



Perancangan Sistem *Solar Panel Tracker* Menyesuaikan Kondisi Pancaran Sinar Matahari

Solar Panel Tracker System Design Adjust to Sunlight Conditions

Muhammad Syahrul Rizal¹, Rohman¹, Jatira¹, Choirul Anwar¹, Yadi Heryadi¹, Irwan Suriaman^{1*}

¹ Teknik Mesin, STT Wastukancana, Purwakarta, Indonesia

Abstrak: Energi matahari merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial dan tidak terbatas. Panel surya sebagai perangkat utama dalam konversi energi matahari menjadi energi listrik telah banyak digunakan. Namun, terdapat permasalahan mengenai efisiensi dari panel surya tersebut. Panel yang dipasang secara statis hanya optimal dalam menyerap sinar matahari pada satu waktu tertentu dalam sehari, sedangkan posisi matahari berubah secara dinamis dari timur ke barat sepanjang hari. Penelitian ini membahas tentang mekanisme solar *tracker* yang efektif dan efisien yang memungkinkan panel mengikuti pergerakan matahari sepanjang hari. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa perancangan mekanisme solar *tracker single axis* (timur ke barat) dengan target rotasi 180° dalam 12 jam atau 15° per jam secara bertahap dibutuhkan motor DC dengan kecepatan 1400 rpm, *gearbox* internal rasio 80:1, dan roda gigi eksternal rasio 12:1 dengan total rasio 960:1, sehingga rpm akhir dari motor menjadi 1458 rpm. Artinya pada motor hanya perlu aktif selama 10,26 detik untuk memutar panel sebesar 15° per jam.

Kata kunci: Perancangan; mekanisme; solar; *tracker*; energi terbarukan; *single axis*

Abstract: Solar energy is one of the most promising and inexhaustible sources of renewable energy. Solar panels, as the primary devices for converting solar energy into electrical energy, have been widely utilized. However, issues related to the efficiency of these panels remain. Panels installed in a fixed position can only optimally absorb sunlight at a specific time of day, whereas the sun's position shifts dynamically from east to west throughout the day. This study discusses an effective and efficient solar tracker mechanism that enables the panel to follow the sun's movement throughout the day. The results of the study indicate that the design of a single axis solar tracker mechanism (east to west) with a target rotation of 180° over 12 hours or 15° per hour increments requires a DC motor with a speed of 1400 rpm, an internal gearbox with a ratio of 80:1, and an external gear with a ratio of 12:1, resulting in a total gear ratio of 960:1. Consequently, the final output speed of the motor is reduced to 1458 rpm, meaning the motor only needs to be active for approximately 10.26 seconds to rotate the panel by 15° per hour.

Keywords: Design; mechanism; solar; *tracker*; renewable energy; *single axis*

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi mendorong pencarian sumber energi alternatif yang ramah lingkungan [1,2,3]. Salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial dan tidak terbatas adalah energi matahari. Menurut laporan *International Energy Agency* (IEA), potensi energi matahari yang dapat dimanfaatkan di bumi adalah sekitar 173.000 terawatt (TW) setiap harinya, atau sekitar 10.000 kali lebih besar dari kebutuhan energi global saat ini [4,5,6,7].

Panel surya adalah suatu komponen yang terdiri atas sel surya yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. *Photovoltaic* merupakan fenomena munculnya tegangan listrik yang dikarenakan adanya hubungan antara dua elektroda yang dihubungkan pada saat mendapatkan energi cahaya [8,9,10]. Panel surya (solar panel)

