

DESAIN PERANGKAT KERAS SISTEM MONITORING PLTS *OFF-GRID* 4 kWp

¹Juan Edo Mikrado, ²Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto ,MT., ³Michael Ardita,ST.,MT.

Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

¹juanedomikrado@gmail.com, ²widodopm@yahoo.com, ³michael.ardita@lecturer.itn.ac.id

Abstract— Desain perangkat keras sistem monitoring merupakan mendesain dan memonitor PLTS Off-Grid 4 kWp di Kampus 2 ITN Malang. Pentingnya mendesain perangkat keras sistem monitoring ini {Citation} untuk mempermudah dalam pengerjaan proyek, supaya proyek yang di kerjakan berjalan dengan lancar sesuai dengan schedule dan mengetahui keluaran dari PLTS darimana saja memudahkan untuk memantau kondisi PLTS tanpa harus datang kelokasi secara langsung. Pada penelitian ini melakukan perancangan hardware dan software untuk di monitoring menggunakan sistem Scada Haiwell. Perangkat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari PZEM-017(DC), SPM91 (AC), Pembagi Tegangan DC, SHT XY-MD02, Pyranometer YJ-SP 100-R, sebagai alat ukur berbasis modbus dan serial komunikasi RS-485 sebagai alat pengirim data dari RS-485 dimana akan diubah menjadi jaringan wireless yang nantinya akan diterima oleh CBOX dan disimpan di Cloud server Haiwell kemudian dikonfigurasi ke sistem Scada. Konfigurasi sistem ini menampilkan parameter seperti tegangan, arus daya, energi (kWh), iradiasi, dan suhu dari PLTS yang ditampilkan pada dashboard sistem Scada Haiwell dan data hasil dapat dimonitor dengan jarak jauh. Hasil yang didapat pada penelitian ini, yaitu membuat desain perangkat keras sistem monitoring PLTS Off-Grid 4 kWp yang menampilkan data parameter PLTS pada perangkat lunak Scada Haiwell secara jarak jauh.

*Kata Kunci—*Desain Perangkat Keras Sistem Monitoring, PLTS, PZEM-017, SPM91, CBOX, SHT XY MD02, YJ-SP100R, RS-485, Scada Haiwell.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan yang sudah harus ada di era saat ini [1]. Dalam hal ini masyarakat bisa mendapatkan listrik dari energi terbarukan atau renewable energy. Indonesia adalah negara yang memiliki berbagai sumber daya energi terbarukan. Energi alternatif ini sangat berguna di masa depan, karena tidak mungkin kita terus bergantung pada pembangkit yang menggunakan bahan bakar, pasti lama kelamaan akan habis suatu saat nanti. Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS adalah salah satu dari sekian banyak energi terbarukan yang dapat digunakan sekarang ini [2]. Solar cell sangat efektif digunakan di daerah khatulistiwa yang mana

daerah ini merupakan daerah dengan sumber cahaya matahari cukup tinggi. Energi yang dihasilkan oleh solar cell ini sangat bergantung pada kondisi cahaya matahari. Untuk mengetahui kinerja solar cell yaitu dengan memonitor arus, tegangan, daya dan intensitas cahaya pada pembangkit, supaya terlihat kinerja dari pembangkit itu sendiri [3].

Akan tetapi di era sekarang monitoring kebanyakan masih menggunakan cara manual, yaitu dengan melakukan pengecekan secara langsung ke tempat solar cell 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 solar cell yang terpasang pada lokasi tertentu tanpa mengetahui kondisi perubahan intensitas radiasi matahari dan alat-alat lainnya di lokasi tersebut [4]. Untuk mendapatkan hasil kinerja dari panel surya dibutuhkan sebuah pengukuran pada daya keluaran dari panel surya, pengukuran ini dapat menggunakan multimeter, tetapi pengukuran menggunakan metode ini masih memiliki banyak kekurangan yaitu pengukuran yang tidak bisa dilakukan secara terus menerus. Karena itulah dibutuhkan suatu perangkat lunak untuk merekam data output dari panel surya secara otomatis agar mendapatkan hasil data pengukuran yang efektif [5].

Pada penelitian ini melakukan desain perancangan perangkat keras sistem monitoring dengan sistem Scada dan metode pengambilan data dengan skala perdetik. Konfigurasi sistem ini mudah disesuaikan untuk mengumpulkan informasi seperti tegangan, arus, daya, energi (kWh), iradiasi, dan suhu dari sistem yang dirancang untuk dipantau..

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) merupakan salah satu pembangkit listrik penggunaan energi surya yang menjadi energi listrik. Pembangkit listrik dapat menggunakan teknologi sel surya fotovoltaik, yang menggunakan efek fotolistrik untuk mengubah energi cahaya secara langsung menjadi listrik. Pemutusan tenaga surya menggunakan metode lensa atau cermin yang dikombinasikan dengan sistem

pelacakan untuk memusatkan energi matahari pada satu titik untuk menggerakkan mesin panas [6].

Pembangkit listrik tenaga surya fotovoltaik adalah pembangkit listrik yang menggunakan perbedaan tegangan yang dihasilkan oleh efek fotolistrik untuk menghasilkan listrik. Panel surya terdiri dari 3 lapisan, bagian atas adalah lapisan P, bagian tengah adalah lapisan batas, dan bagian bawah adalah lapisan N. Efek fotolistrik adalah sinar matahari menyebabkan elektron pada lapisan panel P terlepas, menyebabkan proton mengalir ke lapisan panel N bagian bawah, dan perpindahan arus proton ini adalah arus [7].

