

ENTURIN SEBAGAI APLIKASI BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN NODEMCU ESP8266 DAN HC-SR04 UNTUK EFISIENSI ENERGI TURBIN ANGIN LEPAS PANTAI

Putri Azzuwa, Saskia Agni Agustina, Anggie Zahra Andriani
Cipta Trigunadi S.Kom.
SMA Negeri 1 Driyorejo
azzuwaputri@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan energi terbarukan menjadi fokus utama dalam upaya mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu sumber energi terbarukan yang potensial adalah energi angin, khususnya melalui penggunaan energi pada turbin angin lepas pantai. Namun, pengoperasian dan pemeliharaan turbin angin lepas pantai memerlukan strategi efisiensi energi yang optimal untuk memaksimalkan output dan mengurangi biaya operasional. Penelitian ini mengusulkan sebuah aplikasi berbasis Internet of Things (IoT) yang menggunakan modul ESP8266 dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk meningkatkan efisiensi energi pada turbin angin lepas pantai. Modul ESP8266, dengan kemampuannya untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi, bertindak sebagai penghubung antara sensor dan sistem pemantauan pusat. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur kecepatan dan arah angin, serta mendeteksi objek di sekitarnya, sehingga memungkinkan penyesuaian posisi bilah turbin untuk mengoptimalkan penangkapan energi angin. Data yang diperoleh dari sensor dikirim secara real-time ke server pusat melalui jaringan Wi-Fi, di mana data ini dianalisis untuk membuat keputusan yang cepat dan akurat terkait pengaturan turbin. Aplikasi ini tidak hanya memfasilitasi pemantauan kondisi turbin secara terus-menerus, tetapi juga menyediakan mekanisme peringatan dini untuk mendeteksi potensi kerusakan atau gangguan operasional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ENTURIN mampu memberikan data yang akurat dan dapat diandalkan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengoperasian turbin angin. Selain itu, penggunaan teknologi IoT dalam sistem ini memungkinkan pemantauan dan kontrol dari jarak jauh, meningkatkan fleksibilitas dan responsivitas terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Kata Kunci : *Internet of Things, ESP8266, HC-SR04, Efisiensi Energi, Turbin Angin Lepas Pantai.*





PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan akan energi terus meningkat seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi dan pertumbuhan penduduk. Di Indonesia, sumber energi fosil yang semakin menipis dan dampak lingkungan yang diakibatkan oleh penggunaannya mendorong pemerintah dan para peneliti untuk mencari sumber energi terbarukan yang lebih berkelanjutan. Krisis energi global dan ancaman perubahan iklim telah mendorong banyak negara untuk beralih ke sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Bahan bakar fosil, seperti minyak, gas, dan batu bara, meskipun masih menjadi sumber utama energi di banyak negara, telah terbukti berkontribusi besar terhadap emisi gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global dan kerusakan lingkungan. Untuk mengatasi masalah ini, pengembangan dan penerapan energi terbarukan, seperti energi matahari, angin, dan air, semakin diprioritaskan dalam agenda kebijakan energi global.

Energi angin, salah satu bentuk energi terbarukan yang paling berkembang pesat, telah menarik perhatian karena potensi besar yang dimilikinya. Turbin angin, yang mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik, telah dipasang di berbagai lokasi di seluruh dunia, baik di daratan maupun di lepas pantai. Turbin angin lepas pantai, khususnya, menawarkan keuntungan yang signifikan dibandingkan turbin angin darat karena kecepatan angin yang lebih konsisten dan lebih kuat di wilayah laut, yang dapat menghasilkan lebih banyak energi. Namun, dengan keuntungan tersebut datang pula tantangan baru, seperti kondisi lingkungan yang lebih keras, biaya instalasi dan pemeliharaan yang lebih tinggi, serta kebutuhan akan sistem pemantauan dan pengendalian yang lebih canggih untuk memastikan kinerja optimal.

Salah satu tantangan utama dalam pengoperasian turbin angin lepas pantai adalah bagaimana memaksimalkan efisiensi energi sambil meminimalkan biaya operasional dan pemeliharaan. Untuk mencapai ini, diperlukan strategi pemantauan dan pengendalian yang real-time dan responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan. IoT, yang menghubungkan perangkat fisik ke internet dan memungkinkan pengumpulan, analisis, dan pertukaran data secara real-time, telah mulai diterapkan dalam berbagai sektor, termasuk energi terbarukan, untuk meningkatkan efisiensi operasional dan pengambilan keputusan.

