

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Turbin Angin

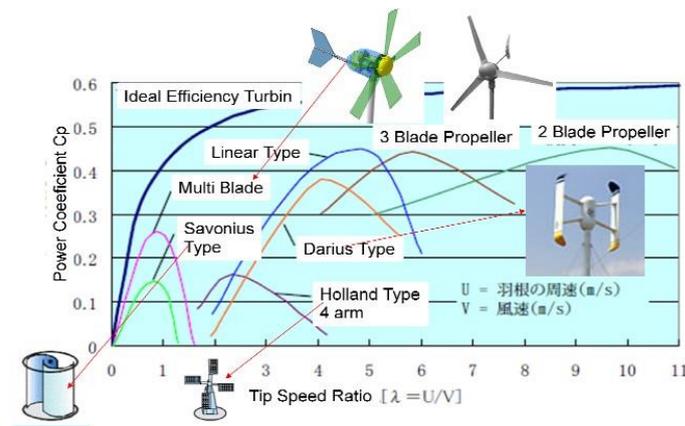
Turbin Angin merupakan alat konversi energi angin menjadi energi mekanik. Energi angin sendiri merupakan hasil dari setengah kali massa jenis udara (ρ) dengan luas penampang cakupan dari turbin angin (A) dan pangkat tiga dari kecepatan anginnya (V^3). Jadi, sedikit saja selisih kecepatan anginnya, maka perbedaan energi yang dihasilkannya dapat berkali lipat besarnya. Misalkan, bila jari-jari turbin yang digunakan sebesar 1m dan densitas udaranya 1.225 maka pada kecepatan angin 3m/s energinya 52 W dan pada kecepatan angin 6m/s energinya jauh lebih besar yaitu 415 W. Inilah yang dinamakan Energi Angin (P_{wind}).

Setiap sistem pasti memiliki suatu tingkat efisiensi kerja karena hampir tidak ada sistem yang mampu bekerja sempurna, seperti halnya turbin angin ini. Oleh karena itu, untuk mendapatkan Energi Mekanik dari hasil turbin ini maka perlu diperhitungkan juga nilai efisiensi turbin (C_p). Nilai efisiensi ini sudah ditentukan dari awal mula sistem (turbin angin) ini didesain. Energi Mekanik dari turbin ini berupa kecepatan putaran bilah turbin (ω) dan torsi, T , (besar gaya yang diberikan pada suatu panjang lengan beban/blade).

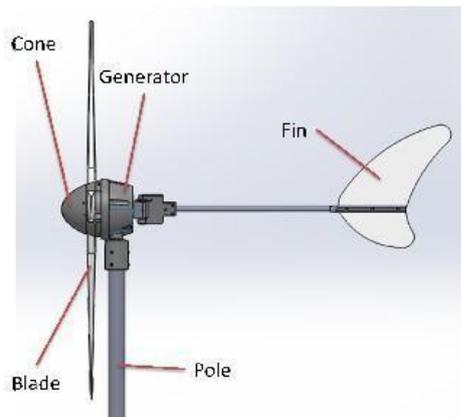
Semakin tinggi efisiensi suatu turbin, semakin maksimal pula turbin tersebut mengkonversi energi yang didapatnya. Tipe turbin yang memiliki tingkat efisiensi paling tinggi adalah tipe *3 blade propeller* (C_p mendekati 45%) dan tipe *savonius* dan *holland* efisiensinya yang terendah. Tipe 2 dan 3 *blade propeller* saat ini banyak dijumpai pada produk-produk komersil^[2].

Pemanfaatan turbin angin terbagi ke dalam beberapa skala ketinggian dan kapasitasnya, yaitu skala besar, menengah, kecil, dan mikro. Semakin besar skalanya, semakin besar pula kapasitas yang mampu dihasilkan suatu turbin angin.

^[2] Hemami, Ahmad. 2010. "Wind Turbine Technology". Cengage Learning: New York, USA



Gambar 2.1 Efisiensi Turbin Angin



Gambar 2.2 Wind Turbine (The Sky Dancer) TSD500

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda dan negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan Windmill. Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin^[4].

