

SISTEM *MONITORING* SOLAR PANEL FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA MENGGUNAKAN NI-MYRIO DAN LABVIEW

Muhammad Agung P^{*}, Sisdamanto A, Setyawan WP

*Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia
Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia*

maprastia@gmail.com

Abstrak— Pemanfaatan energi terbarukan atau energi alternatif untuk mendapatkan pasokan listrik, diantaranya dengan memanfaatkan tenaga radiasi energi matahari dengan menggunakan solar panel sebagai pengubah energi matahari menjadi energi listrik. Pemantauan terhadap parameter keluaran solar panel sangat diperlukan untuk menilai kinerja sebuah solar panel pada perubahan intensitas cahaya matahari. Tugas akhir ini memaparkan pembuatan sistem pemantauan keluaran solar panel yang terpasang di gedung FTI UII berupa tegangan, arus dan daya. Metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah membandingkan data hasil pengukuran sensor dengan data *monitoring* sistem (SolaX). Untuk membaca keluaran solar panel maka digunakan dua buah sensor, yakni sensor tegangan V500 – ISO dan sensor arus ACS712 – 30A. Sistem yang dibuat menggunakan NI-MyRio sebagai *device* dan LabVIEW yang merupakan *software virtual instrument*. Dari hasil pengujian sistem *monitoring* sebanyak 3 kali, diperoleh presentase error tegangan (V), arus (A) dan daya (W) sistem *monitoring* solar panel FTI UII menggunakan NI-MyRio dan LabView sebesar 0,00409%, 0,0537% dan 0,062%.

Kata kunci—*Monitoring, Solar Panel, LabVIEW*

I. PENDAHULUAN

Surya atau sinar matahari merupakan sumber energi terbesar di bumi. Dari keseluruhan energi seperti panas dan cahaya yang terpancar ke permukaan bumi tersebut hanya sekitar 30% kembali ke luar angkasa, selebihnya sisa energi matahari ini diserap daratan, lautan dan awan yang berbeda di bumi. Dengan demikian energi surya saat ini sering dimanfaatkan sebagai energi alternatif atau terbarukan [1].

Pemanfaatan energi terbarukan atau energi alternatif untuk mendapatkan pasokan listrik, diantaranya dengan memanfaatkan tenaga radiasi energi matahari dengan menggunakan sel surya sebagai pengubah energi matahari menjadi energi listrik, atau bisa disebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS tersebut telah di manfaatkan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia untuk dijadikan sumber energi listrik alternatif.

Pemantauan terhadap parameter keluaran solar panel sangat diperlukan untuk menilai kinerja sebuah solar panel pada perubahan intensitas cahaya matahari. Pemantauan menggunakan *software* bertujuan agar pemantauan bersifat *realtime* sehingga dalam pemantauan tidak memerlukan cara manual dengan menggunakan alat ukur yang tidak bersifat *realtime*. Maka, diperlukan sistem *monitoring* yang dapat pengukuran atau pemantauan kinerja solar panel. mengukur, mengakuisisi, menampilkan dan menyimpan data

Dalam pemanfaatan PLTS pada Fakultas Teknologi Industri UII diperlukan sistem *monitoring* untuk memantau kinerja sistem pembangkit sel surya yang terpasang pada gedung FTI UII. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, perangkat dan sistem *monitoring* dirancang agar memudahkan dalam kegiatan pemantauan unit pada lokasi yang terpasang. Data pemantauan juga diharapkan dapat diakses oleh pihak terkait dengan lebih mudah dan cepat.

