

# Perancangan Smart Meter Berbasis IoT Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Microgrid: Proposal Penelitian

Taufal Hidayat\*, Dwiki Firmansyah.  
Institut Teknologi Padang, Padang  
E-mail: [taufalhidayat4690@gmail.com](mailto:taufalhidayat4690@gmail.com)

---

---

## ABSTRACT

*Photovoltaic (PV) Microgrid is one solution to meet the electricity demand in remote areas and is difficult to reach by the PLN. This type of PLTS has advantages over the types of off grid Photovoltaic, especially in terms of installation and financing costs. One of the challenges in the application of PLTS microgrid is the process of monitoring power and performance of PLTS. Smart meters are one of the most potential solutions to be applied to monitor solar power plants. In this study, a prototype of a smart meter system from PLTS will be designed using the Arduino micro controller as a data processing module, ESP12 module as a communication module and ACS712 sensor as a current and voltage sensor.*

**Keywords:** *Photovoltaic, microgrid, smartmeter.*

## ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Microgrid merupakan salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan daya listrik di daerah terpencil dan sulit terjangkau oleh jaringan listrik PLN. Jenis PLTS ini memiliki keunggulan dari pada jenis PLTS offgrid terutama di sisi biaya instalasi dan pembiayaan. Salah satu tantangan dalam pengaaplikasian PLTS microgrid adalah proses monitoring daya dan kinerja dari PLTS. Smart meter menjadi salah satu solusi yang paling potensial untuk diterapkan untuk memonitor PLTS. Pada penelitian ini akan dirancang prototype dari sistem smart meter dari PLTS dengan menggunakan mikrokontroler arduino sebagai modul pemrosesan data, Modul ESP12 sebagai modul komunikasi dan Sensor ACS712 sebagai sensor arus dan tegangan.

**Kata Kunci:** *PLTS, Microgrid, Smartmeter*

---

---

## 1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian tentang pembangkit listrik terbarukan sangat meningkat guna menggantikan pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil karena menipisnya bahan bakar fosil dan kontaminasi masalah lingkungan. Tuntutan sistem pembangkit energi berkelanjutan dapat secara progresif menggantikan sistem pasokan konvensional. Saat ini, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) semakin penting karena kelebihan utama dari sistem ini yang merupakan sumber energi yang bersih. Selain itu, sumber energi ini juga menawarkan manfaat berupa kemudahan instalasi, harga yang relative lebih murah, bebas kebisingan, lebih tangguh dan lebih terjangkau untuk sistem yang terhubung ke jaringan. Selain itu, efisiensi panel PV meningkat dari hari ke hari karena kemajuan teknologi.

Sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada dasarnya dipasang pada rentang kapasitas yang luas mulai dari skala beberapa ratus Watt sebagai pemasangan atap hingga beberapa puluh MW sebagai sistem pembangkit tenaga surya skala besar. Untuk kinerja yang lebih baik dan kemudahan pemeliharaan, kinerja sistem PLTS perlu dipantau

terus-menerus, terutama ketika instalasi berada di daerah pedesaan atau tersebar di tanah yang luas, dengan biaya operasional yang lebih rendah. Sistem monitoring jarak jauh terutama dibagi dalam tiga bagian (i) *sensing unit*, (ii) *processing unit* dan (iii) *display unit*[1]. *Sensing unit* pada dasarnya mencakup berbagai sensor dan unit pengkondisian sinyal. Unit ini terletak dekat dengan panel PLTS. Informasi yang diberikan oleh sensing unit disampaikan ke unit pemrosesan baik dengan jaringan kabel atau nirkabel, yang selanjutnya diberikan kepada *display unit*. *Sensing unit* dilengkapi dengan sensor pintar, untuk menangani sinyal sistem PLTS secara efektif sebelum mengirimkannya ke unit pemrosesan pusat. Dalam hal ini sistem penginderaan, sistem pemrosesan dan monitoring berada dalam jarak dekat. Tegangan PLTS dan koneksi saat ini umumnya dimonitor sebagai ukuran parameter kinerja. Saluran GSM digunakan sebagai media komunikasi. Transmisi analog yang disukai untuk komunikasi dengan bekerja pada berbagai protokol komunikasi juga dilakukan secara menyeluruh. Sistem monitoring dan kontrol jarak jauh nirkabel yang ditingkatkan dari Pembangkit listrik terdistribusi untuk aplikasi

