

***BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS) BERBASIS
ARDUINO DENGAN PROTOKOL KOMUNIKASI MODBUS***

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh :

Gustiar NIM : 0031910

Krisna Pratama NIM : 0031942

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2022**

LEMBAR PENGESAHAN

***BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS) BERBASIS ARDUINO
DENGAN PROTOKOL KOMUNIKASI MODBUS***

Oleh :

Gustiar / 0031910

Krisna Pratama / 0031942

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Indra Dwisaputra, M.T.

Pembimbing 2



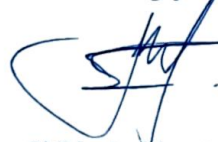
Surojo, M.T.

Penguji 1



Muhammad Iqbal Nugraha, M.Eng.

Penguji 2



Sidhiq Andriyanto, M.Kom.

ABSTRAK

Building Management System (BMS) merupakan suatu sistem kendali dan pemantauan yang dipakai pada sebuah gedung. BMS bertujuan untuk mengintegrasikan semua perangkat yang terdapat pada sebuah gedung. Pengaplikasian sistem ini pada sebuah bangunan atau gedung memiliki manfaat seperti efisiensi waktu dan tenaga. Pada proyek akhir ini, kami membuat modul kontroler yang dilengkapi dengan protokol modbus agar bisa terhubung dengan software Human Machine Interface (HMI) untuk mengendalikan dan memantau suatu gedung. Objek yang dikendalikan pada proyek akhir ini antara lain nyala dan mati lampu ruangan melalui HMI dan alarm jika terdeteksi asap, sedangkan pemantauan difokuskan pada suhu ruangan dan penggunaan energi pada sebuah gedung. Penggunaan perangkat ini diawali dengan melakukan login pada HMI dan dilanjutkan dengan masuk ke sub menu kontrol ON/OFF pada HMI. Data energy meter dan suhu ditampilkan pada HMI dan dapat di simpan pada Excel. Sensor suhu yang digunakan memiliki tingkat akurasi mencapai 99,8%. Proses komunikasi antara modul kontrol dengan HMI dapat bekerja dengan baik dan memiliki rata-rata jeda pengiriman data sebesar 2.5 detik.

Kata kunci: Building Management System, Controlling, Monitoring, Modbus.

ABSTRACT

A Building Management System (BMS) is a control and monitoring system used in a building. BMS aims to integrate all devices contained in a building. The application of this system in a building or building has benefits such as time and energy efficiency. In this final project, we created a controller module that is equipped with the Modbus protocol so that it can be connected to the Human Machine Interface (HMI) software to control and monitor a building. Controlled objects in this final project include turning on and off room lights through HMI and alarms if smoke is detected, while monitoring is focused on room temperature and energy use in a building. The use of this device begins with logging in to the HMI and continues by entering the ON/OFF control sub menu on the HMI. Energy meter and temperature data are displayed on the HMI and can be saved in Excel. The temperature sensor used has an accuracy rate of 99.8%. The communication process between the control module and the HMI can work well and has an average data transmission delay of 2.5 seconds.

Keywords: Building Management System, Controlling, Monitoring, Modbus.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Segala puji dan syukur khadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyusun laporan proyek akhir dengan judul “*BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS) BERBASIS ARDUINO DENGAN PROTOKOL KOMUNIKASI MODBUS*” dengan baik. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, semoga semua umatnya senantiasa dapat menjalankan semua syariatnya, Aamiin.

Laporan ini dibuat sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Diploma III Teknik Elektronika di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan moral maupun spiritual dengan ikhlas yang tak ternilai harganya,
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak memberikan kemudahan dalam menyelesaikan pendidikan,
3. Bapak Muhammad Iqbal Nugraha, M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung,
4. Bapak Indra Dwisaputra, M.T dan Bapak Surojo, M.T selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini,
5. Bapak Ocsirendi, M.T selaku Ketua Program Studi D-III Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung,
6. Dosen dan Staf Pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah mendidik, membina, dan memberikan pengetahuan tentang banyak hal yang sangat bermanfaat untuk menyelesaikan proyek akhir ini,
7. Bapak Yudho Andriwianto selaku Direktur Utama PT. Pratama Motivasi Mandiri yang telah meberikan kesempatan dalam melakukan praktik kerja

lapangan sehingga penulis mendapatkan bantuan secara material dan dukungan dalam pengerjaan proyek akhir,

8. Bapak Agus Dwi Yunto sebagai pembimbing Praktik Kerja Lapangan yang telah memberikan banyak ilmu serta bantuan secara material yang mendukung proyek akhir penulis,
9. Seluruh karyawan PT. Pratama Motivasi Mandiri yang mendukung penuh dalam proses pengerjaan proyek akhir,
10. Teman-teman yang selalu memberikan support selama ini dan mitra kerja penulis selama mengerjakan proyek akhir ini yang selalu berjuang bersama-sama,
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu saya untuk menyelesaikan penelitian.

Setelah melalui proses yang panjang dan penuh tantangan, akhirnya penulis dapat menyelesaikan pembuatan alat dan laporan proyek akhir ini yang tentunya masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Walaupun demikian, penulis berharap laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan penulis khususnya. Semoga Allah senantiasa melimpahkan taufiq dan hidayah-Nya kepada penulis dan semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan alat dan penulisan laporan proyek akhir ini. Wassalamua'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Sungailiat, 24 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Proyek Akhir.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1. Modbus	4
2.3. Energi Meter ABB B23	5
2.4. Ethernet Shield	6
2.5. RS485	7
2.6. Mini W5500.....	7
2.7. Energi Listrik.....	8
2.7.1. Tegangan.....	8
2.7.2. Arus Listrik	8

2.7.3.	Frekuensi.....	9
2.7.4.	Faktor Daya.....	9
2.7.5.	Daya Aktif.....	9
2.8.	Power Supply.....	10
2.9.	Relay.....	10
2.10.	Sensor MQ-2.....	10
2.11.	Sensor DS18B20.....	11
BAB III	METODE PELAKSANAAN	12
3.1.	Tahapan Penelitian.....	12
3.2.	Gambaran Umum.....	13
3.3.	Rancangan Kontruksi.....	14
3.4.	Rancangan <i>Hardware</i>	14
3.5.	Rancangan Desain Human Machine Interface (HMI).....	17
3.5.1.	Menu Login HMI.....	17
3.5.2.	Menu pada Lantai 1.....	18
3.5.3.	Menu pada Lantai 2.....	18
3.6.	Rancangan <i>Software</i>	19
BAB IV	PEMBAHASAN	21
4.1.	Perakitan Kontruksi.....	21
4.2.	Pengujian Sensor Suhu.....	23
4.3.	Pengujian Sensor Asap.....	26
4.4.	Pengujian <i>Power Meter / Energy Meter</i>	28
4.5.	Pengujian Keseluruhan Alat.....	32
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1.	Kesimpulan.....	36

5.2. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN 1	38
LAMPIRAN 2.....	41
LAMPIRAN 3.....	50



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Suhu	25
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Asap	28
Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Monitoring Power Meter dengan Perhitungan	29
Tabel 4. 4 Fungsi Tombol pada Menu	34



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino Mega	5
Gambar 2. 2 Arduino Mega 2560 PRO Robotdyn.....	5
Gambar 2. 3 Energi Meter ABB B23.....	6
Gambar 2. 4 Ethernet Shield W5100	7
Gambar 2. 5 RS485	7
Gambar 2. 6 Mini W5500	8
Gambar 2. 7 <i>Power Supply</i>	10
Gambar 2. 8 Relay.....	10
Gambar 2. 9 Sensor MQ-2	11
Gambar 2. 10 Sensor Suhu DS18B20.....	11
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian	12
Gambar 3. 2 Desain Kontruksi Miniatur Gedung 2 Lantai.....	14
Gambar 3. 3 Rancangan Skematik Modul Kontroler.....	15
Gambar 3. 4 Rancang Sistem <i>Monitoring</i> Suhu, MQ-2, dan <i>Power Meter</i>	15
Gambar 3. 5 Rancangan <i>Hardware</i>	16
Gambar 3. 6 Tampilan Utama HMI	17
Gambar 3. 7 Tampilan Menu Login.....	18
Gambar 3. 8 Tampilan Menu pada Lantai 1	18
Gambar 3. 9 Tampilan Menu pada Lantai 2	19
Gambar 3. 10 <i>Flowchart Software</i>	19
Gambar 4. 1 Proses Pembuatan Miniatur Gedung	21
Gambar 4. 2 Proses Instalasi (a) Sensor Suhu, Sensor Asap, <i>Buzzer</i> dan (b) Fitting Lampu	22
Gambar 4. 3 Proses Pemasangan Komponen-Komponen.....	22
Gambar 4. 4 Diagram Pengujian Sensor Suhu.....	23
Gambar 4. 5 Pengujian Sensor Suhu.....	23
Gambar 4. 6 Tampilan Suhu Lantai 1	24
Gambar 4. 7 Tampilan Suhu Lantai 2	24

Gambar 4. 8 Grafik Sensor Suhu Lantai 1	25
Gambar 4. 9 Pengujian Sensor MQ-2	26
Gambar 4. 10 Tampilan pada Menu <i>Home</i>	27
Gambar 4. 11 Tampilan pada Submenu Lantai 2.....	27
Gambar 4. 12 Diagram Pengujian <i>Power Meter</i>	28
Gambar 4. 13 Tampilan <i>Power Meter / Energy Meter</i> pada <i>HMI</i>	29
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Daya Aktif.....	30
Gambar 4. 15 Hasil pengukuran Power meter : (a) Tegangan, (b) Frekuensi, (c) Arus, (d) Faktor daya, dan (e) Daya aktif	31
Gambar 4. 16 Menu <i>Login</i>	32
Gambar 4. 17 Menu Utama.....	32
Gambar 4. 18 Masuk ke Lantai 1	33
Gambar 4. 19 Masuk ke Lantai 2	33
Gambar 4. 20 Menu Lantai 1	34
Gambar 4. 21 Menu Lantai 2	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Building Management System (BMS) ialah suatu sistem kendali dan pemantauan yang digunakan pada sebuah gedung. BMS bertujuan untuk mengintegrasikan semua perangkat elektronik yang terdapat pada gedung tersebut. Pengaplikasian sistem ini pada sebuah bangunan atau gedung memiliki manfaat seperti efisiensi waktu dan tenaga.

Saat ini modul kontrol BMS pada gedung-gedung industri memiliki harga yang cukup tinggi terutama pada komponen *controller* dan komponen pendukung lainnya. Oleh karena itu, untuk menekan biaya modal, maka sebuah modul kontrol untuk sistem manajemen gedung berbasis Arduino dengan protokol komunikasi modbus dapat dijadikan solusi alternatif. Arduino dipilih karena harga komponen yang relatif lebih terjangkau dan kemampuannya yang dapat menggunakan modbus untuk jaringan komunikasinya. Ethernet Shield yang memiliki harga terjangkau dipilih sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan jaringan modbus.

Dalam hal BMS atau yang serupa, sistem pengendali alat elektronik pada *smart building* menggunakan *Wi-Fi* telah dikembangkan sebagai penghubung antar perangkatnya[1]. Selain itu, telah dikembangkan juga sistem otomasi pada gedung berbasis mikrokontroler sebagai pengendali dan pemantau sistem energi[2] dan alat monitoring *energy meter* dengan menggunakan komunikasi modbus *Remote Terminal Unit* (RTU)[3].

