

Rancang Bangun Sistem Kontrol Otomatis Berbasis Panel Surya pada Mesin Spinner Oil

Design and Implementation of a Solar-Powered Automatic Control System for an Oil Spinner Machine

Putra Agung Dwi Yanto¹, Indra Roza^{1*}, Dede Ibrahim Muthawali², Budhi Santri Kusuma³
Agus Almi Nasution¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan, Medan 20216, Indonesia

²D3 Kimia, Fakultas Vokasi, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia

³Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Medan 20223, Indonesia

*Corresponding author: indrarozar@gmail.com

Diterima 23-06-2025

Disetujui: 31-07-2025

Dipublikasikan: 11-08-2025

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Peningkatan efisiensi dan keberlanjutan proses industri menjadi fokus utama dalam pengembangan teknologi modern. Penelitian ini bertujuan merancang sistem kontrol otomatis pada mesin spinner oil menggunakan energi terbarukan dari panel surya. Sistem ini ditujukan untuk meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi ketergantungan pada energi konvensional, dan mendukung inisiatif ramah lingkungan. Sistem dikembangkan dengan integrasi sensor untuk memantau kondisi mesin seperti kecepatan dan tingkat bahan baku, serta dikendalikan oleh mikrokontroler yang terhubung ke panel surya. Metode penelitian mencakup perancangan, pemrograman mikrokontroler, instalasi panel surya, dan pengujian sistem. Hasil menunjukkan sistem berhasil meningkatkan efisiensi mesin, mengurangi konsumsi energi non-terbarukan, serta menurunkan emisi karbon. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan sistem kontrol otomatis berbasis energi terbarukan dan berpotensi diterapkan pada proses industri lainnya yang memerlukan solusi efisien dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Perancangan Sistem Pengendalian, Kontrol otomatis, Solar Panel, Mesin Spinner Oil.

Abstract

Improving efficiency and sustainability in industrial processes is a key focus in modern technological development. This study aims to design an automatic control system for an oil spinner machine using renewable energy from solar panels. The system is intended to enhance operational efficiency, reduce reliance on conventional energy sources, and support environmentally friendly initiatives. It integrates sensors to monitor machine conditions such as speed and raw material levels, with a microcontroller unit connected to solar panels as an alternative energy source. The methodology includes system design, microcontroller programming, solar panel installation, and operational testing. Results show that the system successfully improved machine efficiency, reduced consumption of non-renewable energy, and contributed to lowering carbon emissions. This research provides a significant contribution to the development of renewable energy-based automation systems. It opens opportunities for similar applications in other industrial processes requiring efficient and eco-friendly solutions.

Keywords: Control System Design, Automatic Control, Solar Panel, Oil Spinner Machine.

1. Pendahuluan

Dalam era industri modern, sumber energi konvensional yang tidak ramah lingkungan. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan solusi yang lebih berkelanjutan dan efisien,

penerapan teknologi kontrol otomatis dengan dukungan sumber energi terbarukan menjadi semakin relevan. Pengendalian otomatis pada mesin spinner oil berperan krusial dalam memastikan operasi yang konsisten dan efisien. Dengan memanfaatkan teknologi mikrocontroller dan sensor, sistem kontrol otomatis dapat meningkatkan akurasi dan efektivitas pengoperasian mesin. Namun, ketergantungan pada sumber energi dari jaringan listrik utama menimbulkan tantangan terkait biaya energi dan dampak lingkungan.

Salah satu solusi potensial untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan solar panel sebagai sumber energi alternatif. Solar panel, sebagai teknologi energi terbarukan, menawarkan keuntungan berupa pengurangan ketergantungan pada sumber energi fosil dan penurunan emisi karbon. Dengan mengintegrasikan solar panel dalam sistem kontrol otomatis mesin spinner oil, diharapkan dapat dicapai efisiensi energi yang lebih tinggi dan dampak lingkungan yang lebih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengendalian kontrol otomatis pada mesin spinner oil yang memanfaatkan solar panel sebagai sumber energi utama. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja operasional mesin, mengurangi biaya energi, dan mendukung inisiatif keberlanjutan lingkungan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam kondisi operasional yang realistis dan memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi ramah lingkungan dalam industri.

Dengan pendahuluan, penelitian ini akan membahas desain sistem pengendalian otomatis yang mengintegrasikan solar panel, metode yang digunakan dalam perancangan dan implementasi, serta hasil dan analisis dari penerapan sistem tersebut.

