

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SCADA PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA (PLTS) *HYBRID* BERBASIS MIKROKONTROLER**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro



Oleh

SYABRINA ABUD

181000220201025

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATRA BARAT

2022

HALAMAN PENGESAHAN

PENGEMBANGAN SCADA PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA (PLTS) *HYBRID* BERBASIS MIKROKONTROLER

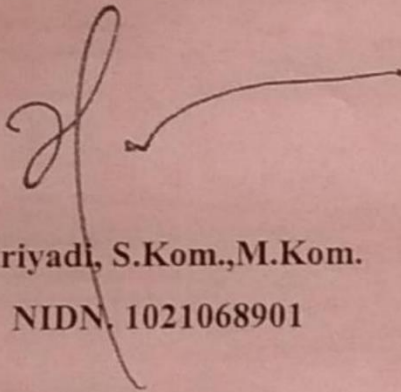
Oleh

SYABRINA ABUD

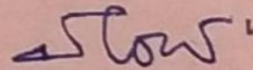
181000220201025

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



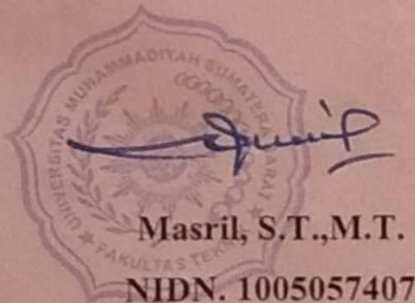
Hariyadi, S.Kom.,M.Kom.
NIDN. 1021068901



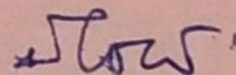
Herris Yamashika, S.T.,M.T.
NIDN. 1024038202

Dekan Fakultas Teknik
UM Sumatra Barat,

Ketua Program Studi
Teknik Elektro,



Masril, S.T.,M.T.
NIDN. 1005057407



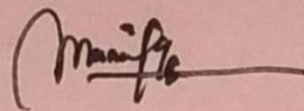
Herris Yamashika, S.T.,M.T.
NIDN. 1024038202

LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Barat

Bukittinggi, 21 Februari 2022

Mahasiswa,



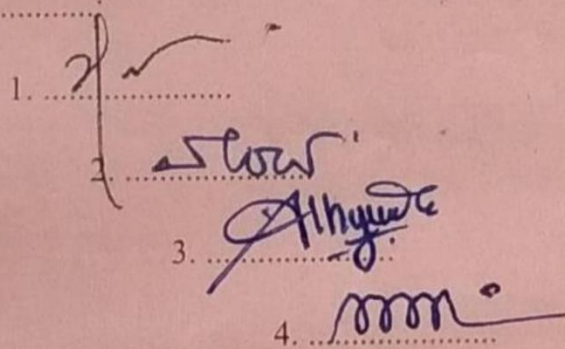
Syabrina Abud

181000220201025

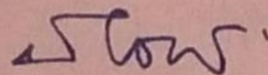
Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal.....:

1. Hariyadi, S.Kom.,M.Kom.
2. Herris Yamashika, S.T.,M.T.
3. Mahyessie Kamil, S.T.,M.T.
4. Ir. Budi Santosa, M.T.

1.
2.
3.
4.



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Elektro,



Herris Yamashika, S.T.,M.T.

NIDN. 1024038202

LEMBARAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Syabrina Abud
Tempat dan tanggal Lahir : Bukittinggi, 15 Februari 1996
NIM : 181000220201025
Judul Skripsi : Perancangan Scada untuk Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Hybrid* Berbasis Mikrokontroler.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah di peroleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di UM Sumatra Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 21 Februari 2022

Yang membuat pernyataan,



Syabrina Abud

181000220201025

ABSTRAK

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang tersedia secara berlimpah di Indonesia. Salah satu cara memanfaatkan energi surya adalah dengan mengubahnya menjadi energi listrik menggunakan modul fotovoltaik atau modul surya yang disebut pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Dewasa ini pemanfaatan energi surya sebagai pembangkit tenaga listrik berkembang pesat, akan tetapi belum ada standard terkait pembangunan PLTS di Indonesia. Pembangunan PLTS dapat mempercepat rasio kelistrikan dan mengurangi konsumsi bahan bakar minyak di daerah terpencil. PLN yang bertanggung jawab dalam meningkatkan rasio kelistrikan memerlukan standard teknis yang dapat digunakan oleh kantor wilayah dalam merencanakan dan membangun PLTS. Pada makalah ini dibahas konfigurasi dasar PLTS, spesifikasi teknis peralatan utama seperti modul surya, inverter dan baterai serta pertimbangan dalam menentukan kapasitas PLTS.

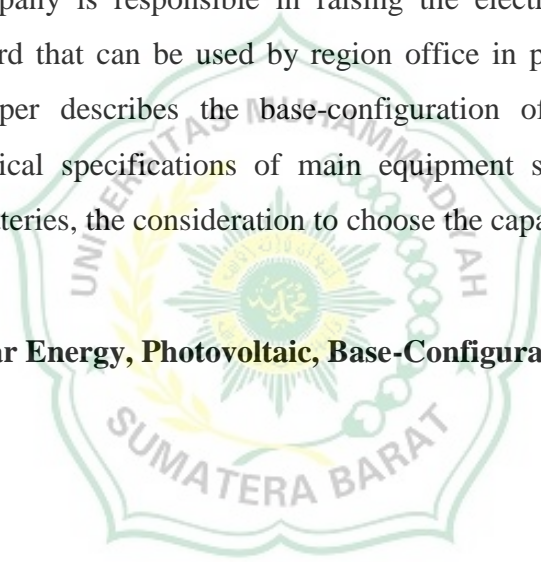
Kata kunci: Energy Surya, Fotovoltaik, Konfigurasi Dasar



ABSTRACT

Solar energy as a source of primary energy is a renewable energy. It is available abundantly in Indonesia. One of the technological utilization of solar energy into electrical energy is the use of photovoltaic or solar modules, called Photovoltaic Power Plant or PLTS. At present, the utilization of solar energy for power generation sources is growing rapidly in a wide range of power scaling. However, there is no standard was established in Indonesia in connection with the construction of photovoltaic power generation. Photovoltaic power plant currently purposed to speed up electrification ratio and reduce the consumption of fuel in remote area, which generally scale power plants below 1 MW. PLN as State Owned Electricity Company is responsible in raising the electrification ratio needs a technical standard that can be used by region office in planning and building a PLTS. This paper describes the base-configuration of photovoltaic system, important technical specifications of main equipment such as solar modules, inverters and batteries, the consideration to choose the capacity is also included.

Keywords: Solar Energy, Photovoltaic, Base-Configuration, Deep Cycle



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Orang tua, kakak, dan adik serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang;
2. Bapak Masril, S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat;
3. Bapak Hariyadi, S.Kom.,M.Kom, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat. sekaligus Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
4. Bapak Herris Yamashika, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, sekaligus Dosen Pembimbing Akademik, dan Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
5. Bapak Mahyessie Kamil, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji I skripsi yang telah memberikan koreksi dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
6. Bapak Ir. Budi Santosa, M.T. selaku Dosen Penguji II skripsi yang telah memberikan koreksi dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
7. Bapak/Ibu Tenaga Kependidikan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat yang telah memberikan dukungan dan ilmunya kepada penulis;
8. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya mahasiswa teknik elektro.

Bukittinggi, 21 Februari 2022

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI	
LEMBARAN PERNYATAAN KEASLIAN	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I	
PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Komponen pada PLTS <i>Hybrid</i>	8
BAB III	
METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Lokasi Penelitian	21
3.2. Data Penelitian	22
3.3. Metode Perancangan	22
3.4. Bagan Alir Penelitian	25
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pembahasan Hasil Penelitian.....	27

4.2. Hasil Pengujian Hipotesis	44
BAB V	
PENUTUP	
5.1. Simpulan.....	47
5.2. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

No. Tabel		Halaman
Tabel 2. 1	Penelitian terdahulu	7
Tabel 3. 1	Jadwal Penelitian.....	21
Tabel 4. 1	Pemetaan Register address RTU.....	40
Tabel 4. 2	Pemetaan Register address RTU	41
Tabel 4. 3	Perbandingan hasil pengukuran dengan pembacaan HMI.....	45
Tabel 4. 4	Pengujian Digital input	46
Tabel 4. 5	Pengujian Digital Output	46



DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Halaman
Gambar 2. 1	PV Panel..... 8
Gambar 2. 2	Inverter Hybrid..... 9
Gambar 2. 3	Baterai 12V 100Ah..... 10
Gambar 2. 4	Arsitektur SCADA 11
Gambar 2. 5	Arsitektur dasar hubungan antara rangkaian proses dengan control center..... 13
Gambar 2. 6	komponen-komponen dasar remote terminal unit..... 14
Gambar 2. 7	Konfigurasi remote terminal unit 17
Gambar 3. 1	Diagram blok perangkat keras.....23
Gambar 3. 2	Diagram blok perangkat lunak..... 24
Gambar 3. 3	Diagram alir metodologi penelitian..... 25
Gambar 4. 1	Rangkaian daya.....27
Gambar 4. 2	Rangkaian Sensor..... 28
Gambar 4. 3	Rangkaian Kontrol 28
Gambar 4. 4	Hasil Pembuatan Alat..... 29
Gambar 4. 5	Client node 30
Gambar 4. 6	Flow Pembacaan Data Analog..... 31
Gambar 4. 7	Modbus read node 31
Gambar 4. 8	Gauge node dan Chart node 32
Gambar 4. 9	Function node..... 33
Gambar 4. 10	Flow pembacaan data gital input..... 34
Gambar 4. 11	Modbus read node 34
Gambar 4. 12	LED node 35
Gambar 4. 13	Function node..... 36
Gambar 4. 14	Flow pengiriman data digital..... 36
Gambar 4. 15	Modbus write node..... 37
Gambar 4. 16	Button node. 38
Gambar 4. 17	Trigger node..... 39

Gambar 4. 18 Tampilan HMI pengukuran 42
Gambar 4. 19 Tampilan HMI kontrol, dan status. 42
Gambar 4. 20 Tampilan grafik pengukuran 43



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan akan energi listrik di Indonesia makin berkembang dan menjadi bagian tak terpisahkan dari kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari. Seiring dengan pesatnya peningkatan pembangunan di bidang teknologi, industri dan informasi. persediaan energi konvensional saat ini berarti terjadi penambahan pemakaian persediaan energi fosil dan meningkatnya emisi dari gas yang berbahaya untuk lingkungan. Energi surya terbukti menjadi alternatif dalam hal pengurangan biaya listrik dan keberlanjutan energi.

Meningkatnya biaya bahan bakar fosil, pemanasan global, dan kondisi cuaca buruk telah memaksa banyak negara untuk mencari sumber energi alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar berbasis fosil. Energi matahari adalah salah satu sumber energi terbarukan yang paling menjanjikan yang saat ini digunakan secara global untuk memenuhi permintaan tenaga listrik yang meningkat (Kannan dan Vakeesan, 2016; Kabir et al., 2018). Energi matahari dianggap sebagai sumber energi terbarukan yang tumbuh paling cepat untuk pembangkit listrik setelah energi angin (Adib et al., 2015). Ini melibatkan konversi energi matahari menjadi energi listrik dan/atau panas. Sinar matahari dikumpulkan baik secara langsung dengan menggunakan sel fotovoltaik atau secara tidak langsung menggunakan energi matahari terkonsentrasi (Singh, 2013).[1]

Sistem energi fotovoltaik surya (PV) secara langsung mengubah energi foton matahari menjadi listrik melalui sel surya. Sel surya terbuat dari semikonduktor peka cahaya yang menggunakan energi foton untuk melepaskan elektron untuk menggerakkan arus listrik. Dua klasifikasi luas modul fotovoltaik adalah mono-kristal dan poli-kristal. Sel surya polikristalin terbentuk dari beberapa kristal silikon sedangkan sel surya monokristalin.

Sistem tersebut memerlukan perawatan berkala untuk memastikan operasi yang tepat, sehingga pemantauan output energi untuk panel sel surya akan meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem. Perkembangan terakhir di sektor energi

telah menunjukkan bahwa pasar energi surya adalah salah satu pasar energi terbarukan yang paling cepat berkembang di dunia (Adib et al., 2015). Saat ini ada peningkatan yang signifikan dalam permintaan untuk pemantauan jarak jauh dan peralatan kontrol untuk aplikasi energi surya.[1]

Pemantauan dari penggunaan dan penghasilan energi merupakan salah satu upaya untuk menjaga ketersediaan energi, sehingga penggunaan energi yang berlebihan akan dapat dihindari dan penggunaan energi tersebut akan semakin tepat guna yang diimplementasikan dengan sistem yang mendukung seperti pemantauan, pengendalian perangkat dan pengolahan data. Pada sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) ini memuat sebuah sistem pengawasan dan pengendalian, dengan cara melakukan pengumpulan dan analisa data secara real time dalam berbagai kondisi operasi dan dapat diakses melalui web.

Aplikasi berbasis jarak jauh digunakan yang akan memungkinkan pengguna untuk mengakses data/peralatan antar organisasi di industri melalui internet, juga mengatasi masalah enkripsi lemah yang digunakan oleh SCADA. Platform Arduino adalah teknologi baru yang digunakan untuk tujuan kontrol pengawasan. Penanganan alarm, Kontrol Akses, Otomasi, Logging, Pengarsipan, Pembuatan laporan, Antarmuka ke perangkat keras dan perangkat lunak dll adalah beberapa fitur yang disediakan oleh aplikasi. Sistem energi PV surya memerlukan sarana akuisisi data yang andal dari semua data listrik dan meteorologi untuk pemantauan kondisi, dan evaluasi kinerja sistem. Penelitian ini akan membahas monitoring sistem PLTS Hybrid menggunakan SCADA. Sistem Ini akan mengukur parameter seperti tegangan, arus, dan aliran daya masing-masing sumber, baterai, dan beban.[2]

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dari penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana perancangan perangkat keras SCADA untuk monitoring PLTS *hybrid*?
2. Bagaimana pengembangan perangkat lunak untuk monitoring PLTS?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian skripsi ini adalah:

1. Sistem PLTS yang digunakan yakni menggunakan sistem PLTS *hybrid*.
2. Perangkat lunak untuk monitoring yang digunakan sistem PLTS *hybrid* adalah Node-Red.
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino.

1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah Merancang SCADA untuk monitoring PLTS *hybrid*.

