

SISTEM MONITORING ALAT UJI KARAKTERISTIK PANEL SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER

Putriani¹, M.Basyir², Muhaimin³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

E-mail: putriani079@gmail.com ; m.basyir@pnl.ac.id
muhaiminmt@yahoo.com

Abstrak— Sistem monitoring alat uji karakteristik panel surya sangat perlu dilakukan untuk menilai kinerja sebuah panel surya pada lingkungan yang nyata. Sistem monitoring alat uji karakteristik panel surya dirancang untuk memberikan suatu teknik baru yaitu memantau secara langsung dan realtime terhadap parameter panel surya yaitu intensitas cahaya, arus, tegangan, suhu, dan daya pada kondisi lingkungan tertentu. Pengujian panel surya menggunakan dua merek yakni *polycrystalline* dan *monocrystalline*. Hasil uji coba yang telah dilakukan dengan menggunakan *polycrystalline* pada tanggal 11 juli 2019, 12 juli 2019, 13 juli 2019 dengan cuaca relatif cerah menunjukkan bahwa perolehan rata-rata intensitas cahaya adalah sebesar 2124 lux, perolehan rata-rata tegangan 9,56 v, perolehan rata-rata arus adalah sebesar 0,32 mA, perolehan rata-rata daya adalah sebesar 3,04 watt, dan perolehan rata-rata suhu sebesar 40,85°C. Hasil uji coba yang telah dilakukan dengan menggunakan *monocrystalline* pada tanggal 11 juli 2019, 12 juli 2019, 13 juli 2019 dengan cuaca relatif cerah menunjukkan bahwa perolehan rata-rata intensitas cahaya adalah sebesar 2124 lux, perolehan rata-rata tegangan 8,39 volt, perolehan rata-rata arus adalah sebesar 0,22 mA, perolehan rata-rata daya adalah sebesar 1,84 watt, dan perolehan rata-rata suhu sebesar 40,85 °C. Bahwa dari hasil pengujian panel surya menggunakan dua merek yaitu *polycrystalline* dan *monocrystalline*. Panel surya *polycrystalline* cukup sensitif dan mampu mendapatkan energi dari matahari walaupun matahari tertutup awan (cuaca mendung). Sedangkan *monocrystalline* ketika cahaya matahari dalam keadaan cerah sekalipun tetapi lambat untuk menangkap cahaya nya.

Kata kunci : Panel Surya, *Polycrystalline*, *Monocrystalline*, intensitas lux

I. PENDAHULUAN

Pada perkembangan dunia, teknologi saat ini mendorong manusia untuk melakukan berbagai penemuan terkait dengan adanya sumber energi listrik. Pada saat ini energi listrik telah menjadi salah satu aspek kehidupan manusia yang sangat penting. Sebagian besar sumber energi listrik dapat diperoleh melalui pengkonversian energi, yang berasal dari fosil, gas, dan minyak bumi. Namun dari pemanfaatan sumber energi tersebut ada beberapa kekurangan yang perlu kita pertimbangkan, yaitu habisnya sumber daya alam yang dimanfaatkan sebagai energi listrik.

Monitoring adalah siklus kegiatan yang mencakup pengumpulan, peninjauan ulang, pelaporan, dan tindakan atas informasi suatu proses yang sedang diimplementasikan. Umumnya, monitoring digunakan dalam checking antara kinerja dan target yang telah ditentukan. Monitoring ditinjau dari hubungan terhadap manajemen kinerja adalah proses terintegrasi untuk memastikan bahwa proses berjalan sesuai rencana.

Kinerja sebuah panel surya yang ditempatkan pada suatu kondisi lingkungan tertentu dapat ditentukan dengan memantau langsung parameter keluarannya seperti tegangan, arus dan daya. Dari hasil pemantauan tersebut dapat diperoleh informasi apakah pemasangan panel surya sudah sesuai dan menghasilkan daya keluaran yang diharapkan. Data ini tidak dapat diambil langsung pada kondisi *real time*. Jika data parameter keluaran panel surya dapat diperoleh secara *real time* dalam bentuk grafik maka pengguna teknologi panel surya dapat mengatur sendiri pemakaian energi dan beban listriknya

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Solar Cell

Solar cell atau *Photovoltaic* adalah sebuah alat semi konduktor yang terdiri dari sebuah wilayah-besar diode p-n junction, dimana dalam cahaya matahari mampu menciptakan energi listrik yang bermanfaat. *Photovoltaic* adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung.

Belakangan ini *solarcell* mulai populer didalam pandangan para peneliti di seluruh belahan bumi. Selain mulai menipisnya cadangan energi fosil dan global warming yang terjadi saat ini, energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi (matahari) biasa didapatkan secara gratis. Solar cell memiliki banyak aplikasi, terutama cocok untuk digunakan bila tenaga listrik dari grid tidak tersedia, seperti wilayah terpencil, satelit pengorbit bumi, pompa air dll. *Photovoltaic* biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut *Solar cell* (dalam bentuk modul atau panel surya) dapat dipasang di atap gedung dan berhubungan dengan inverter ke grid listrik dalam sebuah net meeting

Daya solar cell adalah hasil kali diantara tegangan dan arus yang mengalir, untuk mencapai nilai daya diperlukan data tegangan dan arus, berikut ini adalah rumus mencari daya yang ditunjukkan pada persamaan dibawah ini:

$$P = V \times I \dots\dots\dots (1)$$

Dengan : P = Daya (watt)
V = Tegangan (volt)
I = Arus (A)

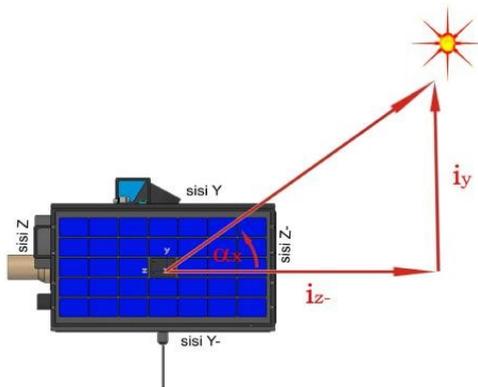
Untuk mencari daya rata – rata pengujian nanti yang akan dilakukan brikut ini adalah persamaan untuk mencari daya rata-rata yang ditunjukkan pada persamaan 2 sebagai berikut.

$$p = \frac{p1+p2+pn}{jumlah\ hari\ dalam\ pengujian} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan:

- P_{rerata}* = Daya rata-rata (Watt)
- P₁* = Daya pada titik pengujian ke satu
- P₂* = Daya pada titik pengujian ke dua
- P_n* = D aya pada titik pengujian ke n

Skema sinar matahari datang pada *Solarcell* dapat dilihat pada Gambar 1.