PLTS *off-grid* mempunyai komponen utama yang terdiri dari panel surya, inverter, solar charge controller, dan baterai. Sistem PLTS berdasarkan lokasi pemasangannya dibagi menjadi 2 jenis yaitu sistem pola terpusat (*centralized PV plant*) dan sistem pola tersebar (*distributed PV plant*). Sedangkan berdasarkan konfigurasi, PLTS dibagi menjadi 2 jenis yaitu sistem tidak terhubung jaringan (*off-grid PV plant*) atau disebut juga dengan *stand-alone PV plant* dan sistem PLTS terhubung jaringan (*grid-connected* atau *on-grid PV plant*). Apabila dalam pengaplikasian PLTS di gabung dengan jenis pembangkit listrik lain maka disebut dengan sistem hybrid [8].

B. SCADA (*Supervision Control Acquisition*)

SCADA adalah singkatan dari *Supervisory Control and Data Acquisition* dimana sistem ini mengacu pada penggabungan telemetri dan akuisisi data. Sistem ini menyajikan proses penerimaan informasi, pengiriman informasi, pengontrolan dan penampilan data pada monitor. Sistem ini berfungsi sebagai pengendali maupun pemantauan parameter dari jarak jauh secara otomatis [9].

C. Protokol Modbus

Protokol Modbus dikembangkan Modicon pada tahun 1979. Modbus adalah protokol komunikasi mendasar sebagai besar diterapkan di industri. Ini universal, terbuka, dan mudah digunakan protokol. Produk industri baru seperti PLC, PAC, I/O perangkat dan instrumentasi mungkin memiliki Ethernet, serial atau bahkan mungkin antarmuka nirkabel. Keuntungan dari protokol Modbus adalah bahwa itu berjalan di semua jenis media komunikasi termasuk kabel twisted pair, nirkabel, serat optik, ethernet dan lain-lain. Perangkat ini memiliki memori, dimana pabrik data disimpan. Memori ini dibagi menjadi empat bagian sebagai input diskrit, koil diskrit, register input dan holding register [10].

Modbus menyediakan standar internal yang digunakan pengontrol Modicon untuk mengurangi pesan. Selama komunikasi melalui jaringan Modbus, protokol menentukan bagaimana disetiap pengontrol mengenali alamat perangkat, mengenali pesan yang diunjukkan kepadanya, menentukan jenis tindakan yang harus diambil, dan data yang terkandung dalam

pesan atau Mengekstrak informasi lainnya. Ketika respon diperlukan pengontrol menghasilkan pesan respon lalu mengirimkannya melalui protokol Modbus [11]. Protokol komunikasi yang umum digunakan adalah Modbus RTU, Modbus SDCII, dan Modbus TCP.

Modbus TCP umumnya digunakan pada sistem Scada untuk komunikasi antarmuka atau manusia-mesin (HMI) dan pengontrolan logika dapat diprogram (PLC) [12]. Modbus TCP/IP telah menjadi protokol komunikasi industri standar dan digunakan secara luas untuk membangun platform sensor-cloud di internet. Akan tetapi, banyak sistem akuisisi data yang ada yang dibangun di atas mikrokontroler chip tunggal tradisional tanpa sumber daya yang memadai tidak dapat mendukungnya, dikarenakan protokol Modbus TCP/IP yang menepati sumber daya perangkat keras yang melimpah. Oleh karena itu, protokol Modbus TCP/IP yang ringkas diusulkan dan stabil bahkan pada platform perangkat keras dengan sumber daya terbatas [13].

D. Serial RS-485

RS485 adalah teknologi komunikasi data serial yang dapat berkomunikasi dalam jarak 1,2 Km dari satu unit ke unit lainnya [14]. Selain dapat digunakan untuk komunikasi multi point, komunikasi RS485 merupakan komunikasi one-to-many jarak jauh. Teknik ini juga dapat digunakan untuk menghubungkan 32 unit beban secara bersamaan dengan menggunakan 2 (dua) kabel tanpa menggunakan referensi ground yang sama dari satu unit ke unit lainnya. lainnya.

E. AutoCAD

AutoCAD merupakan sebuah aplikasi untuk menggambar 2 dimensi maupun 3 dimensi. Perangkat lunak ini dirilis oleh Autodesk, inc, pada tahun 1982 yaitu perusahaan multinasional yang bertempat di kota Vill Valley, California. AutoCAD ini merupakan aplikasi desktop yang berjalan pada mikrokomputer dengan pengontrol grafis internal. Program ini berjenis CAD (*Computer-aided Design*) yang dapat membantu pembuat, modifikasi analisis, atau pengoptimalan desain. Dengan software AutoCAD desainer akan lebih produktif meningkatkan kualitas desain, memudahkan komunikasi melalui dokumentasi, dan untuk membuat database manufaktur dalam bentuk 2 dimensi (2D) maupun 3 dimensi (3D).

F. Panel Surya

Panel surya merupakan salah satu alat konversi energi dari energi surya menjadi energi listrik keluaran dari panel surya menghasilkan daya input dari panel surya adalah intensitas cahaya matahari dan luar penampang panel surya. Sedangkan output dari panel surya adalah arus dan tegangan. Efisiensi panel surya merupakan ukuran keluaran daya listrik panel surya dibagi dengan luas penampang dan intensitas cahaya matahari. Umumnya semakin tinggi efisiensi sebuah

panel surya maka semakin banyak juga daya yang dihasilkan dari panel surya tersebut [15].

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 [16].



Gambar 3. 1 Panel Surya

G. SPM91 Single Phase Energy Meter

Energi meter SPM91 merupakan yang digunakan untuk mengukur bebarapa banyak energi listrik yang digunakan oleh sebuah perangkat atau sistem energi meter SPM 91 berbasis protokol modbus dan serial komunikasi RS-485 sebagai alat ukur dan alat ini mencakup pengukuran besaran kelistrikan AC yaitu tegangan, arus, daya dan pemakaian (kWh).



