

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Pengembangan energi angin sebagai Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia sudah mengalami perkembangan dan banyak dilakukan penelitian. Praktiknya pemerintah baru meresmikan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Angin) Sidrap 75MW di Sulawesi Selatan pada Juli 2018.

Melihat fokus pemerintah yang serius pada Energi Baru Terbarukan (EBT), penulis tertarik pada penelitian pengembangan PLTB (Angin) dimana di Indonesia sendiri memiliki potensi besar diberbagai daerah, bahkan data Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) mencatatkan potensi angin di Indonesia sebesar 60.647,0 MW dengan kecepatan angin ≥ 4 m/s (Lampiran Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017) [1]. Bersamaan dengan itu penelitian yang di lakukan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) mencatatkan terdapat 34 titik lokasi daerah dengan kecepatan angin 5 m/s atau lebih yang tersebar di Indonesia. Dimana daerah yang memiliki potensi yang sangat besar berada didaerah Nusa Tenggara Timur(NTT), Nusa Tenggara Barat (NTB), Pantai Selatan Laut Jawa, dan Pantai Selatan Sulawesi. (Energinet, DEA, 2016) [2].

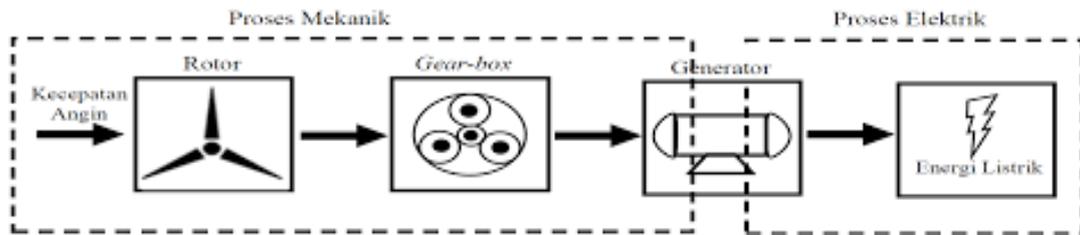
Pada tahun 2013, Dany Perwita Sari dan Wida Banar Kusumaningrum [3], membahas penelitian tentang penyesuaian tipe PLTB (Angin) dengan karakteristik daerah dimana objek penelitian berada di daerah Yogyakarta dan Semarang. Mereka berpendapat bahwa karakteristik dan lokasi dapat meningkatkan kecepatan angin, hasilnya turbin angin dengan integritas bangunan tinggi cocok untuk daerah Yogyakarta karena potensi kerapatan angin dan dapat mendukung 6% listrik gedung perkantoran, sedangkan pada daerah perkotaan Semarang memiliki kerapatan angin yang lebih rendah dari Yogyakarta dan lebih cocok dengan Turbin Angin Mikroyang terpasang di atap rumah atau lebih tinggi karena potensi kecepatan angin yang lebih stabil.

PLTB (Angin) memiliki 2 jenis turbin yaitu turbin dengan sumbu vertikal dan sumbu horizontal, Turbin dengan sumbu vertikal adalah turbin angin dengan bentuk poros *rotor* tegak lurus dengan tanah. Turbin jenis vertikal ini memiliki kelebihan yang dapat menangkap kecepatan angin dari arah manapun, sehingga jumlah *blade* akan mempengaruhi daya tangkap angin, menurut Saiful Huda dan Irfan Syarif Arif [4] dalam penelitian nya menuliskan bahwa jumlah *blade* akan mengakibatkan meningkatkan nilai rata-rata torsi, *power* turbin, *power* elektris dan efesiensi yang dapat dihasilkan dari turbin.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Pembangkit Listrik Tenaga Angin adalah pembangkit Energi Baru Terbarukan (EBT) yang menghasilkan listrik melalui proses kinetik yang dihasilkan dari kecepatan angin yang kemudian di konversikan untuk memutar turbin atau kincir angin yang kemudian putaran diteruskan untuk menggerakkan generator untuk menghasilkan energi listrik.



Gambar 2.1 Proses Konversi Energi Angin Menjadi Energi Listrik

Energi angin yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik harus memiliki kecepatan angin rata-rata $\geq 3\text{m/s}$ sehingga beberapa daerah di Indonesia memiliki potensi angin yang baik. Karakteristik tersebut dapat ditemukan pada daerah dataran tinggi dan pesisir laut, mengingat geografis Indonesia yang beragam karakteristik angin seperti itu bukan hal sulit untuk di temukan [5].