* Corresponding author : irwansuriaman@wastukancana.ac.id

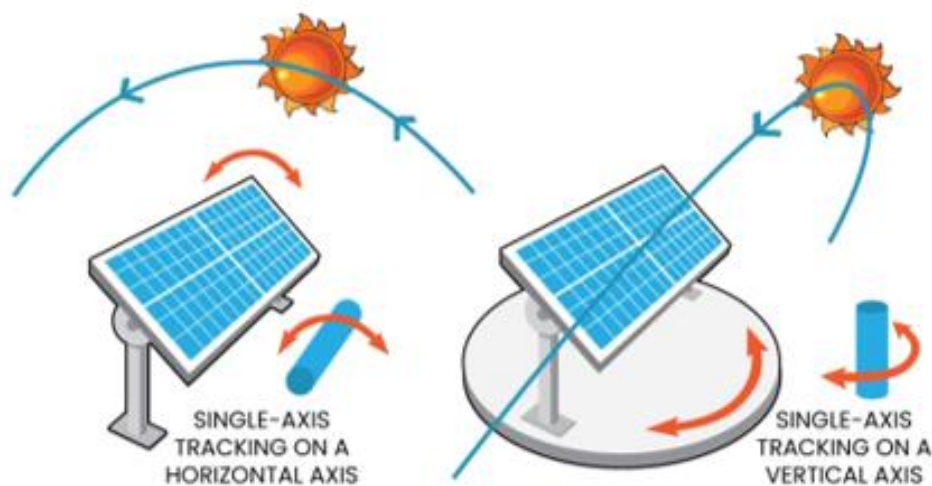
<https://doi.org/10.51132/teknologika.v16i1>

Received : 30-04-2026

Accepted : 26-05-2026

Available online : 31-05-2026

sebagai perangkat utama dalam konversi energi matahari menjadi energi listrik telah banyak digunakan. Namun demikian, efisiensi dari panel surya sangat dipengaruhi oleh orientasi panel terhadap arah datangnya sinar matahari. Panel yang dipasang secara statis hanya optimal dalam menyerap sinar matahari pada satu waktu tertentu dalam sehari, sedangkan posisi matahari berubah secara dinamis dari timur ke barat sepanjang hari [11,12].



Gambar 1. Skematik solar panel *single axis*

Untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari, maka dikembangkan sistem solar tracker, alat yang digunakan untuk memaksimalkan keluaran daya yang dihasilkan oleh panel surya. Gambar 1 skematik solar panel *single axis* yang banyak penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan *solar tracker* dapat meningkatkan efisiensi penyerapan energi hingga (30–45)% dibandingkan sistem statis yang masih jarang dilakukan riset di Indonesia [13, 14].

Solar tracker dibedakan menjadi dua jenis utama: sumbu tunggal (*single axis*) dan sumbu ganda (*dual axis*). Sistem *single axis* lebih sederhana secara konstruksi dan biaya, serta telah terbukti cukup efektif untuk kebutuhan rumah tangga maupun skala kecil [15,16]. Salah satu pendekatan ekonomis dan praktis adalah menggunakan sistem pelacakan berbasis waktu (*stepwise tracking*) atau intensitas cahaya (berbasis sensor LDR). Saat ini beberapa penelitian terkait solar panel hanya fokus ke material dan size panel sementara yang terkait *tracker* masih jarang dilakukan khususnya di Indonesia [17,18].

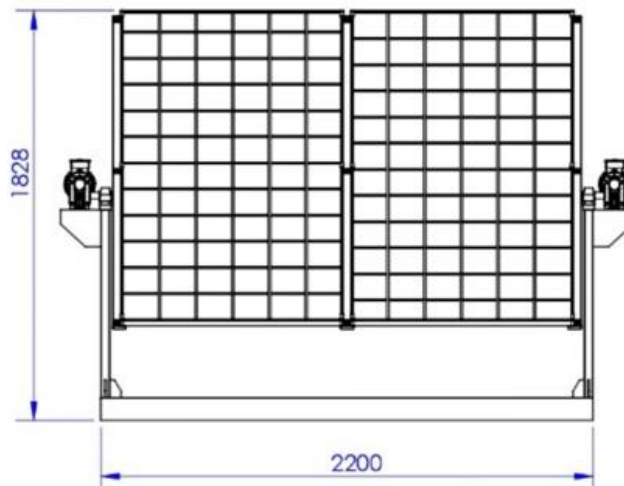
Dalam penelitian ini, dirancang suatu sistem mekanisme solar *tracker* sumbu tunggal yang dapat menyesuaikan posisi panel surya terhadap arah datangnya cahaya matahari. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi energi, memiliki konstruksi mekanik yang kokoh, dan mudah diproduksi dengan biaya terjangkau [19,20]. Masalah yang sering dihadapi dalam solar panel yaitu mengenai perancangan mekanisme solar *tracker* yang efektif dan efisien [21,21,22].

