

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang masalah

Kebutuhan energi listrik di daerah perkotaan masih sangat tinggi terutama pada waktu puncak pemakaian, sedangkan pasokan energi listrik saat ini sebagian besar masih bergantung kepada pasokan dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Badan Pusat Statistik (BPS) memperkirakan sebanyak 56,7 persen penduduk Indonesia akan tinggal di wilayah perkotaan pada tahun 2020. BPS memprediksi, persentase itu akan terus naik menjadi 66,6 persen pada tahun 2035.

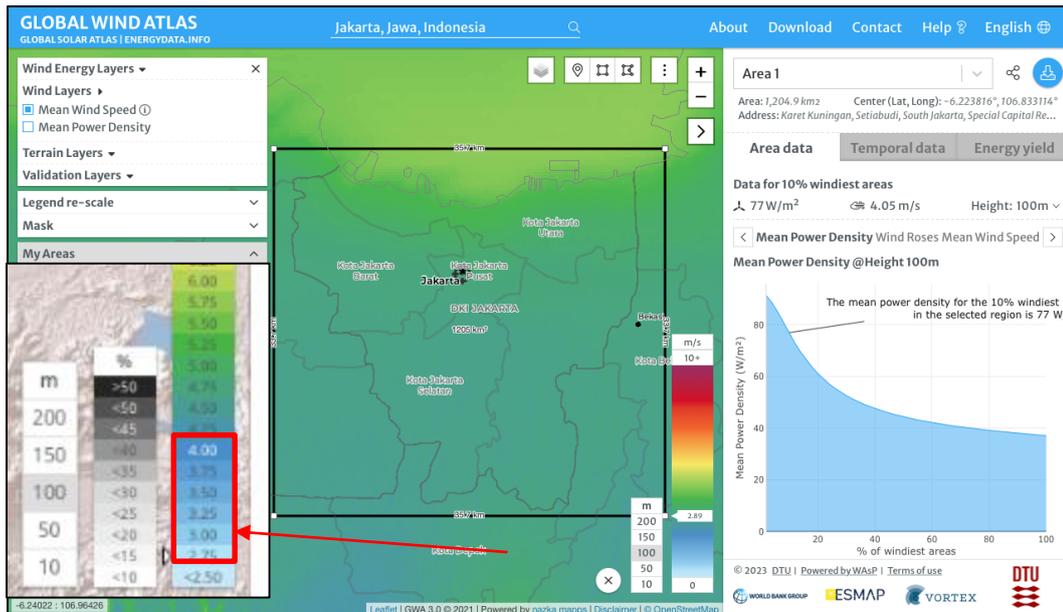
Saat ini kebutuhan energi terutama listrik di perkotaan masih sangat tinggi. Kebutuhan dan suplai tenaga listrik dari PLN masih tidakimbang. Menambah pasokan listrik untuk perkotaan bukanlah pilihan yang mudah karena kendala investasi dan infrastruktur. Contohnya, kota Jakarta menjadi salah satu daerah yang terbanyak menghabiskan energi listrik. Menurut Data PLN Tahun 2021, Jakarta mengkonsumsi energi listrik sebesar 14.724.520.787,56 GWh (perumahan) dan 4.184.303.379,41 GWh (industri).

Salah satu solusi permasalahan kekurangan energi listrik di daerah perkotaan ini dapat diatasi dengan membangun pembangkit listrik mandiri dari energi terbarukan seperti matahari, angin, air, biomassa, dan lainnya. Dengan menggabungkan penggunaan PLN dan energi listrik dari energi terbarukan ini diharapkan dapat menurunkan beban pasokan listrik PLN untuk daerah perkotaan dan pemerataan suplai energi listrik ke daerah lain dapat tercapai.

