



SISTEM *MONITORING* KINERJA PANEL LISTRIK TENAGA SURYA MENGGUNAKAN ARDUINO UNO

Riki Ruli A. Siregar, Nurfachri Wardana & Luqman

Jurusan Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta

Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat - 11750

E-mail: ruliriki@gmail.com

ABSTRACT

Solar module performance monitoring is required to assess its performance under operational condition. This paper presents a new technique for real time monitoring i.e. current, voltage, and dust density. To be able to monitor those three aspects, the design of solar module performance monitoring model is equipped by current, voltage and dust density calibrated sensors, web integrated application by internet for data communication and database for data storage. This Arduino Uno microcontroller based system design is connected to the computer through ESP8266 Wi-Fi module with UART communication and UDP method. The advantage of using this new monitoring technique is the result of every sensor can be processed automatically and monitored from a long distance with the use of internet. Information about voltage and electrical current from the solar power plant that has been accumulated in real time can be processed with Excel document from the database. This facility makes it easier to process the real time accumulated data for further use.

Keywords: *monitoring, solar module, Arduino, sensor*

ABSTRAK

Pemantauan terhadap performa panel surya sangat perlu dilakukan untuk menilai kinerja sebuah panel surya pada kondisi lingkungan yang nyata. Penelitian ini bertujuan memberikan suatu teknik baru pemantauan secara langsung dan real time untuk arus, tegangan, dan kualitas udara. Untuk memenuhi keperluan tersebut, sistem monitoring performa panel surya yang dirancang dilengkapi dengan sensor pengukur arus, tegangan dan kualitas udara yang telah dikalibrasi, sistem pengirim data dengan menggunakan internet yang diintegrasikan ke web aplikasi dan database sebagai penyimpan data. Perancangan sistem berbasis mikrokontroler Arduino Uno ini dihubungkan ke komputer melalui modul Wi-Fi ESP8266 dengan komunikasi UART dan metode pengiriman UDP. Hasil dari sistem monitoring ini adalah pengukuran dari setiap sensor dapat diproses secara langsung dan ditampilkan dalam bentuk grafik pada kondisi real time serta dapat memonitor performa tersebut secara jarak jauh atau melalui internet. Informasi mengenai tegangan dan arus dari panel surya yang dikumpulkan pada kondisi real time dapat diperoleh langsung melalui dokumen Excel yang datanya didapatkan dari database. Fasilitas ini memberikan kemudahan untuk pengolahan data selanjutnya.

Kata kunci: *monitoring, panel surya, Arduino, sensor*

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi terbarukan untuk mendapat pasokan listrik diantaranya dengan memanfaatkan tenaga radiasi energi matahari dengan menggunakan sel surya sebagai pengubah energi matahari menjadi energi listrik, atau dengan kata lain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Energi listrik yang dihasilkan oleh modul surya tidak dapat dimonitor secara otomatis melalui internet tetapi hanya melalui sistem yang terpasang di lingkungan PLTS tersebut.

Untuk mencegah kerusakan dan penurunan kinerja panel surya, dibutuhkan sebuah alat yang berfungsi untuk memonitor kinerja dan memberikan notifikasi ketika kinerja panel surya telah menurun. Pada PLTS sudah terdapat sistem *monitoring* yang dapat menampilkan jumlah tegangan dan arus yang dihasilkan, tetapi masih memiliki kekurangan, yaitu tidak terdapatnya sistem notifikasi dan *monitoring* dari gangguan yang dapat mengurangi kinerja panel surya tersebut yaitu kualitas udara serta *monitoring* tidak dapat dilakukan secara jarak jauh atau tidak dapat menggunakan internet sebagai media pengirim data.

Pada penelitian sebelumnya, sistem *monitoring output* pencatatan data pada panel surya berbasis mikrokontroler Arduino dapat melakukan *monitoring output* dari panel surya menggunakan sensor arus dan sensor tegangan untuk mendapatkan nilai arus, tegangan, dan nilai daya *output* dari panel surya dengan data yang secara otomatis tersimpan pada *SD Card* [1]. Metode pemantauan panel surya saat ini hanya mengumpulkan data parameter keluaran panel surya dalam bentuk *text file* dengan format tertentu. Data ini tidak dapat diambil langsung pada kondisi *real time* [2], [3]. Dari hasil sistem pemantauan kinerja panel surya yang dirancang dilengkapi dengan sensor pengukur arus dan tegangan yang telah dikalibrasi, sistem akuisisi data yang diintegrasikan ke *spreadsheet* Excel menggunakan program aplikasi PLX-DAQ dan kartu memori sebagai penyimpan data cadangan. Sistem berbasis mikrokontroler Arduino Atmega 328P dihubungkan ke komputer melalui *port* serial RS232 [4].



Monitoring dan notifikasi kinerja panel surya secara jarak jauh diperlukan agar kinerja panel surya dapat diketahui secara *real time* dan dimanapun pemilik atau pengelola berada.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Surya

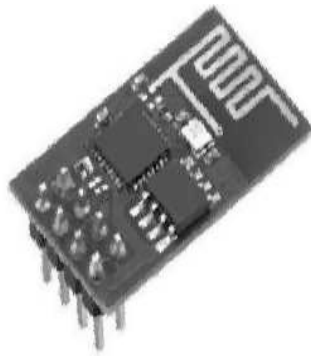
Panel surya ialah sebuah alat yang tersusun dari material semikonduktor yang dapat mengubah sinar matahari menjadi tenaga listrik secara langsung. Sering juga dipakai istilah *photovoltaic* atau fotovoltaiik. Panel surya pada dasarnya terdiri atas sambungan p-n yang sama fungsinya dengan sebuah diode. Ketika sinar matahari mengenai permukaan sel surya, energi yang dibawa oleh sinar matahari ini akan diserap oleh elektron pada sambungan p-n untuk berpindah dari bagian diode *p* ke *n* dan untuk selanjutnya mengalir ke luar melalui kabel yang terpasang ke panel [5].

