

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemerintah melalui Undang-Undang No 30 Tahun 2007 tentang Energi, berupaya untuk mengelola sektor energi di Indonesia secara adil dan merata serta memberi manfaat bagi seluruh rakyat Indonesia (Undang Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2007 Tentang Energi, 2007). Pola konsumsi energi yang setiap tahun meningkat sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk memberi gambaran, bahwa dibutuhkan usaha keras secara bersama sama untuk meningkatkan keandalan pasokan energi (Yona et al., 2015). Ketergantungan terhadap energi yang menggunakan bahan bakar fosil mendapat perhatian yang cukup besar, selain kondisi energi fosil yang semakin lama semakin menipis, isu mengenai dampak lingkungan yang ditimbulkan juga menjadi masalah yang cukup serius dalam rangka penyediaan energi (Harjanto, 2008).

Penyediaan energi dengan memanfaatkan alternatif energi dari bahan bakar non fosil perlu ditingkatkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil (Kholiq, 2015). Selain itu diperlukan pula upaya konservasi energi di berbagai sektor, termasuk konservasi energi pada bangunan gedung (Nawaitulah et al., 2018). Dampak konsumsi energi bangunan yang besar terhadap alam, tentunya menyebabkan kondisi sumber daya alam khususnya sumber – sumber tak terbarukan menjadi semakin langka dan akan sulit diakses dalam beberapa tahun mendatang (Magdalena & Tondobala, 2016).

Gas rumah kaca (GRK) adalah gas yang terkandung dalam atmosfer, baik alami maupun antropogenik, yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah (Peraturan Presiden RI Nomor 98, 2021). Gas tersebut menimbulkan dampak ketika lepas ke atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu atau yang disebut sebagai emisi GRK (Permen ESDM Nomor 2 Tahun 2023, 2023). Sektor bangunan menyerap sebesar 40% sumber energi dunia. Di Indonesia, sektor bangunan bertanggungjawab terhadap 50% dari total pengeluaran energi, dan lebih dari 70% konsumsi energi listrik secara keseluruhan. Berdasarkan besarnya penggunaan energi tersebut, sektor bangunan berkontribusi terhadap 30% emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia (Magdalena & Tondobala, 2016).

Arah kebijakan energi nasional bertujuan untuk terwujudnya kemandirian dan ketahanan energi nasional dengan salah satu prioritasnya dengan memaksimalkan penggunaan energi terbarukan dengan memperhatikan tingkat keekonomian. Salah satu hal yang menjadi faktor munculnya Kesepakatan Paris adalah dalam rangka mewujudkan program Sustainable Development Goals (SDGs) yang terdiri atas 17 tujuan pembangunan berkelanjutan pada tahun 2030, diantaranya adalah memastikan kehidupan yang sehat (tujuan 3), akses energi berkelanjutan (tujuan 7) dan pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan (tujuan 8) (Wulf et al., 2018).

Bentuk energi yang berkelanjutan adalah tenaga surya, sehingga pengembangan tenaga surya untuk tenaga listrik dirasa paling *feasible* dilaksanakan memperhatikan letak geografis Indonesia yang terpapar radiasi sinar matahari selama 12 jam (Atina & Prasetyo, 2022), diproyeksikan sebesar 6,5 GW pada tahun 2025 dan 45 GW pada tahun 2050 atau 22% dari potensi surya di Indonesia sebesar 207,9 GW (ESDM, 2015). Kegiatan yang memungkinkan untuk dilaksanakan antara lain; memberlakukan kewajiban pemanfaatan sel surya minimum 30% dari luas atap untuk seluruh bangunan Pemerintah; memberlakukan kewajiban pemanfaatan sel surya minimum 25% dari luas atap bangunan rumah mewah, kompleks perumahan, apartemen, kompleks melalui IMB serta memfasilitasi pendirian industri hulu hilir PLTS (Peraturan Presiden, 2017).