Gambar 3. 2 Spm91 Single Phase Energi Meter

H. PZEM-017 DC Power Meter

PZEM-017 DC adalah sensor yang dilengkapi dengan protokol komunikasi Modbus untuk menentukan output DC seperti tegangan, arus, daya aktif dan energi (KWh), yang dapat dihubungkan dengan kabel atau platform open source lainnya. Modul PZEM-017 dibundel dengan resistor shunt yang tujuannya adalah untuk membuat resistansi yang lebih rendah atau jalur resistif pada arus tinggi dalam rangkaian, resistor shunt 100A digunakan dalam penelitian ini. Selain itu, modul PZEM-17 tidak memiliki fungsi tampilan pada perangkat..



Gambar 3. 3 PZEM 0-17 dan Shunt Resistor 100A

I. Hybrid Solar Inverter

Inverter merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk merubah 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 masuk DC yang tidak konstan inilah yang akan dirubah oleh inverter menjadi tegangan AC yang konstan yang siap digunakan atau dihubungkan pada sistem yang ada, misalnya jaringan PLN [18].

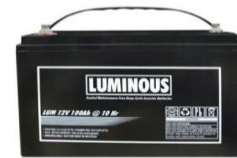


Gambar 3. 4 Hybrid Solar Inverter

J. Baterai

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

Baterai akan diisi oleh tegangan listrik yang berasal dari sistem sel surya. Pada saat pelepasan muatan, arus searah yang berasal dari baterai akan di rubah oleh inverter dan kemudian dialirkan menuju beban. Untuk menjaga agar baterai tidak mengalami kelebihan muatan (over charge) dan kekurangan muatan (under charge) maka pengoprasian baterai dan inverter perlu diawasi dan dikontrol oleh suatu sistem kontrol.



Gambar 3. 5 Baterai

K. Surge Arrester

Penangkal Petir atau yang biasa disebut lightning arrester adalah alat proteksi peralatan sistem tenaga terhadap surja petir. Perangkat ini melindungi peralatan sistem daya dengan membatasi lonjakan tegangan lebih yang masuk dan mengarahkannya ke ground. Fungsi lain dari arrester adalah untuk dapat menahan tegangan sistem pada frekuensi 50 Hz dalam waktu yang terbatas, dan harus dapat melewati lonjakan arus ke tanah tanpa menyebabkan kerusakan pada arrester itu sendiri. Arrester sebagai jalan pintas untuk melewati isolasi, arrester membentuk saluran yang mudah dilalui arus petir atau petir, sehingga tidak

terjadi tegangan lebih tegangan tinggi pada peralatan [19].



Gambar 3. 6 Surge Arester

L. MCB (Miniatur Circuit Braker)

MCB atau disebut Miniature Circuit Breaker merupakan saklar atau perangkat elektromagnetis yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian instalasi listrik dan arus lebih (over current). MCB sebenarnya memiliki fungsi yang sama dengan sekering (fuse), yaitu akan memutus aliran arus listrik circuit ketika terjadi gangguan arus lebih. Prinsip kerja MCB sangat sederhana, ketika ada arus lebih maka arus lebih tersebut akan menghasilkan panas pada bimetal, saat terkena panas bimetal akan melengkung sehingga memutuskan kontak MCB (Trip). Selain bimetal, pada MCB biasanya juga terdapat soleonid yang akan mengetrikan MCB ketika terjadi grounding (ground fault) atau hubung singkat (short circuit) [20].



Gambar 3. 7 MCB (Miniature Circuite Break)

M. CBOX (Coud Box)

Could Box adalah terminal internet of things. Atau bisa disebut "Hailwell Cloud HMI tanpa layar", yang dengan mudah dapat dikelola oleh aplikasi dan situs web cloud. Alat ini merupakan peralatan pemantauan dan manajemen otomasi industri yang berjalan dalam berangkat lunak sistem tertanam di *Haiwell Scada*.



Gambar 3. 8 CBOX Haiwell

N. Power Supply atau Catu Daya

Power supply merupakan perangkat yang mengubah energi listrik dari sumber daya menjadi bentuk yang sesuai untuk mengoprasikan perangkat elektronik. Yang menyediakan tegangan dan arus yang stabil untuk menjaga kinerja perangkat yang terhubung. Power supply beragam jenisnya, seperti linear, switching, dan UPS (*uninterruptible Power Supply*).



Gambar 3. 9 Power Supply (SMPS) atau Catu Daya

O. Modul Pembagi Tegangan

Didalam modul ini terdapat resistor dan trimpot yang dihubungkan secara seri, dengan tegangan input yang ditetapkan pada pasangan resistor dan tegangan output yang muncul dari hubungan antar keduanya. Fungsinya untuk membuat tegangan referensi, atau mengurangi besarnya tegangan sehingga dapat diukur berapa tegangan DC dari panel surya dan tegangan yang tersimpan didalam baterai.

P. Sensor YJ-SR100-R

Sensor YJ-SR100-R merupakan suatu alat yang digunakan sebagai pengukur radiasi matahari secara global, jumlah point yang diukur di keduanya untuk penyinaran matahari yang langsung dan tak langsung (menyebar). dengan protokol komunikasi yang digunakan adalah Modbus RTU dan *Ordinary* Protokol RS485.



Gambar 3. 10 Sensor Irradiasi YJ-SR100-R

Q. Sensor SHT XY-MD02

Sensor XY-MD02 merupakan suatu *single* chip sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul sensor yang output-nya telah dikalibrasi secara digital dengan mengadopsi chip kelas industri, memiliki presisi tinggi, menggunakan antarmuka perangkat keras RS485 dengan protokol Modbus RTU industri standar.



