

SKRIPSI

**PREDIKSI DAYA OUTPUT PEMBANGKITAN PLTB JENEPONTO
UNTUK SATU TAHUN KE DEPAN MENGGUNAKAN ANN(ARTIFICIAL
NEURAL NETWORK)**

Disusun dan diajukan oleh

ABDULLAH GAFURURRAHIM

D411 16 523



DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**Prediksi Daya Output Pembangkitan PLTB Jeneponto Untuk Satu Tahun
Ke Depan Menggunakan ANN(Artificial Neural Network)**

Disusun dan diajukan oleh

ABDULLAH GAFURURRAHIM

D411 16 523

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi
Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada Tanggal 9 Agustus 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Indar Gunadin Chaerah, ST., MT
19731118 199803 2 001

Yusri Syam Akil, ST., MT., Ph.D
19770322 200501 1 001



Ketua Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT.
19691026 199412 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Abdullah Gafururrahim
NIM : D41116523
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

PREDIKSI DAYA OUTPUT PEMBANGKITAN PLTB JENEPONTO UNTUK SATU TAHUN KE DEPAN MENGGUNAKAN ANN(ARTIFICIAL NEURAL NETWORK)

Adalah karya tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi/tesis/disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 10 Agustus 2021

Yang Menyatakan



Abdullah Gafururrahim

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya lah sehingga penulisan laporan skripsi ini dapat diselesaikan. Laporan skripsi ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada jenjang pendidikan Strata Satu Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah “Prediksi Daya Output Pembangkitan PLTB Jeneponto untuk Satu Tahun ke Depan Menggunakan ANN(Artificial Neural Network) ”

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu penulis membuka pintu selebar lebarnya untuk menerima saran dan kritik, segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat diselesaikan berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. ALLAH S.W.T, terima kasih atas segala karunia yang diberikan baik itu berupa ilmu pengetahuan,kesehatan,serta seluruh nikmat yang tidak dapat dihitung satu demi satu
2. Nabi MUHAMMAD S.A.W yang dimana atas seluruh ajaran yang diberikan kepada umat manusia sebagai khalifah bagi alam semesta serta seluruh perilaku yang mampu menginspirasi banyak orang di dunia tak terkecuali penulis sendiri.
3. Kedua orang tua papa dan mama yang senantiasa memberikan bantuan baik berupa dorongan motivasi,bantuan finansial serta seluruh keperluan yang menyangkut penyelesaian pendidikan jenjang strata 1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

4. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT, selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Indar Chaerah Gunadin, ST, MT selaku Pembimbing I dan Bapak Yusri Syam Akil, ST., MT., Ph.D selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan laporan skripsi ini.
6. Bapak Ir. Gassing, MT dan Ibu Ir. Hj. Zaenab Muslimin, MT, selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik yang membangun serta saran yang baik kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
7. Segenap Dosen Departemen Teknik Elektro, atas segala ilmu yang bermanfaat, wawasan dan pengalaman yang telah diberikan kepada penulis.
8. Segenap Staf pegawai Departemen Teknik Elektro, yang telah banyak membantu dalam hal administrasi.
9. Nurul Arfiani Alamsjah dan Afifah Ainun Mardiyah yang merupakan teman sma penulis yang dimana nurul banyak memberikan masukan masukan kepada penulis serta banyak memberi inspirasi pada penulis sedangkan afifah banyak memberikan motivasi dan saran terkait penyelesaian skripsi penulis.
10. Seluruh teman-teman EXCITER16, yang menjadi teman seperjuangan penulis selama perkuliahan.
11. Seluruh teman teman NANDEMONAI yaitu rafi, wira, adul, reyhan, riang, ari, arya, aidil, adnan, julian, dan kiki yang banyak memberikan saran dan tempat diskusi terkait penyelesaian skripsi penulis.
12. Seluruh teman teman SYAHRUL COLLAGE yaitu nugrah, ryan, dammank, almand, vicky, onan, yudi, dan dave yang banyak memberikan dorongan motivasi dalam bentuk sindiran-sindiran halus.

13. Seluruh teman teman DAMMANK SQUAD yaitu cahya, syarwan, ima, fadli, dammank, nugrah, ryan, vicky, almand, dan dave yang banyak memberikan arahan mengenai perbaikan tulisan penulis.
14. Grup IFA ENTERTAINMENT yaitu faiz, indah, dan ayu yang telah memberikan dorongan motivasi serta semangat untuk penulis.
15. Seluruh teman teman komunitas F3 NOMOR 4 yaitu kak chaliq, kak opan, kak habib, kak adi, kaka aco, aso, akmal, agung, tegar, dan fadil yang telah memberikan dorongan motivasi kepada penulis guna menyelesaikan penulisan skripsi ini.
16. Seluruh teman ANAKANAKA DI ABLAM yaitu cica, pipit, ninda, lia, adul, dan riang yang telah memberikan motivasi dengan terlebih dahulu lulus ketimbang penulis sendiri
17. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang banyak membantu dalam proses penyelesaian skripsi penulis.

Makassar, 9 Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Metode Penelitian.....	3
BAB II.....	5
2.1. Sistem Tenaga Listrik	5
2.1.1. Pengertian Sistem Tenaga Listrik	5
2.1.2. Operasi Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.1.3. Tujuan Operasi Sistem Tenaga Listrik.....	8
2.2. Karakteristik Pembangkit Listrik	9
2.2.1. Pembangkit Listrik.....	9

2.2.2.	Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.....	10
2.3.	Angin.....	13
2.3.1.	Jenis Jenis Angin.....	14
2.3.2.	Perubahan Energi Kinetik Angin Menjadi Energi Listrik.....	17
2.4.	Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Kecepatan Angin.....	18
2.5.	Artificial Neural Network(ANN).....	20
2.5.1.	Pengertian.....	20
2.5.2.	Jenis-jenis ANN.....	20
2.5.3.	Keunggulan dan Kekurangan ANN.....	22
2.5.4.	Konsep Dasar Jaringan Syaraf Tiruan.....	22
2.5.5.	Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....	23
2.5.6.	Mengaktifkan Jaringan Syaraf Tiruan.....	23
2.5.7.	Hidden Layer.....	24
2.6.	Matlab.....	26
2.7.	MAPE(Mean Absolute Percentage Error).....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....		28
3.1.	Jenis Penelitian.....	28
3.2.	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	28
3.3.	Data-data Yang Diperlukan.....	28
3.4.	Metode Penelitian.....	28
3.5.	Diagram Alur Penelitian.....	29
3.6.	Diagram Alir.....	30
BAB IV.....		31
4.1.	Gambaran Umum.....	31
4.2.	Data Penelitian.....	32
4.2.1.	Data Titik Kordinat PLTB Jeneponto.....	32
4.2.2.	Data Kecepatan Angin.....	33

4.2.3. Langkah-Langkah Penggunaan Ann	33
4.2.4. Data Hasil Ann Menggunakan 1 Variabel	37
4.2.5. Prediksi Daya Listrik PLTB Jeneponto	47
4.2.6. Data Hasil Ann Menggunakan lebih dari 1 Variabel	60
BAB V	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rangkaian Sistem Tenaga Listrik	5
Gambar 2. 2 Struktur Turbin Angin.....	11
Gambar 2. 3 Jenis Baling-Baling	12
Gambar 2. 4 Pola Sirkulasi Udara Akibat Rotasi Bumi.....	14
Gambar 2. 5 Pergerakan Udara Karena Adanya Arus Konveksi Natural atau Karena Adanya Perbedaan Tekanan	18
Gambar 2. 6 Aliran Udara Menciptakan Area dengan Tekanan Positif dan Negatif.....	19
Gambar 2. 7 Tekanan Yang Terjadi pada Atap Bergantung pada Kelandaian Atap	19
Gambar 2. 8 Pola Aliran Udara Bergolak dan Berpusar pada Area bertekanan ...	19
Gambar 2. 9 Model Single Layer Neural Network	21
Gambar 2. 10 Model Multi Layer Neural Network	21
Gambar 2. 11 Ilustrasi <i>hidden layer</i>	25
Gambar 3. 1 Flowchart.....	30
Gambar 4. 1 Titik Kordinat PLTB Jeneponto	32
Gambar 4. 2 Data Kecepatan Angin Pada Microsoft Excel	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Program Data Training Matlab	35
Gambar 4. 4 Program Data Testing dan Hasil Dari Matlab.....	36
Gambar 4. 5 Grafik Single Layer Bulan Mei.....	37
Gambar 4. 6 Grafik Single Layer Bulan Juli.....	38
Gambar 4. 7 Grafik Single Layer Bulan Agustus	38
Gambar 4. 8 Grafik Multi Layer Bulan Mei	39
Gambar 4. 9 Grafik Multi Layer Bulan Juli.....	39
Gambar 4. 10 Grafik Multi Layer Bulan Agustus.....	39
Gambar 4. 11 Grafik Single Layer Mei	60
Gambar 4. 12 Grafik Single Layer Juli	60