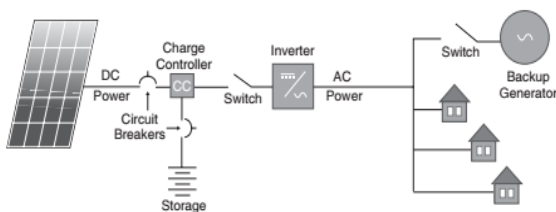
jaringan mikro diimplementasikan dengan komunikasi nirkabel dupleks penuh menggunakan protokol IEEE 802.11 b. Sistem kontrol pengawasan diimplementasikan pada prosesor sinyal digital (DSP) dan perangkat lunak Human-Machine Interface (HMI) dikembangkan untuk mengukur parameter PLTS seperti arus, tegangan dan kelembaban bersama dengan pelacakan surya. Sensing unit dioperasikan dengan kecerdasan prosesor sinyal digital.

Sistem monitoring PLTS microgrid diusulkan dengan menggunakan ESP 12, ACS712-30A sebagai sensor arus, DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembapan dan Arduino uno sebagai processor unit

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 PLTS Microgrid

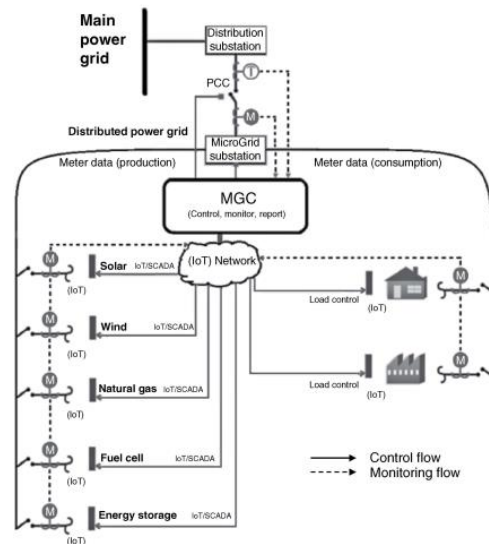
Sistem PLTS off-grid sudah mapan untuk memasok rumah pedesaan tunggal dan memisahkan beban kecil. Ketika beberapa rumah terpencil berkerumun membentuk sebuah desa, pilihan yang muncul adalah merancang pembangkit yang lebih besar untuk memasok setiap rumah tangga dengan layanan AC fase tunggal standar. Dengan PLTS microgrid, beberapa keuntungan disini ekonomi dapat diwujudkan. Biaya pemasangan dan operasi lebih rendah daripada biaya kolektif untuk beberapa sistem PV satu rumah. Biasanya, jaringan mikro memiliki kapasitas hingga 100 kW. Satu rintangan yang unik bagi PLTS microgrid adalah mengembangkan teknologi pengukuran dan rasa tanggung jawab kolektif dalam mengelola, dan membayar, sumber daya energi yang digunakan bersama dan terbatas[2]. Berikut di gambarkan skema dari PLTS Microgrid seperti pada gambar 1 di bawah.



Gambar 1 Skema PLTS microgrid<sup>[2]</sup>

### 2.2 MicroGrid Control (MGC).

MGC adalah sistem kontrol manajemen untuk monitoring waktu nyata dan kontrol MicroGrid, juga menyediakan laporan historis, analitik, dan otomatisasi berbasis konteks. Fungsi-fungsi ini diperlukan untuk mencapai keandalan listrik untuk beban kritis ketika beban terhubung ke jaringan, dipisahkan, atau transisi di antara keduanya. MGC terintegrasi dengan sistem SCADA yang didedikasikan untuk sumber daya individual. Sistem



