

RANCANG BANGUN SOLAR TRACKER DENGAN PENGUKURAN ARUS DAN TEGANGAN SECARA DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER

Erwin Ardias Saputra¹, Rizana Fauzi², Jurnianto Demmassewa³
Universitas Tadulako¹, Universitas Tadulako², Universitas Tadulako³
erwin.ardias@gmail.com¹, rfauzi86@gmail.com², jurnianto16@gmail.com³

ABSTRACT

The design of a solar tracker with digital current and voltage measurements based on a microcontroller is a system that can follow the direction of the sun automatically based on the LDR sensor. The working principle of this tool is to direct the solar panels to follow the direction of the sun automatically and the current and voltage can be monitored digitally based on a data logger. The result of this design is that the solar tracker is programmed using Arduino Uno as the control center, LDR sensor for detecting sunlight as a determinant of the slope of the solar panel to the sun. To drive it, it uses two (2) power window motors which are controlled using the BTS7960 motor driver, and uses the INA219 sensor to measure the current and voltage. The output current and voltage of the solar panel is displayed on the LCD (Liquid Crystal Display) and can be monitored using the PLX-daq data logger.

Keywords : Solar Tracker, Microcontroller, PLX-daq Data Logger.

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah solar tracker yang dapat memaksimalkan output dari solar panel. Data hasil perbandingan arus dan tegangan yang dihasilkan antara solar tracker dengan PV statis sudah cukup membuktikan bahwa dengan panel surya yang selalu menghadap matahari sangat berpengaruh dibandingkan dengan panel tetap. Dari data perbandingan alat ukur dengan sensor untuk nilai tegangannya nilai error terbesar 0,69% hal ini membuktikan bahwa keakuratan alat ukur dengan sensor cukup baik begitu juga untuk nilai arusnya nilai maksimal yang dihasilkan cukup akurat yaitu nilai error maksimalnya 4,4%.

Kata kunci: Solar tracker, PV, solar panel

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang sangat kaya akan sinar matahari. Sinar Matahari yang terus menerus bersinar sepanjang tahun membuat Indonesia memiliki potensi yang besar dalam menghasilkan listrik dari energi surya. Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi terbarukan semakin menjadi perhatian di Indonesia mengingat terbatasnya sumber energi fosil dan lingkungan yang semakin tercemar. [2]

Namun, penggunaan energi surya di Indonesia masih tergolong baru dan masih banyak tantangan yang harus dihadapi, seperti permasalahan teknis, regulasi, dan finansial. Oleh karena itu, upaya-upaya pengembangan teknologi energi surya di Indonesia terus dilakukan, termasuk diantaranya adalah dengan

mengembangkan teknologi solar tracker agar panel surya dapat lebih efektif menghasilkan energi listrik dari sinar matahari.[1]

Rancang Bangun *Solar Tracker* Dengan Pengukuran Arus Dan Tegangan Secara Digital Berbasis Mikrokontroler yaitu sebuah alat yang memiliki Prinsip kerja untuk mengarahkan panel surya mengikuti arah matahari secara otomatis serta arus dan tegangannya dapat dimonitoring secara digital berbasis *data logger*.

II. LANDASAN TEORI

A. Panel Surya

Panel surya didefinisikan sebagai teknologi yang menghasilkan listrik DC dari bahan semikonduktor ketika dipaparkan oleh

cahaya. selama bahan semikonduktor tersebut dipaparkan oleh cahaya maka *solar cell* akan selalu menghasilkan energi listrik dan ketika tidak dipaparkan oleh cahaya, *solar cell* akan berhenti menghasilkan energi listrik.[3]

Solar cell merupakan salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan lagi sumber energinya banyak tersedia di alam, yaitu sinar matahari, terlebih energi tropis semacam di Indonesia yang menerima sinar matahari sepanjang tahun.[6]