Gambar 4. 13 Grafik Single Layer Agustus.....	61
Gambar 4. 14 Grafik Multi Layer Mei.....	61
Gambar 4. 15 Grafik Multi Layer Juli	62
Gambar 4. 16 Grafik Multi Layer Agustus	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rentang Nilai MAPE	27
Tabel 4. 1 MAPE Single Layer Bulan Mei	41
Tabel 4. 2 MAPE Single Layer Bulan Juli.....	42
Tabel 4. 3 MAPE Single Layer Bulan Agustus	43
Tabel 4. 4 MAPE Multi Layer Bulan Mei	44
Tabel 4. 5 MAPE Multi Layer Bulan Juli	45
Tabel 4. 6 MAPE Multi Layer Bulan Agustus.....	46
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Prediksi Daya Listrik Bulan Januari	47
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Prediksi Daya Listrik Bulan Februari	48
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Prediksi Daya Listrik Bulan Maret	49
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Prediksi Daya Listrik Bulan April.....	50
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Prediksi Daya Listrik Bulan Mei.....	51
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Prediksi Daya Listrik Bulan Juni	52
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Prediksi Daya Listrik Bulan Juli	53
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Prediksi Daya Listrik Bulan Agustus	54
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Prediksi Daya Listrik Bulan September	55
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Prediksi Daya Listrik Bulan Oktober	56
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Prediksi Daya Listrik Bulan November	57
Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Prediksi Daya Listrik Bulan Desember.....	58
Tabel 4. 19 MAPE Single Layer Bulan Mei	63
Tabel 4. 20 MAPE Single Layer Bulan Juli.....	64
Tabel 4. 21 MAPE Single Layer Bulan Agustus	65
Tabel 4. 22 MAPE Multi Layer Bulan Mei	66
Tabel 4. 23 MAPE Multi Layer Juli	67
Tabel 4. 24 MAPE Multi Layer Bulan Agustus.....	68

ABSTRAK

Abdullah Gafururrahim, Prediksi Daya Output Pembangkitan PLTB Jeneponto Untuk Satu Tahun Ke Depan Menggunakan ANN(Artificial Neural Network) (dibimbing oleh Indar Chaerah Gunadin dan Yusri Syam Akil).

Kecepatan angin merupakan hal yang paling penting bagi PLTB hal ini dikarenakan kecepatan angin yang ada di lapangan akan membuat turbin angin berputar untuk menghasilkan daya reaktif yang akan digunakan oleh konsumen. Namun sering terjadi kondisi turbin diaktifkan untuk berputar namun tidak ada angin yang dapat memutar turbin tersebut sehingga hanya menghasilkan kerugian bagi PLTB itu sendiri. Seiring dengan perkembangan zaman banyak langkah-langkah yang dicoba agar turbin angin dapat selalu memutar ketika diaktifkan salah satunya dengan melakukan prediksi kecepatan angin dilapangan dengan cara menggunakan ANN(Artificial Neural Network) yang dimana apabila telah dilangsungkan prediksi diharapkan membuat turbin tersebut mampu beroperasi secara optimal tanpa mengalami kejadian diaktifkan namun turbin tidak berputar. Dalam proses memprediksi kecepatan angin ini akan menggunakan software MATLAB dengan memasukkan Bahasa pemrograman yang akan membentuk pola sistem yang mampu untuk memprediksi kecepatan angin itu sendiri. Hal ini tentunya diharapkan mampu membuat PLTB itu sendiri tidak mengalami kerugian dan dapat mengambil keuntungan dalam skala yang besar. Serta tentunya mampu membuat sistem listrik yang ada di jaringan SulselBar mampu menjaga stabilitas ketika proses pengoperasian berlangsung agar tidak terjadi pemadaman listrik.

Kata Kunci : Kecepatan Angin, PLTB, Turbin, ANN(Artificial Neural Network), Daya Reaktif, Stabilitas.

ABSTRACT

Abdullah Gafururrahim, Predicting the Output Power of the Jeneponto PLTB for the Next One Year Using ANN (Artificial Neural Network) (guidance by Indar Chaerah Gunadin and Yusri Syam Akil).

Wind speed is the most important thing for PLTB this is because the wind speed in the field will make the wind turbine rotate to produce reactive power that will be used by consumers. However, it often happens that the turbine is activated to rotate but there is no wind that can rotate the turbine so that it only results in losses for the PLTB itself. Along with the times, many steps have been tried so that the wind turbine can always rotate when activated, one of which is by predicting wind speed in the field by using ANN (Artificial Neural Network) which, when predictions have been made, is expected to make the turbine able to operate optimally without experienced an event that is activated but the turbine does not rotate. In the process of predicting wind speed, we will use MATLAB software by entering a programming language that will form a system pattern that is able to predict the wind speed itself. This is certainly expected to be able to make the PLTB itself not suffer losses and can take profits on a large scale. And of course, being able to make the existing electrical system in the SulselBar network able to maintain stability during the operating process so that power outages do not occur.

Keyword: Wind Speed, PLTB, Turbine, ANN(Artificial Neural Network), Reactive Power, Stability.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada zaman saat ini kemajuan teknologi sudah tidak dapat dipungkiri lagi sebagai kebutuhan yang sangat primer bagi seluruh masyarakat dunia. Pada semua sektor sangat membutuhkan yang namanya kemajuan teknologi hal ini dikarenakan semua orang ingin suatu hal dapat berjalan praktis dan dapat melakukan laporan secara real time.

Hal inilah yang selalu menjadi landasan manusia tidak pernah berhenti untuk berkreasi untuk menciptakan inovasi demi inovasi yang dapat membuat suatu pekerjaan yang ingin dilakukan dapat dengan mudah terlaksana. Baik ditinjau dari segi ekonomisnya teknologi maupun ditinjau dari sisi kebermanfaatannya teknologi tersebut bagi khalayak luas yang nantinya dapat menjadi tolak ukur terhadap terhadap hal hal yang ingin didapatkan dari alat tersebut.

Setiap industri pada saat ini sangat membutuhkan peralatan yang dimana peralatan tersebut dapat melakukan suatu pekerjaan yang dapat menghasilkan keuntungan. Tidak terkecuali PLTB Jeneponto yang dimana pembangkit listrik ini membutuhkan kemajuan teknologi yang mampu berfungsi untuk meramal terhadap besaran angin yang ada di daerah sekitar pembangkitnya agar mengetahui seberapa besar daya yang mampu dibangkitkan apabila terdapat kecepatan angin yang berhembus di daerah sekitar pembangkit listrik.

Artificial Neural Network(ANN) merupakan salah satu alat yang dapat dicoba untuk meramal berapa kecepatan angin yang ada pada daerah sekitar pembangkit. Dalam pengoperasiannya cara kerja metode ini sebagai pemroses informasi yang memiliki karakter mirip dengan jaringan syaraf biologis pada saat menangkap informasi dari 'dunia luar'. Maksud sebenarnya dari ANN adalah membuat sebuah model sistem komputasi informasi yang dapat menirukan rangkaian cara kerja jaringan syaraf biologis.

