



---

**SWINDU (*Smart Farming dengan Wind Turbine*) = Rancang Bangun Wind Turbine Sederhana berbasis ESP32 untuk *Smart Farming* Deteksi Kelembapan Tanah pada Sayuran Pakcoy**

Desvita Elvira Anyeler<sup>1\*</sup>, Maulana Fadhilah Gunawan<sup>2\*</sup>, Annisa Rahmadani<sup>3\*</sup>,  
Galih Setyaji<sup>4\*</sup>, Muhammad Zaki Abdulah<sup>5\*</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Singaperbangsa Karawang

[2110631160040@student.unsika.ac.id](mailto:2110631160040@student.unsika.ac.id), [2210631160011@student.unsika.ac.id](mailto:2210631160011@student.unsika.ac.id),  
[2210631160029@student.unsika.ac.id](mailto:2210631160029@student.unsika.ac.id), [2210631160040@student.unsika.ac.id](mailto:2210631160040@student.unsika.ac.id),  
[2210631160059@student.unsika.ac.id](mailto:2210631160059@student.unsika.ac.id)

### ABSTRACT

This research describes the design and implementation of a wind turbine system integrated with an ESP32 microcontroller to detect soil moisture in pakcoy vegetable plants. The main objective of this research is to create a sustainable solution that combines renewable energy with smart crop monitoring technology. The system uses a wind turbine as the main energy source that can generate electricity to operate the soil moisture sensor and DHT11 temperature sensor. The data obtained from these two sensors is used to measure and monitor the environmental conditions of pakcoy plants in real-time. The goal is to support the development of renewable energy, such as wind turbines, to address climate change and safeguard natural resources. Benefits include a reduction in the negative impacts of conventional energy and support for global efforts to address climate change. The methodology involves designing a wind turbine prototype, using temperature and humidity sensors, and integrating smart farming systems. The research also includes a research schedule. The results are expected to be an efficient prototype for generating electrical energy and a MitApp application for monitoring crop and wind energy data. This proposal is relevant to environmental and climate change issues and has the potential for a positive impact on sustainability and the environment.

**Keywords:** *Wind Turbine, Smart Farming, Renewable Energy, ESP32, Agricultural Technology.*

### ABSTRAK

Penelitian ini menguraikan rancangan dan implementasi sistem wind turbine yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 untuk mendeteksi kelembapan tanah pada tanaman sayuran jenis pakcoy. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menciptakan solusi berkelanjutan yang menggabungkan energi terbarukan dengan teknologi pemantauan tanaman secara cerdas. Sistem ini menggunakan wind turbine sebagai sumber energi utama yang dapat menghasilkan listrik untuk mengoperasikan sensor kelembapan tanah dan sensor suhu DHT11. Data yang diperoleh dari kedua sensor ini digunakan untuk mengukur dan memantau kondisi lingkungan tanaman pakcoy secara real-time. Tujuannya adalah mendukung pengembangan energi terbarukan, seperti turbin angin, untuk mengatasi perubahan iklim dan menjaga sumber daya alam. Manfaatnya termasuk pengurangan dampak negatif energi konvensional dan dukungan pada upaya global dalam mengatasi perubahan iklim. Metodologi melibatkan perancangan prototipe turbin angin, penggunaan sensor suhu dan kelembapan, serta integrasi sistem smart farming.

Penelitian ini juga mencakup jadwal penelitian. Hasilnya diharapkan berupa prototipe efisien untuk menghasilkan energi listrik dan aplikasi MitApp untuk memantau tanaman dan data energi angin. Proposal ini relevan dengan isu-isu lingkungan dan perubahan iklim serta memiliki potensi dampak positif pada keberlanjutan dan lingkungan.

**Kata Kunci:** *Wind Turbine, Smart Farming, Energi Terbarukan, ESP32, Teknologi Pertanian.*

## I. PENDAHULUAN

Pada bidang pertanian dan perkebunan, tumbuh kembang tanaman merupakan bagian yang penting karena sangat bergantung pada faktor suhu, kelembaban (udara dan tanah), pencahayaan, media tanam dan pupuk. Dengan begitu metode *smart farming* menjadi metode pertanian yang dapat membantu petani agar proses lebih efisien dan efektif. Pada metode *smart farming* data akan ditampilkan pada sebuah LCD yang menjadikan pemantauan dapat terkendali dari jarak jauh. Sehingga pengguna dapat secara langsung memantau tanaman dapat tumbuh kembang secara terkendali dengan baik. Dalam penerapan smart farming menggunakan daya listrik yang menjadikan pengkonsumsian energi listrik meningkat. Dengan meningkatnya penggunaan energi, maka di masa yang akan datang jumlah pasokan energi listrik pun semakin menipis, lantaran energi listrik dihasilkan oleh fosil yang lambat laun akan berkurang dan sifatnya tidak terbarukan. Salah satu langkah awal untuk mengurangi peningkatan penggunaan energi listrik adalah dengan melakukan pemanfaatan energi terbarukan.

Ketersediaan energi terbarukan pada sektor pemanfaatan angin yang melimpah menjadi sebuah energi alternatif yang diharapkan dapat menunjang kelanjutan energi listrik. Energi angin adalah sumber energi terbarukan karena angin akan selalu ada selama matahari bersinar. Sebagian besar daratan memiliki potensi angin yang cukup untuk menghasilkan listrik secara signifikan. Ini memiliki implikasi penting dalam mengamankan pasokan energi dapat ditingkatkan dalam skala sesuai dengan kebutuhan, baik untuk penyediaan listrik ke komunitas kecil maupun pasokan energi ke skala nasional.

Pembangkit listrik tenaga angin tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), yang merupakan

penyebab utama perubahan iklim global. Sumber energi konvensional seperti batu bara dan minyak bumi melepaskan sejumlah besar CO<sub>2</sub> saat dibakar, sehingga menyumbang kasus berupa pemanasan global. Pembangkit listrik tenaga angin memiliki dampak lingkungan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan sumber energi fosil. Mereka tidak menghasilkan emisi karbon atau polusi udara yang merugikan, mengurangi kontribusi terhadap perubahan iklim dan kualitas udara yang buruk. Dengan begitu energi ini merupakan energi yang bersih dan dalam proses produksinya karena tidak mencemari lingkungan.

Berdasarkan hal tersebut perancangan energi angin menjadi solusi yang lebih ramah lingkungan dalam menghasilkan energi. Sekaligus menjadi salah satu solusi utama dalam upaya global untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi dampak perubahan iklim, dan memajukan keberlanjutan energi. Namun, perlu dicatat bahwa pemilihan lokasi yang tepat, pemeliharaan yang baik, dan integrasi yang efisien ke dalam jaringan listrik adalah faktor kunci untuk memaksimalkan potensi energi angin ini.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya yang digunakan penulis sebagai acuan atau landasan dalam pengerjaan proposal ini adalah penelitian dengan judul “Rancang Bangun *prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Angin *Savonius*” yang ditulis oleh Agus Nurdiyanto dkk pada tahun 2020. Penelitian tersebut memiliki tujuan untuk Menghasilkan *prototype* pembangkit listrik tenaga angin menggunakan model turbin *Savonius*. Dengan hasil yang didapat melalui penelitian tersebut maka kami membuat inovasi dengan menambahkan teknologi *Smart Farming* di dalamnya.

## 2.2 Kincir Angin

Kincir angin adalah alat yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Dengan kata lain kini kincir angin banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan digunakannya prinsip konversi energi dalam penggunaan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Adapun jenis-jenis kincir angin diantaranya:

### a. Kincir Angin Horizontal

Kincir angin sumbu horizontal memiliki poros rotor utama dan generator listrik di puncak menara supaya mendapatkan putaran angin yang maksimal.

### b. Kincir Angin Vertikal

Kincir angin sumbu vertikal/tegak memiliki poros/sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus yang mampu mendayagunakan angin dari berbagai arah.

## 2.3 Turbin

Turbin merupakan suatu bagian dari sistem pembangkit tenaga angin dimana berperan sebagai penangkap energi angin untuk ditransformasikan menjadi energi gerak untuk memutar generator. Ada banyak tipe dari turbin angin menurut bentuknya. Antara lain jenis *propeller*, *darrieus*, *sailwing*, *fan-type*, *savious*, tipe vertikal dan horizontal. Energi kinetik pada turbin bisa dirumuskan:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

Karena massa bisa diganti dengan kerapatan udara  $\rho$ , Luas area  $A$ , dan kecepatan  $v$ , maka bisa ditulis:

$$m = \rho Av \quad (2)$$

Sehingga bila persamaan (1) dan (2) digabungkan maka:

$$P_w = \frac{1}{2}\rho AV^3 \quad (3)$$

$P_w$  adalah daya angin (Watt)  $P$  adalah kerapatan udara ( $\frac{kg}{m^3}$ ) (pada  $15^\circ C$  dan tekanan 1 atm,  $\rho = 1.225 \frac{kg}{m^3}$ )

$A$  adalah luas area turbin yang dilewati angin ( $m^2$ )

( $A = \frac{\pi}{4}D^2$ ),  $V$  adalah kecepatan angin (m/s)

## 2.4 Aki

Akumulator (aki) adalah sebuah alat yang dapat menerima, menyimpan dan mengeluarkan energi listrik, melalui proses kimia. Dikenal dua jenis elemen yang merupakan sumber arus searah (DC) dari proses kimiawi, yaitu elemen primer dan elemen sekunder. Elemen sekunder dapat dimuati kembali berulang kali yang lebih dikenal aki. Elemen primer terdiri dari elemen basah dan elemen kering. Reaksi kimia pada elemen menyebabkan elektron mengalir dari elektroda negatif ke elektroda positif maka memerlukan penggantian bahan pereaksi (elemen kering) melalui perhitungan pada persamaan berikut:

$$N = I \times t \quad (3)$$

Keterangan:

$t$  = Waktu yang kita inginkan (Hours)

$N$  = Kapasitas (Ampere hours)

$I$  = Arus Pengisian (Ampere)

## 2.5 MCB DC

MCB adalah sistem yang cukup sederhana. Mekanisme pengoperasiannya adalah ketika terjadi arus lebih, arus lebih tersebut menghasilkan panas pada bimetal, yang menyebabkan bimetal melentur dan memutuskan kontak MCB (Trip). MCB DC untuk pemakaian beban DC bekerja untuk membandingkan pemakaian MCB DC pada beban AC dan mana yang paling efektif dan rangkaian diberi beban sampai MCB tersebut trip dan diukur ampere dan volt pada rangkaian.

## 2.6 Sensor Suhu DHT 11

Suhu dan kelembaban merupakan dua objek pengukuran yang acapkali terdapat di dalam sistem akuisisi data. Pada sensor suhu DHT11 terdapat satu modul sensor yang memiliki dua fungsi yaitu untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Data suhu dan kelembaban dapat dideteksi oleh sensor DHT11 dan nilainya ditampilkan dalam penampil LCD.

## 2.7 Soil Muisture

Kelembaban tanah merupakan variabel iklim penting yang mempengaruhi interaksi atmosfer tanah, sehingga penting bagi sektor pertanian karena menghambat ketahanan

pangan. Soil Moisture berfungsi mengidentifikasi beberapa kebutuhan penting bagi penelitian untuk mengoptimalkan penggunaan data kelembaban tanah yang semakin tersedia.

2.8 LCD

Bagian dari tampilan output suatu pengamatan digital biasanya tertampil pada tampilan LCD. LCD merupakan output digital yang sudah terkalibrasi dengan komponen pengukur sehingga memberikan hasil yang cukup baik.

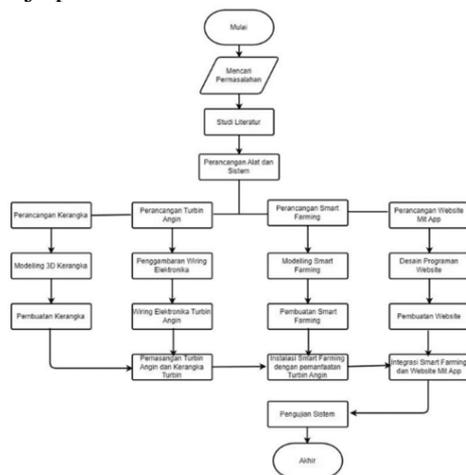
2.9 ESP32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang dipergunakan sebagai otak dalam suatu sistem dengan menerapkan kamera dan modul wifi yang ada didalamnya. Dengan kata lain Mikrokontroler ini dipergunakannya dengan memprogram sistem didalamnya menggunakan Arduino IDE. Dengan begitu board ESP32 CAM dapat digunakan sebagai modul WiFi untuk mengirimkan data dari sebuah penelitian.dihasilkan.

III. METODOLOGI

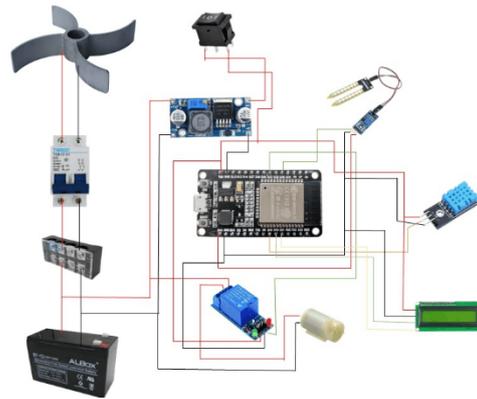
3.1 Diagram Alur Kerja

Pada sebuah penelitian umumnya diperlukan tahapan-tahapan yang dirancang secara sistematis guna mendefinisikan dan menjadi acuan agar terlaksananya penelitian yang tepat sehingga mencapai tujuan yang diharapkan, berikut penulis paparkan diagram alur kerja pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

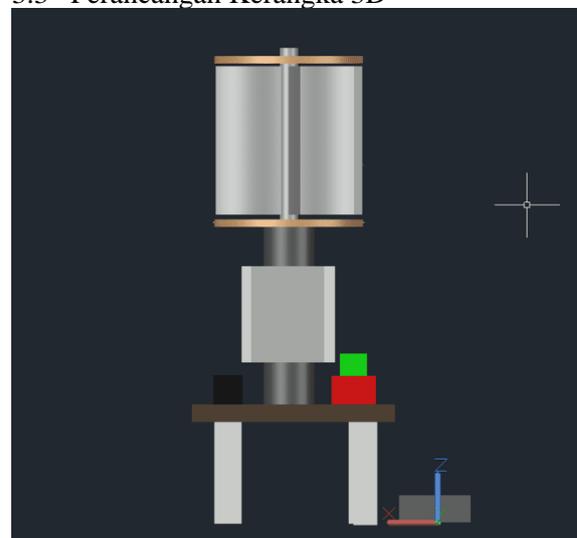
3.2 Perancangan Skema Wiring Prototype



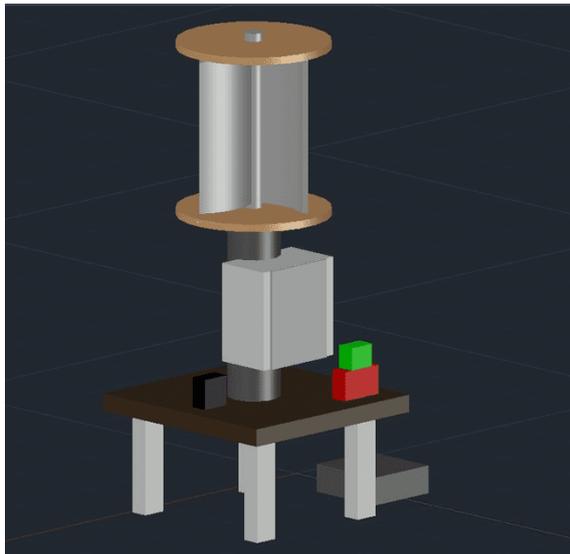
Gambar 2 Skema Sistem Wiring Prototype

Penulis memaparkan prototipe yang telah dirancang, yang terdiri dari beberapa komponen penting. Pertama-tama, ada sebuah wind turbine yang berperan sebagai sumber utama pasokan listrik untuk prototipe smart farming ini. Selain itu, terdapat dua sensor utama yang digunakan dalam prototipe ini, yaitu sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu pada tanaman pakcoy, dan sensor kelembaban tanah (soil moisture sensor) yang berfungsi untuk mengukur tingkat kelembaban tanah pada tanaman pakcoy. Penting untuk dicatat bahwa jika kadar kelembaban tanah menurun, terdapat pompa DC 5V yang akan secara otomatis memompa air ke tanaman. Seluruh sistem ini dihubungkan dengan tiga sensor yang terkoneksi pada mikrokontroler, seperti ESP32, yang kemudian diatur melalui proses pemrograman.

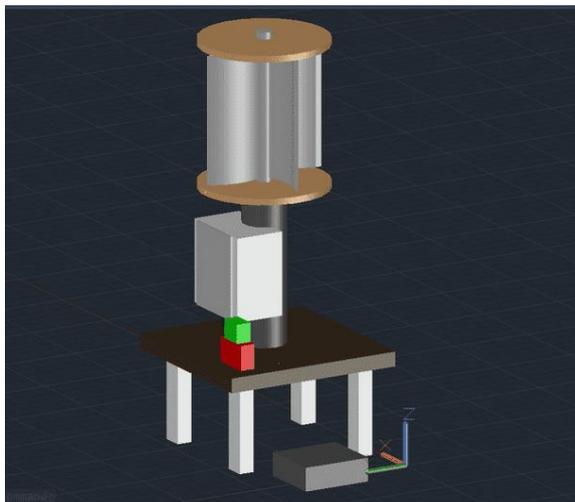
3.3 Perancangan Kerangka 3D



Gambar 3 Desain 3D Alat Tampak Depan



Gambar 4 Desain 3D Alat Tampak Serong Kanan



Gambar 5 Desain 3D Alat Tampak Serong Kiri

Pada gambar diatas merupakan desain 3D dari wind turbin yang penulis rancang, konsep desain yang penulis rancang berdasarkan ruang terbuka sehingga mudah meletakkan prototype.

### 3.4 Pengujian Sistem

Pengujian sensor dilakukan dengan menjalankan program pada ESP32 untuk memastikan bahwa sensor DHT11 dan soil moisture sensor dapat membaca data dengan akurat, termasuk mendeteksi suhu dan kelembapan tanaman dengan presisi. Selanjutnya, pengujian pompa DC dilakukan dengan menguji pompa DC 5V melalui pengukuran kadar kelembapan tanah secara manual atau dengan mengubah nilai sensor kelembapan tanah secara simulasi. Hasil dari pengujian ini memastikan bahwa pompa dapat berfungsi dengan baik dan merespons secara otomatis ketika dibutuhkan untuk mengatasi

penurunan kadar kelembapan tanah. Terakhir, dalam pengujian wind turbine, perlu memastikan bahwa wind turbine terpasang dengan aman dan beroperasi sesuai yang diharapkan. Selain itu, perlu juga memonitor energi yang dihasilkan oleh wind turbine dan memverifikasi apakah data tersebut sesuai dengan proyeksi yang telah direncanakan sebelumnya.

### 3.5 Waktu Penelitian

Tabel 1 Jadwal Penelitian

No	Target Pengerjaan	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
1	Pembuatan Proposal					
2	Perancangan Sistem					
3	Pembelian Alat dan Bahan					
4	Pembuatan Kerangka					
5	Pembuatan Turbin Angin					
6	Pembuatan Sistem Website					
7	Pengujian Sistem					

Dalam Tabel 1 penulis memaparkan jadwal penelitian yang direncanakan oleh tim penulis sesuai kesepakatan bersama dengan skema pengerjaan dimulai dari tanggal 10 September 2023 sebagai minggu pertama pengerjaan proposal dan diakhiri pada tanggal 6 November 2023 dengan target terselesaikannya pengujian sistem yang dirancang.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari serangkaian tahapan penelitian dan implementasi sistem, hasil yang berhasil dicapai secara nyata sesuai dengan tujuan pokok dari penelitian ini. Integrasi antara wind turbine dan mikrokontroler ESP32 memberikan hasil positif dengan menghasilkan listrik yang signifikan, yang selanjutnya digunakan untuk mengaktifkan sensor kelembapan tanah dan sensor suhu DHT11. Penggunaan sumber energi terbarukan melalui wind turbine diharapkan mampu memberikan kontribusi yang berarti terhadap keberlanjutan dan

efisiensi dalam pemantauan tanaman, terutama tanaman pakcoy yang menjadi fokus dalam penelitian ini.

Hasil pengujian sensor menunjukkan performa yang memuaskan, di mana sensor DHT11 mampu mengukur suhu dengan tingkat akurasi yang tinggi, dan soil moisture sensor memberikan data yang memadai terkait tingkat kelembapan tanah. Pentingnya pengaturan pompa DC 5V yang diaktifkan secara otomatis berdasarkan kadar kelembapan tanah tidak hanya tercermin dalam respons yang efektif namun juga berhasil menjaga kondisi tanah agar tetap lembab sesuai dengan kebutuhan tanaman pakcoy.

Integrasi wind turbine dengan prototipe smart farming juga mencapai keberhasilan dengan hasil daya yang cukup untuk mendukung keseluruhan sistem. Data energi yang dihasilkan oleh wind turbine tidak hanya berfungsi sebagai indikator kinerja sistem, melainkan memberikan gambaran yang terinci tentang potensi penerapan energi terbarukan dalam konteks pertanian.

Hal ini menciptakan kesimpulan bahwa implementasi wind turbine pada sistem pemantauan tanaman dapat dianggap sebagai solusi yang efektif, berkelanjutan, dan memiliki dampak positif terhadap keberlanjutan lingkungan pertanian. Keseluruhan, penelitian ini berhasil memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan teknologi pertanian yang efisien dan ramah lingkungan.

## V. PENUTUP

Kinerja Sensor dapat berjalan dengan baik sesuai dengan perencanaan dikarenakan saat kelembapan tanah tidak sesuai dengan Set Point yang sudah ditentukan maka Pompa Air DC akan menuala, dan ketika Set Point kelembapan sudah tercapai maka Pompa Air DC akan mati.

Penelitian ini, melalui desain dan implementasi sistem turbin angin terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 untuk memonitor kelembapan tanah pada tanaman pakcoy, memberikan kontribusi berharga dalam menggabungkan energi terbarukan dan teknologi pemantauan pertanian. Penggunaan turbin angin sebagai sumber utama energi menunjukkan potensi besar untuk mendukung inisiatif global mengurangi emisi gas rumah kaca. Integrasi sensor suhu dan kelembapan tanah dengan pompa DC otomatis memberikan

solusi cerdas untuk menjaga kondisi lingkungan pertumbuhan tanaman. Dengan hasil pengujian dan implementasi yang kuat, penelitian ini memberikan dasar ilmiah yang signifikan untuk memahami potensi energi terbarukan dalam konteks pertanian. Keseluruhan, penelitian ini menciptakan solusi inovatif dan relevan terhadap isu-isu lingkungan dan perubahan iklim

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Nurdiyanto, & Subuh Isnur Haryudo. (2020). Rancang Bangun Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Angin Savonius. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1). [https://doi.org/10.26740/Jte.V9n1.P%](https://doi.org/10.26740/Jte.V9n1.P%20)
- [2] Adam, M. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc. *Rekayasa Elektrikal Dan Energi*. <https://doi.org/10.30596/rele.v2i1.3648>
- [3] Didi Istardi & Agus Wirabowo, "Rancang Bangun Square Wave Full-Bridge Inverter Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin Mikro," *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*, vol. 9, no. 01, pp. 18–23, May 2019, doi: <https://doi.org/10.33504/manutech.v9i01.26>.
- [4] Kabul Setiya Budi And Yudhiakto Pramudya, "Pengembangan Sistem Akuisisi Data Kelembaban Dan Suhu Dengan Menggunakan Sensor Dht11 Dan Arduino Berbasis Iot," Jan. 2017, Doi: <https://doi.org/10.21009/03.Snf2017.02.Cip.07>.
- [5] Gunawan & Fatimah, Titin. (2020). Implementasi Sistem Pengaturan Suhu Ruang Server Menggunakan Sensor DHT11 dan Sensor PIR Berbasis Mikrokontroler. doi : <https://e-journal.hamzanwadi.ac.id/index.php/edumatic/article/viewFile/2165/1159>.