

Pengembangan Pemantauan Kondisi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya berbasis *Internet of Things* dan Platform Mahadata

Penyusun : Ariel Christofer Pelamonia (13320042) | Dosen Pembimbing : 1. Prof. Dr. Ir. Edi Leksono, M.Eng. ; 2. Dr. Irsyad Nashirul Haq, S.T., M.T.

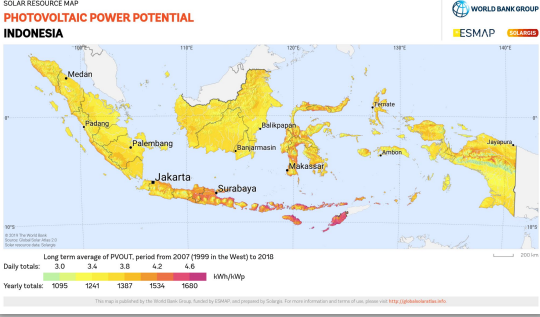
Pendahuluan

Latar Belakang

Target 2050 (RUEN)

Penetrasi **energi baru terbarukan** lebih dari **66%**.^[2]

PLTS salah satu opsi dengan **potensi energi terbarukan terbesar** yaitu **208 GW**, sedangkan total potensi seluruh sumber energi terbarukan di Indonesia **400 GW**. ^[3]



Kekurangan dari sistem PLTS
Intermittensi,
Pengaruh kebersihan panel,
Degradasi Panel Surya,

Semakin besar skala penggunaan
PLTS

Semakin sulit dipantau secara manual

Tujuan

Mengembangkan sistem pemantauan kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis Internet of Things (IoT) dan platform mahadata berkapasitas 12,1 kWp dengan sistem on-grid yang berada pada Gedung Vila Merah (BPUDL ITB) Kampus Ganesha Institut Teknologi Bandung.

Sasaran

1 Melakukan perancangan sistem pemantauan kinerja PLTS berbasis Internet of Things dan platform mahadata pada Gedung Vila Merah (BPUDL ITB)

2 Melakukan analisis teknis dari sistem pemantauan kinerja PLTS berbasis Internet of Things dan platform mahadata

Batasan

1 Dilakukan pada PLTS dengan system on-grid yang memiliki kapasitas 12,1 kWp di Gedung Vila Merah (BPUDL ITB), Kampus ITB Ganesha.

2 Akuisisi data dilakukan dengan melakukan penarikan data data dari Inverter Growatt MOD 10KTL3-X dan Stasiun Cuaca Davis Vantage Pro 2. Pengambilan data dilakukan saat Inverter mengalami kondisi fault, sehingga data yang dapat diambil yaitu Tegangan String 1,Tegangan String 2, Frekuensi Jaringan , Iradiasi Matahari, dan temperatur lingkungan.

Asumsi

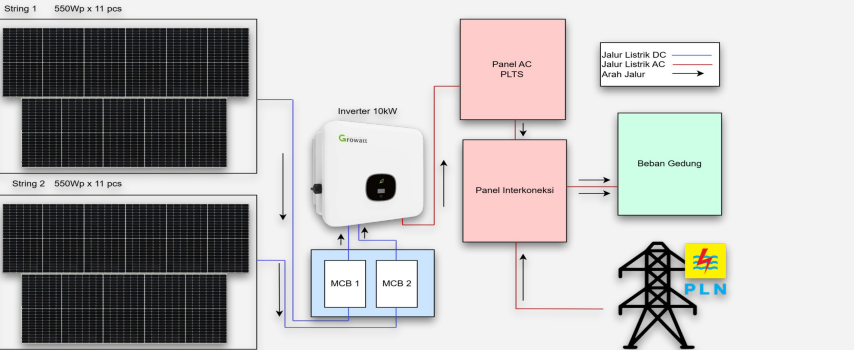
Asumsi yang diberikan untuk penelitian ini yaitu lokasi PLTS Gedung Villa Merah dan PLTS Laboratorium Manajemen Energi ITB sangat dekat.

Ide Solusi

Ide solusi pada penelitian ini yaitu melakukan perancangan sistem pemantauan kondisi berbasis IoT dan platform mahadata pada PLTS Gedung Vila Merah (BPUDL ITB), yang dapat memudahkan pemantauan dilakukan secara waktu riil, daring, dan tampilan yang menarik.

