

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Panel surya adalah komponen utama dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Untuk menjamin produksi yang baik, setiap PLTS harus bisa dimonitor terus menerus kinerja kerjanya, baik untuk melihat performansi operasional dan fungsional, maupun untuk rutinitas jadwal pemeliharannya. Bagi sistem Panel Surya yang berada di remote area, kemampuan dapat dimonitoring jarak jauh dan mendapatkan informasi sebelumnya (historical), akan sangat membantu saat kinerja sistem menurun atau untuk mencegah sebelum terjadinya gagal produksi, karena tidak berfungsinya sistem. Berdasarkan informasi ini, pemeliharaan preventif rutin dilaksanakan, guna meningkatkan kinerja dan umur sistem. Sehingga akan mengurangi biaya operasi secara keseluruhan. Kinerja sebuah panel surya, dapat dipengaruhi oleh dua bagian. Pertama adalah komponen material Panel Surya itu sendiri. Kondisi ini diukur dengan parameter listrik yang diberikan oleh pabrikan pada spesifikasi teknis, yaitu Kurva Arus dan Tegangan DC (Kurva I-V) yang dihasilkan. Kedua adalah, pengaruh lingkungan di lokasi pemasangan, misalnya di daerah kering dan berdebu, berbeda dengan lokasinya banyak terhalang oleh lingkungan seperti pohon atau gedung. Dan yang terakhir adalah dari disain dan saat instalasi pemasangannya. Semua ini akan mempengaruhi produksi energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS.

Tabel 1 Klasifikasi beberapa parameter kelistrikan dan lingkungan

Solar PV System	Parameters	
	Environmental	Electrical
Large scale	Irradiance	Array output voltage
	Array Temperature	Array output current
	Speed of wind	Grid voltage
	Humidity	Current to and from grid
	Air pressure	Grid impedance
Small scale	Irradiance	Panel output voltage
	Panel Temperature	Panel output current
	Humidity	Inverter output voltage
		Inverter output current
		Load output voltage
	Load output current	

Pada tabel 1-1 diatas, menunjukkan parameter-parameter apa saja dari sistem kelistrikan dan pengaruh lingkungan cuaca, yang dapat mempengaruhi tingkat performansi dan

kinerja dari Sistem Panel Surya. Pembagian parameter ini berbeda antara Sistem Panel Surya pada PLTS berskala besar dan skala kecil. Dimana untuk parameter perubahan lingkungan untuk lembar Panel Surya pada PLTS skala besar, juga terdapat pengaruh kecepatan angin dan besarnya tekanan udara. Sedangkan untuk skala kecil termasuk pemanfaatan di residensial atau rumah tangga, cukup dengan memantau perubahan lingkungan atas intensitas sinar matahari, temperatur pada permukaan panel surya dan kelembaban udara.

1.2 Identifikasi Masalah

Jika sistem listrik cadangan seperti Panel Surya bermasalah di rumah, gedung atau di remote area tidak bekerja, karena salah satu panelnya atau komponen lainnya mati secara tiba-tiba. Kita tidak akan segera mengetahui secara otomatis, bahwa sesuatu telah terjadi kerusakan pada sarana Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Karena masih di-*backup* oleh supply energi listrik utama dari PLN. Dan umumnya, kita tidak akan menyadari sebagaimana tanda-tanda umum seperti ruangan tiba-tiba menjadi panas, karena fasilitas AC di rumah atau gedung tidak berfungsi karena listrik padam, semuanya akan terasa seperti berjalan normal.

Apabila terdapat suatu sistem monitoring sensor jarak jauh di Panel Surya (bisa menjadi satu sub-sistem atau terpisah) dengan fasilitas PLTS. Maka trigger alarm dapat memberikan informasi, ada sesuatu masalah terjadi pada fasilitas Panel Surya atau PLTS kita. Fasilitas monitoring sensor jarak jauh ini bisa digunakan pula untuk melihat kinerja Panel Surya di beberapa gedung atau lokasi remote area yang berbeda, secara terpusat. Misalnya seberapa besar total produksi daya listrik yang dihasilkan, berapa prosentasi efisiensinya, dan fitur apa saja yang dapat di-monitoring melalui sensor jarak jauh lainnya. Beberapa sistem PLTS, yang terbaru biasanya sudah dilengkapi fitur layanan tersebut. Juga ada yang dapat langsung dihubungkan ke server cloud di internet, dengan tampilan grafis *dashboard* yang menarik.