Nantinya ANN akan meramal kecepatan angin yang terdapat di daerah sekitar pembangkit listrik sesuai dengan informasi yang diberikan atau dimasukkan ke dalam program yang akan dibuat nantinya dengan harapan persentase dari kebenaran forecasting ini diharapkan mampu meramal hampir sama dengan yang terjadi di lapangan hal ini bertujuan agar daya yang nantinya dapat dihasilkan mampu diketahui seberapa besar yang dapat di bebaskan pada PLTB Jeneponto

ANN sendiri disini akan menggunakan program MATLAB dalam memberikan masukan/informasi sehingga nantinya mampu meramal seberapa besar kecepatan angin yang terdapat pada daerah sekitar pembangkit.

ANN sendiri pada perkembangannya sudah dicoba digunakan untuk beberapa studi kasus baik di bidang ekonomi, pertanian, problematika sosial dan masih banyak lagi. Karena hal tersebutlah yang menjadi dasar pendorong penggunaan ANN dalam penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang baik dalam rangka meramal kecepatan angin.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang menjadi kajian dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara meramal kecepatan angin dengan ANN?
2. Bagaimana meminimalisir error dalam meramal kecepatan angin dengan ANN?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jenis ANN yang baik digunakan dalam peramalan angin berdasarkan perhitungan MAPE.
2. Menentukan banyaknya variabel yang baik digunakan untuk ANN berdasarkan perhitungan MAPE.

1.4. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil pembahasan yang terarah, maka penulis perlu membatasi masalah yang akan dibahas. Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Data yang nantinya akan dicari yakni terkait perihal kecepatan angin
2. Meramal kecepatan angin yang terjadi di PLTB jeneponto
3. Simulasi dan analisis menggunakan software MATLAB.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan masukan terhadap PT. PLN (Persero) mengenai cara meramal kecepatan pada PLTB Jeneponto.
2. Sebagai bahan acuan untuk akademisi maupun praktisi yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut.

1.6. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini antara lain:

1. Studi literatur
Studi literatur dilakukan dengan cara mengadakan studi dari buku, internet, dan sumber bahan pustaka, atau informasi lainnya yang dapat menunjang peneltian.
2. Pengamatan di lapangan
Dilakukan dengan meninjau langsung ke lapangan untuk melakukan pengamatan secara langsung.
3. Pengambilan data
Dilakukan pengambilan data pada website www.windforecasting.org
4. Pengelompokan data, yang tujuan untuk:
 - a. Mengumpulkan dan mengelompokkan data agar lebih mudah

dianalisis.

b. Mengetahui kekurangan data sehingga kerja menjadi efisien.

5. Pengolahan data

Dikerjakan dengan menerapkan dan melakukan simulasi aplikasi MATLAB serta melakukan beberapa perhitungan dan penggambaran, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel.

6. Analisa hasil pengolahan data

Dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh simpulan sementara. Selanjutnya simpulan sementara ini akan diolah lebih lanjut pada bab pembahasan.

7. Simpulan

Diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan dengan permasalahan yang diteliti. Simpulan ini merupakan hasil akhir dari semua masalah yang dibahas

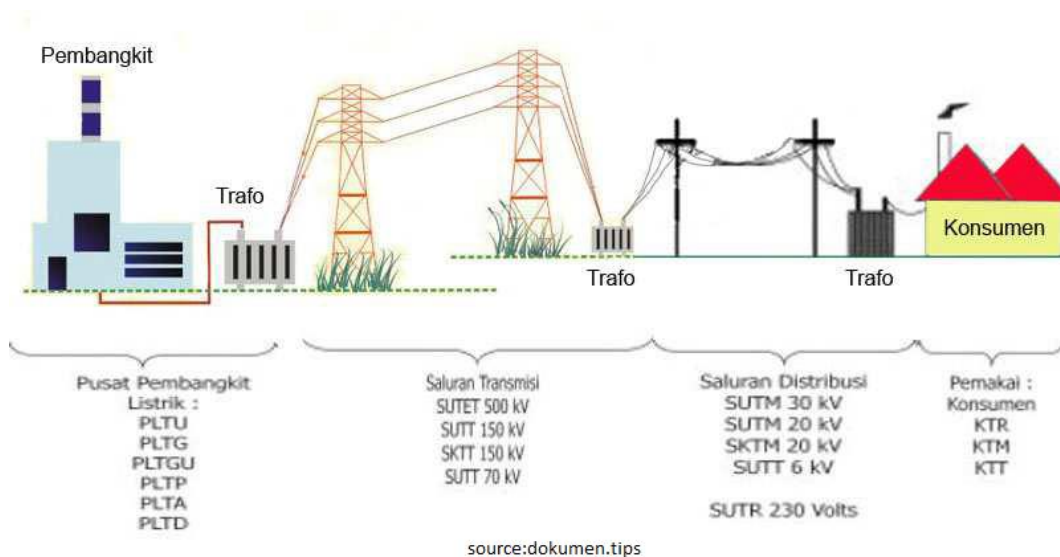
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Tenaga Listrik

2.1.1. Pengertian Sistem Tenaga Listrik

Secara umum sistem tenaga listrik terdiri atas komponen tenaga listrik yaitu pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi dan sistem distribusi. Ketiga bagian ini merupakan bagian utama pada suatu rangkaian sistem tenaga listrik yang bekerja untuk menyalurkan daya listrik dari pusat pembangkit ke pusat-pusat beban. Rangkaian sistem tenaga listrik dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah berikut :



Gambar 2. 1 Rangkaian Sistem Tenaga Listrik

Energi listrik yang dihasilkan di pusat pembangkit listrik akan disalurkan melalui saluran transmisi kemudian melalui saluran distribusi akan sampai ke konsumen. Berikut ini penjelasan mengenai bagian utama pada sistem tenaga listrik pada umumnya, yaitu :

1. Pusat Pembangkit Listrik (Power Plant)

Pusat pembangkit listrik merupakan tempat energi listrik pertama kali dibangkitkan, dimana terdapat turbin sebagai penggerak awal (primemover) dan

generator yang membangkitkan listrik dengan mengubah tenaga turbin menjadi energi listrik. Biasanya dipusat pembangkit listrik juga terdapat gardu induk. Peralatan utama pada gardu induk antara lain : transformer, yang berfungsi untuk menaikkan tegangan generator (11,5 kV) menjadi tegangan transmisi atau tegangan tinggi (150 kV) dan juga peralatan pengaman dan pengatur. Secara umum, jenis pusat pembangkit dibagi kedalam dua bagian besar yaitu pembangkit hidro yaitu PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) dan pembangkit thermal diantaranya yaitu PLTU (Pusat Listrik Tenaga Uap), PLTG (Pusat Listrik Tenaga Gas), PLTN (Pusat Listrik Tenaga Nuklir), dan PLTGU (Pusat Listrik Tenaga Gas Uap).

2. Transmisi Tenaga Listrik

Transmisi tenaga listrik merupakan proses penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkitan listrik hingga saluran distribusi listrik sehingga nantinya dapat tersalurkan pada pengguna listrik.

3. Sistem Distribusi

Sistem distribusi ini adalah sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pengguna listrik dan pada umumnya berfungsi dalam hal penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat. Sub sistem ini terdiri dari : pusat pengatur atau gardu induk, gardu hubung, saluran tegangan menengah atau jaringan primer (6 kV dan 20 kV) yang berupa saluran udara atau kabel bawah tanah, saluran tegangan rendah atau jaringan sekunder (380 V dan 220 V), gardu distribusi tegangan yang terdiri dari panel-panel pengatur tegangan baik tegangan menengah ataupun tegangan rendah, dan trafo [1].

