

Solar Tracking Sistem Berbasis Volume Fluida

Arif Pratama¹, Ali Basrah Pulungan²

¹Teknik Elektro Industri/Teknik Elektro/Universitas Negeri Padang

²*)Corresponding author, arifpratama071727@gmail.com

Abstrak

Sistem *solar tracking* merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan efisiensi panel surya dengan mengikuti gerakan matahari. Dalam penelitian ini penulis merancang dan membangun sistem solar tracking inovatif berbasis volume fluida air. Sistem ini menggunakan prinsip perubahan volume fluida air untuk menggerakkan panel surya agar selalu menghadap kearah matahari. Sistem yang dirancang terdiri dari dua tabung yang akan diisi air. Perubahan volume air didalam wadah mengakibatkan perubahan tekanan di dalam tabung air yang digunakan untuk menggerakkan panel surya. Pengujian dilakukan untuk memonitoring volume fluida air di masing-masing tabung pemberat saat panel surya di kondisi miring atau datar. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur untuk memahami konsep dasar solar tracker dan prinsip kerja volume fluida. Teknik pengumpulan data melibatkan pengukuran intensitas cahaya matahari, sudut inklinasi, dan posisi panel surya pada berbagai kondisi. Data juga dikumpulkan dengan memonitor pergerakan fluida dalam sistem solar tracker. Teknik analisis data mencakup evaluasi kinerja sistem solar tracker berbasis volume fluida dalam menghadapi variasi kondisi cuaca dan perubahan posisi matahari. Selain itu, analisis dilakukan untuk membandingkan efisiensi energi yang dihasilkan oleh sistem pelacakan surya berbasis volume fluida dengan sistem konvensional. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang potensi dan keuntungan sistem solar tracker berbasis volume fluida dalam mengoptimalkan penyerapan energi surya. Hasil ini dapat menjadi landasan untuk pengembangan sistem pelacakan surya yang lebih efisien dan berkelanjutan di masa depan.

Abstract

The solar tracking system is an effective method for increasing the efficiency of solar panels by following the movement of the sun. In this study, the authors designed and built an innovative solar tracking system based on water fluid volume. This system uses the principle of changing the volume of the water fluid to move the solar panel so that it always faces the sun. The designed system consists of two tubes that will be filled with water. Changes in the volume of water in the container result in changes in pressure in the water tube used to drive the solar panels. Tests are carried out to monitor the volume of water fluid in each ballast tube when the solar panels are tilted or flat. The research method used includes literature studies to understand the basic concept of a solar tracker and the working principle of fluid volume. Data collection techniques involve measuring the intensity of sunlight, the angle of inclination, and the position of the solar panels under various conditions. Data is also collected by monitoring fluid movement in the solar tracker system. Data analysis techniques also include evaluating the performance of solar tracking systems based on fluid volume in the face of variations in weather conditions and changes in sun position. In addition, an analysis was carried out to compare the energy efficiency generated by the fluid volume-based solar tracking system with conventional systems. It is hoped that the results of this study can provide a better understanding of the potential and advantages of fluid volume-based solar tracker systems in optimizing solar energy absorption. These results can lay the foundation for the development of more efficient and sustainable solar tracking systems in the future.

INFO.

Info. Artikel:

No. 379

Received. June, 6, 2023

Revised. June, 12, 2023

Accepted. June, 20, 2023

Page. 376 – 386

Kata kunci:

- ✓ Solar cell
- ✓ Energi alternatif
- ✓ Sistem tracking
- ✓ Monitoring fluida
- ✓ Volume fluida

PENDAHULUAN

Saat ini energi terbarukan yang banyak dikembangkan adalah energi surya. Energi surya merupakan energi sinar dan panas dari matahari. Penggunaan cahaya matahari sebagai sumber energi sangat memungkinkan dalam pembangkitan energi listrik, terutama pada daerah khatulistiwa khususnya Indonesia [1][2][3][4]. Pemanfaatan energi matahari menjadi energi listrik dapat dilakukan dengan menggunakan *solar cell* (panel surya). Panel surya merupakan suatu perangkat yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Ada beberapa jenis panel surya yang sering digunakan untuk penelitian seperti *monocrystalline*, *polycrystalline*, dan *film photovoltaic* [5][6].

Umumnya penerapan panel surya untuk digunakan sebagai pembangkit energi listrik masih menggunakan sistem statis (konvensional). Sistem panel surya statis ini memiliki nilai efisiensi yang rendah disebabkan karena bahan panel surya yang terbatas dan posisi matahari yang berubah setiap waktunya. Efisiensi ini dapat ditingkatkan dengan berbagai cara seperti perbaikan bahan yang digunakan pada panel surya dan juga mengatur orientasi panel surya dengan menerapkan sistem pelacak surya pasif atau pelacak surya aktif [7][8] [9].