Berdasarkan permasalahan dan kondisi yang ada hingga saat ini, dipandang perlu untuk memodifikasi dan mengembangkan sistem BMS yang menggunakan Arduino dan modbus sebagai protokol komunikasinya. Tujuannya adalah agar modul kontroler dapat terintegrasi dengan berbagai perangkat elektronik dan secara bersamaan dapat mengukur daya yang terpakai. Perancangan sistem otomasi ini

mengedepankan fleksibilitas demi kenyamanan pengguna. Proses komunikasi *one-to-many* dari *master* ke *slave* menggunakan RS485 dan mini W5500[2].

Proyek akhir ini membuat sebuah modul kontroler yang dilengkapi dengan protokol modbus agar bisa terhubung dengan *software Human Machine Interface* (HMI) untuk mengendalikan perangkat elektronik dan memantau keadaan suatu gedung. Setiap perangkat elektronik yang akan dikendalikan atau dipantau diberi *IP address* tersendiri agar dapat berkomunikasi dengan kontroler.

Proyek akhir ini berfokus pada *controlling* nyala dan mati lampu ruangan secara manual melalui HMI dan aktivasi alarm secara otomatis ketika mendeteksi asap. Pada bagian *monitoring*, proyek akhir ini hanya berfokus pada pemantauan suhu ruangan dan sistem manajemen energi pada sebuah gedung. Manajemen energi ini berbeda dari proyek akhir yang sudah ada sebelumnya. Jika pada proyek akhir sebelumnya menggunakan protokol komunikasi modbus RTU namun pada proyek akhir ini kami menggunakan protokol komunikasi modbus TCP/IP agar mencapai tingkat *real-time* yang lebih tinggi saat tingkat *transfer* data yang padat. Pada proyek akhir yang akan kami buat ini lebih menekankan kepada konsep *smart building*, sementara pada proyek akhir sebelum-sebelumnya lebih menekankan kepada konsep *smart home*. Meskipun memiliki kesamaan dalam situasi tertentu, *smart home* dan *smart building* memiliki persyaratan teknis, konektivitas jaringan, dan teknik yang berbeda.

1.2. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang *Building Management System* (BMS) berbasis Arduino dengan protokol modbus?
2. Bagaimana mendesain dan membuat tampilan *Human Machine Interface* (HMI) untuk memantau dan mengendalikan perangkat pada gedung?
3. Bagaimana cara menghubungkan HMI dengan Modul Kontrol BMS?

1.3. Batasan Masalah

Agar tidak terjadi perluasan pembahasan maka dalam proyek akhir ini dibutuhkan pembatasan masalah. Batasan masalah tersebut diantaranya :

1. Modul kontrol dapat melakukan kontrol nyala dan mati lampu secara manual.
2. Modul kontrol dapat melakukan monitoring sistem pencahayaan, monitoring suhu ruangan, monitoring data energy meter. Data hasil monitoring dapat disimpan pada komputer.
3. Apabila sensor mendeteksi asap maka *buzzer* akan aktif dan ada indikator pada HMI.

1.4. Tujuan Proyek Akhir

Adapun hal-hal yang akan menjadi tujuan penulis dalam membuat alat ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat prototype modul kontrol *Building Management System* (BMS) berbasis Arduino dengan protokol modbus.
2. Mendesain dan membuat tampilan HMI yang sesuai untuk mengendalikan dan memantau perangkat yang ada pada gedung.
3. Membuat program protokol komunikasi Modbus untuk menghubungkan kontroler dengan HMI pada jaringan BMS.

BAB II DASAR TEORI

2.1. Modbus

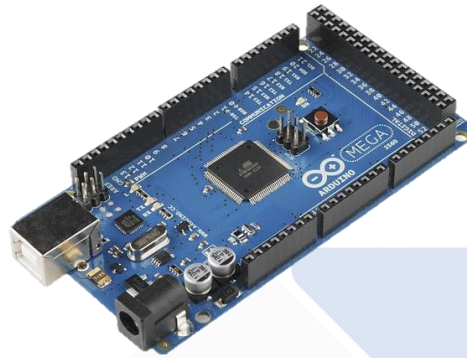
Modbus merupakan protokol universal yang digunakan oleh bermacam perangkat guna komunikasi simpel, profesional, serta efektif di berbagai jaringan *modern*. Awal mulanya diimplementasikan selaku protokol tingkat *software* yang dimaksudkan guna mentransfer informasi lewat serial, setelah itu protokol sudah diperluas guna mencakup implementasi tidak hanya serial yaitu TCP/ IP, serta *User Datagram Protocol* (UDP). Protokol Modbus menjajaki rancangan *master* serta *slave* yang mana *master* mengirimkan perintah buat *slave* serta menunggu respon. Rancangan ini memberikan kontrol penuh kepada *master* atas arus data, yang mempunyai kegunaan pada jaringan *serial older multidrop*. Apalagi TCP/IP modern membagikan kontrol penuh kepada *master* terhadap *slave*, yang membagikan keuntungan pada beberapa rancangan[4].

Modbus mengelola akses informasi secara simpel serta fleksibel. Modbus menunjang 2 jenis informasi: nilai *Boolean* serta *unsigned, 16-bit integer*. Dalam Modbus, *request* merupakan informasi dengan sebagian *layer*. Susunan awal merupakan *Application Data Unit* (ADU), yakni tipe modbus yang dipakai. Terdapat 3 ADU: ASCII, TCP/IP, dan *Remote Terminal Unit* (RTU). TCP merupakan format modern yang membolehkan buat penindakan efektif buat *request* Modbus serta respon pada *software*, dan jaringan yang lebih efektif lewat pemakaian koneksi berdedikasi serta pengidentifikasi buat tiap *request*. RTU serta ASCII merupakan format serial yang sudah tua. RTU dan ASCII memiliki perbedaan utama yakni kalau RTU memakai representasi biner *compact* sedangkan ASCII mengirimkan seluruh *request*[4].

2.2. Arduino

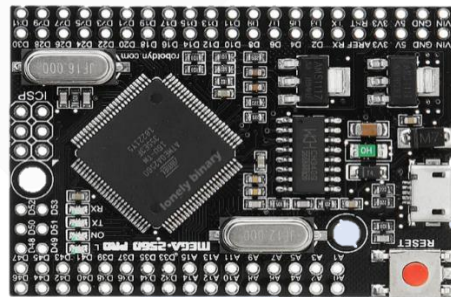
Arduino merupakan mikrokontroler yang memiliki sifat *open source*, Arduino memiliki fleksibilitas yang besar untuk *software* ataupun untuk *hardware*

supaya mempermudah dalam rancang bangun elektronik. Arduino memakai IC ATmega selaku IC program serta Arduino mempunyai bahasa pemrograman sendiri yang disebut *processing*. Bahasa pemrograman Arduino hampir sama dengan bahasa C.



Gambar 2. 1 Arduino Mega

Arduino Mega penulis gunakan untuk membuat program yang dapat mengirimkan data *energy meter* ke *server*.



Gambar 2. 2 Arduino Mega 2560 PRO Robotdyn

Arduino Mega 2560 PRO Robotdyn digunakan untuk mengendalikan perangkat antar muka I/O pada sistem yang akan dikendalikan.

2.3. Energi Meter ABB B23

ABB B23 merupakan perangkat pengukur listrik 3 fase yang dilengkapi dengan layar *backlight* untuk menampilkan data tegangan, daya aktif, arus, frekuensi, serta faktor daya. Guna mengukur besaran energi aktif digunakan perlengkapan ukur yang memiliki nama Kwh meter / energi meter. Sehingga dikala ini sistem *monitoring* telah terus menjadi maju bersamaan dengan berkembangnya teknologi. Modbus ialah komunikasi serial yang terdiri dari komunikasi RTU serta

pula TCP/IP. RTU ialah komunikasi serial yang diakses dengan lokal *address* sebaliknya TCP/IP komunikasi serial yang diakses dengan jangkauan yang luas memakai jaringan internet ataupun *wi-fi*[3].

Salah satunya pada pemakaian mikrokontroler yang terus menjadi pesat guna pengaplikasiannya dalam sistem *monitoring*. *Monitoring* tersebut bertujuan supaya bisa mengawasi seluruh kegiatan ataupun aktivitas yang terjalin pada sesuatu ruangan ataupun wilayah tertentu. Pentingnya sistem *monitoring* tenaga listrik selaku *support system* (sistem pendukung) kalau konsumsi listrik sangat butuh dikendalikan sehingga dapat memanfaatkan listrik secara efektif serta hemat[3].



Gambar 2. 3 Energi Meter ABB B23

2.4. Ethernet Shield

Ethernet Shield merupakan komponen yang dipakai guna menghubungkan Arduino Uno R3 dengan jaringan internet memakai kabel (*wired*). Komponen ini bekerja dengan metode membagikan layanan IP *address* pada Arduino serta komputer supaya bisa terhubung. Penggunaan komponen ini lumayan mudah, dengan menyambungkan antara Ethernet Shield dan Arduino setelah itu dikoneksikan ke jaringan internet[3].

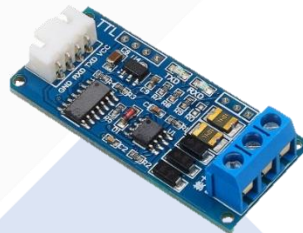


Gambar 2. 4 Ethernet Shield W5100

Ethernet Shield digunakan untuk menghubungkan *server* (komputer / PC) ke Arduino menggunakan kabel LAN.

2.5. RS485

RS-485 merupakan protokol komunikasi data serial yang tidak membutuhkan pulsa *clock*. Protokol komunikasi ini memakai metode sinyal diferensial guna mentransfer informasi biner dari perangkat ke perangkat lain. Komponen 5V MAX485 TTL ke RS485 didasarkan pada Maxim MAX485 IC. [3]



Gambar 2. 5 RS485

RS485 digunakan untuk komunikasi data antar Arduino dengan *Power Meter*.

2.6. Mini W5500

Mini W5500 merupakan komponen yang dipakai guna menghubungkan Arduino dengan jaringan internet memakai kabel. Komponen ini bekerja dengan metode membagikan layanan IP *address* pada Arduino serta komputer supaya bisa terhubung. Penggunaan komponen ini cukup mudah, hanya menghubungkan antara Mini W5500 dan board Arduino setelah itu dikoneksikan ke jaringan internet.



Gambar 2. 6 Mini W5500

2.7. Energi Listrik

Sumber listrik AC adalah sumber tenaga listrik yang memiliki arus bolak-balik yang didapatkan dari generator. Energi listrik didefinisikan selaku laju hantaran tenaga listrik yang terdapat di rangkaian listrik.[3]

2.7.1. Tegangan

Keluaran tegangan listrik merupakan perlengkapan yang bisa menghasilkan perbandingan potensial listrik secara berkesinambungan. Perbandingan potensial listrik dapat diukur dalam satuan volt (V). Berikut rumus perhitungan tegangan.[7]

$$V = W/Q \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

- V = Beda potensial listrik dalam volt (V)
- W = Energi listrik dalam joule (J)
- Q = Muatan listrik dalam coulomb (C)

2.7.2. Arus Listrik

Arus listrik merupakan pergerakan elektron yang mengalir melewati suatu titik pada suatu sirkuit listrik persatuan waktu yang mengakibatkan adanya besaran muatan listrik. Arus listrik (I) yang melewati konduktor didefinisikan menjadi besaran muatan listrik (Q) yang keluar per satuan waktu (t). adapun perhitungan matematisnya bisa dituliskan selaku berikut.[7]

$$I = Q/t \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

- I = Arus Listrik (A)
- Q = Muatan Listrik (C)
- t = Selang waktu

2.7.3. Frekuensi

Frekuensi listrik merupakan jumlah gelombang listrik dalam satu detik. Frekuensi listrik ialah suatu kriteria gelombang yang bisa pengaruhi kinerja pada sistem tenaga listrik. Pergantian nilai frekuensi listrik untuk sebagian piranti bisa mempengaruhi besar.

