

PENGGUNAAN IoT PADA SISTEM PEMANTAUAN KEBERSIHAN PANEL SURYA UNTUK OPTIMASI DAYA LISTRIK

SUDIRMAN MELANGI¹, MUHAMMAD ASRI²

Prodi Teknik Informatika¹, Teknik Elektro²

Universitas Ichsan Gorontalo^{1,2}

Jl. Achmad Nadjamuddin No.17 Kota Gorontalo^{1,2}

Email: oedhie.lidya@gmail.com¹, asriarfah@gmail.com²

ABSTRAK

Tujuan pembuatan alat purwarupa dengan sistem yang dapat pemantau secara *realtime* tingkat kebersihan panel surya Sistem monitoring dirancang unruk penerima dan memberikan data berupa nilai secara visual yang ditampilkan lewat *Smartphone* menggunakan Aplikasi *Blink*. Sistem monitoring debu ini terdiri dari Panel Surya sebagai sumber daya listrik, Avo meter untuk mengukur daya, sensor debu sebagai pendeteksi polutan debu, dan *NodeMCU (ESP 8266)* sebagai pengirim data menggunakan internet, *Smartphone* dengan aplikasi *Blynk* untuk menampilkan data jumlah polutan debu dalam satuan $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Pada hasil pengukuran daya listrik dari sebelum dan setelah perlakuan pemberian polutan debu pada panel surya, sensor rata-rata mendapatkan jumlah polutan debu sebesar $7,3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ debu yang berakibat terjadinya pengurangan daya listrik sebesar 5,9 Watt pada panel surya. Dari hasil tersebut nilai daya listrik yang diukur pada panel surya semakin berkurang seiring perlakuan pemberian polutan debu ditingkatkan, maka tingginya jumlah polutan debu yang menempel ke panel surya dapat mengurangi penerimaan daya listrik sehingga kinerja panel surya tidak optimal.

Keywords : *Sensor Debu, IoT, Panel Surya*

I. PENDAHULUAN

Saat ini cara untuk memanfaatkan energi matahari dengan merangkai suatu alat yang berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik dan alat tersebut adalah Panel Surya atau *Photovoltaic(PV)*. Dengan penggunaan panel surya pemerintah dan masyarakat mendapatkan manfaat dalam mengkonsumsi listrik dimana energi matahari dari panel surya dapat mengurangi ketergantungan penggunaan energi listrik dari bahan fosil dan merusak lingkungan.

Tetapi ada beberapa masalah yang ditemukan setelah penggunaan panel surya, salah satunya adalah masalah kebersihan pada panel surya seperti adanya kontaminasi dari polutan debu dan kotoran baik dari hewan maupun tumbuhan yang dapat

mengurangi optimasi daya listrik dari sebuah panel surya, dimana jika debu dan kotoran tersebut menempel di panel surya, maka akan menghalangi cahaya matahari yang semestinya diserap maksimal oleh panel surya menjadi daya listrik, sehingga akan mengurangi optimasi penerimaan daya listrik.

Dengan masalah tersebut maka perlu dibuatkan solusi cerdas salah satunya berupa pembuatan sistem monitoring panel surya yang dapat memantau tingkat kepadatan polutan debu atau kotoran yang menempel pada panel surya dengan menggunakan sistem berkonsep *Internet of Things (IoT)* yang dapat mengurangi potensi penyebab berkurangnya penerimaan daya listrik pada sistem panel surya.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sebuah purwarupa sistem pemantauan panel surya dari polutan debu yang menempel yang dapat mempengaruhi optimasi penerimaan daya listrik dari sinar matahari ke panel surya, sehingga pengguna panel surya dapat memantau kebersihan panel mereka hanya dengan menggunakan *Smartphone*, sehingga pengguna dapat mengetahui kapan waktu yang tepat untuk melakukan perawatan panel surya.

Spesifikasi pemakaian yang dimiliki oleh panel surya dalam keadaan ideal (*standard condition*) yaitu disaat intensitas cahaya matahari mencapai 1000W/m^2 dan temperatur suhu 250°C . Disaat tahanan variabel bernilai tak terhingga atau *open circuit* maka tegangan pada sel bernilai maksimum sedangkan arus bernilai minimum, yang biasa disebut tegangan *open circuit (Voc)*. Jika tahanan variabel bernilai nol (*short circuit*) maka arus bernilai maksimum, yang biasa disebut arus *short circuit (Isc)*. Jika tahanan variabel memiliki nilai yang bervariasi antara nol dan tak terhingga maka arus (I) dan tegangan (V) akan diperoleh nilai yang bervariasi (Rois, Gunawan, and Chayun 2016).