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkitan listrik bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan *photovoltaic* dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. *Photovoltaic* mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin yang dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik dengan menggerakkan mesin kalor [5].

2.3 Modul Wi-Fi ESP8266

ESP8266 adalah modul *Wi-Fi* untuk menghubungkan peralatan mikrokontroler ke Internet. Modul ESP8266 berukuran sangat kecil, dan menggunakan tegangan 3,3 V. ESP8266 adalah sebuah komponen *chip* terintegrasi yang didesain untuk keperluan dunia masa kini yang serba tersambung [6].



Gambar 1 Modul *Wi-Fi* ESP8266

2.4 Sensor Debu DSM501A

Sensor ini dapat menghasilkan *output* ke *particulate matters* (PM) atau polusi partikel yaitu istilah untuk campuran partikel padat dan tetesan cairan yang ditemukan di udara. Prinsip kerja dari sensor ini ialah dengan memancarkan cahaya melalui debu ataupun partikel lain yang kemudian akan dipantulkan ke bagian penerima. Cahaya dicerminkan pada partikel melewati keseluruhan permukaan, kemudian oleh fotodiode diubah menjadi tegangan. Tegangan harus diperkuat untuk dapat membaca perubahan. *Output* dari sensor adalah tegangan analog sebanding dengan kepadatan debu yang terukur, dengan sensitivitas 0,5 V/0,1 mg/m³ [7].



Gambar 2 Sensor DSM501A

2.5 Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah suatu alat yang mengukur tegangan pada alat elektronik. Sensor tegangan umumnya berupa sebuah rangkaian pembagi tegangan

atau yang biasa disebut *voltage divider*. Sensor ini didasarkan pada prinsip redaman resistensi dan dapat membuat tegangan *input* dari terminal berkurang sampai seperlima dari tegangan asli. Pada Gambar 3 dapat dilihat bentuk dari sensor tegangan [8].



Gambar 3 Sensor Tegangan

2.6 Sensor ACS712

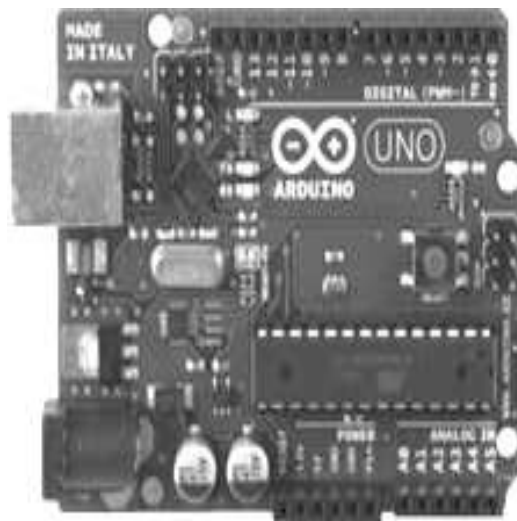
Sensor arus adalah suatu alat yang mengukur jumlah arus pada alat elektronik. Sensor arus biasanya terdiri dari rangkaian elektronik yang mengubah arus menjadi tegangan listrik. Sensor arus yang biasa digunakan adalah chip ACS712. Sensor arus bekerja dengan mengalirkan arus melalui tembaga yang di dalamnya menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan yang proporsional [9].



Gambar 4 Sensor Arus ACS712

2.7 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman sendiri [10].



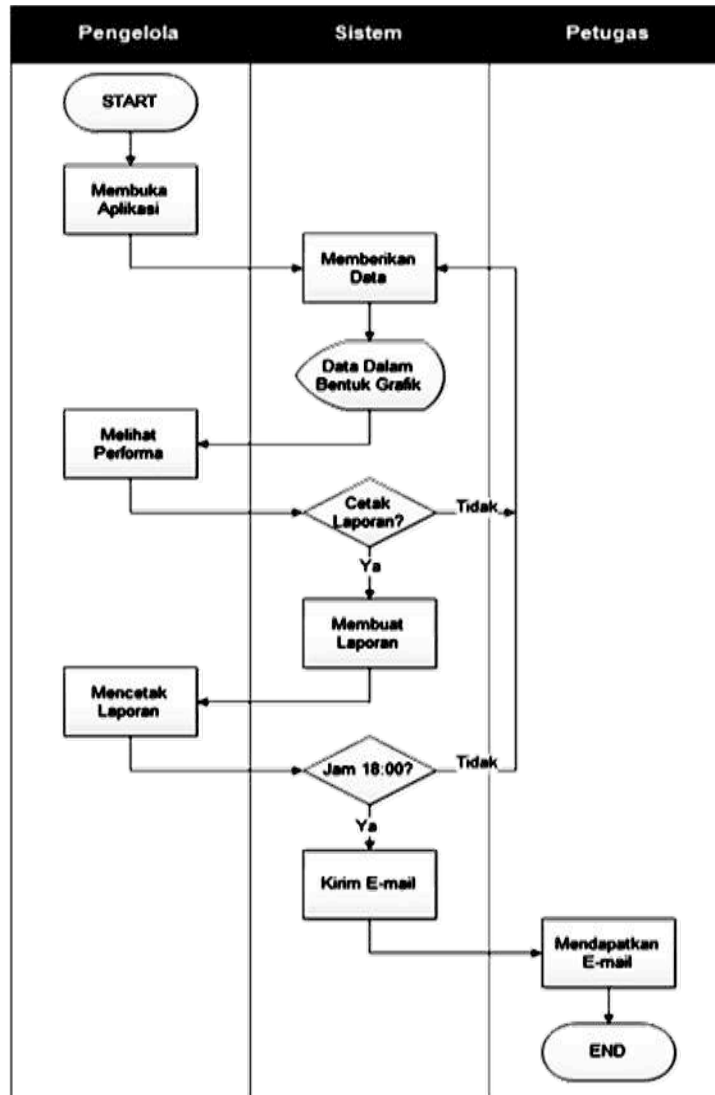
Gambar 5 Arduino

3. METODE PENELITIAN

3.1 Analisa Sistem

Dari hasil analisa, diusulkan aplikasi yang dapat mengatasi masalah-masalah yang sudah teridentifikasi. Usulan-usulan tersebut tersusun menjadi sebuah diagram yang akan terbentuk menjadi sebuah sistem usulan dalam melakukan *monitoring* dan notifikasi kinerja panel surya yang ditunjukkan diagram alir pada Gambar 6.