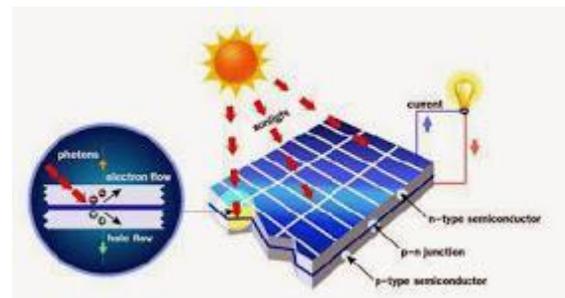
Gambar 1. Panel Surya
(Sumber : Nena Zakiah 2019)

Parameter paling penting dalam kinerja *solar panel* adalah intensitas radiasi matahari atau biasa disebut juga dengan Iridiasi matahari, yaitu jumlah daya matahari yang datang ke permukaan luas area. Iridiasi matahari pada atmosfer yaitu sebesar 1365 w/m^2 . Setelah disaring oleh atmosfer bumi, intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan bumi menjadi 1000 w/m^2 . Nilai ini adalah tipikal intensitas radiasi radiasi pada keadaan tegak lurus sinar matahari dan ketika keadaan cerah yang jatuh ke permukaan. Besar nilai iridiasi matahari ini yang akan menentukan besar daya yang dapat dihasilkan oleh daya panel.[7]

Solar cell konvensional bekerja menggunakan prinsip p-n junction, yaitu junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. semikonduktor ini terdiri dari ikatan- ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan

semikonduktor-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi kelebihan elektron dan hole tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p, silicon doping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan silikon tipe-n silikon didoping oleh atom fosfor.[10]

Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron dan hole bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif dan semikonduktor tipe-n. Dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. Akibat dari elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susunan p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif sehingga menunggu elektron datang, seperti pada gambar dibawah ini. [4]



Gambar 2. Cara Kerja Sel Surya Dengan Prinsip p-n Junction

B. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung didalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dengan mikroprosesor serbaguna yang digunakan didalam sebuah PC. Karena didalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal

mikroprosesor, yakni memory dan antarmuka I/O, sedangkan didalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU.[8]

Adapun untuk mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah mikrokontroler AVR ATmega328/168 dimana modul yang digunakan adalah Arduino Uno. Arduino Uno merupakan modul yang memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 input tersebut dapat digunakan untuk output PWM dan juga memiliki 6 pin input analog, 16 MHz oscillator Kristal, jack power, tombol reset, ICSP header dan koneksi USB. Komponen pendukung mikrokontroler agar dapat digunakan iyalah dengan menghubungkannya ke komputer dengan menggunakan kabel USB. Setiap 14 pin digital pada arduino Uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead(). Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50k Ohm.[10]



Gambar 3 Arduino Uno

C. Data Logger

Data logger merupakan sebuah alat digital atau elektronik yang mencatat data dari waktu ke waktu. Atau secara singkat data logger adalah alat untuk melakukan logging. Secara fisik alat data logger berukuran kecil dan perangkat ini dilengkapi dengan mikroprosesor dan memori internal yang digunakan untuk mencatat dan merekam data sensor. Adapun beberapa kegunaan data logger adalah untuk pengujian pada wilayah perindustrian, pengujian terhadap ruangan tempat

penyimpanan daging (bertujuan untuk suhu dan Ph pada penyimpanan sesuai dengan kebutuhan, dan masih banyak lagi penggunaan-penggunaan lainnya. [9]

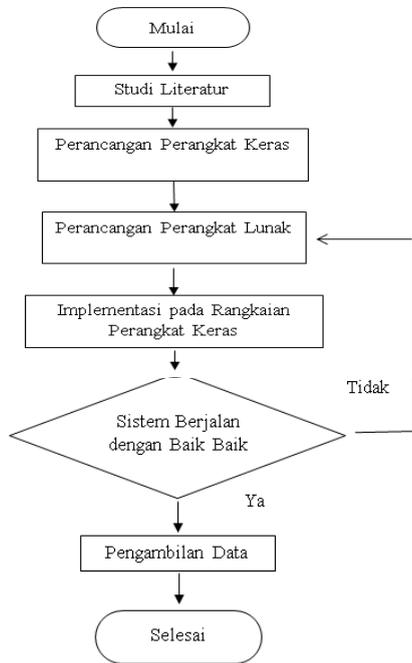


Gambar 4 Data Logger Berbasis PC
(Sumber: Yanuar Rachmatefendi, 2018)