Dampak dan makna pemanfaatan energi surya melampaui akses terhadap listrik tetapi juga mewujudkan keadilan dengan membuka partisipasi masyarakat untuk menurunkan emisi, mendorong lahirnya ekonomi baru, serta menjadi solusi strategis pencapaian ambisi iklim. Demi mencapai target net zero emission (NZE) pada 2060 atau lebih cepat, pemerintah telah menetapkan target kapasitas pembangkit dalam Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN, 2025), yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sekitar 108,7 GW pada 2060. Tidak hanya itu, pada Agustus 2025, Presiden Prabowo Subianto menegaskan komitmen pemerintah untuk membangun 100 GW PLTS, dengan rincian 80 GW PLTS tersebar dan 20 GW PLTS terpusat, untuk mewujudkan target tersebut dibarengi dengan bonus demografi Indonesia perlu dimanfaatkan untuk memajukan energi surya nasional, pemerintah akan mengimplementasikan tiga program utama PLTS, yaitu PLTS Atap, PLTS Skala Besar, dan PLTS Terapung. Selain itu, PLTS juga didorong untuk mendukung kegiatan produktif, seperti irigasi pertanian, pariwisata, perikanan, layanan kesehatan (puskesmas), dan sekolah-sekolah.

Potensi energi surya ini bisa menjadi motor transisi energi sekaligus mendorong lebih cepat pertumbuhan ekonomi hingga 8%.

Terkait dengan berbagai kebijakan yang telah ditetapkan, maka Pemerintah dapat berperan sebagai pelopor dan teladan dalam pemakaian energi surya melalui studi penempatan pembangkit Listrik tenaga surya di gedung-gedung Pemerintah. Salah satu contoh penggunaan tenaga surya jenis PLTS atap (rooftop) adalah di gedung kantor Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah yang berlokasi di Jalan Pahlawan No. 7, Kelurahan Mugassari, Kecamatan Semarang Selatan, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah 50249, tepatnya pada koordinat 6° 59' 35" LS dan 110° 25' 16" BT. Dengan kapasitas yang telah terpasang sebesar 30 kWp, termasuk ke dalam kategori PLTS skala menengah. Berdasarkan sistem pemasangannya, PLTS atap yang dibangun pada tahun 2019 tersebut merupakan sistem PLTS on grid (terkoneksi ke jaringan PLN) tanpa menggunakan baterai/sistem penyimpanan. Pada saat pemasangan masih berlaku kebijakan ekspor-impor energi listrik yang dihasilkan PLTS atap berdasarkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 16 tahun 2019, namun saat ini kebijakan tersebut telah diubah melalui kebijakan kuota produksi PLTS atap melalui Peraturan Menteri ESDM Nomor 2 tahun 2024. PLTS atap di kantor Sekretariat DPRD memiliki sistem monitoring yang berfungsi untuk menampilkan data dan informasi dari operasi sistem PLTS. Fitur tersebut sangat bermanfaat bagi operator untuk mengetahui jumlah energi yang diproduksi (harian, bulanan dan tahunan) (Ariawan, 2022). Namun kapasitas PLTS ini dimungkinkan untuk dikembangkan.

Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu Gedung Pemerintah Provinsi Jawa Tengah yang dijadikan percontohan pembangunan PLTS atap sebagai implementasi kebijakan di Provinsi Jawa Tengah, yaitu:

1. Surat Edaran Gubernur Jawa Tengah Nomor 671.25/0004468 tanggal 1 Maret 2019 tentang implementasi pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap.
2. Surat Sekda Provinsi Jawa Tengah Nomor: 671/4649 tanggal 13 Juni 2019 tentang Pelaksanaan Instalasi PLTS Atap (Rooftop) di Lingkungan OPD Provinsi Jawa Tengah.
3. Surat Sekda Provinsi Jawa Tengah Nomor: 671/0015817 tanggal 23 November 2021 tentang Percepatan Program Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap.

4. Komitmen Pemerintah Provinsi Jawa Tengah sebagai “JAWA TENGAH SOLAR PROVINCE” dalam meningkatkan pemanfaatan PLTS Atap di Jawa Tengah bekerjasama dengan IESR, AESI dan Kementerian ESDM-RI pada tanggal 17 September 2019.

