00-11.00 arus mengalir lebih stabil. Pada siang hari, pukul 13.00-14.00 aliran arus mengalami peningkatan tetapi tidak stabil. Sedangkan di sore hari pukul 16.00-17.00 arus mengalir lebih besar dan mengalami peningkatan paling tinggi.

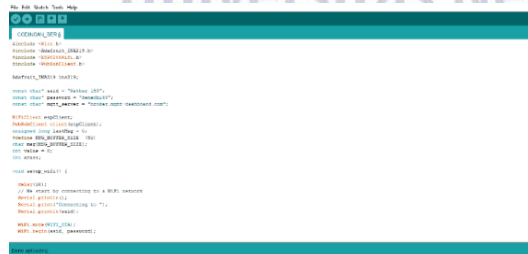


Gambar 12 Grafik perbandingan arus

Sistem Monitoring Prototype melalui Node Red

1. Pemrograman Arduino IDE

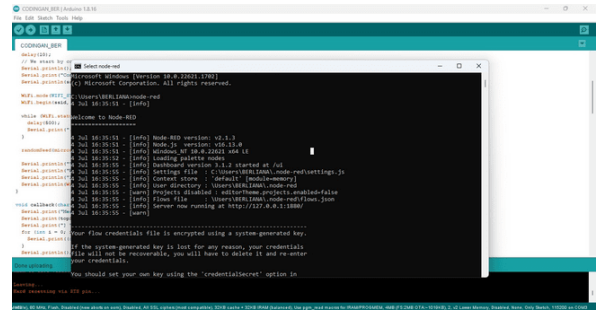
Modul Node MCU ESP 8266 diberikan logika dengan program Arduino IDE dengan memasukkan alamat IP dan address dari modul.



Gambar 13 Pemrograman Arduino IDE

2. Membuka dashboard Node-Red

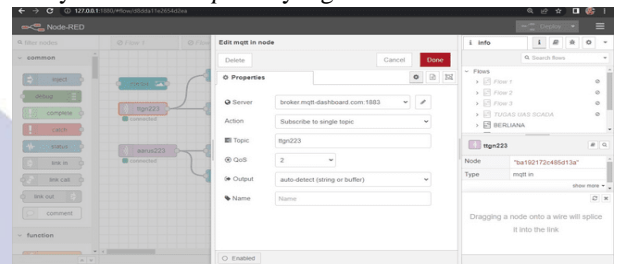
Setelah pemrograman Arduino IDE selesai di *compiling*, Langkah selanjutnya adalah membuka *command prompt* yang kemudian diketik *node-red* sehingga muncul URL.



Gambar 14 Membuka Dashboard

3. Mengatur MQTT pada Node Red

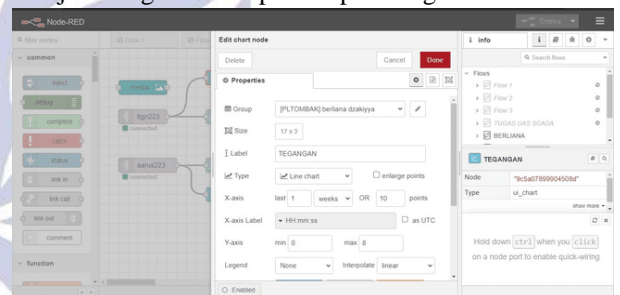
Supaya mqtt dapat terbaca didalam dashboard Node Red, maka harus dikonfigurasi dengan menyamakan *topic* yang akan dibuat.



Gambar 15 Pengaturan MQTT

4. Pengaturan Grafik

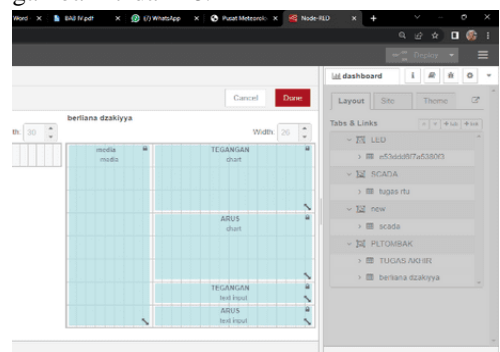
Tahap selanjutnya adalah pengaturan grafik (*chart*) yang akan ditampilkan. Disini penulis menggunakan 2 jenis grafik seperti pada gambar 16.



