



Review Jurnal : Pemanfaatan Energi Terbarukan Pada Smart Grid Sistem

Gabriella Prasetyo¹, Hizkia Mangeber², Billy Paat³, Stephy Walukow⁴, Ventje M. A. Lumentut⁵, Robby R. S. Tangkudung⁶

^{1,2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Kota Manado, Indonesia

e-mail: *¹bellaprstyo13@gmail.com, ²hiskyamangeber110203@gmail.com, ³paatnathanael@gmail.com,
⁴stephywalukow@elektro.polimdo.ac.id, ⁵oddyllumentut@gmail.com, ⁶robbytangkudung@ymail.com

Abstrak

Pemanfaatan energi terbarukan menjadi perhatian utama dalam pengembangan sistem jaringan listrik cerdas (Smart Grid). Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi energi, menekan emisi karbon, dan memenuhi kebutuhan energi yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi peran energi terbarukan dalam mendukung implementasi smart grid serta menganalisis tantangan teknis dan potensinya untuk transisi menuju sistem energi yang lebih ramah lingkungan. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur yang mencakup ulasan potensi sumber energi terbarukan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kombinasi energi terbarukan dan smart grid mampu mendukung transisi ke sistem energi yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Namun, keberhasilan implementasi memerlukan dukungan kebijakan, pengembangan infrastruktur, dan peningkatan kesadaran masyarakat.

Kata kunci - Energi Terbarukan, Smart Grid, Efisiensi Energi, Transisi Energi

Abstract

Utilization of Renewable Energy is a major concern in the development of intelligent electricity grid system (smart grid). This system is designed to increase energy efficiency, reduce carbon emission, and meet sustainable energy needs. This research aims to evaluate the role of renewable energy in supporting smart grid Implementation and analyze technical challenges and its potential for the transition towards a more environmentally friendly energy system. the research method used is a literature study which includes a review of the potential of renewable energy sources. the analysis results showed that the combination of renewable energy and smart grid is Able to support the transition to a more efficient and environmentally friendly energy system. However successful implementation requires policy support, infrastructure development, and increased public awareness.

Keywords - Renewable energy, Smart grid, energy Efficiency, energy transition

1. PENDAHULUAN

Sistem kelistrikan global saat ini telah mengalami transformasi signifikan, terutama dalam aspek teknologi pembangkitan dan distribusi. Perubahan ini dilakukan sebagai Langkah untuk mengatasi tantangan perubahan iklim sekaligus meningkatkan ketahanan energi. Berbagai Langkah diambil untuk merespons hal tersebut, termasuk memanfaatkan sumber energi terbarukan, menekan emisi gas rumah kaca, dan mendorong Pembangunan ekonomi yang berkelanjutan guna menjamin ketersediaan energi, baik untuk masa kini maupun masa depan[1]. Saat ini, ketersediaan sumber energi Listrik di Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan Listrik yang terus meningkat. Terbatasnya pasokan Listrik yang disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara(PLN) sering kali menyebabkan pemadaman bergilir dan distribusi Listrik sementara. Masalah ini muncul karena pertumbuhan sumber energi baru dan Pembangunan pembangkit Listrik tidak sejalan dengan peningkatan konsumsi energi Listrik[5]. Dalam beberapa tahun terakhir, sistem energi global telah