Penggunaan sistem tracking adalah alternatif yang layak untuk memaksimalkan daya keluaran dari panel surya. Karena sistem ini dapat menyesuaikan gerakan panel surya dengan arah sinar matahari. Tracking panel surya umumnya menggunakan aktuator (penggerak) yang terdiri dari motor listrik sebagai penggerak utama. Sistem ini memiliki kinerja yang baik namun, sistem ini memerlukan daya listrik yang relatif besar dibandingkan dengan daya yang dihasilkan dari panel surya. Sistem solar tracking ini juga dapat berdampak positif dalam pengembangan energi terbarukan dan penurunan ketergantungan pada sumber energi fosil. [10][11][12].

Pada penelitian sebelumnya sistem solar tracking menggunakan *single axis tracker* berhasil membuktikan bahwa daya total yang dihasilkan panel surya *single axis tracker* lebih besar dari panel surya tetap. Presentase peningkatan daya listrik yang didapat sebesar 34,87%. Total konsumsi daya aktuator sebesar 59,46 W. Berbeda dengan penelitian sebelumnya penelitian kali ini penulis akan merancang dan membangun sistem solar tracking berbasis volume fluida [13].

Teori yang relevan dengan pengembangan solar tracking sistem berbasis volume fluida ini adalah teori tentang termodinamika fluida, teori ini mempelajari perilaku fluida, seperti tekanan, viskositas, dan perpindahan panas. Pemahaman tentang termodinamika fluida diperlukan dalam merancang dan mengoptimalkan pergerakan fluida dalam sistem solar tracking [14]. Kemudian teori tentang kontrol sistem, digunakan untuk merancang algoritma dan metode pengendalian yang memungkinkan sistem solar tracking berbasis volume fluida untuk mengikuti gerakan matahari secara presisi [15].

Penggunaan solar tracking sistem berbasis volume fluida ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi panel surya dalam menghasilkan energi listrik. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengurangi daya yang besar dari aktuator motor, dan juga mempermudah untuk memonitoring volume fluida yang ada di masing-masing pemberat sehingga dapat dengan mudah dilihat dan dimengerti oleh orang banyak.

