

STUDI LITERATUR SISTEM PANEL SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO DAN ADAPTIVE NEURAL FUZZY INFERENCE SYSTEM

Ayatullah Komaini¹, Zainuddin Nawawi¹, Bhakti Yudho S¹

¹Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding author: ayatft@gmail.com

Abstract: Power plants in the new and renewable energy (EBT) sector can solve the problem of electricity demand. Indonesia's current renewable energy sources are mini/micro hydro 450 MW, biomass 50 GW, 4.80 kWh/m²/day, wind power 36 m/s, and nuclear 3 GW. Solar energy cannot be used directly and must first be converted into electrical energy. Photovoltaic converters convert light energy directly into electrical energy. Researchers conducted a literature study on new solar-powered renewable energy sources using solar panels to learn how to write data based on Arduino microcontrollers and artificial neural networks. The Arduino Uno acts as a control element for any system, and ANFIS works better with solar PV arrays to track the sun's path across the sky.

KEYWORDS: RENEWABLE ENERGY, SOLAR PANELS, ARDUINO, ANFIS

Abstrak: Pembangkit listrik di sektor energi baru terbarukan (EBT) dapat mengatasi masalah kebutuhan listrik. EBT yang dimiliki Indonesia saat ini adalah mini/mikro hidro 450 MW, biomassa 50 GW, 4,80 kWh/m²/hari, tenaga angin 36 m/s, dan nuklir 3 GW. Energi matahari tidak dapat digunakan secara langsung dan harus diubah terlebih dahulu menjadi energi listrik. Konverter fotovoltaik memberikan dampak perubahan energi cahaya ke energi listrik. Peneliti melakukan studi literatur tentang sumber energi terbarukan bertenaga surya baru menggunakan panel surya untuk mempelajari cara menulis data berdasarkan mikrokontroler Arduino dan jaringan saraf tiruan. Arduino Uno bertindak sebagai elemen kontrol untuk sistem apa pun, dan ANFIS bekerja lebih baik dengan susunan PV surya untuk melacak jalur matahari melintasi langit.

Kata kunci: energi terbarukan, panel surya, arduino, ANFIS

PENDAHULUAN

Statistik kemampuan energi baru dan terbarukan disampaikan melalui cara direktur pembangkit listrik terbaru dan terbarukan bahwa Indonesia memiliki kemampuan Energi Terbarukan (EBT) yang cukup besar yang meliputi, mini/mikro hidro 450 MW, biomassa 50 GW, pembangkit listrik tenaga surya 4. delapan puluh kwh/m²/hari, tenaga angin tiga-6 m/s dan tenaga nuklir tiga GW.

Tenaga surya memiliki banyak manfaat antara lain mudah, tidak bising dan aman karena dalam penelitian yang dilakukan melalui cara harahap sel matahari dapat menghasilkan tenaga listrik dalam jumlah besar dan diambil sekaligus dari matahari, tanpa komponen yang berputar. dan sekarang tidak lagi membutuhkan bensin sehingga mesin *mobile* Tenaga surya secara teratur dinyatakan mudah dan ramah lingkungan (Harahap, 2020).

Tenaga surya tidak bisa digunakan sekaligus, jadi harus diubah dulu pertama dalam bentuk tenaga listrik. Penyinaran matahari adalah putaran seribu w/m² (Haris Isyanto, 2017) statistik konsumsi daya listrik setiap tahun akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan moneter secara nasional. Permintaan yang meningkat untuk tenaga listrik diperkirakan akan berkembang melalui rata-rata 6,5% sesuai dengan tahun hingga 2020.

Studi menunjukkan bahwa peningkatan pasokan listrik ke Indonesia menjadi masalah ketika pasokan listrik tidak lagi sesuai dengan kapasitas terpasang (Asy'ari, 2012). Memperluas penggunaan sumber energi terbarukan mengatasi tantangan permintaan energi yang kompleks, termasuk kompleksitas transisi dari pembangkit listrik tradisional ke sumber energi terbarukan. Potensi energi terbarukan Indonesia adalah tenaga surya, angin, dan surya (Aliffini, 2018). Ketika

energi fosil habis, penelitian tentang energi terbarukan terus berlanjut. Salah satu bentuk penelitian yang mulai ditemukan adalah panel surya (Rajabiah, 2019).

Beberapa penelitian tentang panel surya menjadi studi literature dari penelitian ini. Alasan yang mendasar mengapa dilakukan studi literature karena kebutuhan akan konsumsi energi listrik di Indonesia yang terus meningkat, intensitas energi matahari yang cukup besar merupakan faktor utama yang dapat mendukung terciptanya energi terbarukan Indonesia hal ini karena Indonesia termasuk negara tropis. Beberapa kajian dilakukan oleh peneliti tentang panel surya. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Titien Kumala Sari pada tahun 2020 yang memberikan saran berdasarkan hasil analisis data supaya alat yang digunakan dapat dikembangkan lagi menggunakan teknologi yang lebih canggih dengan menambahkan intensitas cahaya saat terjadinya hujan.