Gambar 2 Skema pengawasan pada MGC<sup>[1]</sup>

MGC mendukung fungsi-fungsi berikut: (i) memantau kondisi grid; (ii) mengarahkan koneksi ke / pemutusan dari grid; (iii) memantau dan mengendalikan sumber daya listrik yang berafiliasi; dan (iv) menyediakan kontrol bangunan / muatan. MGC memonitor grid tradisional dan MicroGrid. Untuk mencapai hal ini, MGC mengeluarkan perintah ke sumber daya MicroGrid, ke penyimpanan energi, dan ke bank kapasitor untuk mencapai kesatuan sebelum menutup pemutus saluran grid. Kemampuan manajemen lainnya termasuk event-driven control logic untuk memulai fungsi terprogram, pengambilan keputusan otonom, dan historisasi data. Gambar 2 menggambarkan di mana IoT akan berperan.

### 2.3 Smart Meter

Smart meter secara umum adalah meter digital dengan komunikasi dua arah yang mengukur konsumsi pada interval yang ditentukan dan dapat memonitor kualitas daya. Properti yang diaktifkan oleh Teknologi Informasi dan Komunikasi ini membedakannya dari meteran elektromekanis tradisional, yang hanya mengukur konsumsi kumulatif. Definisi dasar ini mencakup banyak spesifikasi fungsional dan teknis. Sebagai contoh, pengukur listrik pintar dapat dirancang untuk mengukur produksi yang digunakan sendiri dan produksi yang di kirim jaringan. Ini dapat bertindak sebagai hub di dalam gedung, mentransmisikan data ke tampilan pelanggan atau mengaktifkan kendali jarak jauh peralatan, dan dapat mengakomodasi berbagai jenis tarif, termasuk kredit, prabayar/bayar-saat-pergi, dan pembatasan beban serta tarif yang bervariasi waktu[3].

Pengukuran yang lebih cerdas berasal dari tahun 1970-an, sebagai bagian dari langkah untuk

mengurangi investasi pada “tanaman peaking” yang jarang digunakan. Jika penggunaan dapat diukur pada interval yang sering, harga yang bervariasi waktu dapat digunakan untuk membujuk pelanggan untuk mengalihkan penggunaan dari waktu puncak. Karena biaya interval pengukuran yang tinggi pada saat itu, solusi semacam itu hanya dapat digunakan untuk pengguna industri dan komersial berskala besar sampai aplikasi TIK pasar massal dikembangkan pada 1990-an. Sejak itu, penyebaran smart meter telah dipercepat, untuk mengatasi berbagai tujuan industri dan pemerintah. Ini termasuk mengurangi penipuan, meningkatkan akurasi tagihan dan umpan balik pelanggan, mendeteksi pemadaman listrik, pemutusan jarak jauh, dan koneksi, menawarkan microgenerators layanan pengukuran yang lebih baik, mengakomodasi beban baru seperti pompa panas dan kendaraan listrik, dan memperkenalkan penentuan harga waktu nyata dan kontrol beban langsung untuk membantu mencocokkan permintaan dengan pasokan yang tersedia. Pengukuran cerdas diharapkan berperan dalam transisi ke sistem listrik rendah karbon dan dimasukkan dalam banyak model bisnis yang sedang berkembang.

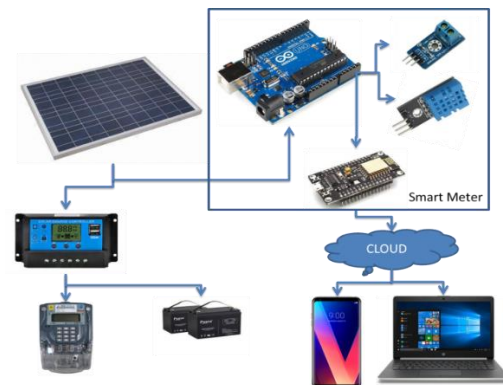
Italia adalah negara pertama yang menerapkan peluncuran massal meter cerdas dan selama dekade berikutnya kita dapat mengharapkan beberapa bentuk pengukuran cerdas yang akan didirikan di sebagian besar dunia, seperti yang sudah terjadi di sebagian besar Skandinavia dan di beberapa negara bagian dan provinsi di Amerika Utara dan Australia.

