

Research

Tantangan transisi energi terbarukan di Indonesia

(Studi kasus PLTS di Kabupaten Cilacap)

Sofian Manahara¹, Sheila Kusuma Putri² and Imaniar Septa Kencana W^{2,*}

^{1,2,3}Sekolah Ilmu Lingkungan; Jakarta Pusat, Indonesia

* Correspondence: sofian.manahara21@ui.ac.id

Received Date: July 31, 2023

Revised Date: July 31, 2023

Accepted Date: July 31, 2023

Cite This Article:

Manahara, S., Putri, S.K., and W, I.S.K. (2023). Tantangan transisi energi terbarukan di Indonesia. *Journal of Innovation Materials, Energy, and Sustainable Engineering*, 1(1), 78-92. <https://doi.org/10.61511/jimese.v1i1.2023.259>



Copyright: © 2023 by the authors.
Submitted for possible open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstract

The use of new, renewable Energy has been initiated since the promulgation of Law Number 30 of 2007 concerning Energy. Now, the urgency is starting to appear with the enactment of Presidential Regulation Number 112 of 2022 concerning the Acceleration of Renewable Energy Development for the Supply of Electric Power. Solar thermal Energy is very abundant in areas with tropical climates, such as Indonesia, which is always illuminated by the sun all year round. This is an energy source that has great potential to be developed. PT One of the locations for implementing PLTS by PT X is in the Cilacap Regency. PLTS, with a capacity of 1,340 kiloWatts with electricity production of 833 MWh and an investment value of IDR 10 billion per 1 MW, operational since August 2021, is used to support the provision of electrical energy sources for office activities and employee housing, with an average reduction in equivalent CO₂ emission intensity of 7.60 %. Implementation of the use of PLTS still faces various challenges, especially for commercial use, such as a complicated licensing process that is not yet aligned between authorized agencies, the limited availability of PLTS infrastructure and technology and supporting facilities such as electricity transmission networks in Indonesia, thus affecting the investment value or installation costs, limitations human resources during the Covid-19 pandemic, to allegations that political factors and conflicts of interest between electricity supply sectors cause the minimal use of PLTS. On the other hand, considering that significant climate change is starting to be seen and felt, the existence of PLTS is expected to accelerate the achievement of reducing greenhouse gas emissions. This paper will provide an overview of the implementation of PLTS use for the commercial sector, which has been carried out as evaluation material for all parties to prepare environmentally sound sustainable development strategies through the implementation of PLTS use.

Keywords: PLTS; renewable energy; transition

Abstrak

Penggunaan energi baru terbarukan telah diinisiasi sejak diundangkannya Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi hingga saat ini yang mulai terlihat urgensinya dengan diberlakukannya Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik. Energi panas matahari sangat melimpah di daerah yang memiliki iklim tropis seperti di Indonesia yang selalu disinari matahari sepanjang tahun. Hal itu menjadi sumber energi yang sangat berpotensi untuk dikembangkan. PT X sebagai salah satu Badan Usaha Milik Negara mulai menerapkan penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai alternatif sumber energi di lokasi kegiatannya. Salah satu lokasi penerapan PLTS oleh PT X

dilakukan di Kabupaten Cilacap. PLTS dengan kapasitas 1.340 kiloWatt dengan produksi listrik 833 MWh dan nilai investasi Rp 10 Miliar per 1 MW, dioperasikan sejak Agustus 2021 digunakan untuk mendukung penyediaan sumber energi listrik kegiatan perkantoran dan perumahan karyawan, dengan rata-rata penurunan intensitas emisi CO₂ ekuivalen sebesar 7,60%. Penerapan penggunaan PLTS masih menemukan berbagai tantangan, khususnya untuk peruntukan komersial, seperti proses perizinan yang rumit dan belum selaras antar instansi berwenang, masih terbatasnya ketersediaan infrastruktur dan teknologi PLTS maupun sarana pendukungnya seperti jaringan transmisi listrik di Indonesia sehingga mempengaruhi nilai investasi atau biaya pemasangan, keterbatasan sumber daya manusia di masa pandemi Covid-19, hingga dugaan bahwa masih minimnya penggunaan PLTS disebabkan oleh faktor politik dan konflik kepentingan antar sektor penyedia tenaga listrik. Di sisi lain, memperhatikan kondisi perubahan iklim yang signifikan mulai terlihat dan dirasakan, keberadaan PLTS diharapkan dapat mempercepat pencapaian penurunan emisi gas rumah kaca. Makalah ini diharapkan dapat memberikan gambaran penerapan penggunaan PLTS untuk sektor komersial yang telah dilakukan sebagai bahan evaluasi semua pihak untuk penyusunan strategi pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan melalui penerapan penggunaan PLTS.

Keywords: energi terbarukan; PLTS; transisi.

1. Introduction

Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa peningkatan jumlah penduduk merupakan faktor yang paling mempengaruhi semakin tingginya kebutuhan energi di dunia. Minyak bumi dan batubara saat ini masih menjadi sumber energi yang mendominasi, namun tidak terbantahkan lagi bahwa suatu saat cadangan minyak bumi dan batubara tersebut akan habis dikarenakan sumber energi tersebut adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Seiring dengan akan habisnya sumber energi yang tidak dapat diperbaharui tersebut, maka sangat diperlukan upaya melakukan transisi energi dengan menggunakan sumber energi yang dapat diperbaharui. Energi panas matahari sangat melimpah di daerah yang memiliki iklim tropis seperti di Indonesia yang selalu disinari matahari sepanjang tahun. Hal itu menjadi sumber energi yang sangat berpotensi untuk dikembangkan (Dzulfikar & Broto, 2016).

Setelah transisi dari ekspor ke impor, minyak telah menjadi perhatian di Indonesia. Keprihatinan timbul tidak hanya tentang tingkat permintaan di masa depan saat negara bergerak menuju status berpenghasilan menengah, tetapi juga keandalan pasokan jangka panjang dari sumber dalam dan luar negeri. Indonesia memiliki batu bara, tetapi kekurangan volume dalam kualitas tinggi. Dengan karakteristik material dan penggunaan akhir yang berbeda, minyak dan batubara tetap menjadi pengganti yang tidak sempurna. Secara lebih luas, kedua bahan bakar fosil ini menantang janji *Nationally Determined Contribution* (NDC) Indonesia untuk memajukan bauran energi menuju keberlanjutan dan menjadi netral karbon pada tahun 2050. Selain ketergantungan yang tinggi pada minyak, pemerintah mengandalkan sejarah bisnis seperti praktik biasa untuk mengelola sistem energi. Sebagai dampak langsungnya, impor minyak bersih mengikis banyak segi keamanan nasional dan menjadi penyebab utama defisit neraca perdagangan pada tahun 2018 dan 2019 (Rahman *et al.*, 2021).

Pada tahun 2018, Pemerintah Indonesia menerapkan kebijakan terkait pemberian izin penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk pelanggan listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN), kebijakan ini adalah salah satu upaya untuk meningkatkan tingkat penggunaan energi terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 (Setyawati, 2020).

