

***OUTPUT DAYA PROTOTYPE SOLAR TRACKER DUAL AXIS
MENGUNAKAN WEB SERVER BERBASIS ARDUINO***

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

Syahrus Salam

13 524 128

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

MONITORING OUTPUT DAYA PROTOTYPE SOLAR TRACKER DUA AXIS MENGGUNAKAN WEB SERVER BERBASIS ARDUINO

**TUGAS AKHIR
ISLAM**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**

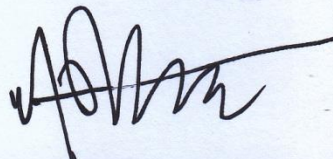
Disusun oleh:

**Syahrus Salam
13524128**

**الجامعة الإسلامية
Yogyakarta, 09 Januari 2019**

Menyetujui,

Pembimbing



**Husein Mubarak, S.T.,M.Eng
155241305**

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 09 Januari 2019




Syahrus Salam

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum wr.wb.,

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah kepada hamba-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Selawat dan salam semoga tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Tugas akhir yang berjudul “*Monitoring Output Daya Prototype Solar Tracker Dua Axis Menggunakan Web Server Berbasis Arduino*” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini, ungkapan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya diucapkan kepada berbagai pihak yang telah memberikan doa, bantuan, bimbingan, dukungan, kerja sama, fasilitas dan kemudahan lainnya. Untuk itu, dengan ketulusan hati saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak yang sudah mengajari saya dengan keras akan makna kehidupan, bersyukur, jujur dan kerja keras. Mamak yang dengan ketangguhannya telah melahirkan saya, dengan segala kelembutannya mengajarkan arti kata menyayangi dan dengan kesabarannya telah mengajari saya untuk selalu bersyukur dan tersenyum.
2. Kedua saudara kandung saya, Ali Akbar dan Raisah yang tak pernah bosan mendengar keluh kesah, berbagi pengalaman, dan dukungannya selama ini.
3. Bapak Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Husein Mubarak, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan bantuannya sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
5. Saudara Teknik Elektro UII 2013 atas pengalaman, senyuman, ilmu bermanfaat, persaudaraan, dukungan, dan masih banyak lagi yang tak bisa disampaikan dengan perkataan.
6. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Elektro UII yang memberikan ilmu dan pengalaman untuk mempersiapkan diri saya di dunia kerja sebagai seorang *electrical engineer*.

7. Seluruh dosen diluar Jurusan Teknik Elektro UII yang pernah mengajar dan memberikan ilmunya kepada saya.
8. Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro UII atas kesempatan dan pengalaman yang diberikan kepada saya untuk belajar dan atas pengalaman tak terbatas atas fungsi dan peran sebagai mahasiswa.
9. Dan banyak pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan seluruhnya yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran membangun dari semua pihak demi kemajuan penulis di masa mendatang. Harapan penulis laporan tugas akhir ini dapat membantu mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 9 Januari 2019

Syahrus Salam

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**MONITORING OUTPUT DAYA PROTOTYPE SOLAR TRACKER
DUAL AXIS MENGGUNAKAN WEB SERVER BERBASIS
ARDUINO**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Syahrus Salam

13524128

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

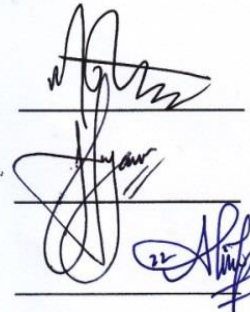
Pada tanggal: 25 Januari 2019

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Husein Mubarak, S.T.,M.Eng,

Anggota Penguji 1: Setyawan Wahyu Pratomo S.T., MT,

Anggota Penguji 2: Almira Budiyanto, S.Si M.Eng,



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 25 Januari 2019

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Yusuf Aziz Amrullah, S.T.,M.Sc.,Ph.D

045240101

ABSTRAK

Prototype solar tracking system dibuat agar dapat mengoptimalkan penerimaan energi matahari. Pemantauan terhadap parameter keluaran solar tracking sangat diperlukan untuk menilai kinerja sebuah solar trackin pada perubahan intensitas cahaya matahari. Tugas akhir ini memaparkan pembuatan sistem pemantauan keluaran prototype solar tracking system berupa tegangan, arus, dan daya. Metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah membandingkan data hasil pengukuran sensor pada system monitoring dengan data hasil pengukuran menggunakan multimeter digital, sehingga hasil yang diperoleh dari pembacaan sistem monitoring lebih akurat. Untuk membaca keluaran solar panel menggunakan dua buah sensor, yakni sensor tegangan dan sensor arus Adafruit INA29 yang terkoneksi dengan Arduino uno. Sistem komunikasi yang dibuat berbasis wireless dengan teknologi web service menggunakan rest web server sebagai interface untuk menampilkan data pengukuran sensor. Dari hasil pengujian sistem monitoring sebanyak 3 kali percobaan dengan menggunakan beban 1 LED dan 7 LED diperoleh persentase error sebesar 37,331%, 82,293% dan 29,493% untuk beban 1 LED. Dengan menggunakan beban 7 LED didapatkan hasil 61,344%, 50,204% dan 9,396%.

Kata kunci : *Monitoring, Solar Tracker, Web Server*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Studi Literatur.....	3
2.2 Komunikasi <i>Ethernet</i>	4
2.3 Modul Sensor Adafruit INA29.....	4
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM	5
3.1 Kalibrasi Sensor Tegangan	5
3.2 Perhitungan Daya	6
3.3 Rangkaian Sensor	6
3.4 Diagram Alir Sensor	7
3.5 <i>Interface</i> Sistem <i>Monitoring</i>	7
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	9

4.1 Hasil Pengujian Daya pada Tanggal 28 November 2018	9
4.2 Hasil Pengujian Daya pada Tanggal 3 Desember 2018.....	11
4.3 Hasil Pengujian Daya pada Tanggal 5 Desember 2018.....	13
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	16
5.1 Kesimpulan	16
5.2 Saran	16
DAFTAR PUSTAKA.....	17
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor Adafruit INA29.....	4
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	5
Gambar 3.2 Rangkain Komponen.....	6
Gambar 3.3 Diagram Alir Program.....	7
Gambar 3.4 Tampilan <i>Interface</i> Pada <i>Websver</i>	8
Gambar 4.1 Grafik Daya Dengan Beban 1 LED.....	9
Gambar 4.2 Grafik Daya Dengan Beban 7 LED.....	10
Gambar 4.3 Grafik Daya Dengan Beban 1 LED.....	12
Gambar 4.4 Grafik Daya Dengan Beban 7 LED.....	12
Gambar 4.5 Grafik Daya Dengan Beban 1 LED.....	14
Gambar 4.6 Grafik Daya Dengan Beban 7 LED.....	14

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Daya Dengan Beban 1 LED.....	10
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Daya Dengan Beban 7 LED.....	11
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Daya Dengan Beban 1 LED.....	12
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Daya Dengan Beban 7 LED.....	13
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Daya Dengan Beban 1 LED.....	14
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Daya Dengan Beban 7 LED.....	15

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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). Sumber energi listrik alternatif 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.

Implementasi *wireless monitoring* energi listrik berbasis *web server* dirancang untuk mendapatkan informasi yang berhubungan dengan pengukuran energi listrik. Teknologi ini dirancang agar pengguna dapat mengakses informasi yang berkaitan dengan pengukuran energi listrik menggunakan jaringan internet kapan saja dan dimana saja. Informasi yang diperoleh berguna untuk pengguna agar dapat memanfaatkan hasil energi listrik dengan maksimal dan aman.

Untuk memanfaatkan teknologi *wireless monitoring* dibidang energi terbarukan, penulis berinisiasi merancang sistem *monitoring output daya solar cell tracking* . Panel surya sebagai salah satu alternatif sumber tenaga listrik sangat cocok di Indonesia yang mendapatkan sinar matahari melimpah. Pemantauan dilakukan untuk menghindari terjadinya pencurian terhadap baterai maupun mencegah kerusakan panel surya. Pemantauan dilakukan dengan melakukan *monitoring* terhadap keluaran dari panel surya berupa tegangan, arus dan daya berbasis *web server*. Jadi apabila terjadi keanehan terhadap keluaran dari panel surya bisa segera dilakukan analisa dan pengecekan. Teknologi perangkat lunak yang digunakan adalah teknologi *web service* menggunakan *rest web server* dan pada perangkat kerasnya menggunakan arduino dan *ethernet shield*.

1.2 Rumusan Masalah

Merancang sistem *monitoring* tegangan, arus dan daya yang dihasilkan *solar cell tracker* untuk memperoleh data pengukuran secara *realtime* dan memiliki tingkat akurasi yang baik melalui modul *ethernet shield* arduino berbasis *web server* dalam satu jaringan atau LAN. Sehingga data yang diperoleh dari sistem monitoring dapat dengan mudah dianalisa dan digunakan untuk manajemen Energi.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah *monitoring output solar cell tracker* berupa tegangan, arus dan daya menggunakan modul *ethernet*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari skripsi ini adalah membuat sistem *monitoring* yang dapat mengukur data keluaran *solar cell tracker* yang mempunyai tingkat akurasi tinggi, dengan menggunakan metode membandingkan pembacaan dari nilai sensor dan hasil pengukuran dari alat ukur. Kemudian menampilkan data keluaran *solar cell tracker* secara *realtime* menggunakan *web server*, sehingga data yang diperoleh dari sistem *monitoring* dapat dianalisa dan digunakan untuk manajemen energi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan informasi terkait perancangan sistem *monitoring* menggunakan *web server* pada sistem *solar cell tracker* serta mengetahui data keluaran *solar cell tracker* berupa tegangan, arus dan daya secara *realtime* menggunakan *web server*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian yang berkaitan dengan sistem *monitoring* menggunakan teknologi *ethernet* sudah cukup banyak dilakukan diantaranya adalah penelitian oleh Isdestian. Penelitian tersebut merancang sistem *monitoring* suhu ruangan untuk menjaga suhu ideal *server*. Sistem ini akan bekerja sebagai alat pembantu tenaga manusia untuk mengawasi kondisi suhu pada ruang *server*. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah melakukan *monitoring* suhu di beberapa ruangan dengan jarak yang jauh menggunakan teknologi *ethernet* dan protokol TCP/IP. Perangkat pendeteksi suhu yang terdiri dari mikrokontroler arduino Uno ATmega328, *EthernetShield* W5100 dan Sensor Suhu LM35 untuk mendeteksi suhu ruangan yang kemudian akan dihubungkan pada *interface web* untuk menampilkan hasil *monitoring*. Notifikasi *email* berfungsi sebagai sistem peringatan jika sistem *monitoring* mendeteksi suhu melebihi 25°C. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, notifikasi *email* pada system bekerja dengan baik dengan mengirimkan *email* ke administrator *server* ketika suhu ruangan telah melebihi 25°C.[1]

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Rohman dkk. Penelitian tersebut merancang sistem *monitoring* solar panel berbasis arduino. Penelitian ini menggunakan perangkat keras berupa arduino UNO dan modul wifi esp8266 berbasis teknologi *rest web server*. Keluaran solar panel yang dimonitoring pada penelitian ini adalah tegangan keluaran dan kondisi baterai. *Codeigneter* dan *restful library* digunakan sebagai *web service*. Penelitian ini dapat mengirim data *monitoring* dalam bentuk *array* sehingga dapat melakukan *monitoring* lebih banyak panel surya.[2]

Penelitian yang dilakukan oleh Budioko yaitu merancang sistem *monitoring* suhu jarak jauh berbasis IoT menggunakan protokol MQTT. Pada penelitian ini, perancangan dilakukan untuk memantau suhu penetas telur. *Hardware* yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor suhu LM35, arduino UNO dan modul *wifi esp8266 ver01*. Pada pengujian, sistem ini dapat melakukan koneksi ke *server* MQTT lokal maupun global, mampu mengirim data dan menerima data (*subscribe*).[3]

Berdasarkan penelitian yang sudah ada, penulis membuat penelitian yang digunakan untuk melakukan *monitoring output* pada *solar cell tracking* secara *real time* dengan menggunakan *ethernet shield* arduino berbasis web server. Sensor yang digunakan adalah sensor Adafruit INA29 dan sensor tegangan 25v.

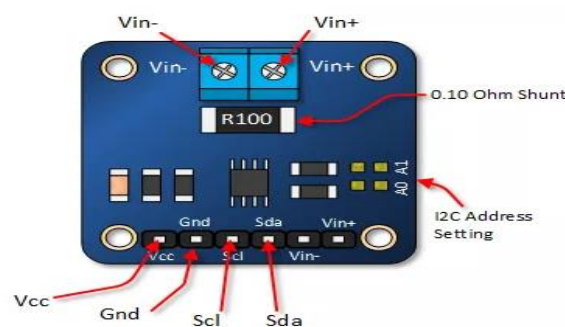
2.2 Komunikasi Ethernet

Ethernet Shield adalah modul yang digunakan untuk mengkoneksikan Arduino UNO dengan internet menggunakan kabel (Wired). Arduino *ethernet shield* dibuat berdasarkan pada *wiznet W5100 ethernet chip*. *Wiznet W5100* menyediakan IP untuk TCP dan UDP yang mendukung hingga 4 *socket* secara simultan. Untuk menggunakannya dibutuhkan *library ethernet* dan *SPI*. *Ethernet shield* menggunakan kabel RJ-45 untuk mengkoneksikannya ke internet dengan *integrated line transformer* dan juga *power over ethernet*. Komunikasi antara chip prosesor pada *board* Arduino UNO (master) dengan prosesor pada *board ethernet (slave)* berupa bus SPI (Serial Peripheral Interface). Empat buah sinyal SPI adalah *Master In Slave Out (MISO)*, *Master Out Serial In (MOSI)*, *Serial Clock (SCLK)* dan *Chip Select (CS)*. Pada bagian master dan *slave* terdapat register serial *shift* yang berfungsi untuk mengirimkan *byte* melalui sinyal MOSI (master → slave) dan MISO (slave → master).

Untuk menghubungkan Arduino UNO dengan modul *ethernet shield* menggunakan pin 10,11,12,13 (CS,MOSI,MISO,SCLK). *Library* yang digunakan pada pemrograman Arduino UNO dalam merancang sistem *monitoring* keluaran *solar tracker* adalah SPI dan *ethernet*.

2.3 Modul Sensor Adafruit INA29

Adafruit INA29 merupakan modul sensor yang digunakan untuk mengukur arus, Tegangan dan daya pada suatu rangkaian dengan tingkat kepresisian yang tinggi. Modul ini mampu mengukur arus hingga 3.2A dan tegangan 26 VDC dengan hanya menggunakan VCC 5 atau 3V. Sensor ini yang digunakan pada perancangan sistem *monitoring* solar panel *tracker* berbasis *wireless*. Gambar 2.1 adalah sensor INA219 yang digunakan dalam mengukur arus pada solar tracker. Modul sensor INA219 didesain oleh Adafruit yang sudah terintegrasi pada Library Arduino, dalam pengukuran sensor ini menggunakan komunikasi I2C dengan tingkat presisi mencapai 1%.

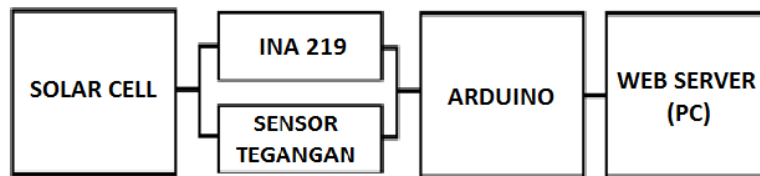


Gambar 2.1 Sensor Adafruit INA29 [4]

BAB 3

PERANCANGAN SISTEM

Pada tahap ini, perancangan sistem *monitoring solar cell tracking*, dilakukan agar mempermudah dalam penyelesaian penelitian. Gambar 3.1 merupakan skema perancangan sistem *monitoring solar cell tracking* menggunakan *ethernet shield* arduino.



Gambar 3.1 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 dipasang pada pin SDA dan SCL berikutnya sensor tegangan akan dihubungkan dengan *input analog0* Arduino. Selanjutnya, dari Arduino dihubungkan dengan *personal computer (PC)* menggunakan kabel LAN yang terdapat pada Arduino, sehingga hasil akhir dari pembacaan sensor akan diolah dan ditampilkan pada halaman Web dalam bentuk HTML yang dapat diakses melalui *personal computer (PC)*. Sistem ini dapat mengukur tegangan maksimal 25 VDC dan arus 3 Ampere.

3.1 Kalibrasi Sensor Tegangan

Kalibrasi yang digunakan pada sensor arus tegangan untuk sistem *monitoring solar tracker*, dirumuskan dengan persamaan 3.1 sebagai berikut :

$$V_{read} = \frac{5}{1023} \times \frac{Sensor\ Value (R_1 \times R_2)}{R_2} \quad (3.1)$$

Dengan nilai :

V_{read} = Arus keluaran sensor (V)

Sensor Value = Nilai ADC

R_1 = 30000 ohm

R_2 = 7500 ohm

3.2 Perhitungan Daya

Setelah mengkalibrasi sensor tegangan dan diperoleh hasil dari sensor Adafruit INA29, 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 3.2 berikut :

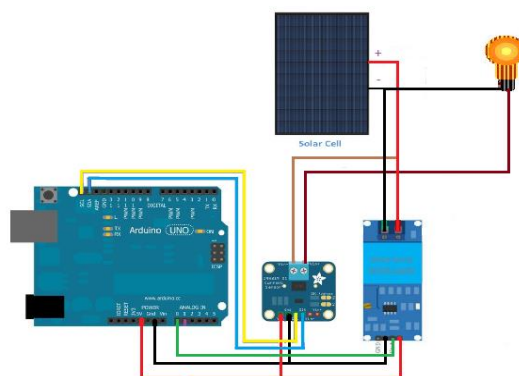
$$P = V \times I \quad (3.2)$$

Dengan nilai:

- P = Daya yang dihasilkan solar panel
- V = Tegangan yang dihasilkan solar panel
- I = Arus yang dihasilkan solar panel

3.3 Rangkaian Sensor

Agar Arduino dapat membaca hasil keluaran sensor tegangan dan arus yang telah di kalibrasi sebelumnya, dibutuhkan rangkaian sensor dengan Arduino. Gambar 3.2 merupakan rangkaian sensor tegangan dan sensor arus terhadap Arduino.

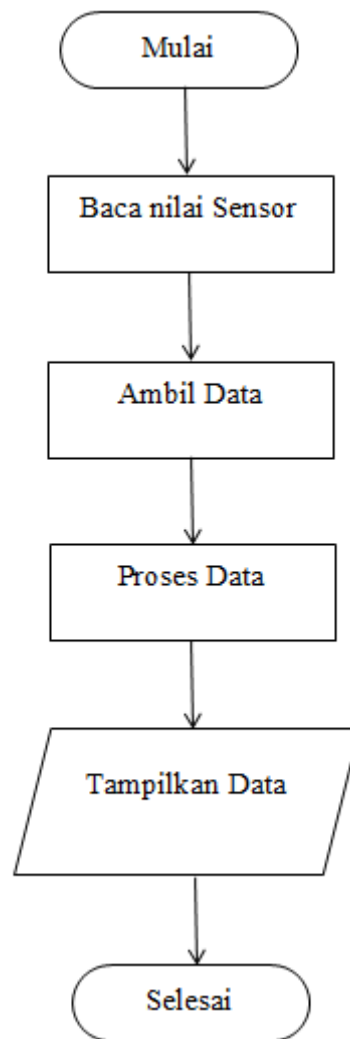


Gambar 3.2 Rangkain Komponen

Dari rangkaian yang ditunjukkan Gambar 3.2, sensor tegangan mendapatkan *input* tegangan dari keluaran solar panel. *Supply* tegangan VCC sensor tegangan sebesar 5V dari Arduino. Untuk sensor arus, *input* sensor merupakan keluaran solar panel. Adapun *port-port* yang digunakan pada sensor arus yaitu Pin digital SCL dan SDA, VCC 5v serta ground.

Program Arduino membaca dan memproses data masukan dari sensor secara terus menerus. Diagram alir program dapat dilihat pada Gambar 3.3.

3.4 Diagram Alir Sensor



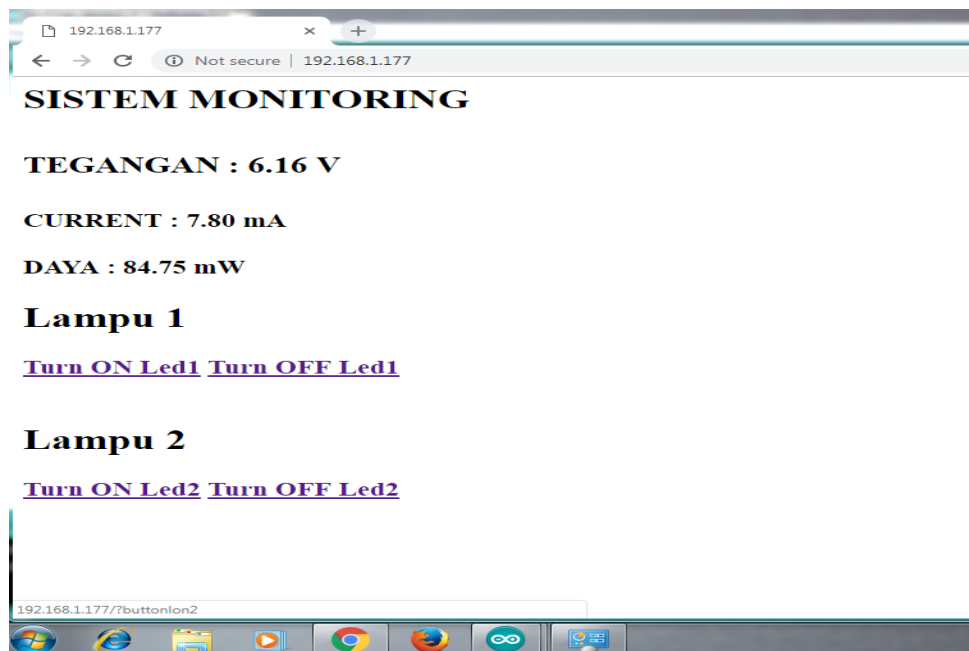
Gambar 3.3 Diagram Alir Program

Sesuai dengan diagram alir pada Gambar 3.3, Arduino membaca data keluaran sensor tegangan dan sensor arus, pada *port analog* dan digital yang terhubung dengan keluaran sensor. Terdapat 1 *port* Analog A0 yang digunakan sensor tegangan dan 2 *port* digital SDA dan SCL yang digunakan sensor arus. Selanjutnya pada halaman web server menerima data yang dikirim oleh arduino melalui *komonikaso ethernet* untuk kemudian di proses pada *block diagram* yang telah dibuat. Halaman Web Server akan menampilkan data hasil pembacaan sensor setiap 5 detik.

3.5 Interface Sistem Monitoring

Proses pembuatan Interface dibangun dengan merancang program yang biasa disebut *Coding* pada *software* Arduino. Tujuan peneliti menggunakan *software* Arduino adalah untuk

membuat sistem *monitoring* solar panel dengan cara yang lebih sederhana tanpa harus menggunakan bahasa pemrograman yang kompleks.



Gambar 3.4 Tampilan *Interface* Pada *Webserver*

Gambar 3.4 adalah tampilan *Interface* pada *Web Server* yang diprogram melalui *Arduino* untuk sistem *monitoring solar cell tracker*. Hasil pembacaan sensor dari *Arduino* akan ditampilkan setiap 5 detik. Tampilan *Interface* ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait sistem *monitoring* keluaran *solar cell tracker* berupa tegangan, arus dan daya.

BAB 4

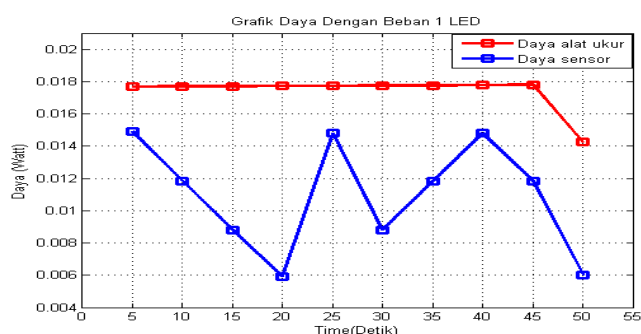
HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan pengujian sensor menggunakan *Arduino* pada solar cell *Traker* dengan sampel data pengujian di tanggal 28 November, 03 Desember dan 05 Desember 2018 yang ditampilkan kedalam grafik dan tabel. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beban 1 LED dan 7 LED yang dirangkai secara paralel.

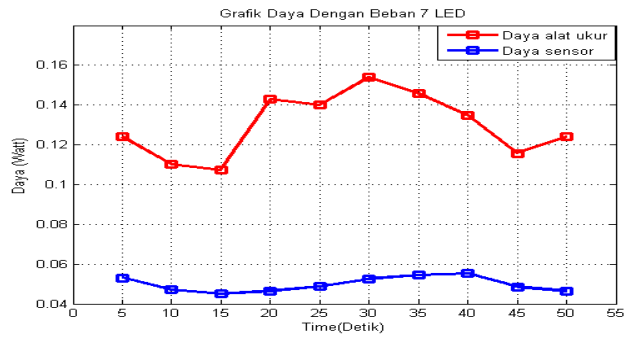
Percobaan pada tanggal 28 November 2018 dimulai dari pukul 15:50:30 WIB. Percobaan pada waktu tersebut dilakukan untuk mendapatkan data keluaran solar panel pada saat kondisi matahari cerah. Data yang ditampilkan adalah 10 sampel data setiap beban, dengan sampling data setiap 5 Detik. Percobaan pada tanggal 3 Desember 2018 dimulai dari pukul 12:30:15 WIB. Percobaan pada waktu tersebut dilakukan untuk mendapatkan data dengan intensitas sinar matahari pada saat matahari berada diatas solar Tracker, namun pada hari itu kondisi cuaca mendung. Data yang ditampilkan adalah 10 sampel data pada pengujian di jam 12:30:15 – 12:34:15 WIB dengan sampling data setiap 5 detik. Percobaan pada tanggal 5 Desember 2018 dimulai dari pukul 10:28:15 WIB. Percobaan pada waktu tersebut dilakukan untuk mendapatkan data dengan intensitas sinar matahari yang terik di pagi hari. Hal ini dilakukan karena pada bulan November merupakan bulan basah dengan intensitas matahari rendah. Data yang ditampilkan adalah 10 sampel data pada pengujian 10:28:15 – 10:29:00 WIB dengan sampling data setiap 5 detik.