Meteran adalah titik kontak antara pengguna energi, penyedia infrastruktur, dan pemasok / pengecer. Penyebaran pengukuran pintar karena itu membuka kemungkinan untuk tipe baru hubungan utilitas-pelanggan, tergantung pada bagaimana meter ditentukan dan pada lingkungan peraturan, fisik, dan sosial. Seperti dibahas di bawah ini, perluasan pengukuran cerdas ke bisnis kecil dan rumah tangga menimbulkan banyak pertanyaan kebijakan dan operasional. Misalnya, apakah biaya dan kompleksitas relatif dari meteran pintar dibenarkan untuk pengguna skala kecil? Fungsi apa yang penting dan diinginkan Pada kecepatan berapa meter harus diganti?, dan bagaimana aset terlantar dapat diminimalkan? Ada kekhawatiran tentang keamanan data dan privasi ketika pelanggan dihubungkan dengan sistem listrik dan IT yang kompleks, saling tergantung; dan kekhawatiran tentang perlunya pendidikan publik dan dukungan operasional untuk peluncuran meteran, khususnya untuk pelanggan yang kurang beruntung. Untuk menjawab pertanyaan ini dan pertanyaan terkait, kita perlu melihat detail teknis, peraturan, dan

operasional dari setiap program pengukuran yang diusulkan. Pengukuran cerdas dinilai terutama dari sudut pandang pelanggan, dalam hal bagaimana, di mana, dan dengan siapa suatu program dilakukan.

### 3. RANCANGAN PENELITIAN

Sistem monitoring PLTS microgrid yang diusulkan, ditunjukkan pada gambar 3, terdiri dari susunan panel surya, bank baterai penyimpanan, unit kontrol operasional baterai dan beban listrik. Skema penelitian yang akan dirancang adalah sebagai berikut.



**Gambar 3** Skema penelitian smart meter PLTS microgrid

#### 3.1 Susunan Panel Surya

Sistem prototipe photovoltaic (PV) 200 W diimplementasikan menggunakan perakitan modul PV polikristalin, masing-masing mampu menghasilkan arus hubung singkat (ISC) sebesar 8,33 A dan tegangan sirkuit-terbuka (VOC) 32.2 V. PV terdiri dari satu panel. Pengontrol pengisian daya adalah bagian penting dari suatu sistem, yang mengontrol aliran daya baterai sehingga memaksimalkan masa pakai baterai. Inverter juga penting untuk daya beban AC. Dalam pekerjaan yang diusulkan, alih-alih menggunakan pengontrol muatan dan inverter sebagai entitas terpisah, unit pengkondisian daya dipasang untuk memenuhi tujuan tersebut. Sensor yang ditempatkan di lokasi berbeda digunakan untuk memantau operasi sistem.

#### 3.2 Unit Pemrosesan

Unit pemrosesan yang digunakan berupa mikrokontroler arduino uno yang digunakan untuk memproses besaran arus yang di peroleh oleh sensor dan menghitung daya keluaran dari panel, serta memproses inputan suhu dan kelembapana yang diperoleh oleh sensor suhu DHT11.

#### 3.3 Penyimpanan Baterai

Elemen penting lain dari sistem PLTS adalah baterai penyimpanan. Baterai ini diperlukan untuk

menghindari fluktuasi sifat keluaran yang disampaikan oleh susunan panel. Baterai dirancang untuk menangkap kelebihan listrik yang dihasilkan oleh sistem panel surya dengan memungkinkan untuk menyimpan listrik tenaga surya untuk digunakan di kemudian hari. Energi yang diperoleh pada siang hari langsung diumpungkan ke memuat dan energi yang tidak digunakan dapat disimpan dalam baterai untuk memenuhi permintaan selama kekurangan energi matahari. Pada malam hari, atau selama periode dengan iradiasi matahari rendah, energi disuplai ke beban dari baterai. Baterai yang digunakan pada penelitian ini yaitu Baterai VRLA SMT 12V 33Ah. Dan sebagai pengendali pengisian digunakan Solar Charge Controller MPPT 30A 12/24V

### 3.4 Sistem Monitoring

Sistem monitoring panel surya terdiri dari tiga unit utama, unit sensor, unit pemrosesan, dan unit display. Sistem berbasis Internet of Things (IoT) dikembangkan untuk memonitor parameter sistem seperti tegangan panel surya, arus, suhu dan kelembaban.

