

# RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PLTS OFF-GRID KAPASITAS 4 KWP LAB. ELEKTRO KAMPUS-II ITN MALANG MENGUNAKAN SCADA HAIWELL

<sup>1</sup>Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT., <sup>2</sup>Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE., <sup>3</sup>Muhammad Wahyu Solihin  
Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia  
<sup>1</sup>widodopm@yahoo.com, <sup>2</sup>abraham@lecturer.itn.ac.id, <sup>3</sup>wahyusolihin736@gmail.com

**Abstrak**— Sistem monitoring merupakan mengumpulkan dan menyajikan informasi secara sistematis terkait kelistrikan PLTS Off-Grid 4 KWP di Kampus 2 ITN Malang. Pentingnya sistem monitoring ini adalah untuk mengetahui keluaran PLTS setiap saat, dimana, dan kapan saja memudahkan pengguna melihat kondisi PLTS tanpa harus datang ke lokasi secara langsung. Pada penelitian ini melakukan perancangan hardware dan software untuk di monitoring menggunakan sistem Scada Haiwell. Perangkat yang digunakan terdiri dari energi meter digital SPM91 (AC) dan PZEM-017 (DC) sebagai alat ukur berbasis modbus dan serial komunikasi RS-485 dan Elfin-EW11a sebagai alat pengirim nilai-nilai data yang terukur dari PLTS menuju database server. Konfigurasi sistem ini menampilkan parameter seperti tegangan, arus, daya, dan energi (kWh) dari PLTS yang dirancang untuk dipantau dengan dashboard tampilan Scada Haiwell. Hasil yang didapat dari penelitian ini, sistem monitoring menampilkan data-data parameter PLTS dan grafik pada perangkat lunak Scada Haiwell secara real time dan online.

**Kata Kunci**— Monitoring, PLTS, Scada Haiwell, SPM91, RS-485.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Energi listrik adalah kebutuhan yang sudah harus ada di jaman sekarang ini. Dalam hal ini masyarakat bisa mendapatkan listrik selain dari PLN yaitu dari energi terbarukan atau *renewable energy*. Indonesia adalah negara yang memiliki berbagai sumber daya energi terbarukan. Sistem pembangkit listrik tenaga surya yang diperkenalkan pada 1950-an tidak memiliki polusi, kebisingan, bahan bakar, dan karakteristik perawatan yang mudah dibandingkan dengan sistem pembangkit konvensional lainnya. Namun, terlepas dari kelebihan yang melekat ini, ada beberapa keterbatasan dalam pemanfaatan sistem PV karena biaya modal yang tinggi dari sistem termasuk sel surya dan sistem pengkondisian daya. [1] Energi yang dihasilkan oleh *solar cell* ini sangat bergantung pada kondisi cahaya matahari. Cara mengetahui kinerja *solar cell* yaitu dengan memonitor tegangan, arus, daya dan intensitas cahaya pada pembangkit, untuk melihat kinerja dari

pembangkit itu sendiri. Akan tetapi di jaman sekarang sistem monitoring masih menggunakan cara manual, yaitu dengan melakukan pengecekan secara langsung ke tempat pembangkit berada. Tentu hal itu kurang efektif dan efisien apabila ingin melakukan monitoring secara rutin. Karena kondisi lingkungan selalu berubah, maka akan sulit mengetahui kinerja sebuah PLTS yang terpasang pada lokasi tertentu tanpa mengetahui kondisi perubahan parameter-parameter pembangkit di lokasi tersebut. [2] Untuk mendapatkan hasil kinerja dari panel surya dibutuhkan sebuah pengukuran pada daya keluaran dari panel surya, pengukuran ini dapat digunakan menggunakan multimeter, tetapi pengukuran menggunakan metode ini masih memiliki banyak kekurangan yaitu pengukuran yang tidak bisa dilakukan secara terus menerus. Karena itulah dibutuhkan suatu sistem untuk merekam data output dari panel surya secara otomatis agar mendapatkan hasil data pengukuran yang efektif. [3]

Pada penelitian ini melakukan perancangan hardware dan software untuk di monitoring dengan sistem perangkat lunak Scada Haiwell dan metode pengambilan data dengan skala perdetik dan permenit. Konfigurasi sistem ini mudah disesuaikan untuk mengumpulkan informasi kelistrikan seperti tegangan, arus, daya, frekuensi, dan energi (kWh) dari sistem yang dirancang untuk dipantau. Hal tersebut bertujuan untuk memudahkan peneliti memantau PLTS Off-Grid 4 KWP Kampus-II ITN Malang secara *real time* dan *online*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkitan listrik bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan fotovoltaik dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Fotovoltaik mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin dikombinasikan

dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor.

Sel surya atau sel fotovoltaik adalah alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Dibuat pertama kali pada tahun 1880 oleh Charles Fritts.