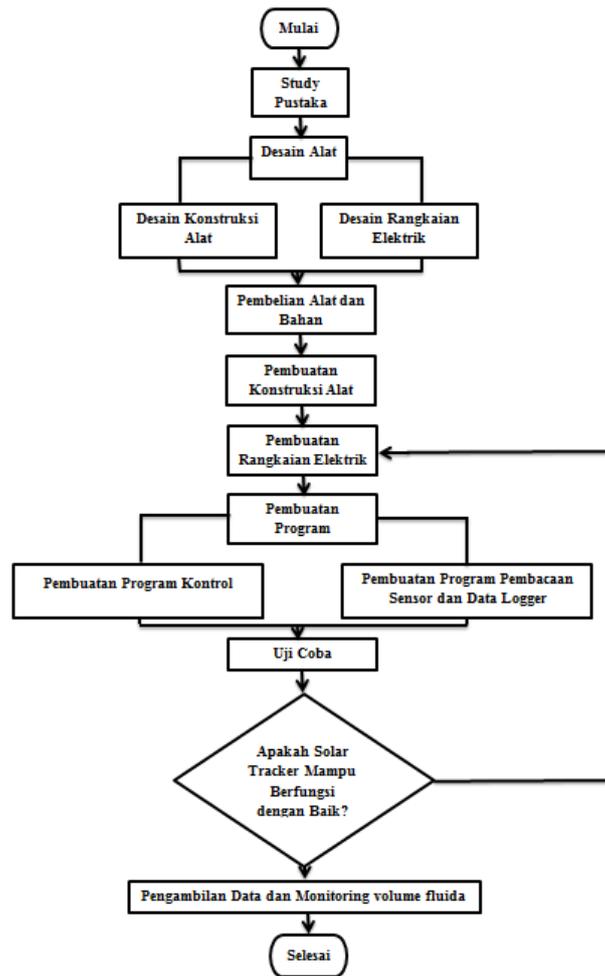
METODE PENELITIAN

Prosedur Perancangan Alat

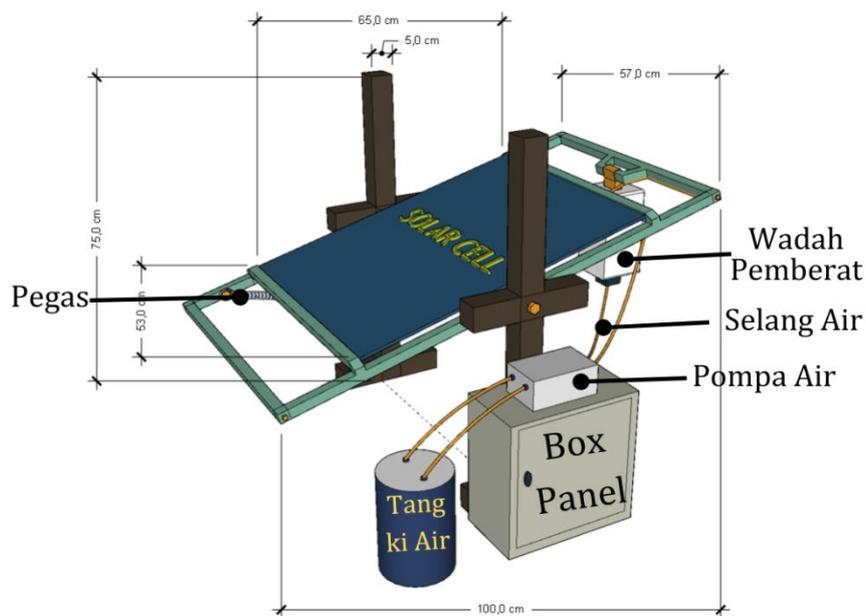
Pada tahap ini penulis merancang sistem yang terdiri dari desain konstruksi alat, desain rangkaian elektrik, pembuatan program kontrol, pembuatan program pembacaan sensor dan data logger. Berikut adalah flow chart prosedur pembuatan alat.

Desain Konstruksi Alat

Desain konstruksi dibuat supaya alat sesuai spesifikasi yang diinginkan. Desain konstruksi ini bertujuan untuk membuat suatu gambaran dan rancangan mengenai peralatan yang akan dibuat.