Gambar 3. 11 Sensor Suhu dan Humidity XY-MD02

R. Wellpro3084Adam

Wellpro 3084 Adam merupakan perangkat keras yang digunakan untuk menghubungkan perangkat-perangkat input dan output analog maupun digital dengan sistem yang menggunakan protokol komunikasi Modbus Rs485. Modul ini menyediakan interface yang sederhana dan mudah digunakan, serta

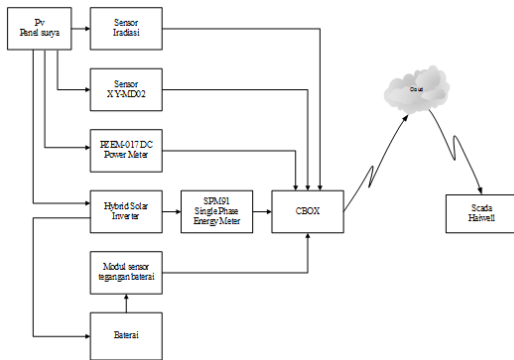
kompatibilitas dengan berbagai perangkat lunak Modbus RS485.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini dengan judul “Desain Perangkat Keras Sistem Monitoring PLTS Off-Grid 4 kWp” menggunakan metodologi penulisan kuantitatif komparatif, dimana pada penelitian ini akan membahas mengenai bagaimana mendesain perangkat keras sistem monitoring PLTS off-grid 4 kWp dari satu tempat secara jarak jauh.

B. Blok Diagram Alat



Gambar 3. 1 Blok diagram alat

Pada Gambar 3.1 diagram blok adalah penjelasan gambaran skema alur rangkaian dari panel surya ke alat. Jadi dari penelitian ini menggunakan sensor SPM91, PZEM-17, YJ-SR100-R, XY-MD02, dan Modul pembagi tegangan DC sebagai alat ukur untuk mengetahui output DC, output AC, tingkat radiasi matahari, suhu, tegangan, daya, arus, dan total pemakaian energi (kWh) pada PLTS *off-grid* 4 kWp. Metode pengumpulan data dilakukan dengan melakukan perancangan sistem elektronik, instalasi perangkat, uji coba pembacaan data, penyiapan server, uji konektivitas, integrasi *hardware* ke *Scada Haiwell*, dan analisa. Data penelitian dikomunikasikan dengan menggunakan protokol Modbus dan serial komunikasi RS485, data dikumpulkan lalu dihubungkan pada alat CBOX dan akan di upload ke *cloud* untuk mengubah pengambilan data dari RS485 menjadi *Ethernet*. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan pemrograman dan ditampilkan pada dashboard *Scada Haiwell*, sehingga data hasil dapat dimonitor dengan jarak jauh.

C. Konfigurasi Data Sheet Register Address

Konfigurasi Data sheet register Address ini untuk menyiapkan server dan IP Address pada alat ukur yang bertujuan untuk mengirimkan data dari alat ukur agar kompatibel dengan *Scada Haiwell* sedangkan *Scada Haiwell* pada penelitian ini digunakan untuk mengolah hasil data pengukuran kemudian membuat dan menampilkan sistem monitoring PLTS pada dashboard *Scada Haiwell*. Berikut merupakan

beberapa data konfigurasi pengalaman register Address :

Tabel 3. 1 Data sheet Addressing sensor pyranometer

Nama Device	Besaran yang diukur	Nama Variabel	Register Address	
			ID Device	Variable address
Sensor YJ-SR100-R	Sensor Iradiasi	IRR	#01	0001 (Dec)

Tabel 3. 2 Data sheet Addressing sensor SHT XY-MD02

Nama Device	Besaran yang diukur	Nama Variabel	Register Address	
			ID Device	Variable address
Sensor SHT XY-MD02	Humidity	Hum#1	#02	0002 (Dec)
	Temperature	Tem#2	#02	0001 (Dec)

Tabel 3. 3 Data sheet Addressing sensor PZEM 0-17 DC

Nama Device	Besaran yang diukur	Nama Variabel	Register Address	
			ID Device	Variable address
PZEM0-17 DC	Tegangan DC	V DC	#05	0000 (Dec)
	Arus DC	I DC	#05	0001 (Dec)
	Daya DC	P DC	#05	0004 (Dec)
	Energy DC	W DC	#05	0002 (Dec)

Tabel 3. 4 Data sheet Addressing sensor SPM 91 AC

Nama Device	Besaran yang diukur	Nama Variabel	Register Address	
			ID Device	Variable address
SPM 91 AC	Tegangan AC	V AC	#61	0002 (Dec)
	Arus AC	I AC	#61	0003 (Dec)
	Daya AC	P AC	#61	0000 (Dec)
	Energy AC	W AC	#61	0005 (Dec)

Tabel 3. 5 Data sheet Addressing Baterai dan panel PV

Nama Device	Besaran yang diukur	Nama Variabel	Register Address	
			ID Device	Variable address
Sensor Baterai	Tegangan 1	V1	#03	0000 (Dec)
	Tegangan 2	V2	#03	0001 (Dec)
	Tegangan 3	V3	#03	0002 (Dec)
	Tegangan 4	V4	#03	0003 (Dec)
	Tegangan 5	V5	#03	0004 (Dec)
	Tegangan 6	V6	#03	0005 (Dec)
	Tegangan VDC	V7	#03	0006(Dec)

D. Keterangan pin pada sensor

Keterangan pin pada sensor bertujuan untuk mengetahui informasi yang menjelaskan fungsi dan penggunaan setiap pin pada sensor, berikut merupakan tabel keterangan pada sensor yang di gunakan

Tabel 3. 6 Pin pembagi tegangan DC

Pin Pembagi Tegangan DC	
P+(+0VDC- 24VDC)	Input 24V dari power supply
P- (GND)	Ground
RS485 A+	Untuk komunikasi pengiriman data
RS485 B-	Untuk komunikasi pengiriman data
V1 1+	Tegangan input pin 1 positif
GND	Tegangan input negatif
V2 2+	Tegangan input pin 2 positif
GND	Tegangan input negatif
V3 3+	Tegangan input pin 3 positif
GND	Tegangan input negatif
V4 4+	Tegangan input pin 4 positif
GND	Tegangan input negatif
V5 5+	Tegangan input pin 5 positif
GND	Tegangan input negatif
V6 6+	Tegangan input pin 6 positif
GND	Tegangan input negatif
V7 7+	Tegangan input pin 7 positif
GND	Tegangan input negatif
V8 8+	Tegangan input pin 8 positif
GND	Tegangan input negatif