Pembangkit listrik tenaga surya tipe fotovoltaik adalah pembangkit listrik yang menggunakan perbedaan tegangan akibat efek fotoelektrik untuk menghasilkan listrik. Solar panel terdiri dari 3 lapisan, lapisan panel P di bagian atas, lapisan pembatas di tengah, dan lapisan panel N di bagian bawah. Efek fotoelektrik adalah di mana sinar matahari menyebabkan elektron di lapisan panel P terlepas, sehingga hal ini menyebabkan proton mengalir ke lapisan panel N di bagian bawah dan perpindahan arus proton ini adalah arus listrik.[5]

### B. Monitoring

Monitoring merupakan proses mengumpulkan dan menyajikan informasi secara sistematis terkait pencapaian suatu tujuan tertentu [4].

### C. Konfigurasi Sistem PLTS

Sistem PLTS berdasarkan lokasi pemasangannya dibagi menjadi 2 jenis yaitu, sistem pola terpusat (*centralized PV plant*) dan sistem pola tersebar (*distributed PV plant*). Sedangkan sistem PLTS berdasarkan konfigurasi dan aplikasinya dibagi menjadi 2 jenis yaitu, sistem tidak terhubung jaringan (*off-grid PV plant*) atau dikenal dengan PLTS berdiri sendiri (*stand-alone*) dan sistem PLTS terhubung jaringan (*grid-connected PV plant* atau *on-grid*). Apabila dalam penggunaannya PLTS digabung dengan jenis pembangkit listrik lain maka disebut sistem *hybrid*. [5].

### D. Aplikasi Scada HAIwell

Sistem Pengawasan Kontrol dan Akuisisi data (SCADA) telah diisi untuk proses pemantauan dan kontrol di berbagai pabrik industri dalam beberapa tahun terakhir karena ketahanannya yang tinggi. Jaringan listrik adalah contoh dari sistem yang memanfaatkan integrasi SCADA. Perkembangan umum lainnya dalam sistem tenaga dalam beberapa tahun terakhir didedikasikan untuk integrasi sistem Photovoltaic (PV) di jaringan yang ada. Kontrol dan pemantauan sistem PV menjadi penting karena dampaknya terhadap aliran daya. Bagian inti dari sistem PV *grid-tied* adalah inverter DC/AC. Banyak penelitian telah dilakukan pada pengendalian inverter untuk memenuhi kebutuhan grid. [6] Secara khusus, sistem SCADA digunakan dalam aset infrastruktur penting seperti bahan kimia, pembangkit listrik, pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi dan distribusi, jaringan distribusi air dan air limbah fasilitas pengobatan. Sistem SCADA memiliki signifikansi strategis karena potensi konsekuensi serius dari suatu kesalahan atau malfungsi.[7]

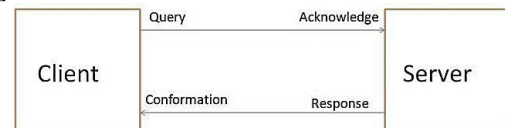
### E. Modbus

Protokol Modbus dikembangkan Modicon pada tahun 1979[8]. Modbus adalah protokol komunikasi mendasar sebagian besar diterapkan di industri. Ini universal, terbuka, dan mudah digunakan protokol. Produk industri baru seperti

PLC, PAC, I/O perangkat dan instrumen mungkin memiliki Ethernet, serial atau bahkan mungkin antarmuka nirkabel. Keuntungan utama dari protokol Modbus adalah bahwa itu berjalan di semua jenis media komunikasi termasuk kabel *twisted pair*, nirkabel, serat optik, Ethernet dll. Perangkat Modbus memiliki memori, di mana pabrik data disimpan. Memori ini dibagi menjadi empat bagian sebagai input diskrit, koil diskrit, register input dan *holding register*[8]. Input dan koil diskrit adalah 1 bit *while register input* dan register penahan adalah 16 bit. Protokol komunikasi yang umum digunakan adalah Modbus RTU, Modbus ASCII, dan Modbus TCP.

Protokol Modbus/TCP umumnya digunakan dalam sistem SCADA untuk komunikasi antara antarmuka manusia-mesin (HMI) dan pengontrol logika yang dapat diprogram (PLC).[12] Modbus TCP/IP telah menjadi protokol komunikasi industri standar dan digunakan secara luas untuk membangun platform sensor-cloud di Internet. Namun, banyak sistem akuisisi data yang ada yang dibangun di atas mikrokontroler chip tunggal tradisional tanpa sumber daya yang memadai tidak dapat mendukungnya, karena protokol Modbus TCP/IP yang lengkap selalu bekerja bergantung pada sistem operasi penuh yang menempati sumber daya perangkat keras yang melimpah. Oleh karena itu, protokol Modbus TCP/IP yang ringkas diusulkan dalam pekerjaan ini untuk membuatnya berjalan secara efisien dan stabil bahkan pada platform perangkat keras dengan sumber daya terbatas.[9]

Siklus pesan Modbus TCP terdiri dari empat langkah yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Pada langkah pertama client mengirimkan *query* (permintaan koneksi) ke server, pada langkah kedua *query* ini diakui atau diterima oleh server, pada langkah ketiga server mengirimkan respon untuk kode fungsi dan pada langkah keempat *client* memberikan sinyal konfirmasi ke server yang dapat akan terputus koneksi TCP.[10]