Kondisi saat ini PLTS atap di Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah dengan kapasitas 30 kWp tersambung pada jaringan PLN 865 kVA bertujuan untuk penghematan penggunaan energi listrik. PLTS atap yang terpasang di Gedung ini memanfaatkan area atap berbentuk datar dari konstruksi beton seluas $\pm 176 \text{ m}^2$ dari luas atap total $\pm 1.663,2 \text{ m}^2$, sehingga masih ada area seluas $\pm 1.487,3 \text{ m}^2$ yang belum termanfaatkan. Besar penghematan yang diperoleh dari pemasangan PLTS eksisting berdasarkan periode tagihan 2020-2024 adalah 5%. Meskipun demikian tercatat tagihan pasca pemasangan PLTS ditahun 2019, besar biaya konsumsi beban listrik yang ditagihkan pada tahun 2020 adalah sebesar Rp 998.401.780 dan ditahun 2024 dengan adanya perbedaan tarif daya menyebabkan peningkatan menjadi Rp 1.525.440.354 atau 52,7%. Artinya pengembangan pembangunan PLTS pada sisa area yang belum termanfaatkan menjadi salah satu cara paling efektif dalam mengurangi tagihan listrik mengingat anggaran biaya Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah bersumber dari Anggaran Daerah. Dengan adanya pengembangan PLTS maka kapasitas beban yang di kurangi oleh energi PLTS akan meningkat dan tagihan dapat diturunkan.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian studi evaluasi perbandingan PLTS pada Gedung Pemerintahan Provinsi Jawa Tengah dengan salah satu objeknya adalah Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah (Ariawan, 2022). Penelitian berfokus pada perbandingan kontribusi produksi energi PLTS terhadap penggunaan di gedung pemerintahan. Selain itu, penelitian tersebut menganalisa dampak kesehatan dan harapan hidup masyarakat. Tetapi, penelitian tidak melakukan pengukuran data primer untuk menganalisa potensi pengembangan kapasitas PLTS yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kontribusi energi dan pengurangan emisi CO₂. Berdasarkan data monitoring produksi PLTS atap Gedung Kantor Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah kurun waktu Desember 2019 – November 2024 yang diakses melalui aplikasi web shinephone, energi listrik total yang sudah dihasilkan sebesar 173.750,2 kWh atau rata-rata produksi per bulan sebesar 2.895,84 kWh, berkontribusi menghemat penggunaan energi listrik rata-rata sebesar 4% per bulan.

Analisis Hirarki Proses adalah salah satu metode yang banyak digunakan dalam proses pemilihan paling optimal. Penelitian berkaitan penggunaan AHP khususnya PLTS telah dilakukan untuk menentukan lokasi optimal pemasangan PLTS di Provinsi Kalimantan Barat (Ruiz et al., 2020). Kemudian menggunakan AHP untuk menentukan teknologi penyimpanan daya paling optimal diimplementasikan untuk menyimpan sisa daya PLTS (Liaqat et al., 2021) dan untuk perangkungan provinsi mana di Indonesia yang paling optimal untuk dipasang PLTS (Wang et al., 2023). Penelitian – penelitian ini menjelaskan bahwa penggunaan metode AHP sangat berguna ketika menghadapi ketidakpastian, subjektivitas, atau kriteria yang tidak mudah dikuantifikasi.

Penelitian ini dimaksudkan untuk merencanakan pengembangan produksi PLTS dengan menganalisa kondisi eksisting dengan data teknis PLTS melalui pengukuran meliputi nilai beban, luas atap tersedia, kemiringan, orientasi modul surya serta inventarisasi modul surya pada Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah, kemudian dilakukan analisa desain pengembangan produksi energi PLTS melalui simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst, analisa keekonomian serta analisa kontribusi terhadap pengurangan emisi CO₂ sehingga luas atap yang masih tersisa dapat dimanfaatkan dengan pengembangan PLTS atap untuk menyuplai daya sesuai kapasitas maksimal daya terpasang PLN. Penggunaan PVsyst dilakukan karena memiliki nilai error software PVsyst dibandingkan dengan nilai pengukuran hanya berkisar 0,78%-2,3%. Penelitian dilaksanakan untuk menghasilkan analisa desain pengembangan produksi energi PLTS atap melalui terbentuknya beberapa alternatif yang akan dioptimalisasi dalam pemilihannya menggunakan metode Analisis Hirarki Proses (AHP) sehingga dapat menjadi dokumen perencanaan oleh pengelola Gedung dalam pemanfaatan energi terbarukan.

1.2. Perumusan Masalah

Dari uraian diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana dampak PLTS Eksisting terhadap penghematan pada Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah.
- b. Bagaimana pemanfaatan ketersediaan luasan atap Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah dapat berdampak pada peningkatan penghematan melalui pengembangan kapasitas PLTS.

