



## Modul Perangkat Lunak Monitoring Daya Sel Surya pada Pelacakan Posisi Matahari Harian Menggunakan Delphi

Martha Adelina Sihombing, Ade Agung Harnawan\*, Tetti Novalina Manik

Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Lambung Mangkurat

Email korespondensi : [adeagungharnawan@unlam.ac.id](mailto:adeagungharnawan@unlam.ac.id)

**ABSTRACT**–Solar cell power monitoring software module in measurement of current and voltage has been made using data acquisition system device. This module is programmed by Delphi and designed according to the necessities for solar cell monitoring. Necessities for monitoring include many data that will be monitored, i.e: current, voltage, power, time and chart. This module will be integrated with hardware so that the data measured by the hardware can be acquired and displayed by the software module. All monitored data are also displayed through Microsoft Excel which then can be saved. Data acquired from the test are i.e: 0,05 A for current1, 0,2 A for current2, 0,027 V for voltage1, 0,15 V for voltage2, 0,001 W for power1, and 0,004 for power2.

**KEYWORD** : *current, Delphi, monitoring, power, solar cell, voltage*

### I. PENDAHULUAN

Teknologi fotovoltaik adalah teknologi yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan divais semikonduktor yang disebut sel surya (Fishbane et.al, 1996). Ketika sinar matahari yang terdiri dari photon-photon jatuh pada permukaan sel surya akan diserap, dipantulkan, atau dilewatkan begitu saja, dan hanya photon yang dengan tingkat energi tertentu yang akan membebaskan elektron dari ikatan atomnya, sehingga mengalirlah arus listrik (Rusminto, 2003).

Banyak sekali para peneliti-peneliti mencoba melakukan penelitian untuk mengoptimalkan luaran sel surya. Budi Yuwono (2005) meneliti “optimalisasi panel sel surya dengan menggunakan sistem pelacak berbasis mikrokontroler AT89C51” hasil dari penelitiannya menyimpulkan bahwa panel surya dengan menggunakan sistem pelacak menghasilkan keluaran energi lebih besar dibandingkan sel surya dengan posisi diam. Perancangan dan simulasi sistem

kontrol posisi pada panel sel surya dengan menggunakan metode *Fuzzy Sliding Mode Control* (FSMC) oleh Wawan Ismanto (2010) menyimpulkan bahwa performansi sistem pengendali FSMC pada sistem panel surya memiliki beberapa kelebihan dibandingkan SMC (*Sliding Mode Control*) dan FLC (*Fuzzy Logic Control*), yaitu lebih Robust terhadap beberapa gangguan eksternal yang bersifat kecil maupun besar dan internal yang berupa ketidakpastian parameter. Penelitian yang dilakukan Mirdanies et.al (2011) dengan judul “rancang bangun sistem kontrol mekanisme pelacakan matahari beserta fasilitas telekontrol hemat energi” menyimpulkan bahwa mekanisme sistem yang dibuat dapat menggerakkan panel hanya dengan menggunakan motor DC (*Direct Current*) berdaya rendah sehingga energi yang terbuang untuk menyuplai motor DC menjadi kecil dan sistem monitoring menggunakan wireless memudahkan pemantauan panel concentrator untuk mengetahui waktu sistem, suhu pemanasan, maupun sudut panel

melalui HMI (Human Machine Interface) pada komputer. Di sisi lain panel sel surya buatan pabrik juga sudah tersedia. Permasalahannya saat ini adalah bagaimana menggunakan panel surya agar mampu menghasilkan daya yang optimal.

Panel sel surya umumnya diletakkan pada posisi tertentu tanpa ada perubahan, sebagai contoh panel sel surya dihadapkan ke atas. Dengan posisi panel menghadap ke atas dan jika panel dianggap benda yang mempunyai permukaan rata maka panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Namun, seperti yang diketahui bahwa matahari tidak akan hanya berada pada sudut tertentu saja. Sesuai hukum tata surya bahwa bumi mengalami rotasi atau perputaran yang menyebabkan matahari tidak menyinari bumi pada satu titik. Sehingga, hal ini akan menyebabkan ada saat-saat dimana matahari tidak tegak lurus terhadap panel.

