

Analisis dan Implementasi Algoritma Pemantauan Kualitas Energi Listrik pada Sistem Smart Grid

Bandaharo¹, T. Raihan Yudisthira²

^{1,2}Prodi Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
E-mail: ¹bandaharo08@gmail.com ²t.raihanyudisthira@gmail.com

Abstrak

Permintaan energi listrik di seluruh dunia meningkat sebesar 2,8% setiap tahunnya. Persyaratan ini harus diimbangi dengan kemampuan pemasok energi listrik dalam menangani potensi lonjakan permintaan. Keadaan ini juga berkorelasi dengan permasalahan yang dihadapi Indonesia, khususnya di kawasan berkembang. Banyak desa dan kelurahan di wilayah ini yang masih kekurangan akses listrik berkualitas tinggi. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan sistem algoritma smart grid. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah teknologi cerdas (*smart grid*), termasuk jaringan listrik digital dan cerdas, menyediakan administrasi dan pemantauan jaringan yang lebih baik, yang dapat memaksimalkan penggunaan sumber daya. peraturan yang mendukung Inovasi dan investasi terkait energi juga didorong oleh efisiensi energi dan energi terbarukan. Untuk mengatasi permasalahan sulit yang dihadapi industri energi ini, kerja sama antara pemerintah, perusahaan energi, dan pemangku kepentingan lainnya sangatlah penting. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu adanya algoritma smart grid memungkinkan pengguna untuk memantau energi listrik yang dipakai. Sistem jaringan pintar sangat bergantung pada perubahan dan peningkatan yang terus-menerus teknologi. Pasti banyak permasalahan yang dihadapi oleh jaringan pintar ditangani melalui perbaikan arus teknologi atau penciptaan teknologi baru itu belum ditemukan. Kemungkinan penelitian di masa depan pekerjaan yang bisa dilakukan adalah menyelidiki perlindungan jaringan pintar di bawah berbagai kesalahan.

Kata kunci: implementasi pemantauan, energi listrik, smart grid.

Abstract

Worldwide demand for electrical energy increases by 2.8% every year. These requirements must be balanced with the ability of electrical energy suppliers to handle potential surges in demand. This situation also correlates with the problems faced by Indonesia, especially in developing regions. Many villages and sub-districts in this region still lack access to high-quality electricity. The method used in this research is a smart grid algorithm system. The results obtained in this research are. Smart technologies (smart grids), including digital and intelligent power grids, provide better network administration and monitoring, which can maximize resource use. regulations that support Energy-related innovation and investment are also driven by energy efficiency and renewable energy. To overcome these difficult problems facing the energy industry, cooperation between the government, energy companies and other stakeholders is essential. The conclusion of this research is that the existence of a smart grid algorithm allows users to monitor the electrical energy used. Smart grid systems rely heavily on constantly changing and improving technology. Certainly many of the problems faced by smart grids are addressed through improvements in current technology or the creation of new technologies that have not yet been discovered. Possible future research work that could be done is to investigate the protection of smart grids under various faults.

Keywords: implementation of monitoring, electrical energy, smart grid.

1. PENDAHULUAN

Saat ini, listrik tidak bisa dipisahkan dari kehidupan sehari-hari. Hampir setiap tugas yang dilakukan manusia sehari-hari melibatkan penggunaan gadget bertenaga listrik. Wajar jika

teknologi berkembang begitu pesat, bermunculan berbagai macam gadget listrik baru. Selain itu, gaya hidup manusia juga telah berevolusi. Sobat, saya ingin hal-hal yang lebih cepat dan sederhana setiap hari. Terwujudnya berbagai kemudahan dan efisiensi proses di segala aspek kehidupan salah satunya dimungkinkan oleh Internet of Things. Sudah menjadi rahasia umum bahwa penggunaan energi listrik terus meningkat dari waktu ke waktu. Tidak dapat dipungkiri bahwa sejumlah besar energi listrik hilang dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa faktor penyebab tidak efisiennya penggunaan energi listrik antara lain penggunaan terlalu banyak jenis peralatan listrik yang berbeda sekaligus dan tidak mematikan peralatan listrik yang sudah tidak digunakan. Namun bisa juga hal ini terjadi secara tidak sengaja atau pengguna lupa mematikan gadgetnya saat sedang tidur atau bepergian. Namun demikian, pemborosan listrik masih mempunyai banyak dampak buruk, seperti mempercepat pemanasan global dan menipisnya sumber listrik [1].