- c. Bagaimana spesifikasi umum komponen dalam desain PLTS yang direncanakan dibangun dengan sistem on grid pada Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah.
- d. Bagaimana potensi produksi energi dan kelayakan ekonomi PLTS atap sistem on grid di Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah.
- e. Bagaimana potensi kontribusi penurunan emisi CO₂ pada desain pengembangan PLTS atap sistem on grid di Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Menganalisis dampak PLTS eksisting terhadap penghematan biaya listrik gedung khususnya Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah.
- b. Mengidentifikasi luas atap yang dapat memiliki potensi untuk pengembangan PLTS dan dampak terhadap peningkatan penghematan.
- c. Menentukan spesifikasi umum PLTS on grid melalui perhitungan teknis hasil simulasi menggunakan PVSyst dan metode AHP.
- d. Menganalisis potensi produksi energi listrik dan evaluasi kelayakan ekonomi.
- e. Mengetahui potensi kontribusi penurunan emisi CO₂ dari desain pengembangan PLTS sistem on grid.

1.4. Manfaat Penelitian

Dengan pelaksanaan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Memberikan dasar evaluasi pemanfaatan PLTS eksisting sebagai strategi efisiensi energi Gedung khususnya Gedung Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah.
- b. Memberikan rekomendasi optimalisasi pemanfaatan aset gedung untuk energi terbarukan.
- c. Menyediakan referensi desain teknis yang dapat langsung diimplementasikan.
- d. Menjadi dasar pengambilan keputusan investasi dengan tingkat risiko minimal.
- e. Mendukung program pemerintah dalam pengurangan emisi dan komitmen energi hijau.

1.5. Orisinalitas Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menambah referensi kegiatan analisa terhadap pemanfaatan energi baru terbarukan khususnya PLTS atap on grid dan pertimbangan dalam menentukan kebijakan pengembangan pemanfaatan PLTS atap di Gedung Kantor Sekretariat DPRD Provinsi Jawa Tengah. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang menjadi bahan acuan dan pertimbangan perbedaan penelitian ini:

Tabel 1. 1 Penelitian Terdahulu Terkait

No	Peneliti dan judul	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1	(Ariawan, 2022) Judul: Studi Evaluasi Pemanfaatan PLTS Atap Sistem On Grid di Gedung Kantor Pemerintah (Studi Kasus di Kantor Dinas ESDM, Bappeda, dan Sekretariaat DPRD Provinsi Jawa Tengah)	Penelitian ini mengambil tiga objek gedung pemerintahan di Kota Semarang. Kontribusi energi yang dihasilkan difokuskan untuk penghematan energi listrik PLN/fosil. Jumlah emisi GRK yang dapat diperoleh sebesar 1.060 ton CO ₂ /kWp dengan masa pengembalian modal selama 15 tahun.	1. Tidak ada perbandingan kondisi eksisting dengan rencana pengembangan 2. Data penelitian hanya 1 tahun. 3. Tidak ada data primer berupa pengukuran langsung 4. Data ekspor energi listrik PLTS atap ke grid PLN dihitung 0,65 atau 65% sesuai dengan Permen ESDM Nomor 26 tahun 2021. 5. Pengolahan data penelitian tidak melakukan simulai menggunakan software perencanaan energi. 6. Tidak ada evaluasi aspek lingkungan dan keekonomian.
2.	(Vikrin et al., 2021) Judul: Analisis Teknis Pada Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga Bogo	Sistem PLTS dipasang pada atap limasan dengan komponen yang digunakan 428 buah PV kapasitas per modul 460 Wp merk Austa tipe ODA460-36-MH dan Inverter tipe Brightway BWI-GT200K sejumlah 1 buah efisiensi 96,5% diperkirakan mampu memproduksi 311,9 MWh/tahun.	1. Tidak ada perbandingan kondisi eksisting dengan rencana pengembangan. 2. Parameter evaluasi yang digunakan hanya dari aspek teknis diantaranya intensitas radiasi, temperature, orientasi modul surya, efisiensi komponen dan performa ratio. 3. Tidak ada evaluasi aspek lingkungan dan keekonomian.
3.	(Kadek et al., 2022) Analisis PLTS atap 25 kWp on grid Kantor	Penghematan rata-rata energi listrik dengan PLTS on grid 25 kWp pada gedung pemerintahan dengan atap limasan sebesar 4.018	1. Data penelitian hanya 6 bulan 2. Variasi desain hanya berdasarkan dua opsi sudut kemiringan. 3. Simulasi orientasi dan kemiringan PLTS untuk mendapatkan produksi optimum

