



Review Jurnal: Implementasi Teknologi PLTS Pada Pedesaan di Indonesia

Gabriella Mongi¹, Tesalonika Maundeng², I Wayan Merte Ariantara³, Hizkia Gabriel Momongan⁴,
Rexa Anantha Manurip⁵

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

e-mail: *¹gabriellamongi00@gmail.com, ²maundengtesa@gmail.com, ³wayanariantara30@gmail.com,
⁴kikimomongan@gmail.com, ⁵rexaananthamanurip@gmail.com

Abstrak

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik di Indonesia, khususnya di daerah terpencil dan pedesaan yang belum sepenuhnya terjangkau oleh jaringan listrik konvensional, PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) menawarkan solusi yang sangat potensial sebagai sumber energi terbarukan. Kajian ini bertujuan untuk mengkaji implementasi teknologi PLTS di wilayah pedesaan Indonesia, dengan penekanan pada efektivitas, tantangan, dan manfaat yang dapat diberikan dalam meningkatkan akses listrik bagi masyarakat pedesaan. Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah studi literatur, yang menganalisis berbagai penelitian sebelumnya terkait penggunaan dan penerapan PLTS di Indonesia dan tantangan, dan manfaatnya dalam meningkatkan akses listrik. Hasil dari review ini menunjukkan bahwa penerapan PLTS di daerah terpencil dan pedesaan dapat memberikan dampak yang signifikan dalam meningkatkan elektrifikasi dan kualitas hidup masyarakat, dengan menawarkan alternatif yang ramah lingkungan dan lebih terjangkau dalam jangka panjang. Namun, terdapat sejumlah tantangan yang harus dihadapi, antara lain biaya awal yang cukup tinggi untuk instalasi, kurangnya infrastruktur pendukung seperti jaringan distribusi dan fasilitas pemeliharaan dan infrastruktur internet dalam pendukung sistem IoT pada PLTS ini menjadi keterbatasan dalam penerapan dan pengembangannya, serta kebutuhan akan pelatihan teknis bagi masyarakat lokal untuk memastikan keberlanjutan operasional sistem PLTS.

Kata kunci PLTS, Energi, Pedesaan, Teknologi

Abstract

Along with the increasing need for electrical energy in Indonesia, especially in remote and rural areas that are not yet fully reached by conventional electricity networks, PLTS (Solar Power Plants) offer a very potential solution as a renewable energy source. This study aims to examine the implementation of PLTS technology in rural areas of Indonesia, with an emphasis on the effectiveness, challenges and benefits that can be provided in increasing access to electricity for rural communities. The method used in this study is a literature study, which analyzes various previous studies related to the use and implementation of PLTS in Indonesia and the challenges and benefits in increasing access to electricity. The results of this review show that the implementation of PLTS in remote and rural areas can have a significant impact in improving electrification and the quality of life of the community, by offering an alternative that is environmentally friendly and more affordable in the long term. However, there are a number of challenges that must be faced, including the relatively high initial costs for installation, the lack of supporting infrastructure such as distribution networks and maintenance facilities and internet infrastructure in supporting the IoT system in PLTS which is a limitation in its implementation and development, as well as the need for technical training for local communities to ensure the operational sustainability of the PLTS system.

Keywords PLTS, Energy, Village, Technology

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan dasar bagi keberlangsungan dan perkembangan peradaban manusia, dan peningkatan akses terhadap energi listrik sering menjadi indikator kesejahteraan masyarakat. Namun, Indonesia menghadapi tantangan besar dalam menyediakan akses listrik yang merata bagi seluruh wilayahnya, terutama di pedesaan dan daerah terpencil. Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau dan memiliki karakteristik geografis yang unik, sering kali menghadapi kendala dalam memperluas jaringan listrik konvensional. Akibatnya, banyak daerah terpencil mengalami keterbatasan akses listrik, yang tidak hanya menghambat kehidupan sehari-hari, tetapi juga berdampak negatif pada sektor-sektor penting seperti pendidikan, kesehatan, dan ekonomi yang sangat memerlukan energi listrik [1]. Di sisi lain, ketersediaan sumber energi konvensional seperti minyak bumi semakin menipis, sedangkan Di Indonesia penggunaan energi fosil, seperti BBM dan batubara masih berada pada rating teratas sebagai sumber energi primer pada pembangkit listrik. Dewan Energi Nasional (DEN) telah menskenariokan, pada tahun 2025 pemanfaatan EBT di Indonesia menjadi berimbang dengan penggunaan energi fosil. Penggunaan energi EBT dari 5,7% diharapkan meningkat hingga 25,9% pada tahun 2025 [1]. Sementara harga bahan bakar minyak terus meningkat, sehingga pemanfaatan energi terbarukan sebagai alternatif harus ditingkatkan. Energi terbarukan tersebut diantaranya adalah energi surya, angin, gelombang laut, biomassa dan lain-lain. Indonesia sebagai negara tropis mempunyai potensi energi matahari yang tinggi dengan radiasi rata-rata (insolasi) sebesar 4,5 kWh/m²/hari potensi ini dapat di manfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang murah dan tersedia sepanjang tahun [2].