Penelitian ini memanfaatkan modul ESP8266 dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk meningkatkan efisiensi energi pada turbin angin lepas pantai. Modul ESP8266 adalah modul Wi-Fi yang populer dan banyak digunakan dalam aplikasi IoT karena kemampuannya untuk menghubungkan perangkat ke jaringan internet dengan biaya rendah dan konsumsi daya yang efisien. Sensor ultrasonik HC-SR04, yang mampu mengukur jarak dengan akurasi tinggi, digunakan dalam sistem ini untuk mengukur kecepatan dan arah angin serta mendeteksi objek di sekitar turbin. Data yang dikumpulkan oleh sensor kemudian dikirim secara real-time ke server pusat melalui jaringan Wi-Fi, di mana data ini dianalisis untuk melakukan penyesuaian pada posisi bilah turbin guna mengoptimalkan penangkapan energi angin.





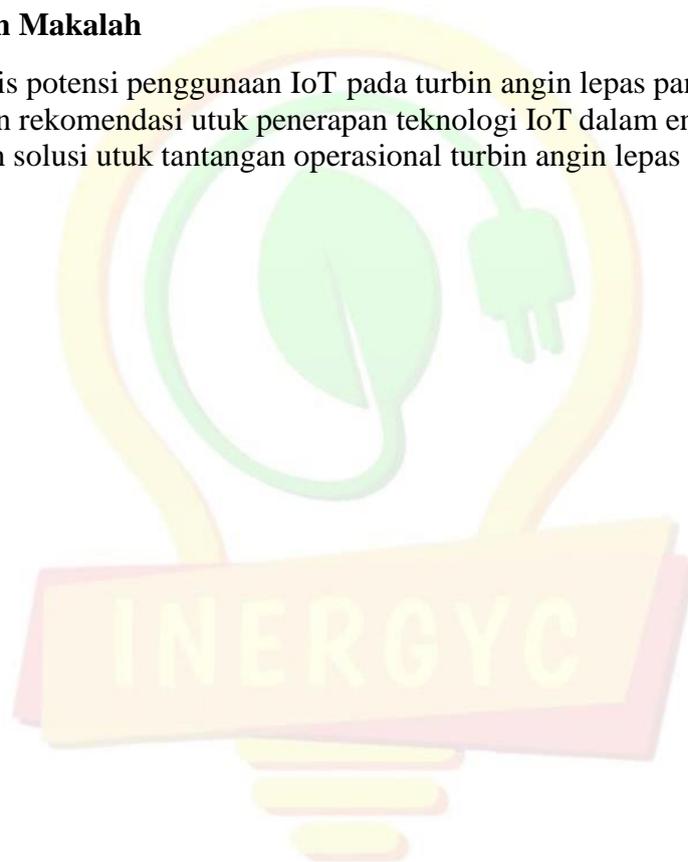
Dalam konteks transisi global menuju energi yang lebih bersih dan berkelanjutan, inovasi seperti ini menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa sumber daya terbarukan dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkontribusi pada upaya pengurangan emisi global. Dengan pengembangan aplikasi ini, diharapkan efisiensi energi turbin angin lepas pantai di Indonesia dapat ditingkatkan, mendukung penggunaan energi terbarukan yang lebih luas di negara ini. Selain itu, aplikasi ini juga dapat menjadi contoh penerapan teknologi IoT dalam bidang energi, yang sejalan dengan program pemerintah Indonesia dalam mempercepat transisi energi menuju sumber energi yang lebih ramah lingkungan.

Rumusan Masalah

Bagaimana penerapan teknologi Internet of Things (IoT) Node Mcu ESP8266 dan sensor HC-SR04 dapat meningkatkan efisiensi energi turbin angin lepas pantai?