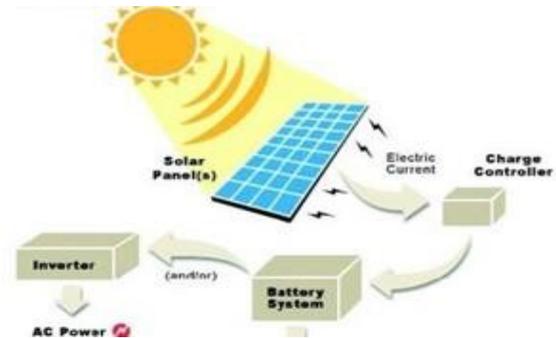
Penggunaan panel surya dapat membuat efisiensi biaya seperti yang dikemukakan penelitian (Purwoto B. H., 2018) menyatakan penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif untuk mensuplai beban listrik lebih efisien jika dibandingkan dengan menggunakan genset sebagai sumber dayanya, biaya operasional dan investasi lebih murah dan efisien. Kebutuhan listrik dalam kehidupan sehari-hari sangat penting, sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut dibutuhkan energi pengganti yang bersumber dari energi matahari. (Julisman, 2017).

Sebagai negara tropis yang memiliki intensitas matahari yang cukup tinggi sehingga pemanfaatan panel surya di Indonesia sangat tepat. Penelitian yang dilakukan (Sari T.K., 2020) menyatakan bahwa pemanfaatan panel surya di Indonesia tidak optimal karena panel surya yang dipasang pada titik ini tetap statis (sekarang tidak lagi mengikuti gerak matahari), panel surya tidak dapat menangkap cahaya matahari secara optimal dari sinar matahari pada siang hari. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti melakukan studi literatur tentang kekuatan baru terbarukan dalam kekuatan matahari penggunaan panel surya dengan tujuan untuk memahami pencatatan statistik terutama berbasis total pada mikrokontroler Arduino dan ANFIS. Rumus kerumitannya adalah apa akibat dari merekam mikrokontroler Arduino dan ANFIS.

TINJAUAN PUSTAKA

Yang dimaksud dengan energi terbarukan adalah energi yang timbul dari proses alam yang berkelanjutan seperti energi matahari, energi angin, arus air, proses biologi, dan energi panas bumi. (Harahap, 2020) Penambahan baterai dihubungkan dengan panel surya

didapat energi listrik dari hasil konversi cahaya matahari. Adapun Proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik terlihat pada gambar 1 di bawah ini



Gambar 1 Proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik

Karena kecenderungan sumbu bumi relatif terhadap orbit bumi mengelilingi matahari, maka kemampuan permukaan bumi terhadap sinar matahari ditentukan oleh letak geografis masing-masing penyerap matahari (Parera, 2019). Secara umum, komposisi radiasi difus dapat lebih dari 50% tergantung pada cuaca dan kondisi lingkungan. Dosis radiasi tahunan total, sering ditampilkan pada peta radiasi, dinyatakan dalam komponen langsung dan difus. Arduino adalah mikrokontroler papan tunggal *open source* yang dibangun di atas *platform* pengkabelan yang dirancang untuk memfasilitasi penggunaan elektronik dalam berbagai aplikasi. Arduino uno adalah salah satu yang berlabel arduino yang menggunakan mikrokontroler ATmega 328. Arduino Uno dilengkapi dengan osilator 16MHz dan regulator 5V, dan Arduino Uno memiliki beberapa pin, seperti input digital 013 dan input analog A0A5. Arduino uno dilengkapi dengan konektor USB, konektor *power supply*.



Gambar 2 Arduino Uno

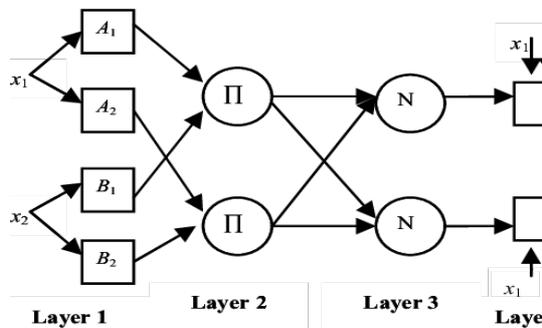
Sebuah sel fotovoltaik dibuat bentuk sebagai sumber arus yang terhubung cara paralel dengan dioda. Resistor shunt dan seri ditambahkan untuk mensimulasikan mekanisme hilangnya sel surya. Efisiensi energi surya dinyatakan sebagai rasio energi

total (termal dan listrik) dengan energi surya yang jatuh pada permukaan panel surya..

ANFIS adalah persilangan antara Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dan sistem inferensi logika fuzzy. NN buatan dimaksudkan untuk meniru atribut otak manusia dan terdiri dari kumpulan neuron buatan. Sistem adaptif adalah feed-forward multi-layer di mana setiap node (neuron) memainkan kapasitas pada sinyal input. Teknik ANFIS menggunakan model fuzzy, aturan fuzzy if-then dirumuskan oleh:

$R_n = \text{jika } M_{1i}(e) \text{ dan } M_{2i}(\Delta e), \text{ maka } f = p_n e(t) + q_n \Delta e(t) + r_n$ (2) di mana n mewakili jumlah aturan. Perhatikan bahwa M_{1i} dan M_{2i} mewakili keanggotaan fuzz.

