

SKRIPSI

**SISTEM MONITORING TEMPERATUR DAN DAYA
UNTUK *COOLER BOX THERMOELECTRIC*
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32
BERBASIS *INTERNET OF THING (IoT)***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

ROSALINDA PUTRI WATA
NIM. 2015234012

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM MONITORING TEMPERATUR DAN DAYA UNTUK *COOLER BOX THERMOELECTRIC* MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 BERBASIS *INTERNET OF THING (IoT)*

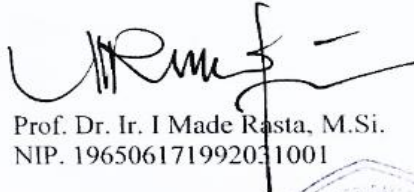
Oleh

ROSALINDA PUTRI WATA
NIM. 2015234012


Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas
Pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali


Disetujui oleh:

Pembimbing I


Prof. Dr. Ir. I Made Rasta, M.Si.
NIP. 196506171992031001

Pembimbing II


Ir. Wayan Adi Subagia, M.T.
NIP. 196211241990031001

Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196609241993031003



LEMBAR PERSETUJUAN

SISTEM MONITORING TEMPERATUR DAN DAYA UNTUK *COOLER BOX THERMOELECTRIC* MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32 BERBASIS *INTERNET OF THING (IoT)*

Oleh

ROSALINDA PUTRI WATA
NIM. 2015234012

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat
dicetak sebagai Buku Skripsi pada hari/tanggal:
Senin, 09 September 2024

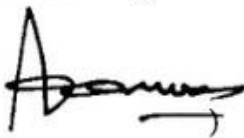
Tim Penguji

Penguji I : Prof.I Dewa Made Cipta Santosa,
S.T..M.Sc., Ph.D
NIP : 197212211999031002

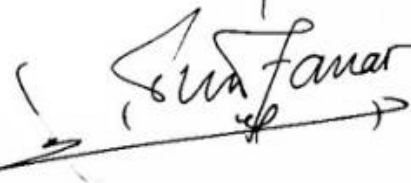
Penguji II : Dr.Ida Ayu Anom Arsani, S.Si, M.Pd.
NIP : 197008191998022001

Penguji III : I Made Sudana, S.T., M.Erg
NIP : 196910071996031002

Tanda Tangan

()

()

()

SURAT BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rosalinda Putri Wata
NIM : 2015234012
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas
Judul Proposal Skripsi : Sistem Monitoring Temperatur dan Daya untuk
Cooler Box Thermoelectric Menggunakan
Mikrokontroler ESP32 Berbasis *Internet of Things*
(*IoT*)

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Skripsi ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.



UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST., MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. I Made Rasta, M.Si, selaku dosen pembimbing utama yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Ir. Wayan Adi Subagia, M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat, dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulisan hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Buku Skripsi.
8. Kedua orang tua tercinta Filipus Wata, Theresia Niluh Budi Artini yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Buku Skripsi ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk kakak Maria Karolina Dohiyu Fiari Wata dan adik Tabita Ayu Tari Wata dan Emanuel Adrian Putra Wata tercinta yang

telah memberikan dukungan kepada penulis.

10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Buku Skripsi tahun 2024 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat TRU B, Keluarga besar TRU, Terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, dan motivasi hingga penulis dapat menyelesaikan buku Buku Skripsi ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak – pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademika Politeknik Negeri Bali.

Badung, 09 Septemeber 2024

Rosalinda Putri Wata

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan rancang bangun alat simulasi sistem monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk memantau temperatur dan daya pada *cooler box thermoelectric*. Sistem ini menggunakan Wi-Fi sebagai media komunikasi data, dengan ESP32 bertindak sebagai pusat kendali yang mengintegrasikan beberapa modul alat ukur. Perangkat keras yang digunakan meliputi Modbus TTL Thermistor, dua PZEM-017 DC Power Meter, dua modul 8-Channel Thermocouple tipe-K, serta DS-1 Digital Thermometer. Data yang diperoleh dari alat-alat ukur ini dikirimkan secara *real-time* ke server berbasis PHP dan MySQL, yang kemudian ditampilkan pada antarmuka web yang dirancang menggunakan Visual Studio. Proses penelitian mencakup perancangan *hardware*, pengembangan *software* menggunakan Arduino IDE dan Visual Studio, serta pengujian sistem secara menyeluruh. Data yang dikumpulkan meliputi pengukuran suhu pada 17 titik dalam *cooler box thermoelectric* serta pengukuran daya dengan *power meter*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring ini berfungsi secara efektif untuk memantau temperatur dan daya, memberikan informasi *real-time* yang dapat digunakan untuk analisis kinerja *cooler box thermoelectric*.