Permasalahannya bagaimana kalau Panel-panel surya tersebut ingin memonitor Sistem PLTS, untuk skala sedang hingga besar, yang diinstalasi berjejer sebagai *farm* di remote area, dan secara fisik lokasinya cukup berjauhan dengan pusat monitoring. Maka pemanfaatan sensor-sensor terintegrasi data jarak jauh jenis IoT, adalah pilihannya. Dimana adanya IoT akan menjadi perangkat komunikasi efektif bagi sensor-sensor

tersebut, agar data-data dan informasinya mudah terhubung, dimana akan dikirimkan secara terus menerus realtime, dan *trending historical* datanya terakumulasi menjadi laporan penting. Dapat dipilih berdasarkan waktu perjam, harian, per-mingguan, atau per-bulanan. Bahkan hingga per-tahunan dari satu *shared database* yang sama. Semuanya cukup dipilih dari menu dan di monitor secara terpusat.

Memantau jarak jauh dengan sensor berbasis IoT ini, menggunakan *format message data* yang sederhana, namun tetap cukup aman, walaupun melalui Internet (protokol HTTP REST API, atau MQTT) dan terkoneksi sebagai aplikasi Cloud. Dengan berlangganan *Hosting Cloud*, multiple realtime sensor ini akan mengirimkan dalam waktu relatif cepat dan volume besar, yang dikumpulkan sebagai dataset-dataset oleh database. Kemudian sebuah program akan menganalisisnya dan ditampilkan dalam bentuk aplikasi *Dashboard Monitoring*. Solusi sensor jarak jauh berbasis IoT ini mudah dikases dari mana saja, sepanjang tersedia *akses global Internet*. Sehingga dari agregasi data dapat dijadikan statistik yang menunjukkan kinerja kerja sistem. Statistik ini cukup spesifik dan dapat di-*drill-down*. Sehingga dari grafik hingga detil ke *data raw*-nya, berbagai masalah anomali fisik maupun non-fisik, dapat segera dicari dan diketahui penyebabnya.

1.3 Perumusan Masalah

Penelitian dan penulisan tesis ini merumuskan disain dan implementasi sebuah sistem multi sensor dan perekaman data (datalogger), dan sistem *alarm notifikasi*-nya yang berhubungan dengan pencatatan perubahan parameter kelistrikan pada komponen panel surya PLTS, serta perubahan kondisi cuaca yang mempengaruhi kinerjanya, seperti intensitas radiasi matahari, temperatur, kelembaban udara, dan parameter meteo lainnya. Untuk melihat seberapa jauh parameter-parameter ini saat perilaku normal, anomali atau saat dideteksi mengalami gangguan komponen material ataupun gangguan eksternal lainnya. Profil kinerja ini, dibandingkan terhadap beberapa produk dan *brand* yang tersedia di pasaran. Sehingga, dapat disusun sebagai rencana dan strategi saat aktual Pengoperasian dan Pemeliharaannya.

1.4 Batasan Masalah

- Dalam penelitian ini, penulis mendisain satu unit lengkap sensor jarak jauh praktis, biaya pengembangan terjangkau, yang dapat memonitor kondisi panel surya sebagai bagian utama PLTS, dengan mengakusisi data parameter

kelistrikan dan lingkungan, serta mengimplementasikannya pada sebuah modul tipikal praktis *datalogger* berbasis IoT. Perangkat ini bisa digunakan terpisah atau dihubungkan menjadi satu dengan sistem konfigurasi PLTS *off grid* atau *on-grid* skala kecil dirumah atau kantor. Dan mampu dikembangkan hingga skala menengah.

- Parameter kinerja yang menjadi referensi dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kelistrikan Panel Surya dan PLTS, yakni perubahan nilai yang dideteksi oleh Sensor DC Current dan Divided DC Voltage. Sensor-sensor ini biasa digunakan oleh prototipe mikrokontroler arduino untuk membaca output arus dan tegangan DC satu sumber listrik. Juga untuk mengetahui Power output sebuah Panel Surya atau sebagai output dari inverter yang terhubung ke beban.
- Menggunakan data dari Sensor-sensor meteo seperti pyranometer [1] tingkat akurasi sedang. Digunakan oleh penulis untuk memonitor cuaca lingkungan, yakni mendeteksi tingkat intensitas radiasi matahari di lokasi Panel Surya dan Sistem PLTS ditempatkan, juga ditambah *eksternal Automatic Weather Station* (AWS), yang ditempatkan berdekatan dengan lokasi panel surya, untuk mengakuisisi perubahan parameter lingkungan, seperti kecepatan dan arah angin, tekanan udara, deteksi hujan, disamping mendeteksi tingkat radiasi Ultraviolet matahari, dan temperatur sekitarnya.
- Hubungan ke internet dari sensor menggunakan IoT [2] tipe modul mikrokontroler ESP8266, tipe ini sudah dilengkapi fasilitas WiFi Client, terhubung ke wireless akses ruangan ke Internet. Dalam ekosistem *Internet of Things* (IoT), ada dua hal yang sangat penting: *Internet* dan *perangkat fisik seperti sensor dan aktuator*. Sistem IoT jenis ESP8266 ini terdiri dari konektivitas bagi sensor analog dan digital, GPIO (general purpose input-output), dan protokol HTTP Post dan MQTT (MQ adalah seri produk IBM Server) sebagai *standard messaging transport protocol* untuk suatu jenis koneksi Client-Server dengan sistem *publish / subscribe*, yang berfungsi bagi suatu jenis perangkat yang tidak berfisik komputer, secara wireless mengakses ke jaringan internet. Dan aplikasi di *cloud*, dapat diakses dari mana saja melalui Internet.