### 3.5 Unit Display

Monitoring berkelanjutan difasilitasi oleh unit display, yang mencakup ponsel pintar dan terminal jarak jauh di Internet yang terhubung dengan protokol MQTT. Thing Speak adalah aplikasi Internet of Things (IoT) open source. Ini adalah antarmuka pemrograman aplikasi (API) untuk menyimpan dan mengambil data dari sensor. ThingSpeak memungkinkan pembuatan aplikasi pencatatan sensor, aplikasi pelacakan lokasi, dan jejaring sosial dengan pembaruan status. Ini memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, memvisualisasikan, dan bertindak berdasarkan data dari sensor.

Unit sensor yang terdiri dari sensor tegangan dan arus terhubung ke input analog bagian ADC 12-bit dari CC3200 controller; Namun, sensor kelembaban dan suhu ke bagian bus I2C sirkuit Inter-Integrated. Subsistem prosesor jaringan Wi-Fi memiliki fitur Wi-Fi Internet-on-a-chip dan berisi MCU ARM khusus tambahan yang sepenuhnya membongkar aplikasi MCU. Protokol 802.11 digunakan untuk sistem dengan mesin crypto yang kuat untuk koneksi Internet yang cepat dan aman dengan enkripsi 256-bit.

### 3.6 Unit Sensing Sistem Yang Diusulkan

Fungsi sensing unit adalah untuk merasakan parameter sistem dan bertindak sebagai antarmuka ke unit pemrosesan. Dalam pekerjaan yang diusulkan, operasi sistem dikendalikan oleh

Mikrokontroler Arduino Uno, yang dilengkapi dengan ADC inbuilt dan menerima input analog serta digital dalam kisaran 0-5 V.

#### 1. Sensor Tegangan dan Arus

Pada skema penelitian digunakan sensor arus ACS17 dengan batas arus maksimum sebesar 30A.

#### 2. Sensor Kelembaban dan Suhu

Untuk aplikasi Internet of Things (IoT), pengukuran kelembaban menggunakan jejak besar tidak lagi cocok. Sensor Kelembaban menggunakan sensor DHT11, dengan elemen penginderaan yang dikalibrasi sepenuhnya, pada konverter analog ke digital chip dengan sirkuit pengkondisian sinyal digunakan dalam sistem yang diusulkan. Ini juga menyediakan antarmuka Inter-Integrated circuit (I2C) dengan unit pemrosesan untuk rentang operasi dari 0 hingga 80% kelembaban relatif (RH) sensor kelembaban dan dari -10 hingga 85 ° C kisaran suhu untuk sensor suhu.

## 4. KESIMPULAN

Rancangan penelitian smart meter untuk sistem PLTS microgrid dapat diaplikasikan untuk memonitor berbagai parameter yang penting dalam pengoperasian PLTS seperti daya keluaran, kualitas daya, suhu dan kelembaban dari panel dan perangkat PLTS.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Minoli and B. Occhiogrosso, "The Emerging ' Energy Internet of Things ,' " in *Internet of Things A to Z Technologies and Applications*, Qusay F. Hassan, Ed. John Wiley & Sons, Inc., 2018, pp. 385–424.
- [2] C. M. Whitaker, T. U. Townsend, A. Razon, R. M. Hudson, and X. Vallv, "PV Systems," in *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*, A. Luque and S. Hegedus, Eds. John Wiley & Sons, Ltd, 2011, pp. 841–894.
- [3] S. J. Darby, "Smart Meters and Residential Customers," in *Smart Grid Handbook*, John Wiley & Sons, Ltd, 2016, pp. 1–13.