^[4] Lentera Angin Nusantara. 2014. "Pengenalan Teknologi Pemanfaatan Energi Angin". Tasikmalaya, Jawa Barat

Perbedaan mendasar antara *The Sky Dancer* dengan turbin angin lainnya adalah terletak pada generatornya. Tipe generator 3 fasa, magnet permanen yang digunakan pada turbin ini memiliki teknologi *cogging less*. *Cogging* merupakan suatu hentakan (torsion yang berlawanan dengan arah putaran turbin) saat memutar rotor yang mengakibatkan rotor sulit sekali diputar dengan tangan dan hal ini menimbulkan getaran dan bunyi yang mengganggu. Seandainya angin dalam kecepatan rendah maka turbin akan sangat sulit berputar. *Cogging* terjadi karena adanya perbedaan permeabilitas antara magnet dengan material non – magnet. Dengan adanya teknologi *cogging – less* ini maka motor dapat diputar tanpa hambatan (sangat halus) dengan tangan sekalipun dan turbin angin ini mampu berputar pada kecepatan angin rendah^[5].

Tabel 2.1 Spesifikasi Wind Turbine

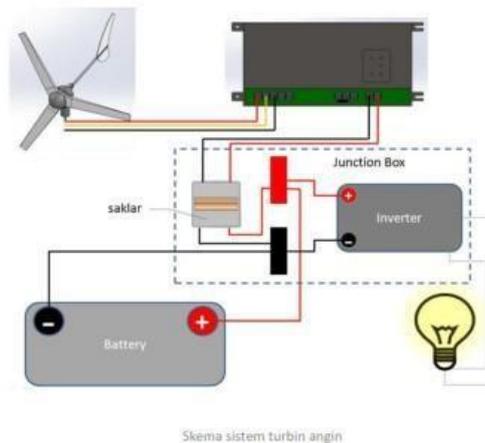
System Name	TSD 500
Turbine Type	HAWT
Maximum Output Power	500 Wp in 12m/s above
Start Up Wind Speed	2.5 m/s
Cut in Wind Speed	3 m/s
Survival Wind Speed	33 m/s
Generator Type	3-phase permanent magnet
Blade Diameter	1.6 or 2 m
Number of Blades	3 blades
Blade Material	Pinewood
Maximum RPM	1000 RPM
Storage System	24 V
Weight of System	25 kg
Manufactured by	NIDEC Japan Corp.

Blade turbin terbuat dari bahan kayu pinus. Selain kualitasnya yang ringan dan kuat, bahan ini mudah ditemui di Indonseia (untuk pengembangann produksi lokal) dan juga harganya yang relatif terjangkau dibandingkan dengan bahan lainnya. Turbin angin TSD – 500 dipasang pada ketinggian 4 hingga 6 meter diatas permukaan tanah. Inilah yang membuat proses instalasi turbin mudah dipelajari dan lebih aman.

^[5] Manwell, J. F. 2009. “*Wind Energy Explained Theory, Design and Application, 2nd Edition*”. Jhon Wiley & Sons Publishing Company: New York, UK

Bagian utama dari turbin angin berupa generator, blade, cone, fin dan ekor. TSD-500 ini merupakan turbin angin sumbu horizontal dengan 3 blade propeller yang memiliki tingkat efisiensi 40%. Turbin ini mulai berputar pada kecepatan angin 2,5 m/s dan mulai memproduksi listrik pada kecepatan angin 3m/s. Daya maksimal yang mampu dihasilkan oleh turbin angin adalah 500 *Waatpeak* (Wp) pada kecepatan angin diatas 12 m/s dan diatasnya. Trubin ini dapat bertahan sampai pada kecepatan angin 33 m/s.

Saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional (Contoh: PLTD, PLTU, dll), namun turbin masih lebih dikembangkan oleh para ilmuwan karena dalam waktu dekat manusia akan dihadapkan dengan masalah kekurangan sumber daya alam tak dapat diperbaharui.



Gambar 2.3 Skema Sistem Turbin Angin

Putaran *blade* membuat generator berputar dan menghasilkan tegangan AC3 fasa yang mewakili vektor arah angin, yaitu u , v , dan w . Kemudian dialirkan menuju controller (teknologi pengamanan dan konversi energi) dan hasil keluaran dari controller ini berupa tegangan DC (telah dikonversi dari AC menjadi DC karena media penyimpanan energi dalam bentuk DC). Setelah itu, dialirkan kembali menuju data logger untuk dilakukan perekaman data dan selanjutnya disimpan kedalam baterai/ aki. Sebelum digunakan ke beban (peralatan listrik AC), energi yang telah disimpan ini harus dikonversi terlebih dahulu melalui inverter (tegangan DC menjadi AC) ^[6].