1.4.2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini mempermudah dalam memperoleh informasi parameter- parameter saat PLTS hybrid beroperasi.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam pemahaman mengenai isi laporan tugas akhir, maka laporan ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ada latar belakang (masalah), rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan dari Skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan pustaka diuraikan sumber bacaan mengenai perancangan , teori-teori baik dari buku-buku, jurnal, dan hasil-hasil penelitian yang relevan dengan permasalahan dan tujuan penelitian yang diangkat dalam skripsi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab Metodologi Penelitian pada dasarnya menjelaskan rencana dan prosedur penelitian yang dilakukan penulis untuk memperoleh jawaban yang sesuai dengan permasalahan atau tujuan perancangan pada skripsi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Skripsi yang berupa perencanaan, bab ini berisi berbagai perhitungan perencanaan dan tampilan hasil perencanaannya. Disamping itu, juga harus mampu menjawab secara ilmiah tujuan atau permasalahan yang diajukan dalam skripsi.

BAB V PENUTUP

Penutup merupakan bab terakhir yang terdiri atas dua sub bab, yaitu Simpulan dan Saran.

DAFTAR PUSTAKA



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan untuk mendapatkan bahan perbandingan dan acuan. Selain itu, untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian ini. Maka dalam kajian pustaka ini peneliti mencantumkan hasil-hasil penelitian terdahulu sebagai berikut:

1. Hasil Penelitian Riki Ruli A. Siregar, Nurfachri Wardana, dan Luqman.

Penelitian yang dilakukan oleh Riki Ruli A. Siregar, Nurfachri Wardana, dan Luqman yang berjudul “*Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno*” bertujuan memberikan suatu teknik baru pemantauan secara langsung dan real time untuk arus, tegangan, dan kualitas udara. Untuk memenuhi keperluan tersebut, sistem monitoring performa panel surya yang dirancang dilengkapi dengan sensor pengukur arus, tegangan dan kualitas udara yang telah dikalibrasi, sistem pengirim data dengan menggunakan internet yang diintegrasikan ke web aplikasi dan database sebagai penyimpanan data. Perancangan sistem berbasis mikrokontroler Arduino Uno ini dihubungkan ke komputer melalui modul Wi-Fi ESP8266 dengan komunikasi UART dan metode pengiriman UDP. Hasil dari sistem monitoring ini adalah pengukuran dari setiap sensor dapat diproses secara langsung dan ditampilkan dalam bentuk grafik pada kondisi real time serta dapat memonitor performa tersebut secara jarak jauh atau melalui internet. Informasi mengenai tegangan dan arus dari panel surya yang dikumpulkan pada kondisi real time dapat diperoleh langsung melalui dokumen Excel yang datanya didapatkan dari database. Fasilitas ini memberikan kemudahan untuk pengolahan data selanjutnya.[3]

Pada penelitian ini, sistem monitoring output pencatatan data pada panel surya berbasis mikrokontroler Arduino dapat melakukan monitoring output dari panel surya menggunakan sensor arus dan sensor tegangan untuk mendapatkan nilai arus, tegangan, dan nilai daya output dari panel surya

dengan data yang secara otomatis tersimpan pada SD Card. Metode pemantauan panel surya saat ini hanya mengumpulkan data parameter keluaran panel surya dalam bentuk text file dengan format tertentu. Data ini tidak dapat diambil langsung pada kondisi real time. Dari hasil sistem pemantauan kinerja panel surya yang dirancang dilengkapi dengan sensor pengukur arus dan tegangan yang telah dikalibrasi, sistem akuisisi data yang diintegrasikan ke spreadsheet Excel menggunakan program aplikasi PLXDAQ dan kartu memori sebagai penyimpan data cadangan. Sistem berbasis mikrokontroler Arduino Atmega 328P dihubungkan ke komputer melalui port serial RS232.

Monitoring dan notifikasi kinerja panel surya secara jarak jauh diperlukan agar kinerja panel surya dapat diketahui secara real time dan dimanapun pemilik atau pengelola berada.

2. Hasil Penelitian Prian Gagani Chamdareno, Faris Azharuddin, dan Budiyanto.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Prian Gagani Chamdareno, Faris Azharuddin, Budiyanto yang berjudul "*Sistem Monitoring Energi Listrik Sel Surya Secara Realtime dengan Sistem Scada*" menyimpulkan bahwa pemantauan energi listrik sel surya merupakan salah satu upaya untuk menjaga ketersediaan energi, sehingga penggunaan energi yang berlebihan akan dapat dihindari dan penggunaan energi tersebut akan semakin tepat guna yang diimplementasikan dengan sistem yang mendukung seperti pemantauan, pengendalian perangkat dan pengolahan data, pada sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) ini memuat sebuah sistem pengawasan dan pengendalian, dengan cara melakukan pengumpulan dan analisa data secara real time dan dapat diakses melalui web. Aplikasi server dibuat dengan programming Visual Basic yang digunakan untuk pemantauan data secara real-time, melakukan pengendalian perangkat keras dan data sensor disimpan kedalam database SQL Server agar dapat menampilkan history data maupun untuk pengolahan data lain.[4]

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diatas, penulis akan melakukan penelitian mengenai perancangan monitoring pembangkit listrik

tenaga surya (PLTS) *Hybrid* menggunakan SCADA dengan mikrokontroler Arduino menggunakan perangkat lunak Node-Red yang bertujuan mempermudah dalam memperoleh informasi parameter- parameter saat PLTS *hybrid* beroperasi.

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu

Nama/ Judul Penelitian	Rancangan	Metode	Hasil
Riki Ruli A. Siregar, Nurfachri Wardana, dan Luqman/ “ <i>Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno</i> ”	- pemantauan, pengendalian dengan sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)	- modul Wi-Fi ESP8266 dengan komunikasi UART metode pengiriman UDP	- hasil pemantauan ditampilkan dalam bentuk grafik - memonitor tersebut melalui internet - dikumpulkan di dokumen Excel
Prian Gagani Chamdareno, Faris Azharuddin, Budiyanto/ “ <i>Sistem Monitoring Energi Listrik Sel Surya Secara Realtime dengan Sistem Scada</i> ”	- pemantauan, pengendalian dengan sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)	- Aplikasi server dibuat dengan programming Visual Basic	- disimpan kedalam database SQL
Penelitian sekarang / “ <i>Perancangan SCADA pada</i>	- pemantauan, pengendalian dengan sistem	- Aplikasi server dibuat dengan	- hasil pemantauan ditampilkan

<i>sistem PLTS hybrid berbasis Mikrokontroler”</i>	SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)	Program Node-red	dalam bentuk grafik/ flowchart - dikumpulkan di dokumen Excel
--	--	------------------	---

2.2. Komponen pada PLTS Hybrid

Komponen- komponen pada PLTS *Hybrid* sebagai berikut:

2.2.1. PV Panel

Photovoltaic adalah alat yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Photovoltaic terbuat dari bahan semikonduktor, dalam hal ini bahan yang sering dipakai adalah silikon. Silikon dalam photovoltaic dapat berperan sebagai konduktor maupun isolator. Hal yang mempengaruhi dari kinerja photovoltaic dengan bahan silikon adalah temperatur dan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam sel surya, pada gambar 2.1 bisa kita lihat bentuk dari Photovoltaic Panel.



Gambar 2. 1 PV Panel

Ketika photovoltaic mendapat masukan berupa intensitas cahaya matahari dan temperatur akan dapat menghasilkan arus. Besar arus yang dihasilkan oleh photovoltaic berbanding lurus dengan besar intensitas cahaya matahari yang masuk

ke dalam sel surya. Besar intensitas cahaya matahari berubah sesuai dengan pergeseran posisi matahari dan cuaca. Faktor cuaca seperti cuaca mendung dan cuaca cerah akan mempengaruhi besar intensitas cahaya matahari.[5]

Dalam kenyataannya, modul photovoltaic yang selama ini digunakan memiliki banyak variasi meliputi daya maksimum, tegangan, dan arus yang mampu dihasilkan oleh modul saat operasi. Tiap modul photovoltaic memiliki parameter yang berbeda-beda. Perbedaan utama terlihat dari Voc (open circuit voltage) dan Isc (short circuit current). Photovoltaic mempunyai spesifikasi pemakaian dalam keadaan ideal atau standard condition yaitu pada saat intensitas cahaya matahari 1000W/m² dan temperatur 25°C.

2.2.2. Inverter *Hybrid*



Gambar 2. 2 Inverter Hybrid

Listrik yang biasa dipakai umumnya listrik bolak balik atau AC, listrik ini yang biasa dipasok oleh PLN ke rumah, kantor, pabrik, dan perusahaan. Agar listrik DC dari panel surya bisa digunakan oleh semua peralatan elektronik maka harus dikonversi dulu menjadi arus AC menggunakan inverter.

2.2.3. Baterai

Baterai merupakan sebuah peralatan yang dapat mengubah energi Baterai listrik adalah alat yang terdiri dari 2 atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik. Tiap sel memiliki kutub positif

(katoda) dan kutub negatif (anoda). Kutub yang bertanda positif menandakan bahwa memiliki energi potensial yang lebih tinggi daripada kutub bertanda negatif. Kutub bertanda negatif adalah sumber elektron yang ketika disambungkan dengan rangkaian eksternal akan mengalir dan memberikan energi ke peralatan eksternal. Ketika baterai dihubungkan dengan rangkaian eksternal, elektrolit dapat berpindah sebagai ion didalamnya, sehingga terjadi reaksi kimia pada kedua kutubnya. Perpindahan ion dalam baterai akan mengalirkan arus listrik keluar dari baterai sehingga menghasilkan kerja. Meski sebutan baterai secara teknis adalah alat dengan beberapa sel, sel tunggal juga umumnya disebut baterai.

Baterai untuk solar cell sendiri mempunyai dua tujuan penting dalam sistem fotovotaiik; pertama adalah untuk memberikan daya listrik kepada sistem ketika daya tidak disediakan oleh array panel-panel surya, kedua adalah untuk menyimpan kelebihan daya yang ditimbulkan oleh panel-panel setiap kali daya itu melebihi beban, baterai yang digunakan adalah baterai 12v 100Ah bisa dilihat pada gambar 2.3 dibawah.



Gambar 2. 3 Baterai 12V 100Ah

2.2.4. SCADA

1. Pengertian SCADA

SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) adalah system yang dapat memonitor dan mengontrol suatu peralatan proses atau sistem dari jarak jauh secara *real time*. SCADA berfungsi mulai dari pengambilan data pada Gardu Induk,

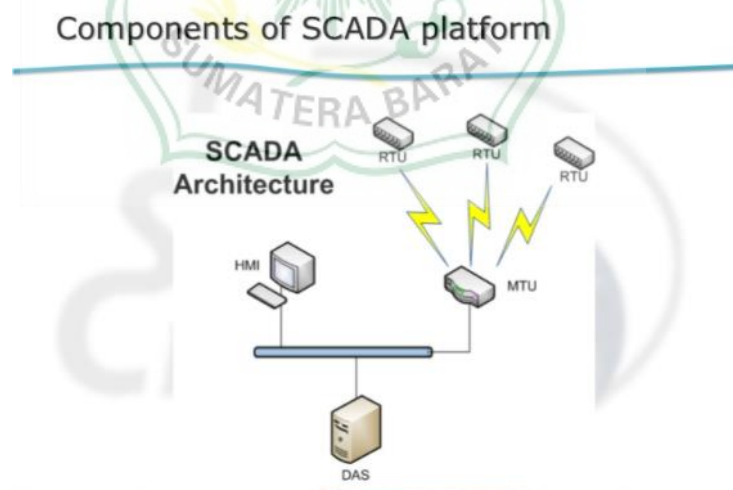
Gardu Distribusi dan jaringan listrik tegangan menengah, pengolahan informasi yang diterima sampai reaksi yang ditimbulkan dari hasil pengolahan informasi.

Secara umum fungsi dari system SCADA adalah penyampaian data, proses kegiatan dan monitoring, fungsi control, dan perhitungan dan pelaporan, tujuan digunakannya system SCADA adalah :

1. Mempercepat proses pemulihan suplai tenaga listrik bagi beban yang mengalami gangguan,
2. Memperkecil suplai tenaga padam saat pembebanan.
3. Memantau performa PLTS untuk Menyusun perbaikan atau pengembangan system,
4. Mengusahakan optimasi pembebanan jaringan.

Untuk dapat menjalankan tugasnya, operator dibantu oleh system SCADA yang terintegrasi yang berada di dalam suatu ruangan khusus yang disebut Control Center. Ruangan tersebut adalah ruangan dimana ditematkannya perangkat-perangkat computer yang disebut Master Station. Sedangkan fungsi utama dari Sistem SCADA adalah akurasi data dan konversi data.

2. Arsitektur SCADA



Gambar 2. 4 Arsitektur SCADA

Arsitektur penyusun SCADA terdiri dari beberapa hal yaitu:

1. Operator

Operator yaitu manusia yang mengawasi sistem SCADA dan melakukan fungsi *supervisory Control* (pengawasan) untuk *operasi plant* jarak jauh.

2. *Human Machine Interfaces (HMI)*

HMI menampilkan data pada operator dan menyediakan kontrol masukan bagi operator dalam berbagai data yaitu data bentuk, data grafik, data skematik, jendela menu *pull-down*, layar sentuh dan lain sebagainya. HMI dapat berupa layar sentuh, alat maupun komputer itu sendiri.

3. *Master Terminal Unit (MTU)*

MTU merupakan unit master pada arsitektur master atau slave. MTU berfungsi menampilkan data pada operator melalui HMI, mengumpulkan data dari tempat yang jauh, dan mengirimkan sinyal kontrol ke plant yang berjauhan. Kecepatan pengiriman data dari MTU dan plant jarak jauh relatif rendah dan metode kontrol umumnya open loop karena kemungkinan terjadinya waktu tunda.