Kata kunci: *Internet of Things (IoT)*, ESP32, *cooler box thermoelectric*, Modbus

*TEMPERATURE AND POWER MONITORING SYSTEM FOR
THERMOELECTRIC COOLER BOX USING ESP32
MICROCONTROLLER BASED ON INTERNET OF THINGS (IoT)*

ABSTRACT

This research is a design for a simulation tool for an Internet of Things (IoT) based monitoring system using an ESP32 microcontroller to monitor temperature and power in a thermoelectric cooler box. This system uses Wi-Fi as a data communication medium, with the ESP32 acting as a control center that integrates several measuring instrument modules. The hardware used includes a Modbus TTL Thermistor, two PZEM-017 DC Power Meters, two K-type 8-Channel Thermocouple modules, and a DS-1 Digital Thermometer. Data obtained from these measuring tools is sent in real-time to a PHP and MySQL based server, which is then displayed on a web interface designed using Visual Studio. The research process includes hardware design, software development using Arduino IDE and Visual Studio, as well as comprehensive system testing. The data collected includes temperature measurements at 17 points in the thermoelectric cooler box as well as power measurements with a power meter. The research results show that this monitoring system functions effectively to monitor temperature and power, providing real-time information that can be used to analyze thermoelectric cooler box performance.

Key words: *Internet of Things (IoT), ESP32, thermoelectric cooler box, Modbus*

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji dan syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atas anugerahNya dalam menyelesaikan buku skripsi dengan judul: Sistem Monitoring Temperatur dan Daya Untuk *Cooler Box Thermoelectric* Menggunakan Mikrokontroler ESP32 Berbasis *Internet of Thing* (IoT). Buku skripsi ini merupakan persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (S.Tr) di Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas, Jurusan Tkenik Mesin, Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa buku proyek akhir ini belum sempurna sehingga kritik dan saran sangat diharapkan untuk penyempurnaan buku skripsi yang dilaksanakan.

Badung, 09 September 2024

Rosalinda Putri Wata

DAFTAR ISI

Sampul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Persetujuan.....	ii
Surat Bebas Plagiat	iv
Ucapan Terima Kasih.....	v
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Lampiran	xiii
BAB I Pendahuluan	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Rumusan Masalah	16
1.3 Batasan Masalah.....	17
1.4 Tujuan Penelitian	17
1.4.1 Tujuan Umum	17
1.4.2 Tujuan Khusus	18
1.5 Manfaat Penelitian	18
1.6 Bagi Penulis	18
1.7 Bagi Politeknik Negeri Bali	19
1.8 Bagi Masyarakat	19
BAB II Landasan Teori	20
2.1 Pengertian <i>Cooler Box Thermoelectric</i>	20
2.2 Sistem Monitoring Dan Kontrol	21
2.2.1 Komponen Hardware Sistem Monitoring Dan Kontrol	21
2.2.2 Komponen Software Sistem Monitoring Dan Kontrol	27

BAB III Metode Penelitian	30
3.1 Jenis Penelitian.....	30
3.1.1 Skematik Perencanaan Hardware.....	30
3.1.2 Perancangan Hardware.....	31
3.1.3 Penempatan Alat Ukur	32
3.2 Alur Penelitian	33
3.3 Lokasi Dan Waktu Penelitian	36
3.4 Penentuan Sumber Data.....	37
3.5 Sumber Daya Penelitian.....	38
3.6 Instrumen Penelitian	38
3.7 Prosedur Penelitian	40
BAB IV Hasil Dan Pembahasan	41
4.1 Hasil Penelitian	41
4.1.1 Proses Pembuatan Alat.....	42
4.1.2 Integrasi Modul Alat Ukur Berbasis <i>Internet Of Things (Iot)</i>	44
4.2 Pembahasan.....	46
4.2.1 Hasil Grafik Monitoring Temperatur	47
4.2.2 Hasil Grafik Monitoring <i>Power Meter Tec</i>	48
4.2.3 Hasil Grafik Monitoring Tempertaure <i>Cooler Box Dan Power Mete</i>	49
BAB V Penutup	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
Daftar Pustaka	52
Lampiran	24