Tujuan Penulisan Makalah

1. Menganalisis potensi penggunaan IoT pada turbin angin lepas pantai
2. Memberikan rekomendasi untuk penerapan teknologi IoT dalam energi terbarukan
3. Meyediakan solusi untuk tantangan operasional turbin angin lepas pantai





TINJAUAN PUSTAKA

Turbin Angin Lepas Pantai

Turbin angin lepas pantai sama seperti turbin angin darat dan menggunakan teknologi yang hampir sama. Satu-satunya perbedaan signifikan sejauh menyangkut penangkapan energi adalah bahwa turbin angin tersebut seringkali lebih besar. Seperti halnya turbin darat, turbin yang digunakan di lepas pantai adalah turbin angin struktur yang menangkap energi angin di laut dan mengubahnya menjadi listrik. Turbin angin lepas pantai merupakan bagian dari sumber energi terbarukan yang dapat membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Implementasi turbin angin lepas pantai menghadapi tantangan terkait biaya, logistik, dan dampak lingkungan. Biaya instalasi dan pemeliharaan yang tinggi menjadi salah satu kendala utama. Studi oleh Hadi dan Mulyono (2021) mencatat bahwa teknologi dan inovasidalam desain dan konstruksi dapat membantu mengurangi biaya. Selain itu, tantangan lingkungan seperti dampak terhadap ekosistem laut juga perlu diperhatikan, dengan solusi berbasis penelitian dan pemantauan berkelanjutan.

Beberapa studi kasus di Indonesia dan dunia menunjukkan potensi dan tantangan turbin angin lepas pantai. Misalnya, penelitian oleh Utami dan Yuliana (2022) tentang proyek turbin angin lepas pantai di Selat Sunda menunjukkan bahwa proyek tersebut dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mendukung keberlanjutan energi di Indonesia.

Internet of Things (IoT) dalam Energi Terbarukan

Internet of Thing (IoT) adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. IoT mampu melakukan akses remote control dari penggunaannya ataupun melakukan manajemen dari satu pusat berbasis cloud computing. IoT pada bidang energi Listrik dapat digunakan sebagai monitoring dan penghematan penggunaan listrik.

IoT memiliki banyak aplikasi di berbagai sektor seperti otomasi rumah, kesehatan, pertanian, dan industri. Misalnya, dalam otomasi rumah, IoT digunakan untuk mengontrol perangkat elektronik seperti lampu dan termostat dari jarak jauh. Penelitian oleh Nugroho dan Sari (2018) menunjukkan bahwa implementasi IoT dalam otomasi rumah dapat meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan pengguna. Di bidang kesehatan, IoT digunakan untuk pemantauan kesehatan pasien secara real-time, seperti yang dijelaskan oleh Junaidi dan Yuliana (2021).



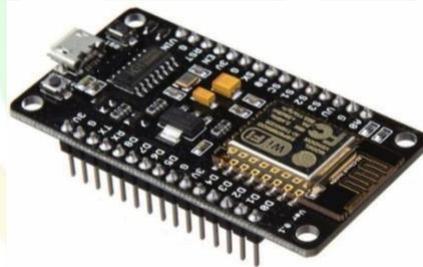


NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah papan pengembangan berbasis modul Wi-Fi ESP8266 yang dirancang untuk aplikasi Internet of Things (IoT). Modul ini memiliki keunggulan dalam hal biaya, ukuran, dan kemampuan untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi. Dengan menggunakan bahasa pemrograman Lua atau Arduino IDE, pengguna dapat dengan mudah mengembangkan aplikasi IoT.

Menurut Dardiri (2017), ESP8266 adalah chip Wi-Fi yang sangat populer di kalangan pengembang IoT karena kemudahannya integrasinya dengan berbagai platform pemrograman dan komunitas yang aktif. Modul ini menyediakan kemampuan Wi-Fi lengkap dengan harga yang terjangkau, sehingga menjadi pilihan ideal untuk prototyping dan pengembangan aplikasi IoT.

Dalam studi lainnya, Rizki dan Hidayat (2020) mengeksplorasi penggunaan NodeMCU dalam sistem kontrol jarak jauh untuk perangkat rumah tangga. Hasil penelitian ini menunjukkan kelebihan NodeMCU dalam hal kemudahan pengembangan dan integrasi dengan berbagai protokol komunikasi.



Sumber : [pinterest.com](https://www.pinterest.com)

Gambar 1 NodeMCU ESP8266

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur jarak dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Sensor ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk robotika dan sistem pengukuran jarak. Menurut Wijaya dan Arifin (2017), HC-SR04 mengukur jarak dengan mengirimkan pulsa ultrasonik dan kemudian mengukur waktu yang diperlukan untuk pulsa tersebut kembali setelah memantul dari objek. Prinsip kerja sensor ini melibatkan transmitter yang mengeluarkan gelombang ultrasonik dan penerima yang menangkap gelombang yang dipantulkan.