2.1.2. Operasi Sistem Tenaga Listrik

Pada bagian sebelumnya bisa dilihat pada gambar bagaimana sistem tenaga listrik yang mendeskripsikan hubungan antara masing-masing sistem listrik. Pembangkit-pembangkit listrik memiliki lokasi yang saling berjauhan satu sama lain dan terhubung satu sama lain melalui sistem transmisi yang luas untuk mendistribusikan tenaga listrik pada beban yang tersebar. Ini bisa dapat

dikatakan sebagai sistem interkoneksi. Melalui adanya sistem interkoneksi tersebut menyebabkan :

1. Keandalan sistem yang semakin tinggi
2. Efisiensi pembangkitan tenaga listrik dalam sistem meningkat
3. Mempermudah penjadwalan pembangkit

Sebuah sistem tenaga listrik merupakan sebuah unit usaha dimana selain faktorteknis, faktor ekonomis juga diperhatikan karena pengaruhnya sangat dominan. Dalam pengeoperasian sistem tenaga listrik ini, pendapatan dan pengeluaran harus dijaga agar tercipta kondisi yang seimbang sehingga dapat mencapai keuntungan yang layak. Pendapatan dalam sistem tenaga listrik ini berdasarkan jumlah penjualan listrik ke konsumen dan biasanya dalam bentuk pemakaian energi (KWh) serta harganya yang diatur dalam sistem tarif tertentu (di Indonesia menggunakan Keppres). Sedangkan pengeluaran dalam mengoperasikan sistem tenaga listrik ini meliputi : belanja pegawai, belanja barang dan jasa, pemeliharaan dan penyusutan, penelitian atau pengembangan, pajak, bahan baku energi (BBM, Batubara, Nuklir, Air, dsb), Losses, dan lain-lain. Dalam pembangkitan tenaga listrik ada empat komponen biaya yang biasanya harus diperhitungkan, yaitu:

1. Komponen A merupakan fixed cost, yakni biaya yang harus tetap dikeluarkan terlepas dari pembangkit listrik tersebut dioperasikan atau tidak, misalnya: pekerjaan sipil, biaya pembelian turbin, generator, dan lain-lain.
2. Komponen B merupakan fixed cost, yakni biaya yang tetap dikeluarkan untuk operasi dan pemeliharaan pembangkit, seperti gaji pegawai, biaya pemeliharaan, dan lain-lain.
3. Komponen C merupakan fuel cost atau biaya bahan bakar yakni biaya bahan bakar yang berubah-ubah tergantung dari beberapa faktor. Beberapa faktor yang mempengaruhi harga komponen ini misalnya banyaknya konsumsi bahan bakar

yang diperlukan, jenis bahan bakarnya, lama waktu penyalaan pembangkit, dan beberapa hal lainnya.

4. Komponen D merupakan variable cost yakni biaya dapat berubah-ubah. Misalnya, biaya untuk pelumas. Semakin sering dan berat kerja suatu pembangkit, semakin juga dibutuhkan banyak pelumas. Maka, biaya komponen D ini akan meningkat.

Bagian terbesar dari pembiayaan dalam pembangkitan tenaga listrik adalah komponen C atau biaya bahan bakar yang mencakup hampir 70% dari total pembiayaan. Naik atau turunnya biaya bahan bakar tergantung pada penggunaan listrik oleh konsumen. Oleh karena itu, sangat diperlukan cara pengoperasian yang optimal [2].

2.1.3. Tujuan Operasi Sistem Tenaga Listrik

Tujuan utama dari operasi sistem tenaga listrik ini adalah untuk memenuhi kebutuhan beban listrik secara efisien (beban terpenuhi dengan biaya yang minimum), dengan mempertimbangkan sasaran operasi tenaga listrik yaitu sistem harus dapat memenuhi standar dalam keamanan lingkungan, memiliki keandalan yang baik, dan dapat melayani permintaan secara berkala dari waktu ke waktu [2].

Dalam mencapai tujuan dari operasi sistem tenaga listrik maka perlu diperhatikan tiga hal berikut ini, yaitu :

1. Ekonomi (economy) berarti listrik harus dioperasikan secara ekonomis, tetapi dengan tetap memperhatikan keandalan dan kualitasnya.
2. Keandalan (security) merupakan tingkat keamanan sistem terhadap kemungkinan terjadinya gangguan. Jika terjadi gangguan pada pembangkit maupun transmisi dapat diatasi tanpa mengakibatkan pemadaman di sisi konsumen.

3. Kualitas (quality) tenaga listrik yang diukur dengan kualitas tegangan dan frekuensi yang dijaga sedemikian rupa sehingga tetap pada kisaran yang ditetapkan [3].

2.2. Karakteristik Pembangkit Listrik

Sangat penting untuk mengenal karakteristik pembangkit listrik yang berguna untuk meminimalisir pembiayaan bahan baku energi. Ketika sudah mengenal karakteristik pembangkit listrik maka pengaturan output pembangkit dapat diatur dengan baik. Berdasarkan karakteristik pembangkit listrik, dapat dibuat model secara matematis untuk proses optimasi agar dihasilkan biaya pembangkitan yang ekonomis. Ada berbagai macam jenis pembangkit listrik yaitu Pembangkit Listrik Tenaga air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Gas Alam (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), dan Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU). Pembangkit listrik tersebut dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian besar berdasarkan karakteristiknya yaitu pembangkit hidro (PLTA), angin (PLTB) dan pembangkit thermal (PLTU, PLTG, PLTP, PLTD, PLTGU). Pengoptimasian pada kedua klasifikasi pembangkit tersebut sangatlah penting untuk memenuhi kebutuhan beban dengan biaya minimum.

2.2.1. Pembangkit Listrik

Mengoperasikan suatu sistem tenaga listrik yang terdiri dari beberapa pusat pembangkit listrik memerlukan suatu koordinasi yang tepat dalam melakukan penjadwalan pembebanan besarnya daya listrik yang dibangkitkan oleh masing-masing pembangkit listrik, sehingga diperoleh biaya pembangkit yang minimum.

Terdapat dua pokok permasalahan yang harus dipecahkan dalam operasi ekonomis pembangkitan pada sistem tenaga listrik yaitu :

1. Pengaturan Unit Pembangkit (Unit Commitment)

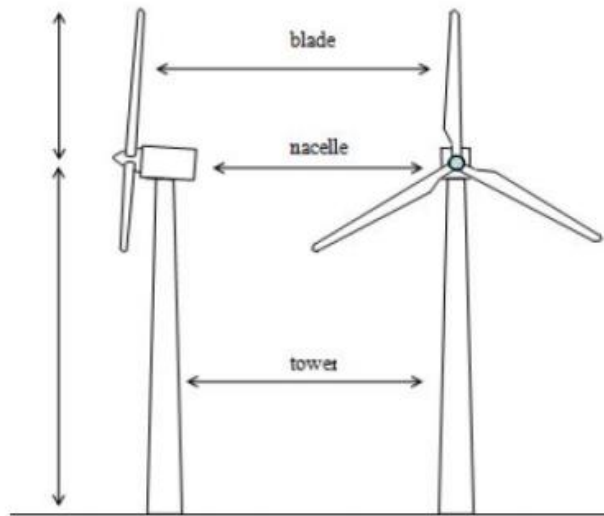
Penanganan biaya operasi pembangkit tenaga listrik bisa diminimalkan dengan cara mencari kombinasi yang tepat dari unit pembangkit yang ada. Hal ini dikenal dengan pengaturan unit pembangkit. Pada pengaturan unit akan dibuat skema urutan prioritas, yaitu metode pengoperasian unit pembangkit berdasarkan total biaya rata-rata bahan bakar yang paling murah. Pengaturan unit ini dilakukan untuk menentukan unit mana saja yang beroperasi dan tidak beroperasi pada jam tertentu sehingga dapat dibuat kombinasi operasi dari unit-unit yang ada. Dalam mengatur unit-unit tersebut digunakan pertimbangan teknis dan ekonomis.

2. Penjadwalan Ekonomis (Economic Dispatch)

Penjadwalan ekonomis merupakan suatu usaha untuk menentukan besar daya yang harus disuplai dari tiap unit generator untuk memenuhi beban tertentu dengan cara membagi beban tersebut pada unit-unit pembangkit yang ada dalam sistem secara optimal ekonomis dengan tujuan meminimumkan biaya operasi pembangkitan [2].