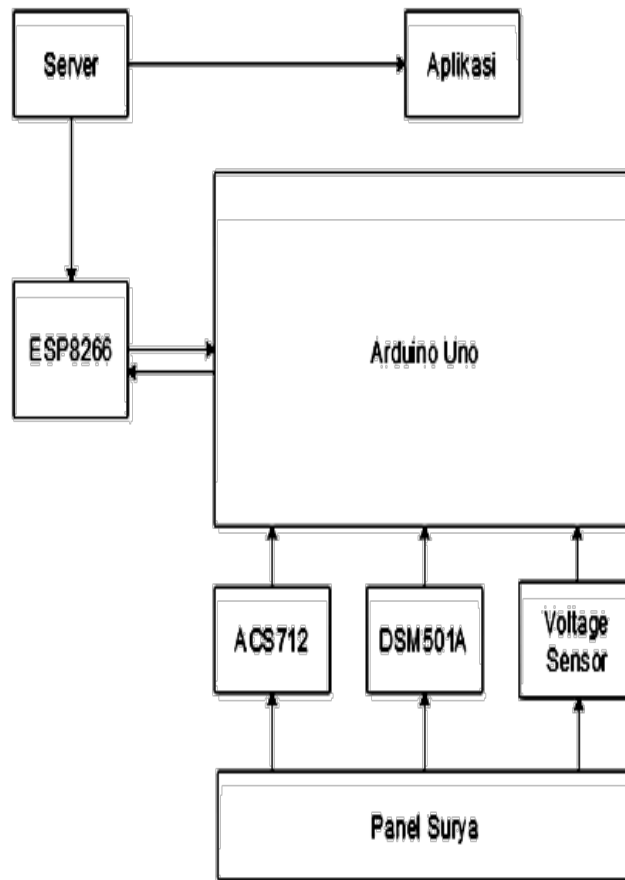
Untuk skema pengiriman data dari sensor menuju ke aplikasi, menggunakan modul *Wi-Fi* ESP8266 sebagai pengirim data menuju internet. Sebelum sampai ke aplikasi, data melalui beberapa tahap diantaranya pemrosesan melalui mikrokontroler Arduino, setelah itu dikirim melalui modul *Wi-Fi* untuk dikoneksikan ke jaringan *Wi-Fi* yang terkoneksi ke internet. Kemudian aplikasi dikoneksikan ke internet untuk memperoleh data yang telah diproses sebelumnya.



Gambar 6 Analisa Sistem

3.2 Metode Pengembangan Perangkat Keras

Kebutuhan perangkat keras dalam membangun aplikasi ini dibagi menjadi perangkat keras *administrator* sistem dan perangkat keras pengguna. Bagian ini menjelaskan mengenai rangkaian dan proses kerja dari perangkat keras sistem yang akan dibangun, seperti bagaimana interaksi sensor yang terdapat pada sistem *monitoring* kinerja pada panel surya terhadap aplikasi hingga menghasilkan informasi kepada pengguna. Perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.