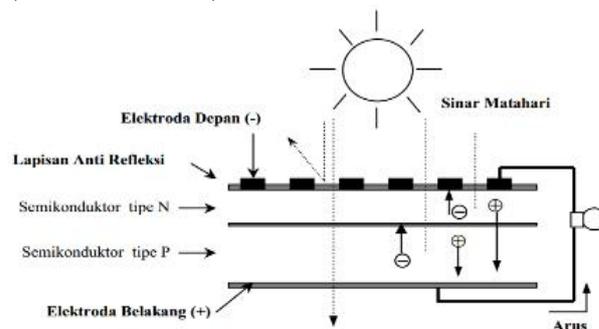
Pelacakan posisi matahari dalam pengumpulan energi surya telah dilakukan oleh Harnawan et.al dengan menggunakan sistem mekanis dan elektronik pengendali pelacak posisi matahari secara real time pada bulan Juli tahun 2013, dan diperoleh lintasan sudut pada sel surya sebesar  $37^\circ$ -  $132^\circ$  yang berbanding lurus terhadap tegangan sensor dengan sudut model dari  $-53^\circ$  ke  $0^\circ$  ke  $-42^\circ$ . Puncak data berada pada sudut  $0^\circ$  yang berarti posisi sel surya tepat tegak lurus dengan permukaan bumi dan menghadap posisi matahari yang tepat tegak lurus dengan permukaan bumi.

Meninjau data lintasan sudut yang ada telah dibuat modul perangkat lunak monitoring daya sel surya menggunakan Delphi. Modul ini didesain agar mampu memonitoring luaran sel surya sehingga luaran yang terukur dapat termonitor dengan baik.

### 1.1. Sel Surya

Secara sederhana sel surya terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe

p dan n (p-n junction semiconductor) yang jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik ditunjukkan dalam Gambar 1. (Rusminto,2003).



Gambar 1. Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik pada sel surya (Rusminto,2003)

Bagian utama pengubah energi sinar matahari menjadi listrik adalah penyerap (absorber), meskipun demikian masing-masing lapisan juga sangat berpengaruh terhadap luaran dari sel surya. Sinar matahari terdiri dari bermacam-macam jenis gelombang elektromagnetik, oleh karena itu penyerap disini diharapkan dapat menyerap sebanyak mungkin radiasi sinar yang berasal dari cahaya matahari. (Rusminto, 2003).

### 1.2. Energi dan Daya

Ketika muatan melewati elemen rangkaian maka medan listrik bekerja pada muatan tersebut. Total usaha yang bekerja pada muatan  $q$  yang melewati rangkaian elemen sebanding dengan produk  $q$  dan beda potensial  $V$ . Jika arus adalah  $I$  dan selang waktu  $dt$ , maka jumlah muatan yang mengalir adalah  $dQ = I dt$ . Usaha yang bekerja pada muatan ini adalah. (Young and Freedman, 1996):

$$dW = VdQ = Vidt \quad (1)$$

Usaha ini menunjukkan energi listrik yang ditransfer ke dalam elemen rangkaian. Transfer energi tiap satuan waktu disebut daya yang ditunjukkan dengan  $P$ , hasil bagi Persamaan 1 dengan  $dt$  akan diperoleh

kecepatan pengiriman energi pada rangkaian tersebut yaitu. (Young and Freedman,1991).

$$\frac{dW}{dt} = P = VI \quad (2)$$

### 1.3. Sistem Pelacak Posisi Matahari

Posisi matahari merupakan kunci untuk mendapatkan luaran sel surya yang lebih tinggi (Susilo et.al, 2010), sehingga diperlukan upaya optimasi daya sel surya, yaitu menjaga/mengupayakan agar sel surya mendapat cahaya maksimal dalam waktu yang lama sehingga diperlukan perangkat pelacak matahari. Mewujudkan hal tersebut langkah-langkah dapat dilakukan adalah penggunaan sensor cahaya, penggunaan pewaktu dalam pelacakan posisi matahari baik dengan satu lintasan kebebasan, dimana modul sel surya akan mengikuti gerakan matahari dari pagi hingga sore hari. (Harnawan, 2011), begitu pula dalam proses pengumpulan energi/daya matahari.