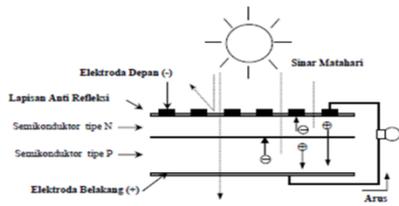
Pada penelitian ini, *monitoring* berguna untuk memberikan hasil pengukuran yang memiliki tingkat kesalahan keluaran sekecil mungkin, mudah diakses secara *realtime* dan mampu menampilkan data berupa grafik dari hasil pengukuran keluaran solar panel yang terpasang di gedung Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Perangkat lunak yang digunakan untuk sistem *monitoring* pada penelitian ini adalah *software* LabVIEW yang mampu menunjukkan kinerja tinggi dalam berkomunikasi dengan beberapa perangkat secara bersamaan dan kemampuan yang tinggi dalam menampilkan beberapa perilaku variabel dalam satu waktu. Perangkat lunak tersebut terhubung dengan perangkat keras NI-MyRio yang memiliki *input* data *analog* yang terhubung dengan beberapa sensor yang memiliki *output* data *analog*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Prinsip Solar Panel

Parameter paling penting dalam kinerja solar panel adalah intensitas radiasi matahari atau bisa disebut juga iradiansi matahari, yaitu jumlah daya matahari yang datang kepada permukaan per luas area. Iridiansi matahari pada atmosfer yaitu sebesar 1365 W/m². Setelah disaring oleh atmosfer bumi, intensitas puncak radiasi yang mengenai permukaan bumi menjadi 1000 W/m². Nilai ini adalah tipikal intensitas radiasi matahari pada keadaan tegak lurus sinar matahari dan ketika keadaan cerah yang jatuh ke permukaan. Besar nilai iradiansi matahari ini yang akan menentukan besar daya yang dapat dihasilkan oleh panel surya [2].

Gambar 1 merupakan ilustrasi dari prinsip solar panel. Ketika suatu kristal silikon ditambahkan dengan unsur golongan ke-5, misalnya arsen maka atom-atom arsen tersebut akan menempati ruang diantara atom-atom silikon yang mengakibatkan munculnya elektron yang dimiliki oleh arsen terhadap lingkungan sekitarnya, dalam hal ini adalah silikon [6].



Gambar 1. Ilustrasi Prinsip Kerja Solar Panel [6]

B. Regresi Linear Sederhana

Regresi linear adalah hubungan yang didapat dan dinyatakan dalam bentuk persamaan matematika yang menyatakan hubungan fungsional antar variabel-variabel. Persamaan (1) merupakan persamaan regresi linear sederhana yang digunakan untuk proses kalibrasi sensor tegangan ACDC V500-ISO [7].

$$Y = a + bX \quad (1)$$

Nilai a dan b dalam persamaan (1) dapat dicari menggunakan persamaan (2) dan (3) berikut :

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (2)$$

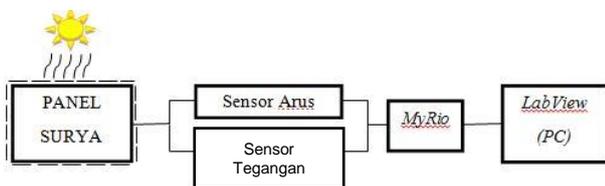
$$b = \frac{(n)(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (3)$$

C. Hall Effect Sensor

Jenis sensor ini dalam pengaplikasiannya untuk mendeteksi kedekatan, keberadaan atau ketiadaan medan magnet dari objek [8]. Salah satu sensor yang menggunakan konsep *hall effect* adalah sensor arus ACS712 dengan karakteristik 5 A, 20 A dan 30 A. Penelitian kali ini menggunakan sensor ACS712 – 30A sebagai sistem *monitoring* solar panel FTI UII berbasis NI-MyRio dan LabVIEW dengan membaca arus keluaran solar panel.

III. PERANCANGAN SISTEM

Gambar 2 merupakan skema perancangan sistem *Monitoring* Solar Panel FTI UII menggunakan NI-MyRio dan LabVIEW.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Perancangan sistem *monitoring* ini diawali dengan pemasangan sensor arus dan sensor tegangan pada keluaran solar panel yang terhubung ke beban. Kemudian, *output* sensor arus dan sensor tegangan akan dihubungkan dengan *input analog* NI-MyRio. Selanjutnya, dari NI-MyRio dihubungkan dengan *personal computer* (PC) menggunakan *wifi* yang terdapat pada NI-MyRio, sehingga hasil akhir dari pembacaan sensor akan diolah dan ditampilkan pada *front panel* pada *software* LabVIEW.