Permintaan energi listrik di seluruh dunia meningkat sebesar 2,8% setiap tahunnya. Persyaratan ini harus diimbangi dengan kemampuan pemasok energi listrik dalam menangani potensi lonjakan permintaan. Keadaan ini juga berkorelasi dengan permasalahan yang dihadapi Indonesia, khususnya di kawasan berkembang. Banyak desa dan kelurahan di wilayah ini yang masih kekurangan akses listrik berkualitas tinggi. Contoh kualitas yang buruk ini adalah penurunan tegangan yang rendah, arus listrik yang lemah, dan bahkan seringnya pemadaman listrik. Ketidakeimbangan antara jumlah listrik yang disediakan untuk suatu lokasi desa dan beban penggunaan masyarakat secara keseluruhan adalah salah satu penyebab utama permasalahan ini. Oleh karena itu, selain mengubah permintaan, opsi lain yang dapat diterapkan adalah membatasi penggunaan energi listrik oleh konsumen [2].

Pencapaian efisiensi dan keberlanjutan dalam industri energi memerlukan optimalisasi jaringan energi listrik. Dalam konteks ini, sejumlah inisiatif dan taktik telah diterapkan untuk meningkatkan fungsi jaringan energi listrik, termasuk analisis data, kerja sama lintas sektor, teknologi pintar, pemanfaatan sumber energi, peningkatan efisiensi distribusi, pemantauan dan pengelolaan konsumsi energi, dan penggunaan sumber energi terbarukan. Mengurangi kehilangan energi saat transit, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan meningkatkan pasokan energi yang dapat diandalkan merupakan hasil yang mungkin dicapai dari peningkatan efisiensi jaringan energi listrik. Mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil memerlukan integrasi sumber energi terbarukan dan penyimpanan energi yang efektif [3].

Saat ini, negara-negara di seluruh dunia bekerja sama untuk menghentikan terjadinya perubahan iklim. Pada tahun 2016, Indonesia berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 29% berdasarkan Business As Usual pada tahun 2030 dan hingga 41% dengan dukungan internasional ketika meratifikasi Perjanjian Paris. Satu industri Energi diperkirakan akan mengurangi emisi gas rumah kaca dengan beralih dari bahan bakar fosil ke energi terbarukan. Indonesia telah menerapkan peraturan yang bertujuan untuk mencapai bauran energi terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 dan bauran energi terbarukan sebesar 31% pada tahun 2050, sesuai dengan Kebijakan Energi Nasional (PP No. 17 Tahun 2014). Dengan output puncak sebesar 207 GW, pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menjadi salah satu sumber energi terbarukan. Selain itu, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral telah menerbitkan Peraturan Nomor 49 Tahun 2018 yang memberikan kompensasi pengurangan tagihan listrik kepada pelanggan PLN yang membangun PLTS Atap sebesar 65% dari listrik yang diekspor [4].

Jaringan listrik satu arah sedang diubah menjadi jaringan dua arah untuk aliran informasi dan aliran listrik yang disebut jaringan pintar karena perlunya pemantauan dan pengaturan. Penggunaan bahan bakar fosil dan meningkatnya penggunaan energi merupakan penyebab utama degradasi lingkungan dan pemanasan global. Komponen jaringan pintar yang beragam harus dikoordinasikan dan diintegrasikan untuk menyediakan infrastruktur komunikasi yang kuat [5].