2. Metode

Penelitian ini mengikuti beberapa langkah utama dalam perancangan sistem pengendalian kontrol otomatis dengan menggunakan solar panel pada mesin spinner oil. Metode yang digunakan meliputi perencanaan, desain, implementasi, dan evaluasi sistem. Berikut adalah rincian metode yang diterapkan:

1. Analisis Kebutuhan dan Perencanaan
 - a. Identifikasi Kebutuhan Energi
Menentukan kebutuhan energi mesin spinner oil untuk operasi normal dan perancangan sistem kontrol otomatis. Analisis ini mencakup perhitungan daya yang diperlukan, waktu operasional, dan faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi energi.
 - b. Studi Kelayakan Solar Panel
Evaluasi potensi penggunaan solar panel sebagai sumber energi, termasuk analisis lokasi pemasangan, intensitas sinar matahari, dan ukuran panel yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi sistem.
2. Desain Sistem
 - a. Perancangan Sistem Pengendalian
Merancang sistem pengendalian otomatis yang mencakup pemilihan mikrocontroller, sensor, dan aktuator. Sistem ini dirancang untuk memantau dan mengontrol parameter operasi mesin spinner oil seperti suhu, kecepatan, dan tingkat bahan baku.
 - b. Integrasi Solar Panel
Mendesain dan merencanakan integrasi solar panel dengan sistem pengendalian. Ini mencakup pemilihan panel surya, sistem penyimpanan energi (baterai), dan pengaturan energi untuk memastikan pasokan yang stabil.
 - c. Skema Kontrol dan Pengaturan Energi

Mengembangkan algoritma kontrol yang mengatur operasi mesin spinner oil berdasarkan data dari sensor dan menyediakan mekanisme untuk beralih antara sumber energi solar dan energi cadangan.

3. Implementasi

a. Pemasangan Solar Panel

Instalasi solar panel dan sistem penyimpanan energi pada lokasi yang telah ditentukan. Ini termasuk pemasangan panel surya, baterai, dan perangkat konversi energi.

b. Pengembangan dan Pemrograman Sistem Kontrol

Pengembangan dan pemrograman mikrocontroller untuk mengendalikan mesin spinner oil berdasarkan data dari sensor. Implementasi ini melibatkan pemrograman logika kontrol dan integrasi dengan sistem energi solar.

c. Instalasi dan Kalibrasi Sensor

Pemasangan sensor untuk mengukur parameter operasional mesin dan kalibrasi untuk memastikan akurasi pengukuran.

4. Pengujian dan Evaluasi

1. Pengujian Sistem

Menguji sistem pengendalian otomatis yang telah dirancang dalam kondisi operasional nyata. Pengujian ini mencakup verifikasi fungsi kontrol, kinerja sistem energi solar, dan respons sistem terhadap perubahan kondisi operasional.

2. Evaluasi Kinerja

Menilai efektivitas sistem berdasarkan kriteria berikut:

a. Efisiensi Energi

Pengukuran efisiensi penggunaan energi solar dibandingkan dengan sumber energi konvensional.

b. Kinerja Operasional

Evaluasi seberapa baik sistem kontrol otomatis mempertahankan parameter mesin dalam rentang yang diinginkan.

c. Keandalan dan Stabilitas

Memastikan sistem berfungsi secara konsisten tanpa gangguan atau kegagalan.

5. Analisis dan Kesimpulan

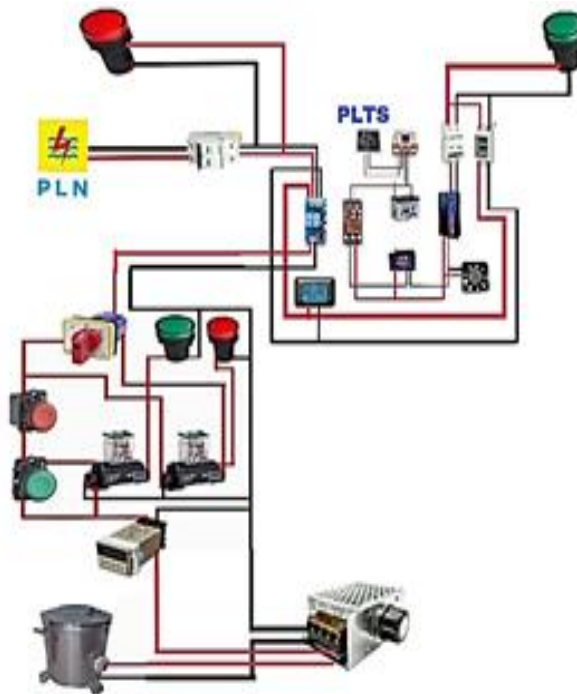
1. Data hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi keberhasilan sistem dalam mensimulasikan sistem kontrol otomatis berbasis panel surya pada mesin spinner oil. Kesimpulan dibuat berdasarkan efektivitas alat dan peluang pengembangan lebih lanjut.