Dengan intensitas sinar UV yang mencapai sekitar 4,8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah, pemanfaatan energi surya melalui teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi solusi ideal untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah-daerah yang sulit dijangkau, negara Indonesia memiliki 2 cuaca yang yakni kemarau serta hujan dalam penyinaran sinar matahari berlangsung sepanjang tahun di seluruh wilayahnya, oleh karena itu disetiap wilayah di Indonesia memiliki potensi supaya ditumbuhkan PLTS [3]. Sel Surya yang mendapat penyinaran sinar matahari merupakan salah satu sumber energi yang sangat menjanjikan. Dalam keadaan puncak atau saat posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan sel surya seluas satu meter persegi akan mampu menghasilkan energi listrik 900 hingga 1000 Watt [4]. Dengan demikian, penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk memanfaatkan potensi energi matahari di daerah-daerah tersebut menjadi solusi yang ideal. Penggunaan teknologi tenaga surya untuk memenuhi kebutuhan listrik di wilayah terpencil dapat dilakukan melalui berbagai jenis sistem PLTS, seperti PLTS *Hybrid*, yaitu kombinasi energi surya dengan sumber energi lain. Kombinasi yang paling umum adalah energi surya yang digabungkan dengan mesin diesel atau energi mikrohidro, atau dengan kombinasi *PLTS ON-Grid* atau juga bisa dengan *OFF-Grid*. Sistem Listrik On-Grid merupakan Sistem Listrik yang pada umumnya tidak menggunakan komponen baterai, karena sistem listrik ini dapat menerima dan mengalirkan energi listrik yang dihasilkan oleh Generator PV [5]. Sedangkan sistem *OFF-Grid*, Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-Grid* adalah pembangkit listrik alternatif yang dirancang untuk daerah-daerah terpencil atau pedesaan yang tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN. Pemilihan sistem ini didasarkan pada beberapa faktor, antara lain pola permukiman yang tersebar, keterbatasan transportasi darat, kebutuhan untuk terintegrasi dengan pembangkit lain, desain modular yang mudah diperluas, kapasitas kecil yang memudahkan instalasi, biaya yang terjangkau, ketersediaan radiasi matahari yang mencukupi, serta ketergantungan yang rendah terhadap bahan bakar minyak. Sistem PLTS *Off-Grid* memanfaatkan sinar matahari sebagai satu-satunya sumber energi listrik, sehingga bebas dari polusi udara. Dengan biaya operasional dan perawatan yang rendah, terutama karena sulitnya akses transportasi ke lokasi, sistem ini menjadi solusi yang tepat untuk penyediaan listrik di daerah terpencil. PLTS *Off-Grid* memungkinkan konversi energi matahari menjadi listrik yang dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat secara berkelanjutan dengan sistem operasi dan perawatan yang sederhana [4].

Review jurnal ini bertujuan untuk melakukan kajian literatur mengenai implementasi PLTS di wilayah pedesaan di Indonesia, dengan meninjau berbagai studi yang telah dilakukan di bidang ini. Kajian ini berfokus pada analisis efektivitas PLTS dalam meningkatkan akses listrik di pedesaan, hambatan utama dalam pelaksanaan proyek PLTS, serta potensi manfaat yang dapat diperoleh dari teknologi ini. Selain itu,



penelitian ini juga mengidentifikasi kebutuhan akan dukungan kebijakan pemerintah, pelatihan masyarakat, dan program-program bantuan atau subsidi untuk mendorong penerapan PLTS yang berkelanjutan. Melalui kajian ini, diharapkan diperoleh wawasan yang lebih komprehensif mengenai strategi yang dapat diambil untuk mengoptimalkan potensi energi surya sebagai solusi kebutuhan listrik di pedesaan, demi tercapainya pemerataan akses energi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat di seluruh pelosok Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Dalam review jurnal ini untuk mengetahui sistem PLTS dan teknologi dan efisiensi penggunaannya pada pedesaan di Indonesia, penulis menggunakan metode yang merujuk pada studi literatur dengan berdasarkan pada sumber-sumber yang dapat dipertanggung jawabkan, seperti jurnal ilmiah dan buku referensi yang relevan dengan topik review jurnal ini. Tujuan dari studi literatur ini adalah untuk mendapatkan informasi yang mendalam mengenai konsep teknologi yang digunakan PLTS dan implementasi PLTS di wilayah pedesaan di Indonesia, dengan meninjau berbagai studi yang telah dilakukan di bidang ini. khususnya dalam penerapannya