4.1 Hasil Pengujian Daya pada Tanggal 28 November 2018

Telah dilakukan pengujian sistem *monitoring* menggunakan *Arduino* pada *solar cell tracker* diperoleh nilai daya (W) solar panel yang ditunjukkan dengan Gambar 4.1 dan 4.2. Gambar tersebut merupakan sampel data pengujian di tanggal 28 November 2018 yang ditampilkan kedalam grafik.



Gambar 4.1 Grafik Daya Dengan Beban 1 LED



Gambar 4.2 Grafik Daya Dengan Beban 7 LED

Tabel 4.1 merupakan sampel data hasil pengujian *output* daya secara *realtime* pada tanggal 28 November 2018 dengan 1 buah LED dan Tabel 4.2 adalah data hasil pengujian menggunakan 7 buah LED.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Daya Dengan Beban 1 LED

No	Waktu	Daya Hasil Pembacaan Alat Ukur (w)	Daya Hasil Pembacaan Sensor (w)	Persentase Error Daya (%)
1	15:50:30	0,0176	0,014	15,771
2	15:50:35	0,0170	0,011	33,126
3	15:50:40	0,0171	0,008	49,858
4	15:50:45	0,0172	0,005	66,591
5	15:50:50	0,0174	0,014	16,572
6	15:50:55	0,0175	0,008	49,971
7	15:51:00	0,0176	0,011	33,352
8	15:51:05	0,0178	0,014	16,760
9	15:51:10	0,0178	0,011	33,501
10	15:51:15	0,0142	0,006	57,807
Rata-rata % error				37,331%

$$\%error = \frac{Pembacaan\ alat\ ukur - Pembacaan\ sensor}{Pembacaan\ alat\ ukur} \times 100 \quad (4.1)$$

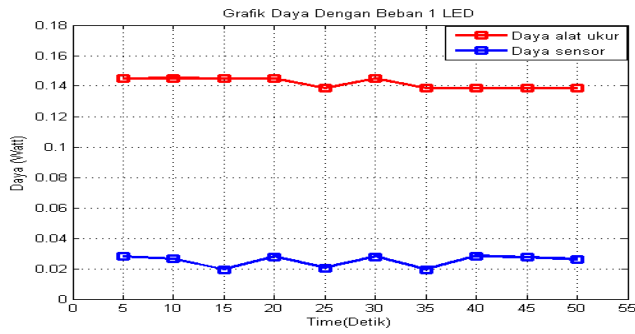
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Daya Dengan Beban 7 LED

No	Waktu	Daya Hasil Pembacaan Alat Ukur (W)	Daya Hasil Pembacaan Sensor (W)	Persentase Error Daya (%)
1	15:53:20	0,123	0,052	57,263
2	15:53:25	0,110	0,047	57,306
3	15:53:30	0,107	0,04	58,050
4	15:53:35	0,142	0,046	67,477
5	15:53:40	0,139	0,048	65,218
6	15:53:45	0,153	0,052	65,846
7	15:53:50	0,145	0,054	62,696
8	15:53:55	0,134	0,055	59,104
9	15:54:00	0,115	0,048	58,021
10	15:54:05	0,123	0,046	62,465
Rata-rata % error				61,344%

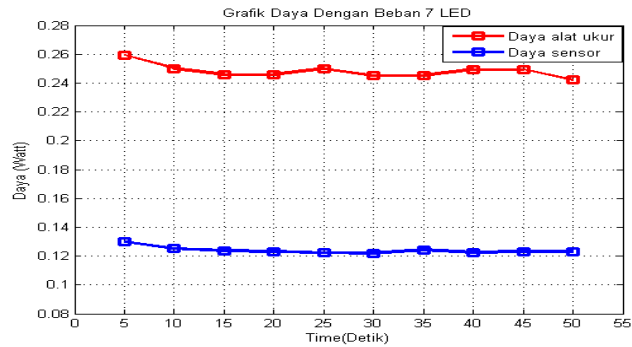
Dari hasil pengujian Output Daya diperoleh rata-rata *persentase error* sebesar 37,331% untuk beban 1 LED dan 61,344% untuk beban 7 LED. Mencari nilai *persentase error* menggunakan Persamaan 4.1. Hasil *nilai persentase error* yang didapatkan dapat dipengaruhi oleh kalibrasi sensor dan juga waktu pengambilan data yang dilakukan pada sore hari sehingga, intensitas cahaya yang diterima panel surya tidak maksimal, dan juga penggunaan beban mempengaruhi nilai arus yang mengalir. Pada percobaan dengan menggunakan beban 7 LED, *persentase error* yang didapatkan lebih kecil dibandingkan dengan beban 1 LED.