### 1.4. Perangkat Lunak Antarmuka Monitoring Daya Sel Surya

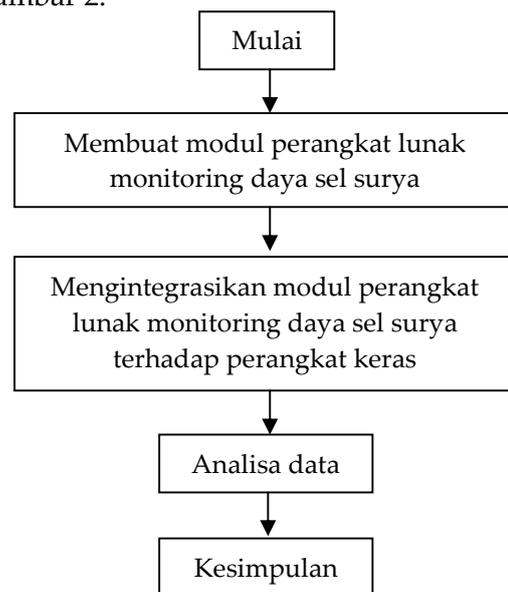
Penggunaan bahasa pemrograman Delphi dapat menghemat waktu pemrograman, karena tidak perlu lagi menuliskan kode program yang rumit dan panjang untuk menggambar, meletakkan dan mengatur komponen. Selain itu, pemrograman Delphi dapat menyusun aplikasi yang lebih interaktif. Delphi banyak menyediakan pilihan komponen antarmuka aplikasi antara lain berupa tombol menu, drop down, menu pop up, kotak teks, radio button, check box, dan lain sebagainya. Komponen skin tampilan juga disediakan seperti SUIpack, Sxskincomponents dan lain sebagainya. (Kusnassriyanto, 2011).

Delphi memiliki kemudahan dalam penyusunan User Interface. Delphi menyediakan komponen TComport yang banyak sekali digunakan untuk berkomunikasi dengan perangkat keras lain melalui serial port. Koneksi hardware yang paling populer adalah menggunakan

komunikasi serial. Meskipun secara fisik hardware terhubung dengan USB, akan tetapi secara software perangkat tersebut bisa diakses melalui port serial (COM). Pada bahasa pemrograman Delphi ini komponen TComPort digunakan untuk mengakses port serial tersebut. (Kusnassriyanto, 2011).

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan secara umum dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram tahapan penelitian

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pembuatan Perangkat Lunak Monitoring Daya Sel Surya

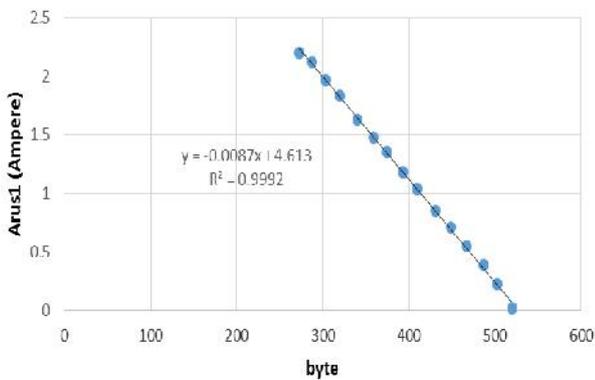
Perangkat lunak monitoring daya sel surya telah dibuat dengan mendesain 6 masukan data menggunakan template memo, yaitu: arus1, arus2, tegangan1, tegangan2, daya1, dan daya2. Pemberian inisial atau nama pada setiap memo adalah template label. Penentuan waktu mulai, lama waktu berjalan dan waktu akhir

Penggunaan menggunakan template label. Pada setting port, diberikan template TButton yang memiliki fungsi masing-masing. *Port*, berfungsi sebagai pengaturan ComPort. Inisialisasi antarmuka terjadi di area ini. *Reset*, berfungsi untuk menghapus semua data yang ada setelah melakukan