Indonesia menempati peringkat global di antara negara-negara teratas dalam hal rencana ekspansi pembangkit listrik tenaga batu bara. Meskipun biaya untuk energi terbarukan

utama turun drastis dalam beberapa dekade terakhir, terutama PLTS dan tenaga angin (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/PLTB), peran mereka dalam perencanaan sektor ketenagalistrikan di Indonesia tidak dapat diabaikan. Untuk menilai potensi peran energi terbarukan di sektor ketenagalistrikan Indonesia, dikembangkan model sektor ketenagalistrikan dengan optimalisasi biaya. Berdasarkan empat skenario berbeda, dengan asumsi penurunan biaya energi terbarukan yang relatif lambat dan relatif cepat, masing-masing dengan dan tanpa penetapan harga karbon, dinilai terjadi ekspansi kapasitas, pembangkitan listrik, emisi CO₂ yang dihasilkan, dan total biaya sistem hingga tahun 2040. Berdasarkan perbandingan antara hasil penelitian yang dilakukan dengan Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) rencana bisnis perluasan tenaga listrik terbaru di Indonesia, serta Rencana Induk Energi Negara (RUEN) ditemukan bahwa rencana pengembangan sektor listrik resmi akan menghasilkan biaya pembangkit listrik yang relatif lebih tinggi, karena kelebihan kapasitas dan pengabaian teknologi berbiaya rendah di masa depan, terutama PLTS. Penetapan harga karbon serendah 5 USD per ton CO₂ akan membuat batubara menjadi alternatif yang tidak layak secara ekonomi dan mendorong integrasi pembangkit listrik tenaga biomassa dan panas bumi. Dalam konteks penurunan biaya yang cepat untuk energi terbarukan, PLTS akan bersaing secara biaya dengan batu bara meskipun tidak ada penetapan harga karbon pada pertengahan dekade 2020–2030. Tenaga angin sebagian besar tetap tidak kompetitif di seluruh cakrawala waktu, karena kurangnya sumber daya angin yang substansial. Hasil penelitian menyoroti bahwa perencanaan sektor ketenagalistrikan Indonesia dapat ditingkatkan secara substansial, baik dari segi biaya maupun perlindungan iklim (Ordóñez *et al.*, 2022).

Di tahun 2021, Indonesia mengumumkan komitmen untuk menurunkan emisi karbon dengan memperluas penggunaan sektor energi terbarukan sebesar 23%. Untuk mendukung target energi berkelanjutan, Indonesia harus membuat komitmen nyata terhadap sektor energi terbarukan di ketenagalistrikan. Penyediaan akses ke energi listrik yang bersih, aman dan terjangkau bagi seluruh masyarakat Indonesia akan membutuhkan pemerintah, perusahaan milik negara dan perusahaan swasta untuk bekerja sama dan menerapkan berbagai solusi yang diperlukan untuk meningkatkan di satu sisi efisiensi secara sistem dan sistem besar (International Energy Agency, 2020).

Serangkaian penelitian telah dilakukan yang bertujuan untuk mengetahui potensi teoritis penyinaran matahari di Indonesia dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (JST) dan memvisualisasikan penyinaran matahari per provinsi sebagai peta matahari untuk seluruh Indonesia. Data geografis dan meteorologi dari 25 lokasi yang diperoleh dari database NASA digunakan untuk melatih jaringan saraf dan data dari 5 lokasi digunakan untuk menguji nilai estimasi. Data pengujian tidak digunakan dalam pelatihan jaringan untuk memberikan indikasi kinerja sistem di lokasi yang tidak diketahui. Dalam studi yang dilakukan, model ANN perceptron multi layer, dengan 9 variabel input yaitu suhu rata-rata, kelembaban relatif rata-rata, durasi sinar matahari rata-rata, kecepatan angin rata-rata, curah hujan rata-rata, bujur, lintang, lintang, dan bulan dalam setahun diusulkan untuk memperkirakan iradiasi matahari bulanan sebagai output. Analisis kesalahan statistik dalam hal kesalahan persentase absolut rata-rata (MAPE) dilakukan untuk data pengujian untuk mengevaluasi kinerja model JST. Hasil MAPE terbaik ditemukan sebesar 3,4% ketika 9 neuron dipasang pada lapisan tersembunyi. Sebagai negara berkembang dan wilayah kepulauan yang luas, Indonesia memiliki keterbatasan jumlah stasiun meteorologi untuk mencatat ketersediaan penyinaran matahari. Studi ini menunjukkan metode JST dapat menjadi pilihan alternatif untuk estimasi data penyinaran matahari. Pemetaan matahari bulanan menurut provinsi untuk seluruh Indonesia dikembangkan dalam lingkungan GIS dengan menempatkan lokasi dan nilai penyinaran matahari dalam format poligon. Peta iradiasi matahari dapat memberikan informasi yang berguna tentang profil sumber energi

matahari sebagai masukan untuk implementasi sistem energi surya (Rumbayan *et al.*, 2012).

Tenaga Surya akhirnya memasuki bagian yang lebih besar dari skenario dalam penurunan emisi Indonesia tahun ini. Menurut model sektor energi *net-zero emission* IEA, IRENA, dan IESR, tenaga surya akan menggunakan setidaknya sepertiga dari total pembangkitan listrik pada tahun 2060 dan dari dua pertiga hingga 90% dalam skenario percepatan 1,5°C pada 2050. Namun, penerapannya per hari ini tetap lambat, yang berasal dari perencanaan yang tidak ambisius, sehubungan dengan kelebihan kapasitas jaringan, dan realisasi lelang yang buruk. Dari penambahan kapasitas PLTS yang direncanakan saat ini dalam RUPTL tahun 2021 (4,7 GWp), hanya 12% (0,6 GWp) yang sedang dalam proses (tender). Di sisi tenaga surya terdistribusi, pertumbuhan PLTS atap (*rooftop*) dan implementasi Permen ESDM No. 26/2021, yang merevisi skema meteran bersih menjadi 1:1, juga terhalang oleh pembatasan kapasitas maksimal 15% oleh PLN (IESR, 2022).

Pemerintah Indonesia memasukkan Pembangunan Rendah Karbon (LCD) ke dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020–2024. Di masa depan, sektor energi akan menjadi penghasil emisi karbon terbesar kecuali jika pemerintah berkomitmen untuk menghilangkan hambatan ekspansi energi terbarukan. Studi literatur menunjukkan empat hambatan LCD yaitu sosial budaya, ekonomi, teknologi, dan tata kelola. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hambatan yang menghambat penerapan LCD di Indonesia dan menganalisis hambatan mana yang paling signifikan. Penelitian dilakukan di provinsi DKI Jakarta, Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Bangka Belitung. Pendekatan *Partial Least Square – Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) digunakan untuk mengukur arah dan kekuatan hubungan. Studi ini menunjukkan bahwa di antara keempat hambatan tersebut, hambatan teknologi dan tata kelola memiliki efek negatif yang signifikan dan langsung terhadap LCD, dan tata kelola perlu diperlakukan sebagai hambatan yang paling kritis. Visi bersama, tanggung jawab yang sama, peran tata kelola yang sepadan, pengembangan instrumen fiskal, dapat meningkatkan koherensi dan kesinambungan program dan kegiatan pengembangan energi terbarukan. Ada tiga implikasi kebijakan dari penelitian ini. Pertama, pemerintah provinsi berperan penting dalam implementasi LCD. Oleh karena itu penting untuk memastikan bahwa pemerintah pusat dan daerah memiliki semangat yang sama untuk pemerintahan yang sepadan. Kedua, karena pemerintah pusat masih berperan penting dalam mengalokasikan sumber daya fiskal kepada pemerintah daerah, maka instrumen ini dapat menjadi dasar insentif bagi pemerintah daerah dalam memajukan peran energi terbarukan. Ketiga, penting untuk menjaga keterpaduan dan kesinambungan program dan kegiatan pengembangan energi terbarukan bagi siapapun yang menjadi pemimpin di pusat dan daerah. Akhirnya, saling menguntungkan dan percaya akan mengikat kerjasama antara pemerintah pusat dan daerah serta pemangku kepentingan lainnya untuk terus berkolaborasi dalam memajukan peran energi terbarukan (Sambodo *et al.*, 2022).