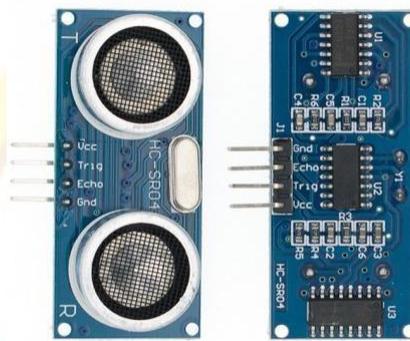
Sensor HC-SR04 terdiri dari dua bagian utama: modul transmitter dan modul penerima. Transmitter mengeluarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi sekitar 40 kHz, dan





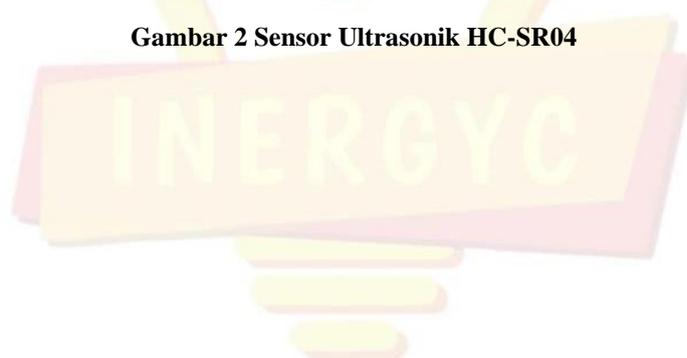
receiver menangkap gelombang yang dipantulkan dari objek. Setiap modul berfungsi dengan frekuensi yang berbeda, yang memungkinkan pengukuran jarak yang akurat. Menurut Setiawan dan Haryanto (2018), sensor ini memiliki jangkauan pengukuran antara 2 cm hingga 400 cm, dengan akurasi yang memadai untuk berbagai aplikasi praktis.

Meskipun HC-SR04 adalah sensor yang populer dan efisien, ada beberapa tantangan dalam penggunaannya, termasuk interferensi dari suara lingkungan dan batasan jangkauan. Menurut Wulandari dan Hadi (2020), interferensi dapat terjadi jika ada sumber suara ultrasonik lain di dekatnya, yang dapat mempengaruhi akurasi pengukuran. Solusi untuk tantangan ini meliputi penggunaan filter atau pengaturan lingkungan yang bebas dari sumber interferensi.