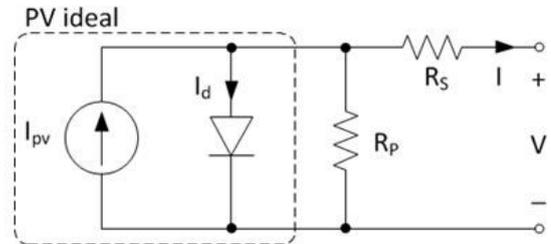
Gambar 1. Skema Sinar Matahari Datang Pada Panel Surya

B. Prinsip Kerja Sel Surya

Sel surya terbuat dari rangkaian dua atau lebih lapisan semikonduktor yang didukung oleh piranti lain untuk meningkatkan efisiensinya. Berdasarkan konfigurasi semikonduktor yang menyusunnya, secara umum sel surya. Pada tipe p-n junction sel surya terdiri dari dua lapisan semikonduktor yaitu tipe n (sebagai window) dan tipe p(sebagai adsorber). Tebal lapisan window berkisar antara 0,6-1 μm sedangkan tebal lapisan adsorber berkisar antara 1-2 μm. Semikonduktor sendiri ialah suatu material yang dapat bersifat sebagai konduktor dan insulator pada kondisi tertentu. Contoh semikonduktor yang paling terkenal ialah silikon. Silikon memiliki empat elektron valensi sehingga agar dapat stabil silikon harus melepas empat elektron terluarnya atau justru menangkap empat elektron. Jadi pada silikon murni, material memiliki kecenderungan yang sama untuk menangkap atau melepas elektron. Semikonduktor semacam ini disebut semikonduktor intrinsik (tipe 1).

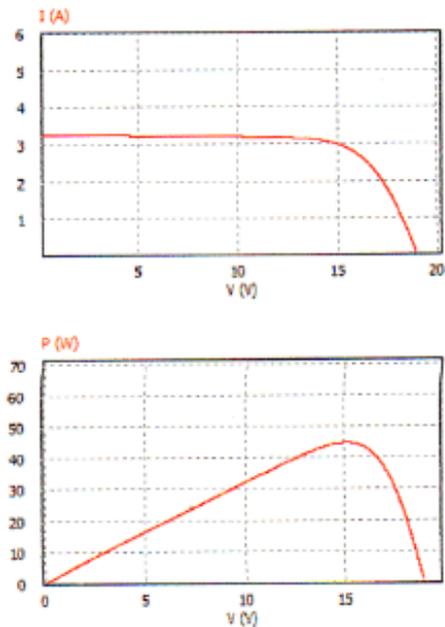
C. Karakteristik Solar Cell

Solar cell menerima variasi intensitas cahaya yang berbeda-beda dan masing-masing solar cell memiliki karakteristik solar cell yang berbeda pula. Karakteristik solar cell tersebut dapat digambarkan melalui grafik I-V. Panel surya berfungsi sebagai sumber arus jika pada rangkaian tertutup. Berikut adalah gambar rangkaian pengganti yang setara dengan solar cell (sumber arus) yang ditunjukkan pada Gambar 2. dibawah ini.



Gambar 2. Rangkaian Persamaan Panel Surya

Panel surya memiliki karakteristik yang unik pada kurva arus terhadap tegangannya. Terdapat sebuah nilai daya maksimum untuk nilai intensitas tertentu. Daya solar cell sendiri merupakan fungsi dari pada tegangan. Berikut ini adalah gambar kurva karakteristik solar cell(atas) arus terhadap tegangan daya(bawah) daya terhadap tegangan yang ditunjukkan pada gambar 3 berikut.



Gambar 3 Kurva Karakteristik Panel Surya

Pada Gambar 3 memperlihatkan kurva pada panel surya. Untuk kurva daya terhadap tegangan, kurva berbentuk seperti bukit, dan juga terdapat puncak. Puncak tersebut merupakan nilai daya tertinggi yang mampu disalurkan panel surya untuk

beban. Sebagai contoh, pada gambar 3, daya puncak akan dicapai ketika tegangan pada solar cell berada pada nilai 15V. Jika nilai tegangan panel surya digeser menjadi 10V, maka daya solar akan menurun plus minus 30 watt. Sekalipun tegangan pada solar cell digeser menjadi 20V, maka daya akan nol.

D. Sistem Monitoring

Sistem monitoring pada panel surya merupakan teknik pemantauan keluar solar cell yang menggunakan sensor arus, sensor tegangan, sensor suhu dan sensor cahaya yang dirangkai dengan mikrokontroler dan diintegrasikan terhadap software PLX-DAQ yang dapat diintegrasikan langsung dengan Microsoft Office Excel pada perangkat komputer. Parameter keluaran solar cell tegangan arus dan daya diperoleh dari hasil pembacaan sensor arus, sensor tegangan, dan sensor suhu. Hasil dari pembacaan sensor tersebut akan ditransmisikan ke dalam modul mikrokontroler sebagai informasi yang diintegrasikan langsung dengan software PLX-DAQ log excel untuk menampilkan akuisi data pada personal computer.

E. Arduino Mega 2560

Arduino Mega2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 (datasheet). Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila.

Arduino Mega2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega. Arduino Mega2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke Ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

Arduino Mega2560 Revisi 3 memiliki fitur-fitur baru berikut:

1. Pin Out : Ditambahkan pin SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF memungkinkan shield untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia pada papan. Di masa depan, shield akan kompatibel baik dengan papan yang

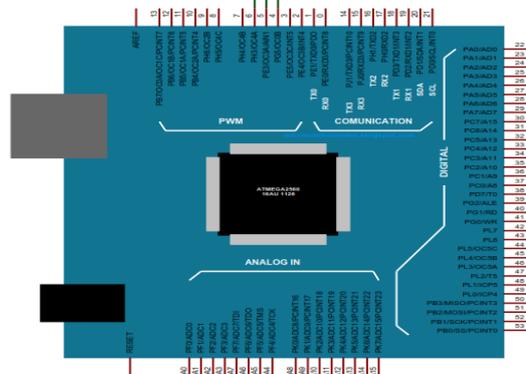
menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5 Volt dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3 Volt. Dan ada dua pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.