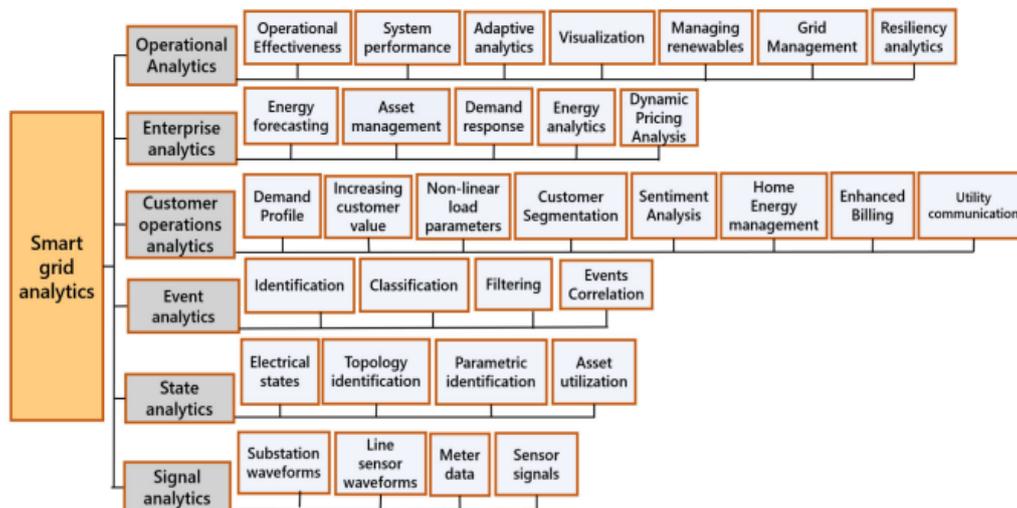
Menganalisis pola dari beberapa kumpulan data yang dihasilkan dengan melacak dan mengukur aktivitas listrik memungkinkan seseorang mengetahui apakah suatu fasilitas menggunakan listrik secara tidak efisien. Pemanfaatan perangkat *Internet of Things (IoT)* merupakan metode kontemporer dalam mengumpulkan data penggunaan listrik. Aplikasi modul karena keterjangkauan dan kegunaannya, ESP8266 banyak digunakan dalam proyek *Internet of Things*. Namun, data menunjukkan bahwa dalam penerapannya, keamanan masih menjadi prioritas rendah [6].

Setiap peralatan yang digunakan di rumah seringkali langsung terhubung dengan Kwh Meter. Oleh karena itu, jika mengonsumsi lebih banyak daya daripada yang mampu ditanggung oleh rumah, maka akan mengalami kelebihan penggunaan listrik dan listrik akan padam. Jika sering mengalami kelebihan beban listrik, perangkat elektronik akan rusak dan biaya Anda akan meningkat sehingga menyebabkan peningkatan pengeluaran keluarga. Tidak adanya sistem pemantauan untuk melacak penggunaan listrik keluarga, hal ini dapat mengakibatkan tagihan listrik menjadi sangat tinggi atau melonjak ketika gadget digunakan di rumah. Jika digunakan sembarangan, barang elektronik rumah tangga bisa menimbulkan bahaya kerugian materi. Selain itu, dengan memanfaatkan teknologi yang sudah mudah diakses, dapat tercipta suatu sistem pemantauan konsumsi daya listrik [7].

Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat membantu dalam menentukan penggunaan energi listrik secara real time. Sistem yang akan dibuat mempunyai landasan Internet of Things dan menampilkan antarmuka penggunaannya pada platform web. Perangkat ini dapat secara otomatis melacak dan menganalisis berapa banyak listrik yang digunakan di rumah maupun di ruang publik seperti kampus dan gedung bisnis. Hal ini bertujuan agar konsumen dapat melacak penggunaan energinya secara real time dengan teknologi ini. Selain itu, sistem akan memprediksi penggunaan. Pengguna juga akan mendapat manfaat dari energi listrik di masa depan. Selain itu, data olahan hasil peramalan akan dimanfaatkan untuk deteksi anomali.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode algoritma smart grid. Smart grid merupakan salah satu cara untuk mengatasi ketiadaan pembangkit listrik yang lebih hemat biaya, ramah lingkungan, aman, dan dapat diandalkan adalah dengan memperbaiki sistem yang ada. Ide modernisasi jaringan listrik. Data dari jaringan pintar dihasilkan secara real-time dengan kecepatan sangat tinggi laju dan volume tinggi. Ekstraksi informasi dari data jaringan pintar diperlukan untuk aplikasi dan panggilan jaringan wawasan mendalam tentang sumber data. Data di jaringan pintar bisa diklasifikasikan menjadi konsumen, distribusi, transmisi, dan data generasi. Data ini diperoleh dari sensor, meter pintar, perangkat jaringan, detektor, Kontrol Pengawasan Dan Akuisisi Data (SCADA), dll. Sinyal yang dikumpulkan berkaitan dengan kebiasaan pemanfaatan daya konsumen, pengukuran fasor, konsumsi energi, harga dan penawaran energi, operasi atau keuangan untuk menjalankan utilitas, dll [8].