Perancangan ini akan memberikan gambaran dengan tujuan untuk merancang sistem mekanisme solar tracker berbasis *single axis* untuk mengikuti pergerakan matahari dari timur ke barat dan mendesain sistem penggerak berbasis motor DC yang dapat menggerakkan panel secara bertahap sesuai waktu (*stepwise*). Dengan memahami perancangan sistem mekanisme ini diharapkan dapat mengetahui perkembangan teknologi di bidang energi terbarukan [10,21], menambah kepustakaan teknologi di bidang energi terbarukan, dan mendorong pemanfaatan energi terbarukan secara efisien dan berkelanjutan.

2. Metodologi Penelitian

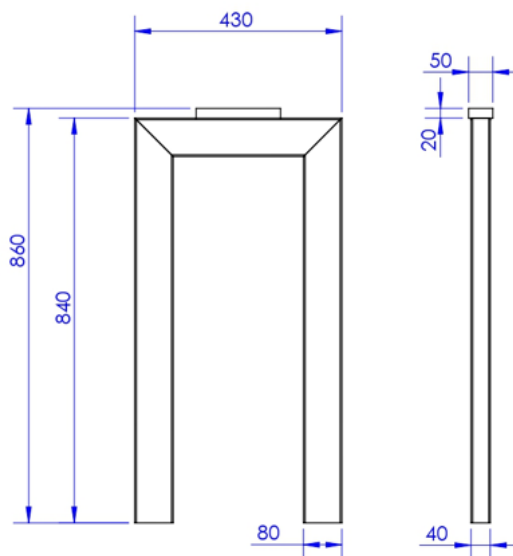
2.1 Tahapan dalam Penelitian

Pada penelitian dapat dijabarkan pada Gambar 2 terkait tahap untuk desain rangka pada panel surya *single axis* yang memiliki dimensi (2200 x 1828) mm. Rangka ini akan menopang material panel yang akan menyerap energi dari cahaya matahari. Pada Gambar 3 merupakan rangka yang akan menopang seluruh sistem termasuk kontrol untuk *tracker* sistem secara kontinyu dengan tinggi 860 mm dan lebar 430 mm.