Metode ANFIS merupakan metode prediksi yang efektif karena memiliki tingkat kesalahan yang lebih rendah dibandingkan saat menggunakan metode JST. Jumlah dan kualitas data sampel juga mempengaruhi tingkat akurasi model ANFIS.



Gambar 3 Rangkaian ANFI

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis studi literatur tentang evaluasi penggunaan. Tinjauan ini terutama menyajikan evaluasi tinjauan penelitian, yaitu tinjauan yang dilakukan oleh penulis dengan mengevaluasi informasi yang diperoleh dari berbagai jurnal yang diulas oleh penulis berdasarkan pengalaman penulis, dan menyajikan teori dan model, sehingga hanya didasarkan pada aspek kualitatif saja tidak mengukur aspek kuantitatif yang diperoleh dari berbagai jurnal global, artikel dari penelitian sebelumnya yang telah penulis ulas terkait dengan masalah yang diteliti. Literatur ini untuk mengevaluasi temuan dari literatur dengan cara untuk memperoleh persamaan dan perbedaan. Dalam melihat identitas dan kategori jurnal referensi ini, peneliti melakukan pencarian jurnal yang telah digunakan sebagai referensi pada tampilan ini diperoleh penggunaan frase kunci yang telah sesuai dengan kata kunci yaitu panel surya, mikrokontroler Arduino, jaringan saraf ANFIS. Jurnal pencarian dimanfaatkan dengan menggunakan mesin seperti google Pubmed, Mendeley dan Google Scholar. Peneliti memutuskan banyak jurnal yang sesuai, sedangkan sumber informasi adalah informasi terkini yang diperoleh dari hasil studi. Berikut adalah tabel pencarian item:

Table1. Analisis Sintesis Pencarian Artikel Paralel

| No | Author | Judul Penelitian | Jurnal | Metode Penelitian | Instrumen | Hasil |
|----|---|--|---|-------------------|--|--|
| 1 | Nadia AL-Rousan a, Nor Ashidi Mat Isa, Mohd Khairunaz Mat Desa | Efficient single and dual axis solar tracking system controllers based on adaptive neural fuzzy inference system | journal homepage: www.sciencedirect.com | Kualitatif | Pengontrol pelacakan surya sumbu tunggal dan ganda | Hasil evaluasi menunjukkan bahwa ANFIS dapat bekerja lebih baik dalam menggerakkan fotovoltaiik surya untuk melacak lintasan matahari melintasi langit dibandingkan dengan prinsip fuzzy dan jaringan saraf |
| 2 | Ahmed F. Bendary 1, Almoataz Y. Abdelaziz 2, Mohamed M. Ismail 1, Karar Mahmoud 3,4, Matti Lehtonen 3 and Mohamed M. F. Darwish | Proposed ANFIS Based Approach for Fault Tracking, Detection, Clearing and Rearrangement for Photovoltaic System | Sensors 2021, 21, 2269. https://doi.org/10.3390/s21072269 | Kualitatif | sistem inferensi neurofuzzy adaptif | Hasil simulasi menunjukkan inovasi penelitian ini sambil membuktikan kinerja yang efektif dan tinggi dari pendekatan berbasis sistem inferensi neurofuzzy adaptif yang diusulkan dalam pelacakan kesalahan, deteksi, pembersihan, dan penataan ulang untuk sistem fotovoltaiik praktis |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|------------|---|---|
| 3 | Syafaruddin1,* , dkk | “Determination Of Sensorless Input Parameters Of Solar Panel With Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (Anfis) Method” | Jurnal Internasional Komputasi, Informasi, dan Kontrol Inovatif Volume 14, Nomor 6, Desember 2018 | Kuaitatif | Menggunakan Saya-V pemodelan kurva sel surya untuk mendapatkan kombinasi data penyinaran dan suhu sel sebagai fungsi keluaran tegangan dan arus sel. | Rentang data radiasi € adalah 100-1000 W/m2 dengan kenaikan 100 W/m2 dan suhu sel (TC) adalah 10-60° C dengan kenaikan 10° C. Untuk setiap masukan, arus keluaran diukur dalam interval tegangan 0,1-0,6 V. Dengan pendekatan ini, terdapat 3300 data kombinasi input-output solar cell untuk data training yang meliputi (E, TC) = F(V, aku). |
| 4 | Md. Shahariar Chowdhury, Kazi Sajedur Rahman, Tanjia Chowdhury, Narissara Nuthammachot, Kuaanan Techato , | An overview of solar photovoltaic panels' end-of-life material recycling | Energy Strategy Reviews journal homepage: http://www.elsevier.com/locate | Kualitatif | Target pengumpulan, pemulihan, dan daur ulang khusus PV | Berdasarkan pertumbuhan pesat dalam kapasitas pembangkitan PV terpasang, kami mengusulkan bahwa jumlah panel EOL akan memerlukan strategi untuk daur ulang dan pemulihan yang |
| 5 | Rim Ben Ammar , Mohsen Ben Ammar , Abdelmajid Oualha | Photovoltaic power forecast using empirical models and artificial Intelligence approaches for water pumping systems | Journal homepage: www.elsevier.com/locate/rene 2020 | Kualitatif | feed forward neural network (FFNN) ksistem inferensi neuro-fuzzy adaptif (ANFIS) | Hasil yang memuaskan dicapai dengan menggunakan Teknologi FFNN dan ANFIS. Akurasi prediksi yang tinggi, baik untuk suhu lingkungan dan penyinaran matahari, ditemukan menggunakan model hibrida karena menggabungkan manfaat logika fuzzy dan Jaringan saraf tiruan. |
| 6 | Sufyan Samara*, Emad Natsheh | Modeling the output power of Heterogeneous photovoltaic panels based on artificial neural networks using low cost Microcontrollers | https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00972 2405-8440/2018 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license | Kualitatif | arsitektur JST yang digunakan untuk memodelkan panel HPV; juga menjelaskan implementasi topologi HPV-ANN menggunakan mikrokontroler Atmega2560. H | Hasil simulasi diperoleh dari implementasi topologi HPV-ANN menggunakan mikrokontroler Atmega2560. Hasilnya menunjukkan bahwa modul yang diusulkan menunjukkan kinerja yang sangat baik di bawah kondisi atmosfer yang bervariasi. Penggunaan ANN memungkinkan 5arall untuk dengan mudah diperbarui untuk beradaptasi dengan 5arall PV masa depan. Hal ini dimungkinkan dengan memperbarui bobot baru setelah penghitungan ulang dan pelatihan offline. |
| 7 | Yuji Ando a, Takeo Oku a,* , Masashi Yasuda b, Kazufumi Ushijima c, Hiroshi Matsuo d, Mikio Murozono | Dependence of electric power flow on solar radiation power in compact photovoltaic system containing SiC-based inverter with spherical Si solar cells | Journal homepage: www.cell.com/heliyon | Kualitas | Inverter berbasis SiC Baterai laminasi Li-ion panel sel surya Si bulat. Pengukuran operasi berkelanjutan dari 5arall ini dilakukan dengan menggunakan empat modul sel surya yang terhubung secara 5arallel di bawah penyinaran oleh sinar matahari alam | Efisiensi substansial dari modul sel surya tergantung pada kondisi cuaca dan sekitar 9% -10% pada hari berawan. Volume kecil, ringan, dan efisiensi dan stabilitas yang baik menunjukkan kegunaan perangkat SiC dan sel surya Si bulat untuk inverter fotovoltaik kompak tingkat sub kW. Sistem seperti itu akan berguna untuk berbagai perangkat yang |