Gambar 1. Diagram alir analisis smart grid

2.1 Konsumsi Listrik di Indonesia

Jumlah penduduk yang tinggal di Indonesia melebihi 271 juta jiwa pada tahun 2020. Pada tahun 2020, pendapatan per kapita mencapai 56 juta rupiah dan produk domestik bruto (PDB) lebih dari 15 triliun rupiah. Konsumsi energi Indonesia secara keseluruhan pada tahun 2020 dilaporkan lebih dari 263 ribu GWh, dengan sektor perumahan menyumbang porsi terbesar yaitu 117 ribu GWh. Disusul sektor industri sebesar 88 ribu GWh, sektor komersial sebesar 58 ribu GWh, dan sektor transportasi sekitar 292 GWh.

Dalam penelitian yang dilakukan di 34 provinsi di Indonesia dan melibatkan 5.443 rumah, tim LPSOS berbicara dengan masyarakat yang mengetahui cara menggunakan peralatan di rumah dan berapa rata-rata tagihan listrik bulanan mereka. Data penting yang dikumpulkan dari survei ini mencakup siapa pemilik peralatan tersebut, terbuat dari apa, sudah berapa lama digunakan, dan kapan. Rumah-rumah di Indonesia yang memiliki akses listrik terwakili dalam survei ini. 60% penduduk negara ini tinggal di Pulau Jawa, dan sisanya adalah Sumatera (21%), Kalimantan (6%), Bali dan Nusa Tenggara (5%), Sulawesi (7%), Maluku dan Papua (2%).

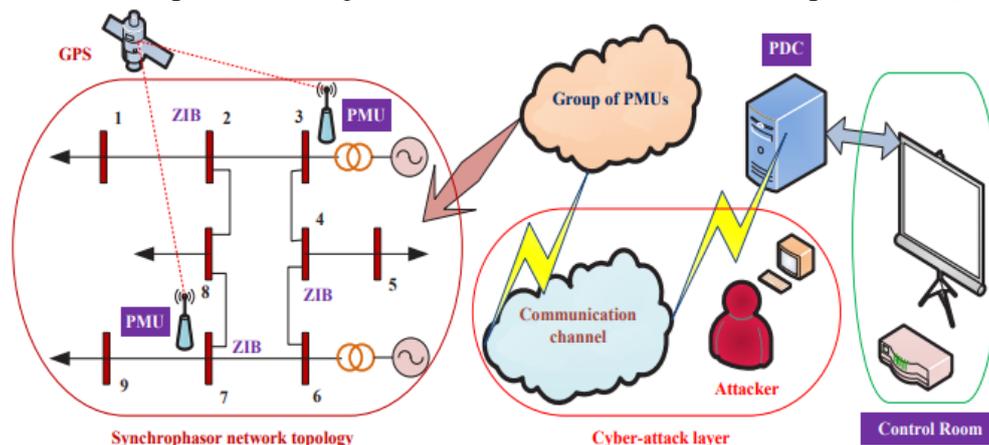
2.2 Internet Of Things

Di zaman modern ini, ketika konektivitas internet telah merasuki hampir setiap elemen kehidupan manusia, internet menjadi sangat diperlukan dalam segala aktivitas. Internet of Things, atau disingkat IoT, adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan ide ini. Ini bukan internet biasa; melainkan gagasan untuk menggabungkan koneksi internet dengan teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kehidupan masyarakat, baik melalui perangkat atau aplikasi yang didukung kecerdasan buatan (AI). Fenomena ini menjadi sebuah kesulitan karena, meskipun Internet of Things berkembang dan berpotensi menyederhanakan kehidupan, masyarakat juga perlu bersiap menghadapi fenomena ini [9].