Tenaga angin dalam hal ini PLTB dan fotovoltaik (PV) dalam hal ini PLTS harus digabungkan dengan sumber daya yang fleksibel, seperti generator termal, untuk mengimbangi ketidakpastian dan variabilitas pembangkitan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, PLTB dan PLTS dapat saling melengkapi. Penggunaan PLTB dan PLTS memiliki keuntungan menyediakan pembangkit energi matahari dan penyimpanan panas berkapasitas besar. Basis energi terbarukan 100% membutuhkan fleksibilitas yang sangat besar untuk menghasilkan output yang stabil, yang pasti meningkatkan biaya yang diratakan. Portofolio optimal basis energi terbarukan 100% juga peka terhadap biaya dan konfigurasi CSP/penyimpanan. Jika biaya CSP terus menurun, CSP dapat menjadi alternatif yang baik untuk kombinasi PV dan penyimpanan. Kapasitas energi TES dan penyimpanan listrik juga harus dipertimbangkan saat membangun pangkalan (Yu *et al.*, 2022).

Kesenjangan penelitian yang menonjol dalam lingkungan kebijakan Indonesia adalah kurangnya diskusi tentang perencanaan energinya. Tinjauan komprehensif menghasilkan tiga pertanyaan proyek tentang ketergantungan yang berkelanjutan pada minyak dan implikasi dari pergerakan yang lebih besar menuju sumber energi terbarukan. Kekurangan diidentifikasi dalam ketergantungan negara yang tinggi pada bahan bakar fosil dan, khususnya, impor minyak; sejauh mana subsidi minyaknya; kurangnya penyangga minyak strategis; perhatian yang tidak memadai terhadap emisi; dan kebijakan kontradiktif terhadap energi terbarukan. Dalam mendekati pertanyaan bagaimana Indonesia bisa merencanakan dalam jangka panjang berjalan untuk campuran energi yang aman dan berkelanjutan, studi saat ini mengejar tiga pertanyaan proyek. Untuk yang pertama, keunggulan minyak dalam bauran energi nasional dapat dianggap sebagai masalah, setidaknya berdasarkan keamanan dan emisi. Untuk menjawab pertanyaan kedua, ketergantungan semacam itu, secara teori, dapat berlanjut selama suatu negara mampu membayar biaya material dan non-material dari penggunaan sumber energi fosil. Menanggapi pertanyaan ketiga, jika minyak mundur demi energi terbarukan, Indonesia jelas akan menghadapi biaya jangka pendek tetapi juga menghasilkan keuntungan jangka panjang dalam hal keamanan, kemandirian, dampak lingkungan dan kedudukan internasionalnya. Penggabungan manajemen proyek dan perencanaan strategis, analisis skenario diperlukan untuk mengetahui dampak intervensi dari berbagai pemangku kepentingan di sepanjang rantai pasokan energi. Beberapa hasil diharapkan dari berkurangnya permintaan minyak, konversi dari minyak (dan juga batu bara dan gas) ke energi terbarukan, adopsi kendaraan tanpa emisi dan, mungkin, teknologi baterai, dan dimulainya penyimpanan penangkapan karbon. Sistem energi Indonesia sebagian besar terpusat pada minyak, gas, dan listrik yang berada di bawah kendali pemerintah dan dimonopoli oleh badan usaha milik negara, sehingga reformasi dapat dicapai jika ada kemauan. Penyelidikan tambahan diperlukan dari aspek-aspek tertentu yang dapat memberikan daya ungkit untuk meningkatkan bauran dan ketahanan energi bangsa. Penerimaan publik terhadap sumber-sumber baru dapat menjadi topik penting untuk analisis lebih lanjut dalam pembuatan kebijakan publik di masa mendatang. Aspek terkait dapat berupa sejauh mana kendali suatu pemerintahan terhadap penyediaan energi, di mana banyak aplikasi terbarukan di darat dapat mencapai ekonomi internal pada skala operasi yang lebih kecil daripada instalasi besar seperti kilang minyak dan pembangkit listrik. Dengan cara ini, beberapa desentralisasi dan privatisasi dapat memperkenalkan daya saing pasokan yang lebih besar ([Rahman et al., 2021](#)).

Jika tidak ada kapasitas penyimpanan yang dipertimbangkan, kapasitas PLTS pada tahun 2040 (sekitar 110 GW dalam skenario pengurangan biaya energi terbarukan/ET) berkurang sekitar 20 GW tetapi PLTS 90 GW dapat tetap dioperasikan. Dengan demikian, PLTS menunjukkan potensi integrasi ekonomi dan teknis yang tinggi, bahkan tanpa mempertimbangkan penyimpanan energi. Namun, penyimpanan energi meningkatkan potensi ekonomi PLTS karena memungkinkan penyediaan daya puncak ([Ordóñez et al., 2022](#)).

Penerapan biaya sebesar USD 30 per ton emisi CO₂ akan memicu pengurangan substansial dalam penggunaan batubara, seperti yang disajikan pada bagian sebelumnya, terlepas dari asumsi yang dibuat mengenai pengurangan biaya ET. Untuk menganalisis pengaruh harga karbon secara lebih mendalam, dilakukan analisis sensitivitas, dalam konteks pengurangan biaya moderat untuk energi terbarukan (dengan menerapkan harga karbon pada skenario dasar) dan dalam konteks penurunan biaya yang lebih cepat untuk energi terbarukan ([Ordóñez et al., 2022](#)).

Model JST yang dikembangkan dapat digunakan untuk memperkirakan potensi penyinaran matahari di Indonesia. Pemetaan matahari 30 provinsi di Indonesia disajikan dalam peta bulanan dengan menggunakan teknologi GIS dengan nilai prediksi JST. Studi ini

membuktikan bahwa JST dapat digunakan untuk estimasi global potensi penyinaran matahari di beberapa lokasi di Indonesia. Model JST berhasil memperkirakan lokasi yang tidak diketahui menggunakan kota yang diuji seperti Jakarta, Samarinda, Manado, Ambon dan Bengkulu masing-masing sebesar 4,9%, 1,2%, 2,7%, 4,5% dan 3,5%. Metode JST dapat berguna di lokasi terpencil untuk situs pulau di Indonesia yang tidak memiliki pengukuran tanah. Selain itu, pemetaan spasial untuk potensi energi surya teoretis telah dikembangkan. Model tersebut menetapkan metode untuk membuat gambaran spasial potensi sumber daya energi surya di Indonesia untuk pemerintah provinsi (Rumbayan *et al.*, 2012).

Analisis menunjukkan bahwa beberapa kebijakan telah berkontribusi pada ekspansi akses listrik sejak 2001. Dimasukkannya program listrik perdesaan ke dalam Dana Alokasi Khusus (DAK) telah berkontribusi pada peningkatan akses ke listrik dan menempatkannya dalam sorotan sejak 2011. Meskipun garis tren menunjukkan hal ini dapat berlanjut, pengalaman dari negara lain menunjukkan bahwa memasok listrik ke 10% hingga 15% populasi terakhir adalah yang paling sulit, paling lambat, dan paling mahal karena sebagian besar rumah ini terletak lebih jauh (Santika *et al.*, 2020).