3. PEMBAHASAN DAN HASIL

3.1. Studi Literatur

Digunakan 15 Jurnal artikel untuk menganalisa hasil penelitian yang terdahulu dengan berbagai masalah seperti faktor geografi dan beberapa faktor lainnya untuk mengetahui sistem PLTS yang ada di Indonesia

Tabel 1. Hasil Studi Literatur Artikel dan Jurnal

NO	Judul	Tujuan	Hasil
1	Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Off- Grid 1KW di Desa Mahalona Kecamatan Towuti.[4]	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem kelistrikan PLTS Off Grid dengan kapasitas 1000 Watt di desa Mahalona, Kecamatan Towuti, Kabupaten Luwu Timur agar nantinya dapat mengatasi permasalahan kelistrikan yang terjadi di wilayah ini[4].	Hasil dari penelitian ini adalah rancangan sistem kelistrikan PLTS off-grid 1KW di desa Mahalona kecamatan Towuti. Sistem kelistrikan terdiri dari empat fotovoltaiik (PV), pengontrol muatan surya, bank baterai siklus dalam, baterai sepeda, dan perangkat listrik lainnya. Inverter terarah dengan spesifikasi teknis yang ditentukan. Sistem ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan ketenagalistrikan yang dihadapi di wilayah tersebut.
2	Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Sederhana di Desa Lahopang Kab. Sitaro, Prov. SULUT[6]	Tujuan utama penelitian ini adalah untuk meningkatkan pemahaman masyarakat tentang teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan penghematan energi	Hasil dari aktivitas IBM ini adalah: Merancang dan membangun teknologi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) perumahan



		listrik, serta untuk meningkatkan kualitas hidup penduduk dengan memperbaiki akses mereka terhadap listrik dan mempromosikan konservasi lingkungan.	sederhana. Meningkatkan pemahaman dan keterampilan masyarakat terhadap teknologi PLTS melalui brosur teknis yang tepat guna. Layanan pelatihan dan sosialisasi penerapan teknologi PLTS. Hal ini mencakup dukungan dan pelatihan pengoperasian PLTS dan saran mengenai konservasi listrik di masyarakat pulau pesisir. Pelatihan pemeliharaan sistem PLTS kecil agar lebih memanfaatkan teknologi introduksi. Evaluasi pelaksanaan program dan keberlanjutan program dilakukan pada setiap tahapan pelaksanaan pasca penerapan teknologi PLTS. Menerapkan teknik masyarakat yang tepat untuk meningkatkan kesejahteraan dan kenyamanan masyarakat di desa mitra. Penerapan teknologi PLTS dapat mengatasi permasalahan terbatasnya akses listrik pada masyarakat pedesaan mitra.
3	Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Urban dan Ketersediaannya di Indonesia.[7]	Berdasarkan informasi yang diberikan, tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi bagi mereka yang tertarik dalam memanfaatkan energi surya sebagai sumber listrik yang berkelanjutan, serta untuk mendukung pertumbuhan penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia, terutama di daerah perkotaan. Penelitian ini juga menekankan pentingnya peningkatan ketersediaan peralatan dan komponen energi surya untuk mencapai target kontribusi 5% energi terbarukan pada tahun 2025.	Hasil kajian tersebut menunjukkan industri tanah air mampu memproduksi hampir seluruh subsistem pembangkit listrik tenaga fotovoltaiik (PLTS), kecuali panel surya. Beberapa komponen utama PLTS di pasar dalam negeri telah memenuhi standar pengujian BPPT, dan 52% modul surya yang diuji memiliki kapasitas di atas nilai pengenalan. Namun, pengenalan dan pengembangan sistem perumahan pembangkit listrik tenaga surya "SHS"



