

IMPLEMENTASI DIGITAL IMAGE PROCESSING SEBAGAI PENDETEKSI POSISI MATAHARI PADA PERANCANGAN DUAL AXIS SOLAR TRACKER

Devith Christian^{1*}, Dian Budhi Santoso¹, Reni Rahmadewi¹

¹Department of Electrical Engineering, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

ARTICLE INFO

History of the article:

Received July 13, 2023
Revised July 28, 2023
Accepted August 1, 2023
Published August 4, 2023

Keywords:

New Renewable Energy
Solar Tracker
Digital Image Processing

Kata Kunci :

Energi Baru Terbarukan
Penjejak Surya
Pengolahan Citra Digital

Correspondece:

Devith Christian,
Department of Electrical Engineering,
Universitas Singaperbangsa
Karawang, Indonesia,
Email :
devith.christian19054@student.unsika.
ac.id

ABSTRACT

One of the uses of new renewable energy (EBT) in Indonesia which has great potential is solar panels. Solar panels are electrical devices that are used to convert solar energy into electrical energy. The limited surface area of the panels requires users to be able to pay attention to the work efficiency of solar panels. The aspect that has the most influence on optimizing the efficiency of solar panel performance is the placement of the surface of the solar panel against incoming solar radiation. Therefore, it is necessary to have a method to detect the position of the sun to provide input to the actuator so that the surface of the solar panel is positioned in the direction of the sun's rays. This study describes the accuracy of detecting the position of the sun using digital image processing methods. This process needs to be done as a reference in designing a dual axis solar tracker. Detection of the sun's position using this method gets 100% accurate results in cloudless sky conditions and gets 80% success results in cloudy sky conditions.

This is an open access article under the CC BY-ND license.



ABSTRAK

Salah satu pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) di Indonesia yang memiliki potensi besar adalah panel surya. Panel surya adalah suatu perangkat listrik yang mempunyai guna untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik. Keadaan luas permukaan panel yang terbatas, mewajibkan pengguna untuk dapat memperhatikan efisiensi kerja panel surya. Aspek yang paling berpengaruh pada pengoptimalan efisiensi kinerja panel surya adalah penempatan permukaan panel surya terhadap datangnya radiasi matahari. Oleh karena itu perlu adanya metode untuk mendeteksi posisi matahari untuk memberikan *input* kepada aktuator agar memposisikan permukaan panel surya searah dengan datangnya sinar matahari. Penelitian ini memaparkan mengenai akurasi pendeteksian posisi matahari menggunakan *metode digital image processing*. Proses ini perlu dilakukan untuk menjadi referensi dalam merancang *dual axis solar tracker*. Pendeteksian posisi matahari menggunakan metode ini mendapatkan hasil keberhasilan 100% akurat pada kondisi langit tidak berawan dan mendapatkan hasil 80% berhasil pada kondisi langit berawan.

PENDAHULUAN

Energi alternatif atau yang dikenal dengan sebutan energi baru terbarukan (EBT) adalah suatu energi yang dapat digunakan secara berkelanjutan oleh manusia dan berasal dari proses alam[1]. Indonesia mempunyai target penggunaan energi baru terbarukan pada tahun 2025 dapat mencapai 23% dan pada tahun 2050 ditargetkan mencapai 31% lewat Kebijakan Energi Nasional (KEN)[2]. Salah satu pemanfaatan EBT yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia adalah penggunaan panel surya. Besarnya potensi penggunaan panel surya dikarenakan negara Indonesia memiliki letak geografis sebagai negara khalustwa dan memiliki tingkat rata-rata radiasi yang cukup tinggi yaitu 4,8 kWh/m²/hari[3].

Panel surya adalah suatu perangkat listrik yang mempunyai guna untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya terdiri dari kumpulan beberapa sel surya yang disusun secara seri maupun paralel, sehingga dapat menghasilkan listrik arus searah[4]. Keadaan luas permukaan panel surya yang terbatas sesuai dengan spesifikasinya, menuntut agar pengguna dapat memaksimalkan efisiensi kerja panel surya untuk memperoleh sinar matahari secara maksimal sepanjang hari.