Data logger berbasis PC (*PC-based data logger*) menggunakan komputer untuk pengumpulan data melalui sensor untuk menganalisis dan menampilkan hasilnya. SCADA (*supervisory control and data acquisition*) merupakan evolusi lebih lanjut dari sistem data logger berbasis komputer, dimana data disajikan dalam bentuk grafis sehingga operator dapat mengawasi percobaan atau proses.[5]

III. METODE PENELITIAN

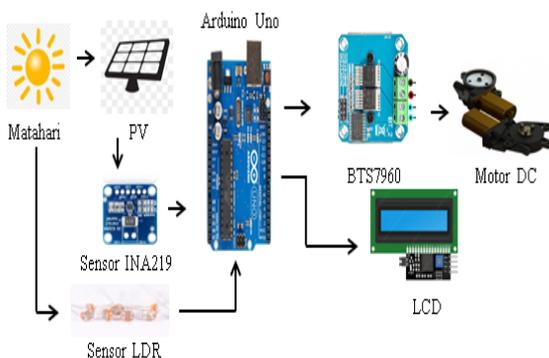
Sebelum melakukan penelitian ini, sebaiknya membuat rancangan tahap tahap dari penelitian yang akan dilakukan agar terstruktur sesuai rencana. Adapun bentuk rancangan dari penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut



Gambar 5. Diagram alir penelitian

A. Perancangan Alat

Pada gambar 3.2 dapat dilihat bahwa proses pengendalian *solar tracker* dapat dilakukan dengan menggunakan sensor LDR sebagai pembaca intensitas matahari kemudian dimasukkan mikrokontroler yang nantinya akan memerintahkan motor power window untuk berputar untuk mengarahkan panel surya kearah matahari kemudian untuk pembacaan arus tegangannya menggunakan sensor INA219 yang nantinya ditampilkan secara digital.



Gambar 6. Desain sistem solar tracker

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

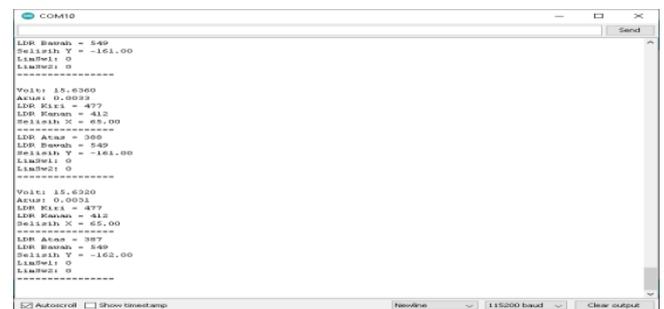
Solar tracker dengan pengukuran arus dan tegangan berbasis mikrokontroler terdiri dari panel surya, motor power window, dan box panel kontrol. Dalam box panel kontrol terdapat microcontroller Board Arduino Uno, Driver Motor BTS7960, dan Sensor INA219. Sensor LDR yang mengontrol motor atas dipasang sisi panel surya sedangkan untuk sensor LDR yang mengontrol motor motor bawah dipasang di tiang penyangga panel surya.



Gambar 7. Bentuk fisik alat tampak depan dan tampak samping

A. Pengujian Sensor INA219

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor ini dapat berfungsi dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan sensor ke output panel surya. Pembacaan sensor INA219 dapat dimonitor kemudian ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE.

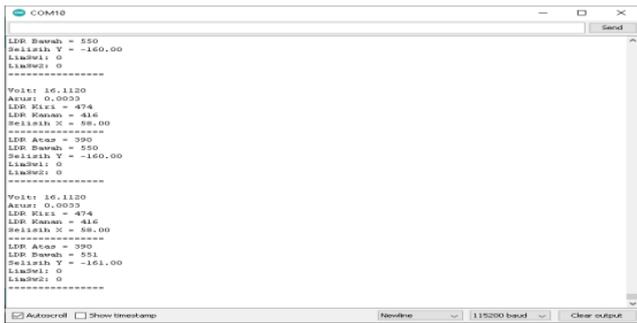


Gambar 8. tampilan Arus Dan Tegangan Pada serial Monitor

B. Pengujian Sensor LDR

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor LDR berfungsi dengan baik.