2. Sirkuit RESET.
3. Chip ATmega16U2 menggantikan chip ATmega8U2.



Gambar 4 Arduino Mega2560

Adapun gambar 5 adalah pemetaan dari pin-pin ATmega2560 dengan ArduinoMega2560.



Gambar 5. Pemetaan Pin ATmega2560

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER. Papan Arduino ATmega2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt. Tabel 1 menunjukkan Data Teknis Board Arudino Mega250

Tabel 1 Data Teknis Board Arudino Mega250

Mikrokontroler	ATMega2560
Tegangan Operasi	5 VDC
Tegangan Input (recommended)	7 – 12 VDC
Tegangan Input (limit)	6 – 20 VDC
Pin Digital I/O	54 (15 diantaranya pin output PWM)
Pin Input Anlaog	16
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50 mA
Flash Memory	256 KB dengan (8 KB digunakan untuk Bootloader)
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Kecepatan Pewaktuan	16hz

F. Komunikasi Serial

Komunikasi serial merupakan komunikasi data dengan pengiriman data satu persatu per satuan waktu. Tansmisi data pada komunikasi serial dilakukan per bit. Kelebihan komunikasi serial dibandingkan dengan komunikasi *parallel* ialah jalur data yang dibutuhkan hanya dua yaitu: jalur *transmitter* (TX) dan jalur *receiver* (RX) sedangkan kekurangannya ialah waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman dan relatif lama. Komunikasi serial secara umum terbagi dua, yaitu:

a. Mode Sinkron

Data dikirim secara bersamaan dengan sinyal *clock*, hal ini menyebabkan antara satu karakter dan karakter lainnya memiliki jeda yang sama.

b. Mode Asinkron

Pengiriman data dilakukan tanpa sinyal *clock*/sinkronisasi sinyal *clock*, pada mode ini pengiriman data harus menyepakati suatu satandart *universal asynchronous transmit* (UART) sehingga komunikasi data dilakukan dengan suatu standar yang telah disepakati antara *receiver* dan *transmitter*. Dalam aturan UART terdapat perintah yang sangat yaitu sebagai berikut:

- *Start Bit*
Penandaan awal dimana akan dilakukan suatu proses pengiriman bit data.
- *Data Bit*
Merupakan data yang akan dikirim.
- *Parity Bit*
Merupakan *flag*, biasa berfungsi sebagai penanda.
- *Stop Bit*
Sebagai penanda proses pengiriman *bit* data telah selesai.
- *Bit Rate*
Jumlah bit yang dikirim atau diterima per satuan waktu (*second*.)

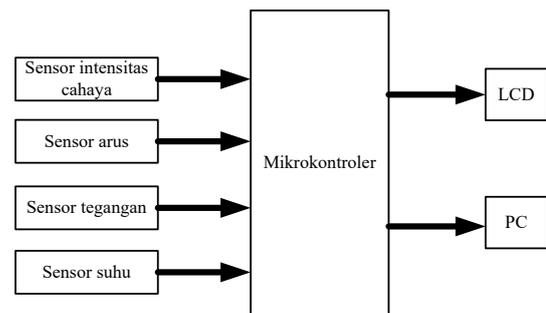
• *Baud Rate*

Merupakan istilah yang digunakan untuk kecepatan aliran data. Banyaknya perubahan data yang terjadi persatuan waktu. Pada komunikasi serial umumnya jumlah data yang dikirim ialah satuan per *bit start*, delapan bit data, dan satu bit stop sehingga dalam satu frame data terdapat sepuluh bit dengan *baud rate* 9600.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Blok Diagram Sistem

Perancangan rangkaian sistem dalam makalah ini merupakan cara yang paling sederhana untuk menjabarkan cara kerja alat uji karakteristik panel surya. Dengan adanya rangkaian ini dapat mempermudah penulis dalam menganalisa cara kerja rangkaian. Fungsi sensor dan fungsi aktuator yang digunakan secara umum. Rangkaian sistem juga berguna untuk mempermudah pembaca agar mengerti tentang alat yang dirancang. Blok diagram sistem alat uji karakteristik panel surya dapat dilihat pada Gambar 6.



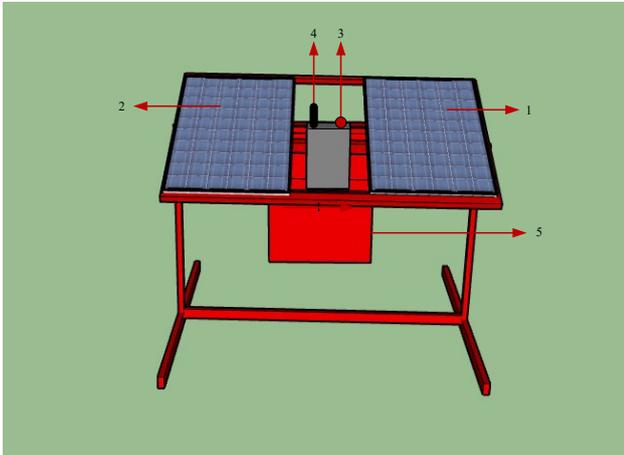
Gambar 6. Blok Diagram Input output

Fungsi masing masing dari tiap blok tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sensor intensitas cahaya berfungsi untuk mengetahui nilai dari intensitas cahaya matahari dalam satuan (lux).
2. Sensor tegangan berfungsi untuk mengetahui nilai tegangan yang dihasilkan dari uji karakteristik dengan proses monitoring.
3. Sensor suhu berfungsi untuk mengetahui nilai suhu yang dihasilkan dari uji karakteristik dengan proses monitoring.
4. Sensor arus berfungsi untuk mengetahui nilai arus yang dihasilkan dari uji karakteristik dengan proses monitoring.
5. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali semua masukan input, mulai dari sensor intensitas cahaya, sensor arus, sensor tegangan dan sensor suhu.
6. PC dan LCD berfungsi untuk menampilkan data/grafik.

B. Perancangan Mekanik

Perancangan dan pembuatan sistem monitoring alat uji karakteristik panel surya dibuat agar mempermudah saat merancang atau mengkontruksi kan modul yang ingin dirancang. Untuk perancangan mekanik nya dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini. Pada perancangan alat uji karakteristoik panel surya ini menggunakan dua buah panel yaitu polycrystalline dan monocrystalline.