A. Kalibrasi Sensor Tegangan

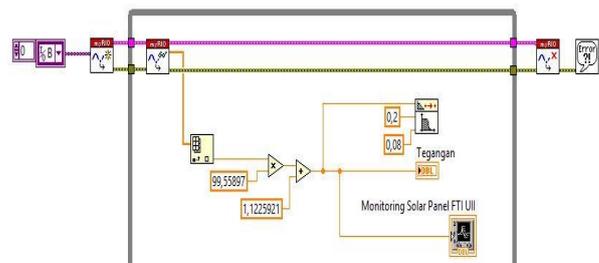
Pengukuran keluaran sensor tegangan V500-ISO menggunakan multimeter *digital* dengan masukan *power supply* 30V dan keluaran solar panel pada *control room* di lantai empat gedung FTI UII. Data pengukuran yang diperoleh merupakan data *input* dan *output* tegangan yang digunakan untuk kalibrasi. Persamaan yang digunakan adalah regresi linear. Tabel 1 adalah data hasil pengukuran sensor tegangan menggunakan multimeter *digital*.

TABEL1
HASIL PENGUKURAN SENSOR TEGANGAN

X	Y
0,203	20,28
0,204	20,41
0,207	20,71
0,209	20,92
0,230	23
0,233	33,36
0,240	24,08
0,244	24,26
0,27	27,12
0,282	28,27
3,631	362,5
3,631	362,5
3,631	362,7
3,631	362,7

Dari data Tabel 1, selanjutnya dilakukan kalibrasi untuk menampilkan pembacaan sensor tegangan pada program LabVIEW menggunakan persamaan (2.1). Hasil yang didapat untuk kalibrasi sensor tegangan adalah $Y = 1,1225921X + 99,55897X$. Nilai tersebut kemudian digunakan untuk membuat *block diagram* pada LabVIEW. Gambar 3.2 adalah *block diagram* sensor tegangan dengan nilai X adalah nilai keluaran dari sensor tegangan.

Pada Gambar 3, NI-MyRio membaca nilai keluaran sensor tegangan. Nilai yang terbaca akan dimasukkan dalam perhitungan sesuai Persamaan (1). Hasil dari perhitungan tersebut akan melalui filter untuk memotong sinyal yang memiliki frekuensi rendah. Setelah semua proses dilalui, selanjutnya nilai tegangan akan ditampilkan pada indikator tegangan dan grafik pada GUI.



Gambar 3. Block Diagram Sensor Tegangan

B. Kalibrasi Sensor Arus

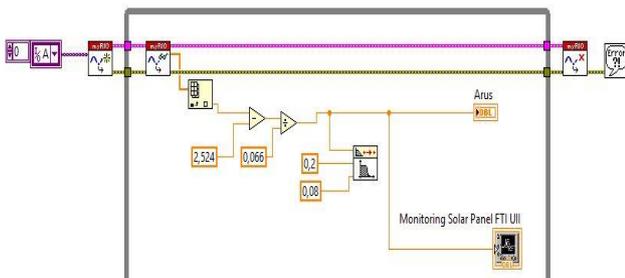
Untuk menguji kinerja sensor arus ACS712 – 30A yang akan digunakan, dilakukan uji pembacaan sensor. Tabel 2 merupakan data hasil uji pembacaan sensor ACS712 – 30A menggunakan *power supply* yang ada pada laboratorium ketenagaan jurusan teknik elektro FTI UII. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai tegangan keluaran sensor saat *input* 0. Kalibrasi yang digunakan pada sensor arus ACS712 – 30A untuk sistem *monitoring* solar panel, dirumuskan dengan Persamaan (4) sebagai berikut [9]

$$I = \frac{x - 2,524V}{0,066V} \quad (4)$$

TABEL 2
Hasil Uji Sensor Arus

Output Sensor (V)	Error
2,5	0,4
2,52	0,1
2,522	0,08
2,524	0,03
2,525	-0,04 sampai 0,02

Dari hasil yang dapat dilihat pada Tabel 2, kolom pertama merupakan *output* sensor arus pada saat *input* 0 A. Kolom kedua merupakan *error* pembacaan sensor arus pada saat pengujian menggunakan *power supply*. Setelah diperoleh hasil yang dirasa cukup, maka untuk melengkapi Persamaan (4) menggunakan nilai 2,524 V. Nilai ini dipilih karena saat pengujian sensor arus, terdapat *error* terkecil yakni sebesar 0,03 seperti yang ditunjukkan pada tabel 2. Nilai tersebut digunakan untuk kalibrasi sensor arus ACS712 – 30A.