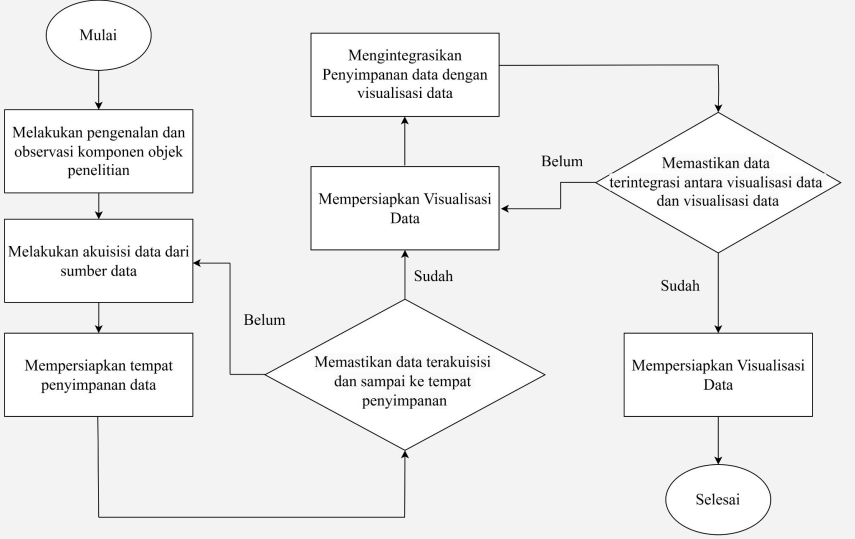
Metodologi

Objek Penelitian



PLTS Gedung Villa Merah dengan **kapasitas 12,1 kWp** dengan **mode on-grid**. Modul PV menggunakan 22 buah **JA Solar** dengan kapasitas **550 Wp** yang memiliki konfigurasi **2 string**, dengan setiap string tersusun atas **11 modul yang di seri**. Inverter menggunakan **Growatt MOD 10KTL3-X** dengan kapasitas **10kW** dilengkapi **port RS485** yang terhubung ke **ethernet serial converter HF2211**.

Tahapan Penelitian



Hasil dan Pembahasan

Sumber Data

Data Inverter

No.	Data	Variabel	Jenis Variabel	Modbus Input Register
1.	Status Inverter	Stat	Varchar	0
2.	Masukan Daya DC Total	Pdc	Decimal	2
3.	Tegangan String 1	Vdc1	Decimal	3
4.	Arus String 1	Idc1	Decimal	4
5.	Daya String 1	Pdc1	Decimal	6
6.	Tegangan String 2	Vdc2	Decimal	7
7.	Arus String 2	Idc2	Decimal	8
8.	Daya String 2	Pdc2	Decimal	10
9.	Luaran Daya AC	Pac	Decimal	36
10.	Frekuensi Grid	Fac	Decimal	37
11.	Kode Fault	ErrCod	Decimal	105

Penarikan data diakses dengan Jaringan internet ITB melalui HF2211 yang memiliki Alamat IP **10.8.62.16**

Tabel sampling memberikan informasi mengenai data dari inverter.

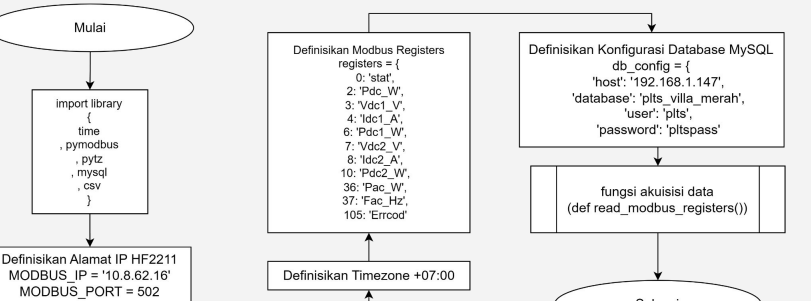
Modbus TCP/IP -> Modbus Input Register

Data Stasiun Cuaca Lab ME

Data lingkungan telah masuk ke basis data lab ME dengan nama “cuaca” dan nama tabel “data pengukuran”.