Tabel 3. 7 Pin Power Meter Spm-91 AC

Pin SPM91	
5 → P+(+5VDC- 30VDC)	Input 5V dari power supply
6 → P-GND	Ground
7 → RS485 A+	Untuk komunikasi pengiriman data
8 → RS485 B-	Untuk komunikasi pengiriman data

Tabel 3. 8 Pin sensor Pyrano Meter (YJ-SR100-R)

Pin Sensor YJ-SR100-R	
P+(+5VDC- 12 VDC)	Input 5V dari power supply
P- (GND)	Ground
RS485 A+	Untuk komunikasi pengiriman data
RS485 B-	Untuk komunikasi pengiriman data

Tabel 3. 9 Pin sensor SHT XY-MD02

Pin Sensor SHT XY-MD02	
P+(+5VDC- 30VDC)	Input 5V dari power supply
P- (GND)	Ground
RS485 A+	Untuk komunikasi pengiriman data
RS485 B-	Untuk komunikasi pengiriman data

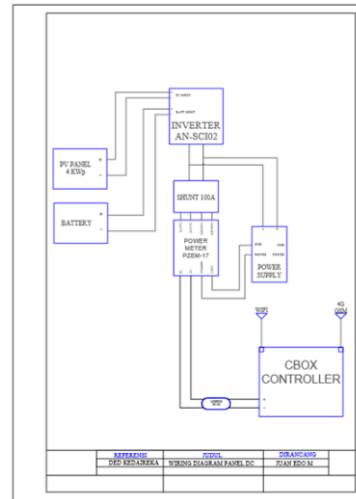
Tabel 3. 10 Pin PZEM-017

Pin PZEM-017	
P+(+5VDC-30VDC)	Input 5V dari power supply
GND	Ground
RS485 A+	Untuk komunikasi pengiriman data
RS485 B-	Untuk komunikasi pengiriman data

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

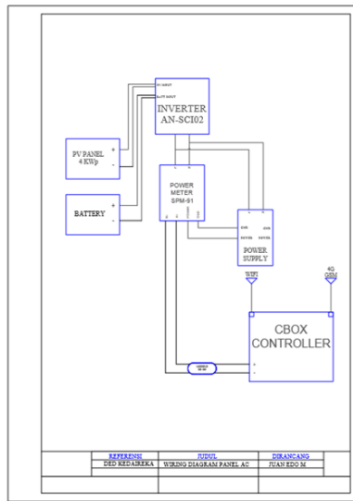
A. perancangan perangkat keras

Dalam pembuatan perancangan perangkat keras sistem monitoring PLTS off-grid 4 kWp telah dibuat dalam bentuk wiring. Proses pembuatan wiring tersebut dibutuhkan untuk mempermudah dalam pengerjaan proyek, supaya proyek yang kita kerjakan berjalan dengan lancar sesuai dengan schedule yang telah direncanakan. Untuk wiring sistem dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



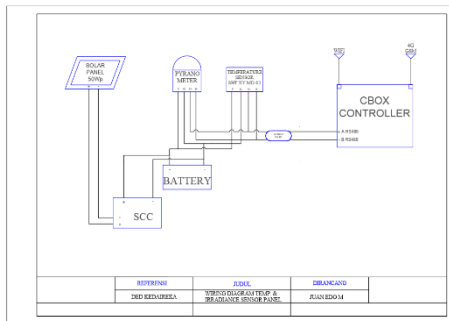
Gambar 4. 1 Wiring Diagram Panel DC

Pada Gambar 4.1 wiring panel DC merupakan sistem kerja pengukuran untuk sensor Power Meter PZEM-017 DC. Dimana sensor Power Meter PZEM-017 DC tersebut dapat mengetahui keluaran seperti tegangan, arus, daya, dan energi (kWh).



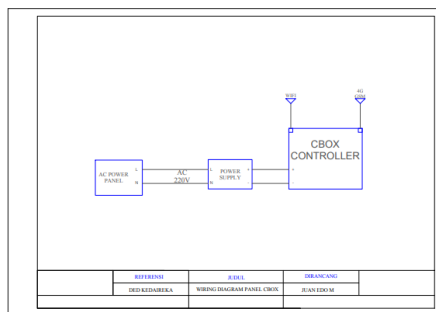
Gambar 4. 2 Wiring Diagram Panel AC

Pada Gambar 4.2 wiring pada panel AC merupakan sistem kerja pengukuran untuk sensor Power Meter SPM-91 AC. Dimana sensor Power Meter SPM-91 AC tersebut dapat mengetahui keluaran seperti tegangan, arus, daya, dan energi (kWh).



Gambar 4. 3 Wiring Diagram Panel Iradiasi dan Temperatur

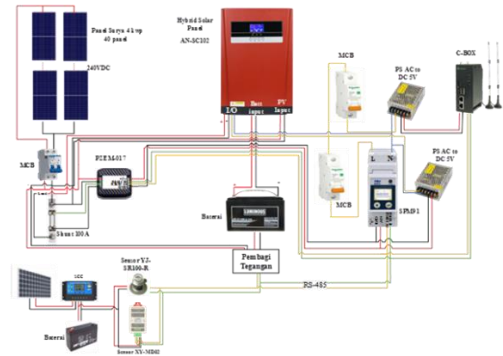
Pada Gambar 4.3 wiring panel Iradiasi dan Temperatur merupakan sistem kerja pengukuran untuk sensor Thermopile Pyranometer dan sensor SHT XY MD-02. Dimana sensor Thermopile Pyranometer bertujuan untuk mengukur mengukur radiasi yang dihasilkan oleh matahari sedangkan sensor SHT XY MD-02 untuk mengetahui dari suhu pada panel surya.