			semakin mengalami kemajuan. Kemajuan dalam pembangkitan listrik masih lambat dan bergantung pada program pemerintah, karena total kapasitas tenaga surya terpasang hanya mencapai 10 MW pada akhir tahun 2008, masih di bawah target tahunan.[7]
4	Implementasi Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Bagi Masyarakat di Wilayah KM 20 Balikpapan Utara [8]	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyediakan pasokan air yang berkelanjutan dan terjangkau untuk kebutuhan pertanian dengan memanfaatkan energi solar melalui implementasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid di komunitas Km 20, Balikpapan Utara, Indonesia.	Luaran dari penelitian ini adalah sistem penyediaan air bersih berbasis pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) off-grid yang telah terpasang dan digunakan oleh masyarakat di 20 kilometer Balikpapan Utara. Sistem dirancang dengan daya sebesar 340 WP, inverter dengan daya maksimal 600 watt, dan baterai berkapasitas 60 AH. Sistem ini membutuhkan waktu 3 jam untuk mengisi tangki air berkapasitas 1200 liter. Sistem ini menjadi solusi bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan airnya secara terjangkau, terjamin, dan berkelanjutan.
5	Implementasi PLTS di Desa Pulisan Sulawesi Utara Indonesia Sebagai Perwujudan Program Desa Energi. [9]	Tujuan penelitian ini adalah untuk membahas implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Desa Pulisan, Sulawesi Utara, sebagai bagian dari program desa energi, serta untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang energi terbarukan dan mendukung perekonomian lokal melalui pengembangan pariwisata.	Capaian program Desa Energi di Desa Pulisan antara lain terlaksananya berbagai kegiatan seperti sosialisasi kepada masyarakat, pelatihan sistem pembangkit listrik tenaga fotovoltaiik (PLTS), penyediaan dan pemasangan unit sistem PLTS off-grid. Pemasangan unit PLTS berjalan lancar dan protokol kesehatan selalu dipatuhi selama kegiatan berlangsung mengingat situasi pandemi COVID-19.



6	Teknologi Deteksi dan Diagnosis Kerusakan pada PLTS[10]	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem deteksi dan pemantauan yang lebih baik untuk mencegah kerusakan pada PLTS, serta mengembangkan sistem yang dapat digunakan untuk mencegah berbagai kerusakan yang dapat terjadi pada PLTS dan kerusakan PLTS yang lebih parah menganalisis berbagai teknik deteksi.[10] .	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa berbagai metode deteksi dan diagnosis kerusakan pada sistem panel surya (PLTS) telah mencapai tingkat akurasi klasifikasi yang tinggi, dengan beberapa metode menunjukkan akurasi lebih dari 99%. Penelitian ini juga merangkum berbagai teknik deteksi, termasuk metode berbasis suhu, algoritma berbasis jaringan saraf konvolusional, wavelet packets, analisis impedansi, dan machine learning, yang digunakan untuk mendeteksi dan mendiagnosis kerusakan pada sistem fotovoltaiik. Selain itu, penelitian ini menekankan pentingnya mengembangkan sistem deteksi yang optimal untuk meningkatkan keandalan sistem energi surya.
7	Potensi dan Peranan PLTS Sebagai Energi Alternatif Masa Depan di Indonesia [11]	Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kemandirian energi nasional Indonesia dengan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak (BBM) melalui pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi alternatif.	Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa analisis terhadap biaya pembangkitan PLTS menunjukkan komponen biaya terdiri dari biaya peralatan, biaya pemasangan, dan biaya perawatan. Perhitungan langsung menunjukkan listrik yang dihasilkan dari unit PLTS 50 Wp adalah 91,25 KWh per tahun. Selain itu, program pengembangan PLTS diharapkan dapat meningkatkan rasio kelistrikan, mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan BBM, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat.
8	Analisa Teknis dan Biaya Investasi pemasangan PLTS	Berdasarkan informasi yang diberikan, tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem Pembangkit Listrik Tenaga



	On-Grid dan Off-Grid di Indonesia.[1]	wawasan tentang kelayakan solusi energi solar di Indonesia di tengah meningkatnya permintaan listrik. Penelitian ini membahas analisis teknis dan biaya investasi dalam pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid dan Off-Grid, serta membandingkan kedua sistem dalam hal aspek teknis dan biaya.	Surya (PLTS) On-Grid lebih ekonomis dibandingkan dengan sistem Off-Grid untuk penggunaan rumah tangga di Indonesia. Biaya bulanan untuk sistem Off-Grid adalah Rp 694,233 (termasuk garansi), sedangkan untuk sistem On-Grid adalah Rp 126,116. Sistem Off-Grid memiliki biaya tambahan karena pemeliharaan baterai, sementara sistem On-Grid mendapatkan keuntungan dari perdagangan energi dengan PLN, yang dapat mengurangi pengeluaran keseluruhan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem On-Grid lebih menguntungkan untuk rumah tangga dengan tagihan listrik bulanan sebesar Rp 300,000.
9	Analisa Pembangunan PLTS Desa Tanamalala.[3]	Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai kapasitas modul surya, inverter, dan baterai yang dibutuhkan untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Desa Tanamalala, Indonesia.	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kebutuhan energi harian di Desa Tanamalala mencapai 435,2 kWh/hari. Penelitian merencanakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan kapasitas sistem 176,24 kWp. Diperlukan kapasitas inverter sebesar 334 kWh, kapasitas modul PV sebesar 368 kWp, dan kapasitas baterai sebesar 1.786 kWh. Penelitian ini juga menekankan pentingnya pemeliharaan komponen PLTS dan disiplin waktu dalam menyelesaikan tugas akhir.
10	Analisa Perhitungan PLTS untuk Taman Markisa di Wilayah RT 01/ RW 08 Kelurahan Mampang Pancoran Mas, Kota Depok.[12]	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) guna menyediakan penerangan untuk	Hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan mengenai proses perancangan pencahayaan kawasan taman markisa