2.2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Energi angin yang masuk ke dalam area efektif turbin akan memutar balingbaling/kincir angin, kemudian diteruskan ke generator untuk diubah menjadi energi listrik. Pada Gambar 2 diperlihatkan turbin angin PLTB horizontal dengan 3 blade [4].



Gambar 2. Struktur Turbin Angin [2]

source:dokumen.tips

Gambar 2. 2 Struktur Turbin Angin

Secara umum kincir angin dapat di bagi menjadi 2, yaitu kincir angin yang berputar dengan sumbu horizontal, dan yang berputar dengan sumbu vertikal. Gambar 7 menunjukkan jenis-jenis kincir angin berdasarkan bentuknya. Sedangkan gambar 8 menunjukkan karakteristik setiap kincir angin sebagai fungsi dari kemampuannya untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi putar turbin untuk setiap kondisi kecepatan angin. Dari gambar 8 dapat disimpulkan bahwa kincir angin jenis multi-blade dan Savonius cocok digunakan untuk aplikasi PLTB kecepatan rendah. Sedangkan kincir angin tipe Propeller, paling umum digunakan karena dapat bekerja dengan lingkup kecepatan angin yang luas.



Gambar 2. 3 Jenis Baling-Baling

Berdasarkan data IEA Clean Coal Center(sampai Mei 2012) menunjukkan bahwa jumlah pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) di dunia telah mencapai 2300 unit (7000 unit individu). Data ini secara tidak langsung juga menunjukkan bahwa konsumsi energi fosil dalam pemenuhan energi listrik sangat besar. Penggunaan energi fosil dalam pemenuhan energi listrik ini ternyata lambat laun menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan. Dampak buruk yang paling terasa saat ini adalah global warming(pemanasan global)

Semakin banyaknya dampak buruk yang timbul akibat penggunaan energi fosil ini menyebabkan banyak negara membangun dan mengembangkan berbagai macam pembangkit listrik dengan energi alternative. Salah satunya adalah pembangkit listrik tenaga bayu/angin(PLTB).

Pembangkit listrik tenaga bayu/angin(PLTB) merupakan pembangkit listrik yang dapat mengkonversi energi angin menjadi energi listrik. Energi angin memutar turbin angin/kincir angin. Turbin angin yang berputar juga menyebabkan berputarnya rotor generator karena satu poros sehingga dapat menghasilkan energi listrik [5].

2.3. Angin

Angin adalah massa udara yang bergerak. Angin dapat bergerak secara horizontal maupun secara vertikal dengan kecepatan bervariasi dan berfluktuasi secara dinamis. Faktor pendorong bergeraknya massa udara adalah perbedaan tekanan udara antara satu tempat dengan tempat yang lain. Angin selalu bertiup dari tempat dengan tekanan udara tinggi ke tempat dengan tekanan udara yang lebih rendah. Jika tidak ada gaya lain yang mempengaruhi, maka angin akan bergerak secara langsung dari udara bertekanan tinggi ke udara bertekanan rendah. Akan tetapi, perputaran bumi pada sumbunya, akan menimbulkan gaya yang akan mempengaruhi arah pergerakan angin.

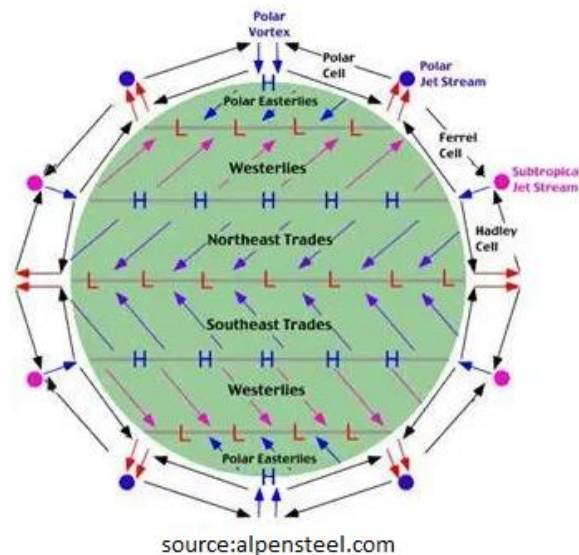
Daerah yang menerima lebih banyak penyinaran matahari, akan memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lainnya. Pada daerah ini, udara bergerak mengembang atau memuai sehingga tekanan udaranya rendah. Pada daerah yang suhu udaranya lebih rendah, tekanan udaranya lebih tinggi. Perbedaan tekanan udara ini akan mengakibatkan terjadinya gerakan udara dari daerah yang tekanan udaranya lebih tinggi ke daerah yang tekanan udaranya lebih rendah yang menimbulkan gerakan udara. Perubahan panas antara siang dan malam merupakan gerak utama sistem angin harian, karena beda panas yang kuat antara udara di atas darat dan laut atau antara udara di atas tanah pegunungan dan tanah di daerah lembah.

Daerah sekitar khatulistiwa, yaitu pada busur 0° , adalah daerah yang mengalami pemanasan lebih banyak dari matahari dibanding daerah lainnya di Bumi, artinya udara di daerah khatulistiwa akan lebih tinggi dibandingkan dengan udara di daerah kutub. Pertukaran panas pada atmosfer akan terjadi secara konveksi. Berat jenis dan tekanan udara yang disinari cahaya matahari akan lebih kecil dibandingkan jika tidak disinari. Perbedaan berat jenis dan tekanan inilah yang akan menimbulkan adanya pergerakan udara. Angin diberi nama sesuai dengan arah mana angin datang, misalnya angin timur adalah angin yang datang dari arah timur, angin laut adalah angin dari laut ke darat, dan angin lembah adalah angin yang datang dari lembah menaiki gunung. Angin lokal disebabkan

perbedaan tekanan lokal dan juga dipengaruhi topography, gesekan permukaan disebabkan gunung, lembah dan lain – lain. Variasi harian disebabkan perbedaan temperatur antara siang dan malam. Perbedaan temperatur daratan dan lautan juga mengakibatkan angin sepoi – sepoi, bagaimanapun angin tidak mengalir sangat jauh di daratan

2.3.1. Jenis Jenis Angin

Angin timbul akibat sirkulasi di atmosfer yang dipengaruhi oleh aktivitas matahari dalam menyinari bumi yang berotasi. Dengan demikian, daerah khatulistiwa akan menerima energi radiasi matahari lebih banyak daripada di daerah kutub, atau dengan kata lain, udara di daerah khatulistiwa akan lebih tinggi dibandingkan dengan udara di daerah kutub. Perbedaan berat jenis dan tekanan udara inilah yang akan menimbulkan adanya pergerakan udara. Pergerakan udara inilah yang didefinisikan sebagai angin. Gambar 4 merupakan pola sirkulasi pergerakan udara akibat aktivitas matahari dalam menyinari bumi yang berotasi.