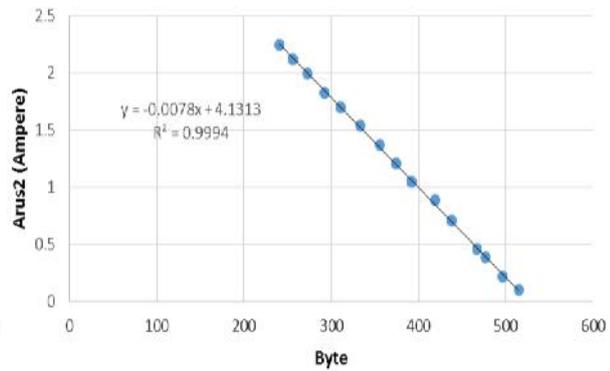
monitoring dan dipergunakan untuk mengulang monitoring. Sehingga tidak diperlukan membuka ulang Delphi. *Mulai*, berfungsi untuk memulai monitoring dan secara kontinuitas data tertampil melalui grafik. *Selesai*, berfungsi untuk mengakhiri monitoring. *Simpan*, berfungsi untuk penyimpanan data yang diperoleh saat monitoring. Data yang tertampil di excel akan tersimpan ketika mengklik tombol ini. *Tutup*, berfungsi untuk mengakhiri kerja Delphi. Bila memang tidak akan ada aktivitas selanjutnya menggunakan perangkat lunak maka template tutup dapat digunakan untuk mengakhiri kerja.



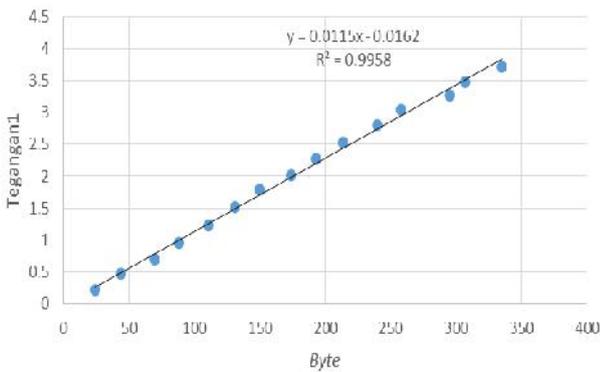
Gambar 3. Tampilan Desain Delphi



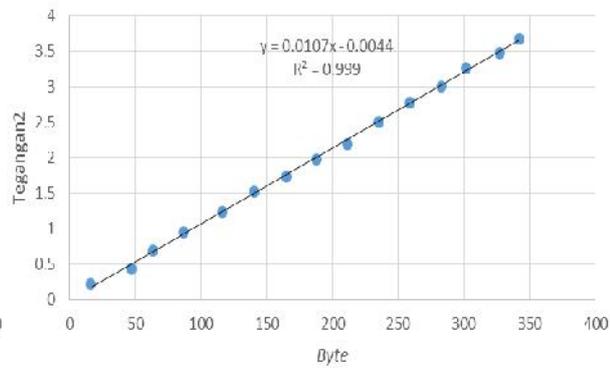
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. Grafik kalibrasi: (a) arus1, (b) arus2, (c) tegangan1, dan (d) tegangan2

### 3.2. Integrasi Modul Perangkat Lunak Monitoring Daya Sel Surya

Modul perangkat lunak monitoring daya sel surya yang telah dibuat kemudian diintegrasikan terhadap perangkat keras. Data yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4. Data-data tersebut digunakan sebagai acuan dalam mengkonversi data di

Delphi sehingga nilai keluaran di Delphi tidak lagi dalam bentuk byte, tetapi sudah dalam bentuk nilai satuan ampere dan volt.

Pengintegrasian modul perangkat lunak terhadap perangkat keras dilakukan melalui proses antarmuka. Proses antarmuka memanfaatkan TComPort yang disediakan juga oleh program Delphi. Penggunaan