2.7.4. Faktor Daya

Power Factor menggambarkan suatu sudut phasa energi aktif dengan energi semu yang ada pada segitiga energi. *Power factor* pula ialah besar nilai yang didapat pada hasil perbandingan antara nilai energi aktif dengan nilai energi semu yang terdapat dalam suatu rangkaian listrik. Sistem tenaga listrik mempunyai 3 jenis *power factor*, yaitu:[7]

- A. *Power factor* bernilai satu (*unity*): kondisi dikala nilai $\cos\theta$ merupakan bernilai satu serta tegangan sumber sephasa dengan arus ke beban. *Power factor unity* hendak terjalin apabila tipe beban merupakan resistif murni.
- B. *Power factor* mendahului (*leading*): kondisi aspek energi dikala mempunyai keadaan beban listrik yang beban yang memiliki sifat kapasitif.
- C. *Power factor* terbelakang (*lagging*): kondisi aspek energi dikala mempunyai keadaan beban atau perlengkapan listrik membutuhkan energi reaktif dari sistem ataupun beban yang memiliki sifat induktif.

2.7.5. Daya Aktif

Daya aktif merupakan daya yang sebenarnya dibutuhkan oleh beban. Daya aktif mempunyai satuan *watt* atau *joule/detik*. Daya aktif diperoleh menggunakan rumus berikut. [3]

$$P = V.I. \cos\varphi \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

P = Daya

V = Tegangan

I = Arus

$\cos\varphi$ = Faktor Daya

2.8. Power Supply

Power supply merupakan suatu *hardware* yang memiliki fungsi sebagai penyalur energi listrik dengan lebih dahulu mengubah tegangan AC menjadi DC. Tegangan AC dari arus listrik PLN bersifat AC, ketika dimasukkan ke *power supply* maka akan diubah Menjadi DC. Tagangan DC keluaran dari *power supply* dialirkan ke komponen yang memerlukan energi. [4]



Gambar 2. 7 *Power Supply*

Power supply yang digunakan memiliki arus sebesar 2 Ampere dengan 2 buah tegangan yaitu 12 Vdc dan 5 Vdc.

2.9. Relay

Relay ialah sesuatu piranti yang memiliki sistem elektromagnetik guna menggerakkan suatu saklar elektronis memakai tenaga listrik selaku sumber energinya. Relay hendak aktif serta nonaktif ketika dampak induksi magnet memiliki induktor yang dialiri listrik.



Gambar 2. 8 Relay

2.10. Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 adalah sensor yang bisa mengetahui sebagian tipe gas yang gampang terbakar semacam metana, butana, LPG, alkohol, hidrogen, propana dan bisa mengetahui PPM asap karbon.[6]



Gambar 2. 9 Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 digunakan sebagai pendeteksi asap pada sebuah ruangan. apabila sensor ini mendeteksi asap maka akan mengaktifkan *buzzer* dan ada indikator pada HMI.

2.11. Sensor DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang memiliki prinsip kerja dengan merubah nilai besaran panas yang terbaca menjadi nilai besaran tegangan. Sensor DS18B20 memiliki nilai keluaran tegangan yang mana nilai tersebut akan diproses menjadi keluaran yang berbentuk informasi digital berupa informasi suhu dalam satuan celcius. [5]



Gambar 2. 10 Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 digunakan untuk mendeteksi nilai suhu pada suatu ruangan, nilai tersebut akan ditampilkan pada HMI.

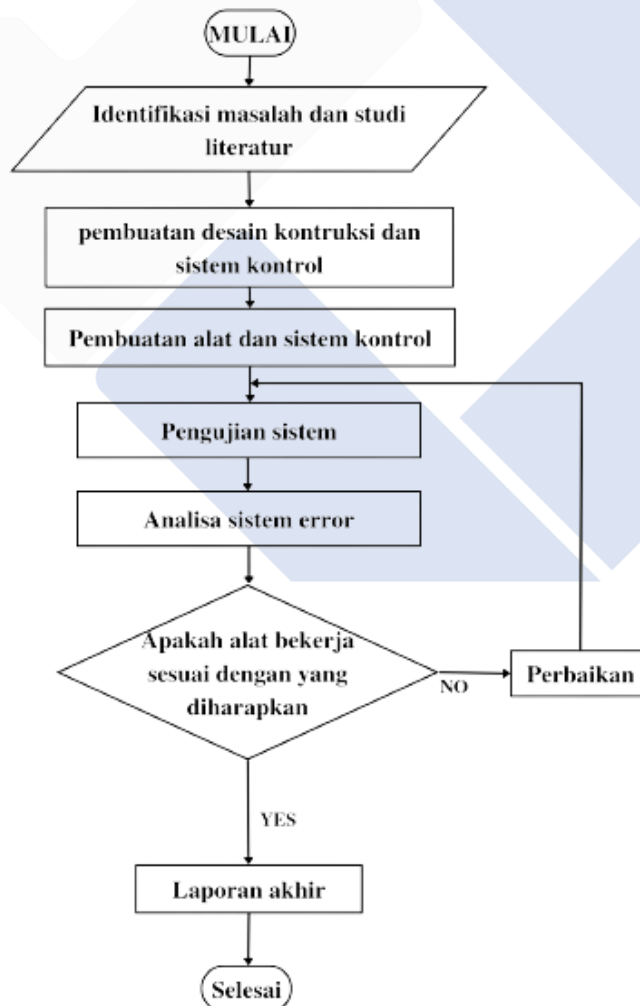
BAB III

METODE PELAKSANAAN

Dalam proses pembuatan proyek akhir ini dilakukan dengan beberapa metode penelitian yang bertujuan untuk memudahkan dalam penyelesaian proyek akhir. Adapun metode penelitian yang diterapkan dalam pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

3.1. Tahapan Penelitian

Proses pembuatan proyek akhir dari mulai sampai selesainya proyek akhir dijelaskan pada *flowchart* pembuatan proyek akhir. *Flowchart* pembuatan proyek ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3. 1 *Flowchart* Tahapan Penelitian

Gambar 3.1 merupakan *flowchart* pembuatan proyek akhir yang menjelaskan alur proses pengerjaan dari proyek akhir ini. Hal yang pertama dilakukan yaitu mengidentifikasi masalah dan studi literatur. Kegiatan yang dilakukan pada bagian ini ialah mencari materi dengan membaca buku ataupun jurnal yang berkaitan dengan judul proyek akhir yang penulis ajukan.

Perancangan desain kontruksi dan sistem kontrol, pada tahapan ini penulis membuat desain modul kontroler yang akan digunakan dalam proyek akhir ini dengan menggunakan *software* Eagle, dan desain kontruksi menggunakan *software* fusion 365. Setelah desain alat selesai maka tahapan selanjutnya adalah pembuatan *hardware* sesuai dengan spesifikasi proyek akhir yang akan dibuat. Setelah proses ini diselesaikan, tahapan selanjutnya adalah uji coba *hardware* apakah sudah berjalan dengan baik atau belum, jika belum berjalan dengan baik maka dilakukan perbaikan hingga *hardware* berkeja dengan baik sesuai spesifikasi proyek akhir yang dikehendaki.

Proses yang terakhir adalah pembuatan laporan. Pembuatan laporan ini bertujuan untuk merangkum semua kegiatan yang dilakukan selama proses pembuatan proyek akhir. Isi dari laporan ini seperti latar belakang, tujuan, rumusan masalah, dan lain-lain.

3.2. Gambaran Umum

Building Management System (BMS) Berbasis Arduino dengan Protokol Komunikasi Modbus ini berbentuk sebuah miniatur gedung yang berukuran 80 cm x 80 cm x 80 cm dan *box* panel untuk meletakkan peralatan kontrol dari sistem yang penulis buat. Miniatur yang dibuat terdiri dari 2 lantai dengan masing-masing lantai memiliki 3 ruangan yang mana tiap ruangan berisi 1 buah lampu jadi, total lampu yang digunakan adalah sebanyak 6 buah. Pada ruangan tengah tiap lantai juga ditambahkan sebuah sensor asap, sensor suhu, dan *buzzer*.

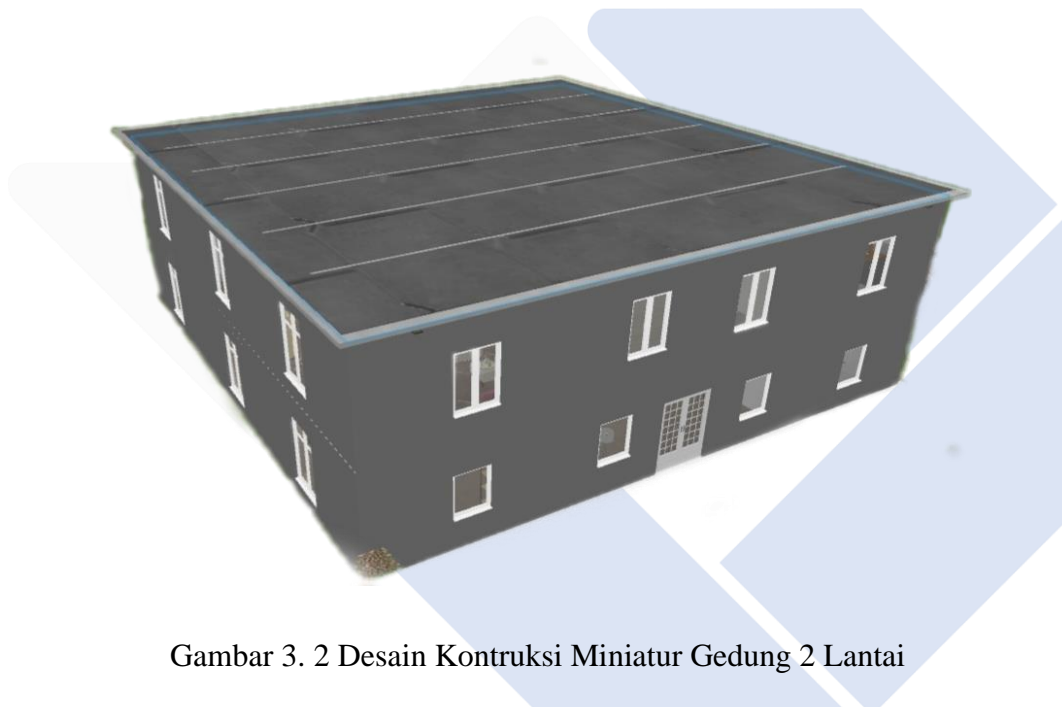
Di dalam *box* panel terdapat modul kontroler untuk 6 buah lampu, 2 buah *buzzer* dan 2 buah sensor asap, serta Arduino Mega lainnya yang berfungsi sebagai pembaca dari sebuah alat ukur yang bisa mengukur besaran-besaran listrik yang

terintegrasi dari beberapa komponen alat ukur menjadi satu kesatuan dan juga sebagai pembaca nilai 2 buah sensor suhu yang terdapat didalam miniatur gedung.

Pada proyek akhir ini juga dibuat sebuah *Human Machine Interface* (HMI) sebagai media kontrol dan *monitoring* sistem yang ada pada miniatur gedung yang dibuat. HMI terhubung dengan dua mikrokontroler yang ada pada *box* panel dengan menggunakan protokol komunikasi modbus TCP/IP.

3.3. Rancangan Kontruksi

Berikut ini adalah desain kontruksi miniatur gedung yang akan penulis buat.