Gambar 2. 4 Pola Sirkulasi Udara Akibat Rotasi Bumi

a. Angin Laut dan Angin Darat

Angin laut adalah angin yang timbul akibat adanya perbedaan suhu antara daratan dan lautan. Seperti yang kita ketahui bahwa sifat air dalam melepaskan panas dari radiasi sinar matahari lebih lambat daripada daratan, sehingga suhu di laut pada malam hari akan lebih tinggi dibandingkan dengan suhu di daratan. Semakin tinggi suhu, tekanan udara akan semakin rendah. Akibat adanya perbedaan suhu ini akan menyebabkan terjadinya perbedaan tekanan udara di atas daratan dan lautan. Hal inilah yang menyebabkan angin akan bertiup dari arah darat ke arah laut. Sebaliknya, pada siang hari dari pukul 09.00 sampai dengan pukul 16.00 angin akan berhembus dari laut ke darat akibat sifat air yang lebih lambat menyerap panas matahari [5].

b. Angin Lembah

Angin lembah adalah angin yang bertiup dari arah lembah ke arah puncak gunung yang biasa terjadi pada siang hari. Prinsip terjadinya hampir sama dengan terjadinya angin darat dan angin laut yaitu akibat adanya perbedaan suhu antara lembah dan puncak gunung [5].

c. Angin Musim

Angin musim dibedakan menjadi 2, yaitu angin musim barat dan angin musim timur. Angin Musim Barat/Angin Muson Barat adalah angin yang mengalir dari Benua Asia (musim dingin) ke Benua Australia (musim panas). Apabila angin melewati tempat yang luas, seperti perairan dan samudra, maka angin ini akan mengandung curah hujan yang tinggi. Angin Musim Barat menyebabkan Indonesia mengalami musim hujan. Angin ini terjadi pada bulan Desember, Januari dan Februari, dan maksimal pada bulan Januari dengan kecepatan minimum 3 m/s. Angin Musim Timur/Angin Muson Timur adalah angin yang mengalir dari Benua Australia (musim dingin) ke Benua Asia (musim panas). Angin ini menyebabkan Indonesia mengalami musim kemarau, karena angin melewati celah-celah sempit dan berbagai gurun (Gibson, Australia Besar,

dan Victoria). Musim kemarau di Indonesia terjadi pada bulan Juni, Juli dan Agustus, dan maksimal pada bulan Juli [5].

d. Angin Permukaan

Kecepatan dan arah angin ini dipengaruhi oleh perbedaan yang diakibatkan oleh material permukaan Bumi dan ketinggiannya. Secara umum, suatu tempat dengan perbedaan tekanan udara yang tinggi akan memiliki potensi angin yang kuat. Ketinggian mengakibatkan pusat tekanan menjadi lebih intensif. Selain perbedaan tekanan udara, material permukaan bumi juga mempengaruhi kuat lemahnya kekuatan angin karena adanya gaya gesek antara angin dan material permukaan bumi ini. Disamping itu, material permukaan bumi juga mempengaruhi kemampuannya dalam menyerap dan melepaskan panas yang diterima dari sinar matahari. Sebagai contoh, belahan Bumi utara didominasi oleh daratan, sedangkan selatan sebaliknya lebih di dominasi oleh lautan. Hal ini saja sudah mengakibatkan angin di belahan Bumi utara dan selatan menjadi tidak seragam. Gambar 5 menunjukkan tekanan udara dan arah angin bulanan pada permukaan Bumi dari tahun 1959-1997. Perbedaan tekanan terlihat dari perbedaan warna. Biru menyatakan tekanan rendah, sedangkan kuning hingga oranye menyatakan sebaliknya. Arah dan besar angin ditunjukkan dengan arah panah dan panjangnya [5].

e. Angin Topan

Angin topan adalah pusaran angin kencang dengan kecepatan angin 120 km/jam atau lebih yang sering terjadi di wilayah tropis di antara garis balik utara dan selatan. Angin topan disebabkan oleh perbedaan tekanan dalam suatu sistem cuaca. Di Indonesia dan daerah lainnya yang sangat berdekatan dengan khatulistiwa, jarang sekali dilewati oleh angin ini. Angin paling kencang yang terjadi di daerah tropis ini umumnya berpusar dengan radius ratusan kilometer di sekitar daerah sistem tekanan rendah yang ekstrem dengan kecepatan sekitar 20 Km/jam [5].

2.3.2. Perubahan Energi Kinetik Angin Menjadi Energi Listrik

Energi kinetik angin dapat berubah menjadi energi listrik ketika dapat masuk ke dalam area efektif turbin angin hal ini dapat dilihat dengan persamaan:

$$P = \frac{mv^2}{2} = \frac{(\rho Av)v^2}{2} = \frac{\rho Av^3}{2} = \frac{\rho(\pi r^2)v^3}{2}$$

Keterangan:

P = Energi angin (watt)

m = Massa angin (kg/s)

v = Kecepatan angin (m/s)

A = Luas area sapuan rotor (m²)

πr^2 = Luas Lingkaran (m²)

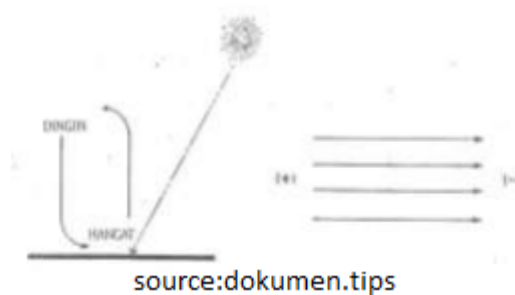
ρ = Densitas udara (kg/m³)

Disini dapat dilihat hal hal yang dapat mempengaruhi besarnya energi angin yang akan berubah jadi energi listrik nantinya. Yang dimana energi tersebut nantinya akan semakin besar apabila faktor-faktor pendukungnya seperti Massa angin(kg/s), Kecepatan angin (m/s), Luas area sapuan rotor yang dimana berbentuk lingkaran sehingga akan menggunakan rumus luas lingkaran dengan satuannya yaitu (m²) semakin besar kemudian terdapat pula densitas udara yang tetap yang memiliki besaran massa sebesar 1,2(kg/m³). Namun untuk studi kasus seperti ini sudah jelas yang paling besar pengaruhnya yaitu kecepatan angin hal ini dikarenakan ketika suatu sistem PLTB sudah jadi dalam artian turbin yang akan diputar telah selesai dibuat dan dipasang di tempat yang telah ditentukan maka semua hal dari persamaan diatas tinggal bergantung pada kecepatan angin saja. Walaupun kecepatan angin yang seharusnya berada di lingkup sekitar PLTB tidak boleh terlalu kencang namun tidak boleh juga terlalu pelan hal ini dikarenakan sistem yang ada pada penerima angin dalam hal ini turbin angin membutuhkan angin yang berada dalam keadaan normal.

2.4. Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Kecepatan Angin

a. Pergerakan udara

Udara bergerak karena adanya arus konveksi natural yang disebabkan oleh perbedaan suhu atau karena adanya perbedaan tekanan (Gambar 2.5)



Gambar 2. 5 Pergerakan Udara Karena Adanya Arus Konveksi Natural atau Karena Adanya Perbedaan Tekanan

b. Kelambaban (inertia)

Udara mempunyai massa, sehingga pergerakannya cenderung di jalur yang lurus. Oleh karena itu, bila dipaksa mengubah arah alirannya, aliran udara ini akan mengikuti bentuk kurva dan tidak pernah membentuk sudut yang benar.

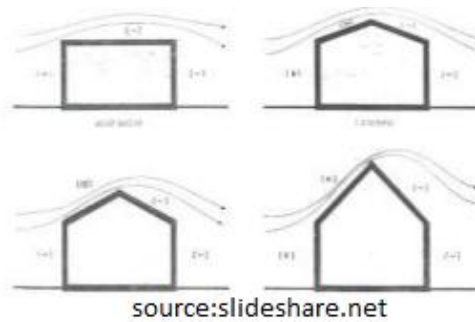
c. Area dengan tekanan udara yang tinggi dan rendah

Sewaktu angin mencapai permukaan bangunan, ia akan memampatkan dan menciptakan tekanan positif (+). Kemudian udara akan dibelokkan ke sisi bangunan tersebut, sehingga tercipta tekanan negatif (-), seperti terlihat pada Gambar 2.5.



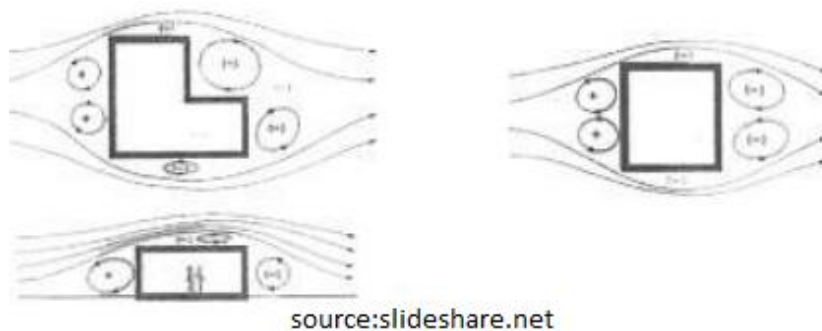
Gambar 2. 6 Aliran Udara Menciptakan Area dengan Tekanan Positif dan Negatif

Di sisi lain, tekanan yang tercipta pada bagian atap bergantung pada kelandaian atap itu sendiri (Gambar 2.6).