No	Peneliti dan judul	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
	DPRD Provinsi Bali	kWh/bulan atau sebesar 22,6%.	4.Tidak ada evaluasi aspek lingkungan dan keekonomian.
4.	(Sara & Hajar, 2022) Desain PLTS on Grid di Gedung Kantor Polisi Pamong Praja Kabupaten Ende	Desain rangkaian PLTS on grid 5 panel secara seri dan 7 panel secara parallel dengan total panel 35 buah, kapasitas panel 200 Wp pada atap limasan mampu memproduksi 5,95 kW.	1.Data beban konsumsi energi berdasarkan asumsi perhitungan matematis bukan rill tagihan 2.Validasi produksi energi berdasarkan persamaan bukan menggunakan perangkat lunak simulasi energi 3.Tidak ada evaluasi aspek lingkungan dan keekonomian.
5.	(Sitorus et al., 2024) Simulasi Software PVSys 7.3 pada Rancang Sistem PLTS on Grid 48,4 kWp di Gedung Perpustakaan PNJ Serta Analisa Aspek Tekno-Ekonomi dan Carbon Saving	Sistem PLTS dengan kapasitas 48,7 kWp menghabiskan biaya investasi Rp. 653.864.217 mampu memproduksi 68,55 MWh/ tahun. Dengan discount rate 4,52% dan inflasi 2,8% per tahun diperoleh evaluasi aspek lingkungan NPV Rp. 951.624.881, IRR sebesar 9,76%, RoI sebesar 145,54%, LCoE pada Rp. 781/kWh, dan <i>Payback Periode</i> pada 9 tahun 4 bulan. Carbon Saving yang didapatkan dari penerapan sistem PLTS ini adalah sebesar 1379 Ton CO ₂ .	1.Tidak melakukan perbandingan kondisi eksisting dengan potensi pengembangan PLTS. 2.Evaluasi pada aspek lingkungan tidak membahas nilai BCR.
6.	(Rahmat, 2025) Penentuan Kriteria Lokasi Optimal Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Kabupaten Bima, Nusa Tenggara Barat	Pada penelitian ini diintegrasikan dengan Geographic Information System (GIS) untuk menentukan lokasi optimal peletakan PLTS di Bima. Hasil penelitian menunjukkan iklim menjadi faktor paling dominan dengan lokasi yang dipilih adalah lahan datar non produktif pertanian dan dekat dengan jaringan listrik karena terhubung on grid	1.Kriteria yang digunakan dalam analisis AHP hanya empat yaitu iklim, orografi, lokasi dan penggunaan lahan. 2.Analisis keunggulan masing masing kriteria disajikan secara kualitatif, tidak ada data kuantitatif. 3.Tidak ada evaluasi berdasarkan masing – masing kriteria.

No	Peneliti dan judul	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
7.	(Wang et al., 2023) Site Selection of Solar Power Plants Using Hybrid MCDM Models: A Case Study in Indonesia	Penelitian ini menggunakan metode analisis DEA untuk menentukan 11 provinsi dari 32 provinsi yang paling efisien berdasarkan kriteria klimatologi yaitu (suhu udara, kecepatan angin, kelembaban, curah hujan, tekanan udara, waktu penyinaran, iradiasi dan elevasi tanah. Hasil pembobotan menggunakan metode fuzzy AHP menunjukkan faktor pendukung, manfaat penghematan energi dan akses jaringan menjadi yang paling besar bobotnya dalam menentukan lokasi optimal. Dan diakhir berdasarkan 4 kriteria utama sisanya, dengan menggunakan metode F-MARCOS diperoleh lokasi paling optimal adalah provinsi Jawa Barat diikuti NTT dan Riau.	1.Data penelitian berupa data sekunder yang bersumber dari penelitian terdahulu dan data publik. Tidak ada pengukuran langsung 2.Objek yang dioptimasi bersifat luas, tidak spesifik sebuah desain PLTS 3.Tidak ada evaluasi berdasarkan masing – masing kriteria.
8.	(Ruiz et al., 2020) GIS-AHP Multi Criteria Decision Analysis for the optimal location of solar energy plants at Indonesia	Mengambil objek Provinsi Kalimantan Barat, metode Analisis AHP-MCDA+GIS digunakan untuk menentukan wilayah optimal pembangunan PLTS. Hasil analisis 34% memiliki potensi dan hanya 0,03% - 0,07% yang paling optimal. Kriteria utama yang digunakan pada penelitian ini ada tiga (klimatologi, topografi dan faktor kedekatan/jarak).	1.Jumlah kriteria yang digunakan dalam analisis AHP lebih sedikit yaitu hanya 9. 2.Data penelitian berupa data sekunder yang bersumber dari penelitian terdahulu dan data publik. Tidak ada pengukuran langsung. 3.Tidak ada evaluasi berdasarkan masing – masing kriteria.