Namun, banyak penggunaan panel surya saat ini yang masih belum memperhatikan efisiensi kerja panel surya. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja panel surya[5], tetapi aspek yang paling berpengaruh pada pengoptimalan efisiensi kinerja panel surya adalah penempatan permukaan panel surya terhadap datangnya radiasi matahari[6]. Hal tersebut dikarenakan jumlah energi yang dapat dihasilkan suatu panel surya bergantung pada posisi permukaan panel surya untuk menerima radiasi. Maka dengan itu, perlu adanya metode untuk mendeteksi posisi matahari dan mengarahkan permukaan panel surya searah dengan datangnya sinar matahari dengan konsep *solar tracker*.

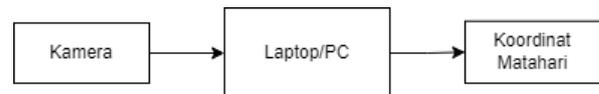
Berbagai penelitian mengenai penjejak posisi matahari (*solar tracker*) dengan berbagai metode sudah pernah dilakukan [7-10], tetapi metode *digital image processing* dalam menjejak posisi matahari pada *solar tracker* dinilai memiliki nilai ketepatan yang lebih baik dibanding metode lain[11]. Sejalan dengan informasi yang diberikan pada berbagai penelitian terdahulu mengenai metode *digital image processing* untuk menentuan posisi matahari pada perancangan *solar tracker* [5,6,12-16], belum ada yang membahas mengenai tingkat keberhasilan metode pendeteksian matahari terhadap metode digital image

processing yang telah dirancang. Selain itu, penelitian ini akan menggunakan tahapan digital *image processing* yang berbeda dengan penelitian-penelitian terdahulu. Tingkat keberhasilan pengujian sistem ini perlu dilakukan sebelum melakukan perancangan *dual axis solar tracker* menggunakan metode digital *image processing*. Hasil dari penelitian ini juga dapat menjadi referensi untuk pengembangan *dual axis solar tracker* selanjutnya agar dapat meningkatkan efisiensi kerja panel surya. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji tahapan metode *digital image procesing* yang berbeda dari penelitian terdahulu dan menguji tingkat keberhasilan metode tersebut dalam mendeteksi posisi matahari.

METODE PENELITIAN

Diagram blok sistem

Dengan menampilkan visualisasi diagram blok sistem, maka penjelasan akan lebih mudah dipahami untuk menerjemahkan skematik sistem. Berikut merupakan diagram blok sistem yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Pada sistem yang akan dirancang, peralatan yang digunakan untuk memproses *input* dan memberikan *output* titik koordinat adalah Laptop/PC. Proses *input* dilakukan melalui kamera smartphone Infinix Hot 11s NFC untuk mengambil citra dengan format RGB. *Output* pada sistem akan berupa titik tengah koordinat matahari dan perhitungan titik tersebut pada titik tengah *frame*.