Gambar 4. Block Diagram Sensor Arus

Pada gambar 4, NI-MyRio membaca nilai keluaran sensor arus. Nilai yang terbaca akan dimasukkan dalam perhitungan sesuai Persamaan (2). Hasil dari perhitungan tersebut akan melalui filter untuk memotong sinyal yang memiliki frekuensi rendah. Setelah semua proses dilalui, selanjutnya nilai arus akan ditampilkan pada indikator arus dan grafik pada GUI.

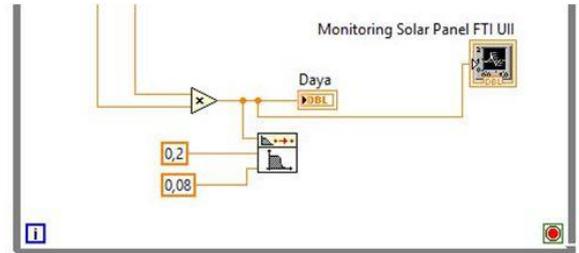
C. Perhitungan Daya

Setelah mengkalibrasi sensor tegangan dan sensor arus, maka diperoleh hasil keluaran tegangan dan arus. Hasil ini yang akan digunakan untuk mencari nilai daya yang

dihasilkan solar panel FTI UII dengan menggunakan Persamaan (5) berikut :

$$P = V \times I \quad (5)$$

Gambar 5 adalah *block diagram* untuk memperoleh daya keluaran yang dihasilkan solar panel FTI UII pada LabVIEW.



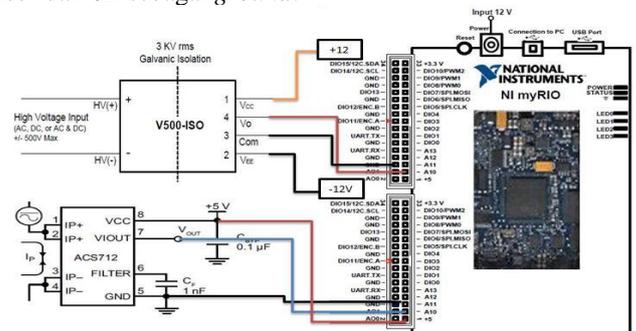
Gambar 5. Block Diagram Perhitungan Daya

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa untuk mendapatkan nilai daya yang dihasilkan solar panel, dilakukan perkalian dari hasil kalibrasi sensor tegangan dan sensor arus. Kemudian hasil dari perhitungan tersebut akan melalui filter untuk memotong sinyal yang memiliki frekuensi rendah. Setelah semua proses dilalui, selanjutnya nilai daya akan ditampilkan pada indikator daya dan grafik pada GUI.

D. Rangkaian Sensor

Agar LabVIEW dapat membaca hasil keluaran sensor tegangan dan arus yang telah di kalibrasi sebelumnya, dibutuhkan rangkaian sensor dengan NI-MyRio. Gambar 6 merupakan rangkaian sensor tegangan dan sensor arus terhadap NI-MyRio yang merupakan alat portabel yang mempunyai *input* dan *output analog*.

Dari rangkaian yang ditunjukkan Gambar 6, sensor tegangan mendapatkan *input* tegangan dari keluaran solar panel. *Supply* tegangan VCC sensor sebesar 12V dari regulator. *Port-port* yang digunakan untuk sensor tegangan yaitu 3A sebagai data keluaran sensor dan 6A sebagai *ground*. Untuk sensor arus, *input* sensor merupakan keluaran solar panel. Adapun *port-port* yang digunakan pada sensor arus yaitu 1B untuk VCC sensor, 5B untuk data keluaran sensor dan 6B sebagai *ground*.