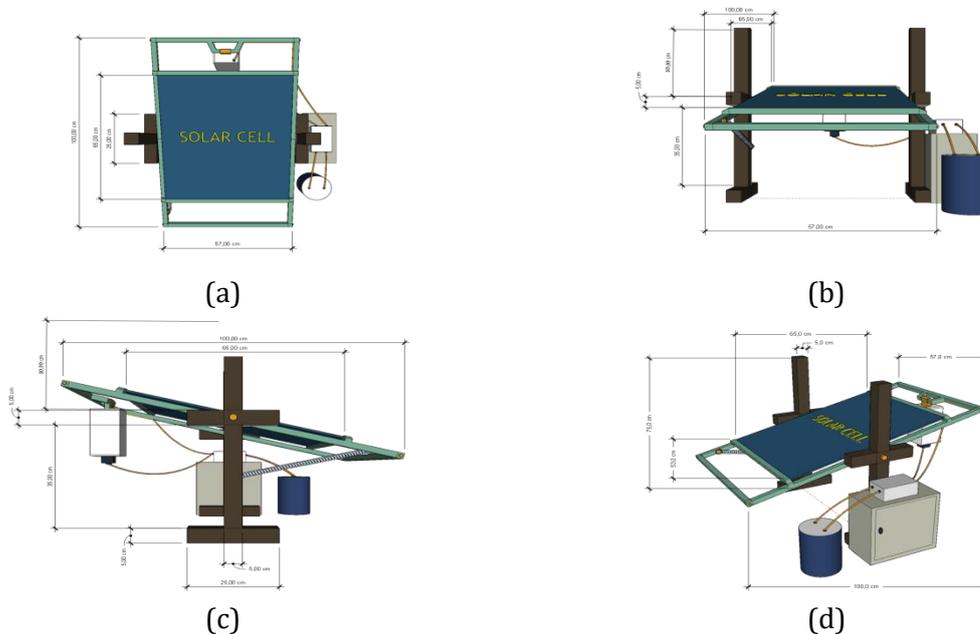


Gambar 1. Flow chart prosedur pembuatan alat



Gambar 2. Desain konstruksi alat

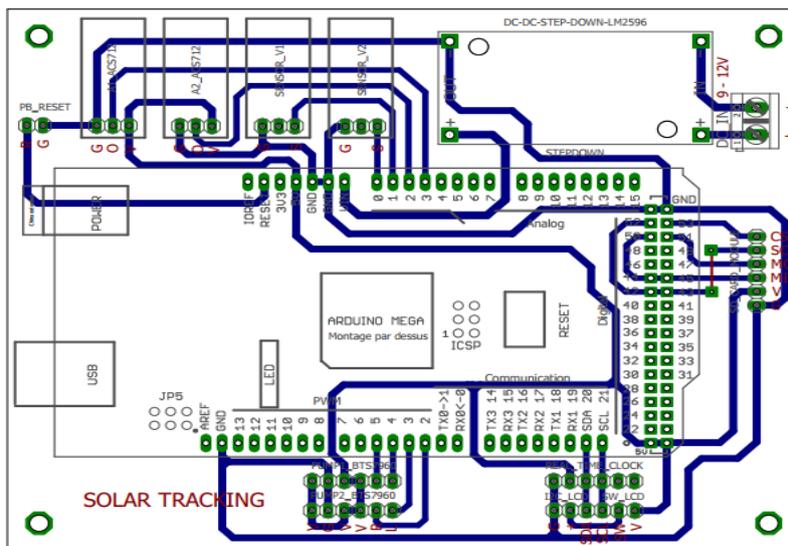
Tahapan desain konstruksi alat memiliki peran penting dalam penelitian. Desain *hardware* berguna untuk menentukan perangkat yang akan digunakan, membantu memutuskan mekanik yang dibutuhkan, dan menentukan penempatan posisi perangkat dengan menimbang pengaruh dari fungsi setiap perangkat. Tujuan dari tahap ini adalah menghindari kendala yang nantinya mungkin terjadi selama proses penelitian. Desain *hardware* ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Desain konstruksi alat keseluruhan (a) tampak atas, (b) tampak depan, (c) tampak samping, (d) tampak prespektif

Desain Rangkaian Elektrik

Pembuatan rangkaian elektrik adalah proses assembly rangkaian elektrik pada konstruksi solar tracker. Disini dibagi dua kontrol, kontrol yang pertama yaitu sebagai penggerak dari pada solar tracker dan yang kedua adalah kontrol untuk data logger, dan terakhir adalah rangkaian elektrik untuk memonitoring volume fluida yang ada dalam wadah pemberat.



Gambar 4. Rangkaian elektrik

Blok Diagram

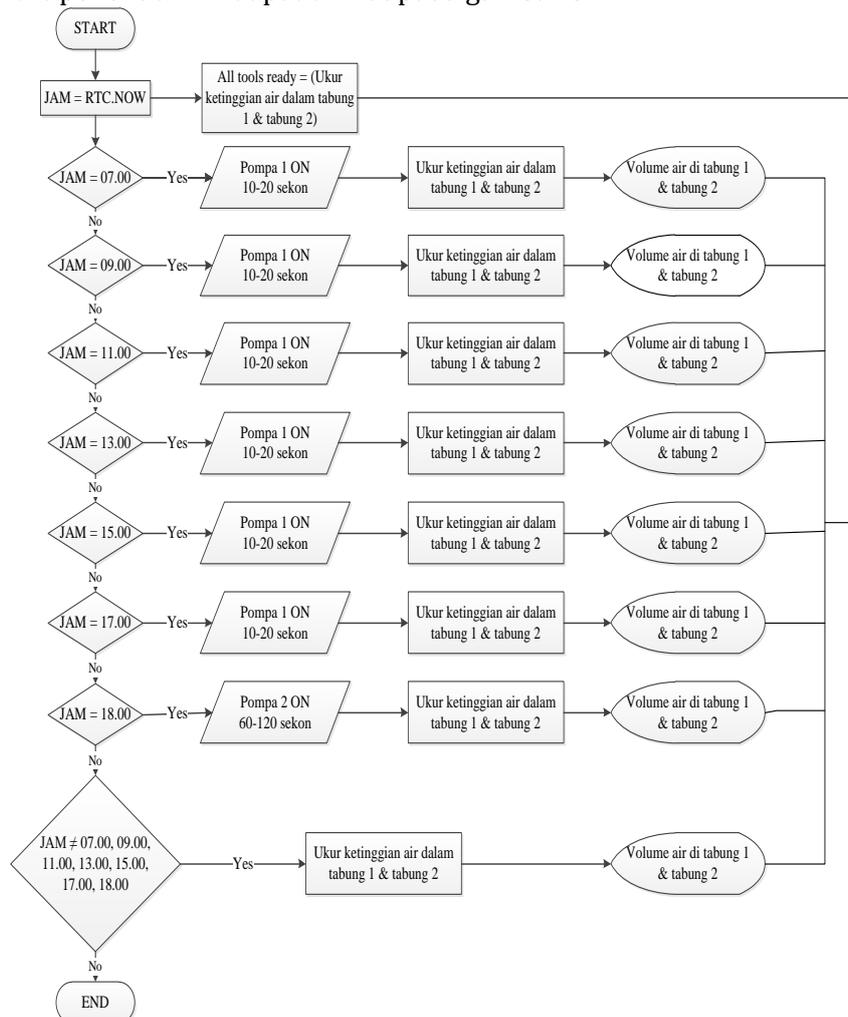
Blok diagram adalah penggambaran suatu sistem secara garis besar yang terdiri dari *input*, proses, dan *output* yang digambarkan menggunakan blok atau kotak yang dihubungkan menggunakan garis [16]. *Input* data pada sistem penelitian ini adalah power supply sebagai sumber listrik untuk menghidupkan program. Kemudian setelah program ready (siap) maka kontrol program berupa pompa air otomatis akan hidup berdasarkan program yang telah diatur. Setelah pompa air hidup berdasarkan program yang telah dibuat tadi maka solar tracker akan bergerak. Blok diagram penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Blok diagram sistem