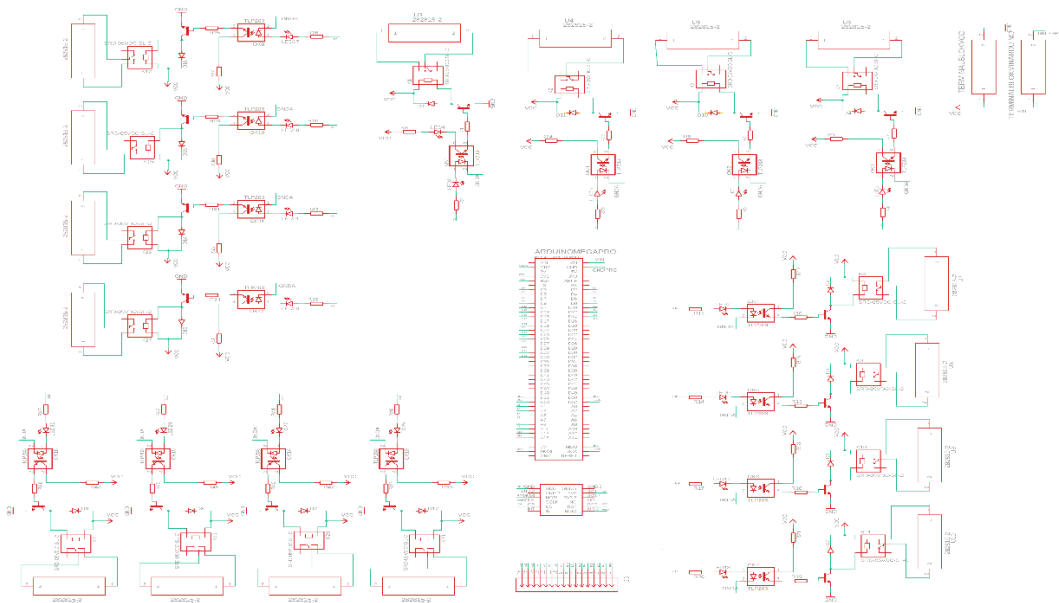


Gambar 3. 2 Desain Kontruksi Miniatur Gedung 2 Lantai

Alat ini dirancang seperti gambar diatas terdiri atas dua lantai, pada setiap lantai memiliki 3 ruangan. Dengan ukuran miniatur 80cm x 80cm x 80cm. Sedangkan untuk *box* panel sistem diletakan dibagian belakang miniatur gedung.

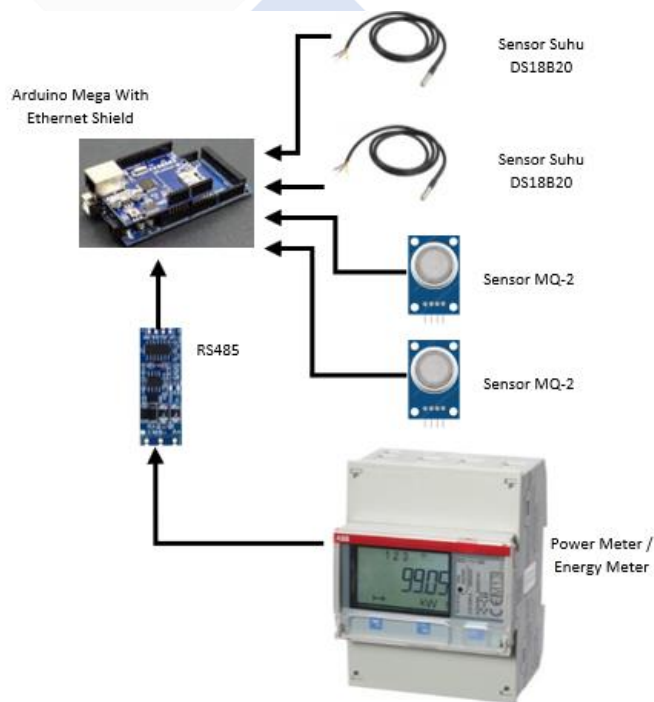
3.4. Rancangan *Hardware*

Berikut ini adalah gambar rancangan *hardware* dari proyek akhir yang akan dibuat oleh penulis.



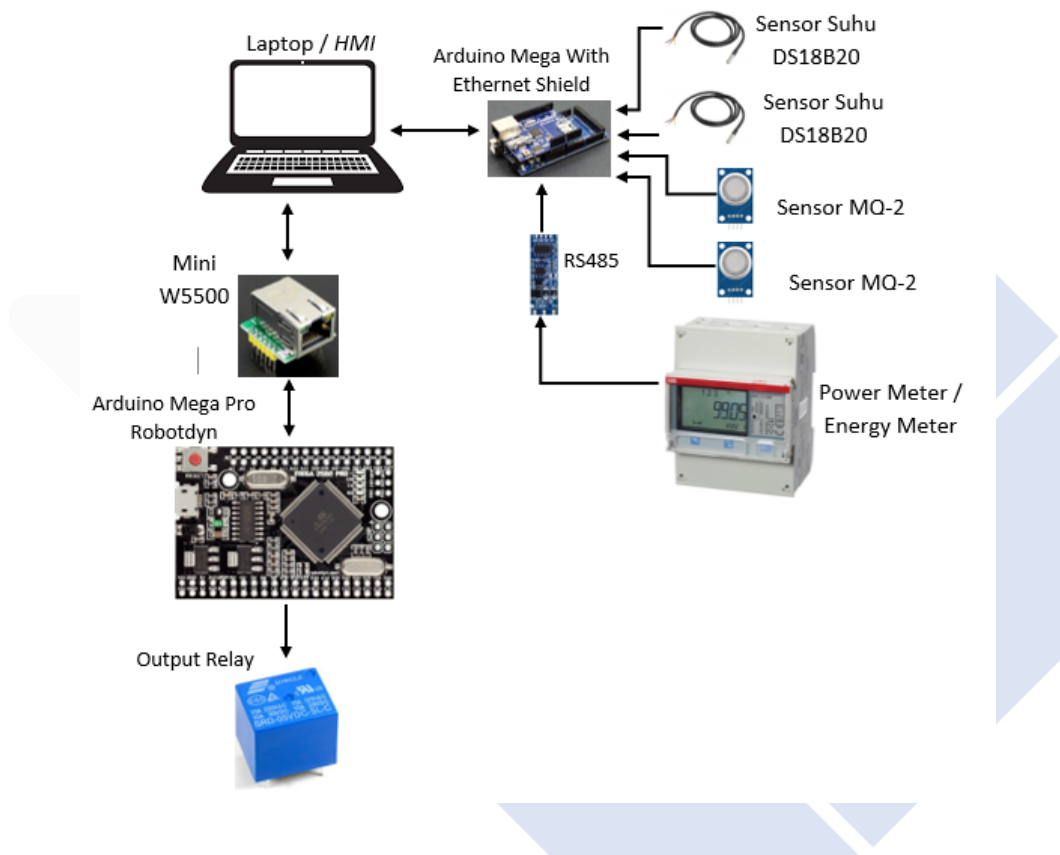
Gambar 3. 3 Rancangan Skematik Modul Kontroler

Gambar 3.3 diatas merupakan rancangan Modul kontroler yang berfungsi untuk mengontrol lampu dan *buzzer*. Komponen yang ada pada modul ini adalah Arduino Mega Pro Robotdyn, Relay, Ethernet W5500, dan komponen lainnya.



Gambar 3. 4 Rancangan Sistem *Monitoring* Suhu, MQ-2, dan *Power Meter*

Gambar 3.4 diatas merupakan rancang sistem *monitoring* yang berfungsi untuk memantau energi listrik yang digunakan pada miniatur gedung yang akan dibuat oleh penulis, dan juga untuk memantau suhu pada ruangan yang telah ditentukan oleh penulis. Komponen yang dipakai pada gambar 3.4 ini adalah Arduino Mega, Ethernet Shield, Sensor Suhu DS18B20, RS485, sensor asap (MQ-2), dan *Power Meter* ABB.



Gambar 3. 5 Rancangan *Hardware*

Rancangan modul kontroler yang berperan buat mengendalikan lampu, serta buzzer. Komponen yang terdapat pada modul ini merupakan Arduino Mega Pro Robotdyn, Ethernet W5500, Relay, serta komponen yang lain. Arduino Mega 2560 berperan buat memantau tenaga listrik yang digunakan pada miniatur gedung, serta memantau temperatur pada ruangan. Komponen yang dipakai pada Bagian 2 ini merupakan Arduino Mega, Ethernet Shield, RS485, sensor asap (MQ-2) , Sensor Temperatur DS18B20, serta *Power Meter* ABB.

3.5. Rancangan Desain Human Machine Interface (HMI)

Human machine interface (HMI) dirancang menggunakan *software* dari Schneider yang bernama WorkStation Building Operation. HMI yang telah dibuat dapat dibuka menggunakan *web browser* pada laptop. Berikut ini tampilan HMI yang dibuat.

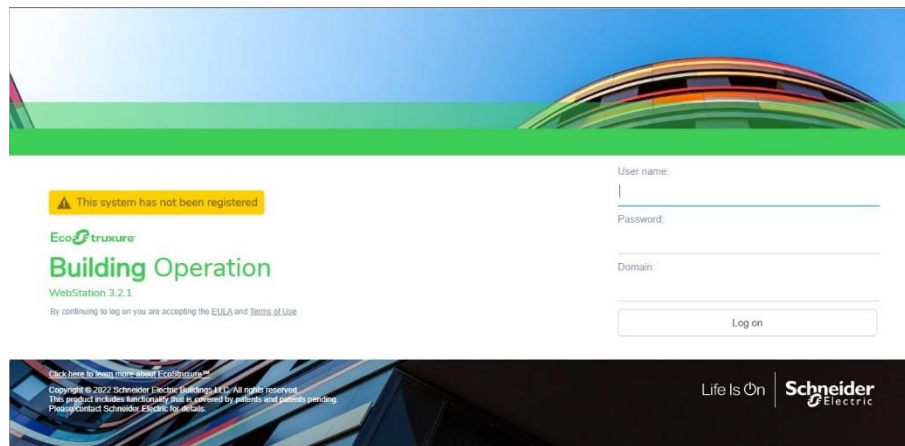


Gambar 3. 6 Tampilan Utama HMI

Tampilan HMI diatas terdapat miniatur gedung 2 lantai. Untuk beralih ke menu pada lantai 1 atau 2 bisa mengarahkan kursor *mouse* pada miniatur lalu klik kiri pada *mouse* maka akan diarahkan ke tampilan menu lantai 1 atau 2 sesuai arah kursor yang diinginkan. Pada menu utama juga terdapat hasil pembacaan *energy meter* atau *power meter*, seperti tegangan, frekuensi, arus, *power factor*, dan daya aktif.