Gambar 4. 4 Wiring Diagram panel CBOX

Pada Gambar 4.4 wiring panel CBOX merupakan sistem kerja dari CBOX, dimana CBOX bertugas

sebagai tempat penerimaan dan mengolah keluaran data dari sensor, kemudian melalui antarmuka serial RS-485 atau Modbus RTU yang dimana akan diubah menjadi jaringan wireless yang nantinya akan dikonfigurasi ke *Scada*.



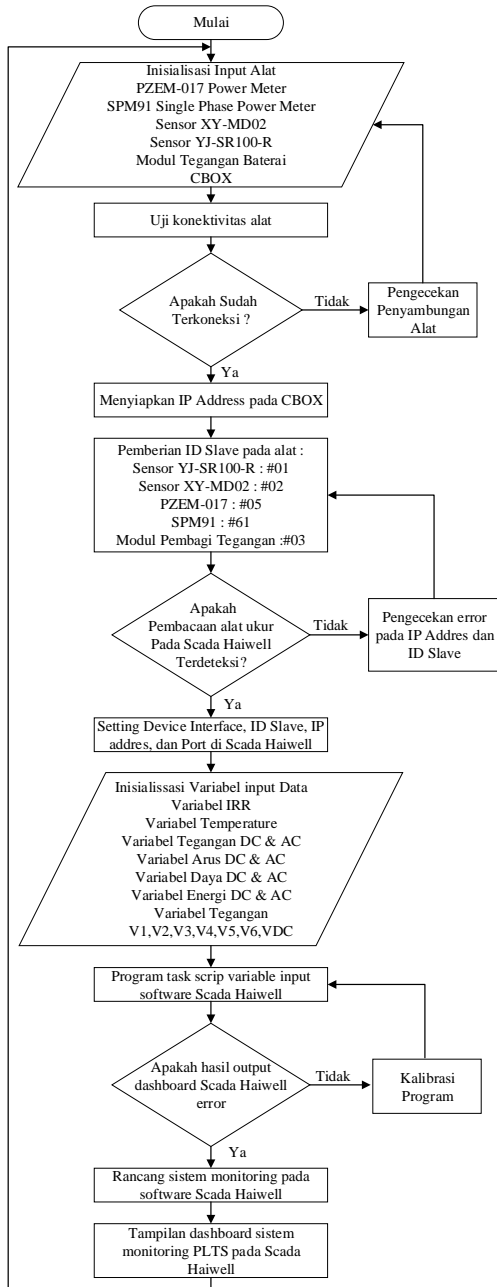
Gambar 4. 5 Wiring Diagram keseluruhan

Pada Gambar 4.5 wiring diagram keseluruhan, sistem yang bekerja pada PLTS *off-grid* 4 kWp memiliki beberapa komponen yang digunakan seperti sensor PZEM-017 DC, SPM91AC, YJ-SR100-R, SHT-XY-MD02, Pembagi Tegangan DC, dan CBOX. Alat diatas sudah kompatibel dengan *Scada Haiwell*. Agar hasil pengukuran dari alat dan pembacaan pada dashboard *Scada Haiwell* sudah sesuai.

B. Flowchart

Pada Gambar 4.6 merupakan diagram alir menggambarkan urutan sistem monitoring mulai dari menyiapkan dan inialisasi alat atau *hardware* (PZEM-017, SPM 91, Sensor YJ-SR 100R, Sensor XY-MD02, Modul Pembagi Tegangan DC, dan CBOX) 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 sudah dipasang sudah berhasil uji konektivitasnya, kemudian menyiapkan titik akses Ethernet unuk menghubungkan alat dengan *Scada Haiwell* dan di *setting* pada alat CBOX melalui laptop. Kemudian pemberian ID Salve yang berbeda pada alat, hal ini bertujuan untuk mengirim/pembacaan data pada *Scada Haiwell* jika IP Adress maupun ID Slave yang diberikan tidak sama maka komunikasi alat ukur menuju *Scada Haiwell* terjadi eror atau kegagalan saat transmisi data. Setelah itu, membuka *software Scada Haiwell*, hal pertama yang dilakukan yaitu men-*setting* Device interface, 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* yang bertujuan mensukseskan penerimaan data sesuai hasil pengukuran dan pembacaan yang dikirimkan dari alat ukur dengan input data. Setelah inialisasi variabel berhasil, lalu

perancangan sistem monitoring dan pemrograman pada *software Scada Haiwell* untuk menampilkan hasil pengukuran PLTS yang dikeluarkan dari sensor PZEM-017, SPM 91, Sensor YJ-SR 100R, Sensor XY-MD02, Modul Pembagi tegangan DC yang dilengkapi Protokol Modbus dan serial komunikasi RS-485 melalui tampilan dashboard pada *Scada Haiwell* secara *online*.