2.3 Penghemat Listrik

Ada dua gagasan utama untuk melestarikan daya. Langkah pertama adalah mengganti gadget listrik yang ada saat ini dengan yang menggunakan daya lebih sedikit dan lebih hemat. Mengurangi jumlah waktu yang dihabiskan menggunakan gadget elektronik adalah hal kedua. Tentu saja, tidak semuanya bisa diselamatkan. Besarnya energi listrik yang dikonsumsi akan sangat dipengaruhi oleh gadget listrik. Hal ini disebabkan peralatan listrik tertentu sudah ada. Karena penggunaan dayanya sedikit, itu setara dengan segalanya. Upaya kami untuk

daya jaringan pembangkitan dan distribusi menjadi lebih banyak menarik, komunikatif, dan berkualitas tinggi. Cerdas jaringan memonitor, mengatur dan mengelola energi listrik mulai dari sistem pembangkitan hingga penggunaan beban-beban dalam real time dengan tujuan meningkatkan optimalisasi di penggunaan sumber energi terbarukan. Kekuatan cerdas ini grid mengelola semua bagian termasuk produksi, distribusi, dan konsumsi energi listrik [10].



Gambar 5. Topologi Jaringan Smart Grid

A. Optimisasi Jaringan Energi Listrik

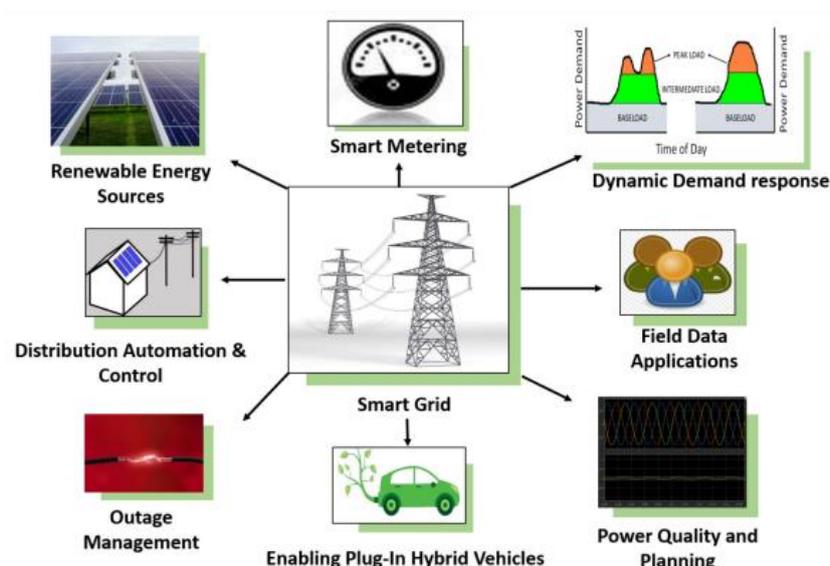
1. Konsep Dasar Optimisasi Jaringan Listrik

Ide mendasar dibalik optimisasi jaringan energi listrik adalah penggunaan sejumlah metode, pendekatan, dan ide untuk meningkatkan keberlanjutan, ketergantungan, dan efisiensi jaringan energi listrik. Gagasan mendasar berikut ini mendasari optimalisasi jaringan energi listrik:

- Efisiensi Energi : Ide dasar optimisasi jaringan energi berpusat pada peningkatan produksi, distribusi, dan efisiensi konsumsi energi. Hal ini mencakup minimalisasi pemborosan energi, penggunaan teknologi yang lebih efisien, dan minimalisasi kehilangan energi selama transit.
- Pemantauan dan Pengendalian Real-Time: Ide ini memerlukan penggunaan sistem kontrol dan pemantauan canggih untuk memantau dan mengelola jaringan energi secara real time. Terus mengumpulkan dan memanfaatkan data untuk meningkatkan kinerja jaringan.
- Penggunaan Sumber Energi Terbarukan: Mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan emisi gas rumah kaca melalui integrasi jaringan sumber energi terbarukan termasuk tenaga surya, angin, dan tenaga air.
- Penyimpanan Energi: Baterai dan teknologi penyimpanan energi lainnya digunakan untuk meningkatkan ketergantungan pasokan energi dan mengimbangi variasi pembangkitan energi dari sumber terbarukan.
- Jaringan Listrik Cerdas (Smart Grid): Jaringan listrik cerdas mengoptimalkan distribusi energi, memungkinkan aliran energi dua arah, mengawasi keandalan jaringan, dan memberikan informasi lebih banyak kepada pelanggan dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi.
- Analisis Data dan Kecerdasan Buatan: Memanfaatkan kecerdasan buatan dan analisis data untuk menangani sejumlah besar data yang dihasilkan oleh energi jaringan,

menemukan gangguan, mengenali tren penggunaan energi, dan membuat rencana tindakan yang diperlukan.