Sensor LDR ini digunakan untuk mengatur motor power window sehingga panel surya dapat mengikuti matahari. Nilai pembacaan sensor LDR dapat dilihat pada serial monitor Arduino IDE.



Gambar 9. Tampilan Nilai pembacaan Sensor LDR Pada serial Monitor

C. Pengujian Alat

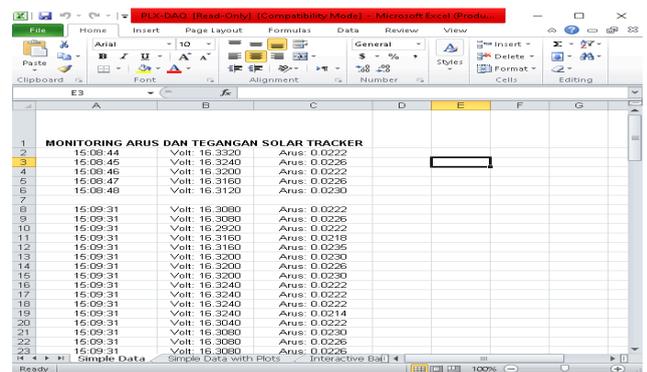
Pengujian alat dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan sistem yang telah dirancang. Pada pengujian alat dilakukan pengambilan data selama 1 hari dengan durasi 5 jam dan setiap 30 menit akan dilakukan pengambilan data. Hal ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan alat secara keseluruhan.

Tabel 1. Pengujian Alat

No	Waktu Pengujian Alat	Kemiringan		Output	
		Motor Bawah	Motor Atas	Tegangan (V)	Arus (A)
1	10:00	91°	58°	20,0	1,82
2	10:30	95°	65°	23,2	1,85
3	11:00	95°	70°	22,9	0,62
4	11:30	95°	77°	23,7	2,02
5	12:00	95°	80°	24,1	1,75
6	12:30	95°	89°	23,9	1,51
7	13:00	95°	93°	23,7	2,19
8	13:30	95°	106°	24,2	1,93
9	14:00	95°	125°	24,1	1,58
10	14:30	95°	125°	22,7	0,34
11	15:00	95°	125°	21,5	0,33

Pada data pengujian alat dapat dilihat bahwa dengan adanya perubahan sudut kemiringan

dimana untuk nilai sudut kemiringan motor atas yang bergerak secara vertikal atau elevasi yang mengarah dari timur ke barat. perubahan nilainya cukup signifikan dikarenakan pergerakan matahari yang bergerak hampir tepat diatas kepala dan motor bawah hanya bergerak beberapa derajat secara horizontal atau azimuth lalu diam hal ini dikarenakan sensor LDRnya sudah tidak mendapatkan sinar cahaya matahari dan dari setiap pengambilan data serta nilai arus dan tegangan yang dihasilkan pada panel surya dengan kapasitas 30WP cukup maksimal menandakan berhasilnya rancangan alat secara keseluruhan.



Gambar 10. Tampilan Nilai Arus Dan Tegangan Pada PC menggunakan PLX-DAQ

Pada rancang bangun solar tracker dengan pengukuran arus dan tegangan secara digital juga dilengkapi dengan data logger yang ditampilkan pada PC menggunakan PLX-DAQ dimana sesuai dengan pengertian data logger (Perekam Data) adalah perangkat yang bekerja untuk merekam data dari waktu ke waktu sehingga dapat berguna untuk memudahkan memonitoring arus dan tegangan pada Solar Tracker dan datanya dapat disimpan dalam bentuk excel.