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel pelaksanaan	37
Tabel 3. 2 Data pengujian cooler box thermoelectric	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	<i>Cooler Box Thermoelectric</i>	21
Gambar 2. 2	ESP32 Mikrokontroler	22
Gambar 2. 3	Modul MODBUS TTL NTC	23
Gambar 2. 4	PZEM-017 DC	24
Gambar 2. 5	<i>Power supply</i>	24
Gambar 2. 6	<i>Relay</i>	25
Gambar 2. 7	RDT (PT100).....	25
Gambar 2. 8	<i>Thermistor</i>	26
Gambar 2. 9	<i>Thermocouple Module Type-K</i>	27
Gambar 2. 10	Tampilan software Arduino IDE.....	28
Gambar 2. 11	PHPMyAdmin.....	29
Gambar 2. 12	<i>Visual Studio Code</i>	29
Gambar 3. 1	Skematik perancangan hardware	14
Gambar 3. 2	Penempatan alat ukur	15
Gambar 3. 3	Bagan tahap pelaksanaan	17
Gambar 3. 4	Power supply	21
Gambar 3. 5	Thermocouple.....	21
Gambar 3. 6	Multi meter	22
Gambar 4. 1	Rancangan Sistem Monitoring.....	41
Gambar 4. 2	Pengintegrasian Alat Ukur	42
Gambar 4. 3	Tampilan monitoring temperatur dan daya di Web PHP	43
Gambar 4. 4	Alur Server	44
Gambar 4. 5	Proses Pembuatan Web PHP.....	45
Gambar 4. 6	Server Laragon	46
Gambar 4. 7	Grafik Temperature	47
Gambar 4. 8	Grafik <i>Power Meter</i>	48
Gambar 4. 9	Grafik temperatur <i>cooler box</i> dan <i>power meter</i>	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Kodingan Arduino IDE.....	24
Lampiran 1.2 Kodingan Web PHP.....	24
Lampiran 1.3 Data Temperatur Cooler Box Termoelektrik Dan Power Meter.	38
Lampiran 1.4 Lembar Pembimbingan 1 dan Pembimbing 2.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Otomatisasi dalam sistem refrigerasi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional, dengan tujuan mencapai produktivitas optimal dan akurasi data yang tinggi. Saat ini, banyak sistem yang masih dipantau secara *offline*. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan sistem yang mampu mempercepat proses pengambilan data dan informasi secara *valid* dan *real-time*.

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengintegrasikan sistem monitoring suhu dan daya untuk *cooler box thermoelectric* berbasis *Internet of Things (IoT)*. Mikrokontroler ESP32 dipilih sebagai pusat sistem karena kemampuannya yang kuat dan integrasinya dengan teknologi. *Internet of Things (IoT)* adalah paradigma inovatif yang menghubungkan perangkat fisik ke jaringan internet, memungkinkan pengumpulan data secara *real-time* dan akses dari jarak jauh. Dengan integrasi *Internet of Things (IoT)*, *cooler box thermoelectric* dapat dipantau lebih akurat, serta memberikan fleksibilitas dalam pengaturan dan optimalisasi kinerjanya.

Sistem ini menggunakan protokol Modbus untuk akuisisi data, yaitu proses pengumpulan dan penyimpanan hasil pengukuran dari berbagai sensor transduser. Sensor yang digunakan meliputi *thermocouple* dan *thermistor* untuk mengukur suhu di dalam *cooler box*, serta *power meter* untuk memantau daya dari *thermoelectric*. Data yang dihasilkan dikelola menggunakan teknologi *web* berbasis PHP dan disimpan dalam *database MySQL* yang diatur melalui *phpMyAdmin*. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan *Visual Studio*, dengan ESP32 yang mengirim data sensor suhu dan daya secara terus-menerus ke *server web*. Data ini kemudian ditampilkan melalui antarmuka *web* yang dirancang untuk memudahkan pengguna.