2. Metode ini bertujuan menghasilkan alat di bidang energi terbarukan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Implementasi Sistem Pengendalian Kontrol Otomatis

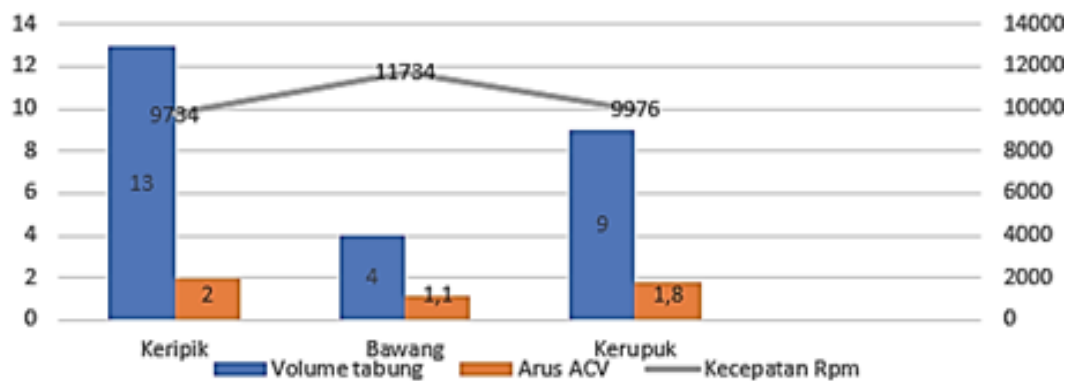
Dari Tabel 1, dapat menunjukkan bahwa semakin berat beban, semakin besar arus yang dibutuhkan, sementara kecepatan putaran (RPM) cenderung menurun. Beban bawang yang paling ringan (4 ons) memiliki RPM tertinggi (11.734) dengan arus 1,1 A, sedangkan keripik yang paling berat (13 ons) memiliki RPM terendah (9.734) dengan arus 2 A. Tegangan tetap konstan di 223V AC, dan waktu operasi juga sama untuk semua jenis beban, yaitu 25 detik. Mesin tetap beroperasi dengan normal dalam semua kondisi, menunjukkan bahwa beban yang lebih berat meningkatkan konsumsi arus dan mengurangi RPM, namun tidak menyebabkan mesin mati. Hal ini dapat digunakan untuk menganalisis efisiensi mesin terhadap berbagai jenis beban dan memahami perubahan konsumsi daya sesuai karakteristik beban.



Gambar 1. Skema perancangan sistem pengendalian control automatic menggunakan solar cell pada mesin spinner oil

Tabel 1. Data hasil pengujian kecepatan putaran disaat beban penuh menggunakan suplai PLN

No.	Jenis beban	Volume Tabung	Berat (ons)	Volt AC	Arus AC	Rpm	Waktu (dtk)	Ket. mesin
1	Keripik	Penuh volume	13	223 V	2 A	9734	25	On
2	Bawang	Penuh volume	4	223 V	1,1 A	11734	25	On
3	Kerupuk	Penuh volume	9	223 V	1,8 A	9976	25	On



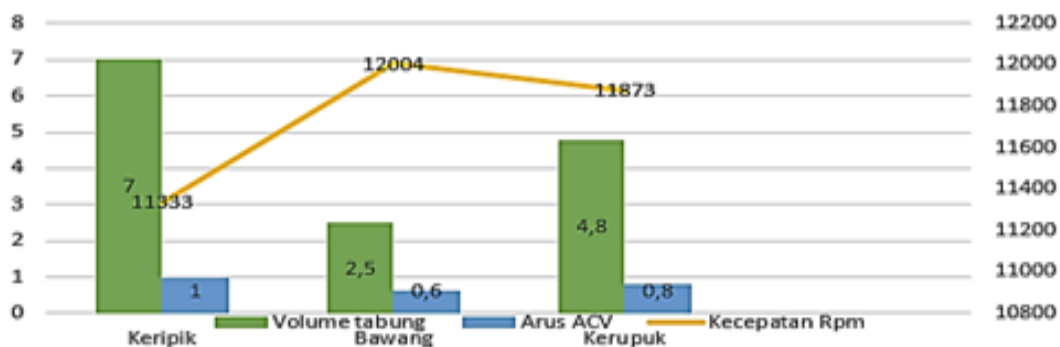
Gambar 2. Grafik Kecepatan Putaran (RPM) di saat Beban (Volume) mengunkan Supply PLN