TComPort ketika TComPort telah terapkan mampu dipergunakan oleh program maka hal yang harus dilakukan ialah menginisialisasi atau menyelaraskan setiap data diri perangkat keras dengan perangkat lunak. Ketika hal ini telah dilakukan maka antarmuka telah mampu dilakukan.

```
i:=StrToFloat(sensor1);
j:=StrToFloat(sensor2);
k:=StrToFloat(sensor3);
l:=StrToFloat(sensor4);

arus1:=(-0,0087*i)+4,613;
arus2:=(-0,0078*j)+4,1313;
volt1:=(0,0115*k)-0,0162;
volt2:=(0,0107*l)-0,0044;

daya1:=arus1*volt1;
daya2:=arus2*volt2;

data1:=FloatToStr(arus1);
data2:=FloatToStr(arus2);
data3:=FloatToStr(volt1);
data4:=FloatToStr(volt2);

data5:=FloatToStr(daya1);
data6:=FloatToStr(daya2);
```

Ketika tombol port diklik maka akan muncul setting identity Comport. Hal yang harus dilakukan adalah menyelaraskan Comport yang terhubung oleh perangkat keras dan modul perangkat lunak. Setelah setting identity selesai klik ok, maka monitoring siap untuk dijalankan. klik ok, maka monitoring siap untuk dijalankan. Monitoring siap dijalankan dengan memilih menu pada setting port yaitu, mulai. Kemudian klik selesai bila ingin mengakhiri monitoring, klik reset bila monitoring sebelumnya tidak sesuai harapan dan tidak ingin disimpan kemudian dapat melanjutkan monitoring yang baru, klik simpan bila ingin menyimpan, dan klik tutup untuk mengakhiri semua penggunaan delphi.

Gambar 5(a) adalah sel surya yang digunakan dalam pengujian modul perangkat lunak, ada 2 buah sel surya dan keduanya telah terhubung dengan kabel yang terhubung ke perangkat keras. Gambar 5(b) adalah integrasi modul perangkat lunak terhadap perangkat keras. Modul diintegrasikan menggunakan RJ45 to DB9 dan USB to DB9 dari perangkat keras yaitu Gambar 10a adalah

sel surya yang digunakan dalam pengujian modul perangkat lunak, ada 2 buah sel surya dan keduanya telah terhubung dengan kabel yang terhubung ke perangkat keras. Gambar 10b adalah integrasi modul perangkat lunak terhadap perangkat keras. Modul diintegrasikan menggunakan RJ45 to DB9 dan USB to DB9 dari perangkat keras yaitu sistem akuisisi data yang selanjutnya terhubung ke komputer atau PC.



(a)



(b)

**Gambar 5. Integrasi Modul Perangkat Lunak terhadap perangkat keras**

Kebutuhan dalam monitoring daya sel surya diselaraskan dengan kebutuhan data yang akan terukur. Dalam penelitian ini data yang terukur oleh perangkat keras adalah arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel sel surya. Kemudian untuk memperoleh daya, ialah dengan proses perhitungan yang secara otomatis dilakukan oleh modul yang

telah dibuat. Proses perhitungan disesuaikan dengan rumus yang terdapat pada Persamaan 2. Hasil tegangan dan arus yang diterima oleh perangkat keras disampaikan kepada modul perangkat lunak dan kemudian data tersebut dikalikan sehingga diperoleh daya, yang dapat dilihat pada Gambar 6 (a) yaitu data saat waktu 01 detik hingga 09 detik. Gambar 6(b) menunjukkan hasil tegangan dan arus saat waktu 01 detik hingga 15 menit 42 detik. Gambar 6(c) tegangan dan arus terukur saat waktu 01 detik hingga menit ke 30.

Pentingnya waktu juga dapat termonitor dalam modul perangkat lunak. Modul menyediakan awal waktu pemakaian, selang waktu pemakaian, dan akhir waktu pemakaian. Hal ini disediakan guna mempermudah monitoring, sehingga pemantauan terhadap waktu pun dapat termonitoring dengan baik.

Data yang tersimpan sangat banyak hingga ribuan data, karena data diambil tiap detik selama 1820 detik. Data yang ditampilkan hanya data sebagian saja. Berikut data ditunjukkan pada Tabel 1.