Berdasarkan penjelasan di atas, sistem monitoring suhu dan daya untuk *cooler box thermoelectric* ini diberi judul "Sistem Monitoring Suhu dan Daya untuk *Cooler Box Thermoelectric* Menggunakan Mikrokontroler ESP32 Berbasis *Internet of Things (IoT)*." Sistem ini dikelola oleh mikrokontroler ESP32 yang mengirim data sensor ke server *web*, dan data yang diterima disimpan dalam *database MySQL* serta dapat diakses melalui antarmuka web berbasis PHP yang dikembangkan menggunakan *Visual Studio*.

1.2 Rumusan Masalah

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

- a. Bagaimana merancang sistem monitoring suhu dan daya untuk *cooler box thermoelectric* yang berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan menggunakan mikrokontroler ESP32?
- b. Bagaimana analisis hasil pengukuran atau tampilan dari sistem monitoring data akuisisi?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah pada penyusunan proposal skripsi ini maka batasan masalah yang dapat diuraikan yaitu:

- a. Hasil pembacaan data dari modul alat ukur (data akuisisi) dianggap real-time jika *delay* pembacaannya kurang dari 10 detik.
- b. Penelitian ini tidak mencakup analisis kinerja sistem *thermoelektrik*.
- c. Proses pengukuran parameter (temperatur, tegangan dan arus) yang di dapatkan data akuisisi tidak melakukan analisa *error*
- d. Proses integrasi antara peralatan akuisisi data dan dilakukan dalam jaringan lokal.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

- a. Memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Program Pendidikan D4 pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

- b. Mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selamat mengikuti perkuliahan di Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Utilitas, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, baik secara teori maupun praktek.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Agar mengetahui bagaimana mengintegrasikan alat ukur yang berbeda – beda agar dapat terintegrasi menampilkan hasil data pada 1 tampilan yang sama pada *web* PHP
- b. Agar mengetahui hasil rancangan sistem monitoring temperatur dan daya untuk *cooler box thermoelectric* yang berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan menggunakan mikrokontroler ESP32.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem akuisisi data yang dapat dikontrol dari jarak jauh guna memantau kinerja cooler box termoelektrik. Sistem ini memanfaatkan *teknologi Internet of Things (IoT)* dengan mikrokontroler ESP32. Data yang dihasilkan dari integrasi alat ukur dikelola menggunakan teknologi *web* berbasis PHP dan *database MySQL* yang diatur melalui *phpMyAdmin*. Pengembangan sistem ini dilakukan menggunakan *Visual Studio* sebagai *platform* pengembangan, dengan ESP32 yang digunakan untuk mengirim data sensor suhu dan daya secara terus-menerus ke *server web*. Data tersebut kemudian ditampilkan melalui antarmuka *web* yang dirancang untuk memudahkan pemantauan dan analisis.

1.6 Bagi Penulis

Manfaat bagi penulis ini di mana untuk mengembangkan dan menerapkan ilmu–ilmu dari perkuliahan yang didapat selama di kampus di jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali dan untuk sebagai syarat menyelesaikan pendidikan sarjana terapan program studi Teknologi Rekayasa Utilitas jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali.