4. *Remote Terminal Unit (RTU)*

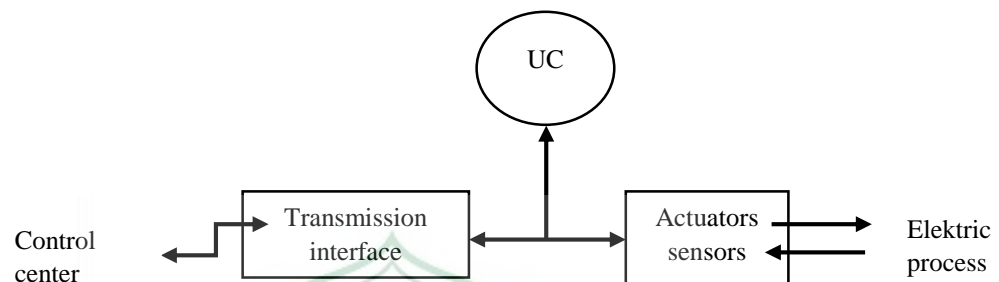
RTU adalah perangkat elektronik pintar yang merupakan perangkat penting dari sistem pengendalian tenaga listrik. RTU biasanya berada di pusat pengendalian listrik seperti di gardu induk / ruang kontrol suatu pembangkit. RTU berfungsi melakukan komunikasi dengan pusat pengendalian yang mengirimkan sinyal kontrol pada peralatan yang dikendalikan, mengambil data dari peralatan tersebut, dan mengirimkan data tersebut ke MTU. RTU merupakan unit slave pada arsitektur master atau slave. Kecepatan pengiriman data antar RTU dan alat yang dikontrol relatif tinggi dan metode kontrol yang digunakan umumnya closed loop. Sebuah RTU mungkin saja digantikan oleh *Programmable Logic Controller (PLC)*.

a. Arsitektur dasar RTU

Arsitektur dasar suatu *remote terminal unit* dirancang dengan konsep modular yang berorientasi pada sistem jaringan bus yang dapat menghubungkan rangkaian proses listrik dan control center, melalui sebuah perangkat antarmuka sistem telekomunikasi. Seperti dapat dilihat pada arsitektur sistem seperti pada Gambar 2.5.

Sebagai telah disinggung-singgung di atas maka perangkat *remote terminal unit* perlu dirancang secara khusus sehingga mempunyai fleksibilitas yang baik dengan faktor keamanan yang tinggi baik untuk perangkat lunak

(software), data atau keamanan sistem perangkat keras (hardware). Untuk keperluan data-data akuisisi maupun untuk keperluan restitusi data-data pada rangkaian proses sistem tenaga listrik biasanya dilakukan dengan menggunakan sensor-sensor maupun aktuator-aktuator sistem kendali. Dengan pertimbangan di atas maka sistem rancangan suatu *remote terminal unit* biasanya dirancang dengan organisasi yang di buat atas tiga tingkat struktur sebagai berikut:



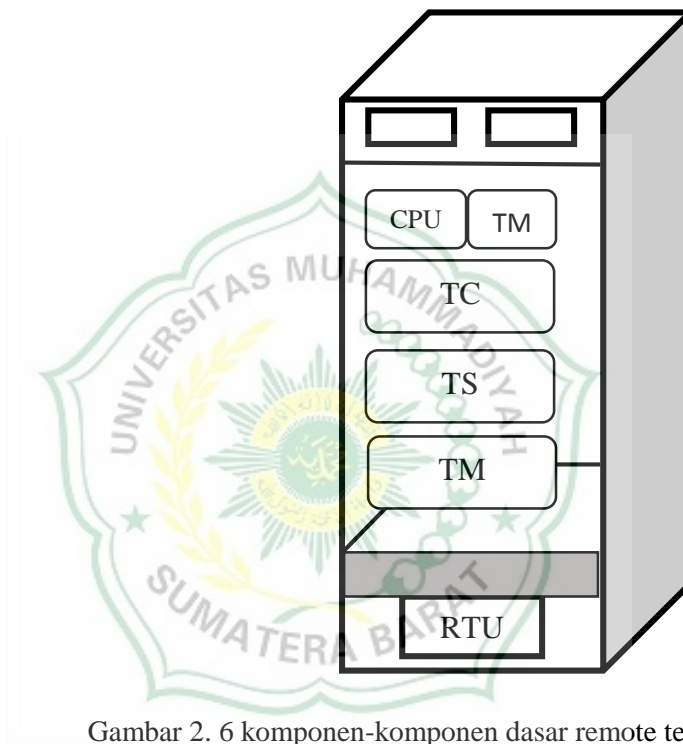
Gambar 2. 5 Arsitektur dasar hubungan antara rangkaian proses dengan control center

- Level pertama
Terdiri dari *central unit*, *highway Bus* dan fasilitas untuk dialog antara *man machine* dengan *pheripheral equipment*.
- Level kedua
Terdiri dari *couplers* yang dapat berdialog ke *Central Unit* melalui *Highway Bus*, dan ke *input/output pherals* melalui *Dataway Bus*.
- Level ketiga
Input/output pherpherals sehubung dengan proses listrik, *transmission couplers* dalam berhubungan dengan *control center*.

b. Fungsi- Fungsi RTU

Sesuai dengan perkembangan teknologi perangkat keras maupun perangkat lunak maka fungsi-fungsi suatu *remote terminal unit* pada saat ini telah ikut pula berkembang, misalnya sebagai:

- Sebagai perangkat pemroses sinyal, RTU dirancang untuk dapat melakukan proses-proses sebagai perangkat pemroses pengiriman data-data kepusat pengendalian sistem seperti:
 - Perubahan status peralatan gardu
 - Perubahan besaran-besaran analog
 - Perubahan besaran sinyal
 - Pembacaan harga-harga pulsa akumulator
 - Pembacaan besar-besaran analog



Gambar 2. 6 komponen-komponen dasar remote terminal unit

- Memproses data-data perintah yang datang dari satu, dua atau tiga *control center*, mengirim data-data jawaban/ hasil pengukuran/ pemantauan kepusat pengendali yang sesuai dengan yang sudah ditetapkan (mampu berkomunikasi dengan satu, dua atau tiga control center).
- Sebagai *man machine interface*, RTU harus dapat melakukan fungsi-fungsi sebagai berikut:
 - Sebagai *data logging*, RTU berfungsi untuk merekam semua kejadian-kejadian, termasuk bila ada kelainan dari sistem maupun sinyal-sinyal yang sedang dipantau atau alarm. *Data*

logging disini dapat bersifat pengarsipan. Laporan dapat diperoleh dari layar monitor atau dari printer, dalam bentuk kumpulan data berdasarkan tanggal/ bulan sesuai yang diminta untuk keperluan pengecekan atau perbaikan.

- *Even recording*

Agak berbeda dengan *data logging*, disini direkam setiap kejadian sesuai dengan yang ada atau sesuai dengan yang diperintahkan/ diprogram dari pusat pengendali, misalnya perintah buka/ tutup pemutus hubungan beserta reaksinya (sudah dilaksanakan, gagal dsb), hasil-hasil pengukuran beserta komentarnya (nilai pengukuran atau erita khusus bila batas terlampaui, dsb).

- Berkomunikasi dengan lokal personal komputer untuk keperluan supervisi dan pengendalian secara lokal dan untuk keperluan pemeliharaan.

Bila ditinjau dari sudut jaringan sistem pengendalian tenaga listrik maka *remote terminal unit* dapat berfungsi sebagai berikut:

- Sebagai node atau terminal jaringan remote biasa. Disini pusat-pusat pengendalian berhubungan langsung dengan RTU tersebut tanpa ada RTU perantara lain. Sistem hubungan ini efisien bila jarak antar gardu-gardu saling berjauhan letaknya, atau hampir sama jarak pusat pengendali ke masing-masing gardu. Efisiensi pemanfaatan jalur komunikasi diperoleh dengan perancangan yang tepat dengan mempertimbangkan juga letak geografis gardu-gardu dan pusat pengendali. Bila diperlukan, untuk memperbesar kapasitas, dapat juga diberikan penambahan rak yang berisi modul CPU dan modul-modul I/O dan bersifat sebagai *sub-rack* RTU dan RTU pertama disebut diatas sebagai *main-rack* RTU. *Sub-rack* RTU tidak aris berada disatu kabinet dengan *main-rack* RTU, tergantung dengan kondisi kebutuhan (sampai sejauh 1-2 km). Tentunya bila ada penambahan rak, diperlukan juga perangkat keras (modul) khusus untuk proses komunikasi antar rak.

Untuk jenis RTU tertentu, modul ini disambungkan langsung (*plug-in*) ke modul CPU,

- Sebagai RTU *Concentrator*

Concentrator biasanya diperlukan bila pada area tertentu terdapat lebih dari satu gardu-gardu yang letaknya tidak jauh. RTU-RTU yang berada digardu-gardu tersebut bertindak sebagai satelit dari RTU *concentrator*, *mempooling* data-datanya pada RTU *concentrator*, sehingga pusat pengendali hanya perlu berkomunikasi dengan RTU *concentrator* saja. Ini bermanfaat untuk menghemat perangkat keras untuk jalur komunikasi, karena jarak terjauh biasanya antara pusat pengendali dengan RTU *concentrator*, sedangkan jarak ke RTU-RTU satelit tidak begitu jauh. Pusat pengendali meminta atau mengirim data-data/sinyal dari/ ke RTU satelit pada RTU *concentrator* berdasarkan alamat-alamat RTU-RTU tersebut. RTU *concentrator* juga bertindak sebagai RTU untuk lingkungan (gardu) dimana RTU itu berada karena RTU tersebut dilengkapi juga dengan modul-modul I/O.

- Sebagai RTU *subMaster*

RTU ini agak mirip dengan RTU *Concentrator*, tetapi tanpa modul-modul I/O. Berguna untuk efisiensi jalur komunikasi untuk kondisi daerah yang pusat pengendalinya berjauhan letaknya dengan sekumpulan gardu-gardu, dan dilokasi tempat RTU *SubMaster* berada tidak diperlukan pengendalian/ pemantauan peralatan listrik. Di RTU ini hanya diperlukan modul-modul: untuk catu daya, CPU dan untuk komunikasi. Lebih berfungsi sebagai *SubMaster* daripada RTU *Concentrator* karena tidak mempunyai modul-modul I/O.

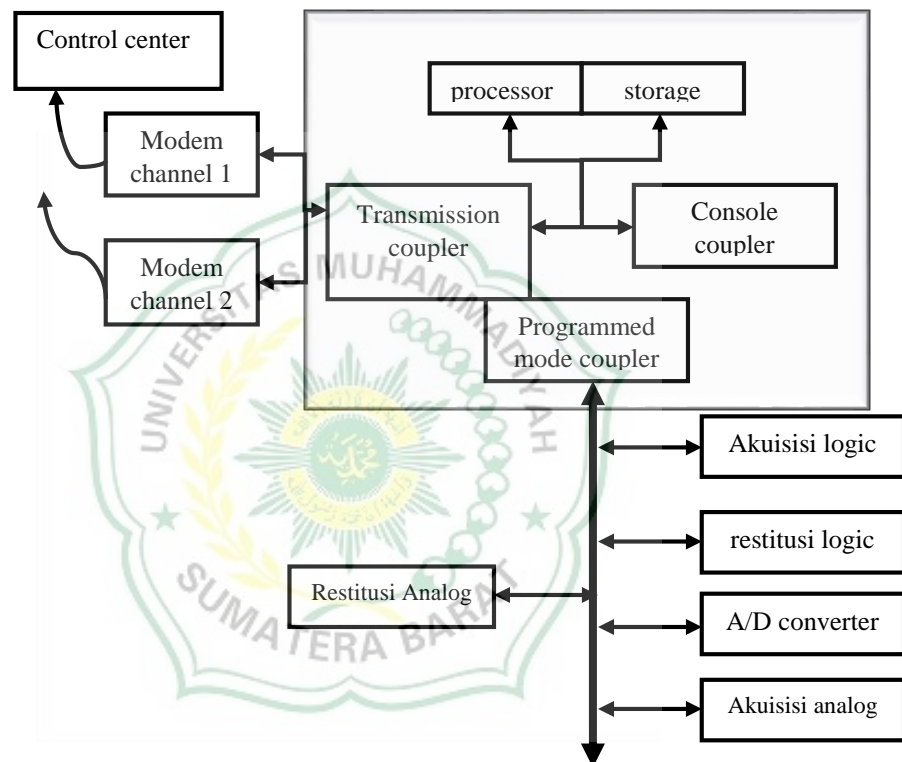
c. Konfigurasi RTU dan fungsi-fungsinya

Konfigurasi suatu perangkat *remote terminal unit* dan berbagai-bagai fungsinya pada dasarnya dapat digambarkan pada Gambar 6.4. Dari gambar tersebut suatu *remote terminal unit* pada dasarnya dapat menangani atau memroses fungsi-fungsi sebagai berikut:

- Akuisisi data *logic* (pensinyalan jarak jauh)

- Akuisisi data analog (pengukuran jarak jauh)
- Restitusi data *logic* (pengendalian jarak jauh)
- Akuisisi sinyal jarak jauh
- Pengaturan set point, tap changer (untuk setting transformator), pengaturan perputaran generator dsb.

Ditinjau dari segi lokasi pengendalian maka RTU dapat dibedakan sebagai berikut :



Gambar 2. 7 Konfigurasi remote terminal unit

- Sebagai perangkat pengendalian jarak jauh
Yang termasuk dalam kategori ini adalah :
 - Restitusi dan akuisisi data
 - Prapemrosan data sebelum ditransmisikan ke control center:
 - a) perubahan status. Akuisisi data logic secara berkala dengan pendeteksian
 - b) Akuisisi data logic dengan perubahan status diatas interupsi.
 - c) *Check* data validasi

- d) Perlakuan khusus untuk pengukuran yang diprioritaskan
 - e) Deteksi pelampauan *threshold* untuk pengukuran yang diperoleh.
 - f) Menyimpan pemutusan daya sebelum *feeder circuit breaker* membuka
 - g) Penskalaan
 - Menyimpan data untuk meminimasi kemungkinan kehilangan data, didalam kasus dari gangguan insidental dari satuan-satuan transmisi
 - Menerima perintah yang dikirim oleh *control centre* untuk memonitor eksekusi setelah pemisahan dari gabungan instruksi-instruksi menjadi instruksi dasar.
 - Memodifikasi dari nilai-nilai *threshold* dan kondisi-kondisi alarm untuk permintaan dari *control centre*.
 - Mengendalikan saluran-saluran transmisi dan dialog dengan control center.
 - Perangkat pengendalian lokal
 Disamping sebagai perangkat *remote terminal unit* sistem kendali jarak jauh maka saat ini suatu RTU sering juga dirancang sebagai perangkat kendali lokal yang dapat digunakan sebagai perangkat interface untuk mengendalikan sistem secara lokal.
5. Sistem Komunikasi
- Sistem komunikasi antara MTU-RTU ataupun antara RTU-field devices dapat berupa modbus, High level data link control (HDLC) protocol, Host Link Communications(HLC), TCP/IP Protokol. ARDUINO[2]

2.2.5. Arduino

Arduino dapat dikatakan sebagai prototyping platform. Dalam Bahasa Indonesia, prototype dapat diartikan sebagai purwarupa, yaitu suatu alat yang dapat digunakan untuk menghasilkan berbagai karya cipta dalam tahapan desain. Pada kenyataannya, Arduino tidak hanya digunakan pada tahapan desain, namun sampai produk jadi. Kita dapat berkreasi apapun dengan menggunakan Arduino, seperti

aplikasi dalam bidang robotika, atau aplikasi-aplikasi embedded system lainnya. Arduino memberikan banyak kemudahan bagi pengguna untuk merealisasikan karya-karyanya. Arduino telah dilengkapi dengan sistem IDE (Intergrated Development Environment) untuk menuliskan program aplikasi yang kita buat.