mengalami perubahan besar yang didorong oleh kebutuhan mendesak untuk beralih dari bahan bakar fosil ke sumber energi terbarukan. Smart grid muncul sebagai teknologi penting dalam mendukung proses transisi ini, menawarkan infrastruktur yang lebih canggih dan tangguh untuk menangani kerumitan sistem energi modern[13]. Menurut definisi dari IEC pada tahun 2010, smart grid merupakan jaringan Listrik cerdas yang di rancang untuk mengintegrasikan aktivitas atau interaksi dari semua pihak yang terlibat, mulai dari penyedia energi hingga konsumen. Tujuan utamanya adalah menciptakan sistem yang lebih efisien, berkelanjutan, ekonomis, dan mampu menyediakan pasoka Listrik yang aman[4]. Implementasi Smart Grid Memiliki Peran Penting Dalam Meningkatkan Keandalan Sistem Kelistrikan, memperbesar kontribusi energi baru terbarukan(EBT) dalam bauran energi pembangkit, serta meningkatkan efisiensi penggunaan energi[6]. Oleh karena itu, tujuan pembuatan review jurnal ini adalah untuk menganalisis peran teknologi smart grid dalam mendukung integrasi energi terbarukan ke dalam sistem kelistrikan modern. Melalui tinjauan ini, diharapkan dapat memahami lebih mendalam terkait potensi, dalam pemanfaatan energi terbarukan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini ialah studi literatur dengan menggunakan artikel penelitian yang dipublikasikan di jurnal ilmiah dan internasional yang dipublikasikan pada tahun antara 2012-2024, yang Dimana pencarian menggunakan metode ini menggunakan satu database yaitu google scholar.

3. PEMBAHASAN DAN HASIL

Pada penelitian ini digunakan 15 jurnal artikel.

No.	Penulis, tahun	Judul	Tujuan	Hasil
1.	(Denny Haryanto Sinaga, dkk, 2021)	Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Di Masa Depan	Untuk membahas peluang dan tantangan yang di hadapi dalam penerapan sistem smart grid, serta perbandingan antara jaringan Listrik yang menggunakan smart grid dan sebelum.	Terdapat sekitar 10 proyek smart grid yang sedang ada di dalam tahap implementasi oleh PLN, beberapa proyek berfokus ke energi terbarukan bersamaan dengan sistem tenaga Listrik dan Sebagian bersangkutan dengan pengembangan smart grid energy management serta kualitas daya.
2.	(Bandiyah sri Aprilia, dkk, 2019)	Desain Sistem Panel Surya On-Grid Untuk Skala Rumah Tangga Menggunakan Perangkat Lunak Homer	Penelitian terhadap potensi pemanfaatan energi surya di kota bandung, serta penggunaan perangkat Bernama HOMER (Hybrid Optimization Model For Electric Rewnewable) dengan skala 900v rumah tangga.	Dari perancangan sistem on grid yang di gabungkan dengan perangkat HOMER terbukti bahwa konfigurasi sistem bisa memenuhi kebutuhan beban Listrik hingga 45,5%
3.	(Bona. H. Lubis 2021)	Teknologi Smart Grid Untuk Penerapan Demand Side Management: Prospek Masa Depan di Indonesia	Pengembangan penerapan demand side management agar lebih efisien dan andal serta adanya sistem smart grid yang mendukung DSM.	Dengan menerapkan DSM (Demand Side Management) melalui Smart grid sistem diharapkan bisa meningkatkan efisiensi sistem kelistrikan dan dapat mengembangkan strategi DSM yang tepat serta pemanfaatan energi terbarukan tanpa bergantung pada perubahan tarif.