Gambar 9. Perancangan Sistem Alat Uji Karakteristik

Keterangan gambar sesuai nomor :

1. Solar cell polycrystalline
2. Solar cell Monocrystalline
3. Sensor intensitas cahaya
4. Termocouple
5. Box panel

Setelah semua komponen dirancang dirangkai, keseluruhan sistem pengendalian akan seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Kontruksi Perancangan Alat Uji Karakteristik Panel Surya

Perancangan sistem monitoring alat uji karakteristik panel surya pada solar Polycrystalline 10v 560mA dan solar Monocrystalline 10v 580mA ini bekerja dengan memanfaatkan energi cahaya matahari sebagai energi terbarukan kemudian dikonversikan menjadi energin listrik. Pemantauan terhadap parameter panel surya yang perlu dilakukan untuk melihat kinerja panel surya pada kondisi panel surya lingkungan yang nyata. Mikrokontroler menerima pembacaan data parameter panel surya dari modul sensor dan dikirim ke komputer melalui komunikasi port serial pin 0 dan 1. Data hasil pembacaan sensor ditampilkan dalam bentuk Excel yang kemudian dapat diolah untuk di analisa bentuk grafik intensitas cahaya, arus, tegangan suhu dan daya dari panel surya.

Program PLX-DAQ digunakan sebagai interface antara mikrokontroler dengan *spreadsheet Excel* untuk membaca sel atau menulis pada *Excel* dengan cepat. Program akuisi ini dapat membaca parameter eksperimental karakteristik pada arduino dan dapat menghasilkan output yang memadai tanpa mengkompilasi ulang seluruh kode program.

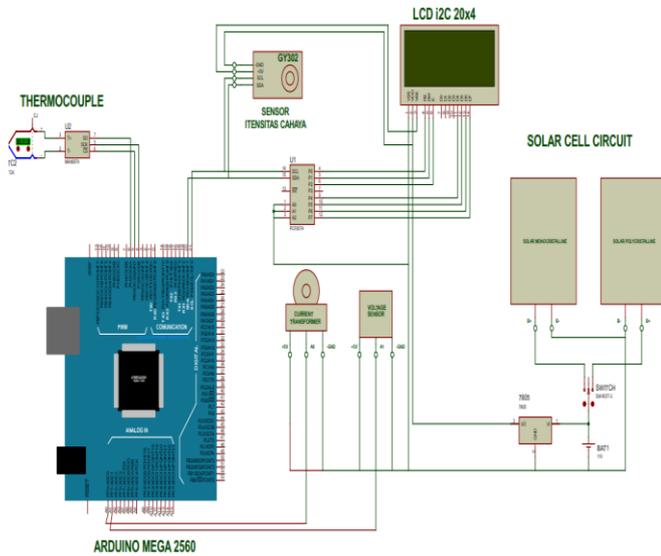
Program PLX-DAQ terdiri atas *Control*, posisi *port* dari Arduino yang digunakan dan *Baud COM* port serial yang digunakan oleh Arduino. Tingkat transmisi dapat dipilih dalam rentang 1 ms - 0,08 ms (9600-128000 baud).

Komputer yang digunakan harus sangat cepat dalam mendukung akuisisi data *real time*. Program digunakan untuk hubungan antarmuka, maka dapat langsung memantau performansi panel surya dengan sampel arus, tegangan, cahaya dan suhu. Kira-kira setiap detik, menit saat dilakukan penelitian. Untuk demikian, menampilkan grafik akan meningkatkan proses waktu.

C. Perancangan Rangkaian Sistem Monitoring Alat Uji Karakteristik Panel Surya

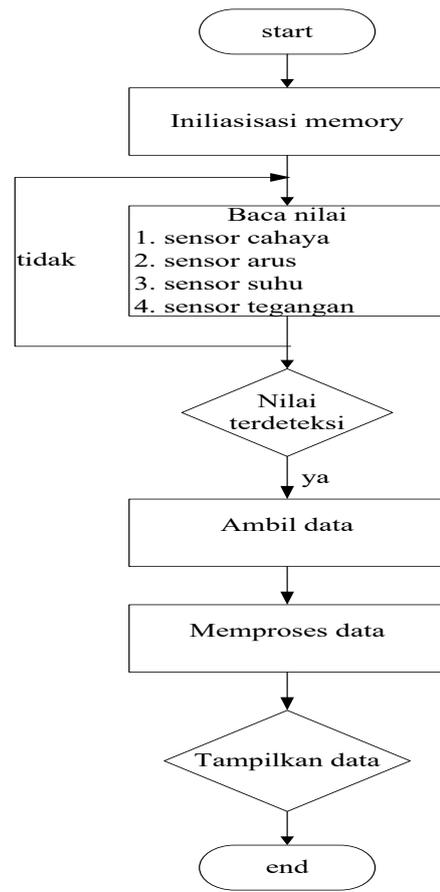
Pada perancangan rangkaian sistem monitoring alat uji karakteristik panel surya ini menggunakan satu buah sensor intensitas cahaya digital yang memiliki keluaran sinyal digital, satu buah sensor suhu untuk mendeteksi suhu pada solar cell, satu buah sensor arus untuk mendeteksi besaran nilai arus, dua buah solar cell tipe polycrystalline dengan kapasitas 18V 10 W 560, dan monocrystalline dengan kapasitas 17,6V 10W 580mA , satu buah sensor tegangan untuk mendeteksi tegangan pada solar cell melalui proses monitoring melalui LCD dan antar muka personal computer. Rangkaian Sistem Monitoring Alat Uji karakteristik dapat dilihat pada gambar 11.

Pengujian modul dilakukan selama 3 hari berselang, yaitu tanggal 11 Juli 2019, 12 Juli 2019 dan 13 Juli 2019. Pengujian diuji dengan menggunakan dua solar cell yang berbeda yaitu solar polycrystalline dan solar monocrystalline. pengujian karakteristik solar cell, dilakukan ditempat yang terjangkau matahari, dalam modul ini diletakkan di halaman rumah, kemudian akan mendeteksi setiap detik, menit dan jam dari mulai jam 08.00 sampai dengan jam 17.00 karakteristik dari setiap sensor yang telah dipasang di panel surya tersebut . Berikut ini adalah gambaran bagaimana menentukan tata letak hadapan modul terhadap matahari ketika terbit dari arah timur