3.5.1. Menu Login HMI

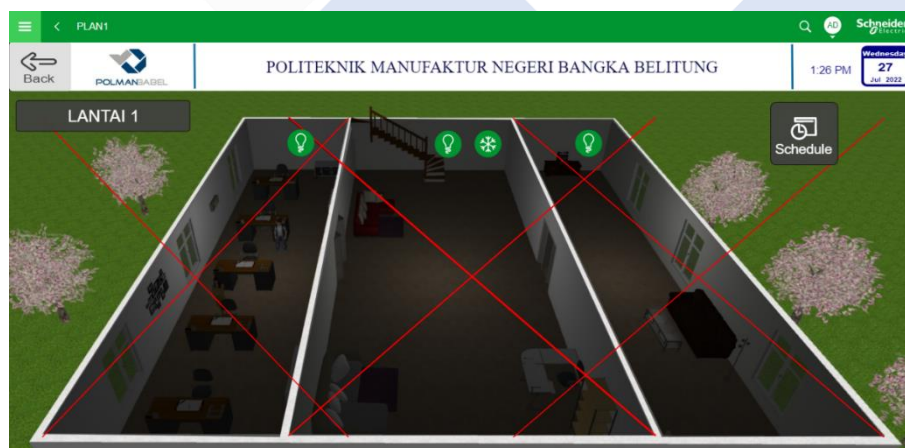
Menu *login* digunakan untuk masuk kedalam menu utama HMI. Menu ini berfungsi sebagai sistem keamanan untuk pengguna agar tidak sembarang orang yang bisa masuk kedalam sistem HMI. Proses *login* membutuhkan *username* dan *password*. Berikut tampilan menu *login* pada HMI ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Tampilan Menu Login

3.5.2. Menu pada Lantai 1

Pada tampilan menu lantai 1 ini, memiliki 3 tampilan ruangan yang mana pada tiap ruangan terdapat tombol untuk menghidup dan mematikan lampu yang ada pada miniatur, serta terdapat pada ruangan tengah ada sebuah tombol yang berfungsi untuk melihat hasil pembacaan sensor suhu yang ada pada miniatur. Pada menu ini juga terdapat sebuah tombol kembali yang berguna untuk kembali ke tampilan utama HMI. Berikut ini gambar tampilan menu pada lantai 1 yang ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Tampilan Menu pada Lantai 1

3.5.3. Menu pada Lantai 2

Pada tampilan menu lantai 2 ini, memiliki 3 tampilan ruangan yang mana pada tiap ruangan terdapat tombol untuk menghidup dan mematikan lampu yang ada pada miniatur, serta terdapat pada ruangan tengah ada sebuah tombol yang

berfungsi untuk melihat hasil pembacaan sensor suhu yang ada pada miniatur. Pada menu ini juga terdapat sebuah tombol kembali yang berguna untuk kembali ke tampilan utama HMI. Berikut ini gambar tampilan menu pada lantai 2.



Gambar 3. 9 Tampilan Menu pada Lantai 2

3.6. Rancangan Software

Proyek akhir ini bekerja seperti pada *flowchart software* berikut.



Gambar 3. 10 *Flowchart Software*

Gambar 3. 10 merupakan *flowchart* sistem kerja dari alat, yang berfungsi sebagai acuan dalam pembuatan proyek akhir ini. Pada saat awal, perangkat harus terhubung dengan HMI. Jika HMI sudah terhubung dengan perangkat kontroler maka HMI dapat menerima data dari perangkat dan HMI dapat mengirim data ke perangkat.



BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Perakitan Kontruksi

Kontruksi untuk proyek akhir ini dibuat dengan menggunakan bahan multiplek dengan ketebalan 8 mm dan 12 mm, selain menggunakan multiplek penulis juga menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan 2 mm untuk dipasangkan pada bagian depan kontruksi nantinya. Kontruksi ini dibuat sesuai dengan rancangan yang telah penulis kemukakan pada bab 3 diatas. Kontruksi yang dibuat berupa miniatur gedung dengan ukuran 80 cm x 80 cm x 80 cm yang terdiri dari 3 lantai dengan setiap lantai memiliki 3 ruangan. Berikut gambar proses pembuatan kontruksi miniatur gedung.



Gambar 4. 1 Proses Pembuatan Miniatur Gedung

Setelah menyelesaikan kontruksi miniatur gedung penulis melakukan pemasangan instalasi listrik yang diperuntukan untuk memasang lampu pada setiap ruangan, dan penulis juga melakukan pemasangan sensor suhu, sensor asap, dan *buzzer* pada salah satu ruang yang ada pada setiap lantai miniatur gedung. Berikut gambar proses pemasangan instalasi listrik, sensor suhu, sensor asap, dan juga pemasangan *buzzer*.



(a)

(b)

Gambar 4. 2 Proses Instalasi (a) Sensor Suhu, Sensor Asap, *Buzzer* dan (b) Fitting Lampu

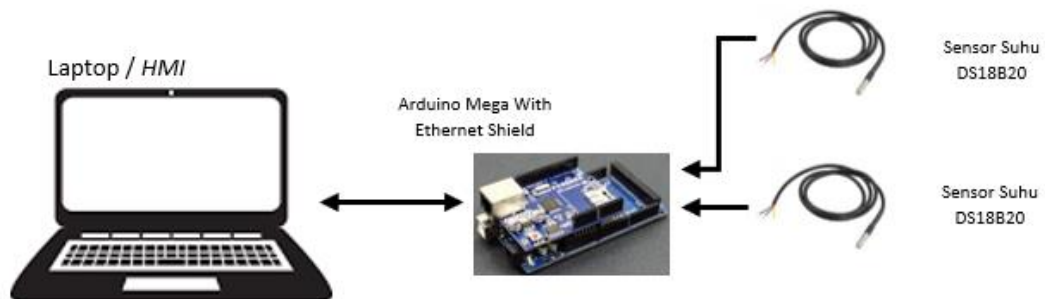
Kemudian penulis melakukan pemasangan komponen-komponen dan melakukan pengkabelan kedalam *box* panel yang berukuran 40 x 30 x 18 . Berikut ini gambar proses pemasangan komponennya.



Gambar 4. 3 Proses Pemasangan Komponen-Komponen

4.2. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu bertujuan untuk mengetahui tingkat keakurasian dari sensor suhu jika diberikan *input* berupa hawa panas. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan sensor suhu DS18B20 ke Arduino Mega yang kemudian data yang diterima oleh Arduino dikirimkan kepada HMI sebagai *monitoring* sensor suhu. Pengujian dilakukan kepada sensor suhu lantai 1, sensor suhu lantai 2, dan sebagai hasil pembacaan sensor tersebut penulis menggunakan alat ukur suhu Termometer sebagai pembandingnya.



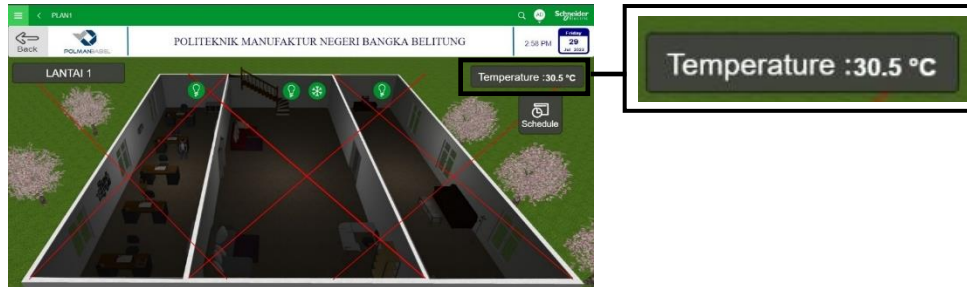
Gambar 4. 4 Diagram Pengujian Sensor Suhu

Untuk pengujian sensor suhu ini penulis menggunakan air panas sebagai pemberi hawa panas pada ruangan miniatur gedung yang penulis buat. Ilustrasi pengujian ini bisa dilihat pada gambar 4. 5 berikut.



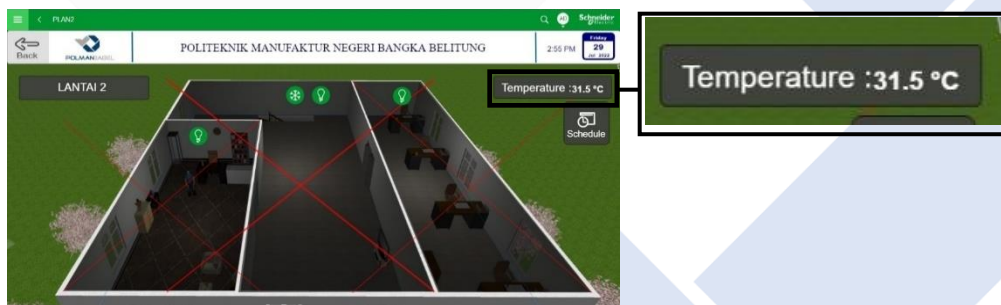
Gambar 4. 5 Pengujian Sensor Suhu

Untuk tampilan hasil pembacaan sensor suhu pada HMI bisa dilihat pada gambar 4. 6 dan 4. 7 berikut.



Gambar 4. 6 Tampilan Suhu Lantai 1

Pada gambar 4. 6 merupakan tampilan nilai suhu pada HMI yang dibaca sensor suhu DS18B20 di lantai 1 pada miniatur gedung. Tampilan nilai suhu pada submenu lantai 1 ini terdapat pada pojok kanan atas tampilan submenu.



Gambar 4. 7 Tampilan Suhu Lantai 2

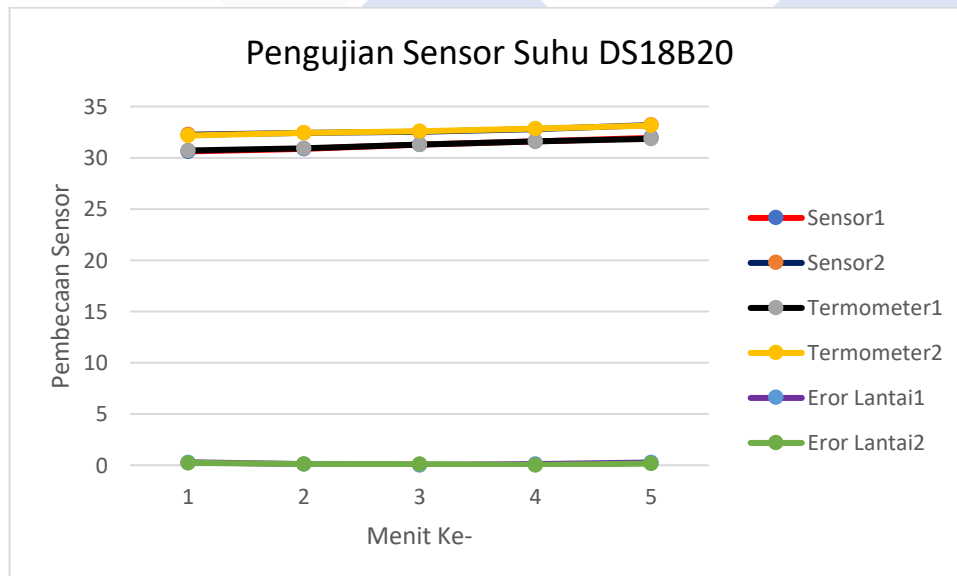
Pada gambar 4. 7 merupakan tampilan nilai suhu pada HMI yang dibaca sensor suhu DS18B20 di lantai 2 pada miniatur gedung. Tampilan nilai suhu pada submenu lantai 2 ini terdapat pada pojok kanan atas tampilan submenu.

Untuk hasil pengujian sensor DS18B20 bisa dilihat pada tabel 4. 1 dibawah ini.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Suhu

Menit ke-	Sensor		<i>Error</i>	Sensor		<i>Error</i>
	DS18B20 (lantai 1)	Termometer	(%) Lantai 1	DS18B20 (lantai 2)	Termometer	(%) Lantai 2
1	30.62	30.71	0.29	32.25	32.17	0.24
2	30.87	30.90	0.10	32.44	32.41	0.09
3	31.31	31.30	0.03	32.56	32.60	0.12
4	31.62	31.59	0.09	32.82	32.83	0.03
5	31.94	31.85	0.28	33.19	33.14	0.15
Rata-rata <i>Error</i> (%)			0.16	0.13		

Berikut ini grafik dari hasil pengujian sensor DS18B20.