Flowchart Cara Kerja Alat

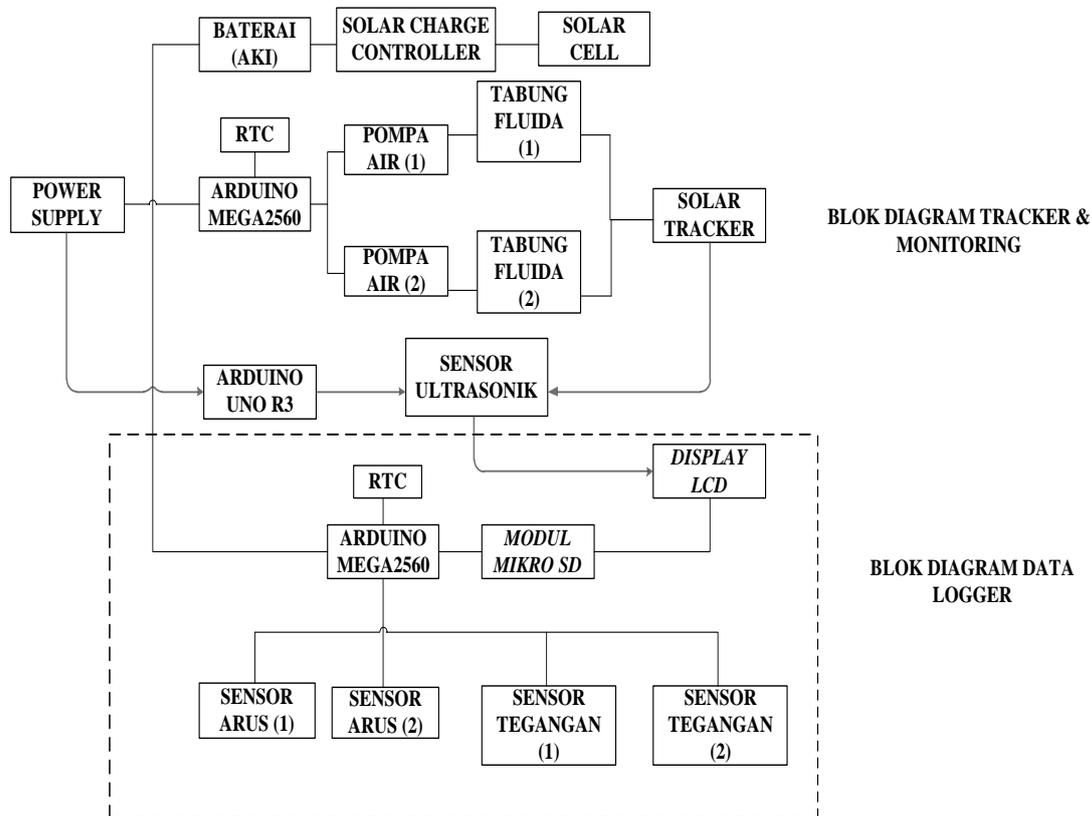
Deskripsi secara tekstual untuk menjelaskan algoritma suatu sistem tidak dapat dipahami dengan cepat dan mudah. Oleh karena itu representasi bergambar digunakan untuk menjelaskan algoritma suatu sistem. Karena dengan representasi bergambar menjelaskan algoritma dapat dilakukan dengan cepat dan mudah untuk dimengerti. Representasi bergambar dari suatu algoritma ini disebut *flowchart* [17]. *Flowchart* digambarkan dengan simbol-simbol yang memiliki fungsi tersendiri. *Flowchart* penelitian ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Flowchart cara kerja alat

Diagram Blok Kontrol dan Data Logger

Blok diagram kontrol disini menunjukkan proses pengontrollan pompa air, kemudian pengontrollan solar tracker agar pergerakannya sesuai dengan apa yang kita inginkan. Sedangkan blok diagram data *logger* menunjukkan proses atau tempat pengolahan data. Data yang diolah disini berupa pengukuran arus, tegangan, daya, dan volume dari monitoring yang didapat dari sensor-sensor yang ada. Berikut adalah diagram blok kontrol dan data *logger* penelitian ini.