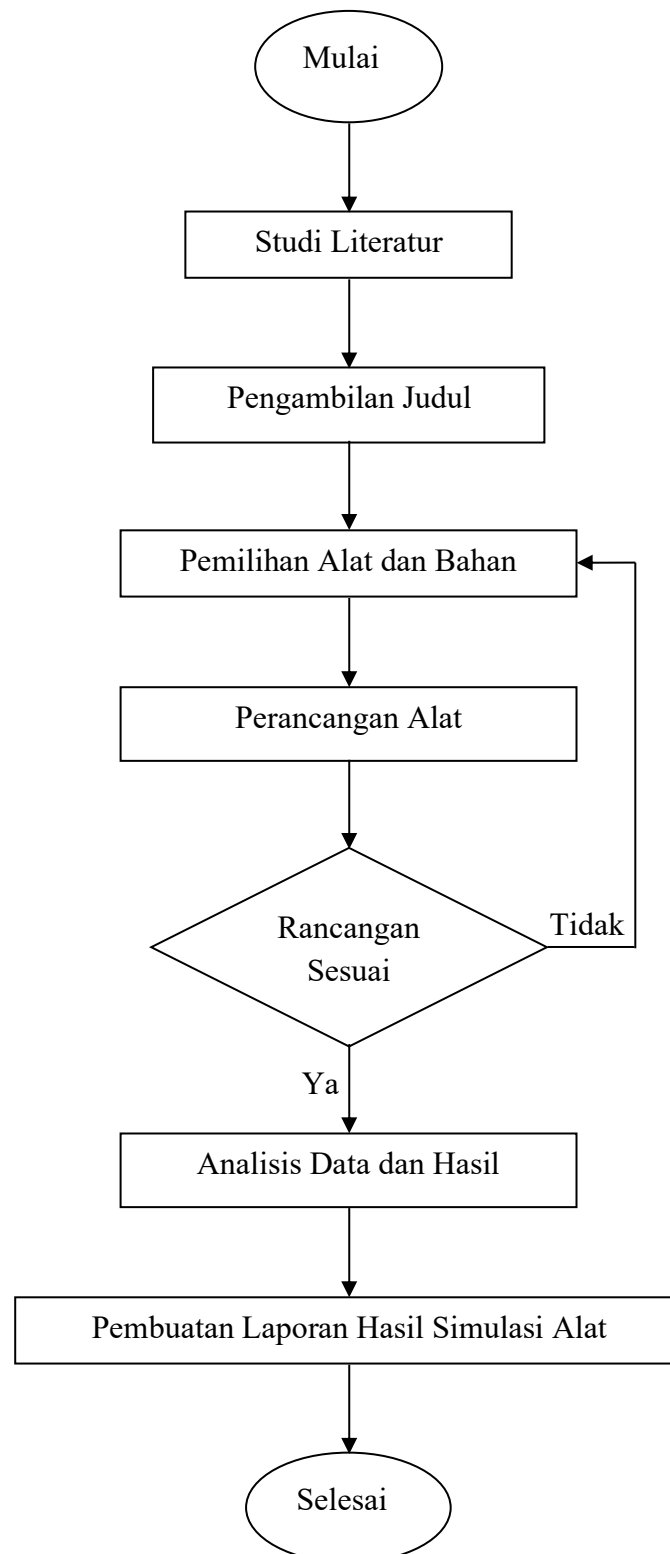


Gambar 2. Desain rangka kisi-kisi solar panel *single axis*

Pada tahapan penelitian dapat dijabarkan pada Gambar 4. Riset dilakukan dengan tahap awal melakukan studi literatur dan pemilihan alat dan bahan, kemudian melakukan desain sistem, kemudian sistem desain akan dianalisis. Data yang sudah dianalisa kemudian disajikan dalam makalah untuk dipublikasi dalam skripsi.



Gambar 2. Desain rangka utama sistem panel surya *single axis*

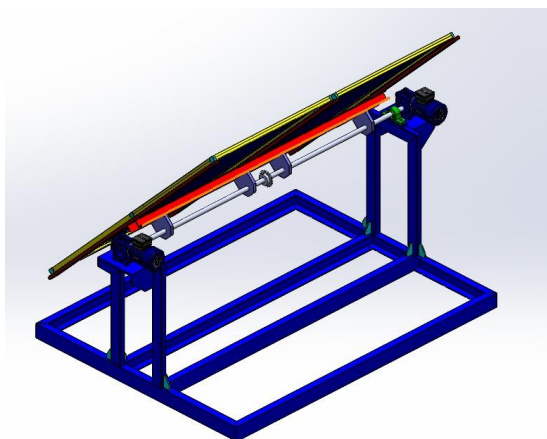


Gambar 4. Diagram alir penelitian

2.2 Objek Perancangan

Perancangan ini memerlukan beberapa perangkat. Pertama, laptop *dell latitude E5450* yang digunakan untuk membantu menjalankan *software* yang diperlukan. Kedua, *software* CAD atau *SolidWork* yang digunakan untuk mendesain, merancang, dan melakukan simulasi alat [24, 25].

Ketiga, alat tulis digunakan untuk membuat gambar sketsa dan perhitungan awal. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan pada mekanisme solar *tracker* tipe *single axis*. Pada sistem ini, pancaran matahari yang masuk akan diproses oleh sistem tracker yang menggerakkan motor lalu mengubah posisi solar *tracker* [26,27,28]. Data yang diambil pada solar tracker meliputi intensitas cahaya matahari yang masuk dan spesifikasi motor yang digunakan. Selain itu juga diamati proses perputaran roda gigi yang digunakan pada solar *tracker* [29,30].



Gambar 5. Desain konsep sistem panel surya tracker

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Gambaran Umum Sistem

Perancangan mekanisme solar *tracker* ini ditujukan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energi panel surya dengan cara mengikuti arah datangnya sinar matahari secara otomatis. Sistem dirancang untuk bergerak secara bertahap (*stepwise*) dengan rotasi sebesar 15° per jam dari pukul 06.00 hingga 18.00 [31,32,33], dengan data awal sebagai berikut :

Berat solar panel	= 20,7 kg
Gravitasi	= $9,81 \text{ m/s}^2$
Panjang lengan rotasi	= 0,97 m
Sudut kemiringan	= $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ$
Torsi Motor	= 548 Nm
Ratio gearbox Internal	= 80 : 1
Ratio gearbox Eksternal	= 12 : 1
Kecepatan motor	= 1400 rpm
Output panel	= $15^\circ/\text{jam}$