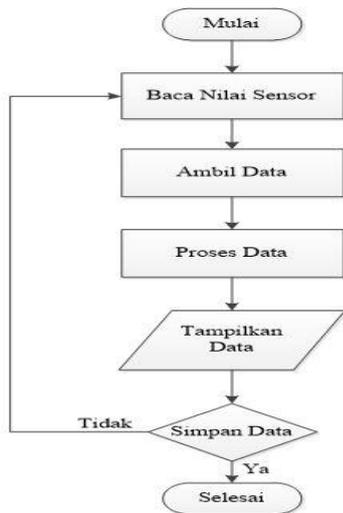


Gambar 6. Koneksi Sistem Elektronik dengan NI-MyRio

Modul NI-MyRio mendapatkan *input* tegangan dari regulator sebesar 12V dan akan mengirim data melalui *wifi* yang terpasang pada modul.

E. Diagram Alir

Program virtual LabVIEW membaca dan memproses data masukan dari NI-MyRio secara terus menerus. Diagram alir program dapat dilihat pada Gambar 7.

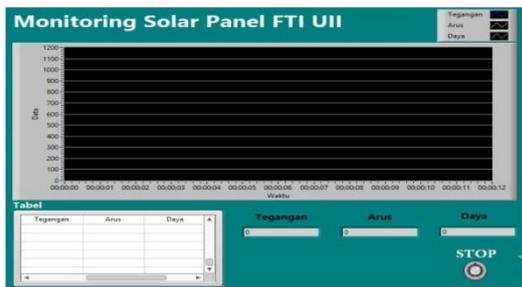


Gambar 7. Diagram Alir Sistem Monitoring

F. GUI (Graphical User Interface) Sistem Monitoring

Proses pembuatan GUI dibangun dengan merancang program yang biasa disebut *block diagram* pada *software* LabVIEW. Tujuan peneliti menggunakan *software* LabVIEW adalah untuk membuat sistem *monitoring* solar panel dengan cara yang lebih sederhana tanpa harus menggunakan bahasa pemrograman yang kompleks.

Gambar 8 merupakan tampilan GUI yang dibuat peneliti dari penggabungan seluruh *block diagram* pada program LabVIEW. Pada grafik, skala X merupakan nilai tegangan, arus, dan daya keluaran solar panel. Sedangkan skala Y merupakan waktu pembacaan yang diatur pembacaannya setiap 60 detik. Tampilan GUI ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait sistem *monitoring* keluaran solar panel berupa tegangan, arus dan daya.



Gambar 8. Tampilan GUI

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan cara menggunakan *software* LabVIEW pada solar panel FTI UII dengan sampel data pengujian di tanggal 10 Februari, 03 Maret dan 05 Maret 2018 yang ditampilkan kedalam grafik dan tabel.

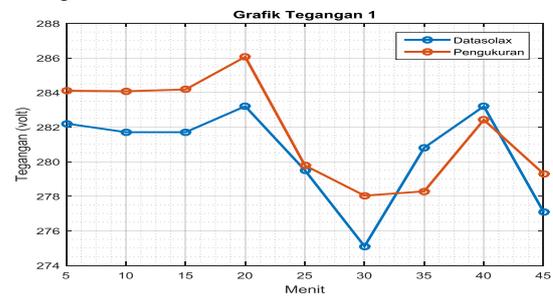
Percobaan pada tanggal 10 Februari 2018 dimulai dari pukul 09.35 WIB. Percobaan pada waktu tersebut dilakukan untuk mendapatkan data dengan intensitas sinar matahari yang terik di pagi hari. Hal ini dilakukan karena pada bulan Februari merupakan bulan basah dengan intensitas matahari rendah. Data yang ditampilkan adalah 9 sampel data pada pengujian 09.35 – 10.15 WIB dengan sampling data setiap 5 menit.

Percobaan pada tanggal 3 Maret 2018 dimulai dari pukul 10.20 WIB. Percobaan pada waktu tersebut dilakukan untuk mendapatkan data dengan intensitas sinar matahari pada saat matahari berada diatas solar panel FTI UII. Data yang ditampilkan adalah 9 sampel data pada pengujian di jam 10.20 – 12.00 WIB dengan sampling data setiap 5 menit.