1.7 Bagi Politeknik Negeri Bali

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

1.8 Bagi Masyarakat

Adapun manfaat yang di peroleh dari monitoring data akuisisi alat ukur ini yaitu sebagai bentuk untuk pengenalan integrasi data akuisis temperatur dan daya dari kinerja *cooler box thermoelectric*, untuk di kenalkan di masyarakat dan bisa untuk di kembangkan kembali.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data-data yang sudah di dapatkan dalam monitoring pengukuran temperatur, *power meter* pada *cooler box thermoelectric* dapat di kumpulkan maka dari itu dapat disimpulkan berdasarkan rumusan masalah dan tujuan yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan rumusan masalah bagaimana analisis hasil pengukuran atau tampilan dari sistem monitoring data akuisisi mampu mencapai suhu -7 derajat selsius pada temperature coolside thermoelectric dan -7,9 derajat selsius pada temperature kabin. Namun, pada saat thermoelectric mati, hanya mampu mempertahankan suhu kurang lebih 2 menit dikarenakan suhu panas hotside thermoelectric mampu mencapai suhu terendah 7 derajat selsius.
2. Desain cooler box thermoelectric ini berhasil mengembangkan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan beberapa modul alat ukur, seperti Modbus TTL NTC, PZEM-017, dan Thermocouple type-K. Sistem ini dirancang untuk memonitor kinerja cooler box thermoelectric dengan pengukuran data temperatur dan daya secara real-time.

5.2 Saran

Saran dari penulis yaitu sebelum melakukan monitoring pengukuran menggunakan modul alat ukur ini dalam proses pengambilan data pastikan alat ukur *thermocouple type K* yang digunakan dalam pengambilan data harus dalam keadaan baik dan melakukan kalibrasi terhadap modul alat ukur tersebut supaya dalam proses monitoring pengambilan data dapat berjalan dengan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdhal, Kurniawan, Maikal, 2018. “*Portable Thermoelectric Cooler Box Performance with Variation of Input Power and Cooling Load*. *Jurnal of Science and Teknologi*. Diakses 18 Februari 2024.
- Abdurrahman Rasyid. 2019. *Gambar PT100*. Terdapat pada: <https://www.samrasyid.com/2019/08/sensor-temperatur-rtd-resistance.html>. Diakses pada tanggal 9 Februari 2024.
- Agus Mulyana. 2021. Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP pada Sistem *Pick-by-Light*. *Jurnal Sistem Komputer*. Volume 10, Nomor 1, April 2021, hlm. 85 – 85. Diakses pada 20 Januari 2024.
- Amanda. 2022. Rancang Bangun Komunikasi Kwh Meter 3 Fasa Berbasis *Internet Of Things* (IoT) Menggunakan Wi-Fi. *Jurnal Sistem computer*. Vol.9. Diakses pada 1 Februari 2024.
- Alifia Sekar. 2021. *Design Of Weather Condition Monitoring System Based On Internet Of Things*. *Jurnal Teknik Informatika*. Volume 17. No. 1. Hlm 1-10. Diakses 11 Februari 2024
- Irvando A.V. 2020. Monitoring Energi Secara Real – Time Pada Mesin Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Bahan*. Volume 10. No.1. Hlm 1-8. Diakses pada 1 Februari 2024
- John Park, Steve Mackay, 2003. “*Practical Data acquisition for instrumentation and control system*” .*Jurnal Sains dan Teknologi*. Diakses pada 20 Januari 2024.
- Mohammad Ayoub Khan. 2022. *A Hardware Development Perspective*. *Jurnal Internet of Things*: Diakses pada 12 Februari 2024.
- Nimas. 2019. Implementasi Sistem Kontrol dan Monitoring *Smart Home* Menggunakan *Integrasi Protokol Websocket dan MQTT*. *Jurnal Teknologi Bahan*. Volume 3. No.4. Hlm 3709-3718. Diakses pada 4 Februari 2024
- Petr Foltýnek, Marek Babiuch. 2019. *Measurement and data processing from Internet of Things modules by dual-core application using ESP32 board*. Terdapat Pada <https://doi.org/10.1177/0020294019857748>. Diakses pada 9 Februari 2024
- Rieke Adriati. 2020. “*Antarmuka Mikrokontroler IoT (ESP32) dengan USB host*”. Terdapat pada. <https://doi.org/10.52158/jasens.v1i02.141>. Diakses pada 20 Januari 2024

Susistio. Universitas Raharja. 2021. *Mikrokontroler ESP32*. Terdapat pada <https://anakstei.id/pengenalan-mikrokontroler-esp32/>. Diakses pada 20 Januari 2024

Wanting. 2022. *How to access MQTT data with ThingsBoard*. Terdapat pada <https://thingsboard.io/docs/getting-started-guides/helloworld-pe/>. Diakses pada 20 Januari 2024