Gambar 2.1 Siklus Pesan di Modbus TCP

### F. Serial RS-485

RS485 adalah teknik komunikasi data serial yang dapat berkomunikasi antara satu unit dengan unit lainnya pada jarak yang cukup jauh yaitu 1,2 Km. Komunikasi RS485 selain dapat digunakan untuk komunikasi multidrop yaitu berhubungan secara one to many dengan jarak yang jauh teknik ini juga dapat digunakan untuk menghubungkan 32 unit beban sekaligus dengan menggunakan 2 (dua) buah kabel tanpa memerlukan referensi ground yang sama antara unit yang satu dengan unit lainnya.[11]

Beban yang terhubung ke jaringan bisa berupa komputer, mikrokontroler dan peralatan- peralatan lainnya yang bisa dikoneksikan dengan menggunakan standart RS485. RS485 adalah mode transmisi *balanced differential*. Bus ini hanya mempunyai dua sinyal, A dan B dengan perbedaan tegangan

antara keduanya. Karena line A sebagai referensi terhadap B maka sinyal akan high bila mendapat input low demikian pula sebaliknya. Pada komunikasi RS485, semua peralatan elektronik berada pada posisi penerima hingga salah satu memerlukan untuk mengirimkan data, maka peralatan tersebut akan berpindah ke mode pengirim, mengirimkan data dan kembali ke mode penerima. Setiap kali peralatan elektronik tersebut hendak mengirimkan data, maka terlebih dahulu harus diperiksa, apakah jalur yang akan digunakan sebagai media pengiriman data tersebut tidak sibuk. Apabila jalur masih sibuk, maka peralatan tersebut harus menunggu hingga jalur sepi. Agar data yang dikirimkan hanya sampai ke peralatan elektronik yang dituju, misalkan ke salah satu Slave, maka terlebih dahulu pengiriman tersebut diawali dengan Slave ID dan dilanjutkan dengan data yang dikirimkan. Peralatan elektronik yang lain akan menerima data tersebut, namun bila data yang diterima tidak mempunyai ID yang sama dengan Slave ID yang dikirimkan, maka peralatan tersebut harus menolak atau mengabaikan data tersebut. Namun bila Slave ID yang dikirimkan sesuai dengan ID dari peralatan elektronik yang menerima, maka data selanjutnya akan diambil untuk diproses lebih lanjut.

### G. Panel Surya

Panel surya merupakan sel surya yang disusun dan dihubungkan bersama. Sel surya biasanya hanya akan menghasilkan setengah volt, maka menghubungkan beberapa sel surya secara seri dalam panel akan menghasilkan tegangan yang lebih banyak dan berguna. Sebagian besar panel surya memiliki tegangan 12 volt, meski panel surya yang memiliki tegangan lebih besar juga tersedia.[13]



Gambar 2.2 Panel Surya.

Panel surya dapat dihubungkan bersama untuk membuat *solar array*. Menghubungkan beberapa panel secara bersamaan dapat menghasilkan arus atau tegangan yang lebih besar.

- Menghubungkan panel surya secara seri memungkinkan *solar array* menghasilkan tegangan yang lebih besar. Biasanya, 24 volt atau 48 volt dalam *stand-alone system*, atau hingga beberapa ratus volt dalam *grid-tie system*.
- Menghubungkan panel surya secara paralel memungkinkan *solar array* menghasilkan lebih banyak daya dengan mempertahankan tegangan yang sama di masing-masing panel surya.

Namun saat kita hubungkan beberapa panel surya bersama-sama, kekuatan sistem secara keseluruhan meningkat, terlepas dari panel surya tersebut dihubungkan secara seri maupun paralel [14].

Jenis-jenis sel surya ini digolongkan dengan berdasarkan teknologi pembuatannya. Secara garis besar sel surya ini dibagi dalam tiga jenis, yaitu:

#### a. Monocrystalline

Merupakan panel surya yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini dan juga menghasilkan daya listrik tinggi. Sel surya mono-crystalline ini dibuat menggunakan *crystall silicon* murni yang sudah melalui sebuah proses Czochralski yang hasilnya ialah Ingot.

Ingot ini kemudian diiris tipis – tipis. Sehingga akan berbentuk bundar atau lingkaran, bentuk tersebut ialah hasil dari adanya proses Czochralski.

#### b. Polycrystalline

Sedangkan *Polycrystalline silicon*, tersebut ialah suatu panel surya yang mempunyai/memiliki susunan kristal acak. Jenis/macam ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur atau dicairkan setelah itu dituangkan kembali dalam cetakan yang berbentuk persegi. *Polycrystal silicon* ini diperkenalkan ke pasaran ditahun 1981. *Polycrystalline* ini tidak memerlukan proses Czochralski.

Proses Czochralski ini merupakan suatu proses pemurnian suatu bahan dengan cara pengkristalan, bahan yang akan di kristalkan itu dimasukan ke dalam tempat yang sulit bereaksi dengan zat lain misalnya seperti quartz dan gas mulia argon.