Pada studi ini, dipilih penggunaan energi angin sebagai energi listrik alternatif yang juga energi terbarukan untuk pemanfaatan listrik pada perkantoran di daerah perkotaan dengan pertimbangan sebagai berikut:

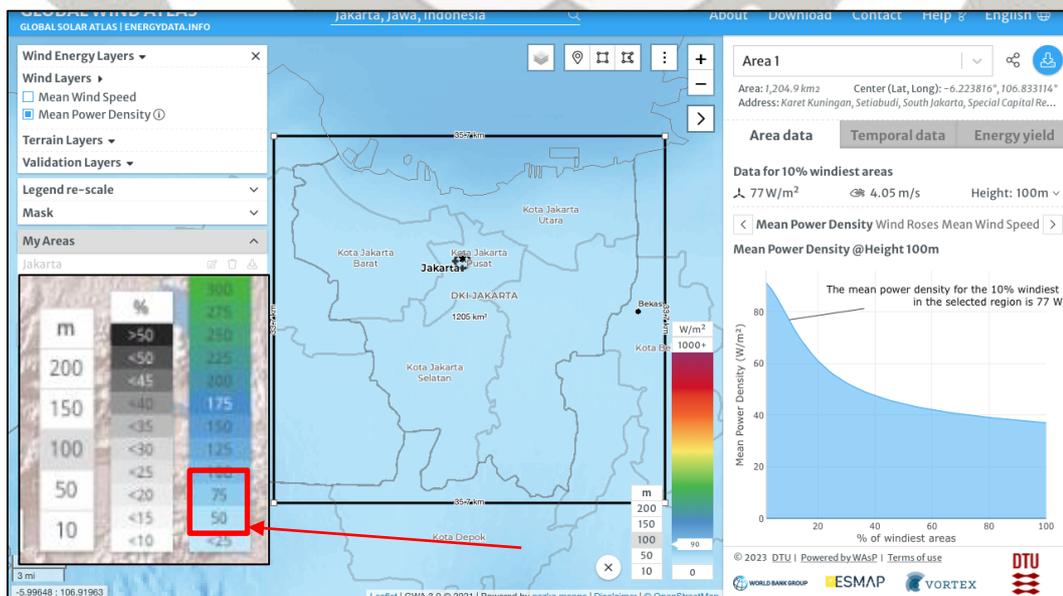
- Gedung-gedung perkantoran di perkotaan yang rata-rata tinggi mempunyai potensi kecepatan angin yang besar.
- Waktu yang relatif lama dalam mendapatkan hembusan angin dalam 1 hari.
- Dapat ditempatkan beberapa turbin angin untuk mendapatkan pasokan listrik yang besar.
- Dapat digabung dengan pembangkit listrik energi matahari untuk memaksimalkan pasokan listrik 24 Jam.

Untuk memaksimalkan kecepatan angin dengan daya listrik yang dihasilkan maka perlu dipilih model wind turbine yang sesuai. Untuk itu diperlukan data hasil survei lokasi untuk kecepatan angin rata-rata dan arah angin di daerah tersebut. Metoda penelitian untuk mendapatkan data angin adalah menggunakan metoda survei dengan pengukuran kecepatan angin selama 12 bulan dan 24 jam dengan menggunakan Automatic Weather Station (AWS) sederhana, sehingga didapat variabel kecepatan angin, arah angin dan parameter sensor lainnya ditempat tersebut. Sedangkan data awal diambil di website <https://globalwindatlas.info>, di mana dari data global wind atlas kecepatan rata-rata angin di Jakarta sekitar 2,75 – 4.00 m/s dengan potensi power density yang dihasilkan rata-rata 35 W/m² – 80 W/m². Dengan meletakkan beberapa wind turbine yang sesuai tipe dan spesifikasi dengan lingkungan tempat turbin angin dipasang maka dapat dihasilkan daya listrik yang optimal untuk mengurangi pemakaian biaya listrik dan juga mengurangi beban pasokan listrik dari PLN.



Gambar 1 : Rata-rata kecepatan angin di Jakarta

Dari gambar 1 yang diambil dari *globalwindatlas.info* dapat dilihat bahwa untuk wilayah DKI Jakarta rata-rata kecepatan angin berkisar antara 2,75 – 4,00 m/s, dengan parameter ketinggian 100 meter.