Sumber : pinterest.com

Gambar 2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

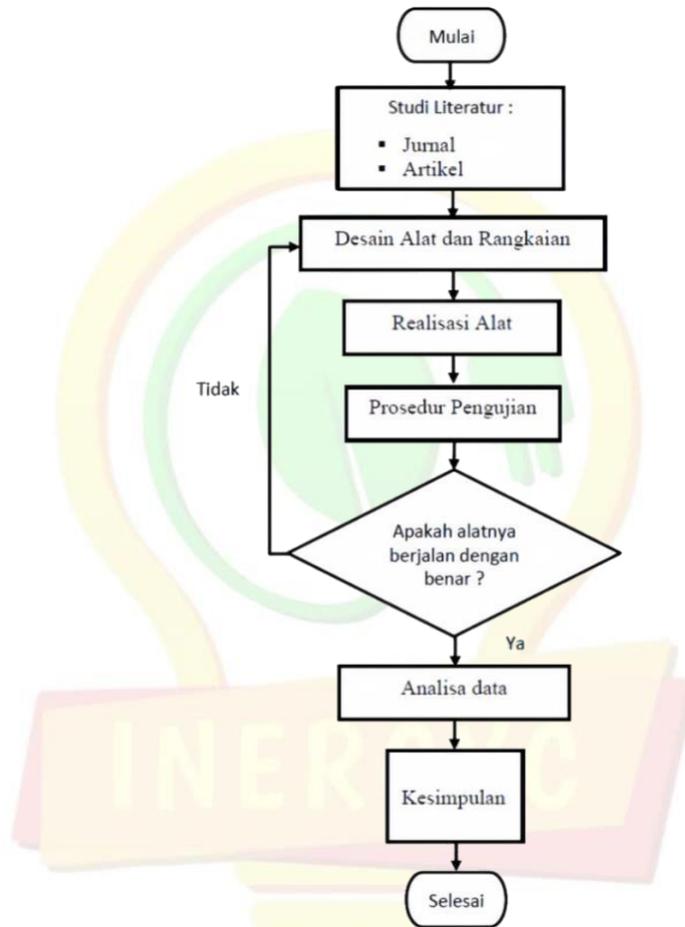




PEMBAHASAN

Flowchart Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara memprogram dan meneliti aplikasi ENTURIN untuk efisiensi energi turbin angin lepas pantai. Untuk pemahaman proses penelitian lebih jelasnya akan dibuat diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3 Flowchart Penelitian

Flowchart penelitian pada Gambar 3 memiliki langkah urutan sebagai berikut :

1. Pertama kali memulai penelitian ini dengan mengumpulkan, membaca referensi, dan jurnal tentang sistem monitoring energi turbin angin.

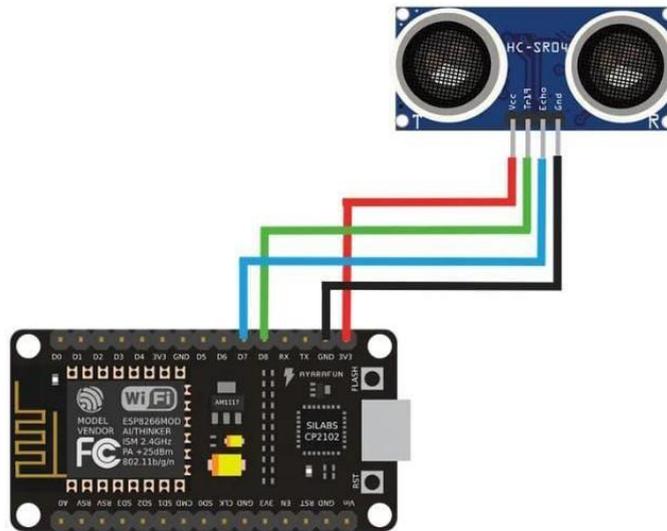




2. Selanjutnya perencanaan atau mendesain sistem mengenai alat dan rangkaian yang akan dibuat meliputi skema dan diagram. Selain itu mengumpulkan komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan alat diantaranya, NodeMCU ESP8266, sensor HC-SR04, breadboard, kabel USB, kabel jumper dan yang lainnya.
3. Tahap ketiga adalah pembuatan alat sesuai perencanaan dengan merangkai semua komponen yang telah dikumpulkan dan pembuatan program menggunakan software Arduino dan sudah dihubungkan ke NodeMCU.
4. Tahap keempat adalah pengujian alat dan program, ini dilakukan untuk mengetahui apakah program yang dibuat sudah sesuai dengan alat yang dibuat. Jika tidak sesuai, maka dilakukan perancangan alat dan program kembali.
5. Apabila alat sesuai dengan pengujian, maka didapatkan hasil pengujian dari alat yang telah dibuat dan dapat dianalisa.
6. Penyusunan kesimpulan penelitian dan saran yang dibutuhkan untuk membangun penelitian ini.

Desain Alat dan Rangkaian

1. Pembuatan Skematik



Gambar 4 skematik NodeMCU ESP8266 dan HC-SR04

NodeMCU ESP8266 merupakan mikrokontroler yang bisa dihubungkan ke jaringan Wi-Fi. Perangkat ini nantinya akan menjadi otak dari proyek ini. Ada pin-pin digital dan analog di sini yang nanti dihubungkan ke sensor.

HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang dapat mengukur jarak. Cara kerja perangkat ini dengan mendeteksi gelombang suara. Terdapat dua pin penting di perangkat ini yaitu *Trig* untuk mengeluarkan gelombang ultrasonik dan *Echo* untuk menerima pantulan dari gelombang tersebut.

Cara Kerjanya:

- NodeMCU akan mengirim sinyal melalui pin *Trig* untuk memicu sensor.
- HC-SR04 mengeluarkan gelombang ultrasonik, dan jikalau ada objek di depan, gelombang itu akan memantul dan diterima lagi oleh sensor melalui pin *Echo*.