		taman buah markisa di Mampang, Kota Depok, serta mengatasi masalah hama kelelawar yang menyerang tanaman pada malam hari akibat kurangnya pencahayaan.	dengan memperkenalkan pembangkit listrik tenaga fotovoltaiik (PLTS) di kawasan Manpan, Pankoranmas, Kota Depok. Teknis pelaksanaan kegiatan ini meliputi tiga tahap yaitu perhitungan kebutuhan panel surya dan komponen lainnya, perhitungan perkiraan biaya pembangunan peralatan dan hasil perencanaan sistem panel surya.
11	Rancang Bangun Sistem Monitoring PLTS Off-Grid Berbasis IoT.[13]	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem monitoring real-time untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) off-grid menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) dan untuk mengatasi keterbatasan sistem monitoring PLTS yang ada yang hanya dapat diakses secara lokal.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemantauan dan pengendalian beban bekerja dengan baik. Data pemantauan dikirimkan melalui jaringan Internet dan ditampilkan dalam bentuk grafik dan indikator, sehingga memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol beban secara real time dari ponsel pintar atau laptopnya.
12	Pembangunan Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Off-Grid Kapasitas 6 Kwp Di Yayasan Az-Zawiyah Tanjung Batu, Ogan Ilir, Sumatera Selatan [14]	Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid dengan kapasitas 6 kWp di Yayasan Az-Zawiyah, yang bertujuan untuk menyediakan sumber energi yang andal dan berkelanjutan bagi yayasan yang menawarkan pendidikan gratis kepada anak-anak kurang mampu. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional dan memberikan manfaat sosial ekonomi bagi masyarakat setempat dengan meningkatkan akses terhadap listrik yang terjangkau.	
13	Analisan Pengaruh Kondisi Panel Surya Kontor Dengan Panel Surya Bersih Terhadap	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh kondisi kebersihan panel surya terhadap	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara



	Energi Listrik Yang Dihasilkan.[15]	kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap pada gedung perkantoran di pusat kota, serta untuk mengidentifikasi dampak kebersihan dan kekotoran panel surya terhadap daya listrik yang dihasilkan.	tegangan dan arus yang dihasilkan ketika panel surya kotor dan bersih. Jika panel surya kotor maka tegangan dan arus yang dihasilkan akan tidak stabil, dan jika panel surya kotor maka tegangan dan arus yang dihasilkan akan lebih stabil.
14	Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari dan Suhu Terhadap Daya Yang Dikeluarkan Oleh Modul Sel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline [16]	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui rata-rata daya yang dihasilkan sel surya monocrystalline dan polycrystalline serta intensitas radiasi keseluruhan.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara tegangan dan arus yang dihasilkan ketika panel surya kotor dan bersih. Jika panel surya kotor maka tegangan dan arus yang dihasilkan akan tidak stabil, dan jika panel surya kotor maka tegangan dan arus yang dihasilkan akan lebih stabil.
15	Pemodelan Automatic Transfer Switch (ATS) Pada Sistem Smartgrid Pembangkit Photovoltaic dan PLN Berbasis IOT untuk Monitoring Penggunaan Listrik.[17]	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem kontrol otomatis yang berfungsi untuk beralih dari sumber tegangan utama ke sumber cadangan selama pemadaman listrik, sehingga dapat menghemat biaya energi dan memastikan pasokan listrik yang terus menerus tanpa gangguan.	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem Automatic Transfer Switch (ATS) berhasil melakukan pergantian sumber tegangan antara sumber tenaga surya dan PLN dengan akurasi yang baik. Pembacaan tegangan DC menunjukkan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yang bervariasi antara 0,465% hingga 1,202% selama enam hari pengujian. Selain itu, penelitian ini mencatat bahwa sistem dapat secara otomatis beralih ke sumber PLN ketika tegangan baterai turun di bawah 11 volt, dan menunjukkan efektivitas dalam mengelola sumber daya listrik berdasarkan status baterai dan kebutuhan beban. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya teknologi energi terbarukan



			dan IoT dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan energi dalam kehidupan sehari-hari.
--	--	--	--

Berikut beberapa rangkuman penggunaan teknologi dan konfigurasinya di daerah pedesaan yang memiliki akses yang sulit.