Dari pemaparan di atas, maka dapat kita perjas bahwa Arduino adalah platform prototyping open-source hardware yang dapat digunakan untuk membuat projek berbasis pemrograman. Hardware Arduino memiliki prosesor mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel AVR, tetapi software yang digunakan memiliki bahasa pemrograman tersendiri. Arduino dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik atau siapapun yang ingin mengembangkan peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel dan mudah untuk digunakan.

Sampai disini, kita sudah harus memahami perbedaan antara mikrokontroler dengan Arduino. Mari kita sama-sama simpulkan, Arduino adalah papan elektronik yang menggunakan mikrokontroler jenis tertentu. Sebagai contoh adalah jenis Arduino yang paling banyak digunakan, yaitu Arduino UNO. Jenis ini menggunakan mikrokontroler keluaran Atmel, yaitu seri ATmega328.

Dalam berbagai aplikasi, Arduino dapat digunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan menerima input dari berbagai sensor atau tombol (sensor cahaya, suhu, inframerah, ultrasonik, jarak, tekanan, kelembaban) dan dapat mengontrol perangkat lainnya seperti mengontrol kecepatan dan arah putar motor, menyalakan LED, dan sebagainya. Keuntungan yang kita dapatkan ketika menggunakan Arduino, antara lain:

1. Harga relatif murah dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya dengan kelebihan yang ditawarkan.
2. Dapat digunakan pada berbagai sistem operasi Windows, Linux, Max, dan lain-lain.
3. Memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami, projek Arduino sudah banyak dipelajari karena open source.

2.2.6. Software NODE-RED

Node-RED adalah sebuah tool berbasis browser untuk membuat aplikasi Internet of Things (IoT) yang mana lingkungan pemrograman visualnya mempermudah penggunaannya untuk membuat aplikasi sebagai “flow”. Lanskap bahasa pemrograman sangatlah luas dan meliputi berbagai jenis gaya dan paradigma pemrograman. Bahasa imperatif berorientasi objek saat ini menguasai dunia pemrograman, namun begitu sebetulnya ada alternatif untuk pengembangan atau produksi software dan juga untuk membuat prototipe ide dengan cepat. Node-RED mengambil jalur alternatif tersebut untuk pengembangan software. Pertama, ia adalah bahasa pemrograman visual. Daripada membuat aplikasi sebagai barisan kodingan, Node-RED fokus ke program sebagai flow.

Walaupun Node-RED didesain untuk Internet of Things (IoT), ia juga dapat digunakan untuk keperluan umum dan untuk berbagai macam jenis aplikasi. Node-RED menyediakan berbagai jenis node yang dapat membuat developer langsung menjadi produktif, seperti:

1. Menampilkan input node dan output node yang mana mengizinkan subskripsi dan tanda terima dari topik MQ Telemetry Transport (MQTT) dan keluaran dari topik MQTT ke sebuah broker
2. Mengembangkan layanan web melalui permintaan HTTP (beserta pembuatan balasan HTTP); dan TCP level rendah dan layanan User Datagram Protocol yang dapat membuat server, menerima input, dan menghasilkan output. Membuat node dengan fungsi tersendiri (dalam JavaScript), menghasilkan pesan dengan pemicunya berbasis waktu, dan menunda pesan untuk menilai batas flow.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Barat. Berikut adalah jadwal penelitian yang dilakukan oleh penulis dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	September 2021				Oktober 2021				November 2021			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penentuan Tema												
2	Studi Pustaka												
3	Persiapan Proposal												
4	Pengumpulan Alat Dan Bahan												
5	Perancangan												
6	Pengujian												
7	Pengambilan Data												
8	Penulisan Laporan												

3.2. Data Penelitian

3.2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian pengembangan. Penelitian ini akan menghasilkan konsep baru, yaitu konsep untuk monitoring suatu sistem PLTS *Hybrid* melalui SCADA yang menggunakan mikrokontroler sebagai alternatif RTU. Penelitian ini menggabungkan beberapa peralatan, komponen, dan perangkat lunak untuk menghasilkan konsep yang dimaksud.

3.2.2. Sumber Data

Penelitian ini diawali dengan studi literatur. Pada tahapan ini, peneliti akan mengumpulkan data yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan, diantaranya penelitian terdahulu, buku teks, dan dokumen atau sumber tertulis lainnya. Pengembangan sistem monitoring PLTS *Hybrid* dilakukan dengan menggabungkan beberapa peralatan, komponen, dan perangkat lunak. Sebelum dilakukan perancangan, perlu diketahui spesifikasi teknis masing-masing peralatan dan komponen yang digunakan, dan juga menguasai teknik pemrograman perangkat lunak yang akan digunakan.

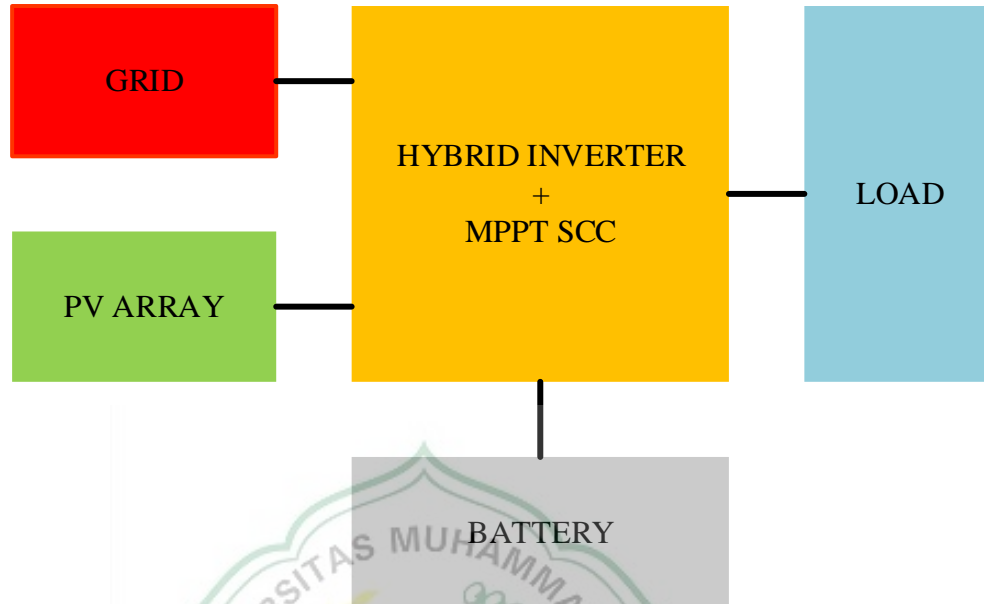
3.3. Metode Perancangan

Pengembangan sistem monitoring PLTS *Hybrid* ini, terdiri menjadi dua bagian. Bagian pertama yaitu perancangan dan pembuatan perangkat keras (hardware), yang terdiri dari perancangan dan perakitan. Bagian kedua adalah perancangan dan pengembangan perangkat lunak (software), yang meliputi pembuatan *coding*, konfigurasi, dan upload ke perangkat keras.

3.3.1. Perancangan Perangkat Keras

Penelitian diawali dengan perancangan perangkat keras. Konsep rancangan terlihat pada diagram blok pada gambar 3.1. Sumber daya pada sistem ini terdiri dari panel surya, baterai, dan jaringan PLN. Sumber tersebut terhubung ke inverter, dan baterai berfungsi sebagai penyimpan energi matahari yang diperoleh dari panel surya. Besarnya arus pengisian ke baterai diatur oleh MPPT SCC yang ada di

inverter. Pada kondisi tidak ada energi matahari, maka baterai akan memasok daya ke beban. Daya dari jaringan PLN akan dipasok ke beban jika tidak ada energi dari matahari dan energi yang tersimpan di baterai.



Gambar 3. 1 Diagram blok perangkat keras

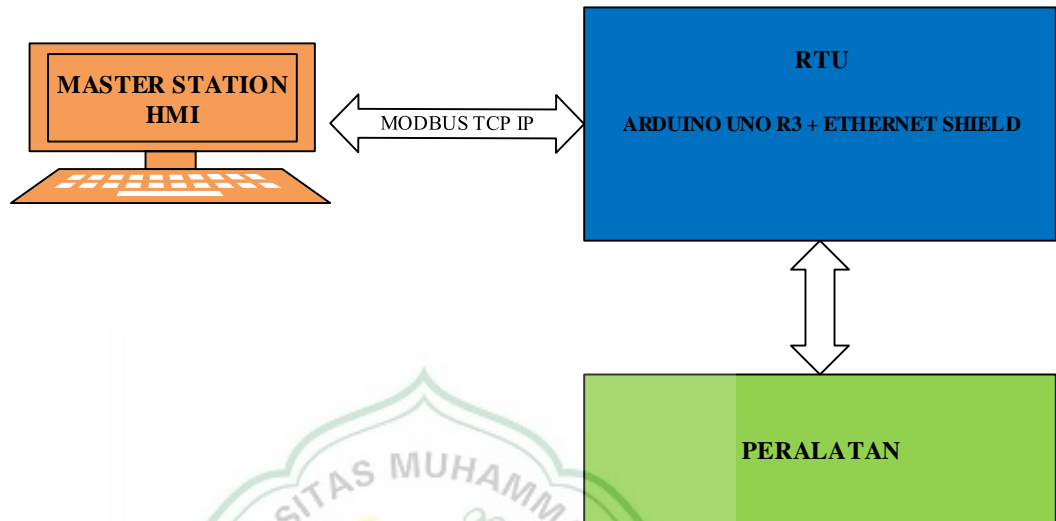
Keterangan :

- Grid = Jaringan PLN
- Battery = Batrai
- PV Array = Panel surya

3.3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan adalah NODE-Red. Melalui aplikasi tersebut akan dilakukan konfigurasi HMI, akuisisi data, dan pengaturan parameter protokol komunikasi. Pada sistem SCADA ini digunakan komputer sebagai Master Station, dan ARDUINO sebagai RTU. Konsep rancangan perangkat lunak diperlihatkan oleh gambar 3.2. Koneksi Arduino dengan komputer menggunakan kabel UTP yang terhubung ke port RJ45 di ethernet shield yang terpasang di Arduino tersebut, dan protokol komunikasi yang digunakan adalah MODBUS TCP-IP. Semua data input analog dan input digital dikirim ke komputer, untuk selanjutnya ditampilkan di HMI SCADA. Disamping itu fungsi kontrol open close

masing – masing kontaktor magnetik juga dilakukan melalui HMI SCADA, perintah itu akan diteruskan ke Arduino untuk selanjutnya diteruskan ke peralatan yang dituju.



Gambar 3. 2 Diagram blok perangkat lunak

3.4. Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan sesuai diagram alir metodologi penelitian yang terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Diagram alir metodologi penelitian

Metodologi penelitian ini dimulai dengan studi literatur, lalu melakukan perancangan alat, lalu membuat alat dan dilakukan pengujian, ketika alat tidak berfungsi kembali kepada langkah perancangan alat lalu di lakukan pengujian kembali, jika alat berfungsi dilanjutkan dengan pengambilan data selanjutnya penulisan laporan.



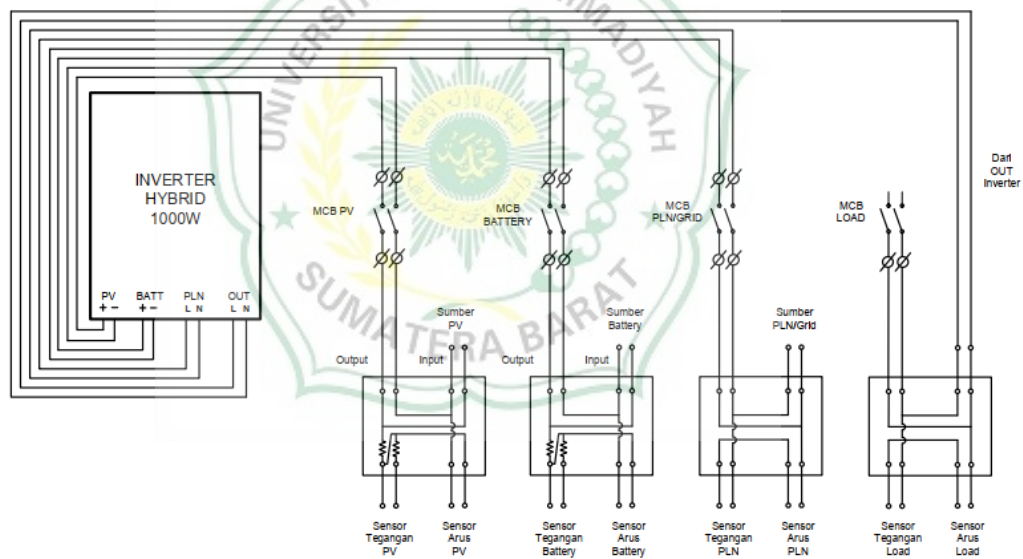
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembahasan Hasil Penelitian