2.2.2 Energi Angin

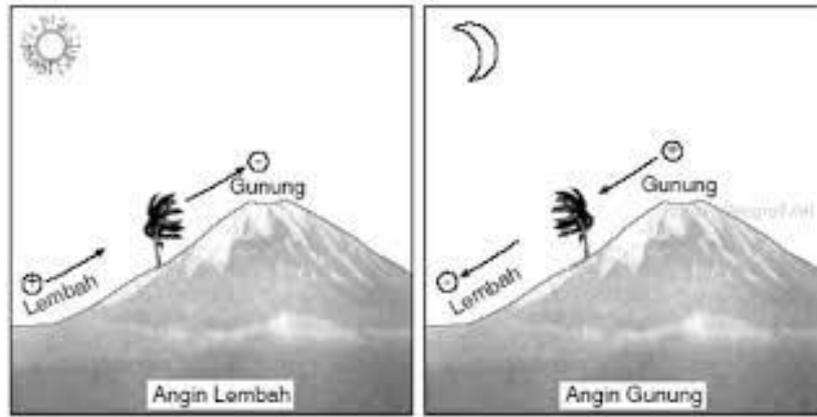
Angin merupakan suatu udara yang bergerak dari wilayah yang memiliki suhu tinggi ke wilayah suhu lebih rendah, atau juga wilayah dengan tekanan udara yang tinggi ke tekanan udara yang lebih rendah. Angin tercipta karena suatu proses atau siklus yang di sebabkan dari perbedaan tekanan udara antara suatu wilayah dengan wilayah lainnya sehingga angin tercipta dan disebut dengan energi angin.

Sederhananya energi potensial pada angin inilah yang dapat dimanfaatkan sebagai penggerak turbin pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Model turbin yang umum di gunakan sebagai pembangkit berprinsip pada teori dasar dari momentum, angin dengan kecepatan tertentu menabrak rotor yang memiliki *propeller*, kemudian turbin yang bergerak terhubung langsung pada poros kemudian poros akan memutar generator untuk menghasilkan energi listrik [6].

Macam-macam angin berdasarkan jenisnya:

1. Angin Lembah dan Angin Gunung

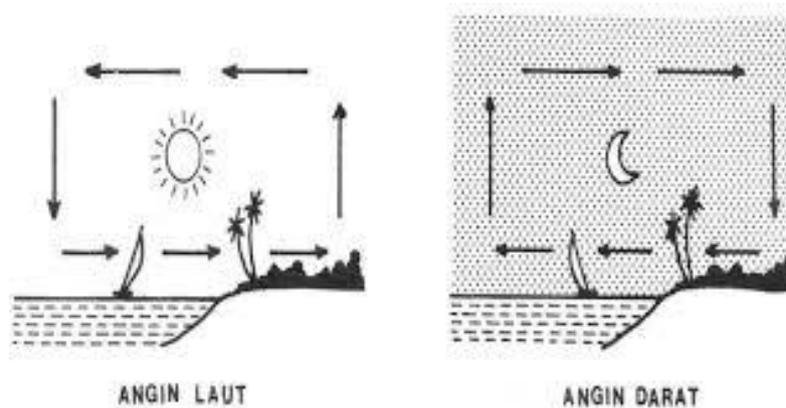
Dinamakan dengan angin lembah atau angin gunung karena di lihat dari arah angin berhembus, dikatakan angin lembah ialah saat angin berhembus dari lembah menuju kepuncak gunung, di Indonesia biasanya angin lembah terjadi pada siang hari dan sebaliknya dapat dikatakan angin gunung saat angin berhembus dari puncak gunung menuju ke arah lembah dan biasa terjadi di malam hari.



Gambar 2.2 Angin Lembah dan Angin Gunung

2. Angin Darat dan Angin Laut

Angin darat adalah angin yang berhembus dari arah daratan menuju laut dan biasa terjadi pada malam hari karena pada malam hari tekanan udara di darat lebih tinggi dari pada tekanan udara di lautan, sedangkan angin laut adalah angin yang berhembus dari arah lautan ke arah daratan. Angin ini biasa terjadi pada pagi hari hingga sore.