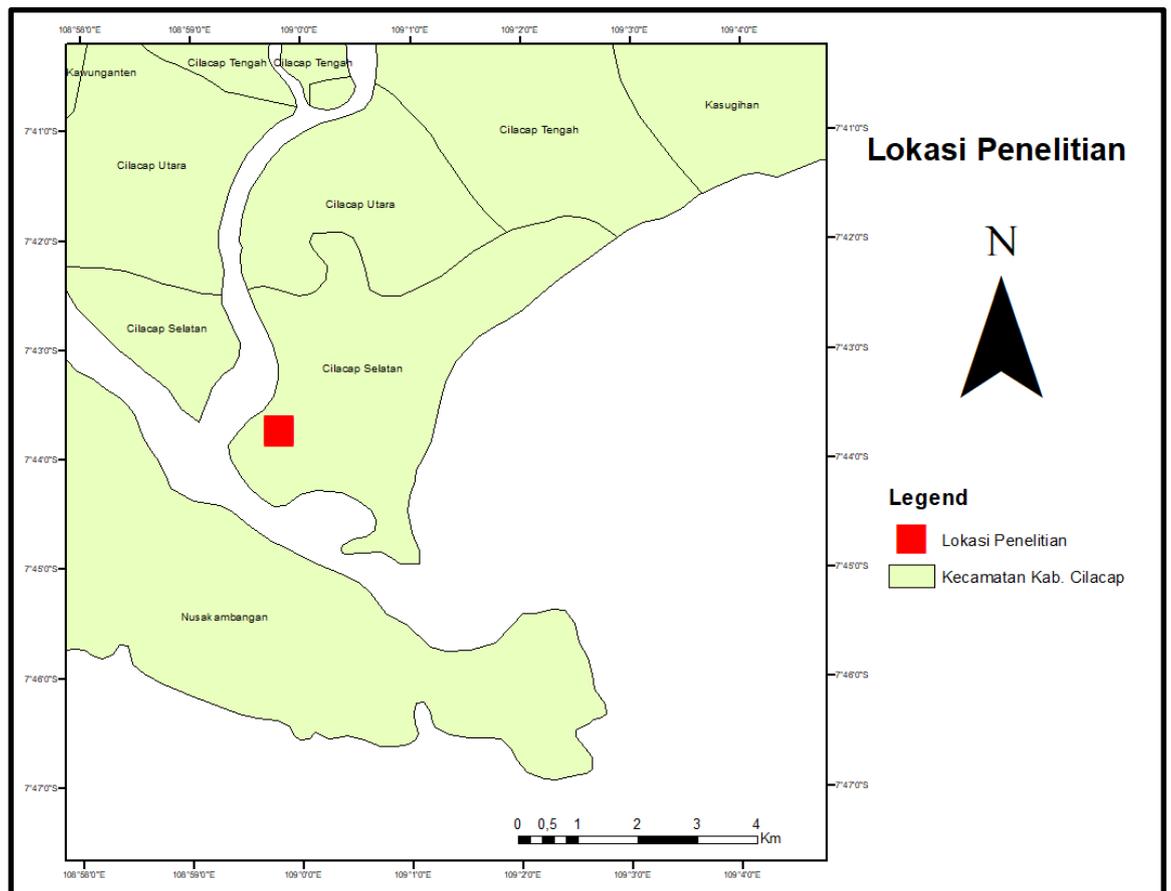
Terkait dengan target energi terbarukan, kebijakan saat ini tidak cukup untuk memungkinkan Indonesia memenuhi target. Pemerintah dapat mendorong campuran biodiesel wajib menjadi lebih dari 30% pada tahun 2025 tetapi, secara keseluruhan, sektor transportasi mengkonsumsi lebih banyak bensin daripada solar. Misalnya, pangsa biodiesel dalam total pasokan energi primer hanya 1,94% pada 2018 (Santika *et al.*, 2020).

Kajian kebijakan tentang efisiensi dan konservasi energi menunjukkan konsumsi energi sektoral sebagian besar dipengaruhi oleh variabel dan peraturan yang tidak dimaksudkan terutama untuk meningkatkan efisiensi energi. Konsumsi energi di sektor transportasi sebagian besar dibentuk oleh kebijakan penetapan harga bahan bakar, penggunaan energi yang lebih efisien di sektor rumah tangga dan komersial terkait dengan kebijakan konversi bahan bakar memasak, sementara penurunan permintaan energi industri dan sektor lain terkait dengan pertumbuhan ekonomi yang rendah (Santika *et al.*, 2020).

Pergeseran potensial ke energi terbarukan dengan emisi sangat rendah akan mendukung upaya global untuk memitigasi risiko iklim. Dampak biaya dapat dikurangi dengan meningkatnya ketersediaan energi terbarukan dan skala ekonomi dalam produksi (Rahman *et al.*, 2021).

2. Methods

Lokasi penelitian berada di PLTS PT X di Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah dengan kapasitas 1.340 kiloWatt yang telah beroperasi sejak Agustus 2021 (PT X, 2022). Berikut gambaran lokasi PLTS PT X:



Gambar 1 Lokasi Penelitian
(Sumber: Olahan Peneliti, 2022)

Penelitian dilakukan dengan pendekatan kualitatif analisis deskriptif dengan metode pengumpulan data primer dengan melakukan wawancara dengan informan kunci yaitu penanggung jawab usaha PLTS di PT X dan Dewan Energi Nasional, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, dan pengumpulan data sekunder di PT X.

Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Indonesia memiliki potensi 648,3 GWh dari sumber daya solar, hidro, bioenergi, angin, panas bumi, dan lautan. Di sisi lain, menurut pandangan PT X, pemerintah belum memberikan dukungan yang menyeluruh dan terpadu melalui berbagai kebijakan yang memihak kepada sektor Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi (EBTKE) seperti kebijakan bauran energi baru terbarukan kebijakan nilai ekonomi karbon. Dukungan pemerintah sebagaimana disampaikan oleh Kementerian ESDM adalah dalam bentuk penerapan penggunaan energi baru terbarukan dan konservasi energi antara lain berupa penyusunan Peta Jalan Pengakhiran Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan pelarangan pembangunan PLTU baru sebelum diundangkannya Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2021 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) diperkirakan akan memberikan dampak terhadap penurunan kualitas udara pada tahap operasional yang lebih kecil, bahkan hampir tidak ada dibandingkan PLTU, dampak sosial yang kecil dilihat dari sisi tidak dibutuhkannya pengadaan lahan yang luas, serta dampak terhadap vegetasi yaitu dengan kebutuhan pembukaan area hijau yang tidak besar, namun di sisi lain penggunaan PLTS khususnya untuk peruntukan komersial menemukan tantangan dari sisi perizinan yang cukup rumit dan belum selaras antar instansi berwenang.