#### c. Thin Film Solar Cell (TFSC)

*Thin Film Solar Cell* ini merupakan panel surya yang terdiri dari dua (2) lapisan yang dibuat dengan menambahkan satu atau lebih lapisan tipis, atau *Thin Film* bahan *photovoltaic* ke dalam substrate seperti kaca, plastik atau metal.[13]

### H. Pilot SPM91 Single Phase Energy Meter

Energi meter SPM91 berbasis protokol modbus dan serial komunikasi RS-485 sebagai alat ukur dan alat ini mencakup pengukuran besaran kelistrikan yaitu tegangan, arus, daya, dan pemakaian energi (kWh). Dan alat memiliki LCD untuk menampilkan data keluaran pengukuran.



Gambar 2.3 Pilot SPM91 Single Phase Energy Meter

### I. PZEM-017 DC Power Meter

Alat digunakan untuk mengukur tegangan DC, arus, daya aktif, frekuensi, dan konsumsi energi (KWh) tanpa fungsi tampilan. Data dari alat ini dibaca melalui antarmuka Serial RS-485.

LCD Display untuk melihat *input* maupun *output* yang dikeluarkan dari panel surya berupa :

DC Input : Tegangan, Arus, dan Daya

DC Output : Tegangan, Frekuensi, Beban (%), VA, dan Daya(W)

Battery : Arus, Daya(W), Tegangan

Input AC : Tegangan dan Frekuensi



Gambar 2.4 PZEM-017

#### J. Elfin-EW11A

Alat yang digunakan untuk transmisi data Serial RS-485 ke WiFi menghubungkan port serial ke dalam sebuah jaringan. Alat ini biasanya menyiapkan titik akses WiFi yang dapat disambungkan konfigurasi lebih lanjut. Pengguna dapat mengkonfigurasi parameter melalui halaman web atau IOT service dan menyimpan *settingan* parameter untuk selamanya. Elfin-EW11A mudah digunakan karena pengambilan data ke PC dilakukan secara nirkabel atau tanpa menggunakan kabel.



Gambar 2.5 Elfin-EW11A

#### K. Hybrid Solar Inverter

Inverter merupakan “jantung” dalam sebuah sistem PLTS [15]. Inverter berfungsi mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak balik (AC). Tegangan DC dari panel surya cenderung tidak konstan sesuai dengan tingkat radiasi matahari. Tegangan masukan DC yang tidak konstan inilah yang akan diubah oleh inverter menjadi tegangan AC yang konstan yang siap digunakan atau disambungkan pada sistem yang ada, misalnya jaringan PLN. Inverter tersedia dalam berbagai ukuran untuk berbagai ukuran beban [16].



Gambar 2.6 Hybrid Solar Inverter

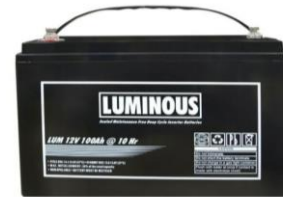
Inverter ini dilengkapi dengan modul *WiFi Plug Pro* digunakan untuk mengambil data dari Panel Surya lalu data tersebut ditransmisikan ke Data Logger lalu data output dari Panel Surya ditampilkan pada aplikasi SmartESS. Data dari Inverter ini dilengkapi dengan port eksternal LAN to DB9 dan USB *type-B* to DB9 untuk mengeksport data ke PC/Laptop menggunakan media kabel dengan protokol komunikasi Modbus RS-232. Selain itu Hybrid Solar Inverter memiliki

#### L. Baterai

Akumulator atau aki (bahasa Inggris: accumulator atau accu) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik dalam bentuk energi kimia).

Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau accu) hanya dimengerti sebagai "baterai" mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata akumulator dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator, dll.

Aki listrik (juga dikenal sebagai "sel sekunder") menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia. Di akumulator timbal setiap satu sel memiliki tegangan sebesar 2 volt, sehingga aki 12 volt memiliki 6 sel, sedangkan aki 24 volt memiliki 12 sel. Di aki NiCd setiap satu sel memiliki tegangan sebesar 1.2 volt saja.



Gambar 2.7 Akumulator atau Baterai

#### M. Surge Arrester

Arrester atau biasa juga lightning arrester adalah suatu alat pelindung bagi peralatan sistem tenaga listrik terhadap surja petir (surge). Alat ini berfungsi melindungi peralatan sistem tenaga listrik dengan cara membatasi surja tegangan lebih yang datang dan langsung mengalirkannya ke tanah.

Fungsi lain arrester harus dapat menahan tegangan sistem pada frekuensi 50 hz untuk waktu yang terbatas dan harus dapat melewati surja arus ke tanah tanpa mengalami kerusakan pada arrester itu sendiri.

Arrester berlaku sebagai jalan pintas di sekitar isolasi. Arrester membentuk jalan yang mudah untuk dilalui oleh arus kilat atau petir, sehingga tidak timbul tegangan lebih yang nilainya tinggi pada peralatan.