Gambar 16 Pengaturan grafik

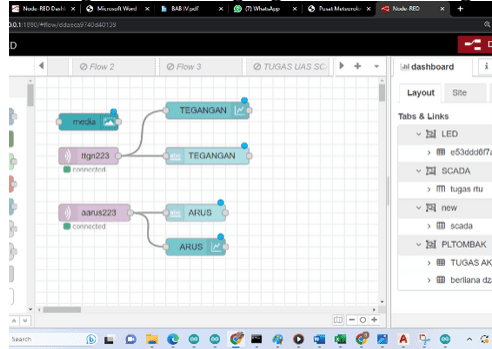
5. Pengaturan Dashboard

Setelah pengaturan grafik adalah pengaturan dashboard Node-Red. *Dashboard* dapat diatur sesuai dengan ukuran dan penempatan yang diinginkan. *Dashboard* ini yang nantinya akan muncul saat dilakukan *monitoring*. Seperti pada gambar 17 dan 18.



Gambar 17 Pengaturan Layout

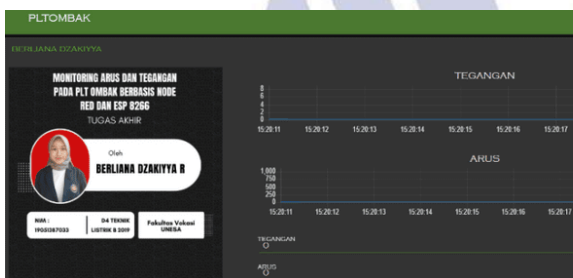
Monitoring Arus dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Node Red dan ESP 8266



Gambar 18 Pengaturan Dashboard

6. Hasil Desain Node Red

Gambar di bawah ini merupakan desain dashboard node red yang sudah bisa digunakan untuk monitoring seperti pada gambar 19.



Gambar 19 Hasil Desain

Berdasarkan hasil pengujian dari perancangan dan monitoring *prototype* pembangkit listrik tenaga ombak berbasis Node-Red dan ESP 8266, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja pembangkit listrik tenaga ombak dipengaruhi oleh kecepatan angin yang mempengaruhi tinggi rendahnya gelombang air laut. Semakin tinggi gelombang air laut maka putaran motor atau rpm pada motor DC akan semakin besar sehingga menghasilkan tegangan yang tinggi. Gelombang mencapai titik tertinggi pada sore hari. Sehingga, waktu paling optimal untuk pengujian adalah pada sore hari.
2. Berdasarkan hasil pengujian, hasil tegangan maksimal monitoring generator sebesar 5,1 V dengan kecepatan putaran generator sebesar 402 rpm yang terjadi pada hari Minggu 9 Juli 2023 di jam 17.00 dengan kecepatan angin 4-12 kts dan tinggi gelombang 0,5-1,25 m. Sedangkan hasil tegangan monitoring minimal 1,8 V dengan kecepatan putaran generator 81 rpm yang terjadi pada hari Selasa 11 Juli 2023 di jam 10.00 dengan kecepatan angin 3-11 kts dan tinggi gelombang 0,5-1,25 m.
3. Berdasarkan hasil monitoring arus lampu LED sebesar 321 mA dengan kondisi 9 lampu LED menyala yang terjadi pada hari Minggu 9 Juli 2023 di jam 17.00 dengan kecepatan angin 4-12 kts dan tinggi gelombang 0,5-1,25 m. Sedangkan hasil monitoring arus minimal 87 mA dengan

kondisi lampu LED tidak menyala yang terjadi pada hari Jumat 7 Juli 2023 di jam 10.32 dengan kecepatan angin 5-18 kts dan tinggi gelombang 0,5-1,25 m.