Polutan merupakan bahan atau unsur penyebab pencemaran. Pencemaran dapat terjadi pula di udara, contohnya seperti debu. Debu merupakan zat kimia padat yang disebabkan oleh kekuatan alami maupun mekanis seperti pengolahan maupun penghancuran (Sihombing, Lubis, and Mahyuni 2013). Dari penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya menunjukkan penurunan 17% terhadap keluaran pada

modul PV saat dilakukan percobaan selama enam hari (Sarver, Al-Qaraghuli, and Kazmerski 2013).

Kehilangan efisiensi modul secara progresif meningkat dengan penurunan ukuran partikel. Partikel halus juga diamati membawa kerugian efisiensi kinerja yang lebih tinggi terhadap kinerja PV. Kehilangan efisiensi maksimum sebesar 64% untuk debu batubara pada ukuran partikel 20 μm -45 μm (partikel halus), sedangkan 48% adalah kehilangan efisiensi minimum yang terjadi pada 90 μm -180 μm (partikel besar) pada penyinaran dari 800 W/m². Kehilangan efisiensi sebesar 30% untuk debu gypsum pada ukuran partikel 20 μm -45 μm (partikel halus), dan 14% untuk kehilangan efisiensi minimum yang terjadi pada 90 μm -180 μm (partikel besar) yang disinari sebesar 900 W/m² (Javed et al. 2017).

Sensor debu merupakan sensor yang dapat mengukur penumpukan partikel kompak. Pengukuran partikel kuantitatif yang menumpuk menggunakan prinsip partikel *counter*. Partikel halus yang lebih besar dari satu mikron bisa dideteksi dengan sensitivitas tinggi. Adapun sistem kerja dari sensor debu adalah pemanas pada sensor menginduksi aliran udara ke modul, sehingga partikel debu di udara juga mengalir ke modul. *Light Emitting Diode (LED)* berfungsi memancarkan sinar *infrared* yang mampu dideteksi oleh *Phototransistor (PT)* kemudian diubah ke dalam tegangan setelah itu dikonversi ke bentuk sinyal digital, maka ketika tidak ada partikel yang menghalangi pancaran *LED* dan *PT* maka menghasilkan output berupa *sinyal high* (Sulistiyono et al. 2016).

NodeMCU berisi modul *ESP8266* yang dapat berjalan pada platform Arduino menggunakan bahasa pemrograman IDE Arduino dan memiliki jaringan *WiFi* sendiri yang menawarkan sebagai jembatan dari kontroler ke *WiFi*. *NodeMCU* adalah sebuah modul yang biasa digunakan untuk proyek *IoT* yang bersifat *opensource*. *IoT* merupakan sebuah konsep yang memiliki tujuan untuk memperluas manfaat dari sebuah konektivitas internet yang terhubung secara *realtime*. Pada dasarnya *IoT* mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi

virtual dalam struktur berbasis Internet (Ikhwanusshofa, Nuramal, and Supardi 2017). Platform yang digunakan untuk konsep *IoT* ini salah satunya menggunakan aplikasi *Blynk* yang berjalan di Android OS yang mampu menampilkan data berupa grafik dan besaran nilai ke *Smartphone*.

II. METODE PENELITIAN

1. Metode Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem pemantauan kebersihan panel surya dengan menggunakan konsep *IoT* ini dibuat sebuah alat purwarupa yang dapat menginformasikan tingkat polutan debu yang menempel pada panel surya yang dapat berpotensi mengurangi penerimaan daya listrik secara *realtime* dengan menggunakan *Smartphone*.

Dalam perancangan ini perangkat pendeteksi dan penerima data akan saling terkoneksi dalam menginformasikan data sensor berupa grafik dan besaran nilai secara visual dan *realtime* yang akan ditampilkan oleh *Smartphone* menggunakan Aplikasi *Blynk*, adapun skema rancangan alat ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Rancangan Sistem

Pada Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa perangkat pendeteksi (sensor) akan menjadi inputan data dan *NodeMCU* menjadi pemroses data sekaligus menjadi pengirim data berupa sinyal ke perangkat penerima data *Smartphone*. Adapun alat dan bahan serta program yang akan digunakan pada penelitian adalah:

1. Panel surya sebagai obyek yang akan diukur masukan daya listriknya;

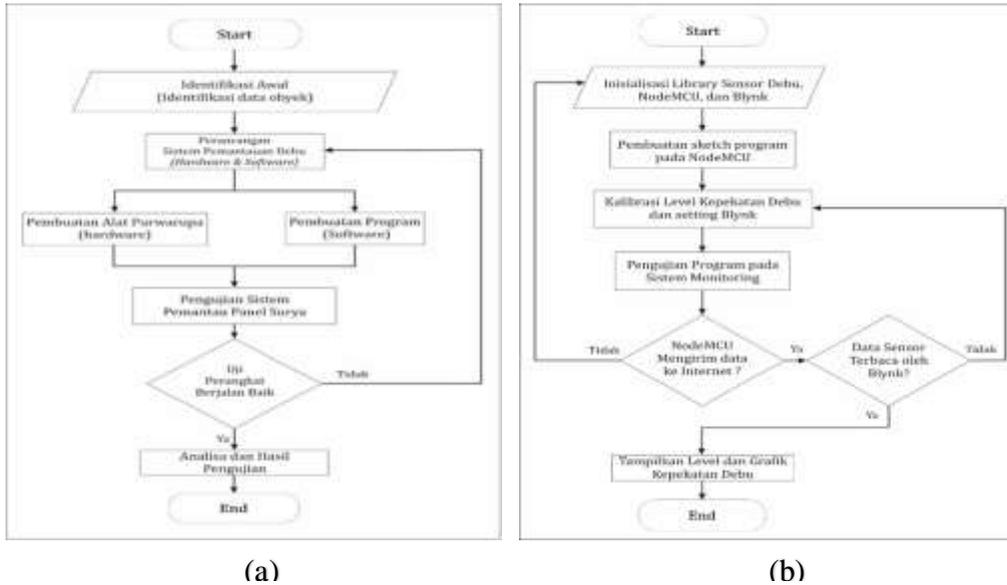
2. Sensor debu sebagai alat pendeteksi kepadatan polutan debu yang akan dipasang disekitar pada panel surya;
3. Sensor tegangan merupakan alat pendeteksi tegangan yang masuk pada panel surya;
4. *NodeMCU (ESP 8266)* merupakan alat pengirim data sensor ke internet menggunakan teknologi IoT;
5. IDE Arduino sebagai program Arduino yang dimasukkan ke *NodeMCU* sebagai sistem pemantau polutan debu;
6. Aplikasi *Blynk* pada *Smartphone* Android merupakan luaran visual dari hasil pengambilan data oleh sensor.

2. Tahapan Rancangan Sistem

Untuk tahapan rancangan sistem pemantau debu pada panel surya perlu dibuat alur perencanaan pembuatan sistemnya yang ditampilkan pada Gambar 1. Pada Gambar 2 alur pembuatan sistem dan dapat dideskripsikan ke dalam bentuk tahapan-tahapan penelitian meliputi:

1. Identifikasi awal, dengan mencari dan mendapatkan bahan atau alat pendukung sistem dengan mengidentifikasi terlebih dahulu dengan mencari literatur, spesifikasi dan karakteristik dari bahan dan alat tersebut, sehingga akan didapatkan standar yang tepat dalam mengukur tingkat kepadatan debu pada panel surya;
2. Perancangan sistem, tahapan ini dibuat perancangan komposisi debu untuk diukur/diuji pada perangkat purwarupa yang akan dibuat agar dapat berfungsi dengan baik dalam menentukan nilai polutan debu;
3. Pembuatan alat purwarupa dan program, dalam tahap ini fokus pada pembuatan program dan merakit perangkat sistem monitoring;
4. Implementasi pengujian sistem, pada tahap ini dilakukan pengujian perangkat dan program dengan melakukan serangkaian pengukuran alat hingga mendapatkan nilai atau level kepadatan debu sesuai yang diinginkan;
5. Analisa hasil pengujian, pada tahapan ini hasil pengukuran akan dianalisa berupa tingkatan level kepadatan polutan debu pada panel surya melalui *Smartphone* secara

realtime dapat terbaca atau tidak pada aplikasi di *Blynk*, jika terbaca maka data yang didapat tersebut dapat dijadikan solusi kepada pengguna tentang waktu yang tepat untuk merawat panel surya.



Gambar 2. Flowchart Rancangan Sistem Alat Monitoring (a) dan Program Monitoring Pendeteksi Debu (b).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Skenario Pengujian dan Pengukuran

Posisi antara panel surya dan perangkat monitoring debu saat pengukuran dipasang berdekatan dimana perangkat monitoring diapit atau berada ditengah-tengah 2 (dua) buah Panel Surya yang berukuran 2 x 50 Wp (100 Wp) yang disusun menghadap langsung ke matahari menjelang tengah hari.