Gambar 7. Diagram kontrol dan data *logger*

Uji Coba Alat

Setelah kerangka solar tracker siap dan program telah dibuat langkah selanjutnya adalah menguji coba alat. Pengujian ini dilakukan untuk melihat fungsi dari peralatan, keefektifan penggunaan, serta melakukan analisa terhadap keunggulan alat. Dari hasil uji coba ini dapat diketahui apakah proses kerja dan fungsi alat telah sesuai dengan instruksi yang telah dirancang [18]. Jika sudah sesuai berarti proses pembuatan “Rancang Bangun *Solar Tracking System* Berbasis Volume Fluida” ini telah selesai, lalu bisa dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu pengambilan data. Apabila hasil yang didapatkan tidak sesuai maka dilakukan perbaikan alat sampai hasil yang didapatkan sesuai dengan apa yang diinginkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah sistem kontrol dan sistem mekanik alat selesai dibuat, maka sistem diuji untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sesuai dengan rancangan awal. Sistem diuji dengan memberi program untuk menghidupkan motor DC yang berfungsi sebagai pompa air otomatis. Apabila sistem bekerja dengan baik maka solar tracker akan bergerak sesuai dengan volume air yang di pompakan dari tabung 1 ke tabung 2. Pergerakan solar tracker bergerak dari timur ke barat mengikuti arah gerak matahari. Sebelum dilakukan pengujian terlebih dahulu pastikan semua sistem *ready* tanpa ada kerusakan. Untuk gambaran alat yang siap diuji cobakan dapat dilihat pada gambar 8.



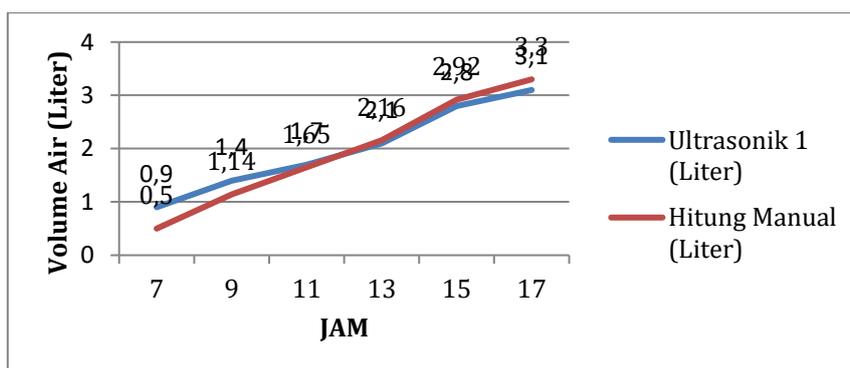
Gambar 8. Solar tracking sistem berbasis volume fluida

Setelah alat mulai dijalankan, proses selanjutnya adalah menganalisis data yang didapatkan dari alat yang telah dibuat. Data yang akan dianalisis adalah data arus, tegangan, daya, volume fluida dan data sudut dari solar tracker saat solar tracker mulai bergerak mengikuti arah gerak matahari. Berikut adalah hasil analisis dari data-data tersebut.

Hasil Analisa Monitoring Volume Fluida

Tabel 1. Perbandingan hasil ukur volume fluida air *module* sensor ultrasonic dengan perhitungan manual menggunakan rumus

Jam	Ultrasonik HC-SR04 (Ltr)	Perhitungan Manual dengan Rumus (Ltr)
07.00	0.9	0.50
09.00	1.4	1.14
11.00	1.7	1.65
13.00	2.1	2.16
15.00	2.8	2.92
17.00	3.1	3.30

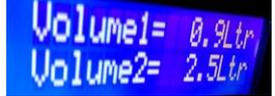


Gambar 9. Grafik perbandingan pengukuran sensor ultrasonic dengan perhitungan manual

Dari hasil pengukuran dan grafik diatas dapat dilihat perbandingan pengukuran volume fluida air menggunakan sensor ultrasonic dan perhitungan manual agak sedikit berbeda, akan tetapi perbedaannya tidak terlalu besar. Rata-rata error yang didapat adalah sekitar 3.16%, jadi bisa disimpulkan bahwa alat monitoring fluida air yang dibuat dapat bekerja dengan baik.

Hasil Analisa Nilai Sudut dan Volume fluida Saat Sistem Berjalan

Tabel 2. Nilai sudut dan volume fluida

Jam	Sudut	Volume Fluida
07.00	 30° (Kearah Timur)	
09.00	 21° (Kearah Timur)	
11.00	 12° (Kearah Timur)	
13.00	 0° (Solar cell diposisi datar)	
15.00	 21° (Kearah Barat)	
17.00	 30° (Kearah Barat)	
18.00	 30° (Kearah Timur kembali keposisi semula)	