4.	(Agung N. P, Puteri. A. N. M, 2021)	Smart Grid Untuk Efisiensi Konsumsi Listrik Pada Proses Produksi Di Industri Manufaktur	Penerapan Smart ini diharapkan dapat menurunkan gangguan atau resiko yang dapat timbul selama pengoperasian berjalan, dan meningkatkan efisiensi serta keandalan sistem listrik	Menggunakan sistem smart grid untuk meningkatkan efisiensi pemakaian energi listrik sangatlah efektif terutama pada proses produksi serta lebih ramah lingkungan.
5.	(Dana. A. S, Bendjamine. B. L, 2014)	Ketersediaan Standar Dalam Mendukung Penerapan Sistem Smart Grid di Indonesia	Mengidentifikasi, standar, ketentuan, serta komponen yang mendukung sistem smart grid yang berlaku di Indonesia serta manca negara terkait dengan penerapannya.	Smart grid di pilot proyek sumba mempunyai 6 komponen penting yaitu sistem photovoltaic, sistem kontrol dan management system (EMS), sistem baterai, dan sistem micro hydro, yang masing-masing memiliki Ketersediaan SNI dan Standar Mancanegara.
6.	(Muhammad. A. Auliq, dkk, 2022)	Tren Perkembangan Teknologi Smart Grid Di Indonesia Dengan Sistematis	Mengurangi penggunaan energi fosil di Indonesia dengan menggabungkan sistem smart grid dengan pembangkit tenaga surya serta menata secara sistematis data yang telah di kumpulkan untuk meningkatkan pemahaman terkait kasus yang di teliti.	Pemanfaatan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan terutama energi surya. Teknologi ini telah banyak diterapkan di berbagai negara dan memiliki potensi besar untuk memenuhi kebutuhan energi dunia secara berkelanjutan jika di Kelola secara optimal.
7.	(Rakhmadi. R, Dkk, 2024)	Perancangan Dan Implementasi Sistem Keamanan Jaringan Smart Grid	Perancangan dan implementasi sistem keamanan pada jaringan smart grid yang berisiko terkena serangan cyber	Hasil implementasi menunjukan kemampuan sistem dalam mengidentifikasi dan menangkal serangan secara efektif dan meningkatkan ketahanan jaringan terhadap ancaman. Metode yang digunakan meliputi analisis risiko, pemodelan ancaman, serta penerapan teknologi seperti enkripsi dan otentikasi multifactor. Sistem keamanan ini mengintegrasikan berbagai lapisan perlindungan, termasuk firewall, deteksi intrusi, dan protocol berbasis blockchain untuk menjaga integritas data.
8.	(Denny Trias Utomo, 2013)	Studi Pendahuluan Sistem Cerdas Berbasis Cloud Untuk Mengelola Pasokan Energi Listrik Menggunakan Konsep Teknologi Smart Grid Di Politeknik Negeri Jember	Mengembangkan teknologi smart grid yang diharapkan dapat mengatasi keterbatasan energi Listrik serta mendoorng efisiensi biaya penggunaan Listrik dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi yang sudah tersedia.	Hasil studi menunjukan bahwa pengembangan smart grid di politeknik negeri jember perlu dilakukan untuk meningkatkan efisiensi biaya energi Listrik, di dukung oleh fasilitas teknologi informasi dan komunikasi yang memadai di kampus tersebut.
9.	(Edi Susilo, dkk, 2018)	Perancangan dan Evaluasi User Interface Aplikasi Smart Grid Berbasis Mobile Application	Penggunaan perangkat mobile atau smartphone yang masih jarang di gunakan secara luas memungkinkan agar pengguna bisa mengakses data statistik penggunaan energi secara real time, serta mengontrol pemakaian dari jarak jauh.	Pengujain menggunakan kuesioner SUS, Kemudian dilakukan perhitungan yang Dimana di nyatakan perolehan rata-rata skor yang di dapat adalah 72 yang jika di banding dengan skor rata-rata SUS kebanyakan penilaian adalah 68, maka hasil perancangan aplikasi mobile smart grid ini termasuk di atas rata-rata.
10.	(J. O. Petinrin, M. Shaaban, 2012)	Overcoming Challenges of Renewable Energy on Future Smart Grid	Mengidentifikasi tantangan dalam integrasi energi terbarukan pada smart grid serta menyediakan Solusi teknis dengan menggunakan perangkat HVDC dan FACTS untuk	Penelitian ini menunjukan bahwa penerapan perangkat HVDC dan FACTS memungkinkan energi angin memenuhi persyaratan smart