^[6] Piggot, H. (n.d.). *Windpower Workshop Buliding Your Own Wind Turbine*. British Wind Energy Association.

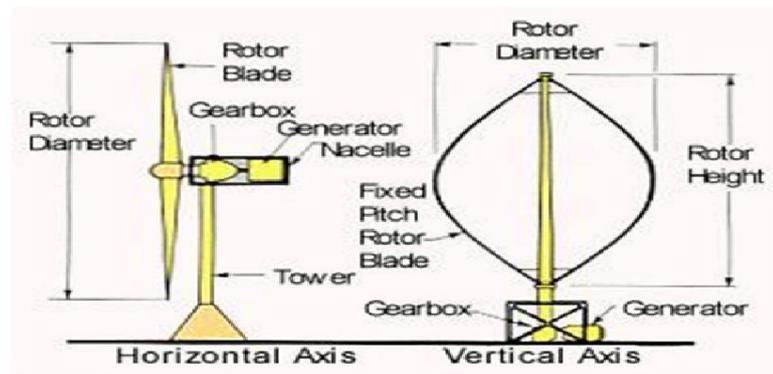
2.2 Bagian-Bagian Turbin Angin

Berikut ini merupakan komponen utama pada turbin angin yaitu :

1. *Blade*

Blade merupakan bagian penting dalam suatu sistem turbin angin sebagai komponen yang berinteraksi langsung dengan angin. Secara umum terdiri dari 2 tipe yaitu *horizontal axis wind turbine* (HAWT) dan *vertical axis wind turbine* (VAWT). Kedua tipe ini dapat disesuaikan dengan orang yang ingin mengimplementasikannya dan kemampuannya dalam mewujudkan. Untuk tipe *vertical* pembuatannya jauh lebih sulit dibandingkan *horizontal* dan tergantung pada keterampilan pembuatnya.

Contoh gambarnya sebagai berikut:

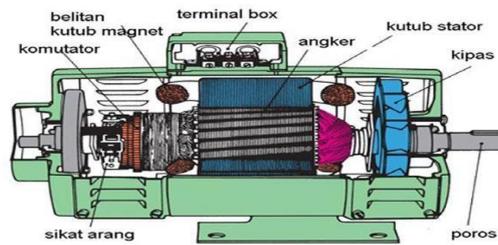


Gambar 2.4 Tipe Blade pada Turbin Angin

The Sky Dancer merupakan turbin angin tipe HAWT dengan 3 *blade propeller* yang memiliki nilai C_p 40%, yang berarti mampu mengambil 40% dari total energi angin yang diterimanya (energi perluas satuan *blade*) menjadi energi mekanik.

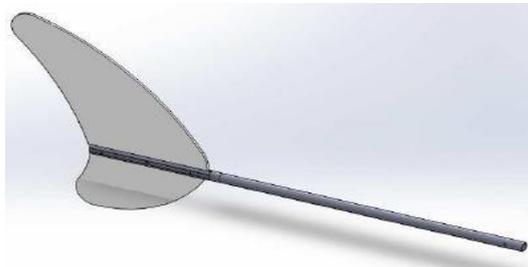
2. Generator

Generator merupakan alat konversi energi mekanik menjadi energi listrik. Generator mengubah torsi (T) dan kecepatan putar rotor (ω) yang diterimanya dari *blade* menjadi nilai tegangan (V) dan arus (I). Hasil keluaran dari generator ini berupa listrik AC 3 fasa. Perancangan generator harus disesuaikan dengan karakter titik putaran *blade* sehingga proses konversi energi mekanik menjadi energi listriknya memiliki efisiensi yang tinggi.



Gambar 2.5 Generator

3. *Fin*

Gambar 2.6 *Fin*

Ekor turbin angin berfungsi mengarahkan turbin angin menghadap arah angin. Ukuran ekor perlu disesuaikan dengan turbin angin sehingga mampu mendorong badan turbin ke arah angin. Sang Penari Langit memiliki sirip ekor yang terbuat dari bahan fiber dan batang ekornya terbuat dari besi.