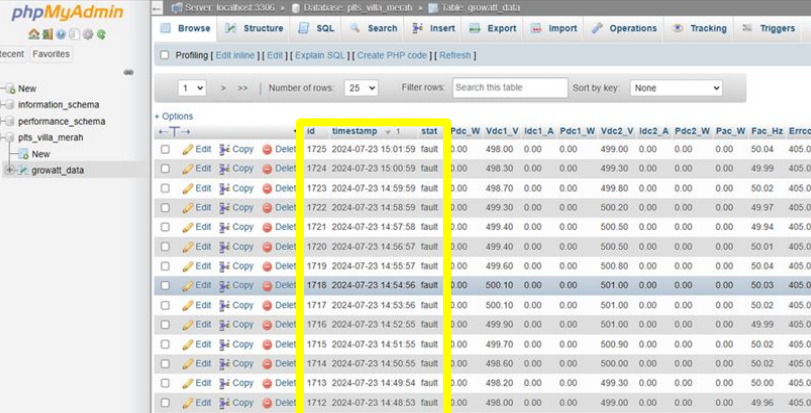
Extract, Transform, and Load (ETL)

Alur Kode Pemrograman Python Akuisisi Data

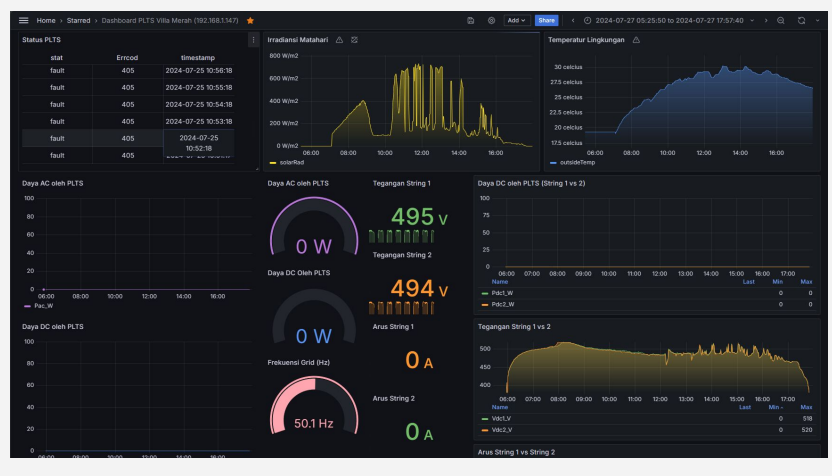


Gudang Data

Penyimpanan data dilakukan pada platform basis data MySQL. Data berhasil terakuisisi setiap satu menit.