			meningkatkan stabilitas dan efisiensi jaringan Listrik.	grid tanpa perlu mengubah turbin angin. Perangkat FACTS berperan penting dalam melindungi smart grid dari dampak intermittensi dan fluktuasi energi angin
11.	(Nur. A. Hidayatullah, Dirvi. E. J. S, 2017)	Desain dan Aplikasi Internet of Things(IoT) Untuk Smart Grid Power System	Mengulas konsep teknologi smart grid dan internet of things (IoT), serta bagaimana IoT dapat di terapkan untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem pada jaringan smart grid.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa smart grid dan IoT dapat di terapkan untuk memonitoring pembangkit tenaga surya, terutama melalui wireless sensor network (WSN). Dengan WSN, data real time dari sensor seperti temperature panel, radiasi matahari, kapasitas daya, tegangan, arus, dan gangguan sistem dapat di kirimkan ke pusat pemantauan. Data ini di terima oleh receiver dan dikirimkan ke server untuk analisis lebih lanjut.
12.	(Syafii, K. M. Nor, 2013)	Renewable Distributed Generation Models In Three Phase Load Flow Analysis for Smart Grid	Pengembangan model untuk pembangkit energi terbarukan terdistribusi (RDG), tiga fasa dalam perhitungan aliran daya dan menganalisis dampak Ketika terhubung ke dalam sistem gabungan.	Penyajian model pembangkit terdistribusi energi tiga fasa untuk perhitungan aliran daya mencakup pembangkit photovoltaic(PV) dan turbin angin (WTG), menggunakan simpul injeksi daya kompleks. Design ini sangat cocok untuk menganalisis sistem tenaga pada smart grid. Hasil simulasi menunjukkan bahwa model DG yang diusulkan dapat digunakan untuk menganalisis dampak DG pada sistem distribusi radial dan mesh yang tidak seimbang.
13.	(Nuraini Novianti, 2024)	Smart Grid: Integrating AI for Efficient Renewable Energy Utilization	Mengintegrasikan kecerdasan buatan (AI) ke dalam jaringan smart grid guna meningkatkan efisiensi dan keandalannya, mendukung pencapaian tujuan Pembangunan berkelanjutan.	Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi kecerdasan buatan (AI) ke dalam jaringan Listrik cerdas dapat meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan dengan meningkatkan akurasi prediksi, stabilitas grid, dan efisiensi energi. Hasil yang ditunjukkan memberikan kenaikan sebesar 11,76% pada stabilitas dan efisiensi energi.
14.	(Muhammad. R. A. C, Surya Wirawan, 2021)	Desain Sistem Informasi Cerdas Pada Smart Grid Berbasis Internet of Things (IoT) dan Artificial Neural Network (ANN)	Perancangan model smart grid yang mengintegrasikan sumber daya dari Listrik PLN dan Panel Surya dengan menggunakan ESP32 sebagai perangkat IoT, untuk mengukur dan mengontrol daya Listrik yang dijual atau di beli. Sistem ini juga mengimplementasikan kecerdasan buatan berbasis Artificial neural network (ANN) untuk otomatisasi pengaturan jual beli daya Listrik.	Aplikasi "Smart Grid Dikti" yang dapat memantau dan mengendalikan sistem smart grid. Aplikasi menggunakan kecerdasan buatan berbasis Artificial Neural Network (ANN) dengan 3 input, 2 layer neuron, 3 output, dan masing-masing layer memiliki 4 layer neuron yang diimplementasikan dalam Bahasa python. Setelah di uji, diperoleh root mean square error sebesar 0,12151 dan pada uji coba RMSE sebesar 0,10500 dengan akurasi rata-rata 89,50%
15.	(M. A. Auliq, Fitriana, Siti Robitoh, 2020)	Studi Implementasi Smart Grid Solar PV System Di	Menganalisis pemanfaatan energi Listrik Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember yang	Hasil penelitian menunjukkan bahwa estimasi total kebutuhan energi harian