3.2 Perhitungan

3.2.1 Perhitungan Beban Rotasi (Gaya Gravitasi)

$$F = m \cdot g$$
$$F = (20,7 \times 2) \cdot 9,81$$
$$F = 406,134 \text{ N}$$

3.2.2 Kebutuhan Torsi Berdasarkan Sudut Kemiringan

$$T_{30^\circ} = F \cdot r \cdot \sin(\theta)$$
$$T_{30^\circ} = 406,134 \cdot 0,97 \cdot 0,5$$
$$T_{30^\circ} = 196,97 \text{ Nm}$$

$$T_{45^\circ} = F \cdot r \cdot \sin(\theta)$$
$$T_{45^\circ} = 406,134 \cdot 0,97 \cdot 0,707$$
$$T_{45^\circ} = 278,52 \text{ N}$$

3.2.3 Perhitungan Torsi Aktual

$$T_{\text{Aktual } 30^\circ} = T_{\text{Total}}/(80\%)$$
$$T_{\text{Aktual } 30^\circ} = 196,97/(80\%)$$
$$T_{\text{Aktual } 30^\circ} = 246,21 \text{ Nm}$$
$$T_{\text{Aktual } 45^\circ} = T_{\text{Total}}/(80\%)$$
$$T_{\text{Aktual } 45^\circ} = 278,52/(80\%)$$
$$T_{\text{Aktual } 45^\circ} = 348,15 \text{ Nm}$$

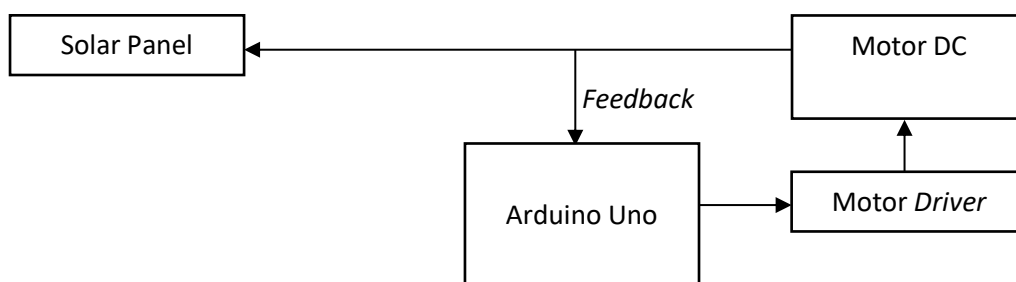
3.2.4 Perhitungan Torsi Motor

Pemilihan motor DC dengan margin 20% dari torsi hitung dengan sudut kemiringan maksimal (45°) :

$$\text{Torsi motor} = \text{Torsi Maksimum} + 20\%$$
$$\text{Torsi motor} = 348,15 \text{ Nm} + 20\%$$
$$\text{Torsi motor} = 417,78 \text{ Nm}$$

3.3 Diagram Blok Sistem

Diagram blok pada Gambar 6 memperlihatkan bagaimana sistem inputan dan proses yang terjadi pada sistem panel surya. Inputan dengan sinar matahari dan sistem motor yang digunakan akan diproses untuk menghasilkan energi. Energi yang diperoleh akan disimpan dalam suatu sistem kemudian digunakan pada saat akan dibutuhkan untuk suatu bentuk energi tertentu seperti cahaya.



Gambar 6. Diagram blok sistem panel surya tracker

3.4 Perhitungan Kecepatan Motor

$$\text{Ratio gearbox internal} = 80 : 1$$
$$\text{Putaran motor tanpa beban} = 1400 \text{ rpm}$$
$$\text{Putaran motor setelah gearbox} = 1400 / 80 = 17,5 \text{ rpm}$$

3.5 Target Gerakan Panel

$$\frac{15^\circ}{360^\circ} = \frac{1}{24} \text{ putaran per jam}$$

artinya dalam 1 jam panel hanya perlu bergerak 15° dari total 360°

3.6 Perhitungan Ratio Gear Eksternal

Modul gear = 2 mm
Jumlah gigi gear driver = 10 buah
Jumlah gigi gear driven = 120 buah
Ratio gear eksternal = $120 / 10 = 12 : 1$

3.7 Perhitungan Waktu Hidup Motor

Total ratio = $80 \times 12 = 960 : 1$
Putaran motor = $1400 / 960 = 1,458 \text{ rpm} \times 60 = 87,48^\circ/\text{menit}$
 $t = 15^\circ / 87,48^\circ = 0,171 \text{ menit} = 10,26 \text{ detik}$
Jadi waktu hidup motor per jam yaitu 10,26 detik