Solar Tracker dengan pengukuran arus dan tegangan berbasis mikrokontroler merupakan alat yang dibuat untuk memaksimalkan arus dan tegangan yang diserap oleh panel surya juga arus dan tegangannya dapat dimonitoring dengan menggunakan data logger berbasis PC PLX-DAQ. solar tracker akan bekerja dimana Sensor LDR akan mendeteksi arah matahari

kemudian diteruskan ke driver motor dan *Motor Power Window* akan Berputar sesuai dengan nilai LDR. Sensor LDR yang dipasang pada *solar tracker* sebanyak 4 buah, 1 dibagian kiri tiang penyangga panel surya, 1 dibagian kanan penyanggah panel surya kemudian yang sisanya lagi dipasang di sudut kiri dan kanan panel surya. ketika nilai LDR yang ada di sudut kiri panel surya nilainya besar maka motor akan berputar ke kiri begitu sebaliknya, ketika nilai sensornya sama atau belum melewati resistansinya maka motor power window tidak akan berputar.

Untuk mengetahui nilai arus dan tegangannya maka digunakan sensor INA219 dimana merupakan modul sensor yang mampu mengukur tegangan, arus dan daya secara bersamaan. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh IC medan terintegrasi dan diubah menjadi tegangan proporsional. Karakteristik sensor INA219 saat ini dilakukan menggunakan resistor pasif dengan nilai 10W15RJ. Dimana hasil keluaran tegangan dan arus akan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali dan dibandingkan dengan nilai keluaran AVometer.

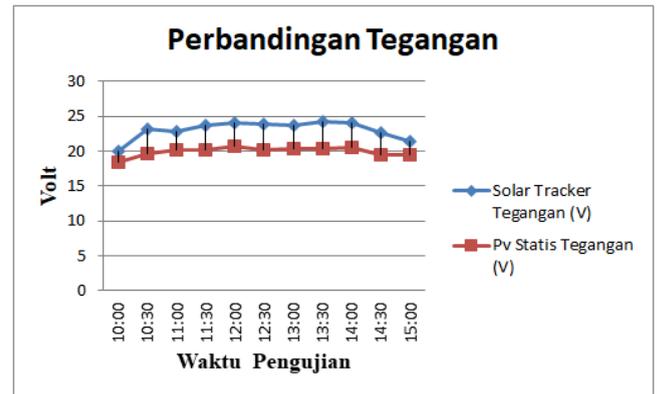
Untuk nilai sudut putaran pada *solar tracker* khususnya pada panel yang bergerak secara elevasi memiliki batas sudut 55 derajat pada sisi timur dan 125 derajat pada sisi barat, hal ini dikarenakan adanya limit switch yang dipasang agar *motor power window* tetap bekerja secara maksimal.

D. Perbandingan Solar Tracker dengan PV Statis

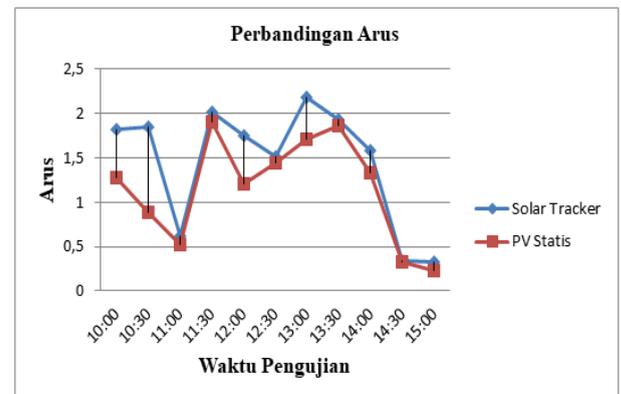
Tabel 2. Pengujian PV

NO	Waktu Pengujian	Solar Tracker		PV Statis	
		Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	10:00	20,0	1,82	18,5	1,28
2	10:30	23,2	1,85	19,7	0,88
3	11:00	22,9	0,62	20,1	0,52
4	11:30	23,7	2,02	20,2	1,90
5	12:00	24,1	1,75	20,7	1,21
6	12:30	23,9	1,51	20,2	1,45

7	13:00	23,7	2,19	20,3	1,71
8	13:30	24,2	1,93	20,4	1,86
9	14:00	24,1	1,58	20,5	1,33
10	14:30	22,7	0,34	19,5	0,33
11	15:00	21,5	0,33	19,5	0,23