Tabel 7. Rangkuman Penggunaan Teknologi pada PLTS di Desa

NO	Desa	Implementasi beban	Kapasitas	Tipe	Sistem PLTS
1	Desa Delo Kabupaten Sbu Raijua	1. Rumah 214200 W 2. Kantor pemerintah 1105 W 3. Sekolah 3315 W 4. Pustu 1105 W 5. Gedung VCO 1105W 6. Gereja 5950 W Ptot = 226.780 W	30 KW	Off- Grid	Teknologi panel Monocrystalline
2	-	Lampu 25 watt	1kw	Off- Grid	Prototipe penggunaan sistem IoT dalam monitoring sistem PLTS secara mobile, berbasis mikrokontroler ESP32
3	Pematang Johar	Rumah	10 Kw	Off- grid	Sistem IoT dalam monitoring kondisi kerja panel PV
4	Kelurahan Pancoran Mas	Taman	1.8 KW	Off-grid	Sistem PLTS menggunakan panel monocrystalline
5	Rumah	Rumah 4 buah lampu	2 KW	On-grid	Kombinasi penggunaan sistem ATS dengan IoT sehingga dapat memantau dan mengontrol dari jarak jauh
6	Mahalona	Rumah	1KW	Off- Grid	Sistem PTLTS menggunakan Panel Monocrystalline, efisiensi 15%
7	Mojo	Pompa air	1 KW	Off- Grid	Penggunaan inverter hybrid

Berdasarkan hasil review dan rangkumannya, sebagian besar sistem PLTS yang dibangun menggunakan sistem *off-grid*, penerapan sistem *off-grid* ini tidak mendukung kemungkinan akses jaringan distribusi dari PLN tidak sampai ke daerah-daerah terpencil seperti desa Mahalona yang merupakan desa pedalaman yang ada di Selatan Sulawesi. [4] Penggunaan PLTS ini berbedah-bedah setiap daerah seperti contoh penggunaan dalam rumah tangga, penggunaan pompa air, dan beberapa seperti yang ada di desa delo PLTS juga melayani pelayanan public. [18] Kekurangannya sistem *off-grid* di banding *on-grid* adalah, Biaya penggunaan sistem On-Grid dan Off-Grid dengan beban listrik Rp300.000 per bulan menunjukkan perbedaan



signifikan berdasarkan analisis biaya dan teknis. Sistem Off-Grid memiliki biaya bulanan lebih tinggi dibandingkan On-Grid. Untuk sistem On-Grid, biayanya sekitar Rp126.116 per bulan, sedangkan sistem Off-Grid mencapai Rp694.233. Jika biaya garansi tidak dimasukkan, pengeluaran bulanan sistem Off-Grid berkurang menjadi Rp347.111. Perbedaan biaya ini terutama disebabkan oleh garansi baterai pada sistem Off-Grid. Umumnya, garansi baterai hanya berlaku selama satu tahun, dan dalam analisis ini digunakan enam unit baterai, sehingga perlu memperhitungkan biaya perawatan baterai tahunan. Sebaliknya, sistem On-Grid memungkinkan penghematan biaya melalui skema berbagi energi atau mekanisme ekspor-impor energi listrik dari PLTS atap sesuai Peraturan Menteri ESDM No. 48 Tahun 2018.[1]

Dalam pembangunannya sistem PLTS, harus kita perhatikan seperti kondisi geografis yang ada di wilayah yang kita akan bangun, seperti sudut kemiringan panel PV yang menghadap matahari, adapun pemilihan jenis panel PV cara kerja sistem PLTS, adalah Sel surya *photovoltaic cell* bekerja dengan menangkap sinar matahari oleh sel-sel semikonduktor untuk diubah menjadi energi listrik. Sel-sel ini termuat dalam panel-panel yang ukurannya dapat disesuaikan dengan keperluannya, apakah untuk rumah tangga, perkantoran atau pembangkit listrik skala besar. Kelemahan utama dari penggunaan energi matahari adalah energi listrik yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari (radiasi matahari), seperti contoh di daerah yang memiliki 4 musim ini dapat menjadi salah satu penghambat dalam penggunaan PLTS dikarenakan tidak maksimal, panel PV memiliki 2 jenis yaitu *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*, panel yang berjenis polycrystalline itu kurang efektif jika digunakan pada tempat dengan intensitas cahaya matahari yang sangat tinggi, dikarenakan struktur PV *polycrystalline* yang berbedah dengan *monocrystalline*, *polycrystalline* ini dapat menyerap panas lebih banyak dan dapat mengakibatkan loses energi yang dihasilkan[16], dari ke 2 PV tersebut ada juga jenis PV yang bertipe flex atau dapat mengikuti kontur tanah, dalam penerapannya ini sangat bagus dalam penggunaan untuk berapa jenis atap rumah yang bisa mengikuti keadaan rumah.