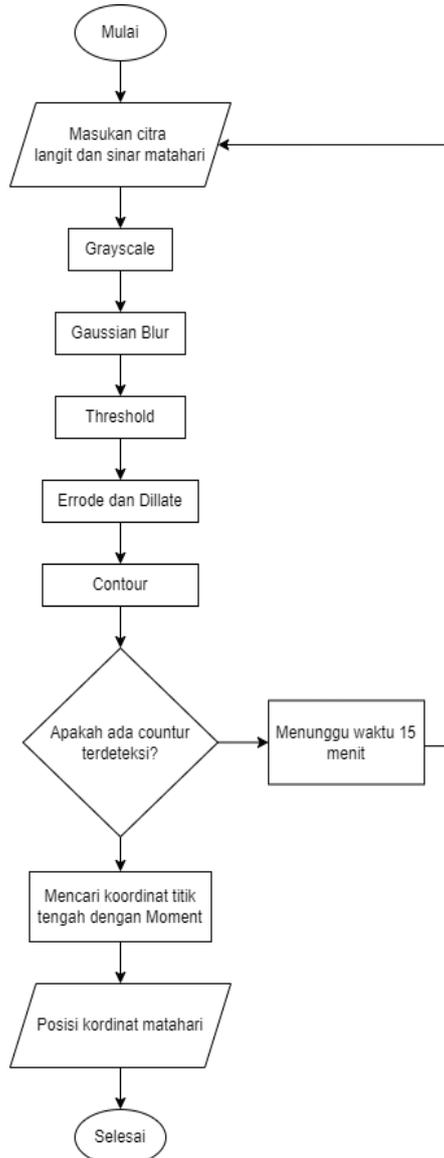
Pengambilan Data Citra

Metode untuk pengumpulan data dari Implementasi Digital Image Processing sebagai Pendeteksi Posisi Matahari pada Perancangan Dual Axis Solar Tracker dilakukan di daerah Kabupaten Karawang Kecamatan Telukjambe Timur. Pengumpulan data pengujian menggunakan dua paramater yaitu saat saat kondisi langit cerah tanpa awan dan kondisi langit berawan, tetapi matahari tetap terlihat walaupun hanya beberapa persen dari keadaan seharusnya.

Diagram alir Pengolahan Citra Digital

Dalam melakukan pendeteksian posisi matahari menggunakan metode digital image procesing, terdapat tahap-tahap yang harus dilakukan. Gambar 2 memberikakan gambaran

flowchart dari tahapan metode dalam mendeteksi posisi matahari.



Gambar 2. Flowchart *Digital Image Processing*

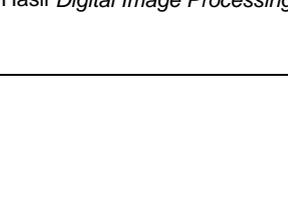
Melalui gambar 2 di atas, sesuai dengan pengertian dari *digital image processing* yaitu merupakan ilmu yang mempelajari teknik pengolahan citra dua dimensi secara digital dengan sebuah *input* gambar dan akan menghasilkan *output* gambar yang telah diolah[13]. Masukan gambar pada sistem berupa format citra RGB yang mempunyai 3 buah kanal, lalu format tersebut diubah menjadi derajat keabuan (*grayscale*). *Grayscale* merupakan presentasi dari citra dengan satu kanal, sehingga citra *grayscale* hanya menunjukkan nilai tingkat intensitas cahaya atau kecerahan dengan rentang nilai 0 sampai dengan nilai 255[17]. Tujuan penggunaan *grayscale* pada sistem adalah untuk mengurangi informasi yang dimiliki pada citra.

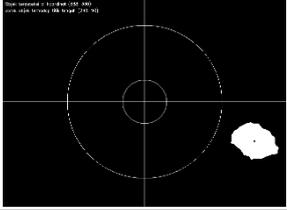
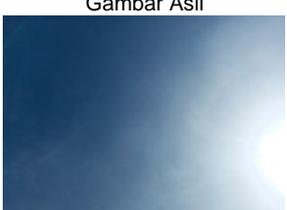
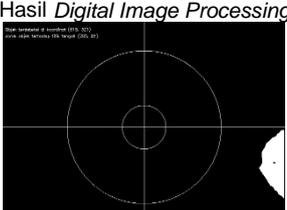
Setelah itu dilakukan penerapan *gaussian blur* atau penapisan *gaussian*, yaitu penapisan *blur* yang menempatkan warna transisi yang signifikan pada suatu citra, kemudian membuat warna-warna pertengahan untuk menciptakan efek lembut pada setiap sisi citra[18]. Tujuan pengaplikasian *gaussian blur* ialah menciptakan efek *autofocus* agar detail dan *noise* pada suatu citra dapat berkurang sehingga analisis citra berfokus pada objek utama. Penerapan *threshold* selanjutnya akan diterapkan pada citra, proses melakukan *threshold* dapat juga disebut dengan segmentasi citra. Segmentasi merupakan cara sederhana untuk memisahkan objek yang tidak diperlukan pada citra dan mengambil objek tertentu[19]. Tujuan penggunaan *threshold* pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan objek yang akan dianalisis berada pada *foreground* citra dan sisanya akan menjadi *background* citra. Setelah proses segmentasi, dilakukan proses morfologi untuk mengurangi *noise* pada citra dengan menggunakan *structuring element*. Terdapat dua *Structuring element* yang digunakan pada penelitian ini, yaitu erosi dan dilasi. Erosi (*erode*) merupakan proses mengurangi atau mengikis lebar pada batasan piksel objek utama sehingga objek utama akan mengecil setelah dilakukan proses erosi. Sedangkan dilasi (*dilate*) merupakan proses kebalikan dari proses erosi yaitu memperluas lebar pada batasan piksel objek utama, sehingga objek utama akan membesar setelah dilakukan proses dilasi[20]. Tahap selanjutnya adalah melakukan proses *contours*, yaitu proses pengelompokan objek berdasarkan intensitas atau warna yang serupa dengan cara mendeteksi bentuk suatu objek dan menggabungkan titik-titik yang terbentuk dari setiap lekuk pada suatu kontur[21]. Penggunaan *contour* pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa bentuk dan mendeteksi atau mengenali objek utama. Selanjutnya setelah suatu citra terdeteksi memiliki kontur, maka akan dilakukan perhitungan nilai titik tengah kontur terhadap titik tengah *frame* dengan *Moment*. *Moment* adalah metode untuk mengarakterisasi bentuk suatu objek utama dalam suatu citra dengan menangkap informasi dasar seperti titik pusat (koordinat pusat (x,y) pada objek utama), area objek, orientasi, dan properti lain yang diinginkan[22]. *Moment* citra yang *invariant* terhadap translasi citra mempunyai orde m00, m01, m02, m03, m10, m11, m12, m20, m21, dan m31. Untuk melakukan perhitungan terhadap nilai koordinat pusat dari objek utama pada citra, maka dilakukan perhitungan pembagian m10 dengan m00 untuk koordinat sumbu x dan pada sumbu y dilakukan pembagian antara m01 dengan m00.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan data hasil pengolahan citra digital pada setiap hasil pengujian langit tanpa awan yang disajikan pada Tabel 1.