Gambar 2. 7 Tekanan Yang Terjadi pada Atap Bergantung pada Kelandaian Atap

Sebenarnya, pada area-area bertekanan tinggi dan rendah ini juga terdapat aliran udara bergolak dan berpusar (eddy), seperti terlihat pada Gambar 2.7 [7].



Gambar 2. 8 Pola Aliran Udara Bergolak dan Berpusar pada Area bertekanan

2.5. Artificial Neural Network(ANN)

2.5.1. Pengertian

Artificial Neural Network (ANN) adalah sistem pemroses informasi yang dimana bukan algoritma, tidak digital dan sungguh sangat mirip. ANN mempelajari tentang hubungan antara variabel masukan dan keluaran dengan mempelajari data sebelumnya. Sebuah ANN mirip dengan sistem jaringan makhluk hidup. Lapisan lapisan yang tenang sangat mirip dengan unsur yang bekerja sebagai satu kesatuan yang disebut saraf. Saraf terhubung dengan jumlah hubungan yang sangat besar, lebih dari itu isyarat atau informasi dapat tersampaikan. Saraf menerima masukan atas sambungan yang baru masuk, di kombinasikan dengan masukan, biasanya menampilkan sebuah operasi non linear dan keluaran akhir. Matlab telah digunakan untuk melatih dan mengembangkan untuk memperakuratkan prediksi dari ANN. Jaringan saraf diadopsi merupakan suatu langkah maju, persepsi berlapis lapis jaringan, biasanya diantara jaringan saraf yang baik dipelajari dari sebuah contoh. Bagaimanapun gambar 1 memperlihatkan sebuah langkah maju mundur pertumbuhan jaringan diagram untuk prediksi kecepatan angin. Jaringan FF adalah jaringan yang telah terhubung penuh dengan 3 lapisan, maju mundur, persepsi dari jaringan saraf. Terhubung penuh berarti keluaran dari setiap input dan saraf tersembunyi terdistribusi ke semua saraf-saraf pendukung lapisan. Bagaimanapun, langkah maju maju berarti nilainya hanya melakukan pergerakan dari masukan ke keluaran yang tersembunyi. Tidak ada langkah mundur pada lapisan yang awal.

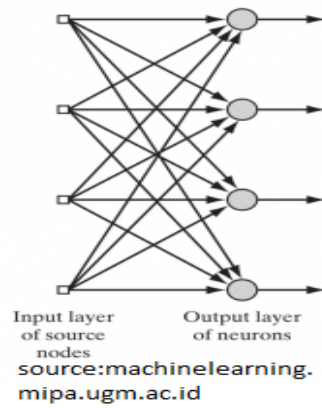
2.5.2. Jenis-jenis ANN

ANN merupakan sebuah kemajuan teknologi yang memiliki 2 bentuk modelan yaitu:

a. Single-Layer Neural Network

Merupakan sebuah metode ANN sederhana yang antara input dengan output-nya diantarai dengan 1 *hidden layer* yang terdapat proses komputasi yang ada pada neuron. Penggambaran single-layer neural

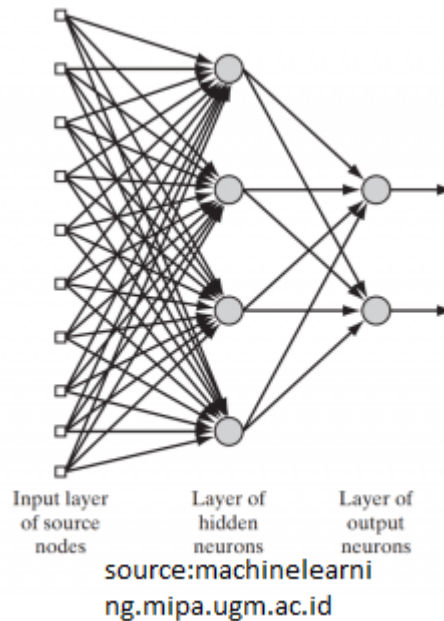
network yaitu:



Gambar 2. 9 Model Single Layer Neural Network

b. Multi-layer neural network

Merupakan sebuah metode ANN kompleks yang mana memiliki lebih dari 1 *hidden layer* yang mana menyebabkan banyak neuron neuron untuk melakukan proses komputasi sehingga output yang dihasilkan lebih baik daripada single-layer neural network. Contoh model dari multi layer neural network yaitu:



Gambar 2. 10 Model Multi Layer Neural Network

2.5.3.Keunggulan dan Kekurangan ANN

Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan tidak terkecuali metode ANN itu sendiri adapun kelebihan dari metode ANN yaitu:

1. ANN dapat diimplementasikan pada berbagai jenis studi kasus yang luas, tidak hanya sebatas dalam meramal kecepatan angin tapi mampu meramal hal-hal yang bersifat sederhana maupun bersifat kompleks.
2. ANN mampu melakukan perhitungan secara paralel sehingga proses lebih singkat,yang dimana mampu melakukan pengelompokan data secara sistematis baik dalam skala jam,tanggal,tahun dan lain-lain secara berurutan dalam sekali memproses data.
3. ANN dalam penggunaannya mampu melakukan self organizing,yang dimana ANN dapat melakukan proses pembelajaran secara mandiri berdasarkan data data yang diberikan.

Adapun ANN juga memiliki kekurangan yaitu:

1. ANN belum mampu melakukan peramalan tentang operasi operasi numerik dengan presisi tinggi,hal ini dikarenakan belum mampunya ANN membaca masukan masukan yang berupa symbol
2. Banyaknya waktu yang digunakan dalam melakukan pembelajaran ketika menemui permasalahan dengan data yang besar/banyak.
3. Black box,merupakan suatu kejadian yang dimana ketika mendapatkan suatu hasil peramalan belum jelas hal apa saja terjadi dalam proses mendapatkan hasil dari peramalan tersebut atau tidak transparan.

2.5.4.Konsep Dasar Jaringan Syaraf Tiruan

Dalam prosesnya struktur jaringan syaraf tiruan dapat dilihat dari total lapisan (layer) dan total neuron. Neuron-neuron tersebut berada pada struktur-

struktur yang bernama neuron layers. Struktur-struktur tersebut dapat dibagi ke dalam 3 susunan, yaitu:

1. Lapisan input (masukan): Pada lapisan ini terdapat node-node yang dinamakan dengan unit-unit. Unit-unit berikut yang nantinya akan menerima masukan dari luar yang akan menjadi abstrak dari suatu permasalahan.
2. Lapisan Tersembunyi: Pada lapisan ini terdapat node-node elemen-elemen tersembunyi. Hasil dari lapisan ini tidak bisa diamati secara langsung nantinya.
3. Lapisan output: Pada lapisan ini node-nodenya dinamakan dengan elemen-elemen output yang dimana pada lapisan ini akan menghasilkan penyelesaian terhadap suatu permasalahan.

2.5.5. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan memiliki peraturan dimana bersifat menyeluruh. Hal ini terjadi ketika mengalami proses perancangan dimana seluruh jaringan akan memiliki konsep dasar yang sama. Bentuk dari sebuah jaringan nantinya yang akan menjadi penentu berhasil atau tidaknya target yang diinginkan karena tidak semua bentuk masalah bisa dikerjakan dengan bentuk yang sama. Jaringan syaraf tiruan memiliki 3 bentuk yaitu, Jaringan lapis tunggal, jaringan yang terdiri dari banyak lapisan, dan jaringan dengan lapisan kompetitif.