Kegiatan pembangunan yang dilakukan diantaranya pemasangan rak modul surya. Modul surya akan ditempatkan di suatu sistem rak dengan sistem penggerak (*fixed tilt galvanized metal racking system*). Tipe pembangunan PLTS PT X di Cilacap yang digunakan adalah tipe *Ground Mounted* dan *Rooftop*. Energi listrik yang dihasilkan dari PLTS akan langsung disalurkan rangkaian listrik pada setiap rumah/gedung tersebut sehingga tidak terkoneksi dengan jaringan listrik yang berada di luar rumah/gedung. Umur ekonomis PLTS sekitar 25-30 tahun. PLTS beroperasi dengan memanfaatkan modul PLTS *Monocrystalline* yang menghasilkan listrik langsung dari cahaya matahari. Modul surya ini menggunakan material silikon sebagai bahan utama penyusun sel surya. Jenis modul surya tipe *Monocrystalline* merupakan jenis yang paling banyak digunakan karena tingkat efisiensinya tinggi dalam menyerap cahaya matahari yaitu sekitar 15%. Prinsip kerja dari PLTS yaitu menggunakan rangkaian modul surya untuk menangkap cahaya matahari yang berfungsi akan menggerakkan elektron-elektron yang ada pada sel surya untuk bergerak dari negatif ke positif sehingga pada terminal keluaran dari modul surya akan menghasilkan energi listrik. Proses menghasilkan listrik dengan menggunakan modul surya cukup mudah karena tidak ada bagian yang bergerak sehingga tidak ada emisi suara maupun udara.

Secara sederhana, skema produksi listrik PLTS PT X yang dihasilkan oleh PLTS *Ground Mount* yaitu arus DC yang diproduksi oleh rangkaian modul surya diubah menjadi arus AC dengan PV *Inverter*. Selanjutnya arus AC yang berasal dari PV *Inverter* dialirkan ke LV *Switchgear* menjadi tegangan bernilai 800 V. Tegangan AC yang bernilai 800 V akan melalui transformer untuk ditingkatkan sehingga mencapai tegangan 13,8 kV. Tegangan arus AC 13,8 kV selanjutnya akan melalui MV *Switchgear* untuk ditransmisikan ke kawasan perkantoran dan pemukiman. PLTS hanya beroperasi pada siang hari, sehingga tidak memerlukan baterai untuk penyimpanan energi. Kegiatan operasional PLTS termasuk ke dalam kegiatan pembangkitan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang tidak menghasilkan emisi. Adapun emisi yang mungkin dihasilkan dari kegiatan pembangunan PLTS ini berupa penggunaan *portable* genset sebagai sumber listrik untuk keperluan darurat dengan kapasitas di bawah 100 kVA.

Skema penyaluran listrik yang dihasilkan oleh PLTS PT X berupa pemasangan PLTS Tipe *Rooftop* yang dilakukan pada setiap rumah/gedung yang menjadi rencana pemasangan. Energi listrik yang dihasilkan dari PLTS akan langsung disalurkan rangkaian listrik pada setiap rumah/gedung tersebut sehingga tidak terkoneksi dengan jaringan listrik yang berada di luar rumah/gedung. Kapasitas total terpasang untuk PLTS *Rooftop* bervariasi karena tersebar di beberapa bangunan, dengan rencana kapasitas total terpasang berkisar 62 - 811 KWp.

Selama penggunaan PLTS ini, PT X mampu menghemat 14% pengeluaran untuk biaya listrik setiap bulannya dengan nilai investasi awal Rp 10 Miliar per 1 MW, namun tantangan ditemukan PT X ketika berencana mengembangkan penggunaan PLTS untuk skala komersial yang hingga saat makalah ini dibuat belum dapat diselesaikan PT X.

Berdasarkan dengan hasil survei yang dilakukan PT X pada tahun 2021, harapan dan tanggapan masyarakat tentang rencana kegiatan pembangunan PLTS di Cilacap oleh PT X adalah sebagai berikut:

1. Tanggapan masyarakat secara umum bahwa:
 - a. Kegiatan pembangunan PLTS secara umum tidak berdampak terhadap kondisi sosial masyarakat karena berada di dalam kawasan PT X;
 - b. Dukungan secara umum terhadap kegiatan pembangunan dengan harapan adanya penyerapan tenaga kerja.
2. Harapan masyarakat secara umum:
 - a. Penyerapan tenaga kerja konstruksi dan tenaga operasional sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan;
 - b. Prioritas masyarakat lokal;

- c. Penerimaan tenaga kerja dengan melibatkan aparat pemerintahan (Kelurahan) dan tokoh masyarakat (Karang Taruna);
- d. Perekrutan tenaga kerja dilakukan melalui koordinasi dengan perangkat desa untuk menghindari kesalahpahaman dan meminimalisir kecemburuan sosial yang menjadi keresahan warga sekitar;

Masyarakat meminta agar PT X dan/atau kontraktor pelaksana dapat terbuka untuk menyampaikan kualifikasi tenaga kerja yang dibutuhkan.

3. Results and Discussion

3.1 Hasil

Penggunaan PLTS yang dilakukan oleh PT X digunakan sebagai sumber energi listrik untuk menunjang kegiatan perkantoran dan domestik di internal PT X, bukan kegiatan komersial dimana PT X menjual listrik ke pengguna. Sistem PLTS yang digunakan oleh PT X di Cilacap adalah *on grid* dengan sistem jaringan transmisi PLN. Disampaikan oleh PT X bahwa sehubungan dengan kelas pelanggan PLN yang dimiliki PT X, maka PT X dapat menyambungkan *supply listrik* PLTS PT X di luar metering PLN. Manfaat yang diterima masyarakat dari kegiatan operasional PLTS PT X adalah pelibatan masyarakat lokal setempat dalam penggunaan tenaga kerja lokal yang tidak memerlukan keahlian atau sertifikasi tertentu. Sementara dampak negatif terhadap komponen kualitas udara, kualitas air, maupun flora dan fauna dari kegiatan pembangunan PLTS berlangsung sementara, dan untuk dampak negatif pada tahap operasional belum pernah teridentifikasi selama hampir 2 tahun operasional PLTS PT X di Cilacap. Kendala ditemukan PT X ketika akan mengembangkan usaha PLTS menjadi komersial dan akan terhubung dengan sistem transmisi yang telah terbangun saat ini, seperti belum selarasnya persyaratan yang ditetapkan antar instansi sehingga antar instansi saling menunggu untuk dapat memberikan keputusan ataupun menerbitkan perizinan berusaha kegiatan PLTS. Misalnya, ketika PT X akan mengurus izin untuk mengalirkan *supply listrik* dari PLTS salah satu persyaratannya adalah Persetujuan Lingkungan dalam bentuk dokumen lingkungan. Dokumen lingkungan ini mempersyaratkan salah satunya ada persetujuan awal dari instansi pembina kegiatan PT X dalam hal ini adalah Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, serta rekomendasi dari PLN sebagai pihak yang fasilitasnya akan digunakan oleh PT X. Simpul-simpul birokrasi tersebut menjadi tantangan tersendiri dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup di Indonesia. Untuk kondisi penggunaan PLTS sebagai komersial, nilai investasi PLTS dibandingkan dengan sumber energi fosil tidak jauh berbeda, tetapi nilai jual energi listrik dari EBT khususnya dari PLTS jauh lebih rendah dari energi listrik yang bersumber dari energi fosil. Penggunaan sumber energi fosil akan membutuhkan biaya yang cukup besar bila memperhitungkan biaya pengelolaan atau perlindungan lingkungan yang harus dikeluarkan. Dilihat dari komponen kebutuhan lahan dan/atau pembukaan lahan antara PLTU dan keterkaitannya dengan penyediaan bahan baku yang berasal pertambangan batu bara dengan PLTS yang sumber bahan bakunya berupa sinar matahari, dapat disimpulkan PLTU memberikan dampak negatif yang lebih besar daripada PLTS.