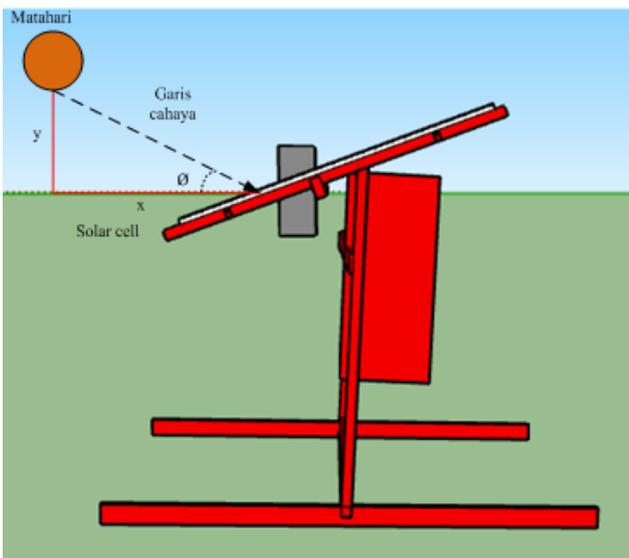


Gambar 11. Rangkain Sistem Monitoring Alat Uji karakteristik

memproses data, setelah itu data akan dutampilkan di LCD dan PC. Selanjutnya akan kembali ke proses awal



Gambar 12. Flowchart sistem monitoring alat uji karakteristik panel surya



Gambar 12 Pengukuran Sudut Solar Cell Terhadap Matahari

D. Flowchart Sistem Monitoring Alat Uji Karakteristik Panel Surya

Flowchart perancangan Sistem Monitoring Alat Uji Karakteristikn Panel Surya untuk optimalisasi daya dapat dilihat pada Gambar 13 berikut ini. Flowchart sistem monitoring alat uji karakteristik panel surya dimulai dari inialisasi memori yang akan, Apabila perintah start sudah dimulai, maka sensor cahaya, sensor arus, sensor tegangan dan suhu mulai memberikan data nilai terdeteksi, maka selanjutnya akan mengambil data kemudian arduino akan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pembuatan *hardware* dan *software*, maka penulis perlu melakukan pengujian dan analisa terhadap alat yang telah dibuat, apakah alat dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan perancangan pengujian yang sebelumnya dilakukan dalam suatu sistem kontrol yang telah dirancang. Tujuan dari pengujian alat ini adalah sebagai berikut

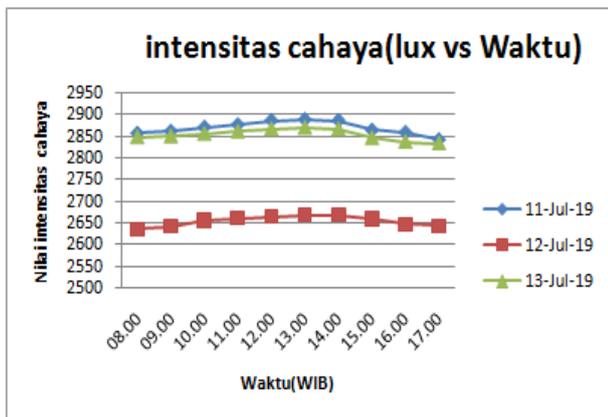
1. Untuk mengetahui apakah proses pengujian karakteristik panel surya bekerja dengan baik
2. Untuk mengetahui apakah panel surya tipe monocrystalline dan polycrystalline bekerja sesuai dengan yang diinginkan dan membandingkan hasil dari panel-panel tersebut.
3. Untuk mengetahui karakteristik panel surya yaitu: intensitas cahaya , suhu, tegangan, arus, dan daya dengan proses memonitoring.

A. Pengukuran Nilai Intensitas Cahaya Pada Panel Polycrystalline

Berikut ini adalah hasil pengukuran intensitas cahaya selama tiga hari yaitu dari tanggal 11 Juli 2019, 12 Juli 2019 dan 13 Juli 2019 saat pengujian pada panel polycrystalline dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Pengujian Pada Panel Polycrystalline

Waktu (WIB)	Intensitas Cahaya (lux)		
	11 juli 2019	12 juli 2019	13 juli 2019
08.00	2855	2634	2847
09.00	2860	2640	2849
10.00	2869	2655	2855
11.00	2875	2660	2860
12.00	2885	2664	2866
13.00	2887	2667	2869
14.00	2885	2667	2866
15.00	2862	2659	2845
16.00	2857	2645	2836
17.00	2840	2641	2832
Rata - rata	2868	2653	2853



Gambar 13. Grafik Intensitas Cahaya Selama Tiga Hari Pada Polycrystalline

Dari grafik pengujian panel polycrystalline 10 wp selama 3 hari yaitu pada tanggal 11 juli 2019, 12 juli 2019 dan 13 juli 2019 menunjukkan kurva yang stabil. Sehingga memperoleh cahaya dengan pengujian panel polycrystalline yang sangat optimal. Namun pada tanggal 12 juli 2019 intensitas cahayanya sedikit menurun dikarenakan sinar matahari tertutupi awan.

B. Pengukuran Nilai Suhu, Tegangan, Arus Dan Daya Pada Panel Polycrystalline

Berikut ini adalah hasil pengukuran suhu, tegangan, arus dan daya pada saat pengujian panel polycrystalline tanggal 11 juli 2019 dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Suhu, Tegangan, Arus Dan Daya

Tanggal	Waktu (WIB)	Suhu (°C)	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Daya (Watt)
11 juli 2019	08.00	47,5	10,5	0,33	3,47
	09.00	47,25	10,5	0,33	3,47
	10.00	47,75	10,6	0,34	3,60
	11.00	47,5	10,8	0,35	3,78
	12.00	47,5	10,8	0,35	3,78
	13.00	47,5	10,9	0,35	3,82
	14.00	47,25	10,8	0,35	3,78
	15.00	47,75	10,5	0,36	3,78
	16.00	47,5	10,5	0,33	3,47
	17.00	47,75	10,4	0,35	3,64
	Rata - rata		47,53	10,63	0,34

Berikut ini adalah hasil pengukuran suhu, tegangan, arus dan daya pada saat pengujian panel polycrystalline tanggal 12 juli 2019 dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

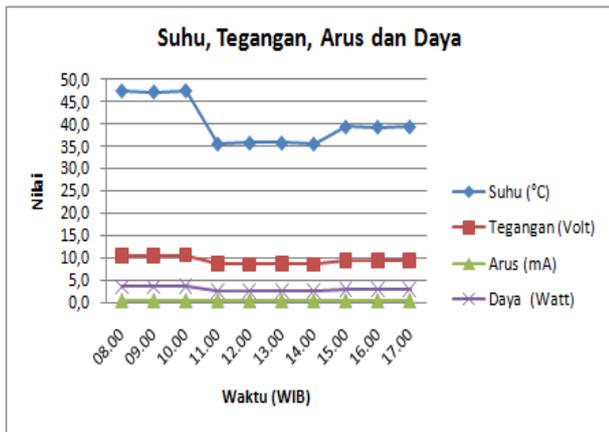
Tabel 3. Hasil Pengukuran Suhu, Tegangan, Arus Dan Daya Tanggal 12 Juli 2019