| | | | | | | |
|---|--|--|--|----------|--|---|
| | | | | | | ringkas dan dapat diangkut. |
| 8 | Riki Ruli A. Siregar, Nurfachri Wardana & Luqman | Sistem <i>Monitoring</i> Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno | JETri , Volume 14, Nomor 2, Februari 2017, Halaman 81 – 100, ISSN 1412-0372 | Kualitas | Perancangan System berbasis mikrokontroler Arduino Uno ini dihubungkan ke System5r melalui modul Wi-Fi ESP8266 dengan komunikasi UART dan metode pengiriman UDP. | Hasil dari System monitoring ini adalah pengukuran dari setiap sensor dapat ditampilkan dalam bentuk garfik. Yang dapat mewakili isi dari tiap hasil pengukuran tersebut. |
| 9 | Pande Putu Teguh, dkk | Rancang Bangun Sistem Monitoring Output dan Pencatatan Data pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino | E-Journal SPEKTRUM Vol. 3, No. 1 Juni 2016 | | mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengontrol utama dan SD Card berkapasitas 8 GB sebagai penyimpanan nilai arus, tegangan dan daya Output dari panel surya. | Sistem monitoring output dan pencatatan data pada panel surya berbasis mikrokontroler arduino dapat mencatat hasil pengukuran output panel surya secara otomatis pada SD Card setiap 15 menit, dimana data yang disimpan pada SD Card adalah data tanggal dan waktu, nilai arus, nilai tegangan dan daya yang dihasilkan panel surya kemudian data disimpan dalam bentuk Microsoft Exel dengan format csv (comma separated values). |

PEMBAHASAN

Modul surya berisi berbagai sel surya. Umumnya sel surya terbuat dari bahan silikon dengan sifar menyerap listrik dan mengubah radiasi energy listrik, yang dapat menaikkan suhu sel surya (Khwee, 2013). Prinsip kerja panel surya adalah mengubah kedalaman cahaya matahari menjadi daya yang dapat digunakan untuk menyalakan peralatan listrik. Panel surya / modul surya adalah paket sel yang ditempatkan secara horizontal ditutupi dengan kaca yang dapat dipasang menghadap matahari. (Mudhofiroh 2014)

Teknik seperti mikrokontroler murah dan prosedur pencarian literatur, seperti yang disurvei Samara pada 2018, menemukan sembilan hasil yang memenuhi kriteria inklusi. Pencarian ini menghasilkan tiga majalah dari seluruh dunia menjadi pembicaraan utama ANFIS dan dua surat kabar harian Arduino di seluruh negeri.

