

SKRIPSI

**SISTEM MONITORING UNTUK
REFRIGERASI TRANSPORTASI BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***



Oleh

I NYOMAN JABA ADNYANA
NIM.2115234037

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Sistem monitoring yang berbasis Internet of Things (IoT) telah membuka peluang besar dalam hal pemantauan dan pengendalian di berbagai sektor, termasuk bidang transportasi dan sistem pendingin. Pada sistem rantai dingin (cold chain), pengawasan menjadi sangat penting untuk menjaga kualitas bahan baku yang akan dikirim agar tidak rusak. Dalam konteks ini, penelitian ini mengembangkan sebuah sistem pemantauan refrigerasi transportasi berbasis IoT. Sistem tersebut mampu melakukan monitoring secara real-time terhadap parameter penting seperti suhu, kelembaban, konsumsi daya, dan juga lokasi GPS selama proses distribusi barang. Melalui koneksi internet, seluruh data dari sensor dapat diakses dan dianalisis dari lokasi yang berbeda dengan lebih efisien.

Sistem ini memanfaatkan beberapa sensor, antara lain sensor suhu QJ-8KJ-T4/L, kelembaban DHT22, modul power meter PZEM-004-t, serta modul GPS NEO6M untuk pelacakan lokasi. Seluruh sensor tersebut dihubungkan ke mikrokontroler ESP32, dan pemrogramannya dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Pengguna dapat memantau data secara langsung melalui aplikasi, yang menjadikan sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam operasional, tetapi juga menjamin keamanan dan kualitas produk selama proses pengiriman.

Kata kunci: Cold chain, internet of things, mikrokontroler.

MONITORING SYSTEM FOR TRANSPORTATION REFRIGERATION BASED ON INTERNET OF THINGS

ABSTRACT

Monitoring systems based on the Internet of Things (IoT) have opened up great opportunities in terms of monitoring and control in various sectors, including transport and refrigeration systems. In cold chain systems, monitoring becomes very important to maintain the quality of raw materials to be shipped so that they are not damaged. In this context, this research develops an IoT-based transport refrigeration monitoring system. The system is capable of real-time monitoring of important parameters such as temperature, humidity, power consumption, and also GPS location during the goods distribution process. Through internet connection, all data from the sensors can be accessed and analysed from different locations more efficiently.

The system makes use of several sensors, including QJ-8KJ-T4/L temperature sensor, DHT22 humidity, PZEM-004-t power meter module, and NEO6M GPS module for location tracking. All sensors are connected to the ESP32 microcontroller, and programming is done using the Arduino IDE with the C++ programming language. Users can monitor the data directly through the application, which makes this system not only improve efficiency in operations, but also ensure product safety and quality during the shipping process.

Keywords: Cold chain, internet of things, microcontroller.

DAFTAR ISI

Sampul	i
Halaman	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Persetujuan.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Abstrak	viii
<i>Abstrack</i>	ix
Kata Pengantar	x
Daftar isi.....	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xv
Daftar Lampiran.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Bagi Penulis	4
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	4
1.5.3 Bagi Masyarakat.....	4

BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Sistem Refrigerasi	5
2.2 Refrigerasi Transportasi	5
2.2.1 Sistem Refrigerasi Transportasi	6
2.2.2 Sistem Pendingin Reefer Kontener	7
2.3 <i>Internet of Things</i>	9
2.3.1 Jenis-Jenis Implementasi <i>Internet of Things</i> (IoT).....	10
2.3.2 Sistem Kerja <i>Internet of Things</i> (IoT).....	10
2.3.3 Manfaat <i>Internet of Things</i> (IoT)	12
2.4 Sensor PZEM-004t.....	12
2.5 Sensor DHT22.....	13
2.6 GPS NEO-6M	14
2.7 Thermo Couple 8 Chanel QJ-8KJ-T4/L.....	15
2.8 Power AKI 12 Volt	16
2.9 <i>Mikrokontroler</i> ESP 32	17
2.10 Arduino IDE.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Jenis Penelitian.....	22
3.1.1 Skematik Perancangan <i>sensor</i>	23
3.2 Alur Penelitian	25
3.2.1 Penempatan alat ukur	25
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	27
3.4 Penentuan Sumber Data	27
3.5 Sumber Daya Penelitian.....	28
3.6 Instrumen Penelitian.....	28
3.7 Prosedur Penelitian	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Perancangan Alat	32
4.1.1 Perancangan sensor dan modul	32
4.1.2 Perancangan modul PCB	43
4.1.3 Hasil perancangan <i>hardware</i>	46
4.2 Integrasi Sensor dan Pengiriman Data dengan Mikrokontroler ESP 32	48
4.2.1 Program pembacaan sensor QJ-8KJ-T4/L	48
4.2.2 Program pembacaan sensor PZEM-004-t.....	50
4.2.3 Program pembacaan modul GPS-NEO6M.....	52
4.2.4 Program pembacaan modul DHT22	53
4.2.5 Program Wifi <i>Manager</i> untuk ESP32	54
4.2.6 Program data <i>logger</i> menggunakan <i>spreadsheet</i>	57
4.2.7 Program pengambilan data dari aplikasi menggunakan fire base	60
4.3 Hasil Tampilan dan Pengujian Alat <i>Monitoring</i>	63
4.3.1 Hasil tampilan <i>monitoring</i> website.....	63
4.3.2 Hasil pengujian kinerja sistem.....	66
BAB V PENUTUP.....	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu penelitian	27
Tabel 3. 2 Data pengujian sistem <i>monitoring</i>	28
Table 4. 1 Konfigurasi modul alat ukur <i>temperature</i> (QJ-8KJ-T4/L)	35
Table 4. 2 Konfigurasi modul alat ukur power meter (Modbus PZEM 004-t)	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Truk refrigerasi.....	6
Gambar 2. 2 <i>Libelium Smart World</i>	9
Gambar 2. 3 Sensor PZEM – 004T	13
Gambar 2. 4 Sensor DHT22.....	14
Gambar 2. 5 GPS-NEO-6M	15
Gambar 2. 6 Thermo couple 8 chanel	16
Gambar 2. 7 <i>Aki 12 Volt</i>	17
Gambar 2. 8 <i>Mikrokontroler ESP 32</i>	18
Gambar 2. 9 Bagian-bagian pin out dan pin input ESP 32	19
Gambar 3. 1 Visualisasi 3d alat <i>monitoring</i> tampak depan	23
Gambar 3. 2 Visualisasi 3d alat <i>Monitoring</i> tampak samping	23
Gambar 3. 3 Skematik perancangan alat.....	24
Gambar 3. 4 Penempatan alat ukur	25
Gambar 3. 5 Alur penelitian.....	26
Gambar 3. 6 Power supply	29
Gambar 3. 7 Multimeter	29
Gambar 3. 8 Thermocouple.....	30
Gambar 4. 1 Letak sensor suhu pada ruangan.....	33
Gambar 4. 2 Pin sensor QJ-8KJ-T4/L.....	34
Gambar 4. 3 Skematik rangkaian sensor QJ–8KJ–T4/L	36
Gambar 4. 4 Pin sensor PZEM 004-t	37
Gambar 4. 5 Skematik rangkaian sensor PZEM004-t.....	39
Gambar 4. 6 Pin module GPS-NEO-6M.....	40
Gambar 4. 7 Skematik rangkaian modul GPS-NEO6M	41
Gambar 4. 8 Pin sensor DHT 22	42
Gambar 4. 9 Skematik rangkaian DHT22.....	43

Gambar 4. 10 Desain layout PCB	44
Gambar 4. 11 Proses pencetakan PCB.....	44
Gambar 4. 12 Hasil cetak PCB	45
Gambar 4. 13 Wiring diagram sensor dan modul	46
Gambar 4. 14 Hasil panel box.....	47
Gambar 4. 15 Library sensor QJ-8KJ-T4/L	49
Gambar 4. 16 Library sensor PZEM-004-t	50
Gambar 4. 17 Library GPS-NEO6M	52
Gambar 4. 18 Library modul DHT22	53
Gambar 4. 19 Library Wifi Manager	55
Gambar 4. 20 Konfigurasi Wifi Manager	56
Gambar 4. 21 Library spreadsheet	57
Gambar 4. 22 Apps skript untuk menerima data di spreadsheet.....	58
Gambar 4. 23 Hasil tampilan data logger spreadsheet.....	59
Gambar 4. 24 library pengiriman data fire base.....	60
Gambar 4. 25 Tampilan fire base jika menerima data	61
Gambar 4. 26 proses instal aplikasi inter face.....	62
Gambar 4. 27 Tampilan aplikasi monitoring	63
Gambar 4. 28 Hasil GPS tracking.....	64
Gambar 4. 29 Hasil tampilan parameter pada aplikasi	65
Gambar 4. 30 Dokumentasi pengambilan data	67
Gambar 4. 31 Grafik temperature kabin dan evaporator.....	68
Gambar 4. 32 Grafik kelembaban kabin dan evaporator	69
Gambar 4. 33 Grafik tegangan listrik.....	70
Gambar 4. 34 Grafik arus listrik	71
Gambar 4. 35 Grafik daya listrik	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Hasil data pengujian keseluruhan	78
Lampiran 1. 2 Pengolahan data menjadi grafik pada aplikasi exel.....	79
Lampiran 1. 3 Proses pemasangan komponen dalam PCB.....	80
Lampiran 1. 4 Proses pembuatan jalur PCB	80
Lampiran 1. 5 Perakitan PCB kedalam box	81