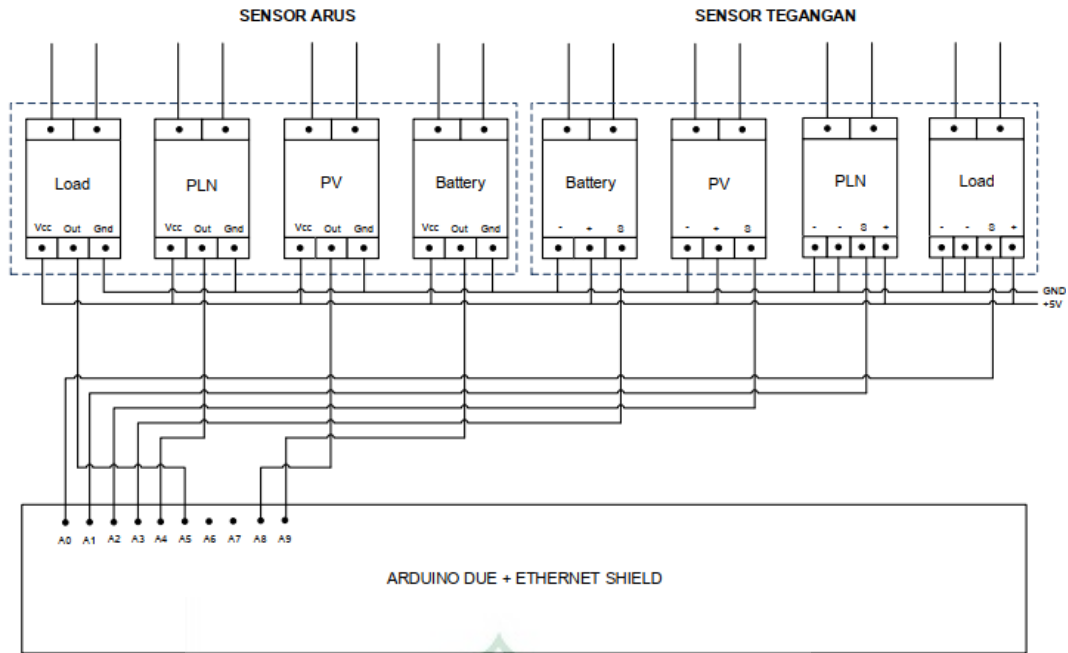
4.1.1 Perangkat keras

Perancangan skematik diagram perangkat keras mengacu pada diagram blok perangkat keras. Perangkat keras terdiri dari beberapa bagian, yaitu: rangkaian daya, rangkaian sensor, dan rangkaian kontrol. Skematik diagram dari rangkaian daya ditunjukkan oleh gambar 4.1. Skematik diagram dari rangkain sensor seperti yang terlihat pada gambar 4.2. Skematik diagram rangkaian kontrol seperti yang terlihat pada gambar 4.3. Hasil dari pembuatan alat diperlihatkan oleh gambar 4.4.



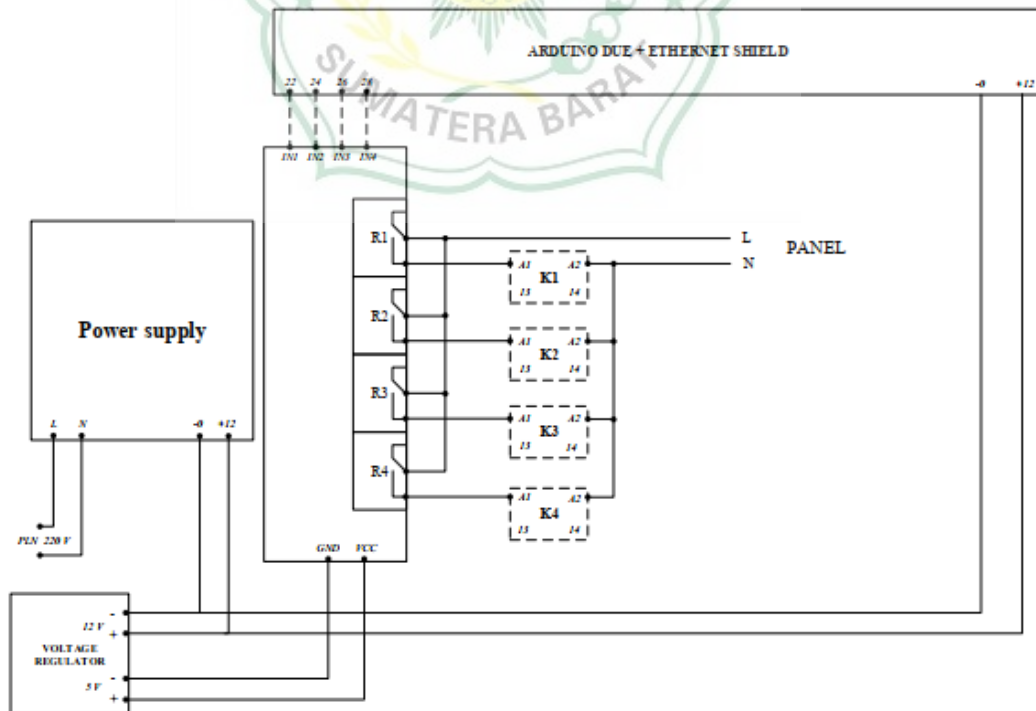
Gambar 4. 1 Rangkain daya

Rangkaian daya adalah rangkaian dimana terjadinya aliran daya dari panel surya menuju inverter hybrid untuk mengatur pengisian ke baterai, dan untuk suplai ke beban.



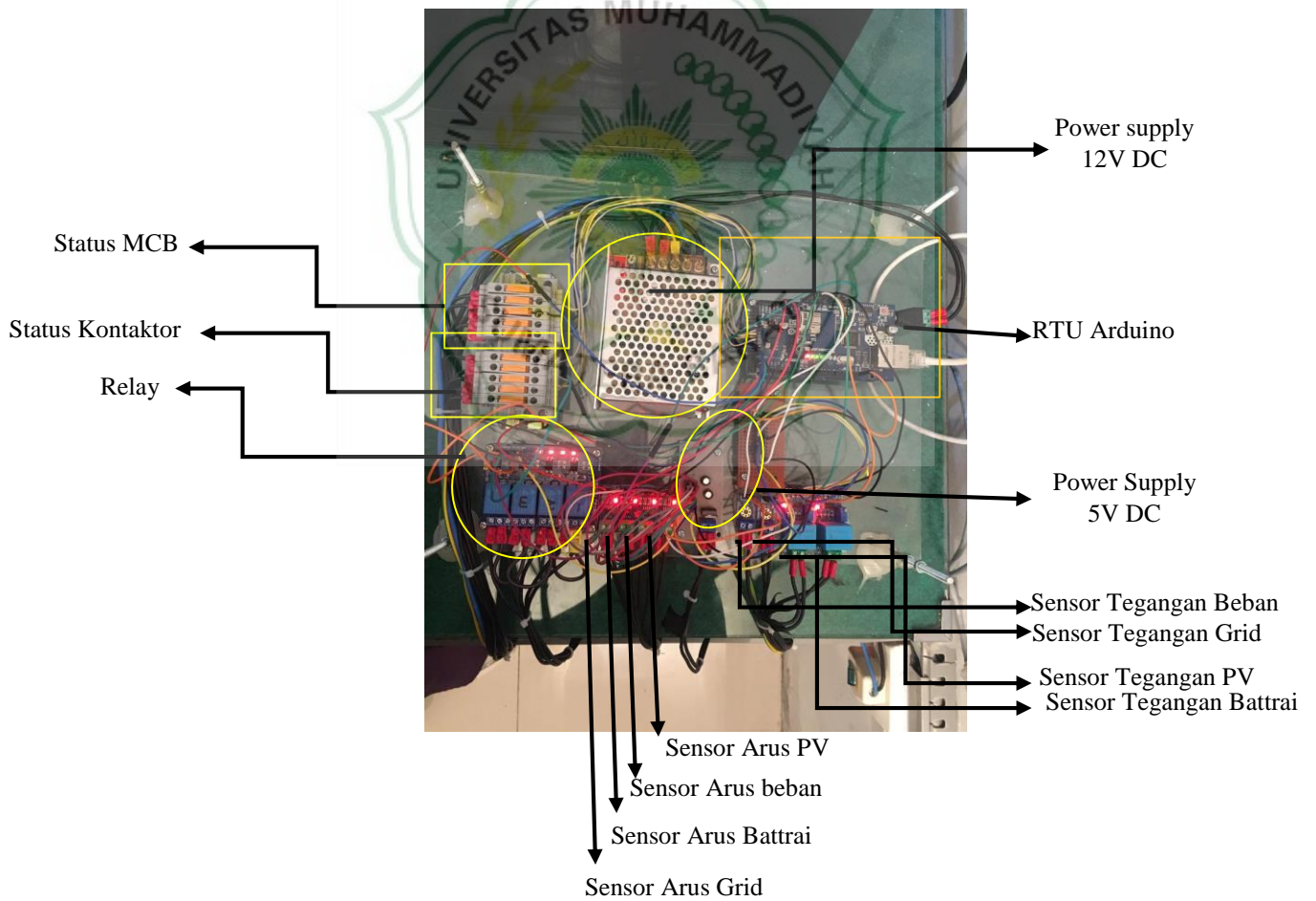
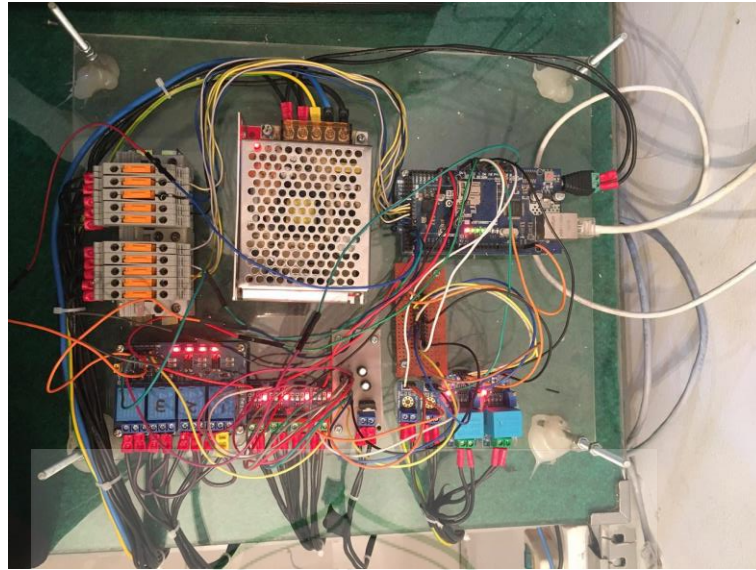
Gambar 4. 2 Rangkaian Sensor

Rangkaian sensor digunakan untuk mengukur nilai tegangan dan arus masing-masing dari panel surya, baterai, dan beban. Keluaran dari sensor akan menjadi input analog bagi arduino



Gambar 4. 3 Rangkaian Kontrol

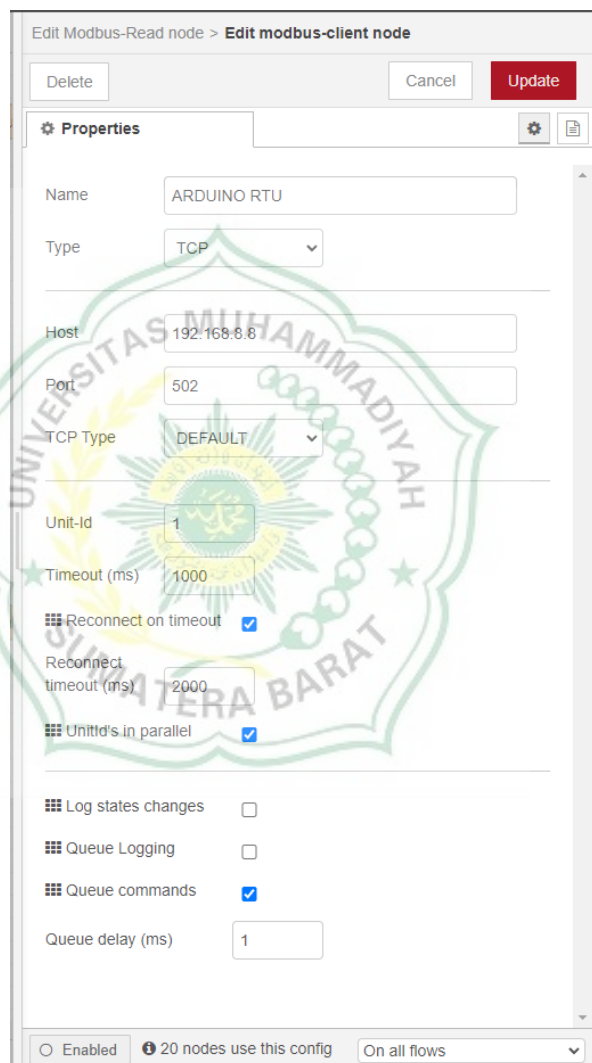
Rangkaian kontrol digunakan sebagai pengatur open-close dan status magnetik kontaktor secara otomatis



Gambar 4. 4 Hasil Pembuatan Alat

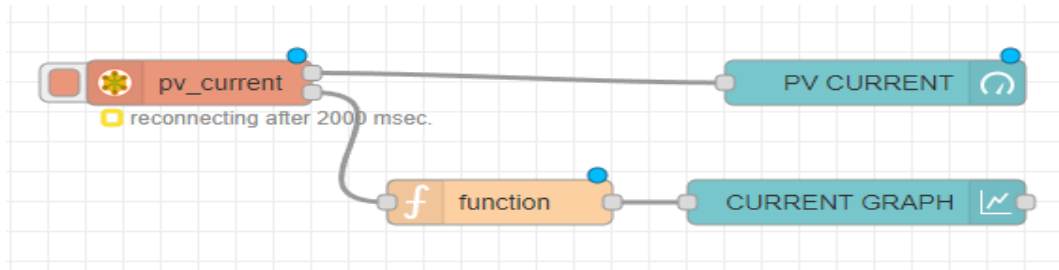
4.1.2 Perangkat Lunak

Pengerjaan perangkat lunak dilakukan sesuai diagram blok pada gambar 3.2 menggunakan aplikasi Node-RED. HMI terdiri dari tampilan untuk pembacaan data analog, pembacaan data digital input, dan pengiriman data digital output. Pengaturan IP Address untuk master station dan register address peralatan dilakukan menggunakan aplikasi Node-RED, dan pengaturan IP RTU dilakukan menggunakan aplikasi ARDUINO IDE.



Gambar 4. 5 Client node

4.1.2.1 Pembacaan Data Analog



Gambar 4. 6 Flow Pembacaan Data Analog

Pembacaan Data analog pada sistem ini yang terdiri dari tegangan dan arus. Masing-masing terdiri dari dua tampilan yaitu nilai sesaat dan grafik fungsi waktu. Konfigurasi untuk menampilkan data analog terlihat seperti flow pada gambar 4.6 yang terdiri dari beberapa node yaitu:

- Modbus read node.