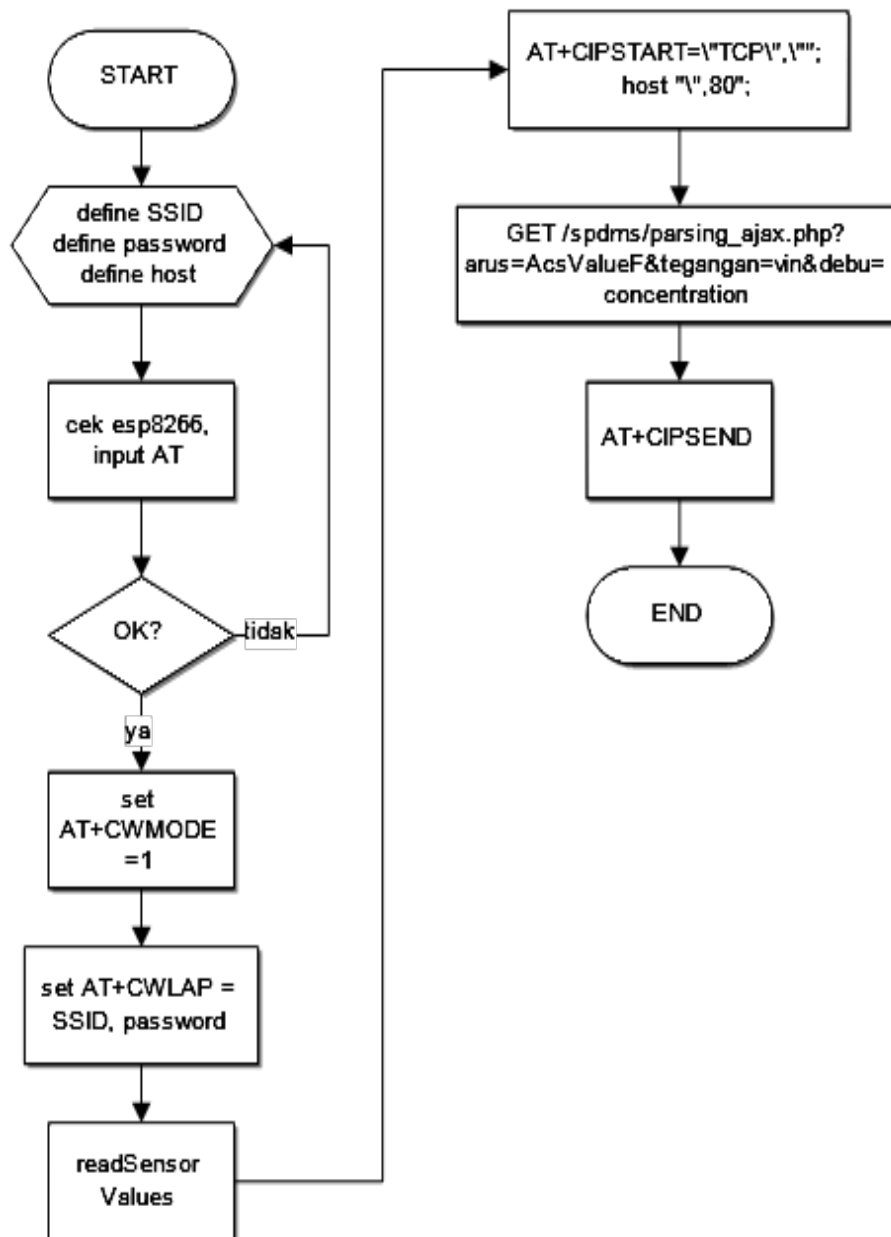


Gambar 7 Perancangan Perangkat Keras

Adapun rangkaian dan alur dari perangkat keras tersebut adalah sebagai berikut:

3.2.1 Modul ESP8266

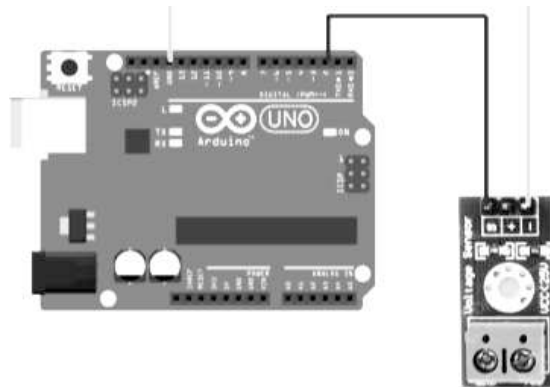
Untuk dapat membuat komunikasi antara modul ESP8266 dengan Arduino digunakan metode komunikasi yang dinamakan dengan komunikasi TCP atau *Transmission Control Protocol* yang memungkinkan kumpulan komputer untuk berkomunikasi dan bertukar data di dalam suatu *network*. TCP biasanya berupa sirkuit terintegrasi yang digunakan untuk komunikasi serial pada komputer atau *port* serial perangkat periperal. Proses pengiriman data oleh Modul *Wi-Fi* ESP8266 digambarkan melalui diagram alir berikut ini:



Gambar 8 Proses Pengiriman Data

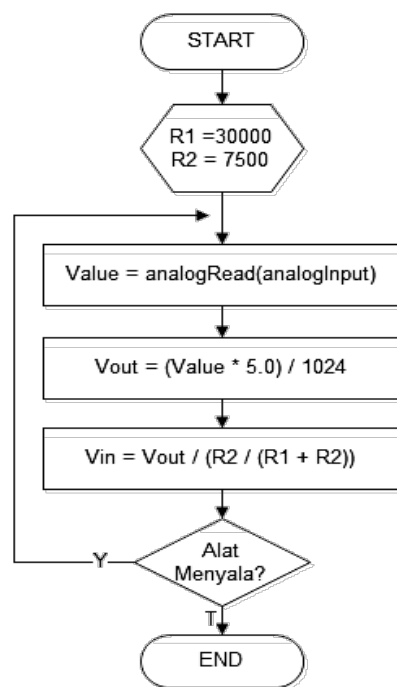
3.2.2 Sensor Tegangan

Untuk dapat membaca tegangan yang dihasilkan oleh panel surya, maka diperlukan sensor tegangan untuk mengonversi data analog tegangan ke data tegangan digital untuk di proses oleh Arduino Uno. Sensor tegangan umumnya berupa sebuah rangkaian pembagi tegangan atau yang biasa disebut *voltage divider*.



Gambar 9 Hubungan Pin Sensor Tegangan dan Arduino Uno

Hubungan pin antara kedua modul tersebut terdapat pada Gambar 9. Proses pengambilan data oleh sensor tegangan digambarkan melalui diagram alir berikut ini:

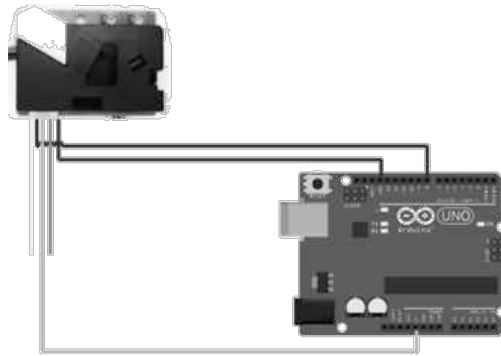


Gambar 10 Proses Pengambilan Data Sensor Tegangan

3.2.3 Sensor DSM501A

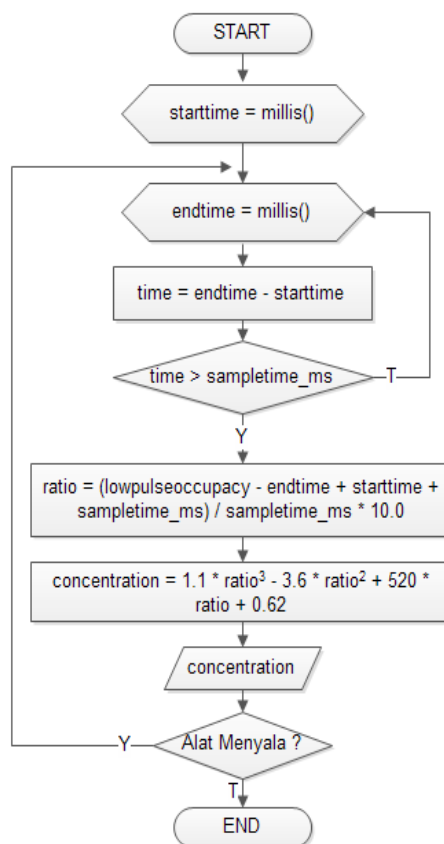
Untuk dapat mendeteksi debu yang berada pada panel surya, maka diperlukan sensor debu untuk mengetahui adanya debu yang berada diudara melalui pancaran cahaya diode inframerah. Prinsip kerja dari sensor ini ialah dengan memancarkan