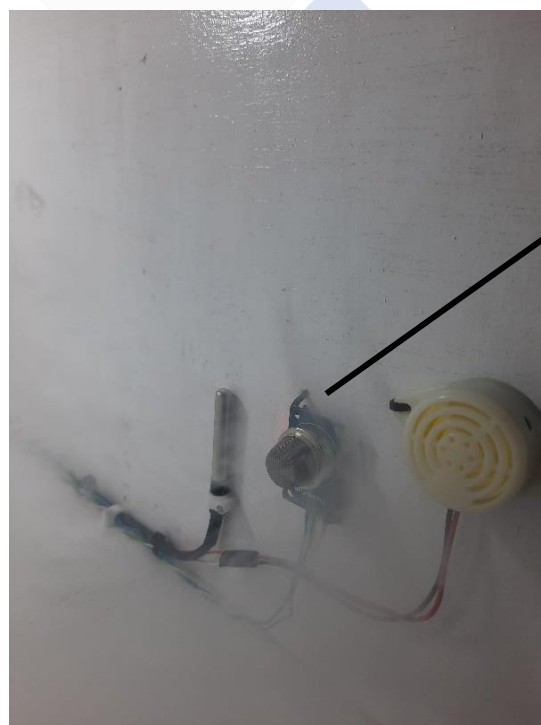


Gambar 4. 8 Grafik Sensor Suhu Lantai 1

Dari tabel pengujian 2 buah sensor DS18B20 dan Termometer diatas dapat diketahui bahwa tingkat rata-rata *error* dari sensor tersebut adalah sebesar 0.16% dan 0.13%. Berdasarkan rata-rata *error* tersebut dapat penulis simpulkan bahwa sensor DS18B20 ini mempunyai kemampuan mendeteksi suhu yang sangat baik sehingga cocok untuk digunakan pada proyek akhir ini.

4.3. Pengujian Sensor Asap

Pengujian sensor asap MQ-2 dilakukan dengan cara memberikan *input* berupa asap dari obat nyamuk. Dua buah sensor ini diletakan pada ruangan lantai 1 dan 2 pada miniatur yang telah dibuat. Penulis melakukan pengujian ini pada malam hari dengan ambang batas dari sensor 1 adalah sebesar 298 ppm, dan ambang batas sensor 2 sebesar 328 ppm, jika sensor mendeteksi lebih dari ambang batas yang telah ditentukan maka keluaran berupa *buzzer* akan berbunyi dan sinyal pada HMI juga akan muncul. Nilai ambang batas pada tiap sensor ini bisa berubah-ubah tergantung dari kondisi disekitarnya, karena penulis melakukan pengujian pada malam hari maka ambang batas sensor seperti yang dijelaskan diatas.



Sensor MQ-2 saat di uji dengan asap

Gambar 4. 9 Pengujian Sensor MQ-2

Untuk tampilan pada HMI jika asap terdeteksi terdapat pada gambar 4. 10 dan 4. 11 berikut ini.



Gambar 4. 10 Tampilan pada Menu *Home*

Dapat dilihat gambar 4. 10 pada menu *home* terlihat indikator berwarna merah pada *layout* gedung lantai 2. Indikator ini muncul dikarenakan sensor MQ-2 yang ada pada miniatur gedung lantai 2 ruangan tengah mendeteksi asap.



Gambar 4. 11 Tampilan pada Submenu Lantai 2

Dapat dilihat gambar 4. 11 pada submenu lantai 2 terlihat indikator berwarna merah pada *layout* ruangan tengah. Indikator ini muncul dikarenakan sensor MQ-2 yang ada pada miniatur gedung lantai 2 ruangan tengah mendeteksi asap.

Berikut ini tabel hasil pengujian kadar asap dengan media asap yang diukur bersumber dari vape, kertas yang dibakar, dan obat nyamuk.

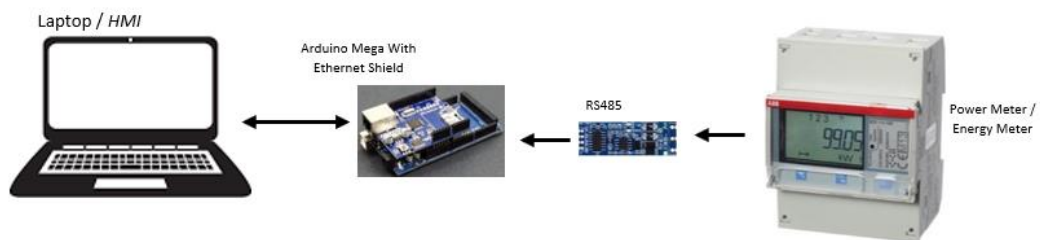
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor Asap

No	Sumber Asap	Kadar Asap yang Terbaca (ppm)	
		Sensor 1	Sensor 2
1	Vape	318	345
2	Kertas yang dibakar	346	371
3	Obat nyamuk bakar	383	419

Dari hasil pengujian pada tabel diatas jika dibandingkan dengan ambang batas yang telah penulis jelaskan diatas. Kadar asap yang paling tinggi adalah sumber asap dari obat nyamuk, yang kedua asap hasil pembakaran kertas, dan paling rendah kadarnya yaitu asap dari vape.

4.4. Pengujian *Power Meter / Energy Meter*

Untuk pengujian power meter ini beban yang dipakai adalah yang ada pada miniatur gedung yakni 6 buah lampu dan 1 buah *power supply*. Diagram pengujian *power meter* ini bisa dilihat pada gambar 4. 12 berikut.



Gambar 4. 12 Diagram Pengujian *Power Meter*

Power meter mengirimkan data melalui RS485 menuju ke Arduino, data yang diterima Arduino akan pada HMI bisa dilihat pada gambar 4. 12 berikut.



Gambar 4. 13 Tampilan *Power Meter / Energy Meter* pada *HMI*

Dapat dilihat pada gambar 4. 13 diatas untuk hasil pembacaan *power meter* berada pada sebelah kiri menu utama. Pada *HMI* tersebut ditampilkan hasil pembacaan *power meter* berupa tegangan, frekuensi, arus, faktor daya, daya aktif, dan estimasi biaya / jam.

Untuk melihat perbandingan antara nilai Daya Aktif yang dilihat pada power meter dengan hasil perhitungan secara manual dengan rumus Daya Aktif dapat dilihat pada tabel 4. 3 berikut ini.

Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Monitoring Power Meter dengan Perhitungan

Menit Ke-	Hasil Uji					Perhitungan P	Error (%)
	Volt	Power Meter Freq	Arus	Cos ϕ	P		
1	229.7	49.94	0.47	0.22	23.6	23.7	0.42
2	230.4	49.94	0.47	0.22	23.1	23.8	2.94
3	230.4	49.93	0.47	0.22	23.7	23.8	0.42
4	230.3	49.93	0.47	0.22	23.6	23.8	0.84
5	230.6	49.91	0.46	0.22	23.9	23.3	2.57
6	232.5	49.95	0.16	0.33	12.6	12.3	2.43
7	232.2	49.93	0.17	0.33	12.2	13	6.15
8	231.9	49.92	0.17	0.33	12.8	13	1.53
9	232.2	49.92	0.17	0.31	12.1	12.2	0.81

10	232.1	49.93	0.17	0.33	12.0	13	7.69
Rata-rata <i>Error</i> (%)							2.58

Keterangan :

- Volt = Tegangan (V)
- Freq = Frekuensi (Hz)
- Arus (A)
- $\text{Cos}\phi = \text{Power Factor} / \text{Faktor Daya}$
- P = Daya Aktif (Watt)

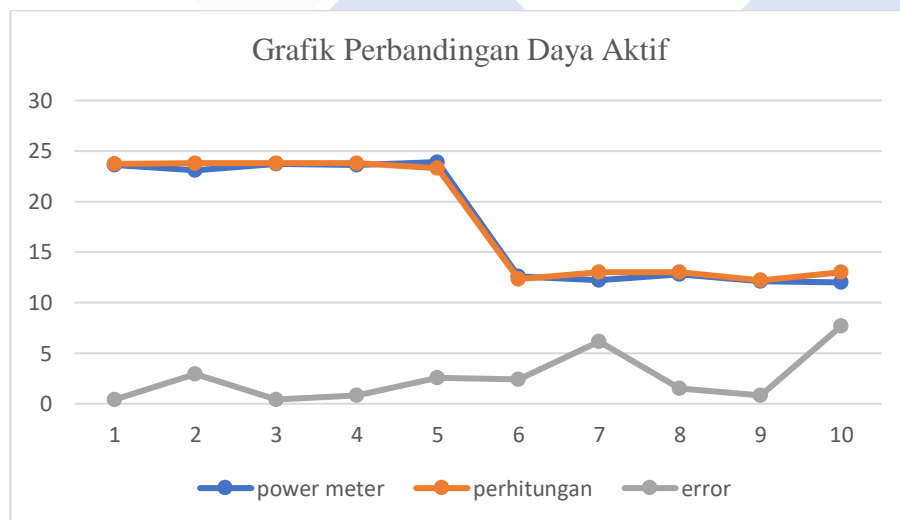
Untuk pembuktian nilai daya, penulis melakukan perhitungan seperti yang ada dibawah ini :

$$P = V \cdot I \cdot \text{cos}\phi$$

$$P = 229.7 \times 0.47 \times 0.22$$

$$P = 23.7 \text{ Watt}$$

Berikut ini gambar grafik perbandingan antara hasil *monitoring power meter* dengan hasil perhitungan manual.



Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Daya Aktif

Data tabel 4. 3 diambil selama 10 menit dengan cara melihat hasil pada HMI dan pada *power meter* setiap 1 menit sekali. Pada 5 menit awal beban 6 buah lampu pada miniatur gedung dihidupkan semua dan pada 5 menit terakhir hanya 2 buah lampu yang menyala sehingga didapatkan hasil *monitoring* seperti pada tabel 4. 3 diatas. Pada tabel diatas bisa dilihat untuk perbandingan daya aktif yang terukur pada *power meter* dengan hasil perhitungan manual memiliki tingkat *error* rata-rata sebesar 2.58%. Sehingga bisa disimpulkan bahwa *power meter* ini memiliki tingkat keakuratan yang sangat tinggi yaitu sebesar 97,42%. Untuk gambaran hasil *monitoring power meter* terdapat pada gambar-gambar dibawah ini.