Nadya A.L. Rusan, Nor Ashidi Mat Isa dan Mohd Khairunaz Mat Desa bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan sistem yang andal. Dengan perangkat pemantau aktivitas matahari sumbu ganda yang dapat meningkatkan kinerja keseluruhan pelacak matahari karena perlu memprediksi jalur matahari melintasi langit dan mengoptimalkan energi dengan mengurangi kesalahan, ANFIS dapat melakukan tampilan prakiraan yang lebih tinggi bila tersedia. Ini menggunakan energi matahari. Sel fotovoltaiik untuk musik dengan lintasan matahari melintasi langit dibandingkan dengan jaringan fuzzy dan saraf standar. Majalah ke-2 yang diteliti melalui cara Syafaruddin, Muhammad Iqbal Abubakar, Hizkia Glorius Soma, Sri Mawar Said dan Satriani Latief pada tahun 2021 berjudul Penentuan Parameter Input Sensorless Panel Surya Dengan Metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (Anfis) menargetkan untuk tata letak perangkat pemantauan untuk algoritme kesalahan

dalam susunan PV melalui cara melatih strategi pengoptimalan kecerdasan sintesis untuk menemukan peran yang tepat dari sel PV yang rusak dengan konsekuensi simulasi yang menampilkan inovasi studi ini sambil memastikan kinerja keseluruhan hijau dan besar dari adaptif yang diusulkan perangkat inferensi neurofuzzy terutama berbasis sepenuhnya.

Algoritma genetika, dan jaringan saraf tiruan (JST), yang memiliki kemampuan untuk mewakili sistem nonlinier dengan efisiensi tinggi. Penggunaan ANN memungkinkan sistem untuk dengan mudah diperbarui untuk beradaptasi dengan sistem PV masa depan. Hal ini dimungkinkan dengan memperbarui bobot baru setelah penghitungan ulang dan pelatihan *offline* (Samara, 2018).

Untuk melihat aliran energi dari mesin pembangkit energi fotovoltaik, kinerja alternatif diukur di bawah penyinaran sinar matahari alami. Pertama, pengukuran telah dilakukan dalam kondisi mendung. empat modul PV telah dihubungkan secara paralel dan kekuatan beban menjadi 20 W. pengukuran serupa kemudian diselesaikan di bawah situasi langit cerah, empat modul PV dihubungkan secara paralel pada seratus empat puluh empat W. Hasil dari tampilan ini Perangkat pembangkit tenaga PV yang sesuai untuk program seluler dikembangkan. Inverter SiC siap-MPPT menghasilkan volume kecil dan bobot ringan di antara dua ratus. Inverter fotovoltaik tingkat dibandingkan dengan perangkat sebelumnya, volume dan berat berkurang sebesar empat puluh%. Efisiensi konversi bagian DC-AC dan sirkuit MPPT masing-masing ditingkatkan menjadi 87% dan sembilan puluh enam%. Inverter berbasis SiC menunjukkan efisiensi ketinggian lebih dari 3% lebih baik untuk sirkuit DC-AC daripada inverter total berbasis Si pada umumnya. Performa konversi inverter SiC mutakhir diperpanjang 7% pada seratus lima puluh W. Evaluasi kerugian menunjukkan bahwa peningkatan ini disebabkan oleh kerugian konduksi yang lebih rendah di dalam SBD SiC dan kerugian yang ditekan melalui restorasi dan *switching* untuk MOSFET.

Efisiensi substansial dari modul sel surya tergantung pada kondisi cuaca dan sekitar 10% pada hari berawan (Takeo Oku, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Rim Ben Ammar, dkk. menulis bahwa prakiraan daya fotovoltaik dicapai dengan memperkirakan suhu lingkungan dan radiasi matahari. Tiga metodologi yang digunakan untuk prakiraan cuaca: Model fisik (Perrin Brichambaut, Liu and Jordan, Capderou, Ghouard, Euphrates dan model distribusi suhu lingkungan), teknik kecerdasan buatan (*Feed Forward Neural Network*) dan model hybrid (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*). Model Capderou direkomendasikan untuk paparan sinar matahari pada hari berawan (Rim, 2020). Tentang penggunaan panel surya di pembangkit listrik tenaga

surya (PLTS), sangat tergantung pada keadaan cuaca suatu daerah (Sura Eka Pratama Pagan, 2018). Panel fotovoltaik yang digunakan dalam penelitian ini adalah model SOLARWORD-SW-250 Poly. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel PV pada dasarnya tergantung pada radiasi matahari dan suhu sel. Daya fotovoltaik yang dihasilkan melalui penyinaran matahari dan suhu lingkungan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan model Perrin Brichambaut, radiasi matahari global serta Iradiasi langsung dan difus dari model Liu dan Jordan, pada bidang horizontal.

Menurut (Fachri et al, 2015) daya hasil yang dihasilkan dari proses konversi ditentukan oleh beberapa kondisi lingkungan di mana panel surya berada, seperti intensitas sinar matahari, suhu, arah sinar matahari dan spektrum sinar matahari. Intensitas sinar matahari yang diterima panel surya dapat dimaksimalkan dengan memasang panel surya dengan sudut kemiringan yang tepat Menurut (Fachri et al, 2015) *output* daya yang didapatkan berdasarkan proses konversi, suhu, arah sinar surya & spektrum sinar surya. Intensitas sinar surya yang diterima panel mentari bisa dimaksimalkan menggunakan panel matahari. Optimasi dilakukan menggunakan merogoh sudut theta (θ) dalam sumbu x negatif memakai sudut 00, 300, 450, 600 (S. Tamimi, 2016).