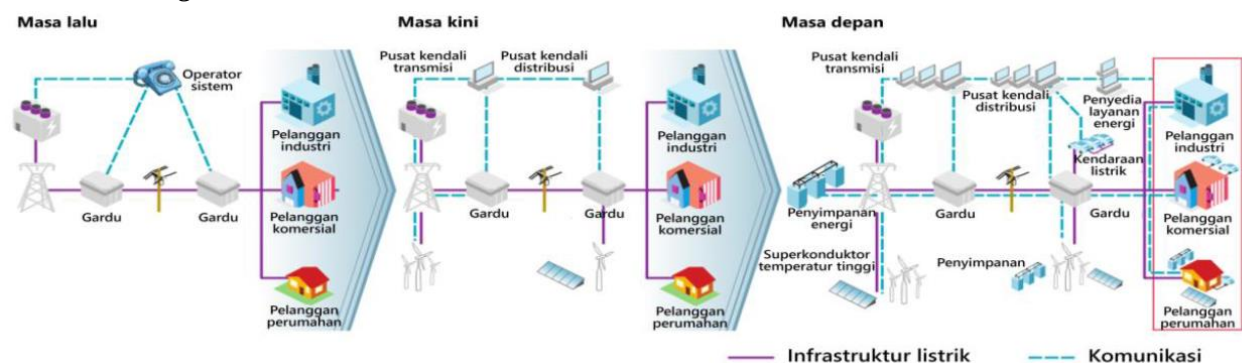


Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember	bersumber dari PLN dan sistem Smart grid Solar PV secara hybrid	Gedung G Universitas Jember adalah 1980 Wh/hari, dengan Cadangan energi sebesar 30% (594 Wh/hari). Daya yang di hasilkan oleh sistem panel surya dengan area mencapai 3640Wp, sementara total kebutuhan energi Listrik selama 4 minggu adalah 5257Wp.
--	---	---

Table. 1 Potensi Energi Terbarukan di Indonesia

No.	Jenis Energi	Sumber Daya	Cadangan	Kapasitas Terpasang
1.	Panas Bumi	12,386 MWe	16,524 MWe	1,343 MW
2.	Hidro	75,000 MW	-	8,671 MW
3.	Biomassa	32,654 MWe	-	1,671 Mwe (Off Grid) 90.5 Mwe (On Grid)
4.	Energi Surya	4.80 kWh/m ² / hari	-	19.2 MW
5.	Energi Angin	970 MW	-	1.96 MW
6.	Uranium	3000 MW	-	30 MW
7.	Gas Metana	456.7 TSCF (Potensi Praktis)	-	
8.	Shale Gas	574 TSCF	-	
9.	Energi Panas Laut	41.012 MW (Potensi Praktis)	-	
10.	Gelombang Laut	1.995,2 MW (Potensi Praktis)	-	
11.	Pasang Surut	4.800 MW (Potensi Praktis)	-	

Indonesia memiliki potensi yang cukup besar dalam hal energi baru terbarukan (EBT), seperti yang ditunjukkan pada table 1. Potensi ini dapat di maksimalkan untuk memenuhi kebutuhan Listrik di masa yang akan mendatang nanti.



Gambar 1. Perpindahan Jaringan Listrik masa lalu, dan masa depan
(Sumber: Denny Haryanto Sinaga dkk., 2021)

Tabel. 2 Perbandingan Jaringan Listrik Tradisional dan Smart Grid

No.	Jaringan Tradisional	Smart Grid
1.	Elektromekanis	Digital
2.	Komunikasi satu arah	Komunikasi real time dua arah
3.	Interkoneksi terbatas	Perdagangan energi Listrik lintas batas dari layanan Listrik dan jaringan
4.	Jaringna radial	Jaringan tersebar
5.	Pembangkit Listrik skala besar dan terpusat	Integrasi pembangkit tersebar dan sumber energi terbarukan Bersama pembangkit terpusat skala besar
6.	Sedikit data terlibat	Banyak data yang terlibat
7.	Menggunakan sedikit sensor	Seluruhnya menggunakan sensor
8.	Kurang memperhatikan keamanan dan privasi	Perlindungan adaptif
9.	Produksi dan konsumsi energi secara simultan	Menggunakan sistem penyimpanan energi
10.	Respon yang lambat untuk keadaan darurat	Respons yang cepat untuk keadaan darurat