Dalam pengujian sistem monitoring ini hanya menggunakan bahan polutan debu yang berasal dari debu dari pasir bangunan yang sangat tipis. Pada pengukuran ini dilakukan beberapa kondisi penebalan debu di panel surya untuk menentukan level kepadatan polutan debu dengan mengukur daya yang masuk pada panel surya dan sistem monitoring kepadatan debu melalui Smartphone (*Blynk*) yakni:

- a. Pengukuran pertama, daya panel surya diukur tanpa adanya perlakuan penebalan debu menggunakan AVO Meter dan pengukuran kepadatan polutan debu menggunakan aplikasi Blynk.
- b. Pengukuran kedua, ketiga dan keempat sampel debu ditaburkan di atas permukaan panel surya yang sedang bekerja dengan ketebalan masing-masing sekitar 0,5 mm, 1,0 mm dan 2.0 mm dan diukur menggunakan AVO Meter untuk daya panel surya dan pengukuran kepadatan polutan debu menggunakan aplikasi Blynk.

Dengan pengukuran daya dan level kepadatan debu pada panel surya tersebut maka dapat diasumsikan bahwa nilai level kepadatan polutan debu yang didapatkan pada sistem monitoring akan berpengaruh terhadap nilai daya yang masuk pada panel surya tersebut. Sehingga pengguna yang menggunakan Aplikasi/Sistem ini nantinya dapat dengan mudah mengawasi dan memberikan keputusan kapan waktu yang tepat untuk membersihkan panel surya mereka.

2. Pengukuran Daya Listrik dan Tingkat Polutan Debu

Pada pengujian dan pengukuran daya, untuk mengetahui karakteristik sensor dan kalibrasi maka akan dicari rentang nilai output sensor yang akan diproses oleh *Analog to Digital Converter* (ADC). Pengujian ini meliputi pengukuran panel surya yang akan diukur secara langsung tanpa adanya beban dengan menggunakan AVO Meter bersamaan dengan pengukuran sistem monitoring ketebalan debu menggunakan sistem IoT yang dipantau menggunakan aplikasi *Blynk* pada *Smartphone*. Pengambilan data pengukuran sensor dan daya pada panel surya dilakukan selama 2 (dua) hari berbeda dengan waktu (jam) yang hampir sama ini diakibatkan seringnya cuaca dan suhu berubah sehingga pencatatan daya listrik pada panel surya tidak stabil. Sensor bekerja sesuai yang diinginkan dengan batasan waktu selama 15 detik dalam setiap percobaan.

Pada Tabel 1 telah didapatkan hasil pengukuran besarnya daya listrik dan tingkat polutan debu pada panel surya setelah dilakukan perlakuan atau skenario untuk

mengetahui apakah daya yang didapatkan pada panel surya tersebut dapat optimal jika diberi polutan debu dengan tingkat level yang berbeda.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Daya dan Tingkat Polutan Debu Pada Panel Surya

Perlakuan	Percobaan 1				Percobaan 1				Percobaan 3			
	V	A	Watt	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	V	A	Watt	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	V	A	Watt	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
Normal	19,49	6,0	116,94	443	19,50	6,0	117,00	444	18,81	5,9	110,97	444
Tebal Debu Level 1 (0,5mm)	19,15	6,1	116,81	446	19,08	6,0	114,48	449	19,06	5,9	112,45	450
Tebal Debu Level 2 (1,0mm)	19,18	6,2	118,91	447	19,5	6,1	117,12	447	19,17	5,9	113,10	446
Tebal Debu Level 3 (2,0mm)	18,99	5,7	108,24	452	19,02	5,8	110,31	451	19,06	5,7	108,64	450

3. Pengujian Sistem IoT

Pada pengujian Sistem IoT dimana mengukur tingkat kepadatan polutan debu yang menempel pada panel surya yang dapat mengurangi optimasi dari daya/energi listrik. Pengukuran ini dilakukan bersamaan dengan pengukuran daya pada panel surya dimana sensor debu akan mendeteksi partikel debu buatan yang ditaburkan secara merata bersamaan dengan panel surya, ini dilakukan untuk didapatkan jumlah atau ketebalan polutan debu yang sama terhadap panel surya dan sensor debu tersebut, sehingga nilai dari pengukuran yang dilakukan bisa selevel, seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengujian Sistem Monitoring Sebelum (a) dan Setelah Perlakuan Pemberian Polutan Debu Level 1 (b), Level 2 (c) dan Level 3 (d).