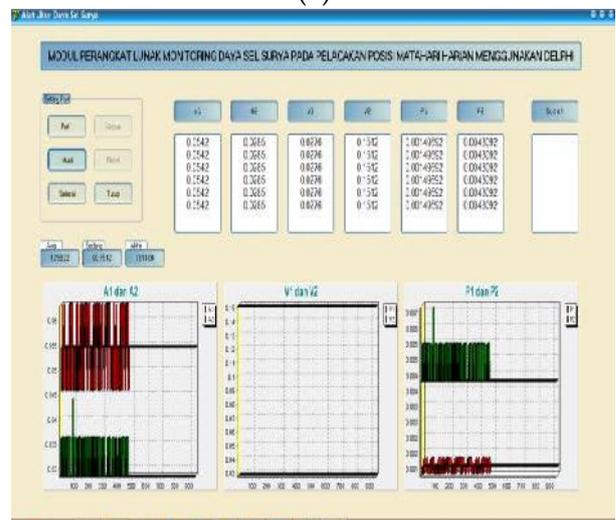
Hasil pengujian monitoring dilakukan pada tanggal 16 Januari 2017 tepatnya di hari Selasa, pukul 12.58.22 (jam 12 menit ke 58 detik ke 22). Lama pengujian 30 menit, waktu akhir pengujian pukul 13 menit ke 28 detik ke 22. Nilai arus1 yang terukur berkisar 0,05 A, arus2 berkisar 0,02 A, tegangan1 konstan pada nilai 0,027 V, dan tegangan2 konstan pada nilai 0,15 V, sedang daya1 berkisar 0,001 W dan daya2 berkisar 0,004 W. Nilai yang terukur sangat kecil, ini dikarenakan monitoring terjadi hanya di dalam ruangan. Nilai tegangan 1 dan 2 konstan dikarenakan tegangan langsung dari sel surya yang diperoleh pun sangat kecil, sehingga tidak terbaca oleh perangkat keras, sedang nilai resolusi untuk arduino minimal 4mV, dan tegangan yang diberikan saat itu kurang dari 4mV. Tegangan yang tertampil baik di delphi dan excel adalah nilai dari persamaan yang ada di listing program modul, yaitu:

$$Tegangan_1 = 0,0454k + 0,0276 \quad (3)$$

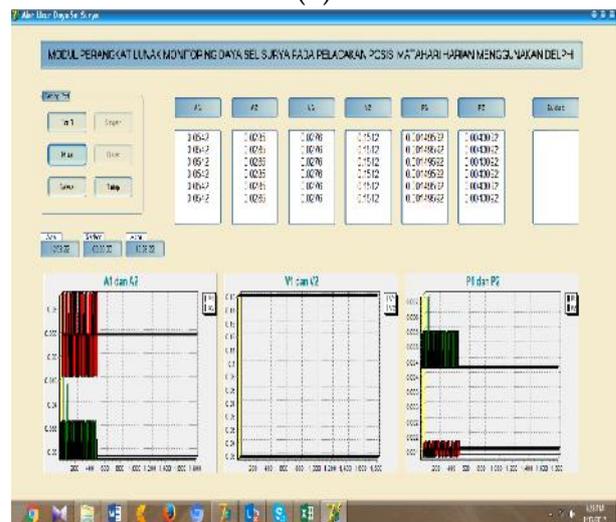
$$Tegangan_2 = 0,0423l + 0,1512 \quad (4)$$



(a)



(b)



(c)

Gambar 6. Tampilan Delphi saat memonitoring di (a) di menit pertama, (b) di menit pertengahan, dan (c) di menit akhir