Gambar 11. Grafik Perbandingan Tegangan Solar Tracker Dengan PV Statis



Gambar 12. Grafik Perbandingan Arus Pada Solar Tracker Dengan PV statis

Pada hasil pengukuran arus dan tegangan yang menjadi pembandingan antara *solar tracker* dan PV Statis membuktikan bahwa *solar tracker* lebih maksimal dibandingkan dengan PV Statis. Dapat dilihat dari nilai tegangan yang ditampilkan pada grafik diatas dengan waktu pengambilan data selama 5 jam dengan jarak pengambilan data 30 menit perdata nilai tegangan *solar tracker* lebih besar dibandingkan dengan

PV Statis. Begitu juga dengan nilai arus yang dihasilkan jika dirata-ratakan nilai arus yang keluar dari *solar tracker* nilainya lebih maksimal dibandingkan dengan nilai yang dikeluarkan oleh PV statis. Hal ini membuktikan bahwa posisi panel surya mengikuti arah matahari sangat berpengaruh terhadap nilai arus dan tegangan yang dikeluarkan oleh panel surya.

E. Perbandingan Alat Ukur dengan Sensor

Tabel 3. Tabel Perbandingan Alat Ukur Dengan Sensor INA219

NO	Output Alat Ukur		Output Sensor INA219	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	14,6	0,0051	14,7	0,0052
2	16	0,0058	16	0,0058
3	14,3	0,0051	14,4	0,0051
4	14,7	0,0052	14,8	0,0052
5	13,9	0,0050	13,9	0,0050
6	14	0,0050	14	0,0050
7	14,1	0,0050	14,1	0,0050
8	14,9	0,0053	14,9	0,0053
9	15,2	0,0055	15,3	0,0055
10	13,2	0,0047	13,3	0,0047
11	13,2	0,0046	13,3	0,0046
12	13,9	0,0049	13,9	0,0048
13	14,9	0,0053	14,9	0,0045
14	15	0,0054	15	0,0054
15	16,1	0,0059	16,1	0,0059

Pada tabel diatas menunjukkan data perbandingan alat ukur AVO Meter dengan Sensor INA219. Untuk nilai arus dan tegangan yang dikeluarkan oleh Sensor INA219 nilainya hampir relatif sama dengan nilai yang terbaca pada alat ukur hal ini membuktikan bahwa Sensor INA219 memiliki nilai keakuratan yang cukup baik, namun Sensor INA219 juga memiliki kekurangan. Hal ini terjadi karena beberapa faktor diantaranya faktor instrumen itu sendiri dan faktor orang yang menggunakan alat ukur saat pengukuran sedang dilakukan. Kemudian untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor yang telah dirancang maka dapat menggunakan rumus perhitungan relatif error yang dihitung

berdasarkan sampel data pada tabel 4.3, hasil perhitungan dari data ini nantinya akan memberikan keterangan nilai tingkat keakuratan berupa nilai error (%). Tujuan perhitungan relative error sensor adalah untuk melihat besarnya ketelitian sensor yang telah dirancang. Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan layak atau tidaknya sensor untuk digunakan. Berikut perhitungan untuk menentukan relative error sensor. (Sumber: Saputra,2015)

$$xi = \left| \frac{ni-nsi}{nsi} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

xi = nilai error terukur

ni = nilai perangkat

nsi = nilai terukur

Perhitungan perbandingan tegangan alat ukur dengan sensor

$$xi = \left| \frac{ni-nsi}{nsi} \right| \times 100$$

$$xi = \left| \frac{14,7-14,6}{14,6} \right| \times 100\%$$

$$xi = 0,0068 \times 100\%$$

$$xi = 0,68\%$$

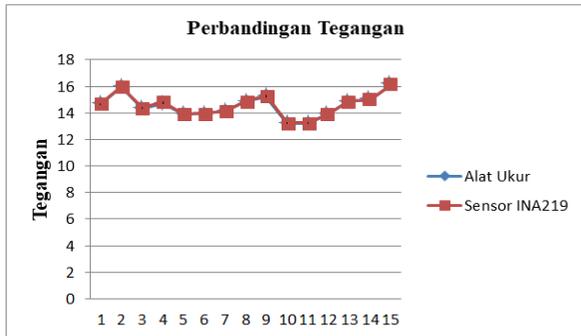
Untuk perhitungan selanjutnya menggunakan rumus yang sama sehingga diperoleh nilai relatif eror untuk perbandingan tegangan antara alat ukur dengan sensor dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. Perbandingan Tegangan Alat Ukur Dengan Sensor