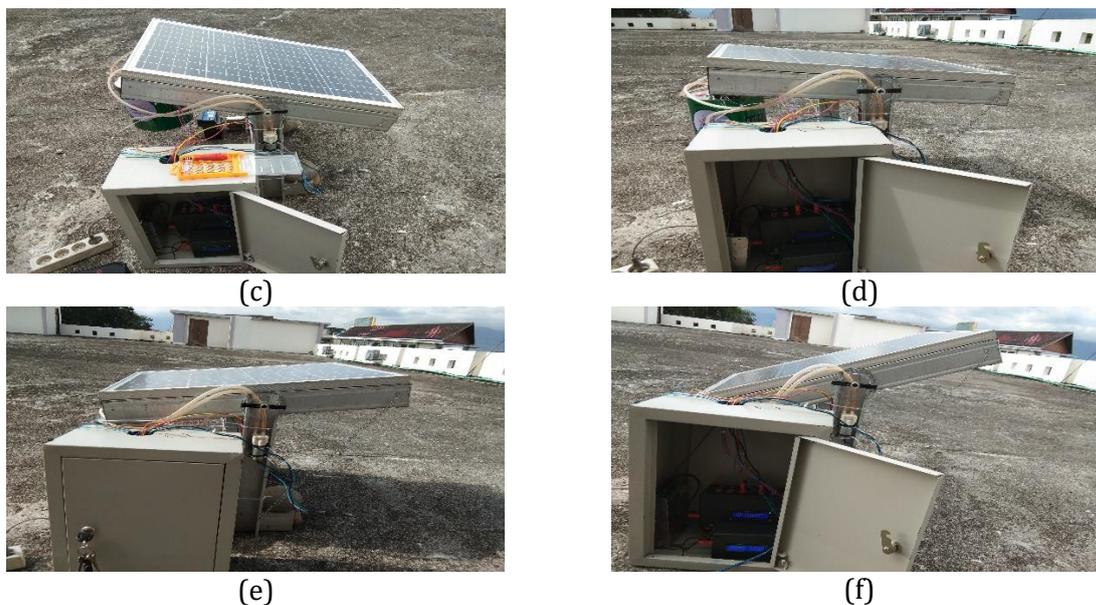
Solar cell dapat bergerak mengikuti matahari sesuai dengan program yang telah dibuat. Pada pukul 7 pagi solar cell berada di posisi 30° kearah timur, kemudian program berjalan sampai pukul 5 sore disitu solar cell berada di posisi 30° kearah barat. Berikut adalah gambar pergerakan solar cell saat pengambilan data.



(a)



(b)



Gambar 10. Pergerakan solar cell setiap dua jam sekali (a) Jam 07.00, (b) Jam 09.00, (c) Jam 11.00, (d) Jam 13.00, (e) Jam 15.00, (f) Jam 17.00

Hasil Analisa Arus yang Dikeluarkan Solar Cell

Tabel 3. Nilai arus yang dikeluarkan solar cell

Jam	Arus (Ampere)	Gambar Pengambilan Data Arus Solar Cell
07.00	0,5 A	
09.00	0,9 A	
11.00	1,1 A	
13.00	2,4 A	
15.00	2,2 A	
17.00	0,9 A	

Dari data diatas dapat dilihat bahwa arus terbesar yang dikeluarkan solar cell ada pada pukul 13.00 yaitu sebesar 2,4 A kemudian arus terkecil yang dikeluarkan solar cell ada pada pukul 07.00 yaitu sebesar 0,5 A. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin solar cell berada di sudut yang tegak lurus

terhadap matahari dan juga semakin bagus cuaca maka arus yang dikeluarkan solar cell akan semakin besar.

Hasil Analisa Tegangan yang Dikeluarkan Solar Cell

Tabel 4. Nilai tegangan yang dikeluarkan solar cell

Jam	Tegangan (V)	Gambar Pengambilan Data Tegangan Solar Cell
07.00	18,76 V	
09.00	19,80 V	
11.00	20,33 V	
13.00	20,69 V	
15.00	19,69 V	
17.00	19,26 V	

Dari hasil pengambilan data tegangan diatas dapat dilihat bahwa semakin siang hari maka solar cell akan mengeluarkan tegangan yang semakin besar dan akan menurun lagi saat sore hari. Perubahan tegangan yang terjadi tidak terlalu signifikan dari pagi , siang, sampai sore hari. Hal ini terjadi karena cuaca yang sedang bagus.

Hasil Analisa Daya Serap Solar Cell

Tabel 5. Penyerapan daya solar cell saat kondisi tracking

Jam	$P = V \times I$	Daya yang Diserap Solar Cell (Watt)
07.00	18,76 x 0,5	9,38 Watt
09.00	19,80 x 0,9	17,82 Watt
11.00	20,33 x 1,1	22,36 Watt
13.00	20,69 x 2,4	49,65 Watt
15.00	19,69 x 2,2	43,31 Watt
17.00	19,26 x 0,9	17,33 Watt

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa daya yang paling besar dihasilkan solar cell saat kondisi tracking adalah pada pukul 13.00 yaitu sebesar 49,65 Watt. Kondisi penyerapan daya solar cell dapat maksimal apabila cuaca sedang cerah. Apabila kondisi cuaca sedang tidak cerah maka penyerapan daya juga akan menurun.