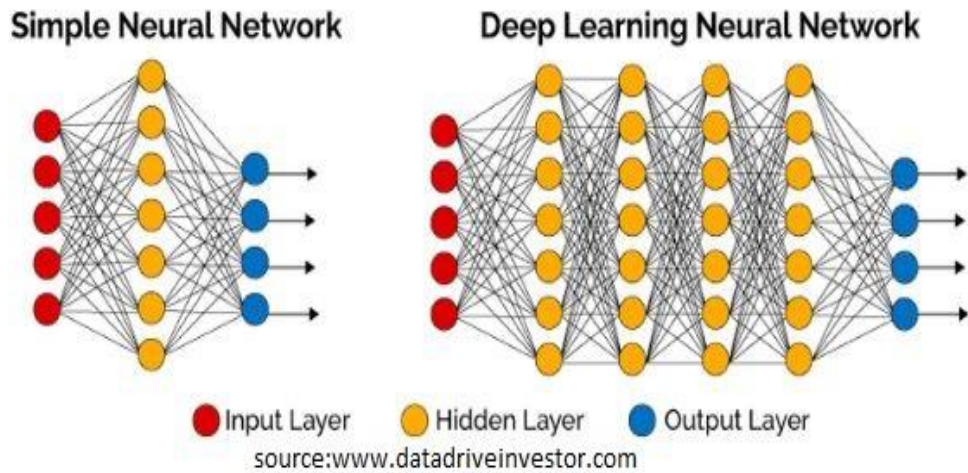
2.5.6. Mengaktifkan Jaringan Syaraf Tiruan

Ketika jaringan syaraf tiruan diaktifkan hal ini berarti akan diaktifkannya seluruh neuron pada jaringan tersebut. Terdapat banyak fungsi yang nantinya bisa digunakan untuk mengaktifkan, yaitu fungsi-fungsi hiperbolic dan goniometri, fungsi seumlse, sigmoid dan unit step. Namun yang biasa dipakai ialah fungsi sigmoid hal ini dikarenakan fungsi ini memiliki kelebihan dalam mendeteksi kinerja sinyal yang terdapat dalam otak manusia. Fungsi dari sigmoid ini sendiri memiliki nilai maksimal yaitu=1. Oleh karena itu untuk bentuk pola yang memiliki target >1, bentuk pola input dan outputnya mesti terlebih dahulu

ditransformasikan hal ini nantinya akan menyebabkan pola tersebut mempunyai capaian yang sama seperti halnya fungsi sigmoid tersebut yang digunakan

2.5.7. Hidden Layer

Hidden layer adalah lapisan yang berada di antara layer input dan layer output yang mampu memiliki beberapa input dan prosedur yang dapat menyelesaikan masalah yang berasal dari layer input menggunakan fungsi aktivasi. Hal ini dapat diartikan dengan *hidden layer* dapat menghasilkan hasil dari transformasi non linier yang sebelumnya didapatkan dari input yang diberikan. *Hidden layer* memiliki banyak varietas hal ini bergantung pada fungsi dari ann itu sendiri serta bergantung juga pada jumlah data yang diberikan pada lapisan input. Lapisan ini pada dasarnya merupakan lapisan fungsi matematika yang diciptakan untuk mendapatkan keluaran berupa data yang sesuai dengan hasil yang diinginkan. Contoh, terdapat bentuk-bentuk lapisan ini yang diketahui merupakan fungsi squashing. Fungsi-fungsi ini nantinya akan amat berguna apabila keluaran yang diharapkan dari algoritma merupakan probabilitas hal ini dikarenakan mereka mendapatkan input dan memberikan nilai output antara 0 dan 1, yang menjadi representasi untuk tolak ukur dari probabilitas.



Gambar 2. 11 Ilustrasi *hidden layer*

Gambar diatas merupakan contoh bentuk ann yang dimana terdiri 3 lapisan yaitu lapisan input, *hidden layer*, dan lapisan output yang dimana warna merah merepresentasikan lapisan input kemudian lapisan kuning merepresentasikan *hidden layer* serta warna biru merupakan representasi dari warna biru. *Hidden layer* memungkinkan fungsi dari ann dibagi menjadi transformasi data tertentu. Setiap fungsi dari lapisan ini diciptakan untuk mendapatkan data output yang ditentukan. Sebagai contoh, *hidden layer* yang memiliki fungsi untuk mengidentifikasi mata dan telinga pada manusia dapat dipergunakan bersama oleh lapisan berikutnya untuk mengidentifikasi wajah dalam gambar. Sedangkan fungsi untuk mengidentifikasi mata tidak cukup untuk mengenali objek secara menyeluruh oleh karena itu keduanya dapat digunakan bersama dalam jaringan saraf. *Hidden layer* merupakan hal yang umum pada ann, akan tetapi ketika akan menggunakannya dan arsitekturnya sering bervariasi dari kasus ke kasus. Contohnya seperti kasus di atas, lapisan ini dapat dipecah-pecah sesuai dengan karakteristik fungsionalnya. Lapisan ini merupakan lapisan yang penting hal ini dikarenakan hasil yang diinginkan akan sangat buruk apabila tidak menggunakan *hidden layer*.

2.6. Matlab

MATLAB (Matrix Laboratory) adalah suatu program untuk analisis dan komputasi numerik dan merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. Pada awalnya, program ini merupakan interface untuk koleksi rutin-rutin numerik dari proyek LINPACK dan EISPACK, dan dikembangkan menggunakan bahasa FORTRAN namun sekarang merupakan produk komersial dari perusahaan Mathworks, Inc. yang dalam perkembangan selanjutnya dikembangkan menggunakan bahasa C++ dan assembler (utamanya untuk fungsi-fungsi dasar Matlab).

Matlab telah berkembang menjadi sebuah environment pemrograman yang canggih yang berisi fungsi-fungsi built-in untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linier, dan kalkulasi matematis lainnya. Matlab juga berisi toolbox yang berisi fungsi-fungsi tambahan untuk aplikasi khusus. Matlab bersifat extensible, dalam arti bahwa seorang pengguna dapat menulis fungsi baru untuk ditambahkan pada library ketika fungsi-fungsi built-in yang tersedia tidak dapat melakukan tugas tertentu. Kemampuan pemrograman yang dibutuhkan tidak terlalu sulit bila Anda telah memiliki pengalaman dalam pemrograman bahasa lain seperti C++, PASCAL, atau FORTRAN [9].

2.7. MAPE(Mean Absolute Percentage Error)

Mean Absolut Percentage error (MAPE) adalah persentase kesalahan rata-rata secara mutlak(absolut). MAPE memiliki pengertian yaitu pengukuran statistik tentang akurasi perkiraan (prediksi) pada metode peramalan. Perhitungan dengan menggunakan metode ini dapat digunakan oleh masyarakat luas karena mudah dipahami dan diterapkan dalam memprediksi akurasi peramalan. Metode perhitungan MAPE memberikan informasi seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya dari suatu percobaan tersebut. Semakin

kecil nilai presentasi kesalahan (percentage error) pada MAPE maka akan semakin akurat hasil peramalan yang dilakukan menggunakan matlab nantinya.

Terdapat analisa tentang nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebagaimana tertulis dalam tabel di bawah ini

Tabel 2. 1 Rentang Nilai MAPE

Range MAPE	Arti nilai
<10%	Kemampuan model peramalan sangat baik
10%-20%	Kemampuan model peramalan baik
20%-50%	Kemampuan model peramalan layak
>50%	Kemampuan model peramalan buruk

Adapun rumus yang digunakan untuk mencari nilai MAPE ini adalah:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \left(\frac{A_t - F_t}{A_t} \right) 100 \right|}{n}$$

Keterangan:

A_t = Data aktual ke t

F_t = Data peramalan ke t

n = Banyaknya data peramalan

Dimana terdapat simbol absolut pada rumus MAPE menunjukkan bahwa nilai negatif hasil perhitungan akan tetap bernilai positif.