4.2 Hasil Pengujian Daya pada Tanggal 3 Desember 2018

Telah dilakukan pengujian sistem *monitoring* menggunakan Arduino pada *solar cell tracker* diperoleh nilai daya (W) solar panel yang ditunjukkan dengan Gambar 4.3 dan 4.4. Gambar tersebut merupakan sampel data pengujian di tanggal 03 Desember 2018 yang ditampilkan kedalam grafik.



Gambar 4.3 Grafik Daya Dengan Beban 1 LED



Gambar 4.4 Grafik Daya Dengan Beban 7 LED

Tabel 4.3 merupakan sampel data hasil pengujian *output* daya secara *realtime* pada tanggal 3 Desember 2018 dengan 1 buah LED dan Tabel 4.4 adalah data hasil pengujian menggunakan 7 buah LED.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Daya Dengan Beban 1 LED

No	Waktu	Daya Hasil Pembacaan Alat Ukur (W)	Daya Hasil Pembacaan Sensor (W)	Persentase <i>Error</i> Daya (%)
1	12:33:30	0,1449	0,0279	80,732
2	12:33:35	0,1452	0,0264	81,763
3	12:33:40	0,1449	0,0194	86,614
4	12:33:45	0,1449	0,0278	80,819
5	12:33:50	0,1389	0,0203	85,367
6	12:33:55	0,1449	0,0278	80,819
7	12:34:00	0,1386	0,0193	86,069
8	12:34:05	0,1386	0,0283	79,537
9	12:34:10	0,1386	0,0275	80,103
10	12:34:15	0,1386	0,0262	81,108
Rata-rata % <i>error</i>				82,293%

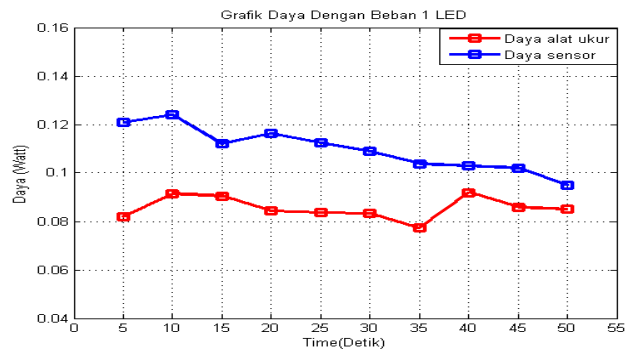
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Daya Dengan Beban 7 LED

No	Waktu	Daya Hasil Pembacaan Alat Ukur (W)	Daya Hasil Pembacaan Sensor (W)	Persentase <i>Error</i> Daya (%)
1	12:30:15	0,2592	0,1299	49,893
2	12:30:20	0,2501	0,1251	49,980
3	12:30:25	0,2459	0,1236	49,709
4	12:30:30	0,2459	0,1230	49,945
5	12:30:35	0,2501	0,1222	51,132
6	12:30:40	0,2453	0,1218	50,344
7	12:30:45	0,2453	0,1243	49,310
8	12:30:50	0,2495	0,1226	50,847
9	12:30:55	0,2495	0,1230	50,677
10	12:31:00	0,2429	0,1232	49,173
Rata-rata % <i>error</i>				50,204%

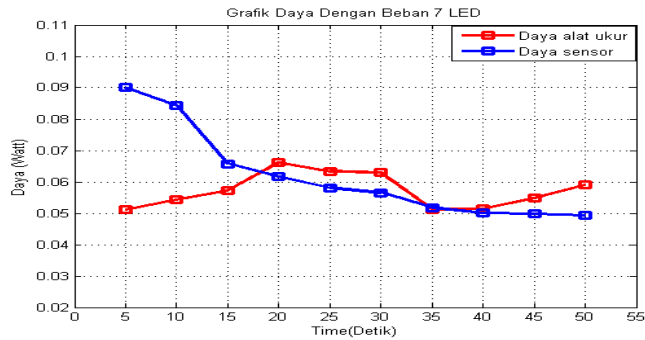
Dari hasil pengujian Output Daya diperoleh rata-rata *persentase error* sebesar 82,293% untuk beban 1 LED dan 50,204% untuk beban 7 LED. Mencari nilai *persentase error* menggunakan Persamaan 4.1 . Hasil *nilai persentase error* yang didapatkan dapat dipengaruhi oleh kalibrasi sensor dan juga waktu pengambilan data yang dilakukan pada siang hari, saat posisi matahari berada tepat diatas solar panel. Intensitas cahaya yang diterima panel surya pada siang hari seharusnya lebih maksimal namun, pada saat pengambilan data cuaca sedang mendung dikarenakan bulan November merupakan musim penghujan. Pada percobaan dengan menggunakan beban 7 LED, *persentase error* yang didapatkan lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan beban 1 LED.

4.3 Hasil Pengujian Daya pada Tanggal 5 Desember 2018

Telah dilakukan pengujian sistem *monitoring* menggunakan Arduino pada *solar cell tracker* diperoleh nilai daya (W) solar panel yang ditunjukkan dengan Gambar 4.5 dan 4.6. Gambar tersebut merupakan sampel data pengujian di tanggal 05 Desember 2018 yang ditampilkan kedalam grafik.