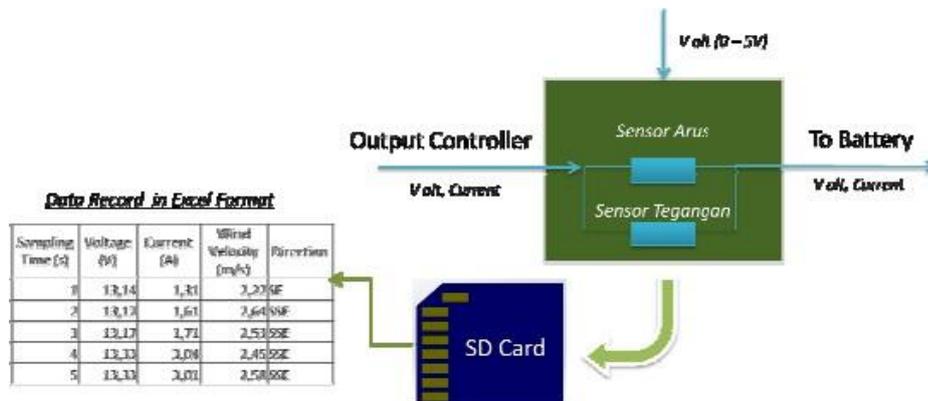
4. *Controller*

Controller berperan sebagai alat konversi energi listrik dari AC menjadi DC dan pengatur sistem tegangan masukan yang fluktuatif dari generator untuk distabilkan sebelum disimpan ke baterai.

Beberapa aspek yang harus dipahami untuk merancang controller, seperti:

1. Elektronika
2. *Control Otomatic*
3. *Power electronic*
4. *Programming*

5. Data Logger



Gambar 2.7 Data Logger

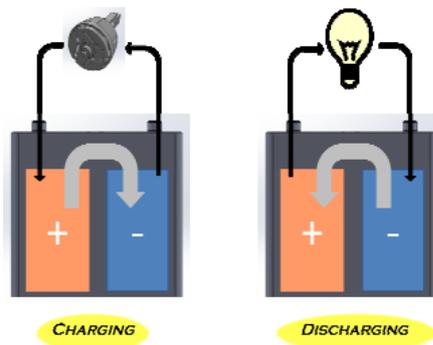
Data logger (DL) berperan sebagai media penyimpanan data, tegangan dan arus dari *controller* akan melewati DL untuk direkam setelah itu tegangan dan arus ini kembali dialirkan kembali menuju baterai.

Rekaman data disimpan di dalam SD Card dalam format excel seperti waktu perekaman data dalam detik, tegangan, arus, kecepatan, dan arah angin. Keilmuan terkait mengenai data logger ini, diantara lain sensor, PIC *programming*, sistem digital, dan elektronika.

6. Baterai

Baterai berperan sebagai media penyimpanan energi listrik. Pada baterai terjadi reaksi elektrokimia charging dan discharging. Proses charging ini bekerja saat baterai berfungsi sebagai beban dan sumber energinya dari generator, sementara itu proses discharging adalah ketika baterai menjadi sumber energi untuk pengisian beban lainnya (misalkan lampu).

Pada sistem TSD-500, baterai yang digunakan adalah baterai jenis *deep cycle gel* dan terdapat 2 macam yaitu baterai dengan kapasitas 12V / 100Ah dan 2V / 800Ah. Hal ini ditujukan berdasarkan kebutuhan penggunaannya.



Gambar 2.8 Baterai

7. Inverter



Gambar 2.9 Inverter

Inverter berfungsi sebagai alat konversi listrik DC dari baterai (12/24 V) menjadi listrik AC (220 V) sehingga bisa digunakan untuk peralatan listrik AC, seperti peralatan rumah tangga sehari-hari yaitu lampu, televisi, kulkas, dll^[7].