Tabel 1. Data excel saat memonitoring daya sel surya

Data	Tanggal	Jam	Arus1	Arus2	Tegangan 1	Tegangan 2	Daya1	Daya2
1	1/17/2017	12:58:23	0,0455	0,0285	0,0276	0,1512	0,0013	0,0043
2	1/17/2017	12:58:24	0,0542	0,0285	0,0276	0,1512	0,0015	0,0043
3	1/17/2017	12:58:25	0,0455	0,0285	0,0276	0,1512	0,0013	0,0043
4	1/17/2017	12:58:26	0,0542	0,0285	0,0276	0,1512	0,0015	0,0043
5	1/17/2017	12:58:27	0,0455	0,0285	0,0276	0,1512	0,0013	0,0043
6	1/17/2017	12:58:28	0,0629	0,0285	0,0276	0,1512	0,0017	0,0043
7	1/17/2017	12:58:29	0,0542	0,0363	0,0276	0,1512	0,0015	0,0055
8	1/17/2017	12:58:30	0,0455	0,0285	0,0276	0,1512	0,0013	0,0043
9	1/17/2017	12:58:31	0,0455	0,0285	0,0276	0,1512	0,0013	0,0043
10	1/17/2017	12:58:32	0,0542	0,0285	0,0276	0,1512	0,0015	0,0043
11	1/17/2017	12:58:33	0,0542	0,0285	0,0276	0,1512	0,0015	0,0043
12	1/17/2017	12:58:34	0,0542	0,0285	0,0276	0,1512	0,0015	0,0043
13	1/17/2017	12:58:35	0,0542	0,0285	0,0276	0,1512	0,0015	0,0043
14	1/17/2017	12:58:36	0,0542	0,0363	0,0276	0,1512	0,0015	0,0055
15	1/17/2017	12:58:37	0,0542	0,0285	0,0276	0,1512	0,0015	0,0043
16	1/17/2017	12:58:38	0,0542	0,0285	0,0276	0,1512	0,0015	0,0043
17	1/17/2017	12:58:39	0,0542	0,0363	0,0276	0,1512	0,0015	0,0055
18	1/17/2017	12:58:40	0,0542	0,0285	0,0276	0,1512	0,0015	0,0043
19	1/17/2017	12:58:41	0,0455	0,0285	0,0276	0,1512	0,0013	0,0043
20	1/17/2017	12:58:42	0,0542	0,0363	0,0276	0,1512	0,0015	0,0055

Nilai k dan l adalah nilai byte yang diperoleh oleh perangkat keras (arduino), ketika nilai tegangan yang diperoleh dari sel surya dibawah batas minimum resolusi arduino maka nilai byte yang terukur adalah 0. Untuk itu, nilai yang tertampil pada Delphi hanya nilai penambah dari persamaan masing-masing.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Modul perangkat lunak monitoring daya sel surya telah selesai dibuat dan dapat digunakan sebagai sistem akuisisi data pengukur daya sel surya.
2. Integrasi modul perangkat lunak yang telah dibuat terhadap perangkat keras sistem akuisisi data dapat menampilkan data arus dan tegangan dari sel surya.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

Fishbane, P.M., Gasirowicz, S., and Thornton, S.T., 1996. *Physics For Scientists and engineers*, 2 nd edition, New Jersey:

Prentice-hall.

Harnawan, A.A., 2011, Komputasi Sudut Awal Cermin Pada Prototipe Pengumpul Energi Surya Skala Kecil Menggunakan Teknologi Pemantul Fresnel Linier, *SEMIRATA BKS Wilayah Barat (2010)*. 369-381.

Ismanto. W., 2010. Perancangan Dan Simulasi Sistem control Posisi Pada Panel Surya Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Sliding Mode Control (FSMC), *Tugas Akhir*, Jurusan Matematika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh November.

Kusnassriyanto, 2011. *Belajar Pemrograman Delphi*. Bandung: Penerbit Modula.

Mirdanies, M., Andry A.R., Saputra H.M., Nugraha A.S., Rijanto E., and Santoso A., 2011. Rancang bangun Sistem Kontrol Mekanisme Pleacakan Matahari Beserta Fasilitas Telekontrol Hemat Energi, *Journal Of Mechatronics, Electrical Power, And Vehicular Technology*, 1(1), 31-40.

Rusminto T.W, 2003. *Solar Cell Sumber Energi masa depan yang ramah lingkungan*, Jakarta:

Berita Iptek.

- Susilo, D., Rusminto Tj.W., and Indra A.G., 2010. Peningkatan Daya Keluaran sel Surya Dengan Penjejak Matahari Dan Pemantulan Cahaya Matahari Sebagai Sumber Daya Pendukung Perusahaan Listrik Negara (PLN) Sub Judul: Penjejak Matahari Berbasis sensor Cahaya Dan Waktu, *Tugas Akhir*, Politeknik Elektronika Negri Surabaya, Surabaya.
- Young, W.D. and Freedman, R.A., 1996. *University Physics, ninth edition*, California: Addison-Wesley.
- Yuwono, B., 2005. Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51, *Tugas Akhir*, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret.