

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan aktivitas transportasi pada malam hari dapat dilakukan dengan faktor pendukung yaitu penerangan jalan. Penerangan jalan mampu mendukung tingkat kenyamanan dan keselamatan para pengguna jalan. Pada umumnya, penerangan jalan raya menggunakan teknologi *solar cell* dengan memanfaatkan penyerapan energi radiasi matahari yang dikonversikan menjadi energi listrik. Namun *solar cell* ini masih saja kurang efisien karna hanya memanfaatkan panas matahari yang suplainya tidak menentu, dengan kekurangan tersebut maka diperlukan teknologi energi alternatif atau penambahan teknologi yang lain untuk memenuhi kebutuhan sumber listrik sistem penerangan jalan tersebut. Penggabungan energi angin/bayu dan energi matahari merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif penerangan jalan dikarenakan energi angin dan energi matahari tidak memerlukan bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik dan ruang instalasi yang kecil (Darsan et al., 2020).

Kabupaten Subang sering menjadi jalur akses para pengendara dari berbagai luar kota. Dikarenakan hal tersebut, masih banyak jalan di Kabupaten Subang yang belum adanya penerangan jalan umum, salah satunya jalan Lingkaragak yang baru dibuat tahun 2021 dengan panjang 2 km, lebar 10 m, ketebalan 18 cm dan belum adanya pemasangan penerangan jalan umum serta tidak adanya tiang penyaluran listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) sehingga mengakibatkan para pengendara yang melalui jalan tersebut sangat tidak nyaman, gelap gulita serta rawan kejahatan (Tintahijau, 2022). Berdasarkan pengamatan NASA (*National*

Aeronautics and Space Administration) atau Badan Antariksa Amerika Serikat rata-rata radiasi matahari di jalan Lingkaragak sebesar 4,81 kWh/m²/d dan kecepatan angin di jalan Lingkaragak sebesar 3,29 m/s. Besarnya radiasi matahari dan kecepatan angin di jalan Lingkaragak memiliki potensi yang besar dalam menghasilkan energi listrik dari energi baru terbarukan bagi penerangan jalan umum integrasi tenaga surya dan tenaga angin/bayu. Di Indonesia, kecepatan angin berkisar antara 2 m/s hingga 6 m/s. Dengan karakteristik kecepatan seperti itu, Indonesia dinilai cocok untuk menggunakan pembangkit listrik tenaga angin skala kecil (10 kW) dan menengah (10 – 100 kW) (Rahmawati, 2016). Pada kondisi standarnya sistem photovoltaic yang mempunyai efisiensi sebesar 10% dapat menghasilkan daya sebesar 100 Watt pada saat intensitas matahari yang diterima sebesar 1.000 W/m² dan pada suhu sebesar 25°C (Pangestuningtyas et al., 2020).

Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional 7391 tahun 2008, batasan penempatan tiang PJU (Penerangan Jalan Umum) tergantung dari tipe lampu, tinggi lampu, lebar jalan, dan tingkat pemerataan pencahayaan dari lampu yang akan digunakan. Merujuk pada penelitian ini berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia) 7391 tahun 2008 bahwa model simulasi penerangan jalan umum yang akan dibangun di Jalan Lingkaragak Kabupaten Subang harus memiliki sebaran cahaya sebesar 10 lux – 20 lux mengikuti tinggi lampu yang akan dipasang (BSN, 2008).

Namun dalam pembangunan penerangan jalan umum, ada beberapa pertimbangan yang harus diperhitungkan khususnya klasifikasi jalan yang akan diterangi seperti volume lalu lintas kendaraan, bentuk jalan, tekstur dan jenis jalan yang mempengaruhi distribusi cahaya dari lampu penerangan (BSN, 2008).

Distribusi cahaya tidak hanya bergantung pada penempatan tiang, tetapi juga bergantung pada tinggi dudukan lampu, tinggi tiang, lebar jalan, panjang lengan, dan sudut kemiringan. Lampu LED (*Light Emitting Diode*) memiliki pola yang baik agar dapat memaksimalkan performa iluminasi dengan mengarahkan cahaya yang diperlukan. Pendistribusian cahaya secara efisien dan keseragaman merupakan syarat untuk mengurangi silau, meningkatkan kenyamanan mata, dan keamanan diskriminasi para pengendara (Lee et al., 2013). Penyebaran cahaya yang baik berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia) 7391 tahun 2008 sebesar 10 lux – 20 lux (BSN, 2008).