Gambar 2 : Kepadatan daya rata-rata (Mean power density) di Jakarta

Gambar 2 menggambarkan kepadatan daya rata-rata (*Mean power density*) dari angin di wilayah DKI Jakarta. Dalam konteks angin *Mean power density* mengacu pada jumlah daya yang terkandung dalam aliran angin di suatu daerah tertentu, dalam hal ini di Jakarta.

Mean power density digunakan untuk mengukur seberapa padat daya yang tersedia dalam aliran angin. *Mean power density* dalam angin diukur dalam unit daya per satuan luas (contohnya, watt per meter kubik).

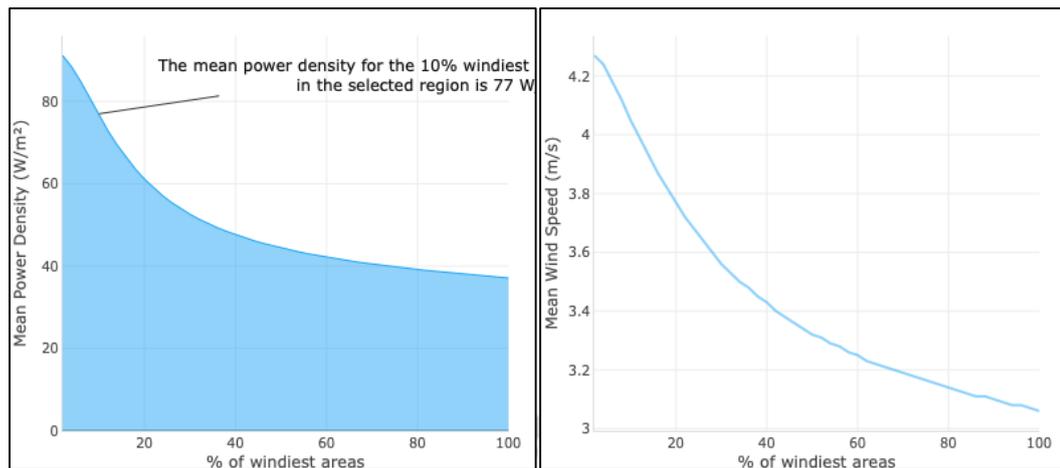
Dalam konteks energi angin, *Mean power density* digunakan untuk mengevaluasi potensi energi yang dapat dihasilkan dari angin dalam suatu lokasi. *Mean power density* yang tinggi menunjukkan adanya potensi energi angin yang lebih besar untuk diubah menjadi energi listrik menggunakan turbin angin.

Pengukuran *Mean power density* dalam angin melibatkan analisis kecepatan angin, luas area yang terkena angin, dan karakteristik angin di lokasi tersebut. Data-data ini digunakan untuk mengestimasi daya rata-rata yang bisa dihasilkan oleh angin dalam area atau volume yang ditinjau.

Mean power density dalam angin penting dalam perencanaan dan penilaian potensi proyek energi angin, seperti pembangkit listrik tenaga angin, untuk menentukan seberapa efektif dan layak penggunaan energi angin di suatu lokasi.

Pada gambar 2 memperlihatkan kepadatan daya rata-rata (*Mean power density*) untuk wilayah DKI Jakarta rata-rata berkisar antara 35 – 80 W/m², dengan parameter ketinggian 100 meter.

Dari Data untuk 10% area paling berangin di Jakarta didapat kecepatan angin rata-rata adalah 4.05 m/s dan kepadatan daya rata-rata adalah 77 w/m².



Gambar 3 : Grafik rata-rata intensitas daya & rata-rata wind speed di Jakarta

Daerah perkotaan cenderung mempunyai kecepatan angin rendah karena terletak di permukaan yang rendah serta banyak bangunan di sekitarnya. Tetapi potensi angin di atap-atap gedung cenderung kencang karena beberapa efek antara lain :