Tanggal	Waktu (WIB)	Suhu (°C)	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Daya (Watt)
12 juli 2019	08.00	35,6	8,5	0,28	2,38
	09.00	35,6	8,6	0,29	2,49
	10.00	35,7	8,6	0,29	2,49
	11.00	35,7	8,6	0,29	2,49
	12.00	35,7	8,7	0,3	2,61
	13.00	35,8	8,7	0,3	2,61
	14.00	35,8	8,6	0,29	2,49
	15.00	35,5	8,6	0,29	2,49
	16.00	35,4	8,6	0,29	2,49
	17.00	35,3	8,5	0,28	2,38
	Rata - rata		35,61	8,6	0,29

Berikut ini adalah hasil pengukuran suhu, tegangan, arus dan daya pada saat pengujian panel polycrystalline tanggal 13 juli 2019 dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Suhu, Tegangan, Arus Dan Daya 13 Juli 2019

Tanggal	Waktu (WIB)	Suhu (°C)	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Daya (Watt)
13 juli 2019	08.00	39,25	9,32	0,31	2,89
	09.00	39,27	9,37	0,31	2,90
	10.00	39,35	9,41	0,31	2,92
	11.00	39,40	9,41	0,32	3,01
	12.00	39,46	9,55	0,32	3,06
	13.00	39,51	9,55	0,33	3,15
	14.00	39,51	9,52	0,33	3,14
	15.00	39,48	9,50	0,31	2,95
	16.00	39,40	9,46	0,31	2,93
	17.00	39,35	9,40	0,30	2,82
	Rata - rata		39,40	9,45	0,32



Gambar 14 Grafik Suhu, Tegangan, Arus, dan Daya pada panel polycrystalline

Dari data tabel hasil grafik diatas dapat dilihat bahwa perolehan nilai suhu, arus, tegangan dan daya, dengan pengujian selama 3 hari yaitu pada tanggal 11 juli 2019, 12 juli 2019 dan 13 juli 2019 menggunakan panel polycrystalline. Kurva yang berwarna biru yaitu kurva suhu menunjukkan pada jam 11.00 terjadi penurunan yang dipengaruhi cahaya matahari, pada jam selanjutnya kurva suhu terlihat stabil, kemudian kurva berwarna merah yaitu kurva tegangan pada jam 08.00 terlihat stabil pada jam 11.00 tegangannya meunurun pada jam selanjutnya tegangannya kembali naik dikarnakan pengaruh cahaya matahari, kurva yang berwarna hijau yaitu kurva arus dari jam 08.00 sampai jam 17.00 terlihat stabil dan kurva yang berwarna ungu yaitu kurva daya, pada jam 11:00 perolehan nilai daya menurun dikarnakan pengaruh cahaya matahari, perolehan nilai daya pada saat pengujian panel surya polycrystalline selama tiga hari menunjukkan kurva yang stabil, sehingga memperoleh daya pada panel polycrystalline optimal Setelah memperoleh seluruh data daya pada tiap tanggal pengujian yaitu:

P1= 3.66 watt, P2 = 2,49 watt, P3 = 2,98 Watt
 maka rata – rata daya pada pengujian kurva panel polycrystalline dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.

$$p = \frac{p1 + p2 + p3}{3}$$

$$= \frac{3.66 + 2,49 + 2,98}{3}$$

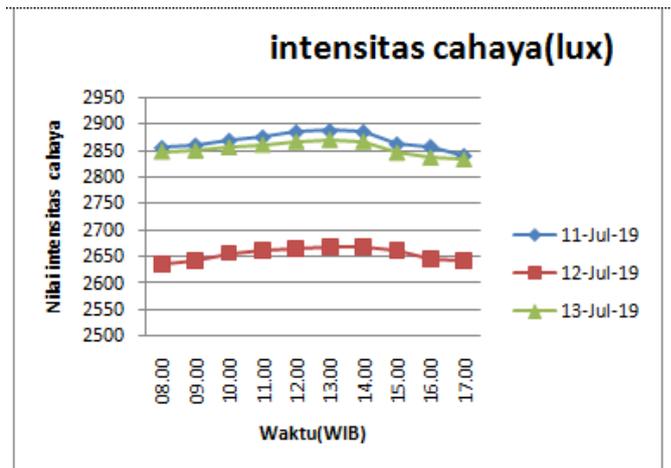
$$p = 3,05 \text{ watt}$$

C. Pengukuran Intensitas Cahaya Pada Monocrystalline

Berikut ini adalah hasil pengukuran nilai intensitas cahaya selama tiga hari yaitu dari tanggal 11 juli 2019, 12 juli 2019 dan 13 juli 2019 saat pengujian pada panel monocrystalline dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Nilai Intensitas Cahaya

Waktu (WIB)	Intensitas Cahaya (Lux)		
	11 juli 2019	12 juli 2019	13 juli 2019
08.00	2855	2634	2847
09.00	2860	2640	2849
10.00	2869	2655	2855
11.00	2875	2660	2860
12.00	2885	2664	2866
13.00	2887	2667	2869
14.00	2885	2667	2866
15.00	2862	2659	2845
16.00	2857	2645	2836
17.00	2840	2641	2832
Rata -rata	2868	2653	2853



Gambar 15. Grafik Intensitas Cahaya Selama Tiga Hari Pada Panel Monocrystalline

Dari hasil pengujian panel surya monocrystalline 10 wp selama 3 hari dapat dilihat bahwa menghasilkan rentang paling rendah sebesar 2653 lux sampai dengan intensitas cahaya tertinggi sebesar 2868 lux. Hal ini bisa dikarenakan pada intensitas cahaya 2868 lux panel surya berada pada suhu kerja maksimal sedangkan pada intensitas cahaya 2653 lux suhunya rendah, sehigga terjadi penurunan efesiensi panel kinerja panel surya. perolehan lumen pada tanggal 11 juli 2019 pengujian terlihat stabil, pada tanggal 12 juli 2019 juga terlihat stabil dan pada tanggal 13 juli 2019 juga terlihat stabil.