The screenshot shows the 'Edit Modbus-Read node' configuration window. At the top, there are 'Delete', 'Cancel', and 'Done' buttons. Below is a 'Properties' section with a gear icon and a 'Settings' section with an 'Optionals' button. The 'Settings' section includes the following fields:

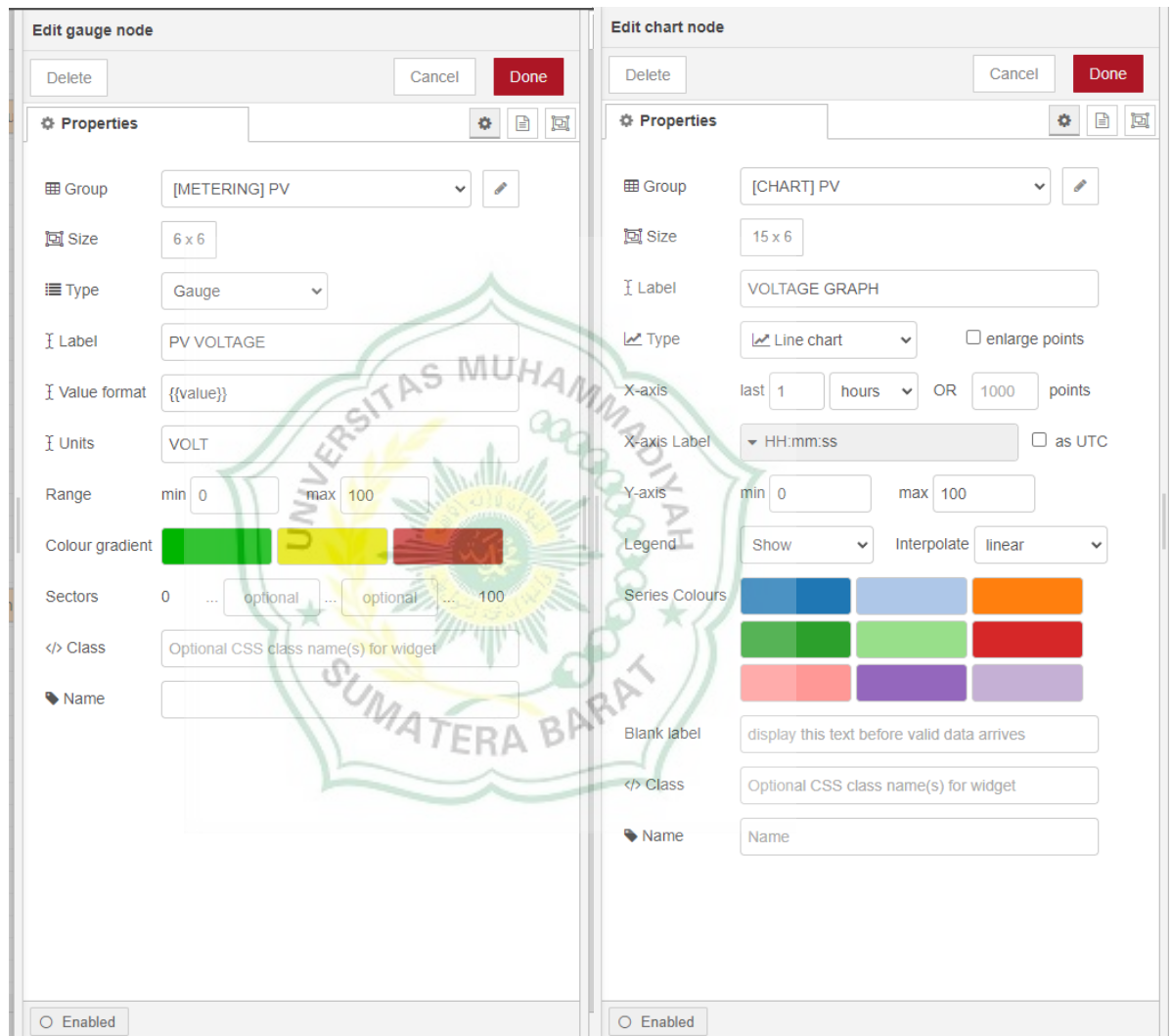
- Name: pv_voltage
- Topic: Topic
- Unit-Id: (empty)
- FC: FC 3: Read Holding Registers
- Address: 0
- Quantity: 1
- Poll Rate: 500 millisecond(s)
- Delay on start:
- Server: ARDUINO RTU

At the bottom, there is an 'Enabled' checkbox.

Gambar 4. 7 Modbus read node

Read node adalah pengaturan dari flow analog yang berwarna orange pekat, yang mana mendaftarkan status tegangan dan arus untuk PV, grid, batrai dan beban. Pengaturan pada nama di fitur edit read node adalah penamaan dari tegangan dan arus masing-masing.

- Gauge node.
- Chart node.

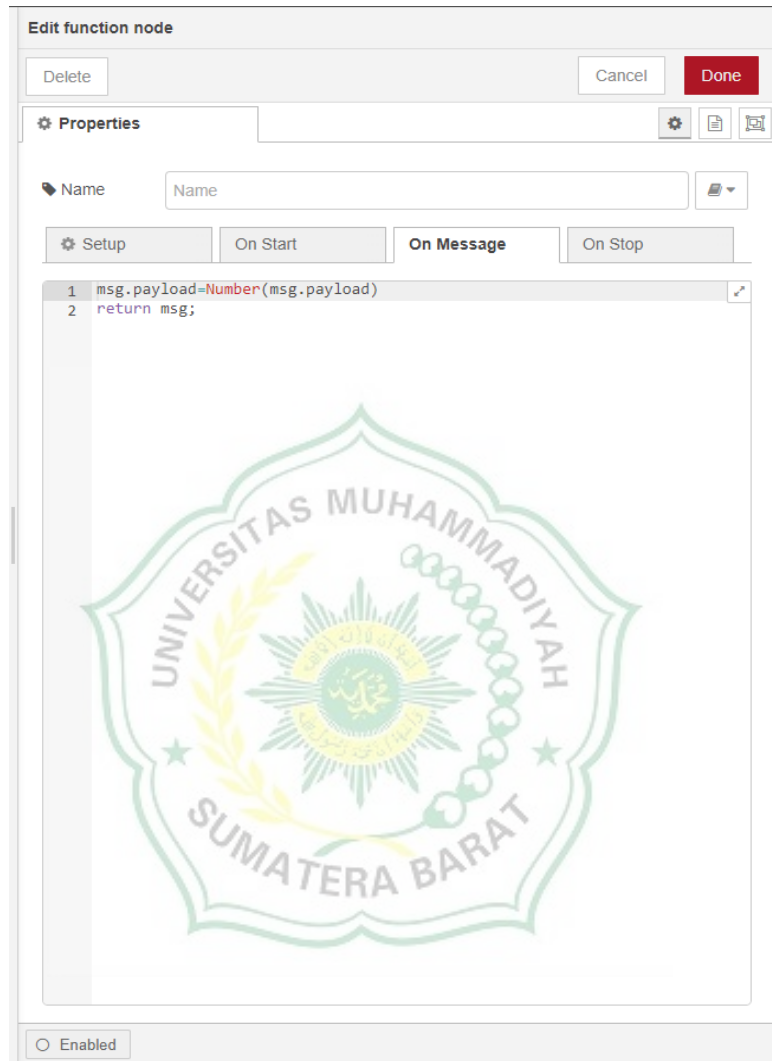


Gambar 4. 8 Gauge node dan Chart node

Pada Flow yang di tunjukkan pada gambar 4.6 read node terhubung ke gauge node yang berwarna biru dan chart node yang berwarna orange pudar, pada edit gauge node, node-nya di atur untuk menampilkan nilai tegangan dan arus dari PV, Grid, Batrai dan Beban peralatan.

Pada edit chart node, node-nya di atur untuk menampilkan grafik dari pengukuran tegangan dan arus PV, Grid, Batrai dan Beban peralatan.

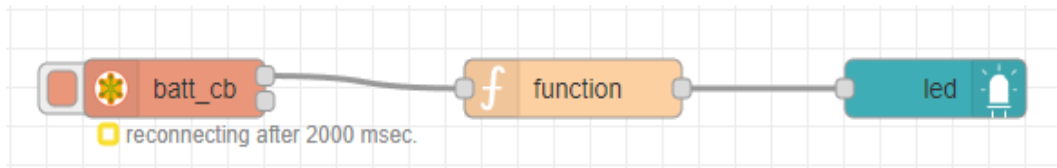
- Function node.



Gambar 4. 9 Function node

Function node pada flow pembacaan data analog di gunakan untuk mengatur waktu, pada Edit function node, terdapat fitur seperti setup, on start, on message, on stop.

4.1.2.2 Pembacaan data digital input



Gambar 4. 10 Flow pembacaan data gital input

Pembacaan data digital input berfungsi untuk memberikan informasi tentang kondisi aktual sebuah peralatan. Dalam hal ini status yang akan ditampilkan adalah kondisi open atau close kontaktor magnetik, dan jenis data yang digunakan adalah data digital. Konfigurasi untuk menampilkan status terlihat seperti flow pada gambar 4.10 yang terdiri dari beberapa node yaitu:

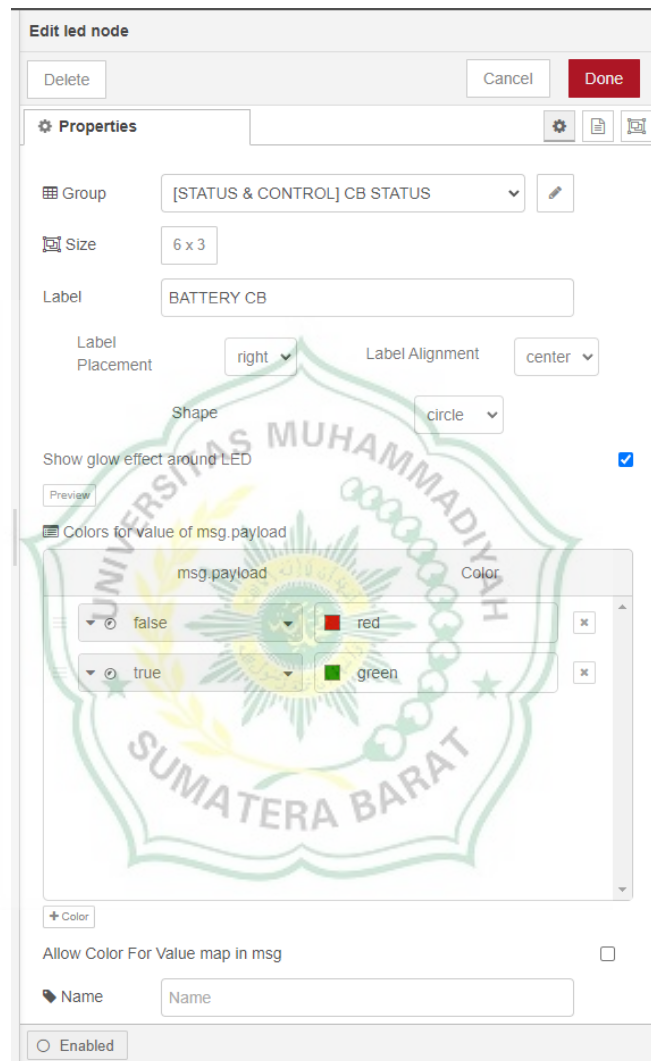
- Modbus read node.

The screenshot shows the 'Edit Modbus-Read node' configuration window. At the top, there are 'Delete', 'Cancel', and 'Done' buttons. Below is a 'Properties' section with 'Settings' and 'Optionals' tabs. The 'Settings' tab is active, showing the following fields: Name (batt_cb), Topic (Topic), Unit-Id, FC (FC 1 Read Coil Status), Address (9), Quantity (1), Poll Rate (500 millisecond(s)), Delay on start (unchecked), and Server (ARDUINO RTU). At the bottom, there is an 'Enabled' checkbox.

Gambar 4. 11 Modbus read node

Read node pada gambar 4.11 adalah pengaturan dari flow pembacaan data analog input yang berwarna orange pekat, yang mana mendaftarkan status tegangan dan arus MCB PV , grid , batrai dan beban. Pengaturan pada nama di fitur edit read node adalah penamaan dari tegangan dan arus masing-masing MCB.

- LED node.



Gambar 4. 12 LED node

LED node pada gambar 4.12 adalah pengaturan dari flow pembacaan data analog input yang berwarna biru yang mana di edit LED node untuk membaca dan mengontrol tegangan dan arus MCB PV , grid , batrai dan beban peralatan. Pada pengaturannya jika false/ close lampu akan berwarna merah dan jika true/open lampu akan berwarna hijau.

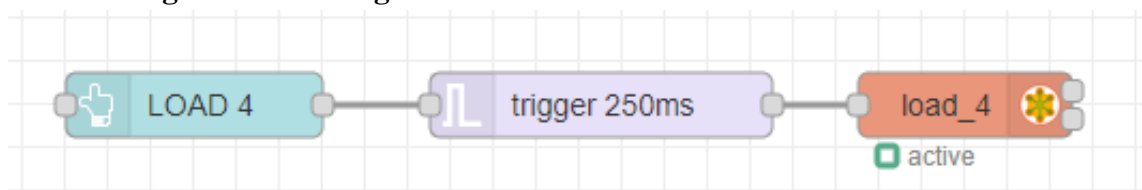
- Function node



Gambar 4. 13 Function node

Function node pada flow pembacaan data analog di gunakan untuk mengatur waktu, pada Edit function node , terdapat fitur seperti setup, on start, on message, on stop.

4.1.2.3. Pengiriman data digital



Gambar 4. 14 Flow pengiriman data digital

Pada sistem ini peralatan yang dikontrol adalah kontaktor magnetik, dimana fungsi pengendalian tersebut akan memberikan perintah open atau close kontaktor

magnetik yang dituju. Kontrol open close tidak langsung menuju kontaktor yang dituju, namun melalui relay bantu terlebih dahulu, karena tegangan koil kontaktor adalah 220 Volt AC, sementara perintah kontrol dari Arduino menggunakan tegangan 5 Volt DC, dimana untuk close diberikan tegangan 5 V DC sehingga kontak NO relay akan close, dan kontak NO tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan 220 V AC untuk koil kontaktor magnetik dan kontak tor akan close. Pada proses open, tegangan 5 V DC ke relay bantu akan dihentikan oleh arduino, sehingga kontak NO akan open dan tegangan 220 V AC ke kontaktor magnetik akan terputus dan kontaktor magnetik akan berada pada posisi open. Konfigurasi untuk kontrol menggunakan antarmuka open dan close yang terpisah, seperti flow yang terlihat pada gambar 4.14 yang terdiri dari beberapa node yaitu:

- Modbus write node.