- Efek tekanan: Ketika angin mengalir di sekitar gedung, terjadi perubahan tekanan pada permukaan gedung. Hal ini dapat menyebabkan kecepatan angin yang lebih tinggi di atas atap gedung.
- Efek kanal: Beberapa gedung memiliki struktur atau konfigurasi yang mengarahkan angin menuju atap. Misalnya, bentuk atap yang cembung atau adanya teras atau struktur yang menonjol dapat bertindak sebagai kanal yang mengarahkan angin ke atas. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan kecepatan angin di area atap gedung.
- Ketinggian: Secara umum, semakin tinggi gedung, semakin besar potensi terjadinya angin kencang di atas atapnya. Pada ketinggian yang lebih tinggi, angin memiliki sedikit hambatan dan dapat mengalir lebih bebas, yang dapat menyebabkan kecepatan angin yang lebih tinggi di atas atap gedung.
- Efek topografi: Topografi atau bentuk permukaan tanah di sekitar gedung juga dapat mempengaruhi kecepatan angin di atas atapnya. Misalnya, jika gedung berada di lereng bukit atau di lembah, aliran angin dapat terkonsentrasi atau dipercepat saat melewati area tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari pendahuluan tadi, maka dapat diidentifikasi masalah yang ada pada bahasan tesis ini adalah sebagai berikut:

- Ketersediaan angin dengan kecepatan yang memadai untuk menghasilkan energi listrik yang optimal menjadi kendala di daerah perkotaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang menyeluruh untuk memastikan bahwa kecepatan angin yang ada di daerah perkotaan memadai untuk menghasilkan daya listrik yang cukup.
- Faktor biaya investasi menjadi faktor yang menentukan keberhasilan implementasi PLTB pada daerah perkotaan ini. Potensi pengembalian investasi atau biaya yang dikeluarkan apakah sebanding dengan energi listrik yang dihasilkan, perlu dievaluasi secara cermat untuk memastikan keberlanjutan proyek PLTB.
- Pertimbangan pemilihan model turbin angin yang sesuai pada suatu tempat atau daerah perlu dikaji lebih dalam agar dapat menghasilkan energi listrik yang optimal.
- Integrasi jaringan listrik yang dihasilkan PLTB dengan jaringan listrik PLN juga menjadi masalah penting. Perlu memastikan bahwa sistem kelistrikan yang ada dapat menampung dan mengintegrasikan energi yang dihasilkan oleh PLTB dengan lancar dan aman.

1.3 Rumusan Masalah

- Apakah kecepatan angin di daerah perkotaan memadai untuk menghasilkan daya listrik yang optimal dengan pembangkit energi angin?
- Bagaimana potensi biaya dari implementasi PLTB pada kecepatan angin rendah di daerah perkotaan?
- Bagaimana menentukan model *wind turbine* yang paling baik untuk PLTB di daerah perkotaan dan berapa daya yang dapat dibangkitkan dari Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) tersebut.

- Bagaimana menghitung biaya investasi untuk implementasi PLTB pada daerah perkotaan ini dan berapa banyak penghematan biaya yang dapat dihasilkan dari penerapan PLTB di daerah perkotaan ini dengan memperhitungkan kecepatan angin, model Turbin angin yang dipakai dan besar daya yang akan didukung oleh pembangkit?

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis membatasi masalah pada penulisan tesis ini sebagai berikut:

- Mengumpulkan data kecepatan angin, hembusan angin, arah angin dan data lainnya yang mempengaruhi kecepatan angin selama 12 bulan dengan menggunakan Automatic Weather Station (AWS) sederhana
- Melakukan analisa data angin hasil survei untuk mendapatkan rata-rata kecepatan angin dan waktu yang optimal dalam menghasilkan energi listrik.
- Menentukan model turbin angin dan design blade yang optimal untuk penempatan di daerah survei.
- Menghitung biaya investasi dan penghematan biaya karena penggunaan PLTB ini di lokasi survei.

1.5 Tujuan Penelitian

- Mengetahui apakah kecepatan angin rendah di daerah perkotaan memadai untuk menghasilkan daya listrik yang signifikan melalui PLTB.
- Dapat mengetahui potensi ekonomis dari implementasi PLTB pada daerah perkotaan dengan kecepatan angin rendah.
- Mengetahui model wind turbine yang cocok untuk PLTB di perkotaan khususnya Jakarta dan energi listrik yang dihasilkan.
- Dapat menghitung investasi dan penghematan biaya dalam implementasi PLTB di lokasi survei.