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

- 1) Perancangan mekanisme berhasil dilakukan untuk sistem pelacakan matahari dari timur ke barat (*azimuth tracking*), dengan target rotasi 180° dalam 12 jam, yaitu 15° per jam secara bertahap.
- 2) Untuk mencapai resolusi gerakan 15° per jam, digunakan motor DC dengan putaran 1400 rpm, dikombinasikan dengan *gearbox* internal rasio 80:1, Roda gigi eksternal rasio 12:1, Sehingga total rasio reduksi adalah 960:1.
- 3) Dengan rasio tersebut, putaran motor dikonversi menjadi:
Utuk rpm *output* akhir= $1400 / 960 = 1458 \text{ rpm}$
Artinya, motor hanya perlu aktif selama $\pm 10,26$ detik untuk memutar panel sebesar 15° per siklus jam, sesuai dengan target sistem.
- 4) Desain roda gigi eksternal menggunakan modul $m = 2 \text{ mm}$
Gear kecil (*driver*): 10 gigi, PCD = 20 mm
Gear besar (*driven*): 120 gigi, PCD = 240 mm
Desain ini menghasilkan rasio 12:1 dengan bentuk yang dapat dirakit dan diproduksi secara ekonomis.

Ucapan Terima Kasih

Atas bantuan dan kerja sama dengan Sekolah Tinggi Teknologi (STT) Wastukencana yang memberikan ruang kesempatan riset serta bimbingan dari para dosen sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan karya ilmiah.

Referensi

- [1] Afif, F., dan Martin, A. (2022). Tinjauan potensi dan Kebijakan energi surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 6(1), 43-52.
- [2] Ariawan, I. W. B., Kusuma, W. B. G. I., & Adnyana, I. B. (2016). Pengaruh penggunaan bahan bakar pertalite terhadap unjuk kerja daya, torsi dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor bertransmisi otomatis. *J. Mettek*, 2(1), 51-58.
- [3] Arif, D. T., dan Aswardi, A. (2020). Kendali Kecepatan Motor DC Penguat Terpisah Berbeban Berbasis Arduino. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 6(2), 33-43.
- [4] Arman, R., dan Mahyoedin, Y. (2020). Analisis Simulasi Kinematik Mesin Gergaji Dengan Metode Bilangan Kompleks. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 5(2), 134-139.