- Peningkatan Infrastruktur: Modernisasi dan peningkatan infrastruktur jaringan listrik diperlukan untuk beradaptasi dengan perubahan permintaan dan kemajuan teknologi.
- Kebijakan Regulasi dan Dukungan: kebijakan dan peraturan yang mendorong investasi dan pengembangan teknologi baru, serta efisiensi energi, energi terbarukan, dan inovasi di sektor energi.
- Kolaborasi Stakeholder: Mengatasi permasalahan rumit di sektor energi memerlukan kerja sama antara pemerintah, perusahaan energi, peneliti, dan masyarakat.
- Pendidikan dan Kesadaran Masyarakat: Meningkatkan kesadaran masyarakat akan nilai keberlanjutan dan efisiensi energi serta mengubah perilaku konsumen.
- Berkelanjutan: Memastikan bahwa inisiatif untuk meningkatkan jaringan energi listrik, seperti menurunkan emisi karbon dan memanfaatkan sumber daya dengan lebih baik, mendukung keberlanjutan jangka panjang.



Gambar 6. Smart Grid Sebagai Jaringan Pendukung

Teknologi cerdas (*smart grid*), termasuk jaringan listrik digital dan cerdas, menyediakan administrasi dan pemantauan jaringan yang lebih baik, yang dapat memaksimalkan penggunaan sumber daya. Peraturan yang mendukung Inovasi dan investasi terkait energi juga didorong oleh efisiensi energi dan energi terbarukan. Dalam hal ini, mengetahui bagaimana pola konsumsi energi berubah dan menemukan kemungkinan peningkatan efisiensi sebagian besar dimungkinkan oleh analisis data dan kecerdasan buatan. Untuk mengatasi permasalahan sulit yang dihadapi industri energi ini, kerja sama antara pemerintah, perusahaan energi, dan pemangku kepentingan lainnya sangatlah penting. “Smart Grid adalah jaringan listrik yang secara cerdas dapat mengintegrasikan tindakan semua pengguna yang terhubung dengannya – generator, konsumen, dan mereka yang melakukan keduanya – untuk secara efisien menyalurkan pasokan listrik yang berkelanjutan, ekonomis, dan aman,” [11].

B. Fungsi Smart Grid

Adapun fungsi dari smart grid yaitu:

- a) Pertukaran data tentang pembangkit listrik, konsumen dan jaringan listrik melalui Internet dan memproses data ini melalui teknologi informasi
- b) Mengintegrasikan berbagai fasilitas pembangkit listrik baru yang lebih kecil.
- c) Menyeimbangkan fluktuasi hasil listrik yang timbul akibat penggunaan energi terbarukan.
- d) Melalui sensor, komunikasi, pemrosesan informasi, dan aktuator yang memungkinkan utilitas menggunakan koordinasi jaringan tingkat lebih tinggi untuk mengkonfigurasi ulang.

C. Evolusi smart grid

Jaringan utilitas listrik yang ada merupakan hasil urbanisasi dan pembangunan infrastruktur yang pesat di berbagai belahan dunia pada abad yang lalu. Perusahaan utilitas mengadopsi teknologi serupa meskipun mereka berada di beberapa wilayah geografis yang berbeda. Faktor politik, ekonomi dan geografis juga mempunyai pengaruh terhadap pendirian dan pengembangan sistem tenaga listrik. Terlepas dari perbedaan tersebut, topologi fundamental dari sistem tenaga listrik yang ada tetap tidak berubah.

D. Peluang penggunaan smart grid

- ❖ meningkatkan dan memperluas infrastruktur untuk meningkatkan interkoneksi dan komunikasi.
- ❖ Bangun alat dan teknologi cerdas untuk memanfaatkan DR, kontrol beban permintaan, dan efisiensi energi.
- ❖ Membantu mengedukasi konsumen.
- ❖ Membuat model untuk mempromosikan investasi Smart Grid dan menginformasikan kerangka peraturan.
- ❖ Membangun infrastruktur untuk menjamin keamanan dan ketahanan siber.
- ❖ Peraturan dalam komunikasi, harga dan keamanan siber