Gambar 2.8 Surge Arrester

Arrester terdiri dari dua jenis yaitu jenis ekspulsi (expulsion type atau tabung pelindung (protector tube) dan jenis katup (valve type). Arrester Ekspulsi mempunyai



karakteristik dapat memutuskan arus susulan dan volt-waktu yang lebih baik dari sela batang, namun tegangan percik impulsnya lebih tinggi dari arester katup. Kemampuan untuk memutuskan arus susulan pada jenis ini tergantung dari tingkat arus hubung singkat dari sistem pada titik dimana arester itu dipasang. Arrester Katup digunakan untuk melindungi mesin-mesin berputar. Arrester jenis ini terdiri dari sela percik seri yang terhubung dengan elemen tahanan yang mempunyai karakteristik non linier dan mempunyai tiga jenis arrester katup yaitu arrester katup jenis gardu, arrester katup jenis saluran, dan arrester katup untuk mesin-mesin.

#### N. MCB

MCB atau Miniatur Circuit Breaker merupakan komponen kelistrikan yang bertugas untuk membatasi arus serta sebagai pengaman pada suatu instalasi listrik. MCB berfungsi sebagai saklar utama, pemutus arus, memproteksi adanya hubung singkat (*short circuit*) dan proteksi terhadap beban berlebih (*overload*).



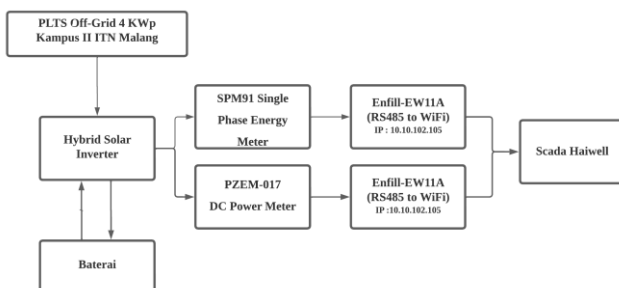
Gambar 2.9 MCB

Ada dua jenis prinsip kerja MCB yaitu Thermal Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik dengan Suhu Tinggi) bekerja ketika terjadi overload atau beban berlebih dan Magnetic Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara Magnetik) bekerja ketika hubung singkat atau konsleting listrik.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini akan membahas mengenai perancangan alat mulai dari perancangan *software* dan perancangan *hardware*.

#### A. Diagram Blok Keseluruhan

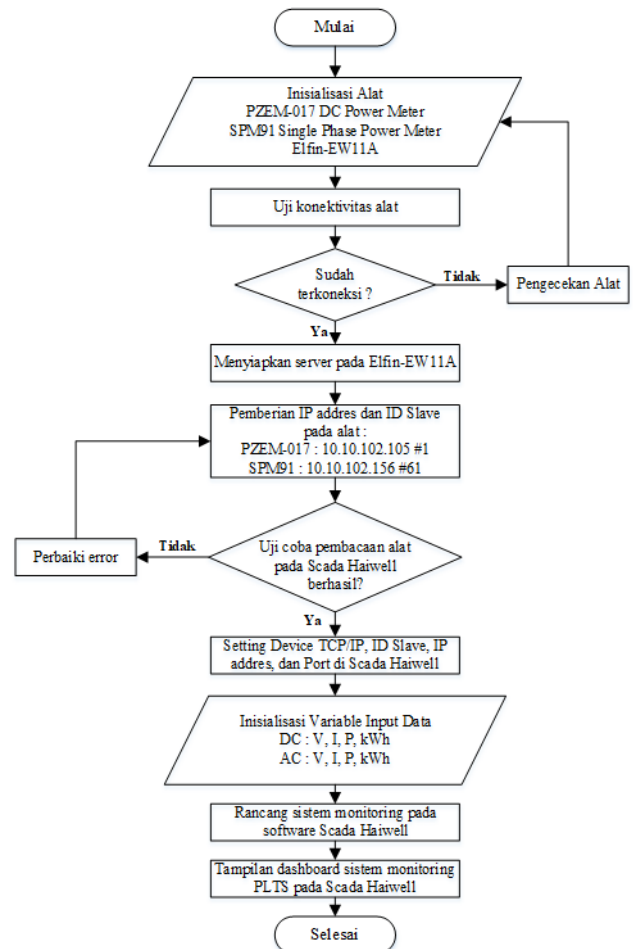


Gambar 3. 1 Blok Diagram Keseluruhan

Penelitian ini menggunakan SPM91 dan PZEM-17 sebagai alat monitor untuk mengetahui keluaran output AC pada PLTS 4 KWp data parameter yang dapat ditampilkan antara lain tegangan, arus, daya dan total pemakaian energi(kWh). Metode pengumpulan data dilakukan dengan perancangan

sistem elektronik, instalasi perangkat, uji coba pembacaan data, penyiapan server, uji konektivitas, integrasi hardware ke Scada Haiwell dan Enfill-EW11A, pengukuran dan analisa. Data penelitian dikomunikasikan menggunakan protokol Modbus RS485, data dikumpulkan lalu dihubungkan pada alat Enfill-EW11A untuk mengubah pengambilan data dari RS-485 menjadi WiFi. Data yang diperoleh diolah menggunakan perprograman dan ditampilkan pada dashboard Scada Haiwell, sehingga data hasil pembacaan dapat dimonitor secara real-time dan online.