- [5] Azis, N., Pribadi, G., dan Nurcahya, M. S. (2020). Analisa dan Perancangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Inggris Dasar Berbasis Android. *IKRA-ITH Informatika: Jurnal Komputer Dan Informatika*, 4(3), 1-5.
- [6] Darwin, D., Panjaitan, A., dan Suwarno, S. (2020). Analisa pengaruh Intesitas Sinar Matahari Terhadap Daya Keluaran Pada Sel Surya Jenis Monokristal. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(2), 99-106.
- [7] Esram, T. and Chapman, P. (2007) Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 22, 439-449. <https://doi.org/10.1109/TEC.2006.874230>
- [8] Febrianti, D. W., Rohmah, N., Almadini, S., dan Sari, D. P. (2024). Pranata Mangsa Dan Dinamika Gerak Semu Matahari: Perspektif Ilmu Astronomi Dan Kearifan Lokal Jawa. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 4(1), 30-36.
- [9] Harahap, R. A., dan Susanti, E. (2022). Perancangan Plts 200 Wp Dengan Solar tracker. *Sigma Teknika*, 5(2), 323-332.
- [10] Jading, A. (2021). Buku Ajar Pengantar Dan Aplikasi Perancangan Pengereng Pati Sagu. Deepublish.
- [11] Laksono, Ridwan Eko. "Rancang bangun solar tracker berbasis arduino UNO dengan menggunakan metode real time clock." Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2022.
- [12] Muhammad Razi, S. T., dan Bukhari, S. T. (2020). Teknik Kontrol Automatik. Penerbit Andi.
- [13] Muiz, Y. A. (2024). Perhitungan Perbandingan Ratio Gear pada Simulasi Mooring Winch Listrik (Comparative Calculation Of Gear Ratio In Electric Mooring Winch Simulation) (Doctoral dissertation, Universitas Ivet).
- [14] Ryan Fakhruddin Syuffi. (2014). Efek variasi suhu pengerasan terhadap kekerasan baja s45c dengan media pendingin air. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. *Jurnal Teknik Mesin*, 03(01), 106–112.
- [15] Murdiyanto, D., PB, Bernardus Crisanto, dan S, Yosep Ardi Ang (2021). Proses Pengerolan Batang Rumput Payung Untuk Menghasilkan Serat Melalui Metode Reduksi Menggunakan Gearbox. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 6(2), 129-142.
- [16] NASA Earth Observatory. (2008, June 26). Solar radiation. NASA Earth Observatory. <https://earthobservatory.nasa.gov/features/EnergyBalance/page2.php>
- [17] Nugraha, D. A. (2018). Sistem Pengendalian Suhu pada Boiler Menggunakan Kontroler PID Berbasis Arduino UNO (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [18] Nurizati, M. S. (2012). Supersol Fisika SMA. GagasMedia.
- [19] Park, J., Kim, K., Kim, Y., Kim, T. S., Min, I. S., Li, B., ... & Yu, K. J. (2023). A wireless, solar-powered, optoelectronic system for spatial restriction-free long-term optogenetic neuromodulations. *Science Advances*, 9(39), eadi8918.
- [20] Priatam, P. P. T. D., Zambak, M. F., Suwarno, S., dan Harahap, P. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48-54.
- [21] Putera, M. R. A. N., dan Hidayat, R. (2022). Kendali Kecepatan Motor DC Menggunakan Pengendali PID dengan Encoder sebagai Feedback. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 7(1), 50-56.
- [22] Rudawin, L., Rajabiah, N., dan Irawan, D. (2020). Analisa sistem kerja photovoltaic berdasarkan sudut kemiringan menggunakan monocrystalline dan polycrystalline. *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, 9(1), 129-137.
- [23] Sahabatnesia. (n.d.). Pengertian Mekanisme: Jenis, Fungsi, dan Contohnya dalam Kehidupan Sehari-hari. Sahabatnesia. <https://sahabatnesia.com/mekanisme/>
- [24] Simamora, E. Y., Arif, M., Kardiana, E., Sitanggang, H. M., Lumbantobing, P. R., Hura, V. N., dan Panjaitan, Y. P. (2025). Analisis Gerak Semu Matahari terhadap Kegiatan Aktivitas Bumi. *SOSIAL: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPS*, 3(3), 112-122.
- [25] Siswoyo, I. B. Sistem Pengaturan Kecepatan Motor Pada Robot Line Follower Berbeban

- Menggunakan Kontroler Pid (Doctoral dissertation, Brawijaya University). [26] Nandaliarasyad, N., Indra, MA, & Mulyana, C. (2018). Pengaruh Pemulihan pada Kinerja Pembangkit Listrik Siklus Biner. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 8(01), 29. <https://doi.org/10.24198/jmei.v8i01.11372>
Lubang pelat. (n.d.).
- [27] Surindra, M. D., Widyaningsih, W. P., Margana, M., Supriyo, S., dan Mulud, T. H. (2020, December). Sistem Kontrol Proportional Integral Derivative (PID) Untuk Mengatur Kecepatan Motor DC Menggunakan Mikrokontroler. In *Prosiding Seminar Nasional NCIET* (Vol. 1, No. 1, pp. 528-525).
- [28] Triyanto, R. (2020). Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Berbasis Website (Studi Kasus: Toko Waroeng Bola). *Jurnal Sistem Informasi dan Sains Teknologi*, 2(1).
- [29] Triyono, S. (2018). Desain Sistem Pelacak Matahari Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(2), 103–109.
- [30] Tukiman, T., Suwarno, S., dan Zambak, M. F. (2022). Optimalisasi Tracking Sistem Otomatis Untuk Menghasilkan Energi Maksimal Pada Panel Surya Menggunakan Programmable Logic Controller (PLC). *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 5(1), 1-7.
- [31] Umam, F., Budiarto, H., S. T., Dafid, A., Md., (2021). *Motor Listrik*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- [32] Verma, B. D., Gour, A., dan Pandey, M. (2020). A review paper on solar tracking system for photovoltaic power plant. *International Journal of Engineering Research dan Technology (IJERT)*, 9(2), 160-166.
- [33] Wiranto, I. (2024). *Kinematika Gerak*. Mekanika Dasar, 22.