cahaya melalui debu ataupun partikel lain yang kemudian akan dipantulkan ke bagian penerima. Cahaya dicerminkan pada partikel melewati keseluruhan permukaan, kemudian oleh fotodiode diubah menjadi tegangan.



Gambar 11 Hubungan Pin DSM501A dan Arduino Uno

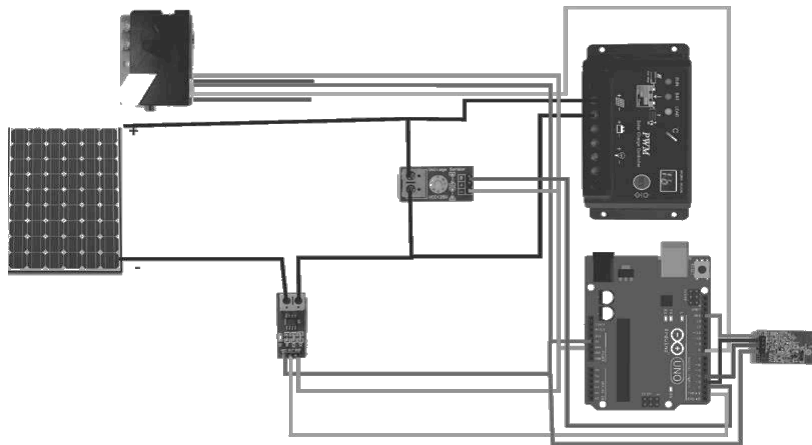
Proses pengambilan data oleh Sensor DSM501A digambarkan melalui diagram alir berikut ini:



Gambar 12 Proses Pengambilan Data Sensor DSM501A

Komponen yang diperlukan pada pembuatan sistem tersebut digunakan untuk membuat *prototype* sistem *monitoring* kinerja panel surya. Komponen-komponen tersebut diantaranya: Arduino, ESP8266, ACS712, DSM501A, *voltage sensor*, kabel listrik, *solar charge controller*, *accumulator*, terminal listrik dan lain-lain.

Pengembangan model sistem *monitoring* kinerja panel surya sebagai berikut:



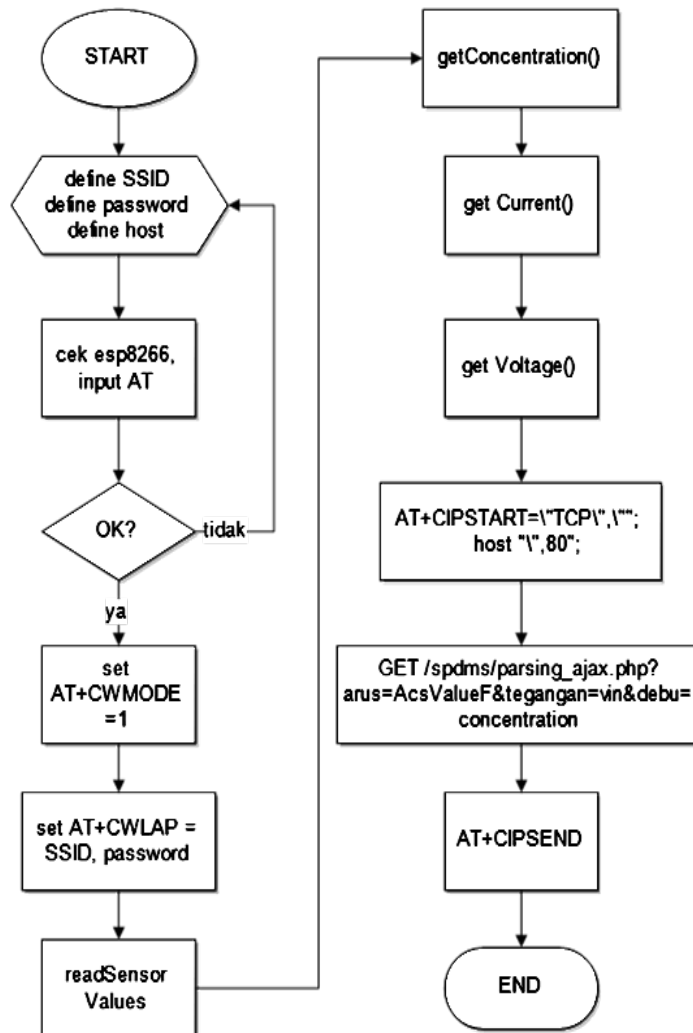
Gambar 13 Skema Rangkaian

Untuk dapat membuat komunikasi antara modul ESP8266 dengan Arduino digunakan metode komunikasi yang dinamakan dengan komunikasi TCP atau *Transmission Control Protocol* yang memungkinkan kumpulan komputer untuk berkomunikasi dan bertukar data didalam suatu *network* (jaringan). TCP biasanya berupa sirkuit terintegrasi yang digunakan untuk komunikasi serial pada komputer atau *port* serial perangkat periperal. Berikut adalah komunikasi pin ESP8266 dengan Arduino Uno.