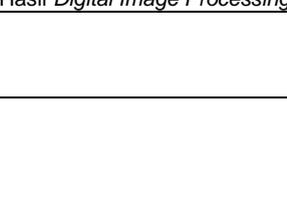
Tabel 1. Pengujian dengan kondisi langit tanpa awan

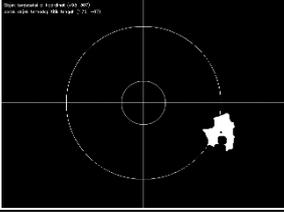
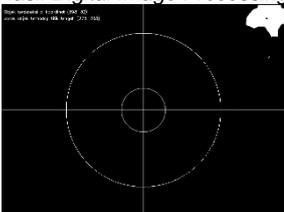
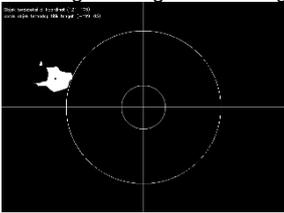
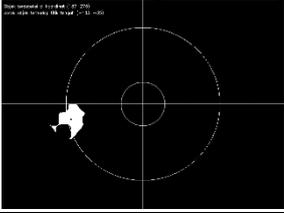
No	Gambar asli dan gambar hasil Digital Image Processing	Parameter Koordinat (x,y)
Kondisi Tanpa Awan		
1	Gambar Asli 	<ul style="list-style-type: none"> • Titik Tengah frame = (320,240) • Titik Tengah Matahari = (307,262) • Jarak titik tengah matahari terhadap titik tengah frame = (-13, 22)
	Hasil <i>Digital Image Processing</i> 	
2	Gambar Asli 	<ul style="list-style-type: none"> • Titik Tengah frame = (320,240) • Titik Tengah Matahari = (429,407) • Jarak titik tengah matahari terhadap titik tengah frame = (109,167)
	Hasil <i>Digital Image Processing</i> 	
3	Gambar Asli 	<ul style="list-style-type: none"> • Titik Tengah frame = (320,240) • Titik Tengah Matahari = (568,330) • Jarak titik tengah matahari terhadap titik tengah frame = (248, 90)
	Hasil <i>Digital Image Processing</i> 	