(a)



(b)



(c)



(d)



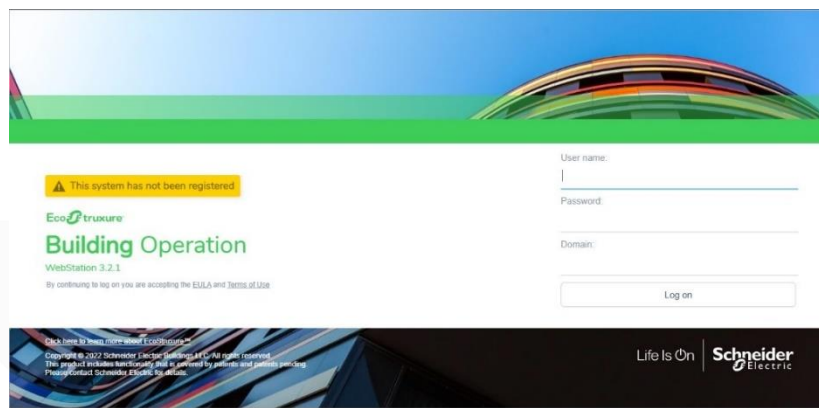
(e)

Gambar 4. 15 Hasil pengukuran Power meter : (a) Tegangan, (b) Frekuensi, (c) Arus, (d) Faktor daya, dan (e) Daya aktif

4.5. Pengujian Keseluruhan Alat

Berikut ini merupakan tahapan-tahapan penggunaan alat :

1. Sambungkan *hardware* ke sumber listrik
2. Hubungkan *hardware* kontrol dan *monitoring* yang terdapat pada *box* panel ke *router* menggunakan kabel *ethernet*
3. Hubungkan *wi-fi* yang dipancarkan *router* ke laptop
4. Buka *browser* lalu ketikkan *localhost* dan akan tampilan menu *login* seperti pada gambar 4. 16 berikut



Gambar 4. 16 Menu *Login*

5. *Login* menggunakan *username* dan *password* yang telah dibuat, jika *login* berhasil maka akan masuk ke menu utama seperti pada gambar berikut



Gambar 4. 17 Menu Utama

Pada menu utama ini terdapat tampilan gedung berlantai 2 dan juga ada tampilan *power meter* / *energy meter* pada sebelah kiri menu

6. Untuk masuk ke menu pada lantai 1 ataupun lantai 2 bisa menekan pada bagian gedung yang berwarna hijau seperti pada gambar 4. 18 dan 4. 19 berikut

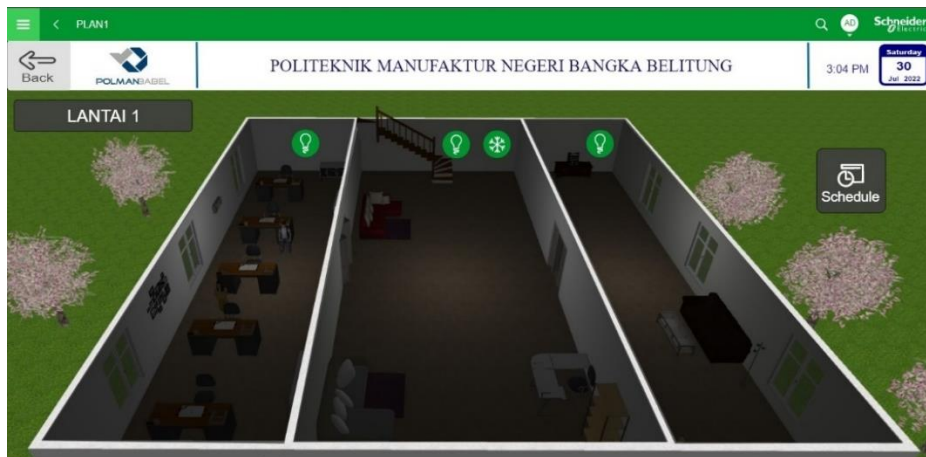


Gambar 4. 18 Masuk ke Lantai 1



Gambar 4. 19 Masuk ke Lantai 2

7. Setelah menekan pada bagian hijau seperti pada gambar 4. 18 dan 4. 19 diatas maka akan muncul menu seperti gambar 4. 20 dan 4. 21 berikut






Gambar 4. 20 Menu Lantai 1





Gambar 4. 21 Menu Lantai 2

Berikut ini tabel penjelasan fungsi tombol yang ada pada menu diatas.

Tabel 4. 4 Fungsi Tombol pada Menu

No	Gambar Tombol	Fungsi
1		Untuk masuk ke submenu kontrol lampu
2		Untuk mengontrol hidup mati lampu pada miniatur gedung. Submenu ini muncul setelah mengklik tombol 1 diatas
3		Untuk menampilkan suhu pada ruangan

4		Untuk menghidupkan atau mematikan lampu menggunakan jadwal
5		Untuk kembali ke menu sebelumnya

8. Setelah memahami semua fungsi tombol diatas, langsung bisa melakukan kontrol dan *monitoring* alat yang penulis buat.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada proyek akhir ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Modul kontrol yang telah dibuat berfungsi dengan baik, dengan waktu jeda pengiriman data rata-rata 2.5 detik. Jeda pengiriman data disebabkan karena penggunaan Router sebagai media transmisi antara modul kontrol dengan komputer. Pemrosesan data yang masuk ke Router memiliki dampak pada *latency*.
2. Data daya aktif, tegangan, arus, *power factor*, dan frekuensi dapat ditampilkan pada HMI dan dapat disimpan pada *excel*. Setelah dilakukan perbandingan antara nilai daya aktif pada power meter dengan nilai daya aktif secara perhitungan diperoleh nilai rata-rata *error* yaitu 2.58%.
3. Data sensor suhu pada lantai 1 dan 2 dapat ditampilkan pada HMI dan disimpan pada *excel*. Setelah dilakukan pengujian pada sensor DS18B20, didapatkan bahwa nilai *error* pada sensor suhu lantai 1 dengan persentase 0.16% dan pada sensor suhu lantai 2 dengan persentase 0.13%.

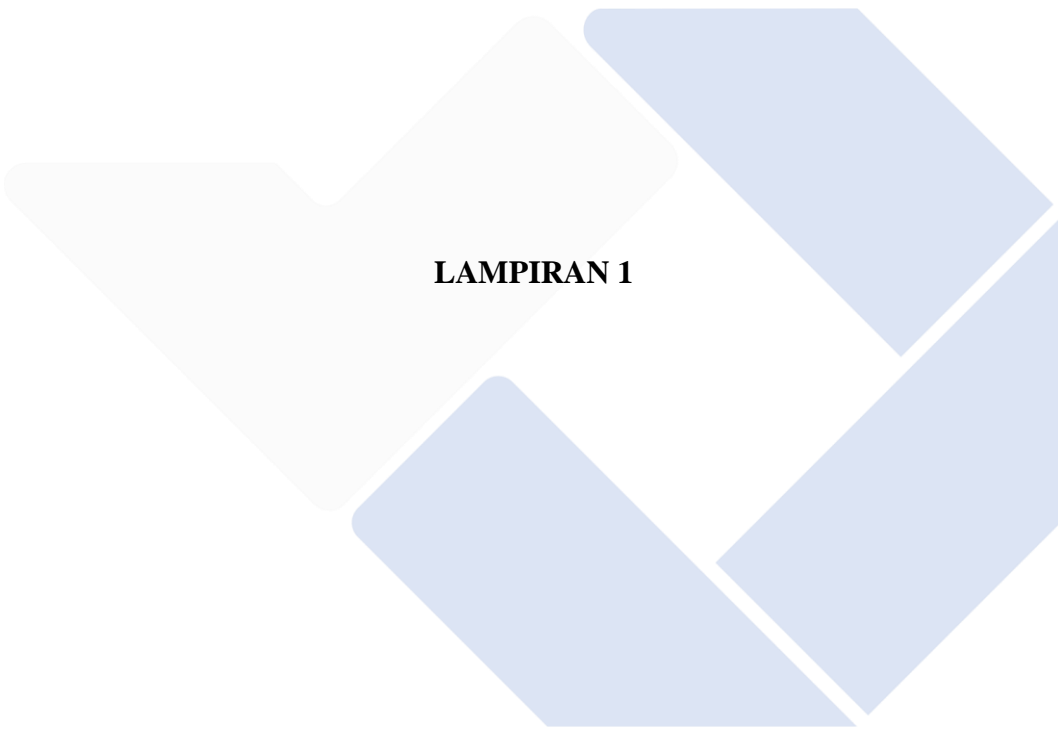
5.2. Saran

Jika proyek akhir ini akan dikembangkan secara lanjut, maka ada beberapa saran agar alat lebih baik lagi, maka penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Pembuatan modul kontrol diharapkan lebih baik lagi serta menggunakan spesifikasi komponen yang lebih baik.
2. Penyimpanan data diharapkan menggunakan database yang lebih khusus
3. Memperkecil jeda pengiriman data pada proses komunikasi modul kontrol dengan HMI.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agusta, D. A. I., Rahino, G. C., & Zuhdi, M. R., "LAPORAN TUGAS AKHIR / CAPSTONE DESIGN APIK : SISTEM PENGENDALI ALAT ELEKTRONIK PADA SMART BUILDING UNTUK Mendukung BUILDING ENERGY MANAGEMENT SYSTEM," 17524040.
- [2] N. Fadilla, "BUILDING AUTOMATION SYSTEM BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK MONITORING DAN KONTROL ENERGI," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2015.
- [3] G. Yunikristiyanti and L. K. Dawe, "MONITORING ENERGI METER BERBASIS MODBUS RTU," Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Bangka Belitung, 2020.
- [4] A. Anki and D. , " INTEGRASI PERANGKAT-PERANGKAT PADA SMART HOME MENGGUNAKAN SMARTPHONE," Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Bangka Belitung, 2020.
- [5] S. Raharjo, E. Kurniawan and E. D. Nurcahya, "SISTEM OTOMATISASI FOTOSINTESIS BUATAN PADA AQUASCAPE BERBASIS ARDUINO," Penerbitan Artikel Ilmiah Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Ponorogo, 2018.
- [6] J. Mulyono, D. and E. Apriaskar, "Simulasi Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor Mq-2, Falme Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino," Jurnal Ilmiah Elektronika dan Komputer, vol. 14, pp. 16-25, 2021.
- [7] Y. Badruzzaman, "Real Time Monitoring Data Besaran Listrik Gedung Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang," Journal of Technical Education and Training, vol. 1, pp. 50-59, 2012.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Gustiar

Tempat, Tanggal Lahir : Sinar Surya, 09 Agustus 2001

Jenis Kelamin : Laki-laki

Alamat : RT/RW 04/01, Dusun Dam 3, Desa Sinar Surya

No. HP : 087819236113

Email : gustiarmz@gmail.com

Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

- | | |
|---|---------------|
| 1. SD Negeri 6 Tempilang | Lulus 2013 |
| 2. SMP Negeri 2 Tempilang | Lulus 2016 |
| 3. SMA Negeri 1 Tempilang | Lulus 2019 |
| 4. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung | 2019-sekarang |

Sungailiat, 24 Agustus 2022

Gustiar

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Krisna Pratama

Tempat, Tanggal Lahir : Bandung, 25 Maret 2001

Jenis Kelamin : Laki-laki

Alamat : Desa Air Lintang, Kec. Tempilang

No. HP : 085363505073

Email : krisnap836@gmail.com

Agama : Islam

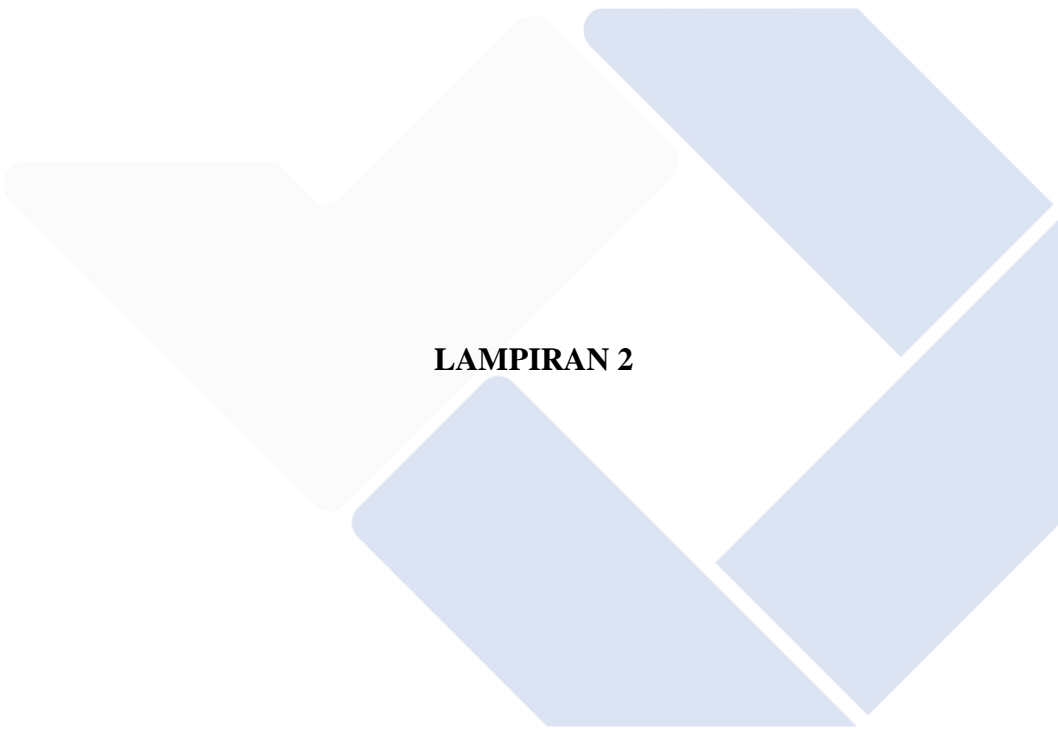


2. Riwayat Pendidikan

- | | |
|---|---------------|
| 1. SD Negeri 7 Tempilang | Lulus 2013 |
| 2. SMP Negeri 1 Tempilang | Lulus 2016 |
| 3. SMA Negeri 1 Tempilang | Lulus 2019 |
| 4. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung | 2019-sekarang |