- Pengolahan data baik dari *datalogger* maupun online, menggunakan bahasa pemrograman *python* [3] sebagai *tools data science analysis*. Bahasa pemrograman ini cukup lengkap dengan *library* bagi pengolahan data science, seperti *data mining*, *data processing*, dan *data modeling* dengan *visualisasi* data.

1.5 Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah mendisain dan mengimplementasikan sistem perangkat sensor yang mampu mendeteksi, mengamati secara terus menerus dari jarak jauh dengan teknologi IoT, untuk mengetahui kinerja panel surya, dan menyelidiki karakteristik dinamika sistem fotovoltaik serta menganalisa faktor-faktor yang sangat mempengaruhi saat beroperasi normal dan abnormal sebagai sumber energi pada PLTS [4].

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan bermanfaat menambah pengetahuan akan nilai efisiensi bagi masyarakat yang mengoperasikan PLTS. Dan juga melalui pengembangan model prototipe praktis teknik sederhana aplikasi sistem *integrasi end-to-end*, cukup dengan menggunakan komponen hardware yang *cost-effective* dan *open-source software* yang mewakili.

Penelitian ini mampu menunjukkan *real implementasi* pada model skala kecil, perilaku setara pada sistem skala menengah, hingga skala yang lebih besar, atas peran panel surya PLTS. Sistem ini juga mampu mengidentifikasi, untuk mengantisipasi dampak-dampak negatifnya.

Penelitian ini cukup menarik dan bermanfaat bagi penelitian *civitas akademik* yang ingin mengetahui lebih lanjut, beberapa parameter yang lebih spesifik pada panel surya saat setelah beberapa waktu dioperasikan.

Penelitian ini juga bermanfaat bagi berbagai pihak yang mencari *solusi sistem pemeliharaan* dengan *metode prediksi* saat kapan kemungkinan akan terjadinya *fault* dari sistem panel Surya pada PLTS.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tesis penelitian ini adalah, sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Pada bab ini akan diuraikan tentang tujuan dan manfaat penelitian, dimulai dari latar belakang penelitian, mengidentifikasi masalah yang timbul, merumuskan hal-hal yang menjadi masalah utama, dan batasan ruang lingkup masalah yang akan diteliti, dan jadwal serta lokasi dimana diadakan penelitian.

Bab 2 Landasaan Teori

Pada bab ini akan diuraikan mengenai landasan-landasan teori, yang menjadi dasar penelitian, dari tinjauan sumber literatur pustaka atau *referensi* penelitian serupa yang pernah ada dengan lokasi penelitian berbeda beda.

Bab 3 Metodologi Pelaksanaan Penelitian

Pada bab ini, akan diuraikan bagaimana metode penelitian dilaksanakan, landasan teori yang digunakan, kemudian dilanjutkan mendisain dan mengimplementasikan bentuk prototipe sistem, menguji-coba prototipe sistem yang sudah diimplementasikan pada periode tertentu, mengakusisi data-data dari sistem prototipe yang diperlukan dan mengumpulkan data-data relevan. untuk diolah dan dianalisa menjadi informasi yang bermanfaat baik keadaan normal, keadaan anomali, disimpulkan menjadi informasi yang berguna untuk penelitian berikutnya.

Bab 4 Hasil Penelitian, Analisa dan Pembahasan

Pada bagian ini hasil-hasil pengolahan data, akan dijalankan dengan training dengan model-model yang sudah disiapkan untuk dilihat fenomenanya dan dianalisa, kemudian hasil-hasil ini akan melihat dan merangkum berbagai isu-isu baru dari topik yang diteliti untuk mencari solusi efektif dan pembahasannya.

Bab 5 Penutup

Pada bagian ini terdiri dari 2 (dua) bagian yaitu kesimpulan dan saran. Pada bagian kesimpulan akan diurai apakah hal-hal yang telah dirumuskan diawal masih relevan atau berbeda sama sekali dengan hasil yang dicapai. Dan pada bagian saran, merupakan siapa saja yang memanfaatkan isi tulisan penelitian ini beberapa uraian atas kekurangan dan keterbatasan, namun dapat menjadi saran pengembangan selanjutnya atas topik penelitian ini