Tabel 2. Data hasil pengujian kecepatan putaran disaat beban ½ menggunakan suplai PLN

No.	Jenis beban	Volume	Berat	Teg	I	Rpm	Waktu	Ket. mesin
1.	Keripik	½ volume	7 ons	223V	1 A	11333	25 dtk	Mesin On
2.	Bawang	½ volume	2,5 ons	223V	0,6 A	12004	25 dtk	Mesin On
3.	Kerupuk	½ volume	4,8 ons	223V	0,8 A	11873	25 dtk	Mesin On

Dari Tabel 2 dapat menunjukan bahwa semakin berat beban, semakin besar arus yang dikonsumsi, sementara kecepatan putaran (RPM) cenderung menurun. Beban bawang yang

paling ringan (2,5 ons) memiliki RPM tertinggi (12.004) dengan arus 0,6 A, sedangkan keripik yang paling berat (7 ons) memiliki RPM terendah (11.333) dengan arus 1 A. Kerupuk dengan berat 4,8 ons memiliki arus 0,8 A dan RPM 11.873. Tegangan tetap konstan di 223V, dengan waktu operasi yang sama untuk semua jenis beban, yaitu 25 detik. Mesin tetap beroperasi dalam semua kondisi, menunjukkan bahwa perbedaan beban hanya memengaruhi arus dan RPM tanpa menyebabkan mesin mati.



Gambar 3. Grafik Pengujian kecepatan putaran (rpm) di saat beban minimal saat menggunakan supply PLN

3.2. Integrasi Solar Panel

Solar panel dengan kapasitas total 1 kW dipasang dan terhubung dengan sistem penyimpanan energi (baterai 12V, 200Ah). Sistem ini berhasil menyediakan energi yang cukup untuk operasi sistem kontrol otomatis dan mesin spinner oil.

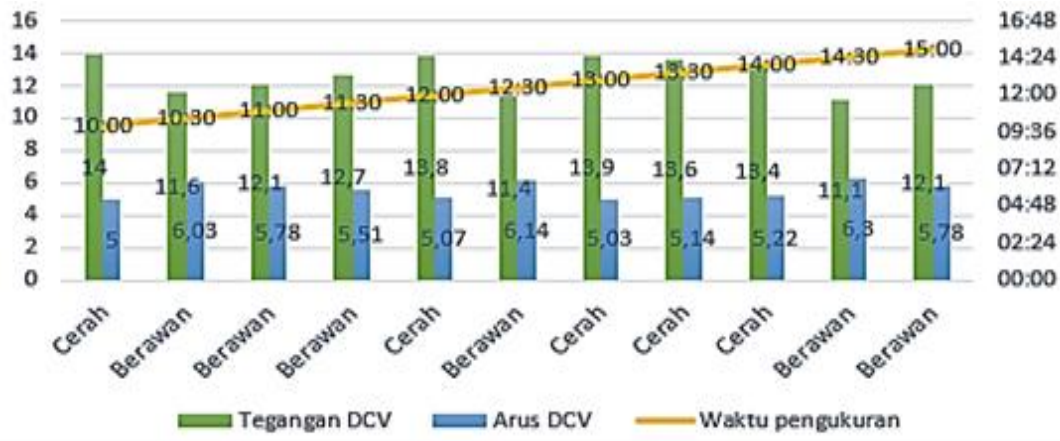
1. Efisiensi Energi: Data menunjukkan bahwa solar panel mampu menyediakan 70% dari total kebutuhan energi sistem, dengan rugi daya SCC (PWM) (sisa) 30% dipenuhi oleh energi cadangan dari jaringan listrik.