KESIMPULAN

Solar Tracking System berbasis volume fluida adalah solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energi surya dengan mengoptimalkan orientasi panel surya secara otomatis menggunakan perubahan volume fluida dan solusi dari solar tracking yang belum mempunyai sistem untuk monitoring volume fluida di masing-masing media pemberatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Asri and Serwin, "Rancang Bangun Solar Tracking System Untuk Optimasi Output Daya Pada Panel Surya," *J. INSTEK*, vol. 4, no. 1, pp. 11–19, 2019.
- [2] S. Simatupang *et al.*, "Rancang Bangun dan Uji Coba Solar Tracker pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler ATmega16," *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 1, no. 1, pp. 55–59, 2013.
- [3] M. Mirdanies, R. A. Ardiansyah, H. M. Saputra, A. S. Nugraha, E. Rijanto, and A. Santoso, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Mekanisme Pelacakan Matahari Beserta Fasilitas Telekontrol Hemat Energi," *J. Mechatronics, Electr. Power, Veh. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 31–40, 2012, doi: 10.14203/j.mev.2011.v2.31-40.
- [4] Ericson Rajagukguk, "Perbaikan Sistem Pelacakan Panel Surya Menggunakan Penyesuaian Posisi Massa Tambahan," *J. Tek. Mesin, Ind. Elektro Dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 07–15, 2022, doi: 10.55606/jtmei.v1i1.463.
- [5] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.
- [6] I. N. Sulaeman, K. Abdullah, and J. Widiyanto, "Sistem Kontrol pada Solar Power Tracker Menggunakan Arduino Uno untuk Sistem Penerangan," *J. Signal Process.*, vol. 1, no. 1, p. 8, 2021.
- [7] P. H. Duha, "Rancang Bangun Sistem Penggerak Panel Surya Menggunakan Sensor LDR Dan Mortor Servo Berbasis Mikrokontroler," *Fak. Sains Dan Teknol. - Univ. Pembang. Panca Budi*, 2019.
- [8] M. Ifdansyah, S. Arif, and P. Manufaktur Negeri Bangka Belitung, "Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan Rancang Bangun Solar Tracker Dua Axis Menggunakan Penggerak Air," 2021.
- [9] W. Yandi, S. Syafii, and A. B. Pulungan, "Tracker Tiga Posisi Panel Surya untuk Peningkatan Konversi Energi dengan Catu Daya Rendah," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 3, p. 159, 2017, doi: 10.25077/jnte.v6n3.468.2017.
- [10] M. Margana, "Solar Tracking Dual - Axis Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Lensa Fresnel Guna Meningkatkan Efisiensi Pengfokusan Cahaya Matahari," *Eksergi*, vol. 15, no. 2, p. 77, 2019, doi: 10.32497/eksergi.v15i2.1509.
- [11] S. S. Yatmani, "Sistem kendali Solar Tracker Untuk Meningkatkan efisiensi Daya," *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.31543/jtm.v4i1.354.
- [12] Y. Triafandy, A. B. Pulungan, and H. Hamdani, "Kendali Solar Tracker Menggunakan Selenoid Valve sebagai Pengendali Aliran fluida," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 174–178, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.66.
- [13] A. B. Pulungan, Q. Fajri, and I. Yelfianhar, "Peningkatan Daya Keluaran Panel Surya Menggunakan Single Axis Tracker Pada Daerah Khatulistiwa," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 2, p. 261, 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i2.113304.
- [14] A. E. Liemena, "Perbandingan Laju Aliran Massa Air Panas Terhadap Air Dingin Yang Masuk Ruangan Pencampuran," vol. 05, no. 1, 2011.
- [15] F. A. Putra, N. Puspita, I. Dwisaputra, P. Manufaktur, and N. Bangka, "Prosiding Seminar Nasional Prototipe Sistem Kontrol Pom Mini Berbasis," 2022.
- [16] L. Arini and P. P. Chrisna, "Rancang Bangun Solar Tracker Satu Axis Dengan Media Pemberat Air," 2019. [Online]. Available: http://repository.polman-babel.ac.id/id/eprint/167/1/ARINI_CHRISNA_PA2019.pdf
- [17] S. H. Harahap, "Pemanfaatan Aplikasi Penggambar Diagram Alir (Flowchart) sebagai Bahan Ajar untuk Mata Kuliah Sistem Akuntansi di Fakultas Ekonomi pada Perguruan Tinggi Swasta di Kota Medan," *Kitabah*, vol. I, p. 14, 2017.
- [18] R. Silfia, "Record and Playback Robot Lengan Menggunakan Graphical User Interface," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 524–532, 2022.