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler dalam ATmega 328. *Board* ini memiliki 14 pin *input/output* digital (6 antara lain bisa dipakai menjadi hasil PWM), 6 input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, tombol *reset power jack*. Pin ini berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler, relatif menyambungkan ke komputer pribadi menggunakan kabel usb atau asal tegangan bisa diperoleh berdasarkan adaptor ac-dc atau baterai buat menggunakannya. (Husodo, 2013). Dalam penelitian yg dilakukan sang (Muhtar Nurdiansyah, 2020) keberhasilan dalam yang dibangun memakai beberapa komponen yaitu sensor ldr, panel mentari, arduino uno, motor dc servo, lcd i2c, *charger* usb, usb *booster*, & baterai 3.7v 4800mah. Sensor terletak pada permukaan panel mentari, sensor ini terhubung ke port a1 & a2 dalam arduino uno, berfungsi menjadi pendeteksi cahaya. Panel mentari yg terpasang dalam indera adalah media yang berfungsi menjadi pengubah cahaya surya yang diperoleh serta diolah sebagai tenaga listrik menggunakan tegangan dan daya yang berbeda-beda, sinkron menggunakan syarat cahaya dan berukuran shelter panel mentari.

Pengujian alat pelacak keluaran lengkap dan perekaman fakta pada panel surya yang berbasis total pada mikrokontroler Arduino dilakukan dengan memeriksa gadget apakah dapat menampilkan output panel surya dan menyimpan fakta akibat pengukuran panel surya di Kartu

SD. Gambar 6 adalah perangkat gadget pelacak dan perekam fakta yang dihubungkan pada panel surya untuk menampilkan dan mendokumentasikan keluaran panel surya. Pemeriksaan tersebut dilakukan selama 3 hari dengan kondisi iklim yang luar biasa dan intensitas siang hari. Dalam penelitian ini, jurnal kajian termasuk jurnal yang dapat dijadikan referensi. Artikel pertama berjudul Perancangan Output Monitoring dan Sistem Perekaman Data Pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino, dan diteliti melalui Pande Putu Teguh Winata, I Wayan Arta Wijaya, dan I Made Suartika. Terutama mikrokontroler Arduino Uno, tampilan output video panel surya, tampilan output video panel surya dan mikrokontroler Arduino untuk statistik berbasis panel surya semuanya menggunakan sensor tegangan dan sensor terbaru untuk mendapatkan arus keluaran panel surya daya keluaran. Hal ini dapat juga memonitor *output* dan sperekaman panel surya.



Gambar 4 Rangkaian Sistem Monitoring Dan Pencatatan

Dalam karya Suryana, material yang digunakan dalam karyanya adalah panel surya monokristalin dengan energi maksimum 10 watt, panjang 39,6 cm x 28,9 cm x 2,3 cm, dan berat 1,5 kg. Pemilihan panel surya untuk aplikasi ini sepenuhnya didasarkan pada penelitian lokal dengan mempertimbangkan konsumsi energi tertinggi atau watt minimum. (Suryana, 2016). Dalam penelitiannya, layar diubah menjadi semacam panel surya monokristalin dengan daya maksimum 10W, panjang 39,6cm x 28,9cm x 2,3cm, dan berat 1,5kg. Pilihan panel surya pada tampilan ini didasarkan sepenuhnya pada survei di bidang disiplin dengan memperhatikan daya paling tinggi atau panjang watt kecil. Sementara studi yang dilakukan oleh (Maysha, 2013) bahwa menggunakan aditif teknologi dapat menghasilkan listrik listrik ini dua kali lebih besar dari sel surya monokristalin. Agar pendingin termoelektrik (tec) dapat dikembangkan lebih lanjut, mengingat bahwa listrik yang dihasilkan melalui alat pendingin termoelektrik (tec) masih dapat menghasilkan lebih banyak listrik listrik. Untuk menahan panel surya pada sikap positif dengan fungsi konversi matahari, mesin pencari matahari dapat dihubungkan untuk membuat modul seluler matahari sesuai dengan sinar matahari (Manan).

(Pangestuningtyas D.L, 2013) bertujuan untuk

memaksimalkan intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya. Desain sistem membutuhkan sudut kemiringan panel yang paling sesuai untuk mendapatkan insolasi maksimum. Ada dua jenis sudut yang mempengaruhi pemasangan panel surya selama pemasangan: sudut atau kemiringan panel surya dan bidang horizontal, dan sudut yang diukur dari arah referensi selatan disebut azimuth. (Rajabiah, 2019) Arus yang dihasilkan sinar matahari paling tinggi pada kondisi terang. Menurut data yang diperoleh, arus rata-rata di langit cerah dan berawan adalah 1,4 dan 1,64 amp. Penelitian (Afriandi) menemukan bahwa panel surya yang menggunakan sistem berpendingin air menghasilkan energi yang lebih baik daripada panel surya standar, tetapi ini terlihat pada hari pertama, dengan peningkatan daya yang lebih besar setiap hari selama tiga hari percobaan. Peningkatan akan mencapai 3% dan hari kedua dan ketiga akan meningkat sebesar 4% sebagai persentase.

Pengujian dilakukan dalam waktu satu hari dan dilakukan pengambilan data setiap tiga jam sekali. Pengujian ini menggunakan sistem rotasi. Penelitian menggunakan 2 buah panel surya dengan ke mampuan masing-masing panel 20wp (Harahap, 2020).

Sebagai hasil penelitian dari (Winata, 2016), dibuatlah alat pelacak keluaran panel surya dan perekam fakta berbasis mikrokontroler Arduino. Mikrokontroler Arduino terutama bertenaga surya dan secara mekanis mengukur kekuatan panel surya pada kartu SD setiap 15 menit. Fakta yang tersimpan di kartu SD adalah tanggal dan waktu, nilai modern, nilai tegangan, dan panel surya. Daya yang dihasilkan disimpan dalam tata letak Microsoft Excel dalam format nilai yang dipisahkan koma (CSV). Berbagai keluaran data melalui panel surya tergantung pada potensi garasi kartu SD yang digunakan. Perangkat ini menggunakan kartu memori SD 8GB. Kartu SD 8 GB dapat menyimpan data keluaran panel surya selama 3860 tahun. Koefisien operasi sel surya untuk mendapatkan nilai maksimum tergantung pada suhu lingkungan, insolasi, kecepatan angin, posisi sel surya (array) terhadap matahari (sudut kemiringan), dan kondisi sel surya. Atmosfer bumi, orientasi panel, (Asy'ari H. D., 2012).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis objek terbaru, disimpulkan bahwa Arduino Uno adalah pelacak keluaran panel surya dan perekam statistik yang mampu melaporkan jumlah daya keluaran. Panel surya secara otomatis disimpan ke kartu SD setiap 15 menit. Statistik yang disimpan dalam kartu SD adalah statistik yang diperoleh dengan metode panel surya, tanggal dan waktu, harga terbaru, tegangan dan harga daya, statistik disimpan dalam Microsoft Excel dalam format csv (harga dipisahkan koma). Hasil simulasi

menunjukkan bahwa penelitian ini tidak hanya terlalu efisien dan produktif, tetapi juga inovatif. Dari strategi yang sepenuhnya didasarkan pada struktur inferensi fuzzy neural adaptif hingga struktur fotolistrik yang lebih besar dan lebih realistis.

DAFTAR PUSTAKA

- A.Siregar, R. D. (2017). Sistem Monitoring Kinerja Panel Listriktenaga Surya Menggunakan Arduino Uno. *Jetri, Volume 14, Nomor 2, Februari 2017, Halaman 81 - 100, Issn 1412-0372*, 83.
- Afriandi, I. A. (N.D.). Implementasi Water Cooling System Untuk Menurunkan .
- Aliffini, I. (2018). Analysis Of Ocean Waves In 3 Sites Potential Areas For Renewable Energy Development In Indonesia. *Ocean* , 34-42.
- Andi Julisman, I. D. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panelsurya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola. *Kitekro: Jurnal Online Teknik Elektroe-Issn: 2252-7036* , 35.
- Asy'ari, H. D. (2012). Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya. *Simposium Nasional Rapi Xi Ft Ums – 2012 Issn : 1412-9612*, 52.
- Budi Yanto Husodo1, R. E. (2013). Perancangan Sistem Kontrol Dan Pengaman Motor Pompa Air Terhadap Gangguan Tegangan Dan Arus Berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana Issn : 2086-9479* , 74.
- Dafi Dzulfikara, W. B. (2016). Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tanggaskala Rumah Tangga. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) Snf2016*, 76.
- Fachri Dkk, M. R. (2015). Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasisarduino Secara Real Time. *Jurnal Rekayasa Elektriika Vol. 11, No. 4, Agustus 2015, Hal. 123-128*, 123.
- Fauzi, K. W. (2018). Perancangan Dan Realisasi Solar Tracking System Untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya Menggunakan Arduino Uno. *Telka, Vol.4, No.1, Mei 2018, Pp. 64~75*, 73.
- Harahap, P. (2020). Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yangdihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya. *R E L E* , 74.
- Haris Isyanto, B. F. (2017). Pendingin Untuk Peningkatan Daya Keluaran Panel Surya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2017* , 1.
- Husodo, B. Y. (2013). Perancangan Sistem Kontrol Dan Pengaman Motor Pompa Air Terhadap Gangguan Tegangan Dan Arus Berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana Issn : 2086-9479* , 74.
- Isyanto H, B. F. (2017). Pendingin Untuk Peningkatan Daya Keluaran Panel Surya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2017*, 1.
- Julisman, A. D. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panelsurya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola. *Kitekro: Jurnal Online Teknik Elektroe-Issn: 2252-7036*, 35.
- Khwee, K. H. (2013). Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya. *Jurnal Elkha Vol.5, No 2, Oktober2013*, 23.
- Manan, S. (N.D.). Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia. *Saiful Manan*, 33.
- Maysha, B. T. (2013). Pemanfaatan Tenaga Surya Berbasis R a n c a n g a n Panel Surya Berbasis Transistor 2n3055 Dan Thermoelectric Cooler. *Electrans,Vol.12, No.2, September 2013*, 89 - 96
- Muhtar Nurdiansyah, E. C. (2020). Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino Uno . *Jtikom, Vol. 1, No. 2, 7-12, Desember 2020*, 9.
- Nadia, Al Rausan, Etc . Efficient Single And Dual Axis Solar Tracking System Controllers Based On Adaptive Neural Fuzzy Inference System. *Journal Of King Saud University – Engineering Sciences.2020*
- Pagan, S. E. (2018). Komparasi Kinerja Panel Surya Jenis Monokristal Dan Polykristal Studi Kasus Cuaca Banda Aceh. *Kitekro: Jurnal Online Teknik Elektro E-Issn: 2252-7036*, 19.
- Pangestuningtyas D.L, H. A. (2013). Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Suryaterhadap Radiasi Matahari Yang Diterima Oleh Panelsurya Tipe Larik Tetap. *Transient, Vol.2, No. 4, Desember 2013, Issn: 2302-9927*, 931.
- Parera, L. M. (2019). Potensi Energi Baru Terbarukan Untuk Pengembangan Pariwisata Di Pulau Ambon. *Jurnal Simetrik Vol.9, No.1, Juni 2019*, 180.
- Puriza, M. Y. (2021). Perbandingan Efisiensi Konversi Energi Panel Surya Tipe Polycrystallinedan Panel Surya Tipe Monocrystalline Berbasis Arduino Di Kota Pangkalpinang. *Jurnal Ecotipe, Vol. 8, No.1, April 2021, Hal. 47-52*, 52.
- Purwoto, B. D. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Emitter Vol.18 No.01 Issn 1411-8890*, 13.
- Purwoto, B. H. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Emitter Vol.18 No.01 Issn 1411-8890*, 13.
- Rajabiah, M. B. (2019). Analisis Kemampuan Panel Surya Monokristalin 150 Watt Pada Arus Dan Pengisian Yang Dihasilkan. *Jipfri (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah), Vol. 3 No. 1, Mei 2019*, 30.