Gambar 4. 6 Flowchart Keseluruhan

C. Konfigurasi device interface

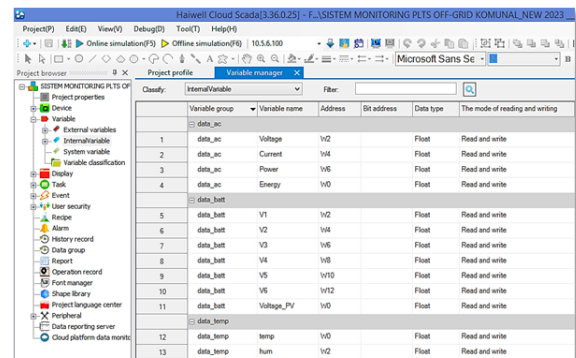
Konfigurasi device interface bertujuan untuk memberi IP address dan compatible antara alat ukur dan Scada Haiwell. Adapun konfigurasinya seperti Tabel dibawah ini :

Tabel 4. 1 Konfigurasi device interface

Device Interface	Serial Port
Choose Device	
Device Type	Modbus Master (RTU/ASCII)
Device Properties	
Device Name	Modbus_IRR Modbus_TEMP Modbus_BATT Modbus_Power_AC
Protocol	Modbus RS-485
Com Port	COM2
Baud rate	9600
Data bits	8
Stop bit	1
Address	10.5.5.10 10.5.5.10 192.168.1.111 192.168.1.111
Port	502
Device Station Number	#01 #02 #03 #61

D. Konfigurasi Perangkat Sistem Scada Haiwell

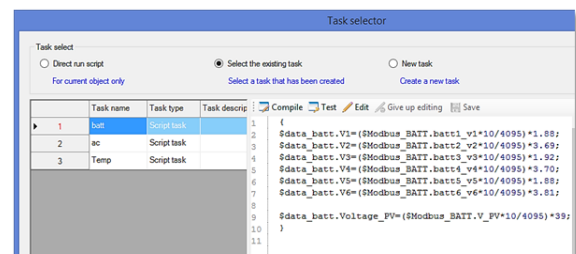
Setelah konfigurasi perangkat sistem *Scada Haiwell* selesai, setiap parameter diberikan nama tag dan alamat yang telah ditentukan. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 dibawah ini :



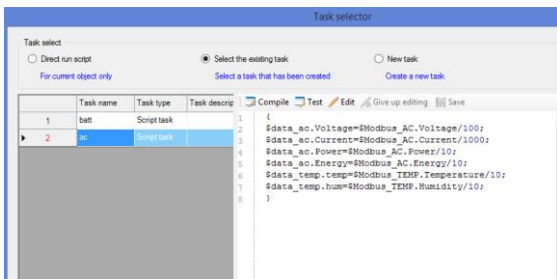
Gambar 4. 7 Konfigurasi Perangkat sistem Scada Haiwell

E. Task Scrip/Program Sistem Scada Haiwell

Task Scrip/Program pada *Scada Haiwell* bertujuan untuk kalibrasi hasil output agar sesuai dengan hasil pengukuran dari alat ukur. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 dibawah ini.



Gambar 4. 8 Task Scrip/Program Sistem Scada Haiwell



Gambar 4. 9 Task Scrip/Program Sistem Scada Haiwell

F. Hasil Penelitian

Hasil dari Rancangan penelitian ini adalah membuat desain sistem monitoring PLTS off-grid 4 kWp pada panel DC seperti Gambar 4.10, panel AC seperti Gambar 4.11, panel sensor pyranometer SHT YJ-SR100-R dan SHT XY-MD02 seperti Gambar 4.12 , dan panel CBOX seperti Gambar 4.13 sistem ini mampu mengukur data keluaran produksi PLTS yang telah diukur melalui jaringan Ethernet dibantu dengan komunikasi Modbus dan Serial RS-485 dimana data tersebut akan diterima oleh CBOX dan akan disimpan di Cloud server Haiwell kemudian ditampilkan ke komputer maupun HP melalui perangkat lunak Scada Haiwell.



Gambar 4. 10 Tampilan Sistem pada Panel DC



Gambar 4. 11 Tampilan Sistem pada Panel AC

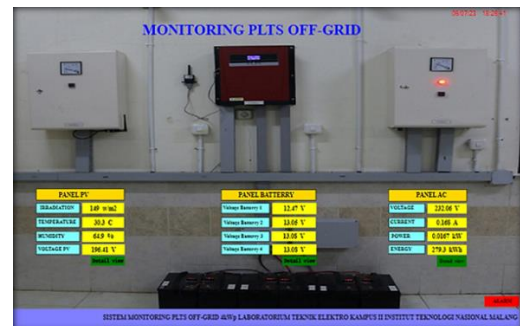


Gambar 4. 12 Tampilan Sistem pada panel CBOX



Gambar 4. 13 Tampilan Sistem pada panel Iradiasi & Temperatur

Setelah data yang telah diambil dari alat ukur data tersebut diolah lalu dikonfigurasi, diprogram, kemudian didesain untuk menampilkan hasil monitoring dari Panel AC, Baterai, Tegangan PV, Iradiasi matahari, suhu dan kelembaban.



Gambar 4. 14 Tampilan dashboard Scada Haiwell

Setelah melakukan perancangan maupun monitoring pada PLTS *Off-Grid* 4 kwp maka dilakukan analisa bahwa sistem pada PLTS Off-Grid dapat berjalan dengan lancar maupun pengiriman data dari sensor menuju scada haiwell mendapatkan hasil yang kompatibel dimana penulis maupun pengamat dapat melakukan monitoring setiap saat, dimana dan kapan saja tanpa harus datang ke lokasi secara langsung.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dalam penelitian yang berjudul “Desain Perangkat Keras Sistem Monitoring PLTS *Off-Grid* 4 kWp” didapatkan Kesimpulan penelitian sebagai berikut :