2.3 *Permanent Magnet Synchronous Generator*

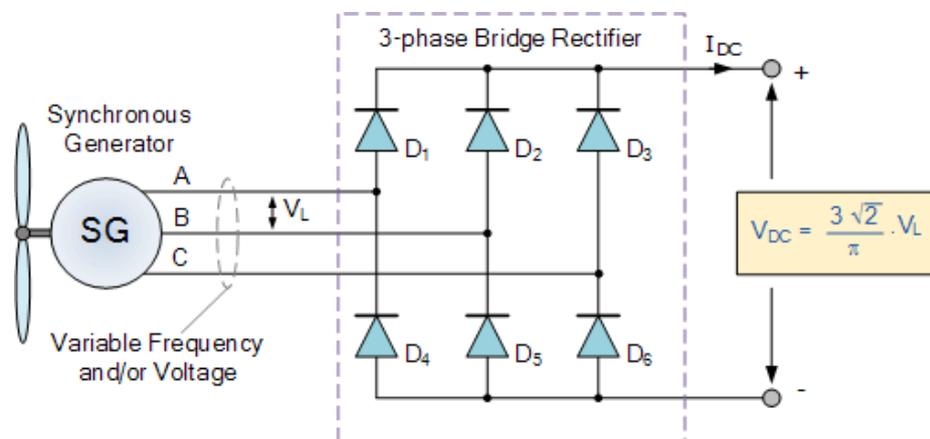
Generator sinkron magnet permanen (PMSG) adalah generator yang medan eksitasinya dihasilkan oleh magnet permanen bukan kumparan sehingga fluks magnetik dihasilkan oleh medan magnet permanen. Generator ini memiliki keunggulan yang signifikan, menarik minat para peneliti dan biasanya digunakan dalam aplikasi wind turbine.

Generator sinkron magnet permanen merupakan mesin listrik berputar dengan 3-fase stator klasik seperti generator induksi pada umumnya. Magnet permanen bisa

^[7] Sucipto, E. (2009). *Analisa Daya yang di Hasilkan Generator Terhadap Perubahan Kecepatan Putaran Blade Kincir Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin 200 Waat*. Jakarta: Universitas Mercu Buana.

terpasang pada permukaan ataupun tertanam pada rotornya. Sifat-sifat bahan permanen magnet akan mempengaruhi secara langsung kinerja dari generator dan pengetahuan yang tepat diperlukan untuk dapat memilih bahan yang tepat.

Jenis rangkaian penyearah yang paling sederhana menggunakan rangkaian jembatan dioda untuk mengubah AC yang dihasilkan oleh generator menjadi supply DC berfluktuasi yang amplitudonya ditentukan oleh kecepatan putaran generator. Dalam rangkaian penyearah generator sinkron yang ditunjukkan di bawah ini, keluaran 3-fasa generator disearahkan menjadi DC oleh penyearah 3-fasa^[8]



Gambar 2.10 Rangkaian penyearah PMSG

PMSG adalah salah satu jenis generator sinkron yang medan utamanya dihasilkan oleh magnet permanent bukan kumparan sehingga fluks magnetic dihasilkan oleh medan magnet permanent dimana magnet permanen ini terdapat pada rotornya. Sama seperti generator pada umumnya, PMSG merupakan sebuah perangkat atau alat yang dapat mengubah atau mengkonversi energy mekanik menjadi energy listrik. Dalam penggunaannya, energy mekanik yang dimanfaatkan dapat bersumber dari angin, air, mesin diesel dan lain-lain. Pada generator sinkron, besarnya frekuensi elektrik akan berbanding lurus dengan kecepatan putar generator. Nilai frekuensi pada generator sinkron dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1.

^[8] Arifianto, I., & Rangga HS, M. (2018). Analisa Efisiensi dan Rancang Generator Permanent Magnet 12 Slot 8 Pole Menggunakan Software Magnet 7.5. *Seminar Nasional Microwave, Antena dan Propagasi (SMAP) 2018 Unpak, ID #11, 43.*

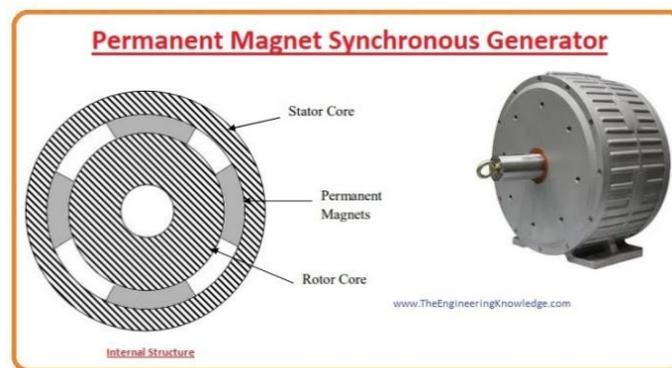
$$f = \frac{P\omega}{120} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

f = Frekuensi elektrik (Hz)

P = Jumlah kutub magnet

ω = Kecepatan putar rotor (RPM)



Gambar 2.11 Permanent Magnet *Synchronous* Generator.