#### B. Flowchart Sistem

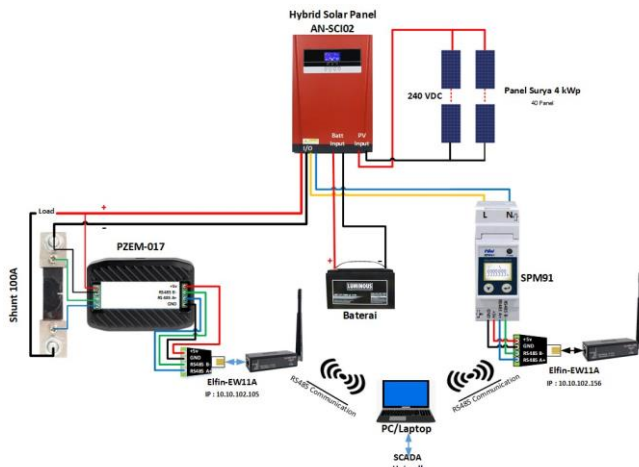


Gambar 3.2 Flowchart Sistem

Diagram alir diatas menggambarkan urutan sistem monitoring mulai dari menyiapkan dan inialisasi alat atau *hardware* (PZEM-017, SPM91, dan Elfin-EW11A) dan *software* (Scada Haiwell dan program *task scrip*). Instalasi alat dan melakukan pengujian konektivitas alat, jika terjadi kegagalan konektivitas maka dilakukan pengecekan alat memastikan alat yang dipasang sudah benar. Setelah alat yang dipasang sudah berhasil uji konektivitasnya, kemudian menyiapkan server untuk menghubungkan alat dengan Scada Haiwell di *setting* pada alat Elfin-EW11a melalui software I.O.T Service di PC/Laptop. Kemudian pemberian IP Address dan ID Slave yang berbeda pada

alat, hal ini bertujuan mengirim/pembacaan data pada Scada Haiwell, jika IP Address maupun ID Slave yang diberikan sama maka komunikasi dari alat ukur menuju Scada Haiwell terjadi error atau kegagalan saat transmisi data. Setelah itu, membuka *software* Scada Haiwell, hal pertama yang dilakukan yaitu men-*setting* Device TCP/IP, ID Slave, IP Address dan Port kemudian menyesuaikan dengan alat agar terhubung dan transmisi data bisa dilakukan. Hal yang paling penting pada Scada Haiwell yaitu inialisasi *Variable Input Data* eksternal maupun internal bertujuan mensukseskan penerimaan data sesuai hasil pengukuran dan pembacaan yang di kirimkan dari alat ukur dengan *input* data pada gambar 3.2 flowchat sistem. Setelah Inialisasi variabel berhasil, lalu perancangan sistem monitoring dan pemrograman pada *software* Scada Haiwell untuk menampilkan hasil pengukuran PLTS yang dikeluarkan dari dua alat ukur PZEM-017 dan SPM91 dilengkapi Protokol Modbus dan serial komunikasi RS-485 melalui tampilan *dashboard* dan grafik pada Scada Haiwell secara *real time* dan *online*.

### C. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 3. 2 Perancangan Perangkat Keras

Tabel 3. 1 Konfigurasi Pin PZEM-017 dengan Elfin-EW11A

PZEM-017	Elfin-EW11A IP :10.10.102.105
+5V	+5V
GND	GND
RS485 A+	RS-485 A+
RS485 B-	RS-485 B-

Tabel 3. 2 Konfigurasi Pin SPM91 dengan Elfin-EW11A

SPM91	Elfin-EW11A IP :10.10.102.156
5→P+ (+5VDC-30VDC)	+5V
6→P- (GND)	GND
7→485A	RS-485 A+
8→485B	RS-485 B-

Perancangan perangkat keras dalam sistem monitoring ini membutuhkan PZEM-017, SPM91, dan Elfin-EW11A. Alat diatas sudah kompatibel sehingga jurnal ini dapat ditulis. Hasil pengukuran dari alat dan pembacaan pada dashboard Scada Haiwell sudah sesuai dengan error 0,001%.

### D. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini terdiri dari dua bagian yaitu *setting* IOT Service pada alat Elfin-EW11A dan perangkat lunak Scada Haiwell. IOT Service digunakan untuk menyiapkan server dan IP Address pada alat ukur yang bertujuan mengirimkan data dari alat ukur agar kompatibel dengan Scada Haiwell. Sedangkan Scada Haiwell pada penelitian ini digunakan untuk mengolah hasil data pengukuran kemudian membuat sistem monitoring PLTS.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Konfigurasi IOT Service pada Elfin-EW11A