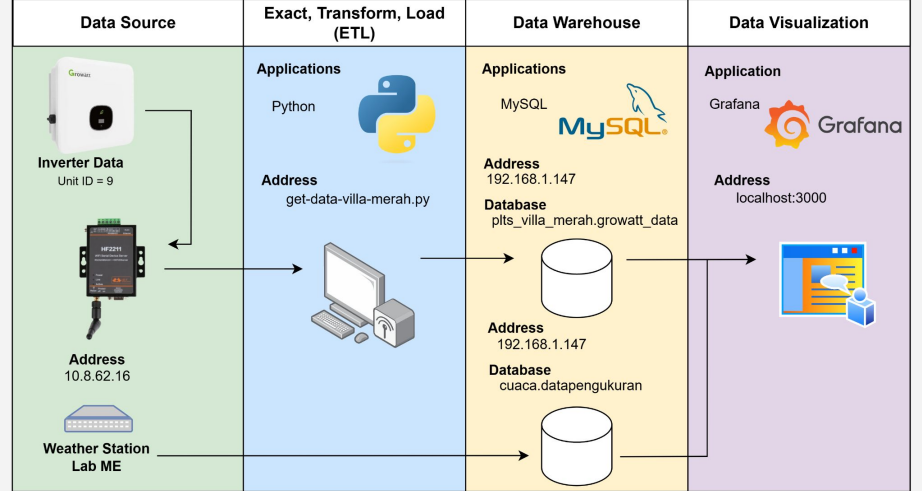


Visualisasi Data



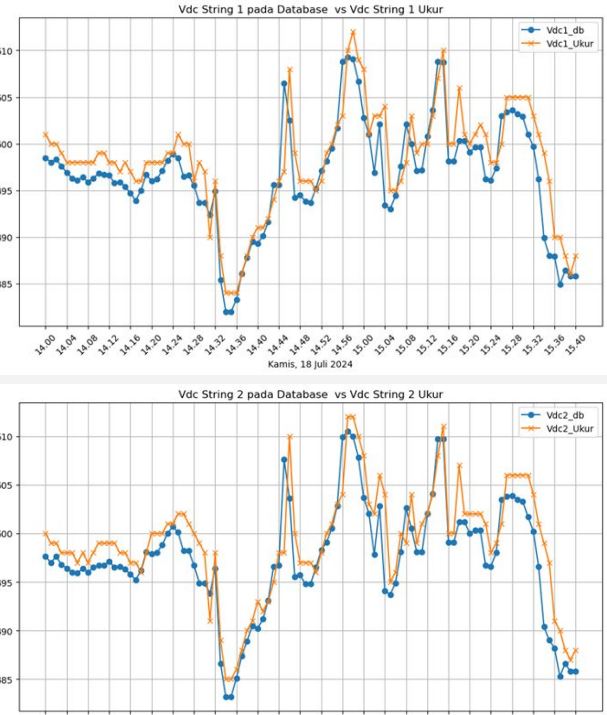
Data yang telah berhasil terakuisisi di basis data MySQL, data telah berhasil untuk divisualisasikan dengan platform grafana, disesuaikan dengan model data yang sesuai.

Data Flow berdasarkan platform Mahadata



Karena pengukuran dilakukan setiap satu menit, pada **satu hari** terekam **1440 data**, dalam **satu tahun** menyimpan **525.600 data**, dalam **20 tahun** menyimpan **10.512.000 data**

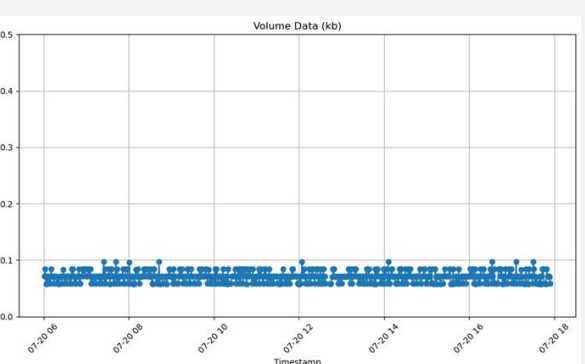
Pengujian Ketepatan Data



Pengujian ketepatan data dilakukan Membandingkan **100 data tegangan DC** pada pengambilan data manual dengan multimeter pada **breaker DC tiap string** modul, dengan data yang terekam pada basis data MySQL.

String	MAE	MAPE
1	2,296 V	0,46%
2	2,299 V	0,46%

Pengujian Volume, Waktu Tunda, dan Kecepatan



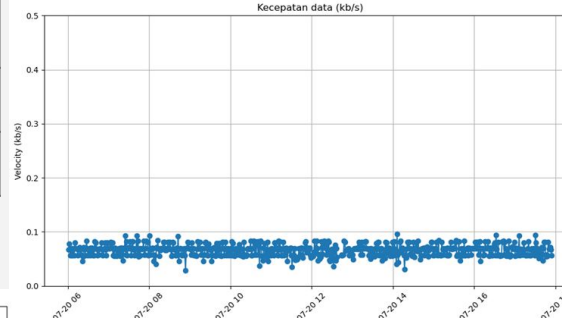
Pengujian volume pada **dua titik**, **Titik 1** , Volume data yang diakuisisi pada serial python
Titik 2, Volume data saat sampai di basis data MySQL

Volume Data pada MySQL

Data	Space usage	Format	Row statistics
Index	112,0 KIB	0 B	1,046
Next autotindex	0 B	Creation	Jul 24, 2024 at 01:42:40
Effective	112,0 KIB	Last update	Jul 23, 2024 at 09:15 PM
Total	112,0 KIB	Last check	Jul 23, 2024 at 09:15 PM

Terjadi **kenaikan sebesar 30%** setelah data sampai di basis data MySQL. Hal tersebut terjadi karena dibutuhkan informasi dan karakter yang diproses saat data disimpan di MySQL.