D. Pengukuran Nilai Tegangan, Arus, Suhu Dan Daya Pada Panel Monocrystalline.

Hasil pengukuran nilai suhu, tegangan, arus dan daya pada saat pengujian panel Monocrystalline tanggal 11 juli 2019, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Tanggal 11 Juli 2019

Tanggal	Waktu (WIB)	Suhu (°C)	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Daya (Watt)
11 juli 2019	08.00	47,5	9,61	0,22	2,11
	09.00	47,25	9,65	0,22	2,12
	10.00	47,75	9,6	0,26	2,50
	11.00	47,5	9,6	0,26	2,50
	12.00	47,5	9,75	0,28	2,73
	13.00	47,5	9,75	0,28	2,73
	14.00	47,25	9,75	0,28	2,73
	15.00	47,75	9,73	0,27	2,63
	16.00	47,5	9,65	0,22	2,12
	17.00	47,75	9,63	0,23	2,21
Rata - rata	47,53	9,67	0,25	2,44	

Berikut ini adalah hasil pengukuran nilai suhu, tegangan, arus dan daya pada saat pengujian panel Monocrystalline tanggal 12 juli 2019, dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

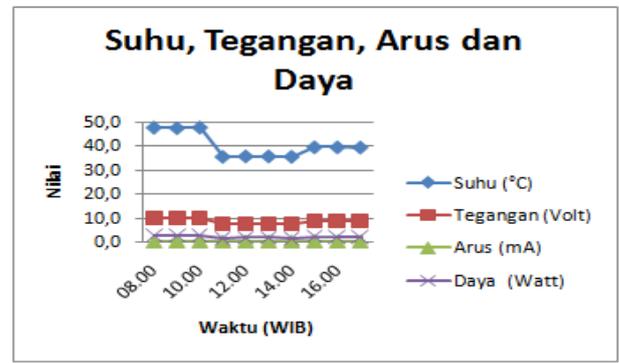
Tabel 7. Hasil Pengukuran Tanggal 12 Juli 2019

Tanggal	Waktu (WIB)	Suhu (°C)	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Daya (Watt)
12 juli 2019	08.00	35,6	7,27	0,15	1,09
	09.00	35,6	7,27	0,15	1,09
	10.00	35,7	7,29	0,17	1,24
	11.00	35,7	7,29	0,17	1,24
	12.00	35,7	7,29	0,17	1,24
	13.00	35,8	7,35	0,20	1,47
	14.00	35,8	7,35	0,20	1,47
	15.00	35,5	7,30	0,19	1,39
	16.00	35,4	7,30	0,19	1,39
	17.00	35,3	7,25	0,18	1,31
Rata - rata	35,61	7,30	0,18	1,29	

Berikut ini adalah hasil pengukuran nilai suhu, tegangan, arus dan daya pada saat pengujian panel Monocrystalline tanggal 13 juli 2019, dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Tanggal 13 Juli 2019

Tanggal	Waktu (WIB)	Suhu (°C)	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Daya (Watt)
13 juli 2019	08.00	39,25	8,15	0,20	1,6
	09.00	39,27	8,16	0,20	1,6
	10.00	39,35	8,18	0,21	1,7
	11.00	39,40	8,20	0,22	1,8
	12.00	39,46	8,22	0,23	1,9
	13.00	39,51	8,24	0,24	2,0
	14.00	39,51	8,24	0,24	2,0
	15.00	39,48	8,22	0,21	1,7
	16.00	39,40	8,20	0,20	1,6
	17.00	39,35	8,18	0,21	1,7
Rata - rata	39,40	8,20	0,22	1,8	



Gambar 16. Grafik Suhu, Arus, Tegangan Dan Daya Pada Panel Monocrystalline

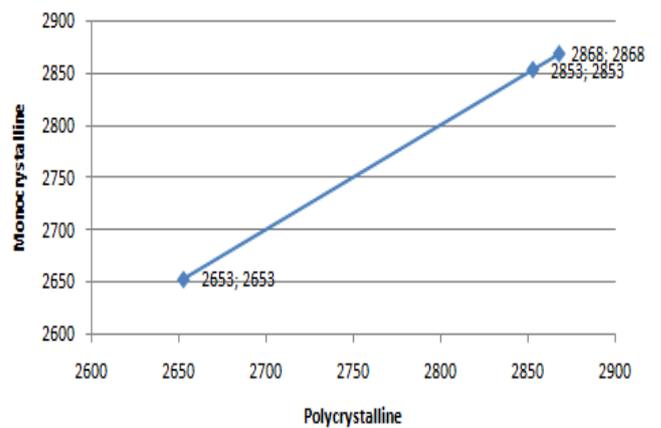
E. Perbandingan Kurva Karakteristik Intensitas Cahaya Pada Polycrystalline Dan Monocrystalline

Berikut ini adalah Hasil pengukuran perbandingan karakteristik untuk dua buah panel surya yaitu polycrystalline dan monocrystalline selama tiga hari yaitu pada tanggal 11 juli 2019, 12 juli 2019 dan 13 juli 2019 dengan menggunakan aplikasi PLX-DAQ *microsoft excel*. maka dapat dilihat pada Tabel9 berikut.

Tabel 9. Perbandingan Rata-Rata Karakteristik Intensitas Cahaya Pada Polycrystalline Dan Monocrytalline Selama Tiga Hari

Modul Panel Surya	Intensitas Cahaya(Lux)		
Polycrystalline	2868	2653	2853
Monocrystalline	2868	2653	2853

Polycrystalline vs Monocrystalline



Gambar 17 Grafik Perbandingan Rata-rata Karakteristik Intensitas Cahaya

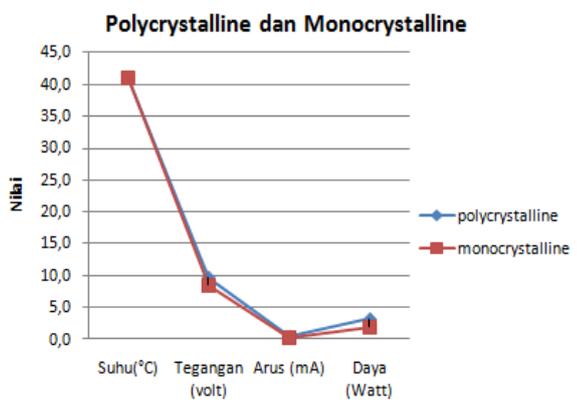
Dari data hasil Tabel 9 dapat dilihat bentuk Gambar grafik 17 perolehan intensitas cahaya pada panel polycrystalline paling tertinggi yaitu sebesar 2868 lux dan yang paling terendah yaitu sebesar 2653 lux, selisih diantara keduanya 215 lux. Sedangkan pada panel monocrystalline intensitas cahaya tertinggi yaitu sebesar 2868 dan yang paling terendah sebesar 2653 lux, selisih diantara keduanya yaitu 215 lux. Jadi rata – rata intensitas cahaya kedua panel tersebut .