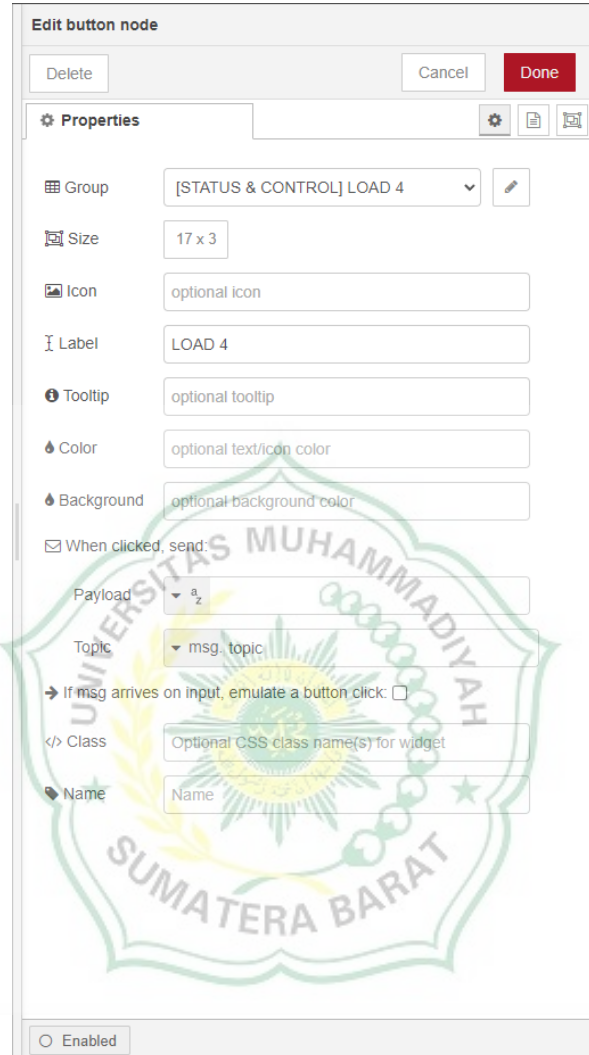


Gambar 4. 15 Modbus write node

Modbus write berfungsi untuk mengontrol kontaktor magnetik, edit write node pada gambar diatas diatur dengan penamaan kontaktor 1,2,3,4 karna pada

penelitian ini menggunakan 4 kontaktor dimana pada flow pengiriman data digital berwarna biru.

- Button node.



Gambar 4. 16 Button node.

Button node pada gambar 4.16 adalah pengaturan flow pengiriman data digital yang berwarna orange pekat, yang mana mendaftarkan status tegangan dan arus dari Kontaktor 1,2,3,4. Pengaturan pada nama di fitur edit button node adalah penamaan dari tegangan dan arus masing-masing Kontaktor.

- Trigger node.

Edit trigger node

Delete Cancel Done

Properties

Send

then

extend delay if new message arrives

override delay with msg.delay

then send

send second message to separate output

Reset the trigger if:

- msg.reset is set
- msg.payload equals

Handling

Name

Enabled

Gambar 4. 17 Trigger node.

Triger node pada flow pengiriman data digital menggunakan warna ungu, trigger node digunakan untuk mengatur waktu seperti pengaturan pada gambar edit trigger node di atas.

Masing – masing fungsi diatas agar menampilkan data dan perintah sesuai tujuan maka harus ditetapkan register address RTU masing-masing nya. Uraian register address masing peralatan, fungsi, dan jenis data ditampilkan pada tabel 4.1 dan pengaturan untuk konfigurasi TCP IP ditampilkan pada tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Pemetaan Register address RTU

No	Uraian Peralatan	Register	Fungsi	Jenis
1	Tegangan PV	0	Holding Register	Read
2	Arus PV	1	Holding Register	Read
3	Tegangan Baterai	2	Holding Register	Read
4	Arus Baterai	3	Holding Register	Read
5	Tegangan Beban	4	Holding Register	Read
6	Arus Beban	5	Holding Register	Read
7	Tegangan PLN	6	Holding Register	Read
8	Arus PLN	7	Holding Register	Read
9	Status Open/Close MCB PV	8	Holding Register	Read
10	Status Open/Close MCB Batrai	9	Holding Register	Read
11	Status Open/Close MCB Beban	10	Holding Register	Read
12	Status Open/Close MCB PLN	11	Holding Register	Read
13	Kontrol Open/Close Kontaktor Beban 1	12	Preset Register	Write

14	Kontrol Open/Close Kontaktor Beban 2	13	Preset Register	Write
15	Kontrol Open/Close Kontaktor Beban 3	14	Preset Register	Write
16	Kontrol Open/Close Kontaktor Beban 4	15	Preset Register	Write
17	Status Open/Close Kontaktor Beban 1	16	Holding Register	Read
18	Status Open/Close Kontaktor Beban 2	17	Holding Register	Read
19	Status Open/Close Kontaktor Beban 3	18	Holding Register	Read
20	Status Open/Close Kontaktor Beban 4	19	Holding Register	Read

Tabel 4. 2 Pemetaan Register address RTU

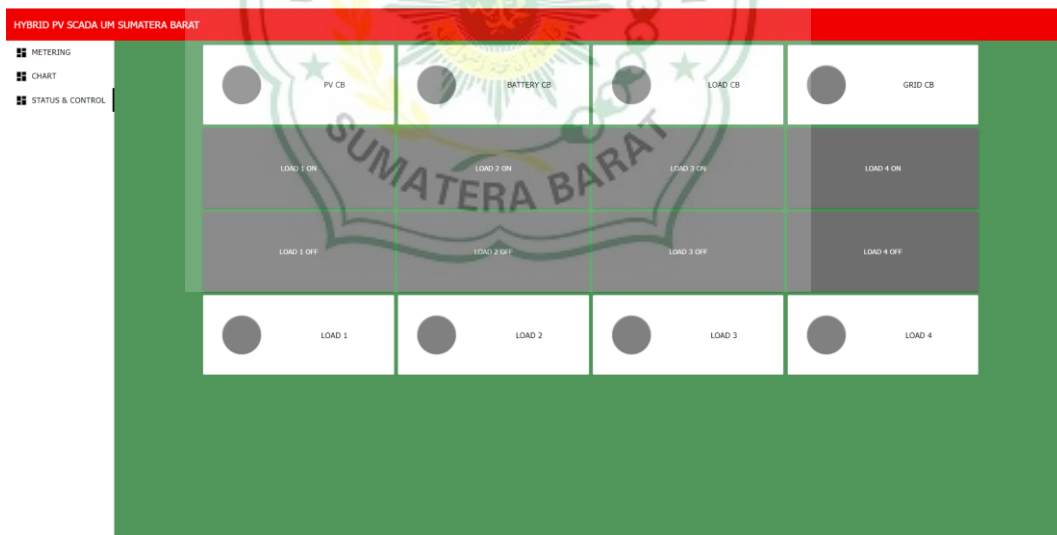
NO	Deskripsi	IP
1	IP RTU (Arduino)	192.168.8.8
2	IP Gateway Master Station (komputer)	192.168.8.1
3	Subnet	255.255.255.0

Setelah dilakukan konfigurasi semua parameter, maka dilanjutkan dengan mengatur tata letak tampilan HMI. Untuk dapat menampilkan HMI, digunakan browser dengan memasukan URL “localhost:1888/ui”. Hasil tampilan HMI diperlihatkan oleh gambar 4.18 untuk pengukuran, gambar 4.19 kontrol dan status. Tampilan grafik pengukuran sebagai fungsi waktu diperlihatkan oleh gambar 4.20.



Gambar 4. 18 Tampilan HMI pengukuran

Tampilan HMI pengukuran pada gambar diatas adalah hasil dari menjalankan node-node yang sudah di buat dalam bentuk flow tadi, nilai dari pengukuran Tegangan dan Arus PV, Batrai, Grid dan Beban masing- masing peralatan akan di tampilkan seperti ini.



Gambar 4. 19 Tampilan HMI kontrol, dan status.

Tampilan HMI Kontrol dan Status di atas berfungsi untuk mengontrol tegangan dan arus MCB PV , grid , batrai dan beban peralatan. jika false/ close lampu akan berwarna merah dan jika true/open lampu akan berwarna hijau sesuai pengaturan pada LED node dan Button node.



Gambar 4. 20 Tampilan grafik pengukuran

Tampilan Grafik pengukuran diatas akan merekap hasil pengukuran pada HMI pengukuran dalam bentuk grafik, yang mana grafiknya bisa di atur pada pembacaan data analog input yang di atur pada gauge node. Tampilan grafik bisa di ubah sesuai yang dibutuhkan.



4.2. Hasil Pengujian Hipotesis

4.2.1. Pengujian Alat

Alat yang telah selesai dibuat, terlebih dahulu harus dilakukan pengujian untuk memastikan alat tersebut berfungsi sesuai rancangan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan kondisi aktual dengan informasi yang diberikan oleh sistem SCADA pada HMI. Apabila ditemui perbedaan kondisi aktual dengan informasi pada HMI SCADA, maka proses penelitian ini kembali pada proses perancangan. Dalam penelitian ini, pengujian yang dilakukan yaitu:

1. Pengujian Analog input

Pengujian analog input dilakukan untuk melihat apakah alat penerima sinyal analog dapat menerima sinyal sesuai dengan yang seharusnya. Hal ini berguna untuk melihat apakah sinyal analog yang dihasilkan sudah sesuai dengan yang diharapkan atau belum.

2. Pengujian Digital Output

Pengujian digital output dilakukan untuk memastikan keluaran digital menghasilkan sinyal biner yang sesuai serta dapat terkirim dan diterima sistem kontrol dengan baik sehingga dapat mengetahui apakah hasil sesuai atau tidak dengan hasil yang diharapkan.

3. Pengujian Digital input

Pengujian *Digital input* dilakukan untuk melihat apakah sinyal biner yang dikirimkan sudah memiliki nilai yang diharapkan atau belum serta apakah sinyal biner dapat diterima oleh sistem kontrol dengan baik atau tidak.

4.2.2. Pengambilan data

Setelah pengujian dilakukan, dan alat dipastikan berfungsi dengan baik maka penelitian dilanjutkan dengan pengambilan data. Data yang diambil adalah data arus dan tegangan dari masing panel surya, baterai, dan beban. Disamping itu, data lain yang diambil adalah fungsi untuk kontrol dan status open close kontaktor magnetik

4.2.3 Pengujian data analog

Tabel 4. 3 perbandingan hasil pengukuran dengan pembacaan HMI

No	Besaran	Satuan	Pengukuran	HMI	Deviasi
1	Tegangan PV	Volt	53.1	53	0,1
2	Arus PV	Ampere	2.0	2	0
3	Tegangan Baterai	Volt	26.3	26	0,3
4	Arus Baterai	Ampere	0.025	0	0.025
5	Tegangan Beban	Volt	205.4	205	0,4
6	Arus Beban	Ampere	4.21	4	0,21
7	Tegangan PLN	Volt	210	210	0
8	Arus PLN	Ampere	5.45	5	0.45

Pengujian data analog dilakukan dengan mengukur nilai arus dan tegangan menggunakan multimeter dan kemudian dibandingkan dengan hasil pembacaan di HMI/ yang terbaca di komputer. Hasil pengukuran dan pembacaan HMI diperlihatkan pada tabel 4.3. Dari tabel tersebut terdapat deviasi rata < 1 volt untuk tegangan, dan < 1 ampere untuk arus.

4.2.4 Pengujian digital input

Pengujian digital input dilakukan dengan mengamati kesesuaian kondisi aktual kontaktor magnetic dengan status yang ditampilkan di HMI. Hasil pengujian digital input diperlihatkan pada tabel 4.4. Dari tabel tersebut terlihat bahwa status yang ditampilkan di HMI setiap kontaktor sesuai dengan kondisi aktual. Pada kondisi kontaktor open maka indikator akan berwarna hijau, dan jika kontaktor dalam kondisi close indikator akan berwarna merah.

Tabel 4. 4 Pengujian Digital input

NO	PERALATAN	STATUS AKTUAL	STATUS HMI
1	MCB PV	OPEN	HIJAU
		CLOSE	MERAH
2	MCB BATERAI	OPEN	HIJAU
		CLOSE	MERAH
3	MCB GRID/ PLN	OPEN	HIJAU
		CLOSE	MERAH
4	MCB BEBAN	OPEN	HIJAU
		CLOSE	MERAH

4.2.5 Pengujian digital output

Pengujian digital output dilakukan dengan cara memberikan perintah open/close melalui button open dan close di HMI. Masing-masing kontaktor mempunyai button open dan button close yang berbeda, dan kondisi kontaktor harus sesuai dengan jenis perintah dan tujuan yang diberikan. Hasil pengujian digital output diperlihatkan pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Pengujian Digital Output

NO	PERALATAN	PERINTAH HMI	STATUS AKTUAL
1	KONTAKTOR 1	OPEN	OPEN
		CLOSE	CLOSE
2	KONTAKTOR 2	OPEN	OPEN
		CLOSE	CLOSE
3	KONTAKTOR 3	OPEN	OPEN
		CLOSE	CLOSE
4	KONTAKTOR 4	OPEN	OPEN
		CLOSE	CLOSE

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Kesimpulan yang dapat kita peroleh pada penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Pada penelitian ini dapat kita lihat dan buktikan bahwasannya ARDUINO dapat kita gunakan sebagai RTU (*Remote Transfer Unit*) yang di operasikan oleh HMI. Yang dimana komputer sebagai HMI tersebut kita dapat melihat tegangan dan arus dari PLTS, battery dan beban yang kita ukur menggunakan sistem ini. Sehingga penelitian ini dapat kita laksanakan dengan sebaiknya, dan di sini kita dapat membuktikan bahwa perancangan ini berhasil dan sesuai dengan yang kita harapkan.
- 2) Pengujian data analog dilakukan dengan mengukur nilai arus dan tegangan menggunakan multimeter dan kemudian dibandingkan dengan hasil pembacaan di HMI terdapat deviasi rata < 1 volt untuk tegangan, dan < 1 ampere untuk arus.
- 3) Pada pengujian digital input kondisi aktual kontaktor magnetic dengan status yang ditampilkan di HMI terlihat bahwa status yang ditampilkan di HMI setiap kontaktor sesuai, dan pada pengujian digital output, kondisi kontaktor sesuai dengan jenis perintah dan tujuan yang diberikan.