1. Penyambungan kabel antara sensor SPM-91, sensor Pyranometer, sensor SHT, pembagi tegangan DC, dan CBOX haiwell harus benar dan tidak longgar supaya pengiriman data maupun penerimaan data dapat berjalan dan tidak mengalami kegagalan. Men-setting register address pada setiap sensor lalu menginput pada sistem scada haiwell harus benar supaya pengiriman data tidak terjadi kegagalan.
2. Pengkalibrasian pada sistem scada haiwell harus benar supaya hasil yang ditampilkan pada dashboard scada haiwell sesuai dengan hasil nilai sebenarnya.
3. Pengambilan data yang ditampilkan pada dashboard scada haiwell sudah kopatibel dan dapat di setting seperti skala waktu dan tanggal pengambilan data sesuai keinginan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Putra, Sandro, and Ch Rangkuti. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya secara Mandiri untuk Rumah Tinggal. Seminar Nasional Cendekiawan 2016, Jakarta, Indonesia, 2016. Universitas Trisakti, 2016.pdf.”
- [2] J. S. Siregar and H. Eteruddin, “Analisa Kualitas Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off Grid Pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning,” vol. 6, no. 2, 2022.
- [3] “Darma, S. (2017). ANALISA PERKIRAAN KEMAMPUAN DAYA YANG DIBUTUHKAN UNTUK PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS). Jurnal Ampere, 2(1), 39–53. <https://doi.org/10.31851/ampere.v2i1.1210>.”
- [4] “Darma, Kadek Dwi Satya Adi and Partii, I Ketut and Teresna, I Wayan (2022) Analisis dan Monitoring Sistem Pompa Irigasi Dengan Pembang-Kit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis Aplikasi. Undergraduate thesis, Politeknik Negeri Bali.”
- [5] S. Ariyani, D. A. Wicaksono, F. Fitriana, R. Taufik, and G. Germanio, “Studi Perencanaan dan Monitoring System Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Remote Area,” *tech*, vol. 20, no. 2, pp. 113–124, Oct. 2021, doi: 10.31358/techne.v20i2.273.
- [6] “Solihin, Muhammad Wahyu (2022) RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PLTS OFF-GRID KAPASITAS 4 KWP LAB. ELEKTRO KAMPUS-II ITN MALANG MENGGUNAKAN SCADA HAIWELL. Skripsi thesis, ITN MALANG.”
- [7] V. N. Q. Bao and T. T. Thanh, 2019 25th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC) APCC 2019: November 6-8, 2019, Ho Chi Minh City, Vietnam : proceedings. Piscataway, NJ: IEEE, 2019.
- [8] S. Muslim, K. Khotimah, and A. N. Azhiimah, “ANALISIS KRITIS TERHADAP PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) TIPE PHOTOVOLTAIC (PV) SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF MASA,” vol. 3, p. 12, 2020.

- [9] M. Alfa Z Fikri *et al.*, “Sistem SCADA pada miniatur Smart Home Bertenaga Surya,” *Jurnal FORTECH*, vol. 3, no. 2, pp. 93–100, Sep. 2022, doi: 10.56795/fortech.v3i2.106.
- [10] S. Tamboli, M. Rawale, R. Thoraiet, and S. Agashe, “Implementation of Modbus RTU and Modbus TCP communication using Siemens S7-1200 PLC for batch process,” in 2015 International Conference on Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials (ICSTM), Avadi, Chennai, India: IEEE, May 2015, pp. 258–263. doi: 10.1109/ICSTM.2015.7225424.
- [11] T. Tosin, “Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP Pada Sistem Pick-By-Light,” *Komputika*, vol. 10, no. 1, pp. 85–91, Mar. 2021, doi: 10.34010/komputika.v10i1.3557.
- [12] M. Rif’an, *RANCANG BANGUN HMI SCADA DENGAN DELPHI. PT Lestari Kiranatama*. jakarta: pt.lestari kiranatama, 2013.
- [13] T. Tosin, “Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP Pada Sistem Pick-By-Light,” *Komputika*, vol. 10, no. 1, pp. 85–91, Mar. 2021, doi: 10.34010/komputika.v10i1.3557.
- [14] I. R. Rahadjeng, “ANALISIS JARINGAN LOCAL AREA NETWORK (LAN) PADA PT. MUSTIKA RATU Tbk JAKARTA TIMUR,” vol. 5, no. 1, p. 8, 2018.
- [15] B. Prasetyo, “ANALISIS PENGARUH INTENSITAS MATAHARI, SUHU PERMUKAAN & SUDUT PENGARAH TERHADAP KINERJA PANEL,” vol. 14, no. 3, p. 8.
- [16] “Solihin, Muhammad Wahyu (2022) RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PLTS OFF-GRID KAPASITAS 4 KWP LAB. ELEKTRO KAMPUS-II ITN MALANG MENGGUNAKAN SCADA HAIWELL. Skripsi thesis, ITN MALANG.”
- [17] B. Prasetyo, “ANALISIS PENGARUH INTENSITAS MATAHARI, SUHU PERMUKAAN & SUDUT PENGARAH TERHADAP KINERJA PANEL,” vol. 14, no. 3, p. 8.
- [18] K. P. Rao, D. S. Sao, and D. J. Subrahmanyam, “Development of A Grid Connected Inverter for Solar PV Systems with Energy Capture Improvement Based On Current Control Strategy,” vol. 3, no. 4, p. 6, 2013.
- [19] T. Saengsuwan and W. Thipprasert, “The Lightning Arrester Modeling Using ATP-EMTP,” p. 9.
- [20] M. D. Tobi and V. N. Van Harling, “ANALISIS PECOBAAN KARAKTERISTIK BEBAN NOL GENERATOR INDUKSI 1 FASA,” *jelekn*, vol. 5, no. 1, pp. 12–22, Jul. 2019, doi: 10.32531/jelekn.v5i1.136.

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di kabupaten kediri tanggal 01 Juni 2000, dan mulai bersekolah di SDN 4 Bedali pada tahun 2007 dan lulus pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan ke SMPN 2 Ngancar Pada tahun 2013 dan lulus pada tahun 2016. Kemudian penuulis melanjutkan lagi studynya ke SMKN 1 Kediri dengan memilih kopotensi keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik pada tahun 2016 dan lulus pada tahun 2019. Lalu penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi Institut Teknologi Nasional Malang dan memilih progtram studi Teknik Elektro S-1 konsenterasi Teknik Energi Listrik pada tahun 2019. Email penulis yaitu juanedomikrado@gmail.com