- Rajabiah, M. B. (2019). Analisis Kemampuan Panel Surya Monokristalin 150 Watt Pada Arus Dan Pengisian Yang Dihasilkan. *Jipfri*, Vol. 3 No. 1, 34.
- Riki Ruli A. Siregar, N. W. (2017). Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno. *Jetri*, Volume 14, Nomor 2, Februari 2017, Halaman 81 - 100, Issn 1412-0372, 86.
- Rim, B. A. (2020). Photovoltaic Power Forecast Using Empirical Models And Artificialintelligence Approaches For Water Pumping Systems. *Journal Homepage: Www.Elsevier.Com/Locate/Renene*, 1026.
- S. Tamimi, W. I. (2016). Optimasi Sudut Kemiringan Panel Surya Pada Prototipe Sistem Penjejak Matahari Aktif. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) Snf2016*, 53.
- Samara, S. A. (2018). Modeling The Output Power Of heterogeneous Photovoltaic panels Based On Artificial neural Networks Using Low Cost microcontrollers. *Heliyon* 4 (2018) E00972., 15.
- Sari, T. K. (2020). Rancang Bangun Sistem Gerak Panel Surya Berbasis Arduino Uno. *Bengkulu: Gatokacajournal*, Vol. 1 No. 1 2020 Page: 13 – 28 | 13.
- Sari, T. K. (2020). Rancang Bangun Sistem Gerak Panel Surya Berbasis Arduino Uno. *Bengkulu: Gatokacajournal*, Vol. 1 No. 1 2020 Page: 13 – 28 | 13.
- Siregar, Y. D. (2015). Daya Output Optimal Pada Jenis Solar Gell Monocrystalline Dan Polycrystalline. *Jurnal Teknika Untirta*. 11(2): 65-79, 79.
- Sura Eka Pratama Pagan, I. D. (2018). Komparasi Kinerja Panel Surya Jenis Monokristal Dan Polykristal Studi Kasus Cuaca Banda Aceh. *Kitektro: Jurnal Online Teknik Elektro E-Issn: 2252-7036*, 19.
- Suryana, D. (2016). Automation Single Axis Type Of Active System Tracking On Photovoltaic. *Idyariset | Vol. 2 No. 1 (2016) Hlm. 27 - 36*, 29.
- Takeo Oku, Y. A. (2020). Dependence Of Electric Power Flow On Solar Radiation Power In Compact photovoltaic System Containing Sic-Based Inverter With Spherical Solar Cells. Elsevier Ltd. This Is An Open Access Article Under The Cc By-Nc-Nd License, 5-7.
- Winata, P. P. (2016). Rancang Bangun Sistem Monitoring Output Dan Pencatatan Data Pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino. *E-Journal Spektrum* Vol. 3, No. 1 Juni 2016, 2.