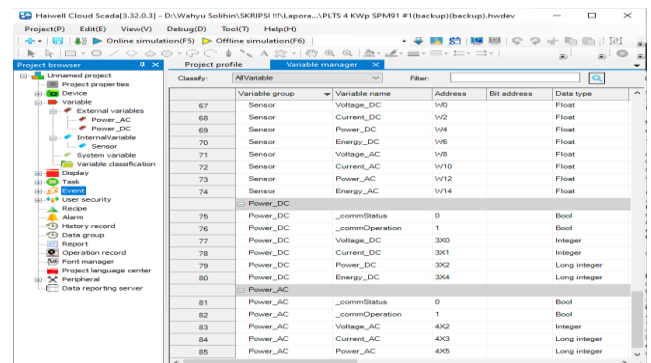
Konfigurasi IOT Service bertujuan untuk memberi IP Address dan kompatibel antara alat ukur dan Scada Haiwell. Adapun konfigurasinya yaitu :

Tabel 4. 1 Konfigurasi IOT Service

Host Name	EW1→ PZEM-017 EW4→ SPM91
IP Address	10.10.102.105→PZEM-017 10.10.102.156→SPM91
Subnet Mask	255.255.255.0
Baudrate	9600
Data Bits	8
Stop Bits	2
Parity	None
Protocol	TCP-SERVER
Rout	UART
<b>LAN</b>	
IP Address	10.10.100.254
Subnet Mask	255.255.255.0
STA SSID	Lab. Renewable Energy

### B. Konfigurasi perangkat untuk sistem Scada

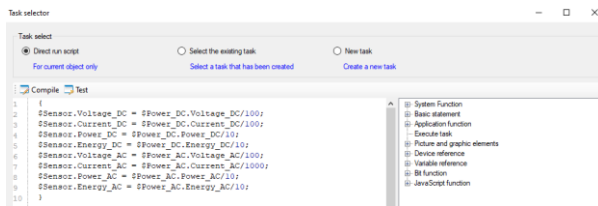
Setelah konfigurasi perangkat untuk sistem Scada selesai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1, setiap parameter diberikan nama tag dan alamat.



Gambar 4.1 Konfigurasi Perangkat

Tugas lain konfigurasi perangkat diatas yaitu *alarm*, *trend*, dan laporan. Alarm manajemen berfungsi memberitahu operator ketika beberapa parameter melebihi batas yang diinginkan. Trend menampilkan setiap perubahan nilai parameter jangka waktu tertentu dalam grafik. Sedangkan modul pelaporan menyediakan laporan log data untuk tampilan layar.

### C. Task Script/Program Sistem Scada

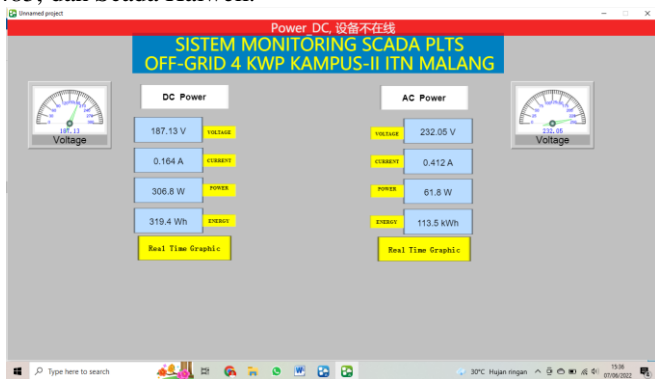


Gambar 4.2 Task Script/Program Sistem Scada Haiwell

Task Script/Program pada Scada Haiwell bertujuan untuk kalibrasi hasil output agar sesuai dengan hasil pengukuran dari alat ukur.

### D. Hasil Penelitian

Sistem monitoring PLTS Off-Grid 4 kWp dapat di implementasikan menggunakan Scada Haiwell terlihat pada pada gambar 4.3 . Sistem monitoring ini terdiri panel surya, SPM91, PZEM-017, Elfin-EW11A, komunikasi serial RS-485, dan Scada Haiwell.



Gambar 4.3 Tampilan Dashboard Scada Haiwell

Dalam percobaan sistem monitoring ini, PZEM-017 mengalami error atau kegagalan komunikasi antara perangkat dengan Scada Haiwell. Saat malam, kondisi PLTS tidak memproduksi tegangan, karena PZEM-017 tidak memiliki sistem menghidupkan alat secara otomatis dan harus dinyalakan secara manual. Saat ini, peneliti untuk mengatasi kendala yang dialami PZEM-017 dengan cara me-restart alat setiap pagi. Disisi lain pada panel AC SPM-91 sukses mengirimkan data, diterima, dan ditampilkan pada dashboard Scada ditunjukkan pada hasil pengukuran yang akurat dan real time dari alat ukur dan sistem yang telah di program.