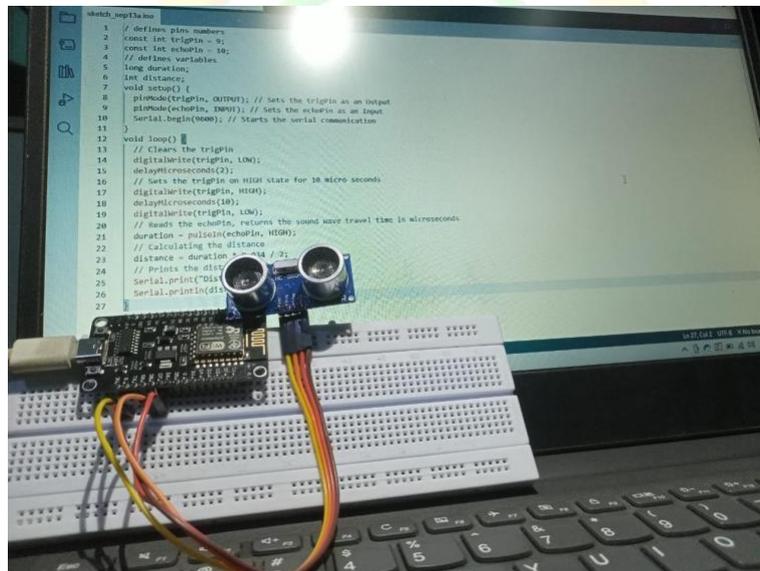
- NodeMCU mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang untuk memantulkan kembali. Dengan begitu, gelombang bisa menghitung jarak ke objek di depan sensor.

Tabel 1 Keterangan Pin skematik NodeMCU ESP8266 dan HC-SR04

No	NodeMCU ESP8266	HC-SR04
1.	3V3	VCC
2.	D8	Trig
3.	D7	Echo
4.	GND	Gnd

2. Pemrograman Arduino

Fungsi program disini antara lain yaitu, menginisialisasi pin-pin mana saja yang akan menjadi perintah logika “HIGH” atau “LOW” yang akan mengaktifkan atau mematikan output-output pendukung.



Gambar 5 Pemrograman Arduino

Pada penelitian ini, digunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler utama untuk mengendalikan dan memonitor sistem kincir angin miniatur. Komponen lain yang digunakan meliputi sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur kecepatan angin, motor DC untuk simulasi kincir angin, sensor tegangan dan arus untuk mengukur output listrik, serta komputer untuk menampilkan hasil pengukuran.

Rangkaian dirancang sedemikian rupa agar setiap komponen dapat berinteraksi dengan Arduino. Sensor kecepatan angin dihubungkan ke Arduino untuk membaca data kecepatan angin yang kemudian digunakan untuk menggerakkan motor DC. Sensor tegangan dan arus dihubungkan pada output dari motor untuk mengukur berapa besar energi listrik yang dihasilkan oleh kincir angin pada kecepatan angin tertentu.

- Tahap Persiapan:

Kincir angin miniatur dipasang di lokasi pengujian yang mendapatkan aliran udara teratur. Anemometer diposisikan di dekat kincir angin untuk mengukur kecepatan angin yang





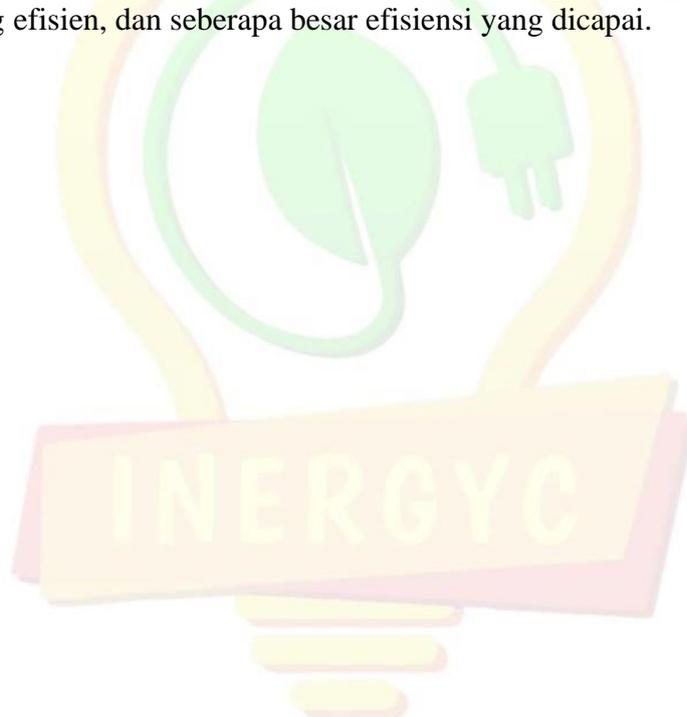
melewati bilah kincir. Arduino dihubungkan ke sensor-sensor yang telah dipersiapkan, dan sistem diinisialisasi dengan program yang dirancang khusus untuk merekam data kecepatan angin serta output listrik.