3.2 Pembahasan

Pemanfaatan sumber energi terbarukan, khususnya PLTS memiliki dampak yang bersifat positif dan negatif, maupun kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari penggunaan sumber energi terbarukan, yaitu: sumber energi terbarukan bisa dimanfaatkan secara gratis, perawatan relatif lebih mudah dan murah di bandingkan teknologi yang memanfaatkan energi tak terbarukan, membantu mendorong perekonomian dan menciptakan peluang kerja, bebas dari fluktuasi harga seperti yang dialami energi fosil (batu bara, minyak bumi, dan gas bumi), tersedia melimpah di alam dan tidak akan habis juga ramah lingkungan,

mandiri energi dalam hal ini tidak perlu mengimpor energi tak terbarukan atau energi fosil dari luar negeri, produksi bisa dihasilkan di berbagai tempat tak perlu dilakukan sentralisasi, dan dampak positif berupa timbunan emisi gas rumah kaca yang lebih kecil dari sumber energi fosil serta penggunaan lahan dengan minimisasi pembukaan kawasan hijau atau pengurangan vegetasi. PLTS Cilacap pada PT. "X" mampu mengurangi emisi senilai 315,07 TonCO₂eq. Energi terbarukan yang terdapat di wilayah pelosok dapat digunakan langsung oleh masyarakat sebagai sarana meningkatkan keadilan akses energi baik untuk memenuhi kebutuhan dasar energi domestik rumah tangga ataupun industri kecil. Air bersih yang digunakan dalam operasional energi terbarukan relatif lebih sedikit dibandingkan dengan energi tak terbasikan. Pada PLTS air bersih dibutuhkan untuk membersihkan modul surya agar mampu menyerap energi matahari secara optimal. Penggunaan PLTS tanpa pembukaan lahan dapat mempertahankan fungsi vegetasi dan ekosistemnya. Kelebihan dari instalasi PLTS juga dari segi faktor keamanannya dibandingkan dengan PLTU. Pertumbuhan PLTS di Indonesia dapat memberikan dampak positif di sistem kelistrikan. Dilihat dari segi dampak terhadap kesehatan masyarakat, penggunaan sumber energi terbarukan memberikan dampak negatif yang jauh lebih kecil terhadap kesehatan masyarakat, dimana pencemaran udara yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan energi fosil. Dampak dari kegiatan PLTS, terjadi hanya saat konstruksi PLTS, dimana diperkirakan akan terdapat peningkatan kebisingan sebesar 80 dBA pada sekitar lokasi tapak proyek selama konstruksi, yaitu sekitar 6 (enam) bulan dan bersifat sementara.



Gambar 2. PLTS Cilacap PT. "X" (Sumber Dokumentasi PT. "X")

Kekurangan dari penggunaan sumber energi terbarukan, yaitu: saat ini, dibutuhkan biaya awal besar atau investasi yang membutuhkan dana yang cukup banyak, sebagian besar sumber energi terbarukan oleh faktor cuaca, energi tambahan yang dihasilkan energi terbarukan harus disimpan dalam sistem penyimpanan seperti baterai supaya tidak terbuang sia-sia, masing-masing sumber energi terbarukan memiliki kelemahan teknis dan sosialnya, beberapa teknologi pemanfaatan energi terbarukan masih bersifat eksperimental seperti energi gelombang laut, energi pasang surut air laut, dan energi panas. Kebutuhan penggunaan baterai pada operasional PLTS diperkirakan akan memberi dampak peningkatan kebutuhan barang tambang lain seperti nikel, yang selanjutnya dapat memberikan dampak turunan terhadap lingkungan juga. Hal lain yang masih memerlukan penelitian dan pembahasan lebih lanjut adalah ketika instalasi PLTS akan dibangun dalam jumlah besar untuk penggunaan yang lebih luas, apakah setara dengan kemampuan PLTU yang sudah lama digunakan, atau PLTS ini lebih *feasible* untuk penggunaan skala kecil. Harga beli baru yang diatur dalam Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 belum termasuk skema *Feed-in Tariff*. Hanya ada dua skema yang disebutkan dalam aturan baru tersebut, yakni harga tertinggi dan negosiasi *business to business*. Dalam aturan harga yang

baru, harga tidak bergantung pada biaya rata-rata pembangkitan tenaga listrik (BPP). Sebagai gantinya, semua jenis proyek energi terbarukan akan diberikan harga tertinggi, yang mempertimbangkan faktor lokasi untuk mendorong pengembangan dan investasi terbarukan. Sementara peraturan presiden yang sangat diantisipasi diharapkan dapat memberikan lebih banyak ruang untuk meningkatkan pengembalian bagi pengembang.

Penggunaan daya listrik yang dihasilkan oleh PT X saat ini masih dipergunakan untuk kebutuhan internal, diantaranya untuk sumber energi rumah sakit yang dikelola PT X dan juga untuk mengaliri listrik di perumahan karyawan PT X yang berada di dalam area PT X tersebut. Berdasarkan data yang diperoleh, PT X dapat melakukan penghematan biaya pengeluaran untuk beban listrik sebesar Rp 100 juta perbulannya. Penghematan tersebut didasarkan atas selisih dari tarif listrik dengan penggunaan PLTS yakni Rp 1.080 per kWh dengan yang listrik yang dibayarkan kepada PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) yakni Rp 1.719 per kWh. Secara ekonomis, perusahaan mendapatkan manfaat atau keuntungan dari PLTS yang dibangun, namun keuntungan ekonomis tersebut masih dinikmati oleh internal perusahaan dan belum optimal untuk dinikmati oleh masyarakat sekitar di luar area perusahaan. Terdapat peluang PT X untuk menyalurkan produksi listrik dari PLTS ke masyarakat untuk tujuan komersial dengan tarif yang lebih rendah dibandingkan tarif PLN. Namun, hal ini berpotensi menimbulkan konflik kepentingan di sektor ESDM lainnya, yang akan menjadi tantangan penyusunan regulasi maupun kebijakan pemerintah.

Pemanfaatan energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS, belum sepenuhnya mendapatkan jalan yang mulus untuk disalurkan kepada masyarakat, kendala yang ditemukan di antaranya disebabkan belum meratanya pembangunan infrastruktur pendukung berupa jaringan transmisi yang terhubung ke seluruh wilayah Indonesia. Amanat penggunaan energi dari sumber yang terbarukan juga telah menjadi tuntutan yang tidak dapat ditawar lagi. Isu perubahan iklim dan pemanasan global menjadi dasar yang kuat agar setiap negara di dunia, tidak terkecuali Indonesia untuk mengendalikan emisi karbon, sehingga Indonesia mengejar target penggunaan energi terbarukan sampai dengan 23% pada tahun 2025. Namun di sisi lain penyaluran energi listrik yang sudah direncanakan oleh PLN berpotensi menimbulkan inefisiensi energi listrik yang bersumber dari energi tidak terbarukan. Upaya pemerintah untuk menggunakan energi terbarukan tersebut telah dirumuskan dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2021 Tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap yang Terhubung pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyedia Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum. Salah satu bagian yang menjadi keberatan dari PLN adalah kewajiban pendistribusian yang tidak mempertimbangkan pasokan produksi energi yang dihasilkan PLN, sehingga tidak ada listrik berlebih yang masuk ke jaringan PLN atau juga kebalikannya potensi yang ada pada PLTS bisa dimanfaatkan juga oleh perusahaan pemilik PLTS. Sebagai konsekuensinya, saat ini Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2021 masih belum diimplementasikan dikarenakan banyak syarat yang ditentukan oleh PLN sebagai penyedia listrik nasional yang bertentangan dengan amanat yang sudah dituangkan dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2021 tersebut. Dengan kata lain, upaya pemerintah untuk menggunakan energi baru dan terbarukan dinilai masih jalan di tempat, sedangkan semangat menurunkan emisi karbon masih menjadi upaya pemerintah untuk bersama-sama seluruh negara di dunia mencegah terjadinya pemanasan global yang semakin buruk. Persyaratan yang diberikan PLN kepada pemanfaat PLTS yang akan *on grid* dengan sistem transmisi listrik PLN dibedakan berdasarkan jenis atau kelas golongan pelanggan PLN.