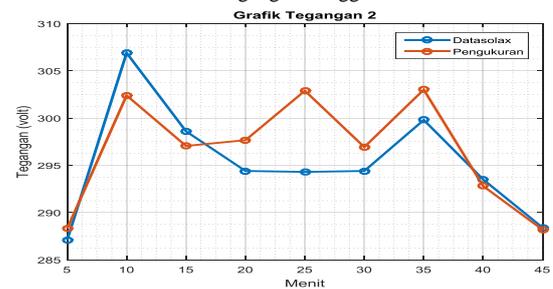
Percobaan pada tanggal 5 Maret 2018 dimulai dari pukul 09.35 WIB. Percobaan pada waktu tersebut dilakukan untuk mendapatkan data keluaran solar panel pada saat kondisi matahari terik menuju redup. Data yang ditampilkan adalah 9 sampel data dengan sampling data setiap 5 menit.

A. Hasil Pengujian Sensor Tegangan

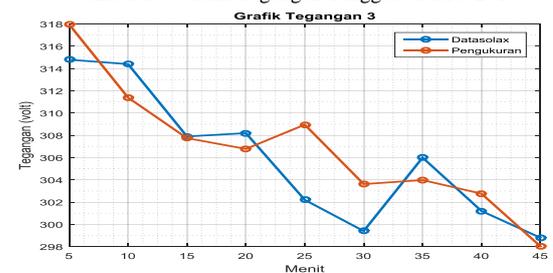
Telah dilakukan pengujian sensor tegangan menggunakan *software* LabVIEW pada solar panel FTI UII. Gambar 9, 10 dan 11 merupakan sampel data pengujian di tanggal 10 Februari, 03 Maret dan 05 Maret 2018 yang ditampilkan kedalam grafik.



Gambar 9. Grafik Tegangan Tanggal 10 Februari 2018



Gambar 10. Grafik Tegangan Tanggal 3 Maret 2018



Gambar 11. Grafik Tegangan Tanggal 5 Maret 2018

Dari hasil pengujian sensor tegangan menggunakan *software* LabVIEW pada solar panel FTI UII. Tabel 3 merupakan sampel data pengujian di tanggal 10 Februari, 2018.

TABEL 3
Hasil Pengujian Sensor Tegangan

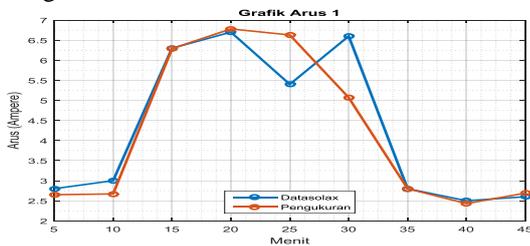
No.	Waktu	Output Solar Panel (V)	Hasil Pembacaan Sensor (V)	Presentase Error Tegangan (%)
1	09.35	282,2	284,1	0,00673
2	09.40	281,7	284,07	0,00841
3	09.45	281,7	284,17	0,00877
4	09.50	283,2	286,06	0,0101
5	09.55	279,5	279,78	0,001
6	10.00	275,1	278,03	0,01065
7	10.05	280,8	278,28	0,009
8	10.10	283,2	282,417	0,0028
9	10.15	277,1	279,3	0,00794
Rata-rata % error				0,00465

Dari hasil pengujian sensor tegangan diperoleh rata-rata *presentase error* sebesar 0,00465% untuk tanggal 10 Februari 2018. *Presentase error* dapat dicari menggunakan Persamaan (6) berikut :

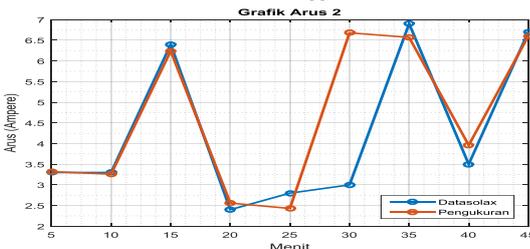
$$\%error = \frac{\text{hasil pembacaan sensor} - \text{output solar panel}}{\text{output solar panel}} \times 100\% \quad (6)$$