3. Pengujian Hardware dan Software

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan kecepatan angin menggunakan kipas angin atau blower untuk mensimulasikan kondisi angin yang berbeda. Pada setiap variasi kecepatan, data kecepatan angin dan output listrik dari kincir angin dicatat secara otomatis oleh Arduino. Data yang diperoleh meliputi kecepatan angin, tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan. Pengujian dilakukan selama beberapa menit pada tiap variasi kecepatan angin untuk mendapatkan data yang konsisten.

4. Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengujian kemudian diolah untuk menghitung efisiensi konversi energi angin menjadi energi listrik. Efisiensi dihitung dengan membandingkan energi listrik yang dihasilkan oleh kincir angin dengan energi kinetik yang tersedia dalam aliran udara. Hasil analisis ini akan menunjukkan pada kecepatan angin berapa kincir angin bekerja paling efisien, dan seberapa besar efisiensi yang dicapai.





KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh, akan dilakukan pembahasan mengenai performa kincir angin dalam berbagai kondisi kecepatan angin. Pembahasan ini mencakup analisis faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi, seperti desain bilah kincir, posisi pemasangan, dan kondisi lingkungan.

Dari hasil pengujian ini, akan ditarik kesimpulan mengenai seberapa efektif penggunaan kincir angin miniatur sebagai model untuk mempelajari efisiensi energi angin dalam skala yang lebih besar, serta potensi penggunaan Arduino dalam pengujian dan monitoring kincir angin secara real-time.





DAFTAR PUSTAKA

- Dardiri, M. (2017). *Pengenalan Modul ESP8266 dan Penerapannya dalam Proyek IoT*. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 5(2), 123-130.
- Hadi, A., & Mulyono, S. (2021). *Tantangan dan Solusi dalam Implementasi Turbin Angin Lepas Pantai di Indonesia*. Jurnal Energi Terbarukan, 13(1), 45-55.
- Nugroho, A., & Sari, L. (2018). *Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Otomasi Rumah dan Efisiensinya*. Jurnal Teknologi Rumah Tangga, 6(4), 132-140.
- Rizki, R. & Hidayat, B. (2020). *Penggunaan NodeMCU dalam Sistem Kontrol Jarak Jauh untuk Perangkat Rumah Tangga*. Jurnal Teknologi dan Inovasi, 8(2), 145-154.
- Setiawan, R., & Haryanto, D. (2018). *Analisis Kinerja Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk Pengukuran Jarak*. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 7(1), 102-110.
- Susanto, T., & Siregar, S. (2020). *Tantangan dan Solusi dalam Implementasi Internet of Things (IoT): Studi Kasus dan Analisis Keamanan Data*. Jurnal Keamanan dan Teknologi Informasi, 10(1), 75-84.
- Utami, N., & Yuliana, R. (2022). *Studi Kasus Proyek Turbin Angin Lepas Pantai di Selat Sunda*. Jurnal Energi dan Sumber Daya Alam, 14(2), 200-210.
- Wijaya, I., & Arifin, M. (2017). *Prinsip Kerja dan Struktur Sensor Ultrasonik HC-SR04*. Jurnal Elektronika dan Komunikasi, 6(4), 78-85.
- Wulandari, R., & Hadi, A. (2020). *Tantangan dan Solusi dalam Penggunaan Sensor Ultrasonik HC-SR04: Studi Kasus dan Analisis*. Jurnal Sistem dan Kontrol, 9(2), 56-63.