4. Berdasarkan data monitoring, penelitian ini berjalan dengan baik atau berhasil dikarenakan *error* pada sensor dan alat tergolong kecil yaitu sebesar 0,04% dan 0,05 %

SARAN

Dalam proses pelaksanaan penyusunan tugas akhir dengan judul Monitoring Arus dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Node Red dan ESP 8266 terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk memperhatikan medan agar mudah dalam pengujian alat dapat bekerja dengan baik.
2. Hasil Prototype ini diharapkan dapat di pasang secara permanen di perairan dengan gelombang sedang hingga tinggi agar dapat terealisasi dan berguna di kehidupan masyarakat.
3. Peneliti selanjutnya diharapkan untuk memperhatikan spesifikasi komponen seperti generator dan sensor untuk agar kapasitas komponen sesuai dengan kondisi lapangan. Selain itu, pemilihan bahan bahan juga harus selektif agar kuat dan kedap korosi yang disebabkan oleh air laut. Hal tersebut bertujuan agar alat dapat digunakan dengan jangka waktu yang Panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Ahmad Faiz Farizy, and Dimas Anton Asfani. 2016. *Jurnal Teknik ITS : Publikasi Online Mahasiswa ITS*. Jurnal Teknik ITS 5 (2): B278–82.
- Aji, Erik Prasetya, Priambodo Wibowo, dan Jaka Windarta. 2022. *Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dengan Sistem On Grid Di BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara*. Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan 3 (1): 15–27..
- Aribowo.Widi, Supari, dan, Suprianto.Bambang. 2022. *Optimization of PID Parameters for Controlling DC Motor Based on the Aquila Optimizer Algorithm*. International Journal of Power Electronics and Drive Systems 13 (1): 216–22..
- Gumilang, Adibtyo Putro. 2018. *Penilaian Keandalan Sistem Tenaga Listrik Jawa Bagian Timur Dan Bali Menggunakan Formula Analitis Deduksi Dan Sensitivitas Analitis Dari Expected Energy Not Served*. Jurnal Teknik ITS 7 (1)..
- Hakim, Muhammad Luthfi, Nurhening Yuniarti, dan Eko Swi Dam. 2020. *Pengaruh Debit Air Terhadap Tegangan Output Pada*. Jurnal Edukasi Elektro 4 (1): 75–81.
- Kalpakajati, Sahid Yudhokusuma, dan Sapto Hermawan. 2022. *Hambatan Penerapan Kebijakan Energi Terbarukan Di Indonesia*. Batulis Civil Law Review 3 (2): 187.
- Lazzoria, Riri, Eka Putri, dan 2016. *Ombak Laut Menggunakan Sistem Generator Dc Untuk Design and Implementation of Ocean Wave Power Plant Using Dc*

- Generator System To Charging Battery Electric Boat.* Jurnal Universitas Telkom 3 (1): 91–98.
- Motlagh, Naser Hossein, Mahsa Mohammadrezaei, Julian Hunt, and Behnam Zakeri. 2020. *Internet of Things (IoT) and the Energy Sector.* Energies 13 (2): 1–27..
- Muarif, Syamsul, Widi Aribowo, Achmad Imam, and Unit Three Kartini. 2020. *Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Syamsul Muarif.* Jurnal Teknik Elektro 09 No. 03 (Energi Terbarukan, Generator DC, Pembangkit Listrik Tenaga Ombak. Abstract): 1–7.
- Prasetyo, Mochamad Aji, and Humaidillah Kurniadi Wardana. 2021. *Rancang Bangun Monitoring Solar Tracking System Menggunakan Arduino Dan Nodemcu Esp 8266 Berbasis IoT.* RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer) 4 (2): 163..
- Siregar, C A, dan Sudirman Lubis. 2020. *Perencanaan Instrumen Konversi Energi Tenaga Gelombang Dengan Menggunakan Teknik Kolom Osilasi.* Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil) 1 (1): 63–71.
- Unit Three Kartini, Bambang Suprianto, Endryansyah. 2022. *Sistem Monitoring Dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya Dan Angin Berbasis Internet of Things Sistem Monitoring Dan Pengukuran Pembangkit Listrik Surya Dan Angin Berbasis Internet of Things (IoT).* Jurnal Teknik Elektro 11 (3): 371–78.
- Wijayanto, D, S I Haryudo, T Wrahatnolo. 2022. *Rancang Bangun Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Plts Sistem On Grid Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Telegram.* Jurnal Teknik Elektro, 447–53. .