11.	Buta	Dapat di monitor
12.	Pemulihan manual	Pemulihan otomatis (self healing)
13.	Gangguan dan pemadaman	Adaptif dan islanding
14.	Kontrol terbatas	Kontrol menyeluruh
15.	Sedikit pilihan pelanggan	Banyak pilihan pelanggan

Berdasarkan NIST, IEEE mengklasifikasikan Smart Grid ke dalam delapan domain utama, yaitu pembangkit massal dan Non-massal, pelanggan, distribusi, sistem pendukung dasar, pasar, serta Transmisi.

Saat Smart Grid di implementasikan, terdapat sejumlah manfaat yang langsung di rasakan, antara lain :

1. Penurunan biaya operasional dalam pembangkitan dan distribusi
2. Penundaan kebutuhan investasi modal untuk pembangkit, transmisi, dan distribusi.
3. Berkurangnya kerusakan peralatan dan kebutuhan pemeliharaan distribusi.
4. Pengurangan kerugian energi Listrik (Losses)
5. Penurunan biaya Listrik yang dibebankan kepada konsumen.
6. Minimnya pencurian Listrik, pemadaman skala besar, pemadaman singkat, serta puncak penggunaan energi Listrik.

Hingga saat ini, mayoritas penelitian cenderung mengutamakan integrasi pembangkit energi terbarukan berskala besar ke dalam smart grid, dengan perhatian utama pada optimasi sistem secara keseluruhan.

Namun, kajian yang mendalam terkait penerapan energi terbarukan berskala kecil, terutama dalam konteks komunitas lokal, atau daerah terpencil, masih belum banyak dilakukan. Penelitian semacam ini penting untuk mendukung penyebaran energi yang lebih inklusif dan mempercepat transisi energi di berbagai skala penggunaan.

4. KESIMPULAN

1. Tujuan utama Smart Grid adalah Langkah strategis untuk meningkatkan efisiensi, keandalan, dan keberlanjutan sistem tenaga Listrik.
2. Sistem smart ini memungkinkan pemantauan real-time, komunikasi dua arah, dan pengelolaan sumber energi terdistribusikan secara optimal, mendukung integrasi energi terbarukan.
3. Manfaat utama smart grid yang dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil, menekan biaya operasional, dan meminimalkan dampak lingkungan.
4. Smart grid yang relevan dengan menjadi Solusi penting untuk memenuhi kebutuhan energi di masa depan .

5. SARAN

Untuk meningkatkan kualitas penelitian, bisa menambahkan lebih banyak referensi atau jumlah artikel menjadi 25-30 dan gunakan sumber dari jurnal bereputasi tinggi seperti IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), tambahkan studi tentang penerapan skala kecil di komunitas lokal Indonesia. Pilih artikel dengan metode penelitian yang kuat dan aplikatif, serta libatkan aspek kebijakan dan ekonomi untuk analisis yang lebih mendalam dan lebih relevan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan ucapan terimakasih dapat ditujukan kepada pihak-pihak yang telah berkontribusi dalam proses penelitian Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusinya dalam penyelesaian review jurnal ini. Kami mengapresiasi dukungan dari institusi, tim akademik, dan teman-teman kelompok yang telah memberi masukan berharga dan akses