F. Perbandingan Karakteristik Arus, Suhu, Tegangan, Daya pada polycrystalline Dan Monocrystalline

Berikut ini adalah Hasil pengukuran perbandingan karakteristik untuk dua buah panel surya yaitu polycrystalline dan monocrystalline selama tiga hari yaitu pada tanggal 11 juli 2019, 12 juli 2019 dan 13 juli 2019 dengan menggunakan aplikasi PLX-DAQ microsoft excel. Untuk mempermudah menganalisis perubahan yang terjadi pada arus, tegangan, suhu dan daya dilakukan proses pengujian dengan dua tipe panel surya maka dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Perbandingan Rata-Rata Karakteristik Suhu, Tegangan, Arus Dan Daya Pada Polycrystalline Dan Monocrystalline Selama Tiga Hari

Modul Surya	Suhu (°C)	Tegangan (volt)	Arus (mA)	Daya (Watt)
Polycrystalline	40,85	9,56	0,32	3,04
Monocrystalline	40,85	8,39	0,22	1,84



Gambar 18. Grafik Perbandingan Rata-rata Karakteristik suhu, tegangan , Arus dan daya

Dari data hasil pada Tabel 10 dapat dilihat bentuk Gambar grafik 18 bahwa perolehan rata-rata suhu pada panel polycrystalline sebesar 40,85 °C sedangkan pada monocrystalline sebesar 40,85 °C Rata-rata tegangan pada panel polycrystalline sebesar 9,56 volt, rata-rata pada panel monocrystalline sebesar 8,39 volt selisih diantara keduanya sebesar 1,17 volt. Rata-rata arus pada panel polycrystalline

sebesar 0,32 mA, sedangkan rata-rata arus pada panel monocrystalline sebesar 0,22 mA, selisih diantara keduanya sebesar 0,01 mA, dan rata rata daya pada panel polycrystalline sebesar 3,04 Watt, rata- rata pada panel monocrystalline sebesar 1,84 selisih diantara keduanya sebesar 1,2 watt. Jadi pada Gambar 11.hasil perbandingan panel polycrystalline dan monocrystalline jika intensitas cahayanya tinggi, maka tegangan, arus dan dayanya tinggi. Namu jika intensitas cahayanya rendah maka tegangan, arus dan daya juga rendah.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan terhadap perancangan sistem monitoring alat uji karakteristik panel surya berbasis mikrokontroler arduino Mega2560 maka dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Perancangan modul uji karakteristik ini menggunakan dua panel surya yaitu polycrystalline dan monocrystalline dengan menggunakan sensor intensitas cahaya BH170, sensor arus CT, voltage sensor dan sensor termocouple tipe k. Dimana saat pembacaan parameter yang digunakan panel surya sangat ditentukan oleh keakuratan sensor-sensor yang digunakan dalam sistem monitoring alat uji karakteristik panel surya.
2. Perolehan suhu yang didapat ketika pengujian menggunakan polycrystalline yaitu sebesar 41,42 °C. Perolehan suhu yang didapat ketika pengujian terhadap monocrystalline yaitu sebesar 39,62 °C. Sedangkan Perolehan tegangan yang didapat pada pengujian polycrystalline yaitu sebesar 9,53 volt. Perolehan tegangan yang didapat ketika pengujian menggunakan monocrystalline yaitu sebesar 7,47 volt. perolehan arus yang didapat ketika dilakukan pengujian terhadap polycrystalline yaitu sebesar 0,17 mA. Perolehan arus yang didapat ketika pengujian terhadap mono 0,22 mA. Dan perolehan daya pada pengujian polycrystalline yaitu sebesar 2,06 watt. Perolehan daya pada pengujian terhadap monocrystalline yaitu sebesar 2,16 watt.
3. Dari hasil pengujian karakteristik panel surya menggunakan dua tipe yaitu polycrystalline dan monocrystalline. Kelebihan panel tipe polycrystalline daya yang diperoleh sangat optimal dikarenakan kemampuan menangkap cahaya matahari dalam keadaan mendung dan lebih sensitif terhadap cahaya, tegangannya lebih tinggi, walaupun dalam keadaan yang kurang cahaya (tertutupi awan). Sedangkan dengan panel tipe monocrystalline untuk menangkap cahaya matahari masih kurang cepat, jadi kesensitifnya terhadap matahari masih sangat kurang, dan tegangannya lebih rendah walaupun ditempat yang bercahaya terang .

DAFTAR PUSTAKA

- Aditayan Nora, 2015. "*Karakterisasi Panel Surya Model Sr-156p-100 Berdasarkan Intensitas Cahaya Matahari*" Jurusan Teknik Elektro, fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Hasyimasy'arijat.dkk. "*Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya*" jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura
- O. P. Hutauruk, T,dkk, J. Fisika, and B. Keahlian, "*Pembuatan Sistem Monitoring Optimasi Energi Cahaya Matahari Menggunakan Sensor Arus pada Antarmuka Personal Computer*
- Prastia Agung Muhammad 2018 " *Sistem Monitoring Solar Panel Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Menggunakan Ni-Myrio Dan Labview*" Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Pahlevi Reza, 2014. "*Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya*" Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Pratama Ady Dimas, Siregar Herlamba Indra. "*Uji Kinerja Panel Surya Tipe Polycrystalline 100wp*" S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultaas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
- Saputra Riski Muhammad,2018. "*Rancang Bangun Dual-Axis Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*" Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe
- Utomo Setyo Hery, Hardianto Triwahju,dkk. "*Optimalisasi Daya dan Energi Listrik pada Panel Surya Polikristal Dengan Teknologi Scanning Reflektor*" Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember (UNEJ) Jln. Kalimantan 37, Jember 68121.
- Winata,P.P.T 2015. "*Rancang Bangun Sistem Monitoring Output dan Pencatatan Data pada PLTS Berbasis Mikrokontroler Arduino*" Skripsi Universitas Udayana Bali.