Tabel 1. Rekapitulasi Perangkat Listrik di Departemen Teknologi Informasi ITS

No	Perangkat Listrik Rumah Tangga	Estimasi Daya (W)	Jumlah
1	air conditioner besar	1600	11
2	air conditioner kecil	800	6
3	air conditioner lama	800	3
4	personal computer	120	56
5	proyektor	210	5
6	lampu neon	28	80
7	lampu led kecil	19	11
8	kamera cctv	12	3
9	speaker set	30	2
10	TV lebar	100	2
11	router D-link	6	3
12	router wifi	5	2
13	printer	40	2
14	server rak	1000	1
15	teko listrik	400	1
16	kipas angin kecil	45	1

Sistem smart grid memiliki beberapa karakteristik umum, yaitu:

1. Memungkinkan pelanggan untuk memantau dan mengatur penyediaan dan penggunaan beban yang sesuai.
2. Pemantauan dan pengaturan energi listrik dilakukan secara real time dengan keakuratan penyampaian informasi dan data hingga 100%.
3. Memungkinkan perbaikan otomatis bila terjadi kegagalan atau kerusakan terjadi dan mengisolasi elemen yang gagal atau rusak meminimalkan pemadaman listrik.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini yaitu adanya algoritma smart grid memungkinkan pengguna untuk memantau energi listrik yang dipakai. Sistem jaringan pintar sangat bergantung pada perubahan dan peningkatan yang terus-menerus teknologi. Pasti banyak permasalahan yang dihadapi oleh jaringan pintar ditangani melalui perbaikan arus teknologi atau penciptaan teknologi baru itu belum ditemukan. Kemungkinan penelitian di masa depan pekerjaan yang bisa dilakukan adalah menyelidiki perlindungan jaringan pintar di bawah berbagai kesalahan. Diharapkan peneliti selanjutnya menggunakan sistem lain yang lebih baik dan lebih mudah dalam menjalankan algoritmanya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haykal, F., Hariadi, R. R., & Ghozali, K. (2022). Rancang Bangun Sistem Pemantauan dan Forecasting Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Internet of Things dan Algoritma Seasonal Time Series. *Jurnal Teknik ITS*, 11(2), A103-A109.
- [2] Isnen, M. (2022). Perancangan Alat Manajemen Energi Listrik berbasis Fuzzy Logic. *JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering)*, 7(1), 7-10.
- [3] Haluana'a, F. J. (2023). Optimisasi Jaringan Energi Listrik untuk Meningkatkan Efisiensi dan Keberlanjutan. *WriteBox*, 1(1), 1-7.
- [4] Lubis, B. H. (2021). Teknologi Smart Grid Untuk Penerapan Demand Side Management: Prospek Masa Depan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(3), 8092-8100.
- [5] Tohir, A. (2022). Fitur Protokol IoT Dalam Komunikasi Jaringan Cerdas. *Jurnal Portal Data*, 2(7), 1-19
- [6] Laayu, M. R., Munadi, R., & Irawan, A. I. (2020). Analisis Algoritma Advanced Encryption Standard (AES) Untuk Sistem Pemantauan Konsumsi Daya Listrik. *eProceedings of Engineering*, 7(3).
- [7] Pela, M. F., & Pramudita, R. (2021). Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk. *Infotech: Journal of Technology Information*, 7(1), 47-54.
- [8] Syed, D., Zainab, A., Ghrayeb, A., Refaat, S. S., Abu-Rub, H., & Bouhali, O. (2020). Smart grid big data analytics: Survey of technologies, techniques, and applications. *IEEE Access*, 9, 59564-59585.
- [9] Runtukahu, G., Niode, B., Sampe, S., Rares, J. J., & Waleleng, G. J. (2024). PEMANFAATAN INTERNET OF THINGS OLEH PEREMPUAN DI KOTA MANADO. *GOVERNANCE: Jurnal Ilmiah Kajian Politik Lokal dan Pembangunan*, 10(3), 32-40.

- [10]Anisah, M., Wijanarko, Y., Maulidda, R., Al Rasyid, J., WP, D. P., Ramadhan, M. D., & Noviansah, M. (2022, February). Implementation of Smart Grid System for Alternative Energy Power Plants Sources. In *5th FIRST T1 T2 2021 International Conference (FIRST-T1-T2 2021)* (pp. 227-231). Atlantis Press.
- [11]Dileep, G. J. R. E. (2020). A survey on smart grid technologies and applications. *Renewable energy*, *146*, 2589-2625.