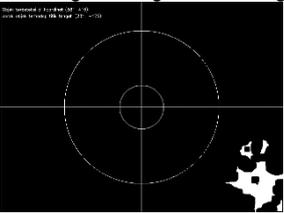
	Gambar Asli 	
4	Gambar Asli 	<ul style="list-style-type: none"> • Titik Tengah frame = (320,240) • Titik Tengah Matahari = (279, 69) • Jarak titik tengah matahari terhadap titik tengah frame = (-41,-171)
	Hasil <i>Digital Image Processing</i> 	
5	Gambar Asli 	<ul style="list-style-type: none"> • Titik Tengah frame = (320,240) • Titik Tengah Matahari = (615,321) • Jarak titik tengah matahari terhadap titik tengah frame =(295,81)
	Hasil <i>Digital Image Processing</i> 	

Berikut merupakan data hasil pengolahan citra digital pada setiap hasil pengujian langit berawan yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian dengan kondisi langit berawan

No	Gambar asli dan gambar hasil Digital Image Processing	Parameter Koordinat (x,y)
Kondisi Dengan Awan		
1	Gambar Asli 	<ul style="list-style-type: none"> • Titik Tengah frame = (320,240) • Titik Tengah Matahari = (495,307) • Jarak titik tengah matahari terhadap titik tengah frame = (175, 67)
	Hasil <i>Digital Image Processing</i> 	

		titik tengah frame = (175,-67)
2	Gambar Asli 	<ul style="list-style-type: none"> • Titik Tengah frame = (320,240) • Titik Tengah Matahari = (598, 448) • Jarak titik tengah matahari terhadap titik tengah frame = (278, 208)
	Hasil <i>Digital Image Processing</i> 	
3	Gambar Asli 	<ul style="list-style-type: none"> • Titik Tengah frame = • Titik Tengah Matahari = • Jarak titik tengah matahari terhadap titik tengah frame =
	Hasil <i>Digital Image Processing</i> 	
4	Gambar Asli 	<ul style="list-style-type: none"> • Titik Tengah frame = (320,240) • Titik Tengah Matahari = (157,275) • Jarak titik tengah matahari terhadap titik tengah frame = (-163, -35)
	Hasil <i>Digital Image Processing</i> 	
5	Gambar Asli	

	<ul style="list-style-type: none"> • Titik Tengah frame = (320, 240) • Titik Tengah Matahari = (581,415) • Jarak titik tengah matahari terhadap titik tengah frame =(261,-175)
Hasil <i>Digital Image Processing</i> 	

Dari kedua tabel yang telah dijabarkan, dapat dilihat bahwa metode *digital image processing* dalam menentukan posisi matahari cukup efektif dan menunjukkan hasil baik. Hal ini disebabkan karena tahapan dan setiap parameter yang digunakan pada metode *digital image processing* dinilai cukup tepat. Dengan keadaan tersebut, gambar kontur yang berwarna putih mewakili angka 1 pada citra biner. Citra biner sendiri didapat dengan menerapkan *threshold* pada citra, yaitu menentukan ambang batas nilai piksel. Apabila suatu nilai piksel di bawah dari ambang batas *threshold* (angka 254 yang digunakan), maka nilai piksel tersebut akan 0. Begitupun sebaliknya, apabila suatu piksel memiliki nilai lewat dari ambang batas yang ditentukan, maka piksel tersebut akan bernilai 1. Pada setiap pengujian di tabel 1 dan tabel 2, angka 1 akan mempresentasikan titik cahaya tertinggi dan diasumsikan bahwa titik cahaya tertinggi adalah matahari.

Pada Tabel 1 menunjukkan pendeteksi posisi matahari berhasil 100% dari 5 percobaan. Tidak adanya awan menyebabkan proses pengolahan citra digital tidak menemui kendala sama sekali untuk memproses citra yang ditangkap. Alhasil posisi matahari dapat terdeteksi dengan tepat dan menunjukkan nilai jarak terhadap titik tengah *frame*. Faktor kamera juga berpengaruh pada pengolahan citra digital, dikarenakan *input* citra bergantung pada kualitas kamera. Setiap nilai piksel pada suatu citra akan bergantung pada kamera yang digunakan, sehingga perbedaan nilai piksel akan sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pengolahan citra digital. Citra yang diambil pada penelitian ini menggunakan kualitas yang baik untuk mendapatkan citra bersolusi 640 x 480.

