

**PROTOTIPE *SOLAR TRACKER DUAL AXIS* DENGAN
SISTEM *MONITORING IOT* BERBASIS *CLOUD***

SKRIPSI

Oleh :

Nama : Tio Muhamad Nur

NPM : 173030051



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2020

LEMBAR PENGESAHAN

PROTOTIPE *SOLAR TRACKER DUAL AXIS* DENGAN SISTEM *MONITORING IOT BERBASIS CLOUD*



Nama : Tio Muhamad Nur

NPM : 173030051

Pembimbing Utama

(Dr. Ir. Bambang Ariantara, M.T)

Pembimbing Pendamping

(Ir. Gatot Santoso, M.T)

ABSTRAK

Indonesia adalah negara yang terletak pada jalur khatulistiwa bumi. Dimana paparan sinar matahari melimpah sepanjang tahun begitupun dengan potensi energi yang bisa diserap dengan memanfaatkan sel surya. Penyerapan energi dari sinar matahari menggunakan sel surya akan maksimal saat permukaan sel surya tegak lurus terhadap arah datang sinar matahari. Untuk memaksimalkan konversi energi dan peningkatan efisiensi sel surya dibutuhkan suatu sistem pelacak surya (*solar tracker*).

Solar tracker merupakan suatu sistem yang digunakan untuk melacak arah datang sinar matahari yang diaktifkan oleh susunan rangkaian sensor cahaya (*light dependent resistor*) dan akan memberikan panduan informasi yang diolah oleh mikrokontroler (arduino nano) mengarahkan sistem penggerak (motor servo MG995) untuk melacak sinar matahari, sehingga posisi sel surya langsung menghadap matahari setiap saat dengan arah selalu tegak lurus (90°). Menggunakan sistem tersebut dapat memastikan penyerapan energi dari sinar matahari dan konversi energi akan maksimal.

Pengembangan *solar tracker* saat ini masih didominasi mekanisme 1 (satu) sumbu kerja dan sistem pengukuran serta pengambilan data keluaran sel surya masih dilakukan secara manual, berdasarkan hal tersebut mendorong dilakukannya penelitian dan pengembangan lebih lanjut yaitu dengan penambahan sumbu kerja menjadi sumbu horizontal dan sumbu vertikal. Serta dibuatkannya sistem *monitoring* data keluaran dari sel surya secara *realtime* berbasis internet dengan bantuan modul Wi-Fi (NodeMCU) yang dapat diakses melalui komputer dan *smartphone* kapanpun dan dimanapun dengan manajemen *cloud database* yang mumpuni untuk mencatat riwayat data dari waktu ke waktu.

Pada penelitian ini dilakukan uji eksperimental terhadap sel surya dinamik (dengan mekanisme *solar tracker*) dan sel surya statik (tanpa mekanisme *solar tracker*). Pengujian dilakukan tanggal 25 November 2020 selama 8 (delapan) jam (06.00-14.00WIB) dengan sumber listrik yang digunakan untuk mengoperasikan *solar tracker* IoT berasal dari jaringan listrik PLN. Variabel yang dicari adalah tegangan, arus dan daya untuk mengkomparasikan efisiensi dari kedua sel surya tersebut. Selain itu, dilakukan juga pengujian untuk mencari energi yang dikonsumsi oleh *controller* pada sistem *solar tracker* IoT sendiri.

Hasil dari penelitian ini, telah dibuat prototipe *solar tracker dual axis* dengan sistem *monitoring* IoT berbasis *cloud* yang dapat menggerakkan sel surya dinamik untuk selalu tegak lurus terhadap arah sinar matahari dan dapat memantau data keluaran sel surya secara *realtime* berbasis internet yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun melalui komputer dan *smartphone*. Energi yang dikonsumsi oleh sistem *solar tracker dual axis* IoT sendiri sebesar 19,96Wh. Sel surya dinamik efisiensinya lebih tinggi 2,67% dan konversi energinya lebih tinggi 7,42Wh jika dibandingkan dengan sel surya statik.

Kata Kunci – Solar Tracker, Sistem Monitoring, Internet of Things (IoT)

ABSTRACT

Indonesia is a country located on the earth's equator. Where sun exposure is abundant throughout the year as well as the potential for energy that can be absorbed by utilizing solar cells. The generation of energy from sunlight using solar cells will be maximized when the surface of the solar cell is perpendicular to the direction of sunlight. For maximize energy generation and increase the efficiency of solar cells, a solar tracker system is needed.

Solar tracker is a system used to track the direction of sunlight which is activated by light sensors (light dependent resistor) and will provide information guidance which is processed by a microcontroller (Arduino nano) directs the drive system (MG995 servo motor) to track sunlight , so the position of the solar cell directly facing the sun at any time with the direction always perpendicular (90°). Using this system can ensure that energy generation will be maximized.

The development of the solar tracker is currently still dominated using 1 (one) axis mechanism and the measurement system and data retrieval of solar cell output is still manually, based on this it encourages further research and development, namely by adding 1 (one) more axis for a horizontal axis and a vertical axis. And an internet-based realtime monitoring system for data output from solar cells using Wi-Fi module (NodeMCU) that can be accessed via computers and smartphones anytime and anywhere with a capable cloud database management to record data history from time to time.

In this study, experimental tests were carried out on dynamic solar cells (with the solar tracker mechanism) and static solar cells (without the solar tracker mechanism). The test was carried out on November 25, 2020 for 8 (eight) hours (06.00-14.00WIB) with the power source used to operate the solar tracker IoT coming from the PLN electricity network. The variables being sought are voltage, current and power to compare the efficiency of the two solar cells. In this study, the testing was also carried out to find the energy consumed by the solar tracker IoT system itself.

The results of this study, a dual axis solar tracker prototype with a cloud-based IoT monitoring system has been made that can move dynamic solar cells to always be perpendicular to the direction of the sun and can monitor solar cell output data in realtime based on the internet which can be accessed anytime and anywhere through computers and smartphones. The energy consumed by the IoT dual axis solar tracker system itself is 19,96Wh. Dynamic solar cells have 2,67% higher efficiency and 7.42Wh higher energy generation when compared to static solar cells.

Keywords – Solar Tracker, Monitoring System, Internet of Things (IoT)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Rumusan Masalah.....	2
1.4. Tujuan	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Manfaat dan Relevansi	4
1.7. Sistematika Penulisan	4
BAB II STUDI LITERATUR	6
2.1 Sel Surya.....	6
2.1.1 Sejarah Sel Surya	6
2.1.2 Struktur dan Prinsip Kerja Sel Surya	8
2.1.3 Jenis Sel Surya	9
2.2 Solar Tracker	12
2.2.1 Hardware.....	13
2.2.2 Software Arduino IDE	19
2.3 Sistem Monitoring IoT	21
2.3.1 Konsep Dasar Sistem Informasi.....	21
2.3.2 Pengolahan Sistem Informasi	21
2.3.3 <i>Database Cloud Computing</i>	23
2.3.4 <i>Internet of Things (IoT)</i>	23
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SOLAR TRACKER DUAL AXIS DENGAN SISTEM MONITORING IOT BERBASIS CLOUD	25
3.1 Diagram Alir Penelitian	25

3.2 Rancangan Keseluruhan Sistem	26
3.3 Rancangan Perangkat Keras	27
3.3.1 Rancangan Sistem Mekanikal.....	27
3.3.2 Rancangan Sistem Elektrikal	28
3.4 Rancangan Perangkat Lunak	29
3.4.1 Algoritma Solar Tracker Dual Axis	29
3.4.2 Sistem Komunikasi	30
3.4.3 Rancangan Database	31
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS	33
4.1. Diagram Alir Pengujian.....	33
4.2. Uji Fungsional dan Kalibrasi Sensor	33
4.3. Setup Pengujian	35
4.4. Hasil Pengujian.....	36
4.4.1 Perubahan Posisi Sel Surya Dinamik.....	36
4.4.2 Sistem Monitoring IoT.....	37
4.4.3 Data Hasil Pengujian.....	39
4.5. Analisa Karakterisasi Sel Surya.....	43
4.5.1 Perhitungan Efisiensi Sel Surya Statik (tanpa mekanisme <i>solar tracker</i>)	44
4.5.2 Perhitungan Efisiensi Sel Surya Dinamik (dengan mekanisme <i>solar tracker</i>).45	
4.5.3 Perhitungan Peningkatan Efisiensi dan Konversi Energi Sel Surya.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN	50

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai gambaran umum tugas akhir yang mencakup tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

1.1. Latar Belakang

Matahari merupakan sumber energi yang melimpah, energi ini dapat ditangkap menggunakan sel surya dengan memanfaatkan efek photovoltaic (PV) untuk mengubah energi elektromagnetik dari sinar matahari menjadi energi listrik. Di lapangan efisiensi sel PV normal relatif rendah. Salah satu penyebab utamanya adalah bahwa daya keluaran dari PV sangat bergantung langsung pada intensitas dan arah datang sinar matahari yang terus berubah dari waktu ke waktu. Selain itu pemasangan PV di kebanyakan tempat bersifat statis (diam) pada sudut tertentu yang menyebabkan intensitas sinar matahari yang diserap PV relatif rendah hal ini berbanding lurus dengan efisiensinya. Padahal penyerapan energi dari sinar matahari akan maksimal saat permukaan sel surya tegak lurus dengan arah datang sinar matahari. Jadi untuk memaksimalkan konversi energi dan peningkatan efisiensi sel surya dibutuhkan suatu sistem pelacak surya (*solar tracker*).

Solar tracker adalah suatu sistem yang digunakan untuk melacak arah datang sinar matahari yang diaktifkan oleh susunan rangkaian sensor cahaya (*Light Dependent Resistor*) dan akan memberikan panduan informasi yang diolah oleh mikrokontroler (Arduino Nano) mengarahkan sistem penggerak (Motor Servo) untuk melacak sinar matahari, sehingga posisi sel surya langsung menghadap matahari setiap saat dengan arah selalu tegak lurus (90°). Menggunakan sistem tersebut dapat memastikan penyerapan energi dari sinar matahari dan konversi energi akan maksimal.

Telah banyak penelitian yang dilakukan terkait pengembangan *solar tracker*, namun kebanyakan hanya menggunakan mekanisme 1 (satu) sumbu gerak yakni sumbu x horizontal dan proses pengambilan data keluaran dari sel surya seperti tegangan, arus dan daya masih dilakukan secara manual hal ini akan membutuhkan waktu yang lama serta kemungkinan *human error* yang tinggi.

Berdasarkan permasalahan dan kondisi eksis pengembangan *solar tracker* tersebut, mendorong dilakukannya penelitian dan pengembangan lebih lanjut yaitu

dengan penambahan sumbu kerja menjadi sumbu x horizontal dan sumbu y vertikal. Serta dibuatkannya sistem monitoring data keluaran dari sel surya statis dan dinamis (dengan mekanisme *solar tracker*) secara *realtime* berbasis internet (*Internet of Things*) dengan bantuan modul WiFi (NodeMCU) yang dapat diakses melalui komputer dan *smartphone* kapanpun dan dimanapun dengan manajemen *database* yang mumpuni untuk mencatat riwayat data dari waktu ke waktu. Dari hasil penelitian ini diharapkan dengan diterapkannya *solar tracker dual axis IoT* mampu memaksimalkan konversi energi dan meningkatkan efisiensi sel surya.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Saat ini kebanyakan sel surya yang terpasang di lapangan masih bersifat statis (diam) membentuk sudut tertentu tidak mengikuti arah datang sinar matahari.
2. Sel surya yang masih bersifat statis menjadikan konversi energi dan efisiensi sel surya menjadi kurang maksimal.
3. Sudah banyak penelitian yang dilakukan untuk pengembangan sistem pelacak surya (*solar tracker*) namun hanya menggunakan 1 (satu) sumbu kerja yakni sumbu x horizontal. Di daerah-daerah tertentu hal ini tentu tidak akan maksimal.
4. Sistem pengambilan data keluaran dari sel surya (tegangan, arus dan daya) masih bersifat manual hal ini akan membutuhkan waktu yang lama serta kemungkinan kesalahan pengukuran (*human error*) yang tinggi.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, perumusan masalahnya adalah bagaimana membuat sistem *solar tracker dual axis IoT* yang dapat melacak dan mengarahkan permukaan sel surya selalu tegak lurus (90°) mengikuti arah datang sinar matahari secara otomatis juga sistem *monitoring* data keluaran sel surya secara *realtime* berbasis internet (*Internet of Things*) dengan memanfaatkan *cloud database* yang dapat diakses menggunakan komputer dan *smartphone* kapanpun dan dimanapun. Menggunakan sistem tersebut diharapkan akan memaksimalkan konversi energi dan efisiensi sel surya serta mempermudah kita mendapatkan data keluaran sel surya dari waktu ke waktu untuk analisis data dan perawatan (*maintenance*).

1.4. Tujuan

Tujuan penelitian yang ditulis pada skripsi ini adalah :

1. Membuat sistem *solar tracker dual axis* yang dapat melacak arah datang sinar matahari dan mengarahkan permukaan sel surya untuk selalu membentuk sudut 90° (tegak lurus) terhadap arah datang sinar matahari.
2. Membuat sistem monitoring data keluaran sel surya secara *realtime* berbasis internet (*Internet of Things*) yang dapat diakses melalui komputer dan *smartphone* kapanpun dan dimanapun untuk memudahkan proses analisis data serta perawatan (*maintenance*).
3. Meningkatkan konversi energi dan efisiensi sel surya.
4. Mengukur konsumsi energi yang digunakan untuk sistem *solar tracker dual axis IoT*.

1.5. Batasan Masalah

Agar penulisan laporan skripsi ini dapat dibahas lebih jelas dan terarah perlu adanya pembatasan masalah. Masalah yang akan dibahas yaitu berada pada ruang lingkup :

1. Pada penelitian ini penulis hanya berfokus pada merancang, membuat dan menguji prototipe *solar tracker dual axis*.
2. Merancang dan membuat sistem *monitoring IoT* output data dari sel surya berbasis *cloud* yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun dengan berbagai perangkat pintar via internet.
3. Sel surya yang digunakan adalah jenis *Polycrystalline* dengan kapasitas 20 WP (*Watt Peak*).
4. Energi listrik yang digunakan untuk menyuplai *solar tracker dual axis IoT* merupakan listrik eksternal (dari PLN), bukan dari listrik yang dihasilkan oleh sel surya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui keluaran daya maksimum dari sel surya itu sendiri.

1.6. Manfaat dan Relevansi

Dari skripsi ini diharapkan dapat diperoleh beberapa manfaat dan relevansi. Beberapa manfaat dan relevansi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan konversi energi dan efisiensi sel surya.
2. Memudahkan kita dalam memantau data keluaran dari sel surya karena dapat diakses berbasis internet dengan berbagai perangkat.
3. Mengetahui *energy consumption* untuk sistem *solar tracker dual axis* IoT sendiri.
4. Perangkat elektrikalnya yang kompak dan portabel sehingga mudah dalam proses instalasinya.
5. Dapat diimplementasikan pada PLTS skala industri.
6. Turut berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) khususnya dalam pengembangan *renewable energy*.
7. Bisa dijadikan sebagai referensi dalam pengembangan sistem *solar tracker* di masa yang akan datang.

1.7. Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini disusun bab demi bab yang terdiri dari 5 (lima) bab. Kelima bab tersebut terdiri dari pendahuluan, studi literatur, perancangan dan pembuatan *solar tracker dual axis* dengan sistem *monitoring* IoT berbasis *cloud*, pengujian dan analisa, serta kesimpulan dan saran.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang, identifikasi masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Pada bab ini dibahas tentang sel surya, *solar tracker*, dan sistem monitoring IoT (*Internet of Things*).

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SOLAR TRACKER DUAL AXIS DENGAN SISTEM MONITORING IOT BERBASIS CLOUD

Pada bab ini dipaparkan mengenai diagram alir penelitian, rancangan keseluruhan sistem, rancangan perangkat keras dan rancangan perangkat lunak pada *solar tracker dual axis* IoT.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini dibahas tentang pengujian dan analisa hasil pengujian *solar tracker dual axis* dengan sistem *monitoring* IoT berbasis *cloud*. Meliputi diagram alir pengujian, uji fungsional dan kalibrasi sensor, *setup* pengujian, hasil pengujian dan analisa karakterisasi sel surya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan dan saran yang terkait dengan skripsi yang berjudul prototipe *solar tracker dual axis* dengan sistem *monitoring* IoT berbasis *cloud*.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Kho, "Pengertian Sel Surya (Solar Cell) dan Prinsip Kerjanya," 14 Juli 2019. [Online]. Available: teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya/. [Diakses 15 September 2020].
- [2] Energysage, "Types of solar panels," 15 Juli 2020. [Online]. Available: www.energysage.com/solar/101/types-solar-panels/. [Diakses 4 September 2020].
- [3] K. R. E. R. Jake Yoshitake, "Solar tracker technology," 18 Mei 2016. [Online]. Available: www.britannica.com/technology/solar-tracker. [Diakses 11 September 2020].
- [4] diy0t.com, "Arduino Nano Tutorial [Pinout]," 21 Januari 2020. [Online]. Available: diy0t.com/arduino-nano-tutorial/. [Diakses 22 September 2020].
- [5] make-it.ca, "NodeMCU ESP8266 Detailed Review," [Online]. Available: www.make-it.ca/nodemcu-arduino/nodemcu-details-specifications/. [Diakses 18 September 2020].
- [6] www.electronicoscaldas.com, "www.electronicoscaldas.com," [Online]. Available: https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MG995_Tower-Pro.pdf. [Diakses 15 September 2020].
- [7] Sinuarduino, "Mengenal Arduino Software (IDE)," 16 Maret 2016. [Online]. Available: www.sinuarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/#1. [Diakses 30 Agustus 2020].
- [8] Kompasiana, "Mengenal Cloud Database," 24 Juni 2015. [Online]. Available: www.kompasiana.com/ferrindotito/552b1c9df17e61f670d623c4/mengenal-cloud-database?page=all. [Diakses 28 Agustus 2020].
- [9] n. english, "Smart Farming 4.0, the Future of Indonesia's Agriculture," netral english, 20 September 2018. [Online]. Available: www.en.netralnews.com/news/business/read/24343/smart.farming.40..the.future.of.indonesia.s.agriculture. [Diakses 26 September 2020].
- [10] R. Blum, *Sams Teach Yourself Arduino™ Programming*, 800 East 96th Street, Indianapolis, Indiana, 46240 USA: Pearson Education, Inc., 2015.
- [11] G. P. K. S. S. R. S. V. P. S. Gaikwad Disha, "IoT based dual axis solar tracker system," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 05, no.

10, pp. 1029 - 1031, Oktober 2018.

- [12] M. ing. Bagus Ramadhani, Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts, Jakarta: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2018.
- [13] R. T. A. D. Jyoti Mishra, "Arduino based Dual Axis Smart Solar Tracker," *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS)*, Vol. %1 dari %2Vol-3, no. 5, pp. 532 - 535, Mei 2017.
- [14] S. A. J. C. R. A. J. Mohamad Nur Aiman Mohd Said, "Dual axis solar tracker with IoT monitoring system using Arduino," *International Journal of Power Electronics and Drive System (IJPEDS)*, vol. 11, no. 1, pp. 451 - 458, Maret 2020.
- [15] R. A. F. M. K. W. Muthna Jasim Fadhill, "Design and implementation of smart electronic solar tracker based on Arduino," *TELKOMNIKA, Vol.17, No.5, October* , pp.2486~2496, vol. 17, no. 05, pp. 2486-2496, Oktober 2019.
- [16] A. P. Sigit Nurharsanto, "SUN TRACKING OTOMATIS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA," *Jom FTEKNIK*, p. Volume 4 No. 2, 2017.
- [17] A. P. Wahyu Fajaryanto, "PENGUJIAN PANEL SURYA DINAMIK DAN STATIK DENGAN MELAKUKAN," *JOM FTEKNIK*, vol. 4, pp. 1-5, Oktober 2017.