Dalam pembangunan sistem PLTS ada juga penerapan teknologi IoT (*Internet Of Things*) dalam studi literatur yang telah dilakukan beberapa jurnal penerapan sistem IoT digunakan sebagai pemantau sistem PLTS seperti contoh kelembaban, kondisi PV seperti suhu, keadaan penyerapan energi seperti pemantauan power meter, bukan cuman sebagai pemantauan tapi juga digunakan sebagai pengontrolan jarak jauh dalam sistem *on-grid*, penggunaan ATS (*Automatic Transfer Switch*) ini di kombinasikan untuk pengontrolan PLTS berbasis IoT . [13][17] dalam penerapannya sistem IoT ini memiliki kelemahan yaitu internet dikarenakan pengoprasiannya dan pemantauannya bergantung dengan internet ini jika di daerah yang akan dipasang tidak tersedia fasilitas internet yang bagus, ini dapat menghambat dalam pengoprasiannya, pengontrolan yang lebih efektif adalah dengan penggunaan sistem SCADA atau DCS (*Distributed Control System*) mungkin pengontrolan ini adalah tidak fleksibel seperti IoT tapi sistem ini lebih stabil dalam penggunaannya karena tidak terlalu bergantung dengan internet, dikarenakan sistem I/O- nya menggunakan kabel *interface*, keuntungannya sistem ini lebih aman dari serangan- serangan berbahaya dari peretas dikarenakan sistem DCS dan SCADA itu sistem tertutup yang aman dari peretas, terkecuali terjadi peretasan dari sistem internalnya.

Penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di pedesaan Indonesia memiliki hubungan yang erat dengan pemberdayaan masyarakat desa serta peningkatan kualitas hidup, seperti beberapa pembangunan PLTS ini dapat menyediakan akses listrik yang ramah lingkungan dan terjangkau, contoh seperti pelayanan masyarakat, sekolah, kantor, gedung- gedung serba guna, maupun sistem penyuplai air di desa yang sangat dibutuhkan di daerah yang belum terjangkau oleh jaringan listrik atau sudah terjangkau tapi sistem kelistrikannya tidak stabil dikarenakan sering terjadi pemadaman. Keberadaan PLTS di desa ini dapat membantu pasokan energi listrik dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil selain itu juga dapat menjangkau daerah terpencil seperti kepulauan dan pelosok, dan dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru dengan melakukan pelatihan SDM. Mengelola sistem PLTS secara mandiri.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa maka penggunaan pada daerah terpencil kebanyakan menggunakan konfigurasi PLTS *off-grid* ini di sebabkan karena beberapa daerah tersebut belum bisa di akses jaringan listrik



konvensional penggunaan sistem *off-grid* ini untuk cost nya lebih mahal dan perawatanya lebih banyak seperti baterai dan komponen kontroller lainnya , penggunaan teknologi pada PLTS itu dapat disimpulkan masih terbatas untuk berapa daerah seperti kondisi geografis atau intensitas matahari tahunan seperti penggunaan panel PV bertipe Monocrystalline ini memiliki efisiensi penyerapan sinar lebih baik daripada Polycrystalline. Penerapan teknologi lainnya yang masih terbatas iyalah adalah penggunaan sistem IoT pada PLTS dapat disimpulkan bahwa sistem IoT tidak efisien jika digunakan didaerah pedalaman yang tidak tersedia internet yang bagus, tanpa internet sistem IoT tidak akan berjalan dengan baik bahkan tidak bisa berfungsi

5. SARAN

Saranya penelitian selanjutnya untuk dapat mengembangkan sistem scada yang bersistem wireles atau nirkabel tanpa bergantung dengan internet, penelitian ini masih banyak kekurangan dalam membahas penggunaan PV dan efisiensinya dalam beberapa kondisi .