Gambar 14 Modul ESP826

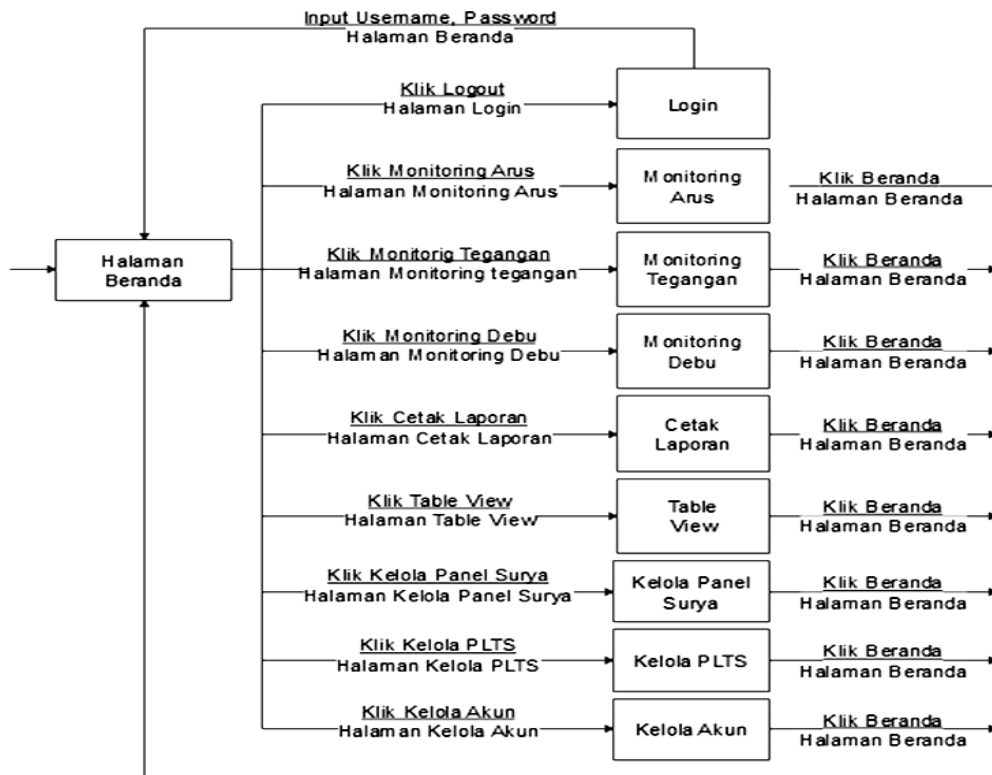
Proses pengiriman data yang di proses oleh Arduino Uno dapat digambarkan melalui sebuah diagram alir sebagai berikut:



Gambar 15 Diagram Alir Pengiriman Data

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Aplikasi yang dibangun adalah sebuah *web* aplikasi dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan HTML dengan database MySQL. *State Transition Diagram (STD)* adalah model dari tingkah laku sistem yang didasarkan pada definisi satu bagian dari keadaan sistem. Keadaan atau *state* adalah suatu model tingkah laku yang ditemukan. Berikut adalah rancangan STD dari aplikasi tersebut:

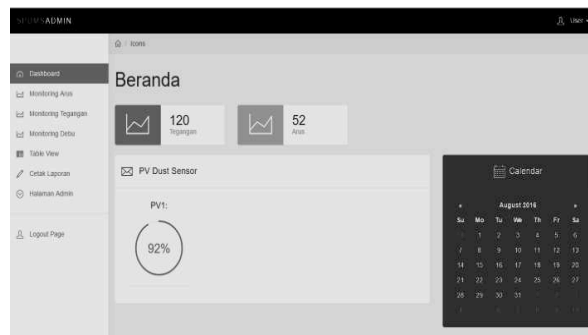


Gambar 16 Perancangan STD

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

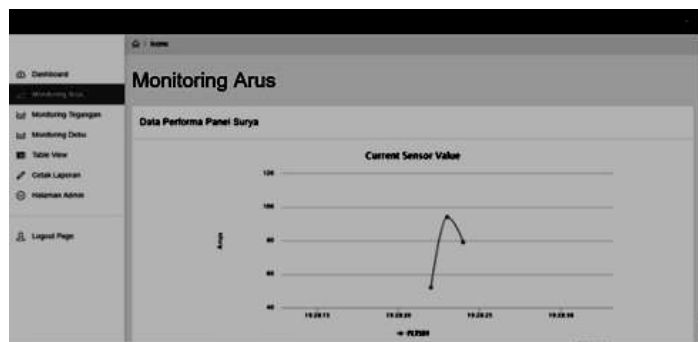
4.1 Hasil Perancangan Perangkat Lunak

Sistem diimplementasikan melalui sebuah perangkat lunak. Aplikasi yang dibangun merupakan aplikasi berbasis *web* dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP serta MySQL sebagai pendukungnya.

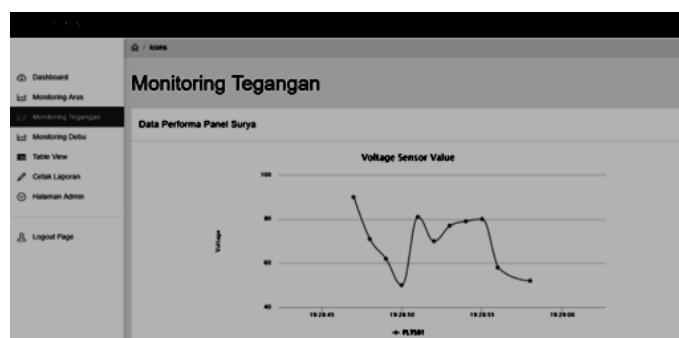


Gambar 17 Halaman Beranda

Halaman beranda merupakan halaman yang diakses apabila *user* telah melakukan *login*. Halaman beranda terdiri dari fitur-fitur antara lain menampilkan tegangan terakhir, arus terakhir, dan persentase kualitas udara pv serta kalender. Halaman *monitoring* arus merupakan sub menu dari beranda. Pada tampilan *monitoring* arus terdapat fitur *chart view* yang di-*update* secara *real time* sesuai dengan arus yang dihasilkan pada panel surya. Sumbu X dari grafik merupakan waktu tiap 5 detik, sedangkan sumbu Y dari grafik merupakan arus dalam ampere yang dihasilkan.