Pada tabel 2 menunjukkan pendeteksi posisi matahari menunjukkan angka 80%. Walaupun secara kasat mata terdapat beberapa citra yang

memiliki beberapa kontur seperti pada nomor 3, 4, dan 5. Namun, ini dapat teratasi dikarenakan memberi logika pada *code source* agar kontur dengan nilai terluas saja yang memiliki nilai koordinat pusat. Hal tersebut dikarenakan matahari memiliki pusat penyebaran cahaya terluas di langit, tiada lagi cahaya yang penyebarannya luas selain matahari.

Dari kedua hasil tersebut dapat menjadi referensi untuk menerapkan metode *digital image processing* sebagai metode untuk mendeteksi posisi matahari pada perancangan *dual axis solar tracker*. Kedua koordinat yang terdeteksi pada *digital image processing* dapat mewakili pembentukan kedua sudut matahari terhadap bumi. Sumbu x dapat mewakili *zenith angle* yaitu ketinggian matahari di atas cakrawala yang diukur sebagai sudut antara garis yang menghubungkan pengamat ke matahari pada arah vertikal. Sumbu y dapat mewakili *azimuth angle* yaitu pergerakan matahari dari timur ke barat. Sehingga metode ini dapat melacak kedua sudut posisi matahari dan mengoptimalkan efisiensi kerja panel surya.

KESIMPULAN

Dapat ditarik kesimpulan metode pengolahan citra digital cukup baik untuk diterapkan pada perancangan *dual axis solar tracker*. Terlihat hasil pengujian menunjukkan pendeteksian matahari 100% berhasil pada kondisi langit tidak berawan dan 80% pada kondisi langit berawan. Pengolahan citra digital, juga dipengaruhi dalam urutan tahapan prosesnya. Semakin tepat urutan dan parameter yang diberikan, maka akan memperbesar juga tingkat keberhasilan metode pengolahan citra digital.

REFERENSI

- [1] B. K. Prasaja M, W. Edifikar, and T. Abdullah, "Pendidikan dan Pelatihan Energi Baru Terbarukan (EBT) di Tingkat Universitas di Indonesia," *JE-Unisla*, vol. 5, no. 2, p. 353, 2020, doi: 10.30736/je.v5i2.455.
- [2] Indonesian Government, "Indonesian Government Law No 79 In 2014 About National Energy Policy," p. 8, 2014.
- [3] M. S. Boedoyo, "Potensi Dan Peranan Plts Sebagai Energi Alternatif Masa Depan Di Indonesia," *J. Sains dan Teknol. Indones.*, vol. 14, no. 2, pp. 146–152, 2013, doi: 10.29122/jsti.v14i2.919.
- [4] A. C. Prasetyo, Yuli; Triyono, Budi; Arifin, "OPTIMALISASI DAYA OUTPUT DUAL AXIS SOLAR TRACKER DENGAN METODE UMBRELLA SYSTEM," *J. Geuthèè Penelit. Multidisiplin*, vol. 02, no. 02, pp. 259–266, 2019.
- [5] Agus Suryanto, Noor Hudallah, Tatyantoro Andrasto, Cahyo Fajar Adhiningtyas, and Seftriana Anifa Khusniasari, "Optimalisasi Keluaran Panel Surya Menggunakan Solar Tracker Berbasis Kamera Terintegrasi Raspberry Pi," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 3, pp. 282–290, 2021, doi: 10.22146/jnteti.v10i3.1142.
- [6] G. Garcia-Gil and J. M. Ramirez, "Fish-eye camera and image processing for commanding a solar tracker," *Heliyon*, vol. 5, no. 3, p. e01398, 2019, doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01398.
- [7] J. Ruelas, F. Muñoz, B. Lucero, and J. Palomares, "PV tracking design methodology based on an orientation efficiency chart," *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 5, 2019, doi: 10.3390/app9050894.
- [8] C. K. Yang, T. C. Cheng, C. H. Cheng, C. C. Wang, and C. C. Lee, "Open-loop altitude-azimuth concentrated solar tracking system for solar-thermal applications," *Sol. Energy*, vol. 147, pp. 52–60, 2017, doi: 10.1016/j.solener.2017.03.014.
- [9] M. A. Alfiqam, A. R. Idris, and S. Thaha, "Rancang Bangun Alat Penjejak Sinar Matahari dan Monitoring Output Panel Surya Berbasis Mikrokontroler," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.* 2020, pp. 1–7, 2020.
- [10] A. H. Tamari and A. Amirullah, "Kombinasi Sistem Solar Tracker Dua Sumbu dan Automatic Transfer Switch (ATS) untuk Menstabilkan Tegangan Keluaran Pembangkit Photovoltaic (PV) Menggunakan Sensor Photodiode dan Arduino Nano," *Rekayasa*, vol. 15, no. 2, pp. 164–174, 2022, doi: 10.21107/rekayasa.v15i2.14444.
- [11] D. D. Cahyono, S. I. Haryudo, and B. Suprianto, "Studi Literatur: Sistem Panel Surya Menggunakan Automatic Transfer Switch Dan Solar Tracking," *J. Tek. Elektro*, pp. 741–750, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/art>