Sebagai salah satu bentuk alternatif solusi, yaitu berupa prioritas penyediaan infrastruktur jaringan transmisi dari pemanfaatan PLTS di daerah terpencil di Indonesia. Dilihat dari ketersediaan sumber energi matahari yang dapat dimanfaatkan melalui PLTS seharusnya kondisi daerah atau desa yang belum dialiri listrik sudah tidak ditemui lagi saat ini. Namun

kondisi desa atau lokasi yang tidak dialiri listrik tersebut kendalanya adalah belum adanya jaringan transmisi yang melalui lokasi desa tersebut.

Dalam memahami PLTS, sangat diperlukan pengetahuan jenis sistem PLTS yang saat ini sudah diterapkan. Hal ini diperlukan karena jenis sistem PLTS yang digunakan akan mempengaruhi syarat dan ketentuan yang perlu dipenuhi dari sisi teknologi maupun penyesuaian dengan regulasi yang ada.

Secara teknis pada umumnya konfigurasi sebuah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atap dibagi menjadi 3 sistem yaitu: sistem *Off Grid* yang tidak terhubung jaringan PT PLN, sistem *On Grid* yang terhubung ke jaringan milik PT PLN dan sistem *Hybrid* yang mengakomodir keduanya (*Off Grid dan On Grid*) (Timotius *et al.*, 2018). PLTS PT X di Cilacap menerapkan sistem *On Grid*, dimana listrik yang dihasilkan oleh PLTS masuk ke dalam jaringan PLN tetapi berada di luar *metering* PT PLN.

Pada PLTS Atap *Off grid*, energi listrik yang dihasilkan hanya disuplai ke beban dalam hal ini rumah dari pelanggan dan tidak tersambung ke jaringan PLN. Pembangkit ini seperti sebuah sistem pembangkit listrik mandiri yang hanya melayani beban pada rumah tersebut tanpa terhubung dengan sumber listrik yang lainnya termasuk dari sumber jaringan PLN (Wasri Hasanah *et al.*, 2018). Sistem PLTS *off grid* ini belum dapat diterapkan oleh PT X, hal ini disebabkan perizinan berusaha PT X yang bukan merupakan bidang ketenagalistrikan.

Komponen utama dari sistem PLTS Atap *Off Grid* ini adalah panel surya, kontrol pengisian, inverter dan baterai. Inverter yang digunakan pada sistem PLTS Atap *Off Grid* adalah *inverter* dengan kemampuan *bi-directional* sehingga mampu untuk mengisi baterai dan mengambil listrik dari baterai yang digunakan untuk suplai ke beban.

Namun sistem PLTS Atap *Off Grid* ini memiliki kekurangan yakni ketergantungan sistem ini pada peralatan baterai. Dibutuhkan cukup banyak baterai untuk mendukung sistem, dimana harga baterai cukup mahal. PLTS Atap *Off Grid* menggunakan peralatan yang lebih kompleks membuat biaya investasi yang relatif lebih mahal dibandingkan dengan PLTS Atap *On-Grid*.

Pada PLTS Atap *On Grid* energi listrik tidak hanya terhubung ke beban tetapi juga terkoneksi dengan jaringan PLN, energi listrik yang dibangkitkan yang disuplai ke jaringan listrik sekaligus berfungsi untuk menjaga kestabilan daya listrik akibat fluktuasi beban dan radiasi matahari.

Sistem PLTS Atap *On Grid* merupakan sistem yang sederhana dan cukup murah dari segi biaya investasi. Komponen utama dalam PLTS Atap *On-Grid* terdiri dari panel surya dan *inverter*. Akan tetapi sistem ini memiliki kekurangan apabila *supply* listrik dari PLN mati maka rumah akan mengalami mati listrik juga, ini dikarenakan dalam pembangkitan PLTS Atap *On-Grid* bergantung dari jaringan listrik PLN untuk dapat membangkitkan listriknya (Pramudita *et al.*, 2020). Kondisi ini juga ditemukan oleh PT X dalam operasional distribusi listrik PLTSnya.

Dari ketiga sistem tersebut, sistem *on grid* dan sistem *hybrid (on grid dan off grid)* akan membutuhkan koordinasi dengan PLN ketika sistem tersebut akan diterapkan, karena menggunakan jaringan PLN.

Dari ketiga jenis PLTS tersebut, PT X menggunakan sistem *on grid*, sehingga dalam prakteknya perlu melakukan koordinasi dengan PLN dikarenakan distribusi listrik yang dihasilkan menggunakan jaringan milik PLN. Dari kondisi tersebut, dapat dipertimbangkan bahwa PLTS yang akan di bentuk pada waktu yang akan datang dapat diarahkan untuk memilih sistem *off grid* agar memiliki fleksibilitas dalam mengelola atau pendistribusian arus listrik ke pengguna akhir, walaupun memiliki konsekuensi tingginya nilai investasi pendirian PLTS *off grid* tersebut. Penggunaan *off grid* ini juga diprakirakan akan lebih mudah dalam pemilahan tanggung jawab pelaksanaan dan pengelolaan lingkungan antara PT X dengan PLN.

Dari hasil survey permasalahan pada komponen sosial yang timbul didapatkan dua permasalahan yang menjadi *concern* untuk diselesaikan yaitu dampak terhadap kondisi sosial berupa persepsi dan kekhawatiran masyarakat karena berada di dalam kawasan PT X dan harapan adanya pelibatan masyarakat sekitar yang terkena dampak sebagai tenaga kerja pada kegiatan PT X.

Kendala yang diprakirakan akan ditemukan dalam operasional PLTS adalah ketika ketersediaan sinar matahari di musim hujan yang tidak sebanyak di musim kemarau, atau di daerah dengan intensitas penyinaran yang tidak tinggi. Selain itu, tantangan dari penggunaan PLTS adalah dari kehandalan dan kestabilan energi listrik yang disediakan maupun yang didistribusikan ke pengguna. Faktor keamanan fasilitas dalam kondisi daerah dengan sambaran petir yang tinggi juga perlu mendapat perhatian. Hal lain yang perlu dipertimbangkan adalah pemilahan tanggung jawab antara PT X dengan PLN ketika kondisi abnormal atau misalnya *technical failure* yang menyebabkan korsleting listrik, kerusakan sistem jaringan transmisi atau bahkan sampai potensi kebakaran. Dalam kondisi ketersediaan perangkat pendukung atau spare part PLTS belum dapat disediakan dari dalam negeri, maka perlu diteliti lebih lanjut juga mengenai biaya perawatan dan pemeliharaan PLTS tersebut.