### A. Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, instalasi dan pengujian, serta analisa data, maka dapat disimpulkan “Prototipe Sistem Monitoring Gangguan Mesin Berbasis Pengenalan Suara Menggunakan IoT Blynk” ini diantaranya yaitu :

1. Sistem pengambilan data yang ditampilkan pada dashboard Scada hampir tidak memiliki *delay* waktu atau dapat dikatakan *real time* dan dapat di *setting* untuk skala waktu tertentu sesuai keinginan operator atau pengguna.
2. Konfigurasi antara perangkat dengan Scada harus benar agar terintegrasi.
3. Program *task script* sistem harus dikalibrasikan untuk menyesuaikan dengan hasil pengukuran yang sebenarnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lundqvist, M., C. Helmke, and H. A. Ossenbrink. "ESTI-LOG PV plant monitoring system." *Solar energy materials and solar cells* 47.1-4 (1997): 289-294.
- [2] Ghazi, Sanaz; Ip, Kenneth (2014). The effect of weather conditions on the efficiency of PV panels in the southeast of UK. *Renewable Energy*, 69(0), 50–59.
- [3] Diponkar Paul, Md. Shariful Islam, Syed Khalid Rahman, Md. Saiful Islam, Mir Mohiuddin. 2013. *Performance Evaluation and Operation of Auto Load Transfer Switch. International Journal of Renewable and Sustainable Energy*. Vol. 2, No. 6, pp. 205-211.
- [4] Mustofa, M. L. (2012). Monitoring dan Evaluasi Konsep dan Penerapannya bagi Pembinaan Kemahasiswaan. Malang: UIN-MALIKI Press.
- [5] N. Shankarappa, M. Ahmed, N. Shashikiran, and H. Naganagouda, "Solar Photovoltaic Systems – Applications & Configurations," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 8, pp. 1851–1855, 2017.
- [6] Galketiya, Thirasara; Kahahena, Janani; Chandran, Jaindeep; Kavalchuk, Ilya (2019). [IEEE 2019 25th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC) - Ho Chi Minh City, Vietnam (2019.11.6-2019.11.8)] 2019 25th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC) - Novel Communication System for SCADA Tied Smart Inverter for Vietnam. , ( ), 331–335.
- [7] Goldenberg, Niv; Wool, Avishai (2013). *Accurate modeling of Modbus/TCP for intrusion detection in SCADA systems. International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 6(2), 63–75. doi:10.1016/j.ijcip.2013.05.001
- [8] Tamboli, Sadik, et al. "Implementation of Modbus RTU and Modbus TCP communication using Siemens S7-1200 PLC for batch process." *2015 international conference on smart technologies and management for computing, communication, controls, energy and materials (ICSTM)*. IEEE, 2015.
- [9] A. Mulyana, "Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP pada Sistem Pick-by-Light," *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 10 No. 1, p. 85, 2021.
- [10] Goldenberg, Niv; Wool, Avishai (2013). *Accurate modeling of Modbus/TCP for intrusion detection in SCADA systems. International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 6(2), 63–75. doi:10.1016/j.ijcip.2013.05.001.
- [11] I. R. Rahadjeng, "ANALISIS JARINGAN LOCAL AREA NETWORK (LAN) PADA PT. MUSTIKA RATU Tbk JAKARTA TIMUR," *Prosisko*, vol. 5 No.1, pp. 53-60, 2015.
- [12] Rif'an, M. (2012). RANCANG BANGUN HMI SCADA DENGAN DELPHI. PT Lestari Kiranatama
- [13] Jansen, Ted, J. Teknologi Rekayasa Surya, diterjemahkan oleh Prof.Wiranto Arismunandar ( Jakarta, PT.Pradnya Paramita ).p. 238. 1995
- [14] M. Boxwell, *Solar Electricity Handbook – 2012 Edition: A simple, practical guide to solar energy – designing and installing solar photovoltaic systems*. Greenstream Publishing, 2012.
- [15] K. Prasada Rao, S. Sao, and J. Subrahmanyam, "Development of A Grid Connected Inverter for Solar PV Systems with Energy Capture

Improvement Based On Current Control Strategy,” *Int. J. Sci. Res. Publ.*, vol. 3, no. 4, pp. 1–6, 2013.

- [16] N. Shankarappa, M. Ahmed, N. Shashikiran, and H. Naganagouda, “Solar Photovoltaic Systems – Applications & Configurations,” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 8, pp. 1851–1855, 2017.

#### **BIODATA PENULIS**



Penulis lahir di kota Mataram tanggal 22 Maret 2000 dari pasangan Bapak Suharman dan Ibu Mawarti. Penulis mulai bersekolah di TK Aisyiyah Bustanul Pagesangan pada tahun 2006-2007. Kemudian melanjutkan ke SDN SDN 45 Mataram pada tahun 2007 dan lulus pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan ke SMPN 13 Mataram pada tahun 2012 dan lulus pada tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan lagi studinya ke SMK N 3 Mataram dengan memilih kompetensi keahlian Elektronika Industri pada tahun 2015 dan lulus pada tahun 2018. Lalu penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi Institut Teknologi Nasional Malang dan memilih program studi Teknik Elektro S-1 konsentrasi Teknik Energi Listrik pada tahun 2018. Pada bulan September 2022 penulis lulus dari Institut Teknologi Nasional Malang dengan judul skripsi “Rancang Bangun Sistem Monitoring PLTS Off-Grid Kapasitas 4 kWp Lab. Elektro Kampus-II ITN Malang menggunakan Scada Haiwell”. Email penulis yaitu: wahyusolihin736@gmail.com.