- icle/view/39161%0Ahttps://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/39161/34333
- [12] Z. El Jaouhari, Y. Zaz, S. Moughyt, O. El Kadmiri, and Z. El Kadmiri, "Dual-Axis Solar Tracker Design Based on a Digital Hemispherical Imager," *J. Sol. Energy Eng. Trans. ASME*, vol. 141, no. 1, 2019, doi: 10.1115/1.4039098.
- [13] F. D. Krisandika, M. Rivai, and T. Tasripan, "Pelacak Cahaya Matahari Berbasis Citra pada Panel Surya menggunakan Single Board Computer LattePanda," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.30874.
- [14] F. Wahab, "Rancang bangun penjejak posisi matahari menggunakan kamera dan single board computer," *JITEL (Jurnal Ilm. Telekomun. Elektron. dan List. Tenaga)*, vol. 1, no. 1, pp. 43–50, 2021, doi: 10.35313/jitel.v1.i1.2021.43-50.
- [15] C. Y. Ding, J. C. Tzou, and S. C. Wu, "Low-cost Solar Tracking and Irradiance Measurement using Miniature 5-DoF Robotic Arm and Raspberry Pi," *2nd IEEE Eurasia Conf. IOT, Commun. Eng. 2020, ECICE 2020*, pp. 388–391, 2020, doi: 10.1109/ECICE50847.2020.9301971.
- [16] K. Kumar et al., "Vision based solar tracking system for efficient energy harvesting," *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 12, no. 3, pp. 1431–1438, 2021, doi: 10.11591/ijpeds.v12.i3.pp1431-1438.
- [17] C. C. Wei, Y. C. Song, C. C. Chang, and C. B. Lin, "Design of a solar tracking system using the brightest region in the sky image sensor," *Sensors (Switzerland)*, vol. 16, no. 12, pp. 1–11, 2016, doi: 10.3390/s16121995.
- [18] G. C. Setyawan and M. P. Nawansari, "Kinerja Penapisan Gaussian dan Median Dalam Pelembutan Citra," *J. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–4, 2022, doi: 10.46229/jifotech.v2i2.433.
- [19] Sudirman, "Konferensi Nasional Ilmu Komputer (KONIK) 2021 Machine Learning Deteksi Jatuh Menggunakan Algoritma Human Posture Recognition," *Konf. Nas. Ilmu Komput.*, 2021.
- [20] R. Andrian, A. Agustiansyah, A. Junaidi, and D. I. Lestari, "Aplikasi Pengukuran Luas Daun Tanaman Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Android," *J. Agrotropika*, vol. 21, no. 2, p. 115, 2022, doi: 10.23960/ja.v21i2.6096.
- [21] S. Mu'arifah, A. H. Pratomo, and W. Kaswidjanti, "Pengolahan Citra Untuk Klasifikasi dan Perhitungan Jumlah Kendaraan," *Semnastik*, pp. 771–782, 2018.
- [22] M. Widyaningsih and S. Hendartie, "Image Processing Bentuk Jarimatika Dengan Deteksi Canny Dan Ekstraksi Momen Hu," *J. Sains Komput. dan ...*, pp. 17–26, 2021, [Online]. Available: <https://journal.umpr.ac.id/index.php/jsakti/article/view/2545>