Sungailiat, 24 Agustus 2022

Krisna Pratama



LAMPIRAN 2

1. Program Modul Kontrol Lampu

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include "Mudbus.h"

Mudbus Mb;
//Function codes 1(read coils), 3(read registers), 5(write coil), 6(write register)
//signed int Mb.R[0 to 125] and bool Mb.C[0 to 128] MB_N_R MB_N_C
//Port 502 (defined in Mudbus.h) MB_PORT

void setup()
{
  Ethernet.init(53);
  uint8_t mac[] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x01, 0x51, 0x06 };
  uint8_t ip[] = { 192, 168, 0, 108 };
  uint8_t gateway[] = { 192, 168, 0, 1 };
  uint8_t subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };
  Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);
  //Avoid pins 4,10,11,12,13 when using ethernet shield

  delay(5000);
  Serial.begin(9600);

  pinMode(15, OUTPUT);
  pinMode(17, OUTPUT);
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
```

```

pinMode(12, OUTPUT);
pinMode(14, OUTPUT);
pinMode(16, OUTPUT);
}

void loop()
{
  Mb.Run();

  digitalWrite(15, Mb.C[15]);
  digitalWrite(17, Mb.C[17]);
  digitalWrite(2, Mb.C[2]);
  digitalWrite(4, Mb.C[4]);
  digitalWrite(6, Mb.C[6]);
  digitalWrite(8, Mb.C[8]);
  digitalWrite(10, Mb.C[10]);
  digitalWrite(12, Mb.C[12]);
  digitalWrite(14, Mb.C[14]);
  digitalWrite(16, Mb.C[16]);
}

```

2. Program Arduino Mega untuk *power meter*, Sensor Suhu DS18B20, dan Sensor MQ-2

- **Program Utama**

```

#include "SimpleModbusMaster.h"
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include "Mudbus.h"
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define connection_error_led 13

```



```

#define baud 9600
#define timeout 1000
#define polling 200 // the scan rate
#define retry_count 10
// used to toggle the receive/transmit pin on the driver
#define TxEnablePin 0
double Thres1 = 400, Thres2 = 450;
const int oneWireBus = 3;
unsigned int volt[1], freq[1], current[1];
signed int pf[1], activepower[1];
float hasil_ukur1, hasil_ukur2, hasil_ukur3, hasil_ukur4, hasil_ukur5, cost;
unsigned long timer;
char derajat = '°';
OneWire oneWire(oneWireBus);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
Modbus Mb;
enum
{
    PACKET1,
    PACKET2,
    PACKET3,
    PACKET4,
    PACKET5,
    // leave this last entry
    TOTAL_NO_OF_PACKETS
};

// Create an array of Packets for modbus_update()
Packet packets[TOTAL_NO_OF_PACKETS];
packetPointer packet1 = &packets[PACKET1];
packetPointer packet2 = &packets[PACKET2];

```

```

packetPointer packet3 = &packets[PACKET3];
packetPointer packet4 = &packets[PACKET4];
packetPointer packet5 = &packets[PACKET5];

void setup()
{
  uint8_t mac[] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x00, 0x51, 0x06 };
  uint8_t ip[] = { 192, 168, 0, 109 };
  uint8_t gateway[] = { 192, 168, 0, 1 };
  uint8_t subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };
  Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);
  sensors.begin();
  baca_volt();
  baca_freq();
  baca_pf();
  baca_arus();
  baca_dayaA();
  modbus_configure(baud, timeout, polling, retry_count, TxEnablePin, packets,
TOTAL_NO_OF_PACKETS);
  Serial.begin(9600);
  Serial3.begin(9600);
  SPI.begin();
  Serial.println("CLEAR SHEET");
  Serial.println("LABEL,Waktu,Tanggal,Voltage,Current,Frequency,Daya Aktif,Faktor
Daya,Estimasi Biaya / Jam,Suhu 1,Suhu2");
  pinMode(connection_error_led, OUTPUT);
  timer = millis();
}

void loop()
{

```

```

Mb.Run();
unsigned int connection_status = modbus_update(packets);
hasil_ukur1 = volt[0] / 10.0f;
hasil_ukur2 = freq[0] / 100.0f;
hasil_ukur3 = pf[0] / 1000.0f;
hasil_ukur4 = current[0] / 100.0f ;
hasil_ukur5 = activepower[0] / 100.0f ;
cost = hasil_ukur5 / 1000.0f * 1444.70;

Mb.R[0] = hasil_ukur1 * 10;
Mb.R[1] = hasil_ukur2 * 100;
Mb.R[2] = hasil_ukur3 * 1000;
Mb.R[5] = hasil_ukur4 * 100;
Mb.R[6] = hasil_ukur5 * 100;
//Sensor Asap lantai 1
Mb.R[9] = analogRead(A1);
Mb.R[10] = Thres1;
if (double (Mb.R[9]) > Thres1)Mb.C[7] = 1;
else Mb.C[7] = 0;
// //Sensor Asap lantai 2
Mb.R[12] = analogRead(A2);
Mb.R[13] = Thres2;
if (double (Mb.R[12]) > Thres2)Mb.C[8] = 1;
else Mb.C[8] = 0;

if (connection_status != TOTAL_NO_OF_PACKETS)
{
    digitalWrite(connection_error_led, HIGH);
}
else digitalWrite(connection_error_led, LOW);
//Sensor Suhu DS18B20

```

```
sensors.requestTemperatures();
float Sensor1 = sensors.getTempCByIndex(0);
float Sensor2 = sensors.getTempCByIndex(1);
int tempC1 = Sensor1 * 10;
int tempC2 = Sensor2 * 10;
Mb.R[3] = tempC1;
Mb.R[4] = tempC2;
long newTimer = millis();
if (newTimer - timer >= 10000)
{
  Serial.print ("DATA,");
  Serial.print ("TIME");
  Serial.print(",");
  Serial.print ("DATE");
  Serial.print(",");
  Serial.print (hasil_ukur1);
  Serial.print(" Volt");
  Serial.print(",");
  Serial.print(hasil_ukur4);
  Serial.print(" A");
  Serial.print(",");
  Serial.print(hasil_ukur2);
  Serial.print(" Hz");
  Serial.print(",");
  Serial.print(hasil_ukur5);
  Serial.print(" W");
  Serial.print(",");
  Serial.print(hasil_ukur3);
  Serial.print(",");
  Serial.print("Rp. ");
  Serial.print(cost);
```

```

Serial.print(",");
Serial.print(Sensor1);
Serial.print(derajat);
Serial.print("C");
Serial.print(",");
Serial.print(Sensor2);
Serial.print(derajat);
Serial.print("C");
Serial.println("");
timer = newTimer;
}
}

```

- **Program Pengambilan Data Tegangan pada *Power Meter***

```

void baca_volt ()
{
packet1->id = 1;
packet1->function = READ_HOLDING_REGISTERS;
packet1->address = 23297;
packet1->no_of_registers = 1;
packet1->register_array = volt;
}

```

- **Program Pengambilan Data Frekuensi pada *Power Meter***

```

void baca_freq()
{
packet2->id = 1;
packet2->function = READ_HOLDING_REGISTERS;
packet2->address = 23340;
packet2->no_of_registers = 1;
packet2->register_array = freq;
}

```

- **Program Pengambilan Data Arus pada *Power Meter***

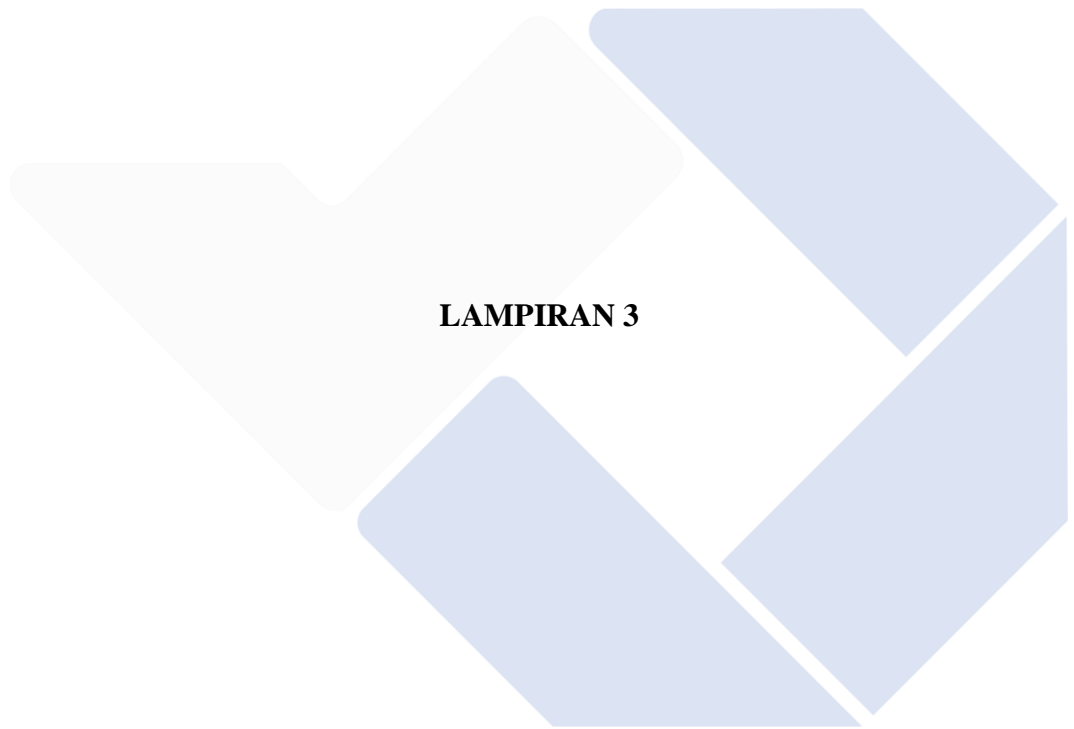
```
void baca_arus()
{
    packet4->id = 1;
    packet4->function = READ_HOLDING_REGISTERS;
    packet4->address = 23309;
    packet4->no_of_registers = 1;
    packet4->register_array = current;
}
```

- **Program Pengambilan Data Faktor Daya pada *Power Meter***

```
void baca_pf()
{
    packet3->id = 1;
    packet3->function = READ_HOLDING_REGISTERS;
    packet3->address = 23355;
    packet3->no_of_registers = 1;
    packet3->register_array = pf;
}
```

- **Program Pengambilan Data Daya Aktif pada *Power Meter***

```
void baca_dayaA()
{
    packet5->id = 1;
    packet5->function = READ_HOLDING_REGISTERS;
    packet5->address = 23319;
    packet5->no_of_registers = 1;
    packet5->register_array = activepower;
}
```



LAMPIRAN 3