terhadap berbagai sumber yang relevan. Semoga hasil karya ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan penerapan energi terbarukan pada sistem smart grid di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Denny Haryanto Sinaga, Riz Rifai Oktavianus Sasue, dan Harvei Desmon Hutahaeen. 2021. "Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan: Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan." *JOURNAL ZETROEM* 3(1):11–17. doi: 10.36526/ztr.v3i1.1251.
- [2]. Aprillia, Bandiyah Sri, Desri Kristina Silalahi, dan Muhammad Agung Foury Rigoursyah. t.t. "Desain Sistem Panel Surya On-Grid Untuk Skala Rumah Tangga Menggunakan Perangkat Lunak HOMER."
- [3]. Lubis, Bona Hamonangan. 2021. "Teknologi Smart Grid Untuk Penerapan Demand Side Management: Prospek Masa Depan di Indonesia." 5.
- [4]. Pramudhita, Agung Nugroho, dan Puteri Ardista Nursisda Mawangi. 2021. "SMART GRID UNTUK EFISIENSI KONSUMSI LISTRIK PADA PROSES PRODUKSI DI INDUSTRI MANUFAKTUR." *MATICS* 13(1):7–12. doi: 10.18860/mat.v13i1.11566.
- [5]. Susanto, Danar Agus, dan Bendjamin B. Louhenapessy. 2014. "KETERSEDIAAN STANDAR DALAM MENDUKUNG PENERAPAN SISTEM SMART GRID DI INDONESIA." *Jurnal Standardisasi* 16(2):147. doi: 10.31153/js.v16i2.176.
- [6]. Auliq, Muhammad A'an, Muhammad Teguh Payogo, dan Nadya Rahma Vidiarsari. 2022. "Tren Perkembangan Teknologi Smart Grid Di Indonesia Dengan Sistematis." 3(4).
- [7]. Rahman, Rakhmadi, dan Putri Dyananda Luqman. 2024. "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN JARINGAN SMART GRID." 1(3).
- [8]. Utomo, Denny Trias. 2013. "STUDI PENDAHULUAN SISTEM CERDAS BERBASIS CLOUD UNTUK MENGELOLA PASOKAN ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN KONSEP TEKNOLOGI SMART GRID DI POLITEKNIK NEGERI JEMBER."
- [9]. Susilo, Edi, F. Danang Wijaya, dan Rudy Hartanto. 2018. "Perancangan dan Evaluasi User Interface Aplikasi Smart Grid Berbasis Mobile Application." *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)* 7(2). doi: 10.22146/jnteti.v7i2.416.
- [10]. Petinrin, J. O., dan M. Shaaban. 2012. "Overcoming Challenges of Renewable Energy on Future Smart Grid." 10(2).
- [11]. Hidayatullah, Nur Asyik, dan Dirvi Eko Juliando Sudirman. 2017. "DESAIN DAN APLIKASI INTERNET OF THING (IOT) UNTUK SMART GRID POWER SYSTEM."
- [12]. Syafii, Syafii, dan K. M. Nor K. M. Nor. 2013. "Renewable Distributed Generation Models in Three-Phase Load Flow Analysis for Smart Grid." *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)* 11(4):661. doi: 10.12928/telkomnika.v11i4.1152.
- [13]. Noviati, Nuraini Diah, Sondang Deri Maulina, dan Sarah Smith. 2024. "Smart Grids: Integrating AI for Efficient Renewable Energy Utilization." *International Transactions on Artificial Intelligence (ITALIC)* 3(1):1–10. doi: 10.33050/italic.v3i1.644.
- [14]. Cahyono, Muhammad Ridwan Arif, dan Surya Wirawan. 2021. "Desain Sistem Informasi Cerdas pada Smart Grid Berbasis Internet of Things dan Artificial Neural Network." *JSAI (Journal Scientific and Applied Informatics)* 4(1):11–19. doi: 10.36085/jsai.v4i1.1219.
- [15]. Auliq, M. Aan, Fitriana Fitriana, dan Siti Robitoh. 2020. "Studi Implementasi ' Smart Grid Solar PV System' Di Gedung G Universitas Muhammadiyah Jember." *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)* 2(2):87–95. doi: 10.32528/elkom.v2i2.3444.