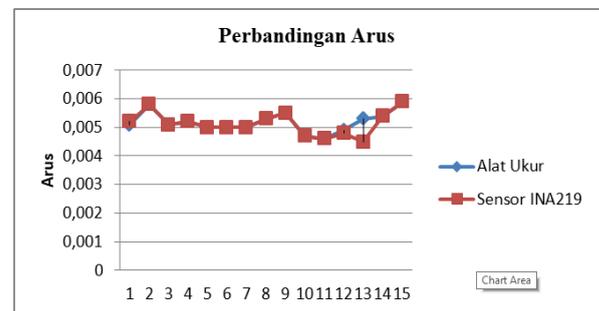
	AVO Meter	Sensor INA2219	Error (%)
	(V)	(V)	
1	14,6	14,7	0,68
2	16	16	0
3	14,3	14,4	0,69
4	14,7	14,8	0,67
5	13,9	13,9	0
6	14	14	0
7	14,1	14,1	0
8	14,9	14,9	0
9	15,2	15,3	0,65
10	13,2	13,3	0

11	13,2	13,3	0
12	13,9	13,9	0
13	14,9	14,9	0
14	15	15	0
15	16,1	16,1	0

8	0,0053	0,0053	0
9	0,0055	0,0055	0
10	0,0047	0,0047	0
11	0,0046	0,0046	0
12	0,0049	0,0048	2,08
13	0,0053	0,0045	4,4
14	0,0054	0,0054	0
15	0,0059	0,0059	0



Gambar 13.. Grafik Perbandingan Tegangan Alat Ukur Dengan Sensor



Gambar 14. Grafik Perbandingan Arus Alat Ukur Dengan Sensor

Perhitungan perbandingan arus alat ukur dengan sensor

$$xi = \left| \frac{ni - nsi}{nsi} \right| \times 100$$

$$xi = \left| \frac{0,0052 - 0,0051}{0,0051} \right| \times 100\%$$

$$xi = 0,019 \times 100\%$$

$$xi = 1,92\%$$

Untuk perhitungan selanjutnya menggunakan rumus yang sama sehingga diperoleh nilai relatif eror untuk perbandingan arus antara alat ukur dengan sensor dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Tabel Perbandingan Arus Alat Ukur Dengan Sensor

NO	AVO Meter	Sensor INA2219	Error (%)
	(A)	(A)	
1	0,0051	0,0052	1,92
2	0,0058	0,0058	0
3	0,0051	0,0051	0
4	0,0052	0,0052	0
5	0,0050	0,0050	0
6	0,0050	0,0050	0
7	0,0050	0,0050	0

Setelah melakukan perhitungan relative error dan terlihat pada grafik yang terbentuk diatas dapat dilihat bahwa nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor INA219 memiliki nilai yang berbanding lurus dengan nilai yang dihasilkan oleh alat ukur (AVOmeter), juga memiliki nilai error yang tidak melebihi 1% yaitu nilai maksimal errornya adalah 0,69%. Begitu juga pada nilai pembacaan arusnya nilainya juga berbanding lurus antara sensor INA219 dengan alat ukur (AVOmeter) dapat dilihat pada gambar grafik 4.9 namun nilai error maksimalnya masih memiliki nilai yang melebihi 1% yaitu nilai maksimal errornya adalah 4,4%. Dapat dilihat bahwa nilai pembacaan terdapat beberapa perbedaan pengukuran hal ini disebabkan nilai ketelitian alat ukur pabrikan dan sensor berbeda serta adanya human error dan faktor instrument itu sendiri.

V. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, pada penelitian tugas akhir yang berjudul Rancang Bangun *Solar Tracker* Dengan Pengukuran Arus Dan Tegangan Secara Digital Berbasis Mikrokontroler, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan dibuatnya alat *solar tracker* dengan pengukuran arus dan tegangan secara digital berbasis mikrokontroler maka dapat membuktikan bahwa output solar tracker lebih maksimal dibandingkan dengan PV Statis.
2. Dengan adanya Sensor LDR sebanyak 4 buah yang digunakan sebagai pendeteksi cahaya arah matahari dimana 2 buah sensor yang berfungsi untuk mengontrol motor yang berputar ke kiri dan ke kanan atau sebaliknya dan 2 lagi berfungsi untuk mengontrol motor berputar keatas dan kebawah atau sebaliknya sehingga panel surya bisa tetap menghadap kearah matahari.
3. Dengan adanya sensor INA219 maka kita dapat mengetahui nilai arus dan tegangan yang dikeluarkan oleh panel surya dan dapat dilihat melalui tampilan LCD yang terletak pada box panel
4. Dengan adanya *data logger* yang ditampilkan pada software PLX-Daq maka kita dapat memonitoring arus dan tegangan sehingga kita dapat menyimpan hasil keluaran panel surya tanpa mencatat secara manual.
5. Data hasil perbandingan arus dan tegangan yang dihasilkan antara solar tracker dengan PV statis sudah cukup membuktikan bahwa dengan panel surya yang selalu menghadap matahari sangat berpengaruh dibandingkan dengan panel tetap.
6. Dari data perbandingan alat ukur dengan sensor untuk nilai tegangannya nilai eror terbesar 0,69% hal ini membuktikan bahwa keakuratan alat ukur dengan sensor cukup baik begitu juga untuk nilai arusnya nilai

maksimal yang dihasilkan cukup akurat yaitu nilai error maksimalnya 4,4%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfin Syarifuddin Syahab, Hanif Cahyo Rhomadhon, M. Lukman Hakim 2019, *Rancang Bangun Solar Tracker Otomatis Pada Pengisian Energi Panel Surya Berbasis Internet Of Things*, jurnal.stmkg.ac.id,
- [2] Estu Prayogi, Eko Prasetyo, Ahmad Riski, 2020, *Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Sumber Energi Sepeda Listrik*, SEMRESTEK, Universitas Pancasila
- [3] Aditiyan, Nora. 2015. *Karakteristik Panel Surya Model SR-156P-100 Berdasarkan Intensitas Cahaya Matahari*, Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Bandar Lampung
- [4] Rani Lestari Saragia, Muhammad Idrisb, Burhanuddin Tarigana, Rihat Sebayanga, 2022, *ANALISIS PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK PENERANGAN LAMPU JALAN*, JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN VOL 03 NO 01 (2022), Politeknik Negeri Medan
- [5] Noveri Lysbetti Marpaung, Edy Ervianto 2012, *Data Logger Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 dengan PC sebagai Tampilan*, Politeknik Negeri Jakarta
- [6] Chandra Danova Siringo Ringo, 2022, *Instalasi Perangkat Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Sumber Energi Pada Taman Gedung Makhtab Kampus Panca Budi*, JTMEI Vol.1, no 1 Maret 2022, Universitas Pancabudi Medan
- [7] D. Astuti dkk, "Perancangan Simulator Panel Surya," Surabaya Inst. Teknol. Sepuluh Novemb., vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012
- [8] Steven Jendri Sokop, Dringhuzen J. Mamahit, Sherwin R.U.A. Sompie, 2016,

Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, E-Journal Teknik Elektro dan Komputer vol.5 no.3 (2016), UNSRAT

- [9] Andi Setiono, Prabowo Puranto dan Bambang Widiyatmoko, 2010, *PEMBUATAN DAN UJI COBA DATA LOGGER BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32 UNTUK MONITORING PERGESERAN TANAH*, Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia Vol. 10 - No. 2 - Desember 2010, PPF-LIPI
- [10] Julisman A., Sara I.D., & Siregar R. H. (2017). *Prototype Pemanfaatan Panel Surya sebagai Sumber Energi pada Sistem Otomasi Atap*