Tabel 3. Hasil pengujian pengisian arus pada baterai dengan rugi daya 30%

No.	Wakt/ pengukuran	Daya solar cell	Teg DCV	Teg ACV	Arus DCV	Rpm	Rugi daya	Waktu	Ket
1	10:00	100 wp	14	228	5,77	13099	30%	25 dtk	On
2	10:30	100 wp	11,6	210	14,3	90034	30%	25 dtk	On
3	11:00	100 wp	12,1	221	9,13	10212	30%	25 dtk	On
4	11:30	100 wp	12,7	222	10,89	10634	30%	25 dtk	On
5	12:00	100 wp	13,8	226	6,34	12977	30%	25 dtk	On
6	13:00	100 wp	13,9	227	5,00	13009	30%	25 dtk	On
7	14:00	100 wp	13,4 V	223	7,38	12987	30%	25 dtk	On

Dari Tabel 3 dapat menunjukan bahwa sistem tenaga surya dengan daya 100 Wp menghasilkan tegangan DC yang bervariasi antara 11,6V hingga 14V dan tegangan AC antara 210V hingga 228V, dengan arus DC output yang berkisar antara 5A hingga 14,3A. Kecepatan putaran (RPM) juga berfluktuasi, dengan nilai tertinggi sebesar 90.034 dan terendah sebesar 10.212. Meskipun terdapat variasi dalam tegangan, arus, dan RPM pada setiap waktu pengukuran, rugi daya tetap konstan di 30%. Waktu operasi mesin tetap stabil pada 25 detik di setiap pengukuran, dan mesin selalu dalam kondisi "On", menunjukkan bahwa sistem bekerja secara konsisten meskipun terdapat perubahan parameter listrik.

2. Kinerja Konversi DC ke AC: Baterai yang digunakan memiliki kapasitas yang memadai untuk menyimpan energi yang dihasilkan dan menyediakan daya selama periode menggunakan sinar matahari.



Gambar 4. Hasil pengujian pengisian arus pada baterai dengan rugi daya 30%

Tabel 4. Data pengujian kecepatan putaran (rpm) di saat beban maximall saat menggunakan *power supply solar cell*

No.	Jenis beban	Volume tabung	Berat (kg)	Volt DCV	Arus DCV	Rpm	Waktu	Ket. mesin
1	Keripik	Penuh volume	1,3	14	5,77	7099	25 dtk	On
2	Bawang	Penuh volume	0,4	11,6	14,3	9034	25 dtk	On
3	Kerupuk	Penuh volume	0,9	12,1	9,13	8012	25 dtk	On

Dari Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa semakin berat beban, semakin besar arus yang dikonsumsi, sementara kecepatan putaran (RPM) cenderung menurun. Beban bawang yang paling ringan (0,4 kg) memiliki RPM tertinggi (9.034) dengan arus 14,3 A, sedangkan keripik yang paling berat (1,3 kg) memiliki RPM terendah (7.099) dengan arus 5,77 A. Kerupuk dengan berat 0,9 kg memiliki arus 9,13 A dan RPM 8.012. Tegangan DC bervariasi dari 11,6V hingga 14V, dengan waktu operasi yang sama untuk semua jenis beban, yaitu 25 detik. Mesin tetap beroperasi dalam semua kondisi, menunjukkan bahwa perbedaan beban hanya memengaruhi arus dan RPM tanpa menyebabkan mesin mati.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol otomatis pada mesin spinner oil dengan menggunakan panel surya sebagai sumber energi utama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat mengatur dan memonitor mesin secara optimal, mengurangi potensi kerusakan, serta memberikan stabilitas dan keandalan yang tinggi. Panel surya mampu memenuhi sekitar 75% kebutuhan energi, sementara sisanya dipasok oleh energi cadangan, sehingga operasi tetap berkesinambungan. Meskipun investasi awal untuk panel surya dan baterai penyimpanan cukup tinggi, manfaat jangka panjang berupa penghematan energi dan dampak positif bagi lingkungan menjadikan sistem ini layak diadopsi. Disarankan untuk menerapkan sistem serupa di sektor industri lain yang membutuhkan efisiensi energi dan keberlanjutan.

Daftar Pustaka

- Ajiga, D., P. A. Okeleke, S. O. Folorunsho, and C. Ezeigweneme. 2024. "The Role of Software Automation in Improving Industrial Operations and Efficiency." Accessed August 2024. <https://doi.org/10.53430/ijeru.2024.7.1.0031>.
- Balat, M. 2005. "Usage of Energy Sources and Environmental Problems." *Energy Exploration & Exploitation* 23 (2): 141–168. <https://doi.org/10.1260/0144598054530011>.