Gambar 4.5 Grafik Daya Dengan Beban 1 LED



Gambar 4.6 Grafik Daya Dengan Beban 7 LED

Tabel 4.5 merupakan sampel data hasil pengujian *output* daya secara *realtime* pada tanggal 5 Desember 2018 menggunakan 1 LED dan Tabel 4.6 adalah data hasil pengujian menggunakan 7 LED.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Daya Dengan Beban 1 LED

No	Waktu	Daya Hasil Pembacaan Alat Ukur (W)	Daya Hasil Pembacaan Sensor (W)	Persentase Error Daya (%)
1	10:28:15	0,081	0,120	47,394
2	10:28:20	0,091	0,123	35,541
3	10:28:25	0,090	0,119	32,012
4	10:28:30	0,084	0,116	37,849
5	10:28:35	0,083	0,112	34,578
6	10:28:40	0,083	0,108	30,745
7	10:28:45	0,077	0,103	34,285
8	10:28:50	0,091	0,102	12,021
9	10:28:55	0,085	0,102	18,909
10	10:29:00	0,085	0,094	11,594
Rata-rata % error				29,493%

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Daya Dengan Beban 7 LED

No	Waktu	Daya Hasil Pembacaan Alat Ukur (W)	Daya Hasil Pembacaan Sensor (W)	Persentase Error Daya (%)
1	10:23:10	0,0511	0,093	75,896
2	10:23:15	0,0542	0,084	55,382
3	10:23:20	0,0572	0,065	14,816
4	10:23:25	0,0661	0,061	6,719
5	10:23:30	0,0633	0,058	8,220
6	10:23:35	0,063	0,056	10,260
7	10:23:40	0,0512	0,0517	0,992
8	10:23:45	0,0513	0,0501	2,359
9	10:23:50	0,0547	0,0498	8,980
10	10:23:55	0,0590	0,0492	6,585
Rata-rata % error				9,396%

Dari hasil pengujian Output Daya diperoleh rata-rata *persentase error* sebesar 29,493% untuk beban 1 LED dan 9,396% untuk beban 7 LED. Mencari nilai *persentase error* menggunakan Persamaan 4.1. Hasil *nilai persentase error* yang didapatkan pada percobaan tanggal 25 desember 2018 merupakan hasil yang paling baik, karena dipengaruhi oleh waktu pengambilan data yang dilakukan pada pagi hari yang cerah, sehingga intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya cukup maksimal. Pada percobaan dengan menggunakan beban 7 LED, *persentase error* yang didapatkan lebih kecil dibandingkan dengan beban 1 LED.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari pengujian dan analisa yang telah dilakukan didapat :

1. Sistem *monitoring* yang mampu mengukur dan menampilkan data keluaran solar cell Tracking .
2. Pada sampel pengujian sistem dengan menggunakan beban 1 Lampu LED, *persentase error* daya (W) sistem *monitoring* solar cell Tracking sebesar 37,331%, 82,293% dan 29,493%. Nilai ini dipengaruhi dengan akurasi pembacaan sensor tegangan dan sensor arus.
3. Pada sampel pengujian sistem dengan menggunakan beban 7 Lampu LED, *persentase error* daya (W) sistem *monitoring* solar cell Tracking sebesar 61,344%, 50,204% dan 9,396%. Nilai ini dipengaruhi dengan akurasi pembacaan sensor tegangan dan sensor arus.
4. Dari hasil pengujian tanggal 28 November, 3 Desember, dan 5 Desember, hasil yang diperoleh dari sistem *monitoring* blum mampu bekerja dengan baik, karena dipengaruhi oleh spesifikasi solar panel dan sensor yang digunakan.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Penambahan fitur pada Interface web server sebaiknya lebih menarik dan terdapat grafik daya secara *realtime*.
2. Pemilihan sensor yang sesuai dengan karakteristik solar panel yang digunakan pada solar cell *tracking*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwi Isdestian "Sistem Monitoring Suhu Ruangan Berbasis Web Menggunakan Teknologi Ethernet Dan Tcp/Ip "
- [2] Fadlur Rohman, Mohammad Iqbal "*Implementasi Iot Dalam Rancang Bangun Sistem Monitoring Panel Surya Berbasis Arduino*".
- [3] Totok Budioko "Sistem Monitoring Suhu Jarak Jauh Berbasis *Internet Of Things* Menggunakan Protokol Mqtt "
- [4] R. R. A. Siregar, N. Wardana, and Luqman, "Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno," *JETri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 14, no. 2, pp. 81–100, 2017.
- [5] Vikramsingh R, Akesh Y. Tonge, and Pooja D.G, "*Heartbeat and Temperature Monitoring System for Remote Patients using Arduino*", *Publisher : International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, Vol-4, Issue-5, May-2017, Kuala Lumpur, Malaysia.
- [6] S. Panel, "Evaluasi Sensor Yang Digunakan Untuk Perancangan Sistem Data Logger Pada Solar Panel," pp. 42–59, 2015.
- [7] Andi Adriansyah, A.Wahyu Dani, "*Design of Small Smart Home System Based on Arduino*," *International Conference on Systems and Electronic Engineering (ICSEE)*, Agustus 27- 28, 2014, Malang, Indonesia.
- [8] M. R. Fachri, I. D. Sara, and Y. Away, "Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 11, no. 4, p. 123, 2015.