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Refrigerasi transportasi merupakan komponen penting dalam cold chain, yang memastikan produk-produk yang sensitif terhadap *temperature* lingkungan dapat didistribusikan dengan aman dan sesuai standar (Maiorino et al., 2021). Sistem *monitoring* refrigerasi transportasi saat ini masih banyak yang dipantau secara offline atau dengan cara melihat langsung ke lokasi. Dengan sistem *monitoring Internet Of Things* yang diimplementasikan pada refrigerasi transportasi, informasi suhu dan lokasi dari kendaraan dapat dipantau secara langsung melalui jaringan internet. Adanya sistem ini memungkinkan untuk memantau *temperature* dan lokasi kendaraan dari mana saja tanpa harus hadir secara fisik ke lokasi.

Monitoring refrigerasi transportasi dengan berbasis IoT dapat mempercepat proses pengambilan data dan informasi secara online, sistem *monitoring* IoT pada refrigerasi transportasi membantu meningkatkan efisien waktu dan sumber daya. Sistem ini juga dapat membantu mengurangi risiko kerusakan produk, dan memastikan bahwa produk tetap terjaga kualitasnya selama proses distribusi. Dengan demikian, penggunaan teknologi ini tidak hanya meningkatkan kinerja refrigerasi transportasi, tetapi juga mendukung tujuan utama dari cold chain dalam menjaga keamanan dan kualitas produk.

Internet Of Things adalah sebuah metode untuk menghubungkan sebuah objek fisik di kehidupan sehari-hari ke jaringan internet yang menggunakan sensor-sensor sebagai pembaca keadaan yang ingin di ketahui. *Internet Of Things* dalam penerapannya juga dapat mengidentifikasi, melacak, dan memantau objek secara otomatis dan *real-time* (Junaidi, 2015). Sensor-sensor yang akan di gunakan dalam penelitian ini yaitu sensor QJ-8KJ-T4/L sebagai sensor *temperature* dan DHT22 kelembaban untuk mengetahui kondisi dalam kabin, sensor PZEM-004T sebagai *power meter* untuk mengetahui daya yang digunakan untuk mendinginkan kabin,

Neo-6M sebagai *module GPS (Global Positioning System)* untuk mengetahui lokasi kendaraan, dan modem ADROMAX untuk *module simcard* yang akan menghasilkan jaringan internet untuk pengiriman data. Semua sensor-sensor yang digunakan pada sistem ini akan di kontrol menggunakan mikrokontroler ESP 32.

Mikrokontroler ESP 32 merupakan sebuah alat yang dikenalkan oleh *Espressif System* sebagai penerus dari ESP 8266 (Imran & Rasul, 2020). Pada mikrokontroller ini sudah terdapat *module WiFi* pada bawaan mikrokontroler tersebut, sehingga mikrokontroler ini sangat mendukung untuk membuat sistem yang berbasis *Internet Of Things* karena pada sistem ini memerlukan jaringan internet untuk mengirim data.

Pada skripsi ini penulis ingin mengintegrasikan semua alat tersebut untuk pengambilan data secara *wireless* dan dapat dipantau dari mana saja yang dimana akan memudahkan pengguna untuk mengetahui kondisi dan lokasi dari kendaraan yang dipantau. Alat ini akan dapat digunakan selama adanya jaringan internet di sekitarnya yang akan mengirimkan data secara *real-time*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka dari itu dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengkoneksikan berbagai sensor data akuisisi (DHT22, QJ-8KJ-T4/L, PZEM-004T, dan NEO-6M) dan *memonitoring* kondisi ruangan pendingin yang menggunakan mini bar sebagai *prototype* kabin?
2. Bagaimana cara menampilkan data secara *wireless* yang merupakan integrasi dari berbagai sensor data akuisisi pada 2 tampilan pada 1 *device* untuk memudahkan proses analisis kinerja dari sistem lokasi dan *temperature*?
3. Bagaimana hasil pengujian dari alat *monitoring* pada *device*?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang di atas maka batasan masalah yang dapat diuraikan yaitu sebagai berikut :

- a. Hasil pembacaan modul alat ukur dan gps akan ditampilkan secara angka dan tidak dapat di *control* hanya sebagai tampilan *monitoring* .
- b. Penelitian ini tidak menganalisa tentang mini bar.
- c. Proses pengkoneksian peralatan data akuisisi dan *controller* dilakukan dengan cara *wireless* dan dapat dipantau dari mana saja.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1.4.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan secara umum untuk mencapai beberapa tujuan sebagai berikut:

1. Menyalurkan pengetahuan yang diperoleh selama menjalani perkuliahan di bidang Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali ke dalam implementasi nyata.
2. Mengembangkan pemahaman ilmu pengetahuan yang diperoleh selama masa perkuliahan dan menerapkannya dalam penyusunan proposal penelitian skripsi.
3. Memenuhi persyaratan akademik yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana Terapan pada program studi Teknologi Rekayasa Utilitas di Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Agar dapat mengetahui bagaimana mengkoneksikan alat ukur (DHT22, QJ-8KJ-T4/L, PZEM-004t, dan NE0-6M,) yang berbeda beda agar dapat terintegrasi menampilkan hasil data pada dua tampilan yang sama pada satu *device*.

- b. Mampu menampilkan integrasi dari berbagai alat ukur dan kontrol pada 2 platform yang sama untuk memudahkan dan mengefektifkan dalam proses *monitoring* dan analisa kerja alat.
- c. Agar dapat mendata hasil dari pengujian alat yang dilakukan dengan mengambil data-data dari sensor untuk di simpan ataupun sebagai keamanan ketika pengendara tidak dapat di hubungi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diperoleh dari *monitoring* sistem yang berbasis *Internet Of Things* dengan menggunakan beberapa sensor untuk *monitoring* dari refrigerasi transportasi yang akan menggunakan *mini bar* sebagai sistem pendingin yaitu dapat mencapai suhu yang di inginkan dan dapat mengetahui hasil dari penampilan data pada *device*. Selain itu penulis juga mendapatkan pengalaman dalam pembuatan sitem *monitoring* tersebut.

1.5.1 Bagi Penulis

Manfaat bagi penulis ini di mana untuk mengembangkan dan menerapkan ilmu ilmu dari perkuliahan yang didapat selama pembelajaran di Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali dan mempelajari konsep dari sistem *monitoring* yang berbasis *Internet Of Thing* sebagai syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas urusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai sarana pendidikan dan ilmu di bidang pendingin, serta bisa di kembangkan kembali di kemudian hari.

1.5.3 Bagi Masyarakat

Adapun manfaat yang di peroleh dari *monitoring* data akuisisi alat ukur ini yaitu sebagai bentuk untuk pengenalan *monitoring* kendaraan pembawa makanan atau produk yang memerlukan suhu dingin secara *wireless* dan dapat dipantau dari mana saja dan mempermudah pemantauan dan kondisi refrigerasi transportasi yang akan mengoptimalkan *temperature* yang ada dalam alat pendingin atau truk box. Untuk dikenalkan pada masyarakat dan dapat dikembangkan kembali.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada perancangan sistem *monitoring* pendingin untuk refrigerasi transportasi ini, terdapat tiga kesimpulan utama yang dapat diambil, yaitu sebagai berikut:

1. Sistem monitoring ini dirancang dengan berbagai sensor seperti Thermocouple, DHT22, PZEM-004T, GPS-NEO6M, dan Andromax WiFi yang terintegrasi pada cooler box. Sensor-sensor tersebut berfungsi untuk memantau suhu, kelembaban, konsumsi daya, serta lokasi secara real-time. Komunikasi data dilakukan melalui jaringan seluler, dan penggunaan PCB mendukung kestabilan serta ketahanan sistem secara keseluruhan.
2. Sistem monitoring pendingin pada transportasi refrigerasi dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 menggunakan Arduino IDE dan bahasa C++. Sistem ini memanfaatkan berbagai sensor untuk memantau suhu, kelembaban, tegangan, arus, daya, serta lokasi. Program dirancang dengan inisialisasi library dan konfigurasi pin GPIO, serta mampu merekam data secara efisien. Modul GPS menghasilkan jejak rute aktual selama pemantauan 80 menit.
3. Sistem monitoring pendingin bekerja dengan baik dalam membaca suhu, konsumsi daya, dan lokasi. Pengujian menunjukkan penurunan suhu signifikan dari 25°C hingga 4,8°C, dengan kelembaban awal 88,6%. Perbedaan letak sensor menyebabkan variasi data, namun tidak memengaruhi akurasi keseluruhan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan untuk pengembangan selanjutnya penulis menyampaikan beberapa saran antara lain :

1. Dalam upaya menyempurnakan *monitoring* pendingin untuk refrigerasi transportasi, diperlukan peningkatan pada sensor kelembaban. Disarankan untuk menggunakan sensor kelembaban berskala industri. Sensor dengan kualitas pengukuran yang lebih baik akan menghasilkan

data yang lebih akurat, serta posisi melalui GPS. Keakuratan data ini sangat penting agar sistem dapat melakukan respons dan penyesuaian secara lebih tepat, sehingga performa pemantauan dapat meningkat dan hasil yang diperoleh menjadi lebih akurat.

2. untuk meningkatkan pengalaman pengguna dan efisiensi sistem, pengembangan aplikasi yang lebih interaktif sangat diperlukan. Antarmuka yang lebih interaktif dapat di capai dengan menambahkan fitur seperti peringatan jika ada pembacaan parameter yang tidak sesuai pada untuk mengantisipasi kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Astrid setiani. 2015. Rancang Bangun *Power Supply* untuk Mesin *Electrical Discharge Machining* (EDM). Tugas Akhir Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Alyafi, M. A., Anifah, L., Asto B., I. G. P., & Nurhayati. (2022). *Pengembangan Trainer Kit Mikrokontroler Nodemcu Esp32 Berbasis Iot Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, Dan Mikrokontroler Di Smk Negeri 1 Sidoarjo*. Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, 11, 203–211.
- Fezari, M., & Dahoud, A. Al. (2018). *Integrated Development Environment “IDE” For Arduino Integrated Development Environment “IDE” For Arduino Introduction to ArduinoIDE*.
<https://www.researchgate.net/publication/328615543>
- Firdaus, F., & Ismail, I. (2020). *Komparasi Akurasi Global Positioning System (GPS) Receiver U-blox Neo-6M dan U-blox Neo-M8N pada Navigasi Quadcopter*. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 12(1), 12–15. <https://doi.org/10.30630/eji.12.1.137>
- Haryadi, S. (2020). *Analisa Pengaruh Pemeliharaan Terhadap Kinerja Sistem Pendingin Refrigerasi Kapal*. Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim, 2(1), 30–35. <https://doi.org/10.51578/j.sitektransmar.v2i1.16>
- Imran, A., & Rasul, M. (2020). *Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32*. Jurnal Media Elektrik, 17(2), 2721–9100. <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>
- Indra S. Dalimunthe. (2004). *Pengantar Teknik Refrigerasi*. Universitas Sumatera Utara, 1–33.
- Junaidi, A. (2015). *Internet Of Things, Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya : Review*. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi, IV(3), 62–66.
- Kebos, C. E., Manafe, B. H. A., & Rantelobo, K. (2022). *Analisis Pengukuran Performansi Jaringan 4G Lte Pada Area Lahan Kering Kepulauan (Studi Kasus Di Wilayah Amarasi, Kec. Tts, Ntt)*. Jurnal Media Elektro, March, 156–165. <https://doi.org/10.35508/jme.v0i0.8208>

- Kinsela, jati. (2023). *Rancang Bangun Sistem Satelit Buatan Berbasis Esp32 Dengan Fitur Komunikasi Menggunakan Modul Gsm Sim800L*. Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi Terapan, 10(1), 4–10. <http://journals.telkomuniversity.ac.id/jett/article/view/6123>
- Maharani, T., Informasi, S., Sains, F., & Teknologi, D. (2023). *Perkembangan Dan Penggunaan Internet of Things Untuk Masa Yang Akan Datang*. 4(1), 1–19.
- Maiorino, A., Petruzzello, F., & Aprea, C. (2021). *Refrigerated transport: State of the art, technical issues, innovations and challenges for sustainability*. *Energies*, 14(21), 1–56. <https://doi.org/10.3390/en14217237>
- Megawati, S. (2021). *Pengembangan Sistem Teknologi Internet of Things Yang Perlu Dikembangkan Negara Indonesia*. *Journal of Information Engineering and Educational Technology*, 5(1), 19–26. <https://doi.org/10.26740/jieet.v5n1.p19-26>
- Slamet Purwo Santoso, & Fajar Wijayanto. (2022). *Rancang Bangun Akses Pintu Dengan Sensor Suhu Dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino*. *Jurnal Elektro*, 10(1), 1–14.
- Solardduino. 2020. *PZEM-004t DC Energy Meter with Arduino*. Terdapat pada : <http://solardduino.com/pzem-004t-dc-energy-meter-online-monitoring-with-blynk-app/>. Diakses Tanggal 2 februari 2023.