

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecamatan Cijeruk merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Bogor yang terdiri dari 9 (sembilan) desa. Sejak 5 (lima) tahun terakhir, jumlah penduduk di Kecamatan Cijeruk bertambah hingga 6,27% atau sejumlah 5.481 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor, 2021). Sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, kebutuhan energi listrik dari tahun ke tahun juga semakin meningkat (Harjanto, 2008). Menurut Dirjen Ketenagalistrikan dalam *Statistik Ketenagalistrikan Tahun 2020*, konsumsi energi listrik sektor rumah tangga pada tahun 2020 mencapai 20.362,31 GWh, naik sebesar 8,58% dari tahun sebelumnya. Pertumbuhan konsumsi energi listrik yang terus meningkat perlu dibarengi dengan usaha penyediaan tenaga listrik yang mencukupi (Fikri et al., 2018). Salah satu usaha tersebut diantaranya dengan menggunakan energi baru terbarukan sebagai sumber energi listrik melalui teknologi sistem pembangkit hibrid (T. Haryono, 2015).

Menurut Iskandar (2016), Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PLTH) adalah pembangkit listrik yang mengintegrasikan dua sumber energi yang saling menunjang satu sama lain sehingga pembangkit dapat bekerja secara efisien (Widyanto et al., 2018). Dengan konfigurasi sistem PLTH yang optimal, permintaan beban listrik dapat terpenuhi dengan biaya produksi yang rendah (Suprajitno, 2022). Selain itu, konfigurasi sistem PLTH yang optimal juga dapat

memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kebutuhan energi listrik. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka perlu dilakukan analisis mengenai konfigurasi sistem PLTH yang optimal dengan menggunakan perangkat lunak HOMER. Perangkat lunak HOMER dapat mengetahui konfigurasi sistem PLTH yang optimal berdasarkan nilai *net present cost* (Kurniasih & Nazir, 2015).

Indonesia memiliki berbagai sumber energi baru terbarukan antara lain sumber energi tenaga surya, tenaga angin, tenaga mikrohidro dan tenaga biomassa. (Siregar, 2022). Kecamatan Cijeruk dilihat dari Peta Potensi Energi pada laman web Kementerian ESDM memiliki potensi energi tenaga surya, tenaga angin, dan tenaga biomassa. Insolasi pada Kecamatan Cijeruk berkisar antara 550 – 650 W/m², kecepatan angin yang berkisar antara 4 – 6 m/s serta potensi energi biomassa sebesar 1.383,67 MWe (ESDM, n.d.).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bekerja dengan cara radiasi sinar matahari diubah menjadi energi listrik dengan memanfaatkan efek *photovoltaic* (PV) yang berlangsung di sel surya (*solar cell*) (Tharo & Andriana, 2019). Sejumlah sel surya terhubung dalam modul panel surya (panel PV) untuk mencapai kapasitas yang diperlukan (Gunawan, 2016). Panel PV menyerap iradiasi matahari sebagai sumber energi untuk menghasilkan listrik (Akmam Naamandadin et al., 2018). Output panel PV berubah-ubah akibat berbagai faktor, salah satunya yaitu *clearness index* (Hoff & Perez, 2011). *Clearness index* menunjukkan jumlah iradiasi matahari yang berkurang akibat awan dan aerosol pada atmosfer (AL-Rijabo, 2013). Selain itu, awan juga menyebabkan *partial shading* pada panel PV (Lee et al., 2018). *Partial shading* adalah kondisi dimana modul PV tidak menerima

iradiasi yang sama dengan modul lainnya dalam satu panel yang sama (Varshney et al., 2015).

Oleh karena intensitas radiasi matahari yang tidak kontinu akibat mendung, hujan, atau malam hari, maka diperlukan sumber energi lain yang dapat menutupi kelemahan tersebut (Widyanto et al., 2018). Sumber energi terbarukan lainnya yang dapat digunakan yaitu energi angin (Siregar, 2022). Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) bekerja dengan putaran turbin yang disebabkan oleh angin diteruskan ke generator, dan generator inilah yang akan menghasilkan listrik (Tama, 2018). Daya listrik yang dihasilkan oleh generator dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satunya yaitu laju angin (Adam et al., 2019).