B. Hasil Pengujian Sensor Arus

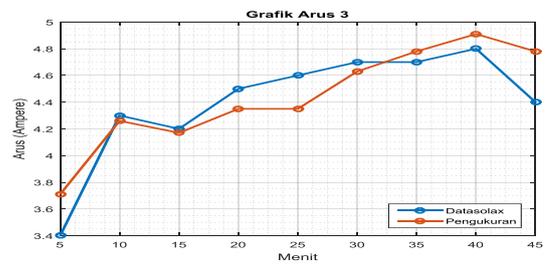
Telah dilakukan pengujian sensor arus menggunakan *software* LabVIEW pada solar panel FTI UII. Gambar 12, 13 dan 14 merupakan sampel data pengujian di tanggal 10 Februari, 03 Maret dan 05 Maret 2018 yang ditampilkan kedalam grafik.



Gambar 12. Grafik Arus Tanggal 10 Februari 2018



Gambar 13. Grafik Arus Tanggal 3 Maret 2018



Gambar 14. Grafik Arus Tanggal 5 Maret 2018

Dari hasil pengujian sensor arus menggunakan *software* LabVIEW pada solar panel FTI UII. Tabel 4 merupakan sampel data pengujian di tanggal 10 Februari, 2018.

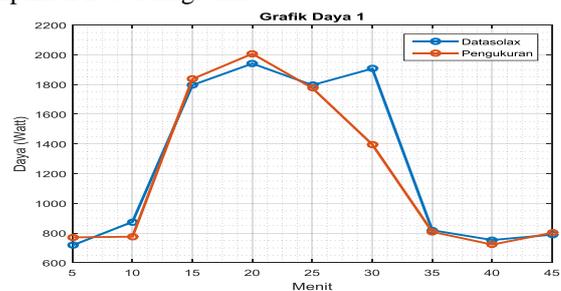
TABEL 4
Hasil Pengujian Sensor Arus

No.	Waktu	Arus Solar Panel (A)	Hasil Pembacaan Sensor (A)	Presentase Error Arus (%)
1	09.35	2,8	2,65	0,0536
2	09.40	3	2,67	0,11
3	09.45	6,3	6,29	0,0016
4	09.50	6,7	6,78	0,01194
5	09.55	5,4	6,63	0,22778
6	10.00	6,6	5,07	0,2318
7	10.05	2,8	2,80	0
8	10.10	2,5	2,43	0,028
9	10.15	2,6	2,69	0,03462
Rata-rata % error				0,0167

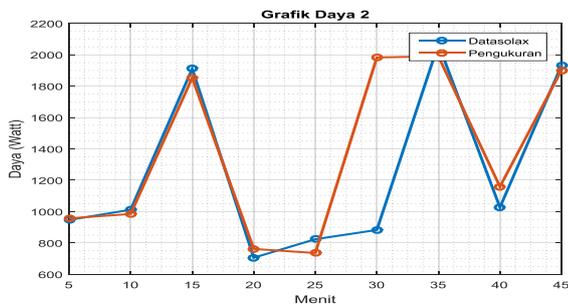
Dari hasil pengujian sensor arus diperoleh rata-rata *presentase error* sebesar 0,0167% untuk tanggal 10 Februari 2018. *Presentase error* dapat dicari menggunakan Persamaan (6)

C. Hasil Perhitungan Daya

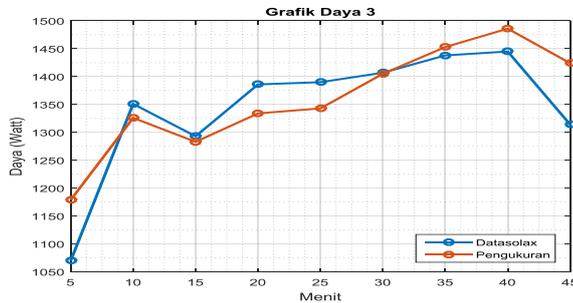
Gambar 15, 16 dan 17 merupakan sampel data pengujian di tanggal 10 Februari, 03 Maret dan 05 Maret 2018 yang ditampilkan kedalam grafik.