4. Analisis Hasil Pengujian/Pengukuran Sistem Monitoring

Dan dari hasil yang didapat pada Tabel 1 dan Gambar 6 dapat dianalisa bahwa banyaknya faktor yang mempengaruhi kestabilan penerimaan daya listrik dan kepadatan debu pada panel surya misalnya cuaca yang sering berubah mengakibatkan perubahan suhu dan hembusan angin yang mempengaruhi jumlah ketebalan partikel debu, adapun hasil analisa pengukuran sistem dapat dideskripsikan sebagai berikut:

1. Daya yang diukur pada panel surya pada saat tidak adanya perlakuan pemberian polutan debu (normal), daya listrik yang dihasilkan pada panel surya rata-rata sebesar 114,97 Watt, dan pengukuran jumlah polutan debu menggunakan sistem monitoring rata-rata menghasilkan 443,6 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ debu;
2. Daya yang diukur pada panel surya pada saat perlakuan pemberian polutan debu setebal 0,5 mm (Level 1), daya listrik yang dihasilkan pada panel surya rata-rata sebesar 114,58 Watt dan pengukuran jumlah polutan debu menggunakan sistem monitoring rata-rata menghasilkan 448,3 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ debu;
3. Daya yang diukur pada panel surya pada saat perlakuan pemberian polutan debu setebal 1,0 mm (Level 2), daya listrik yang dihasilkan pada panel surya rata-rata sebesar 116,37 Watt dan pengukuran jumlah polutan debu menggunakan sistem monitoring rata-rata menghasilkan 446,6 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ debu;
4. Daya yang diukur pada panel surya pada saat perlakuan pemberian polutan debu setebal 2,0 mm (Level 3), daya listrik yang dihasilkan pada panel surya rata-rata sebesar 109,06 Watt dan pengukuran jumlah polutan debu menggunakan sistem monitoring rata-rata menghasilkan 451,0 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ debu;

Secara keseluruhan hasil nilai daya listrik yang diukur pada panel surya didapat semakin berkurang seiring peningkatan level perlakuan demikian pula terhadap pengukuran sensor debu dimana sistem monitoring memantau semakin besar ketebalan debu yang menempel pada panel maka semakin banyak jumlah polutan yang menghalangi energi sinar matahari ke panel sehingga dapat mengurangi penerimaan

energi matahari yang secara otomatis akan mengakibatkan panel surya mengalami pengurangan penerimaan daya listrik sehingga kinerja panel tidak dapat dioptimalkan.

IV. KESIMPULAN

Hasil pengukuran daya listrik dari sebelum dan setelah perlakuan pemberian jumlah polutan debu pada panel surya dimana pada sistem monitoring, sensor mendapatkan jumlah polutan debu sebesar 7,3 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ debu yang berakibat terjadinya pengurangan daya listrik sebesar 5,9 Watt pada panel surya. Dari hasil ini maka diharapkan alat purwarupa ini dapat dijadikan sebagai rujukan dan panduan bagi pengguna panel surya untuk mendapatkan informasi awal secara online dan realtime dengan menggunakan Smartphone mereka untuk memantau kebersihan panel surya, dan membantu pengguna untuk dapat menjadwalkan atau mengambil keputusan kapan segera membersihkan panel surya mereka agar panel surya dapat berfungsi/bertahan lebih lama dan mendapatkan daya listrik secara optimal

DAFTAR PUSTAKA

- Ikhwanusshofa, Muhammad, Agus Nuramal, and Nurul Iman Supardi. 2017. "Pemanfaatan Internet of Things Untuk Monitoring Suhu Di Bppt – Meppo." 19–24.
- Javed, Wasim, Yiming Wubulikasimu, Benjamin Figgis, and Bing Guo. 2017. "Characterization of Dust Accumulated on Photovoltaic Panels in Doha, Qatar." *Solar Energy* 142:123–35. doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.11.053>.
- Rois, A. ..., N. Gunawan, and B. Chayun. 2016. "Analisa Performansi Dan Monitoring Solar Photovoltaic System (SPS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Tuban Jawa Timur." *Teknik Pomits* 1–8.
- Sarver, Travis, Ali Al-Qaraghuli, and Lawrence L. Kazmerski. 2013. "A Comprehensive Review of the Impact of Dust on the Use of Solar Energy: History, Investigations, Results, Literature, and Mitigation Approaches." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 22:698–733. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.065>.
- Sihombing, Dunia Terang, Halinda Sari Lubis, and Eka Lestari Mahyuni. 2013. "Hubungan Kadar Debu Dengan Fungsi Paru Pada Pekerja Proses." 3(372).
- Sulistiyo, Agus, Jurusan Fisika, Fakultas Sains, and Universitas Diponegoro. 2016. "Wireless Sensor System Untuk Monitoring Konsentrasi Debu Menggunakan Algoritma Rule Based." *Youngster Physics Journal* 5(2):43–50.