Pemanfaatan sumber daya terbarukan sebagai sumber energi tentu ada berbagai macam batasan. Salah satu batasannya disebut dengan *sustainability* atau keberlanjutan (Buceti, 2014). Hubungan antara pembangkit listrik dan luas lahan yang digunakan merupakan elemen penting dari keberlanjutan (Cheng & Hammond, 2017). Hubungan keduanya dapat diketahui dari nilai densitas energi. Densitas energi adalah nilai pembangkitan energi setiap jam per unit luas lahan tempat instalasi pembangkit (Tong et al., 2021).

Pemanfaatan potensi energi listrik yang besar dari sumber energi baru terbarukan yang ada di Kecamatan Cijeruk dapat disalurkan melalui Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PLTH). PLTH yang direncanakan ini akan menggunakan potensi energi surya dan energi angin. Potensi energi biomassa tidak digunakan karena sumber yang terbatas serta prosesnya yang menghasilkan gas

rumah kaca sehingga tidak ramah lingkungan. Sistem PLTH memerlukan perencanaan dengan analisis yang rinci agar dapat bekerja dengan optimal. Analisis konfigurasi sistem PLTH yang tepat dilakukan agar sistem dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kebutuhan energi listrik. Analisis pengaruh *shading* iradiasi matahari terhadap output panel PV serta analisis pengaruh laju angin terhadap output turbin angin, dilakukan agar dapat mengetahui pengoptimalan masing-masing pembangkit. Selain itu, analisis mengenai densitas daya yang dihasilkan oleh sistem PLTH juga dilakukan untuk mengetahui keberlanjutan (*sustainability*) dari sistem itu sendiri. Penelitian ini akan menggunakan aplikasi HOMER dan akan mengambil data beban dari PLN setempat. Data yang didapat akan diuji dengan pemodelan pada aplikasi HOMER dan dibandingkan dengan metode superposisi.

Penelitian ini diperlukan untuk mendukung program pemerintah dalam memenuhi target porsi energi baru terbarukan dalam bauran energi primer. Menurut *Institute for Essential Services Reform* (IESR, 2022), porsi energi baru terbarukan dalam bauran energi primer baru pada tahun 2021 baru mencapai 11,2% dari target 23% di tahun 2025. Selain itu penelitian ini juga mendukung program Netral Karbon 2060 sesuai target Indonesia dalam dokumen *Indonesia Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience 2050*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini akan berfokus pada permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis sistem pembangkit listrik tenaga surya dan angin yang optimal untuk diterapkan di Kecamatan Cijeruk.
2. Bagaimana analisis hubungan antara *shading* iradiasi matahari terhadap energi listrik yang dihasilkan pada PLTS.
3. Bagaimana analisis hubungan antara laju angin di Kecamatan Cijeruk terhadap energi listrik yang dihasilkan pada PLTB.
4. Bagaimana analisis densitas energi dari sistem PLTH yang dihasilkan di Kecamatan Cijeruk.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu :

1. Analisis sistem pembangkit listrik tenaga surya dan angin yang optimal untuk diterapkan di Kecamatan Cijeruk.
2. Analisis hubungan antara *shading* iradiasi matahari terhadap energi listrik yang dihasilkan pada PLTS.
3. Analisis hubungan antara laju angin di Kecamatan Cijeruk terhadap energi listrik yang dihasilkan pada PLTB.
4. Analisis densitas energi dari sistem PLTH yang dihasilkan di Kecamatan Cijeruk.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini akan dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Data potensi radiasi dan kecepatan angin yang digunakan sesuai dengan data pada aplikasi HOMER.
2. Penelitian dilakukan di Kecamatan Cijeruk, Kabupaten Bogor.

3. Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid yang direncanakan bersifat *off-grid*.
4. Beban yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid diasumsikan untuk kebutuhan residensial.
5. Penelitian ini hanya menganalisis *partial shading* yang disebabkan oleh awan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan didapat dari penelitian ini yaitu :

1. Memberikan wawasan tentang pembangkit listrik tenaga hibrid serta contoh perencanaannya.
2. Dapat digunakan sebagai referensi bagi Pemerintah Daerah Kecamatan Cijeruk dan atau PLN setempat jika ingin mengembangkan energi baru terbarukan.