Gambar 15. Grafik Daya Tanggal 10 Februari 2018



Gambar 16. Grafik Daya Tanggal 3 Maret 2018



Gambar 17. Grafik Daya Tanggal 5 Maret 2018

Saat pengujian sistem *monitoring* menggunakan *software* LabVIEW pada solar panel FTI UII, diperoleh nilai daya (W) solar panel yang ditunjukkan Tabel 5. Data ini merupakan sampel data pengujian di tanggal 10 Februari 2018.

TABEL 5
Hasil Perhitungan Daya

No	Waktu	Daya Solar Panel (watt)	Hasil Sensor (V)	Hasil Sens or (A)	Hasil Daya (watt)	Presentase Error Daya (%)
1	09.35	717	290.73	2.65	770.77	0,07499
2	09.40	875	290.49	2.67	775.5	0,1137
3	09.45	1796	291.83	6.29	1836.97	0,02281
4	09.50	1941	296.2	6.78	2006.95	0,03398
5	09.55	1796	268.01	6.63	1776.26	0,011
6	10.00	1907	275.18	5.07	1396.26	0,2678
7	10.05	819	288.67	2.80	808.01	0,0134
8	10.10	753	297.3	2.43	722.19	0,0409
9	10.15	789	298.15	2.69	801.45	0,01578
	09.35					0,0333

Dari hasil perhitungan daya menggunakan Persamaan (5) diperoleh rata-rata *presentase error* sebesar 0,033% yang dicari menggunakan Persamaan (6).

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari pengujian dan analisa yang telah dilakukan didapat :

1. Sistem *monitoring* yang mampu mengukur dan menampilkan data keluaran solar panel yang terpasang di gedung FTI UII.
2. Pada sampel pengujian sistem, *presentasi error* daya (W) sistem *monitoring* solar panel FTI UII menggunakan NI-MyRio dan LabView 0,0333%, 0,138508% dan 0,013933%. Nilai ini dipengaruhi dengan akurasi pembacaan sensor tegangan dan sensor arus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. P. Hutauruk, T. Tamba, T. R. Symbolon, J. Fisika, dan B. Keahlian, "Pembuatan Sistem Monitoring Optimasi Energi Cahaya Matahari Menggunakan Sensor Arus pada Antarmuka Personal Computer."
- [2] D. Astuti dkk, "Perancangan Simulator Panel Surya," *Surabaya Inst. Teknol. Sepuluh Novemb.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012.
- [3] C. B. Ahmed, M. Kassas, dan S. Essamuddin, "PV-standalone monitoring system performance using LabVIEW," *Int. J. Smart Grid Clean Energy*, vol. 3, no. 1, pp. 44–50, 2014.
- [4] M. Vyas, K. Chudasama, M. Bhatt, dan B. Gohil, "Real Time Data Monitoring of PV Solar cell using LabVIEW," vol. 6, no. 6, pp. 2218–2221, 2016.
- [5] H. B. Murugan, S. V. . Nagaraju, K. S. Kumar, K. C. Ramakrishnan, dan V. E. Sowjanya, "PV solar cell real time data monitoring using LabVIEW dan DAQ," *Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng.*, vol. 2, no. 8, pp. 4092–4102, 2013.
- [6] R. R. A. Siregar, N. Wardana, dan Luqman, "Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno," *JETri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 14, no. 2, pp. 81–100, 2017.
- [7] D. S. Pratomo and E. Z. Astuti, "Analisis Regresi dan Korelasi Antara Pengunjung dan Pembeli Terhadap Nominal Pembelian di Indomaret Kedungmundu Semarang Dengan Metode Kuadrat Terkecil," *Ilmu Komput.*, no. 1, 2014.
- [8] M. R. Fachri, I. D. Sara, dan Y. Away, "Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 11, no. 4, p. 123, 2015.
- [9] S. Panel, "Evaluasi Sensor Yang Digunakan Untuk Perancangan Sistem Data Logger Pada Solar Panel," pp. 42–59, 2015.