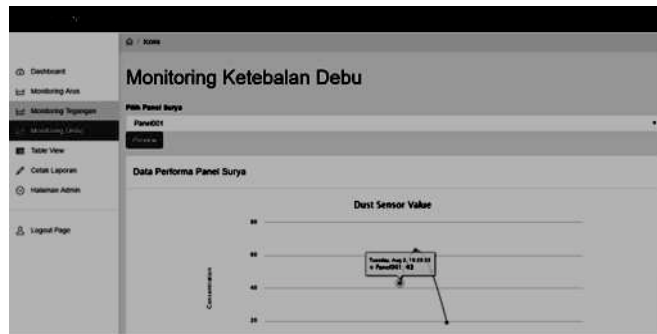


Gambar 18 Menu Halaman *Monitoring* Arus



Gambar 19 Menu Halaman *Monitoring* Tegangan

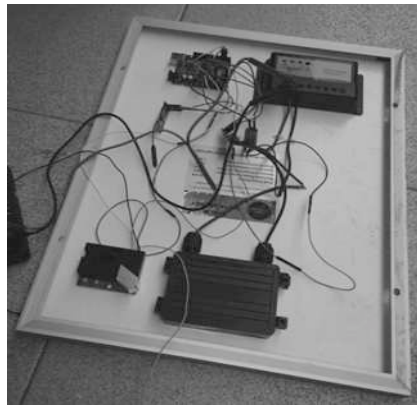
Halaman *monitoring* tegangan merupakan sub menu dari beranda. Pada tampilan *monitoring* tegangan terdapat fitur *chart view* yang di-*update* secara *real time* sesuai dengan tegangan yang dihasilkan pada panel surya. Sumbu X dari grafik merupakan waktu tiap 5 detik, sedangkan sumbu Y dari grafik merupakan tegangan yang dihasilkan.



Gambar 20 Menu Halaman *Monitoring* Ketebalan Debu

Halaman *monitoring* kualitas udara merupakan sub menu dari beranda. Pada *monitoring* kualitas udara terdapat fitur *chart view* yang di-*update* secara *real time* sesuai dengan kualitas udara yang terdapat pada panel surya. Sumbu X dari grafik merupakan waktu tiap 5 detik, sedangkan sumbu Y dari grafik merupakan *concentration*.

4.2 Hasil Perancangan Perangkat Keras



Gambar 21 Skema Rangkaian Panel Surya

4.3 Uji Validitas

Analisa statistik inferensial yang dilakukan berupa analisa perbedaan antara pengujian tegangan dan arus pada sampel panel surya yang dilakukan tanpa menggunakan sensor atau menggunakan multimeter dan dengan menggunakan sensor.



Tabel 1 Hasil Pengujian Menggunakan Multimeter

Menit	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
Menit ke-1	0,3	13,4	4,02
Menit ke-2	0,2	15,6	3,12
Menit ke-3	0,2	15,9	3,18
Menit ke-4	0,1	14,3	1,43
Menit ke-5	0,2	16,1	3,22

Daya yang dihasilkan dari tabel merupakan hasil perhitungan dari rumus:

$$P = V \cdot I \quad (1)$$

P adalah daya yang dihasilkan (kW), V adalah tegangan (V), dan I adalah arus.

Tabel 2 Hasil Kinerja Dari Sensor

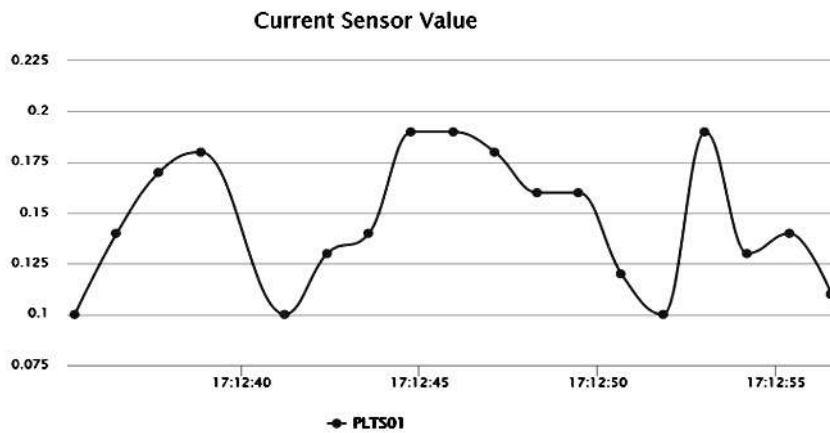
Menit	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
Menit ke-1	0,3	13,4	4,02
Menit ke-2	0,2	15,7	3,14
Menit ke-3	0,21	16,1	3,38
Menit ke-4	0,13	14,3	1,86
Menit ke-5	0,2	16,2	3,24

Setelah mendapatkan dua hasil uji, akan dilakukan uji signifikansi yaitu dengan cara menganalisis perbedaan antara kedua hasil uji. Analisis tersebut dengan cara mencari selisih kinerja antara kedua hasil uji seperti pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil uji signifikansi, selisih antara hasil uji tanpa sensor dengan hasil menggunakan sensor tidak terlalu besar. Hal ini dikarenakan sensor ACS712 dan sensor tegangan dapat berkerja sesuai yang diharapkan. Analisis pada *monitoring* arus dan tegangan tiap 1 detik, diperlihatkan pada hasil pembacaan sensor yang telah dikonversi kedalam grafik seperti pada Gambar 22.