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih banyak pada semua yang telah membantu, memberikan masukan, dan memberikan pembelajaran tentang PLTS dan penerapannya sehingga dapat menjadi refrensi pembuatan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Halim, "Analisis Teknis dan Biaya Investasi Pemasangan PLTS On Grid dan Off Grid di Indonesia," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 5, no. 2, p. 131, 2022, doi: 10.24853/resistor.5.2.131-136.
- [2] R. Salman, "Analisis Perencanaan Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Untuk Perumahan (Solar Home System)," *Maj. Ilm. Bina Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 46–51, 2013.
- [3] A. W. Nardi, "Analisa Pembangunan Pembangkit Plts Desa Tanamalala," *Kohesi J. Multidisiplin Saintek*, vol. 2, no. 7, pp. 69–89, 2024, [Online]. Available: https://repository.unismuh.ac.id/id/eprint/32/1/AFRYAN_WAHYU_NARDI-105821108319.pdf
- [4] M. Naim, "DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin RANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN PLTS OFF GRID 1000 WATT DI DESA MAHALONA KECAMATAN TOWUTI," vol. 9, no. 1, pp. 27–32, 2017.
- [5] Nabil Azzaky and Anang Widianoro, "Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino menggunakan Internet Of Things (IOT)," *J-Eltrik*, vol. 2, no. 2, p. 48, 2021, doi: 10.30649/j-eltrik.v2i2.48.
- [6] M. Rumbayan, S. Tangkuman, and S. R. . Sompie, "Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Sederhana di Desa Lahopang Kabupaten Sitaro Provinsi Sulawesi Utara," *J. Ethos*, vol. 6, no. 1, pp. 52–61, 2018.
- [7] N. S. Kumara, "Pembangkit listrik tenaga surya skala rumah tangga urban dan Ketersediaannya di Indonesia," *Teknol. Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 68–75, 2010.
- [8] Y. Tonce, Winarni, U. Sholikhah, and A. Djafar, "Implementasi Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Bagi Masyarakat Di Wilayah Km 20 Balikpapan Utara," *J. Pengabd. Kpd. Masy. ITK*, vol. 4, no. 1, pp. 10–14, 2023, doi: 10.35718/pikat.v4i1.648.
- [9] R. R. Al Hakim, A. Pangestu, A. Jaenul, D. W. Sinaga, E. Y. Saputra, and Y. Z. Arief, "Implementasi Plts Di Desa Pulisan, Sulawesi Utara, Indonesia Sebagai Perwujudan Program Desa Energi," *Pros. Semin. Nas. Penelit. dan Pengabd. 2021, "Penelitian dan Pengabd. Inov. pada Masa Pandemi Covid-19,"* pp. 762–767, 2021, [Online]. Available: <http://prosiding.rcipublisher.org/index.php/prosiding/article/view/220>
- [10] T. Hidayat, "Teknologi Deteksi dan Diagnosis Kerusakan pada PLTS: Review," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 9, no. 1, pp. 11–18, 2020, doi: 10.21063/jte.2020.3133903.
- [11] M. S. Boedoyo, "Potensi Dan Peranan Plts Sebagai Energi Alternatif Masa Depan Di Indonesia," *J. Sains dan Teknol. Indones.*, vol. 14, no. 2, 2013, doi: 10.29122/jsti.v14i2.919.
- [12] Priska Restu Utami, Widyastuti, and Marliza, "Analisa Perhitungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk



- Taman Markisa Di Wilayah Rt 01/ Rw 08 Kelurahan Mampang, Pancoran Mas, Kota Depok,” *Jurnal Abdi Masy. Multidisiplin*, vol. 1, no. 2, pp. 42–49, 2022, doi: 10.56127/jammu.v1i2.198.
- [13] T. D. Lorobezy and Krismadinata, “Rancang Bangun Sistem Monitoring PLTS Off-Grid Berbasis IoT,” *MSI Trans. Educ.*, vol. 4, no. 2, pp. 2721–4893, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.46574/mted.v4i2.111>
- [14] I. N. Zhafarina, “Pembangunan Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Off-Grid Kapasitas 6 Kwp Di Yayasan Az-Zawiyah Tanjung Batu, Ogan ...,” *Teliska*, vol. 17, no. 1, pp. 36–44, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teliska/article/view/8590%0Ahttps://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teliska/article/download/8590/3110>
- [15] B. Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan, N. Elsa Effendi, H. Abrianto, A. Darmawan Sidik, and U. Tama Jagakarsa, “Analisa Pengaruh Kondisi Panel Surya Kotor Dengan Panel Surya,” pp. 1025–1040, 2020.
- [16] Partaonan Harahap, Inda Bustami, Rimbawati, and Benny Oktrialdi, “Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Dan Suhu Terhadap Daya Yang Dikeluarkan Oleh Modul Sel Surya Monocrystalline Dan Polycrystalline,” *J. MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 3, no. 2, pp. 1–5, 2022, doi: 10.53695/jm.v3i3.791.
- [17] A. Wisnu, A. Kristanto, S. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Surabaya, “Pemodelan Automatic Transfer Switch (ATS) Pada System Smartgrid Pembangkit Photovoltaic,” *J. Tek. Elektro*, vol. 11, pp. 351–360, 2022.
- [18] D. Y. Nalle, E. R. Mauboy, and W. F. Galla, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Untuk Kebutuhan Rumah Tangga di Desa Delo Kabupaten Sabu Raijua,” vol. 1, no. 1, pp. 11–19, 2024.