Gambar 2.3 Angin Laut dan Angin Darat

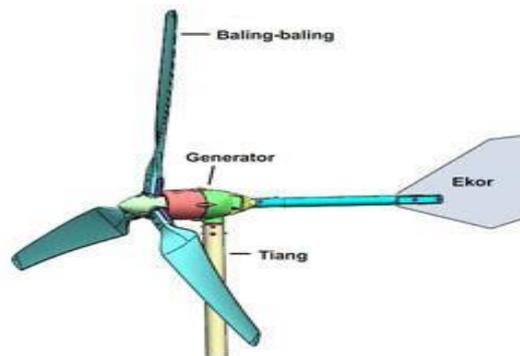
2.2.3 Turbin Angin

Turbin angin adalah komponen yang sangat penting pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin karena turbin angin berfungsi untuk menangkap angin yang akan dikonversikan menjadi energi listrik, bentuk turbin angin saat ini terus mengalami perkembangan dan telah banyak di teliti

dengan tujuan untuk mendapatkan tingkat efisiensi yang lebih baik lagi, berikut adalah beberapa jenis turbin angin:

1. *Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT)*

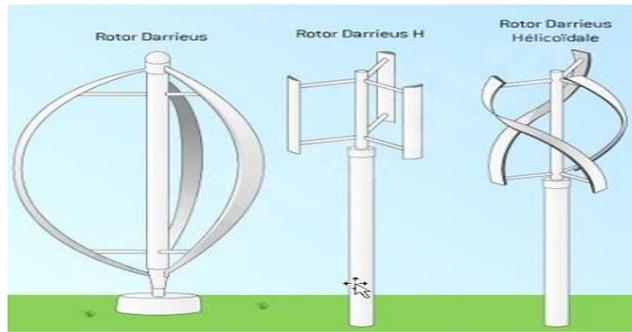
Turbin angin sumbu horizontal merupakan turbin angin yang paling banyak digunakan saat ini bentuk nya mirip dengan kincir angin, pada turbin tipe ini memiliki poros horizontal yang terhubung pada rotor dan generator pada puncak menara. Turbin tipe ini akan berputar saat angin menabrak turbin dari arah depan, sehingga biasanya turbin ini dilengkapi dengan ekor turbin yang berfungsi untuk membantu generator bergerak menyesuaikan arah angin yang berhembus dengan kecepatan yang paling tinggi, sehingga turbin tipe ini memerlukan menara yang tinggi untuk mendapatkan kecepatan angin yang maksimal.



Gambar 2.4 Turbin Angin Sumbu Horizontal

2. *Vertical Axis Wind Turbine (VAWT)*

Turbin angin sumbu vertical adalah turbin angin dengan poros atau sumbu rotor yang di pasang dengan tegak lurus, sumbu rotor utama yang vertikal ini akan memungkinkan untuk turbin dapat menerima dan menangkap angin dari segala penjuru arah angin. Kelebihan turbin tipe ini akan berguna pada wilayah yang memiliki keadaan angin yang sering berganti-ganti atau bervariasi sehingga lebih efisien dalam memanfaatkan energi angin dan sangat cocok untuk konstruksi pembangkit listrik pada daerah pesisir pantai [7]. Pada tipe turbin ini konstruksi menara tidak diperlukan karena generator dapat di tempatkan lebih dekat dari permukaan tanah dan lebih memudahkan dalam segi perawatan.



Gambar 2.5 Turbin Angin Sumbu Vertikal

2.2.4 Energi Kinetik

Angin merupakan energi yang dihasilkan dari perbedaan tekanan suhu yang di sebabkan oleh matahari, hal ini yang menjadikan acuan bahwa udara akan bergerak dari daerah yang memiliki tekanan suhu tinggi menuju wilayah dengan tekanan yang lebih rendah. Berkaitan dengan massa udara yang bergerak maka udara merupakan suatu energi yang menghasilkan energi kinetik, dimana energi kinetik inilah yang akan diubah menjadi energi listrik pada sistem pembangkit. Energi kinetik pada massa udara m yang bergerak dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Ek = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.1)$$

Keterangan :

Ek = Energi Kinetik (Joule),

m = massa udara (kg),

v = kecepatan angin (m/s).

dengan persamaan laju aliran massa :

$$m = \rho Av \quad (2.2)$$

Keterangan :

ρ = massa jenis angin (kg/m^3)(ketetapan $\rho = 1,225\text{kg/m}^3$)

A = luas penampang turbin (m^2) atau ($A = \pi r^2$).