5.2. Saran

Penelitian ini tidak terlepas dari ketidaksempurnaan yang menjadi suatu kekurangan sehingga hasil yang di peroleh belum tentu maksimal. Hal ini berhubungan dengan keterbatasan peralatan dan ilmu pengetahuan penulis. Penulis mengharapkan saran dan masukan agar kedepannya penelitian ini dapat lebih sempurna lagi. Hasil yang didapatkan dari beberapa saran, diantaranya:

- 1) Diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan PLC sehingga dalam pengambilan penelitian ini lebih mudah dan di kembangkan selanjutnya.

- 2) Pada saat ini HMI yang digunakan adalah laptop atau komputer untuk monitoringnya, diharapkan kedepannya untuk bisa di kembangkan lebih lanjut ketahap smartphone agar monitoring bisa dari jarak yang jauh.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Kyeremeh and F. Peprah, "Design and Construction of an Arduino Microcontroller-based EGG Incubator," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 168, no. 1, pp. 15–23, 2017, doi: 10.5120/ijca2017914261.
- [2] D. C. Darandale, B. L. Gunjal, and P. B. L. Gunjal, "Development of Web-Based SCADA like Application using Arduino Platform," *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.*, vol. 2, no. 6, pp. 39–43, 2013.
- [3] and L. Siregar, R. R. A., Wardana, N., "Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno, Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta," *JETri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 14, no. 2, pp. 81–100, 2017, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.25105/jetri.v14i2.1607>.
- [4] P. G. Chamdareno and H. Hilal, "Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid PLTD-PLTS di Pulau Tunda Serang Banten," *Resist. (elektRonika kEndali Telekomun. tenaga List. kOmputeR)*, vol. 1, no. 1, p. 35, 2018, doi: 10.24853/resistor.1.1.35-42.
- [5] H. Nazif and M. I. Hamid, "Pemodelan Dan Simulasi PV-Inverter Terintegrasi Ke Grid Dengan Kontrol Arus 'Ramp Comparison Of Current Control,'" *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, p. 129, 2015, doi: 10.25077/jnte.v4n2.139.2015.

Lampiran.

* Kodingan Alat*

```
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Ethernet.h>
#include "Mudbus.h"
Mudbus Mb;
void setup()
{
  uint8_t mac[ ] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x00, 0x51, 0x06 };
  uint8_t p[ ] = { 192, 168, 8, 8 }; // IP RTU ARDUINO
  uint8_t gateway[ ] = { 192, 168, 8, 1 }; // IP LAPTOP
  uint8_t subnet[ ] = { 255, 255, 255, 0 };
  Ethernet.begin(mac, p, gateway, subnet);
  delay(2000);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(22, OUTPUT); //K1 Control
  pinMode(24, OUTPUT); //K2 Control
  pinMode(26, OUTPUT); //K3 Control
  pinMode(28, OUTPUT); //K4 Control
  pinMode(30, INPUT_PULLUP); //K1 Status
  pinMode(32, INPUT_PULLUP); //K2 Status
  pinMode(34, INPUT_PULLUP); //K3 Status
  pinMode(36, INPUT_PULLUP); //K4 Status
  pinMode(38, INPUT_PULLUP); //MCB PV STATUS
  pinMode(40, INPUT_PULLUP); //MCB BATT STATUS
  pinMode(42, INPUT_PULLUP); //MCB GRID STATUS
  pinMode(44, INPUT_PULLUP); //MCB LOAD STATUS
}
```

```

void loop()
{
Mb.Run();

//PV Voltage
double pvvoltinput = analogRead(A2);
double pvvolt = (pvvoltinput * 25 * 3 / 1024);
Mb.R[0] = pvvolt;

//PV CURRENT
double pvacs712out = analogRead(A8) ;
double pvcurentinput = pvacs712out ;
double pvcurent = (((pvcurentinput / 1024) * 5000) - 2500)/66);
Mb.R[1] = pvcurent;

//BATTERY Voltage
double battvoltinput = analogRead(A3);
double battvolt1 = (battvoltinput * 5) / 1024;
double battvolt = (battvolt1 / (1/5)) * 2;
Mb.R[2] = battvolt;

//BATTERY CURRENT
double battacs712out = analogRead(A9) ;
double battcurrentinput = battacs712out ;
double battcurrent = (((battcurrentinput / 1024) * 5000) - 2500)/66) ;
Mb.R[3] = battcurrent;

//LOAD Voltage

```



```

double loadvoltageinput = analogRead(A1);
double loadvoltage = (loadvoltageinput * 5/1023);
Mb.R[4] = loadvoltage;

//LOAD CURRENT
double loadcurrent712out = analogRead(A5) ;
double loadcurrentinput = loadcurrent712out ;
double loadcurrent = (((loadcurrentinput / 1024) * 5000) - 2500)/100 ;
Mb.R[5] = loadcurrent;

//GRID Voltage
double gridvoltageinput = analogRead(A0);
double gridvoltage = gridvoltageinput * (5/1023) ;
Mb.R[6] = gridvoltage;

//GRID CURRENT
double gridcurrent712out = analogRead(A4) ;
double gridcurrentinput = ((gridcurrent712out / 1024)* 5000) ;
double gridcurrent = ((gridcurrentinput - 2500) / 100) ;
Mb.R[7] = gridcurrent;

Mb.R[8] = digitalRead(38);
Mb.R[9] = digitalRead(40);
Mb.R[10] = digitalRead(42);
Mb.R[11] = digitalRead(44);

digitalWrite(22, Mb.R[12]);
digitalWrite(24, Mb.R[13]);
digitalWrite(26, Mb.R[14]);

```

```
digitalWrite(28, Mb.R[15]);
```

```
Mb.R[16] = digitalRead(30);
```

```
Mb.R[17] = digitalRead(32);
```

```
Mb.R[18] = digitalRead(34);
```

```
Mb.R[19] = digitalRead(36);
```

```
delay(2000);
```

```
#include <SPI.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <Ethernet.h>
```

```
#include "Mudbus.h"
```

```
Mudbus Mb;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
uint8_t mac[ ] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x00, 0x51, 0x06 };
```

```
uint8_t p[ ] = { 192, 168, 8, 8 }; // IP RTU ARDUINO
```

```
uint8_t gateway[ ] = { 192, 168, 8, 1 }; // IP LAPTOP
```

```
uint8_t subnet[ ] = { 255, 255, 255, 0 };
```

```
Ethernet.begin(mac, p, gateway, subnet);
```

```
delay(2000);
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
pinMode(22, OUTPUT); //K1 Control
```

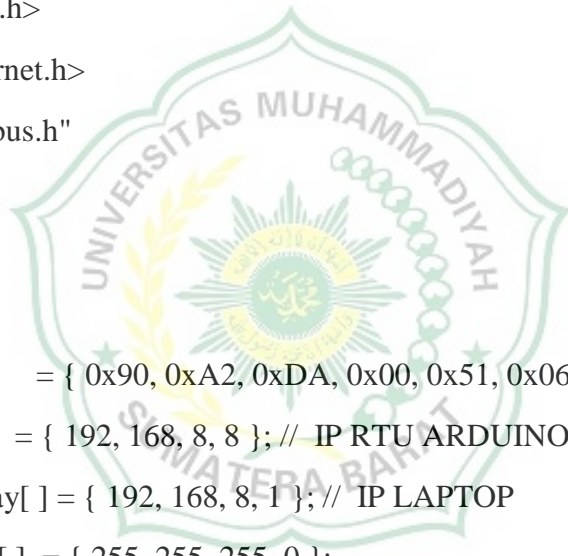
```
pinMode(24, OUTPUT); //K2 Control
```

```
pinMode(26, OUTPUT); //K3 Control
```

```
pinMode(28, OUTPUT); //K4 Control
```

```
pinMode(30, INPUT_PULLUP); //K1 Status
```

```
pinMode(32, INPUT_PULLUP); //K2 Status
```



```

pinMode(34, INPUT_PULLUP); //K3 Status
pinMode(36, INPUT_PULLUP); //K4 Status
pinMode(38, INPUT_PULLUP); //MCB PV STATUS
pinMode(40, INPUT_PULLUP); //MCB BATT STATUS
pinMode(42, INPUT_PULLUP); //MCB GRID STATUS
pinMode(44, INPUT_PULLUP); //MCB LOAD STATUS
}

void loop()
{
Mb.Run();

//PV Voltage
double pvvoltinput = analogRead(A2);
double pvvolt = (pvvoltinput * 25 * 3 / 1024);
Mb.R[0] = pvvolt;

//PV CURRENT
double pvacs712out = analogRead(A8);
double pvcurrentinput = pvacs712out ;
double pvcurrent = (((pvcurrentinput / 1024) * 5000) - 2500)/66);
Mb.R[1] = pvcurrent;

//BATTERY Voltage
double battvoltinput = analogRead(A3);
double battvolt1 = (battvoltinput * 5) / 1024;
double battvolt = (battvolt1 / (1/5)) * 2;
Mb.R[2] = battvolt;

```

```
//BATTERY CURRENT
```

```
double battacs712out = analogRead(A9) ;
```

```
double battcurrentinput = battacs712out ;
```

```
double battcurrent = (((battcurrentinput / 1024) * 5000) - 2500)/66 ;
```

```
Mb.R[3] = battcurrent;
```

```
//LOAD Voltage
```

```
double loadvoltinput = analogRead(A1);
```

```
double loadvolt = (loadvoltinput * 5/1023);
```

```
Mb.R[4] = loadvolt;
```

```
//LOAD CURRENT
```

```
double loadacs712out = analogRead(A5) ;
```

```
double loadcurrentinput = loadacs712out ;
```

```
double loadcurrent = (((loadcurrentinput / 1024) * 5000) - 2500)/100 ;
```

```
Mb.R[5] = loadcurrent;
```

```
//GRID Voltage
```

```
double gridvoltinput = analogRead(A0);
```

```
double gridvolt = gridvoltinput * (5/1023) ;
```

```
Mb.R[6] = gridvolt;
```

```
//GRID CURRENT
```

```
double gridacs712out = analogRead(A4) ;
```

```
double gridcurrentinput = ((gridacs712out / 1024)* 5000) ;
```

```
double gridcurrent = ((gridcurrentinput - 2500) / 100) ;
```

```
Mb.R[7] = gridcurrent;
```

```
Mb.R[8] = digitalRead(38);
```

```
Mb.R[9] = digitalRead(40);  
Mb.R[10] = digitalRead(42);  
Mb.R[11] = digitalRead(44);
```

```
digitalWrite(22, Mb.R[12]);  
digitalWrite(24, Mb.R[13]);  
digitalWrite(26, Mb.R[14]);  
digitalWrite(28, Mb.R[15]);
```

```
Mb.R[16] = digitalRead(30);  
Mb.R[17] = digitalRead(32);  
Mb.R[18] = digitalRead(34);  
Mb.R[19] = digitalRead(36);
```

```
delay(2000);
```



KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	: Syabrina Abud
NIM	: 181000220201025
Program Studi	: Teknik Elektro
Pembimbing I	: Hariyadi, S.Kom., M.Kom.
NIDN	: 1021068901
Judul	: Pengembangan SCADA Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Hybrid Berbasis Mikrokontroler

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing
1.	17/10-2021	Perbaiki Bab 1, Pertajam latar belakang, tujuan dan rumusan masalah.	[Signature]
2.	20/10-2021	Lanjut bab 2 dan 3, perbaiki BAB I sesuai dengan format.	[Signature]
3.	22/10-2021	Acc perbaiki Bab 1-3, Sempro.	[Signature]
4.	26/12-2021	Perbaiki sesuai aturan	[Signature]
5.	04/01-2022	Acc Bab 1-3, Bab 4 Perbaiki Hasil	[Signature]
6.	16/01-2022	Hasil & Pertajam dan Buat Bab 5.	[Signature]
7.	25/01-2022	Acc Bab 1-5	[Signature]
8.	26/01-2022	Acc Sempro	[Signature]
9.	12/02-2022	Perbaiki sesuai aturan	[Signature]
10.	16/03-2022	Print Basih Supkan Program	[Signature]

Catatan:

1. Kartu Konsultasi dibuat dua rangkap untuk pembimbing I dan II, dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. *) Sesuai dengan status pembimbing, sebagai Pembimbing I atau Pembimbing II.
3. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,
 Ketua Program Studi Teknik Elektro

[Signature]
 Heris Yamashika
 NIDN. 1024038202



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Air Kuning No. 1 Bukittinggi (26111) Telp. (0752) 4625731, Hp. 082284929110
Website: www.umsh.ac.id Email: [fakultas@umsh.ac.id](mailto: fakultas@umsh.ac.id)

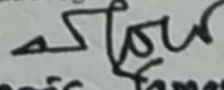
KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	: Syabrina Abud
NIM	: 181000220201025
Program Studi	: Teknik Elektro
Pembimbing II	: Herris Yamashika, S.T., M.T.
NIDN	: 1024038202
Judul	: Pengembangan SCADA Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Hybrid Berbasis Mikrokontroler

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing
1.	18/10-2021	BAB I : Perbaiki latar belakang, gunakan hasil penelitian sebagai acuan	h
2.	20/10-2021	Perbaiki BAB IV bagian Metode Perancangan	h
3.	23/10-2021	ACC seminar proposal	h
4.	27/12-2021	Perbaiki Gambar software / skematik software	h
5.	5/01-2022	Perbaiki Rangkaian Hardware	h
6.	17/01-2022	Perbaiki Coding	h
7.	26/01-2022	ACC Seminar Hasil	h
8.	12/02-2022	Perbaiki Sesuai: Koneksi Pengujian	h
9.	16/03-2022	Ace Cetak Hard Cover	h
10.	17/03-2022	Ace Kompri	h

Catatan :

1. Kartu Konsultasi dibuat dua rangkap untuk pembimbing I dan II, dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. *) Sesuai dengan status pembimbing, sebagai Pembimbing I atau Pembimbing II
3. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Herris Yamashika
NIDN. 1024038202