Tabel 3 Hasil Uji Signifikansi

Menit	Jumlah Daya 1 (W)	Jumlah Daya 2 (W)	Selisih
Menit ke-1	4,02	4,02	0
Menit ke-2	3,12	3,14	0,02
Menit ke-3	3,18	3,38	0,2
Menit ke-4	1,43	1,86	0,4
Menit ke-5	3,22	3,24	0,02



Gambar 22 Grafik Kinerja Arus

Tabel 4 Halaman Laporan Format Excel

No	Tanggal	Jam	Arus	Tegangan	Debu	Daya	Acc Daya
1	8/8/2016	6:00:00	0,1	14,1	801	1,41	1,41
2	8/8/2016	6:30:00	0,12	18,81	852	2,26	3,67
3	8/8/2016	7:00:00	0,17	15,2	841	2,58	6,25
4	8/8/2016	7:30:00	0,21	16,12	931	3,39	9,64
5	8/8/2016	8:00:00	0,3	17,2	1241	5,16	14,8
6	8/8/2016	8:30:00	0,31	13,26	1151	4,11	18,91
7	8/8/2016	9:00:00	0,36	13,69	1008	4,93	23,84
8	8/8/2016	9:30:00	0,39	14,39	928	5,61	29,45
9	8/8/2016	10:00:00	0,31	15,24	1201	4,72	34,17
10	8/8/2016	10:30:00	0,3	19,3	1073	5,79	39,96
11	8/8/2016	11:00:00	0,2	15,32	941	3,06	43,03
12	8/8/2016	11:30:00	0,21	19,34	1069	4,06	47,09
13	8/8/2016	12:00:00	0,3	17,23	1356	5,17	52,26
14	8/8/2016	12:30:00	0,18	17,93	1297	3,23	55,48
15	8/8/2016	13:00:00	0,12	18,91	408	2,27	57,75
16	8/8/2016	13:30:00	0,2	19,2	502	3,84	61,59
17	8/8/2016	14:00:00	0,31	18,31	300	5,68	67,27
18	8/8/2016	14:30:00	0,41	17,98	861	7,37	74,64
19	8/8/2016	15:00:00	0,42	18,21	960	7,65	82,29
20	8/8/2016	15:30:00	0,4	19,11	1211	7,64	89,93
21	8/8/2016	16:00:00	0,71	10,12	1021	7,19	97,12
22	8/8/2016	16:30:00	0,52	18,52	1112	9,63	106,75

Laporan berbentuk format *excel* terunduh setelah *user* melakukan cetak laporan di aplikasi. Laporan tersebut meliputi empat *field* yaitu waktu, arus, tegangan, dan daya yang dihasilkan. Sebelum melakukan *preview* dan cetak laporan,



user diharuskan untuk melakukan *input* data-data yang diperlukan untuk menampilkan tabel dan mencetak laporan kedalam format *excel*.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan mulai tahap awal hingga proses pengujian Sistem *Monitoring* Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya dapat diambil kesimpulan berikut:

1. Modul yang digunakan untuk mengimplementasikan adalah modul *Wi-Fi* generasi ke-3 yang bernama ESP8266. Komunikasi data pada modul ini menggunakan komunikasi *UART server-client* serta menggunakan metode *TCP*.
2. Halaman *monitoring* arus, tegangan dan debu merupakan sub menu dari beranda. *Monitoring* terdapat fitur *chart view* yang di-*update* secara *real time* sesuai dengan jenis yang dihasilkan pada panel surya. Untuk halaman *monitoring* arus, sumbu *X* grafik merupakan waktu tiap 5 detik, sedangkan sumbu *Y* merupakan arus yang dihasilkan dalam ampere.
3. Hasil uji baik uji signifikansi maupun uji validitas menunjukkan keberhasilan.
4. Informasi mengenai tegangan, arus, dan debu dari panel surya yang dikumpulkan pada kondisi *real time* dapat diperoleh langsung melalui dokumen *Excel* yang datanya didapatkan dari *database*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pande Putu Teguh Winata, I Wayan Arta Wijaya, I Made Suartika. “Rancang Bangun Sistem Monitoring Output dan Pencatatan Data pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino.” *E-Journal SPEKTRUM*, Vol. 3, No. 1, Juni 2016.
- [2] M. Fuentes, M.Vivar, J.M.Burgos, J.Aguilera, J.A.Vacas. “Design of an accurate, low-cost autonomous data logger for PV system monitoring using Arduino that complies with IEC standards.” *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 130, hlm. 529–543, 2014.

- [3] Yansen. “Data Logger Parameter Panel Surya.” Tugas Akhir. Fakultas Elektronika dan Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga, Indonesia, 2013.
- [4] D. G. Iez-Arjona, E. R. González, G. López-Pérez, M.M. Domínguez P. “ An Improved Galvanostat for the Characterization of Commercial Electrochemical Cells.” *Journal of Laboratory Chemical Education*, Vol. 1(2), hlm.11-18, 2013.
- [5] Hamdani, Dadan, Subagiada, Kadek, Subagio, Lambang. “Analisis Kinerja Solar Photovoltaic System (Sps) Berdasarkan Tinjauan Efisiensi Energi dan Eksergi.” *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, Vol. 01, No. 02, hlm. 84 – 92, 2011.
- [6] “ESP8266 Wifi Module Quick Start Guide.” Internet: http://rancidbacon.com/files/kiwicon8/ESP8266_Wifi_Module_Quick_Start_Guide_v_1.0.4.pdf.
- [7] “Dust sensor module P/N:DSM501.” Internet: <http://www.samyongsnc.com/products/3-1%20Specification%20DSM501.pdf>
- [8] “Arduino 25V Voltage Sensor Module User Manual.” Internet: <http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/Arduino-25v-voltage-sensor-module-user-manual/>.
- [9] “ACS712-Datasheet.” Allegro MicroSystems, LLC, 2013.
- [10] M. Syahwil. *Panduan Mudah Simulasi Dan Praktek Mikrokontroler Arduino + CD*. Yogyakarta: Andi Publisher, 2014.