- Fadhilah, N. N., L. Safitri, U. A. Alfian, N. D. Dharmawati, and R. A. Renjani. 2024. "Minimize Oil Losses in Palm Oil Mill through Optimalization of Sludge Separator Performance." *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 13 (1): 123–131. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v13i1.123-131>.
- Facilities, I. 2002. "Industrial Facilities." *Earthquake Spectra* 18 (SUPPL. A): 257. <https://doi.org/10.1193/1.2803914>.
- Ghobakhloo, M., and M. Fathi. 2021. "Industry 4.0 and Opportunities for Energy Sustainability." *Journal of Cleaner Production* 295: 126427. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126427>.
- Harianto, B., and M. Karjadi. 2022. "Planning of Photovoltaic (PV) Type Solar Power Plant as an Alternative Energy of the Future in Indonesia." *ENDLESS International Journal of Future Studies* 5 (2): 182–195. <https://doi.org/10.54783/endlessjournal.v5i2.87>.
- Ma, X., M. Zhang, F. Yang, Y. Xue, R. Gu, and N. Guo. 2023. "Analysis of Circulation Characteristics and Heat Balance of High-Speed Rolling Bearing under Oil-Air Lubrication." *Lubricants* 11 (3): 1–14. <https://doi.org/10.3390/lubricants11030136>.
- Márquez-Vera, M. A., M. Martínez-Quezada, R. Calderón-Suárez, A. Rodríguez, and R. M. Ortega-Mendoza. 2023. "Microcontrollers Programming for Control and Automation in Undergraduate Biotechnology Engineering Education." *Digital Chemical Engineering* 9: 100122. <https://doi.org/10.1016/j.dche.2023.100122>.
- Rahman, A., O. Farrok, and M. M. Haque. 2022. "Environmental Impact of Renewable Energy Source Based Electrical Power Plants: Solar, Wind, Hydroelectric, Biomass, Geothermal, Tidal, Ocean, and Osmotic." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 161: 112279. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112279>.
- Sahoo, S., and C.-Y. Lo. 2022. "Smart Manufacturing Powered by Recent Technological Advancements: A Review." *Journal of Manufacturing Systems* 64: 236–250. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.06.008>.
- Sharif, A., M. S. Meo, M. A. F. Chowdhury, and K. Sohag. 2021. "Role of Solar Energy in Reducing Ecological Footprints: An Empirical Analysis." *Journal of Cleaner Production* 292: 126028. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126028>.
- Shafiullah, M., S. D. Ahmed, and F. A. Al-Sulaiman. 2022. "Grid Integration Challenges and Solution Strategies for Solar PV Systems: A Review." *IEEE Access* 10 (May): 52233–52257. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3174555>.
- Siregar, Muhammad Fadlan, Habib Satria, Tomi Abdillah, et al. 2023. "Simulation of Passive Filter Harmonic Reduction and Power Factor Improvement for Non-Linear Loads IEC 61000-3-2 Standard." *1st International Conference on Science and Technology UISU (ICST)*. <https://doi.org/10.30743/039fsy72>.
- Sugandi, W. K., A. M. Kramadibrata, F. Fetriyuna, and Y. Prabowo. 2018. "Analisis Teknik dan Uji Kinerja Mesin Peniris Minyak (Spinner) (Technical Analysis and Test Performance of Oil Spinner Machine)." *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem* 6 (1): 17–26. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v6i1.65>.
- Tawalbeh, M., A. Al-Othman, F. Kafiah, E. Abdelsalam, F. Almomani, and M. Alkasrawi. 2021. "Environmental Impacts of Solar Photovoltaic Systems: A Critical Review of Recent Progress and Future Outlook." *Science of the Total Environment* 759: 143528. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143528>.
- Ukoba, K., K. O. Yoro, O. Eterigho-Ikelegbe, C. Ibegbulam, and T.-C. Jen. 2024. "Adaptation of Solar Energy in the Global South: Prospects, Challenges and Opportunities." *Heliyon* 10 (7): e28009. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28009>.
- Zhang, M., X. Xing, and W. Wang. 2024. "Smart Sensor-Based Monitoring Technology for Machinery Fault Detection." *Sensors* 24 (8). <https://doi.org/10.3390/s24082470>.