Untuk mewujudkan harapan masyarakat sekitar PT X di Cilacap tersebut, diperlukan koordinasi antara PT X dengan PLN agar produksi listrik PLTS PT X dapat dinikmati masyarakat setempat. PT X juga dapat mempertimbangkan menyediakan CSR terhadap masyarakat terkena dampak dari kegiatan PT X dalam bentuk pemasangan solar panel sederhana di rumah penduduk yang terdekat dengan lokasi kegiatan PT X. Kondisi yang lebih ekstrim terjadi kepada perusahaan yang bukan BUMN. Kendala berupa persyaratan yang dimintakan oleh PLN kepada pihak swasta yang berupaya membangun fasilitas PLTS dikarenakan PLN masih keberatan dengan kapasitas PLTS atap yang bisa dibangun masyarakat/perusahaan secara mandiri dikhawatirkan apabila tidak dikendalikan akan mengancam proses bisnis PLN yang selama ini sudah disusun dengan perencanaan yang matang. Sedangkan untuk penyerapan tenaga kerja masyarakat sekitar untuk bekerja di PT X dapat dilakukan dengan memberdayakan masyarakat sekitar sesuai dengan keterampilan dan latar belakang pendidikan yang dimiliki, untuk itu dapat dipertimbangkan agar PT X dapat membuka persyaratan khusus atau memberikan prioritas dari masyarakat sekitar PT X atau berupa pertimbangan jarak pemukiman masyarakat terdampak yang terdekat dari lokasi kegiatan PT X untuk mendapatkan peluang bekerja di PT X sesuai dengan keterampilan atau latar belakang pendidikan yang dimiliki. Kuota tenaga kerja lokal yang mampu disediakan oleh PT X terkait dengan kegiatan PLTS dapat ditempatkan untuk tenaga kerja terampil atau posisi yang tidak memerlukan sertifikasi dan keahlian khusus, seperti untuk kebutuhan pemeliharaan fasilitas PLTS maupun sarana pendukungnya atau tenaga keamanan. Penempatan masyarakat sekitar sebagai tenaga keamanan dalam operasional fasilitas PLTS juga dapat memberikan persepsi positif dan rasa kepemilikan terhadap fasilitas kegiatan PT X pada umumnya, dan PLTS pada khususnya. Pelibatan tenaga kerja lokal yang berasal dari masyarakat sekitar lokasi kegiatan PT X dapat memberikan persepsi positif dan dukungan masyarakat terhadap kegiatan PT X secara keseluruhan.

4. Conclusions

Transisi energi menjadi pilihan yang tidak dapat dihindari untuk memenuhi kebutuhan energi. Dukungan kebijakan telah diberikan pemerintah untuk percepatan penggunaan energi baru terbarukan, baik dari sisi perizinan, pembiayaan maupun penggunaan. Namun, dukungan tersebut diharapkan tetap bisa memperhatikan fungsi perlindungan lingkungan hidup, sehingga penggunaan energi baru terbarukan, khususnya PLTS benar-benar menjadi sumber energi berkelanjutan yang ramah lingkungan dan memiliki kedudukan yang sama dengan sumber energi fosil dalam hal keandalan dan kestabilan teknologi yang *feasible* digunakan oleh kalangan yang lebih luas. Jenis sistem PLTS yang dipilih menjadi penentu

dalam independensi pengguna dalam mengelola daya listrik yang dihasilkan PLTS tersebut. Perumusan regulasi untuk memenuhi target penggunaan energi terbarukan sebesar 23% sampai dengan tahun 2025, perlu diikuti dengan perencanaan yang matang dari PLN agar tidak terjadi inefisiensi energi listrik yang dihasilkan dari sumber energi yang tidak terbarukan (misalnya PLTU). Pembentukan PLTS di PT X, masih belum dapat dinikmati masyarakat dikarenakan adanya hambatan berupa regulasi yang belum selaras dan terpadu antar instansi pemerintah. Untuk melibatkan masyarakat sekitar dalam kegiatan di PT X, diperlukan koordinasi antara PT X dengan PLN, dikarenakan amanat Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2021 sudah memberikan ruang pemanfaatan energi baru dan terbarukan, namun ketentuan untuk pendistribusian energi listrik masih dalam kendali PLN masih belum sejalan dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2021 tersebut. Untuk itu diperlukan tindak lanjut oleh pemerintah untuk menyempurnakan ketentuan terkait pendistribusian yang dilakukan oleh PLN.

Ucapan Terima Kasih:

Terima kasih kepada reviewer dan tim IASSSF sudah mendukung proses penulisan artikel.

Kontribusi Penulis:

S.M. menulis artikel, mengumpulkan data, mengolah data, dan menginterpretasikan data; S.H.K. sebagai supervisi; dan S.K.W. sebagai editor.

Pendanaan:

Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

Pernyataan Dewan Kaji Etik:

Tidak berlaku

Pernyataan Persetujuan Atas Dasar Informasi:

Tidak berlaku

Pernyataan Ketersediaan Data:

Tidak berlaku

Konflik Kepentingan:

Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

References

- Dzulfikar, D., & Broto, W. (2016). *Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga*. SNF2016-ERE-73-SNF2016-ERE-76.
<https://doi.org/10.21009/0305020614>
- Hasanah, A. W., Koerniawan, T., & Yuliansyah, Y. (2018). Kajian Kualitas Daya Listrik PLTS Sistem Off-Grid Di STT-PLN. *Energi & Kelistrikan*, 10(2), 93-101.
<https://doi.org/10.33322/energi.v10i2.211>
- IESR. (2022). *Imprint Indonesia Energy Transition Outlook 2023 Tracking Progress of Energy Transition in Indonesia: Pursuing Energy Security in the Time of Transition*.
https://iesr.or.id/wp-content/uploads/2022/12/Indonesia-Energy-Transition-Outlook_2023.pdf
- International Energy Agency, I. (2020). *Enhancing Indonesia's Power System Pathways to meet the renewables targets in 2025 and beyond*. www.iea.org/t&c/

- Ordonez, J. A., Fritz, M., & Eckstein, J. (2022). *Coal vs. renewables: Least-cost optimization of the Indonesian power sector*. *Energy for Sustainable Development*, 68, 350–363. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.04.017>
- Pramudita, B. A., Aprillia, B. S., & Ramdhani, M. (2021). Analisis Ekonomi on Grid PLTS untuk Rumah 2200 VA. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, 1(2). <https://doi.org/10.22146/juliet.v1i2.61879>
- Rahman, A., Dargusch, P., & Wadley, D. (2021). The political economy of oil supply in Indonesia and the implications for renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 111027. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111027>
- Rumbayan, M., Abudureyimu, A., & Nagasaka, K. (2012). Mapping of solar energy potential in Indonesia using artificial neural network and geographical information system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(3), 1437–1449. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.024>
- Sambodo, M. T., Yuliana, C. I., Hidayat, S., Novandra, R., Handoyo, F. W., Farandy, A. R., Inayah, I., & Yuniarti, P. I. (2022). Breaking barriers to low-carbon development in Indonesia: deployment of renewable energy. *Heliyon*, 8(4), e09304. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09304>
- Santika, W. G., Urmees, T., Simsek, Y., Bahri, P. A., & Anisuzzaman, M. (2020). An assessment of energy policy impacts on achieving Sustainable Development Goal 7 in Indonesia. *Energy for Sustainable Development*, 59, 33–48. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2020.08.011>
- Setyawati, D. (2020). Analysis of perceptions towards the rooftop photovoltaic solar system policy in Indonesia. *Energy Policy*, 144(April), 111569. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111569>
- Timotius, E. (2018). Eric Timotius Abit Duka, I Nyoman Setiawan. *Antonius Ibi Weking*, 5(2), 67. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/spektrum/article/view/44798>
- Yu, Y., Du, E., Chen, Z., Su, Y., Zhang, X., Yang, H., ... & Zhang, N. (2022). Optimal portfolio of a 100% renewable energy generation base supported by concentrating solar power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 170, 112937. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112937>