Titik	Rata-rata Volume
1	0,070 kb
2	0,107 kb

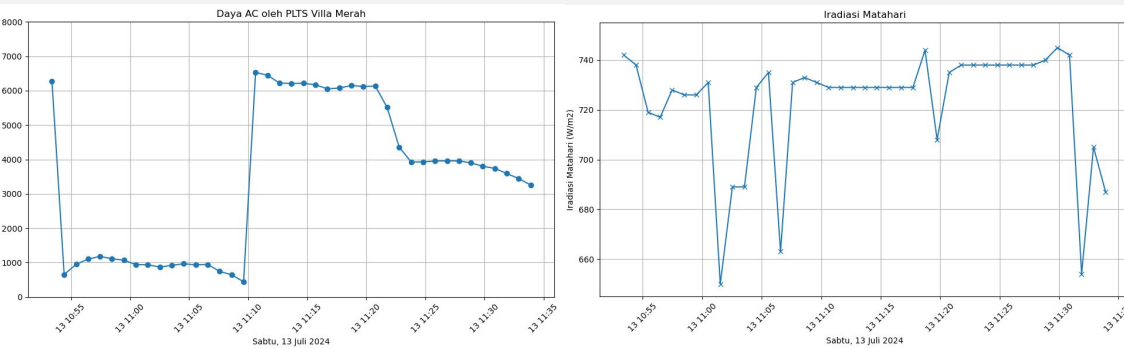


Kecepatan data didapatkan dari **pembagian antara volume** yang didapatkan dibagi dengan **waktu tunda** pengiriman data.

Hasil Pengujian Volume, Waktu Tunda, dan Kecepatan

Variabel	Volume (kb)	Delay Time (s)	Velocity (kb/s)
Rerata	0,070	1,03	0,066
Min.	0,058	0,999	0,028
Maks.	0,097	2,044	0,096

Analisis Efisiensi Energi



Didapatkan **Energi Total = 210,58 kWh** dan **Total Iradiasi Matahari Per Jam yaitu = 29,64 kWh/m2**

$$Efisiensi\ PLTS = \left(\frac{Energi\ yang\ diproduksi}{Potensi\ Energi} \right) \cdot 100\ %$$

Energi yang diproduksi (kWh) = Energi dengan Arus AC yang berasal dari **keluaran Daya AC pada inverter**
Iradiasi Surya (kWh/m2) = Iradiasi surya yang berasal dari basis data **Stasiun cuaca lab ME**
Luas Panel Surya (m2) = Luas total penampang panel surya yang dihitung berdasarkan dimensi panel surya

Efisiensi Sistem PLTS Villa Merah ITB = 12,5 %

Hasil yang didapatkan cukup baik, karena serupa dengan nilai efisiensi **pada referensi [12]** dengan objek penelitian yang juga memiliki **skala residensial** dan **mode on-grid**

Kesimpulan

1 Telah dilakukan perancangan sistem pemantauan kondisi PLTS berbasis Internet of Things pada PLTS Gedung Villa Merah ITB yang berhasil mengakuisisi data dengan protokol Modbus TCP/IP, data diolah pada pemrograman python, dan dihubungkan ke penyimpanan data MySQL di dalam jaringan lab ME dengan Alamat IP 192.168.1.147 serta visualisasi data dapat dipantau secara realtime melalui platform Grafana.

2 Telah dilakukan analisis kinerja dari sistem pemantauan kondisi PLTS berbasis Internet of Things. Untuk volume data, waktu tunda, dan kecepatan data analisis dilakukan menggunakan pemrograman python dengan didapatkan rata-rata volume data 0,07 kb, waktu tunda 1,06 detik, dan kecepatan data yaitu 0,06 kb/detik. Untuk analisis dari ketepatan data, dilakukan perbandingan pengukuran manual dengan data yang tersimpan di penyimpanan data MySQL. Lalu didapatkan MAE dari perbandingan data yaitu sekitar 2,29 Volt untuk kedua string dengan gap data yang stabil selama pengamilan data, sehingga dapat dikatakan data valid untuk dipantau. Didapatkan juga efisiensi energi pada sistem PLTS yaitu sebesar 12,5 %.

Saran

1. Dapat dilakukan integrasi dengan sistem manajemen energi yang terdapat di Gedung Villa Merah.

2. Pada Visualisasi data dapat dikembangkan fitur nya untuk sebagai pengingat saat sebuah kondisi terjadi pada sistem PLTS.