Sistem integrasi yang terdiri dari gabungan PV (*photovoltaic*) dan turbin VAWT (*Virtual Axis Wind Turbine*) yang dimana modul PV (*photovoltaic*) digunakan untuk memperpanjang penyimpanan baterai agar dapat beroperasi lama, dan turbin VAWT (*Virtual Axis Wind Turbine*) juga digunakan untuk meningkatkan daya baterai pada saat ada angin namun tidak ada sinar matahari, terutama malam hari. Hasilnya terbukti berhasil beroperasi untuk memenuhi kebutuhan lampu 30 watt. Daya yang dihasilkan 113 W dicapai dari kecepatan angin maksimum pada tahun 2021 sebesar 12,10 m/s. Turbin angin sumbu horizontal ternyata lebih efektif dibandingkan turbin angin sumbu vertikal karena efisiensinya lebih besar dari 70% dibandingkan dengan efisiensi turbin angin sumbu vertikal antara 60%. Berdasarkan analisis optimasi dari *HOMER*, bahwa sistem integrasi PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu) untuk penerangan jalan umum adalah kasus yang paling layak secara ekonomi (Ali & Ammari, 2022).

Model penelitian ini berupa pembangkit listrik *hybrid* tenaga surya dan tenaga angin/bayu dengan sistem *off-grid*. Simulasi model penerangan jalan umum *hybrid* ini menggunakan *software Dialux EVO* dan *HOMER (Hybrid Optimization Model for Energy Renewables)* yang *output* penelitian ini berupa model penerangan jalan umum *hybrid* tenaga surya dan tenaga angin/bayu yang akan dipasang di Jalan Baru Lingkaragak Kabupaten Subang dengan analisis distribusi cahaya dan analisis pemanfaatan potensi energi baru terbarukan untuk penerangan jalan umum dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan tenaga angin (PLTB).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menentukan jumlah titik PJU (Penerangan Jalan Umum) yang dibutuhkan untuk penerangan jalan umum di Jalan Lingkaragak Kabupaten Subang.
2. Bagaimana analisis distribusi cahaya penerangan jalan umum di Jalan Lingkaragak Kabupaten Subang.
3. Bagaimana topologi integrasi sistem pembangkit PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu) untuk penerangan jalan umum di Jalan Lingkaragak Kabupaten Subang.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Analisis penentuan titik penerangan jalan umum di Jalan Lingkar Jalancagak Kabupaten Subang.
2. Menentukan distribusi cahaya penerangan jalan umum di Jalan Lingkaragak Kabupaten Subang.

3. Membuat model sistem penerangan jalan umum berbasis hybrid tenaga surya dan tenaga angin/bayu sebagai pembangkit listrik untuk penerangan jalan umum di Jalan Lingkaragak Kabupaten Subang.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan kemandirian energi di tingkat lokal dengan memanfaatkan SDA (Sumber Daya Alam) yang tersedia secara berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada pasokan energi luar.
2. Menyesuaikan intensitas cahaya dengan kebutuhan aktual di berbagai lokasi jalan untuk menghindari pencahayaan berlebihan atau kurang.
3. Memberikan kontribusi pada pengembangan infrastruktur berkelanjutan di Kabupaten Subang.
4. Menambah wawasan penulis serta pembaca mengenai distribusi cahaya.
5. Menambah wawasan penulis serta pembaca mengenai penerangan jalan umum berbasis *hybrid* PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu).

1.5 Batasan Penelitian

Adapun beberapa batasan pada penelitian ini, diantaranya:

1. Penelitian ini hanya menganalisis distribusi cahaya pada penerangan jalan umum.
2. Jenis jalan yang dianalisis adalah jalan arteri.
3. Komponen yang digunakan *off-grid*.
4. Perencanaan penelitian ini setiap 1 tiang PJU (Penerangan Jalan Umum) menggunakan 1 buah panel surya dan 1 buah turbin.

5. Simulasi penelitian hanya dilakukan pada jalan yang lurus.
6. Turbin yang dipakai di penelitian merupakan turbin VAWT.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dari tugas akhir.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini membahas teori-teori mengenai penerangan jalan umum tenaga surya yang berhubungan untuk perencanaan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas perencanaan secara keseluruhan mengenai metode apa yang digunakan, flowchart penelitian, alat dan bahan, serta kesulitan yang terjadi saat pelaksanaan perencanaan penerangan jalan umum tenaga surya.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dari penelitian yang dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang didapat dari uraian bab-bab sebelumnya.