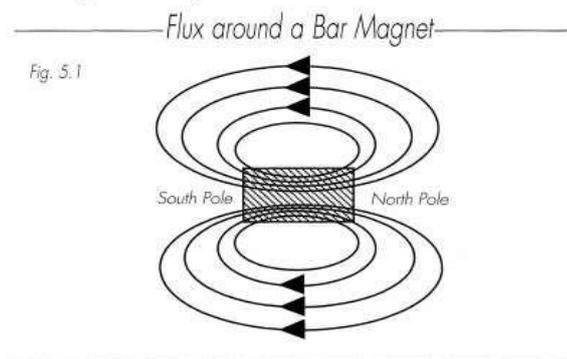
2.4 Konstruksi *PMSG*

Generator bekerja menggerakkan magnet melewati kumparan. Didalam medan magnet akan timbul fluks magnet. Semakin banyak fluks magnet maka akan semakin besar pula tegangan yang dihasilkan generator tersebut.

2.4.1 Permanen Magnet

Sebuah magnet memiliki dua kutub, utara dan selatan. Fluks muncul dari kutub utara dan menemukan jalannya kembali ke kutub selatan. Berikut adalah „sirkuit magnetik“. Fluks menyukai besi, baja, dan bahan magnetic lainnya. Fluks tidak hanya menarik mereka, tetapi jumlah fluks dalam sirkuit bias menjadi jauh lebih besar jika sirkuit tersebut terbentuk dari material tersebut^[3].

^[3] Kenjo, T., Nagamori, S., 1985. *Permanent-Magnet and Brushless DC Motors*. Oxford University, New York.



Gambar 2.12 Garis gaya magnet (*Windpower Workshop, H. Piggott*)

2.4.2 Kumbaran

Generator memiliki kumparan dari kawat tembaga, sering juga disebut belitan/coil. Kumbaran dibagi menjadi dua tipe sebagai berikut.

1. Kumbaran utama, atau kumparan keluaran dimana daya dibangkitkan
2. Kumbaran medan atau eksitasi yang harus dialiri arus untuk membangkitkan medan magnet di dalam mesin. Biasa disebut sebagai mesin eksitasi.

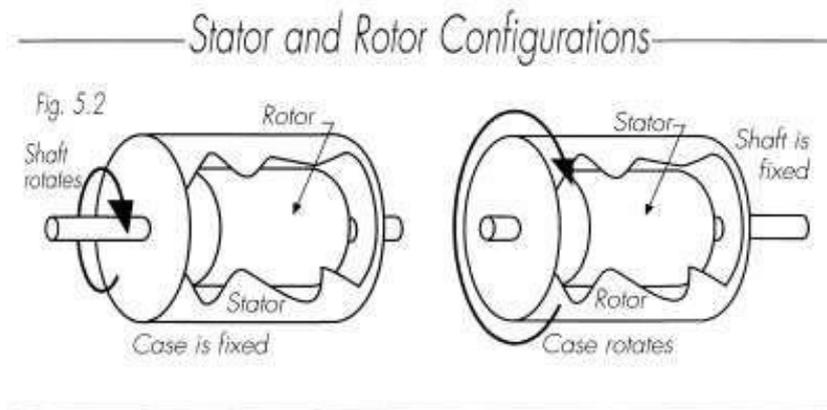
Generator magnet permanen tidak membutuhkan kumparan medan karena mereka tereksitasi secara permanen^[6]

2.4.3 Stator dan Rotor

Generator mempunyai dua bagian yaitu bagian tidak bergerak (stator) dan bagian yang bergerak (rotor). Stator biasa dibuat di bagian luar, menyelimuti mesin. Rotor biasa dipasang pada shaft berputar di tengah.

Generator bekerja dengan menggerakkan magnet melewati kumparan, atau menggerakkan kumparan melewati magnet; dan hasilnya sama saja. Yang berpengaruh adalah pergerakan relatifnya. Maka dari itu, magnet bisa berada di stator ataupun di rotor. Mereka juga bisa berada di dalam atau di luar

^[6] Piggot, H. (n.d.). *Windpower Workshop Building Your Own Wind Turbine*. British Wind Energy Association.



Gambar 2.13 Konfigurasi Stator dan Rotor

Rotor merupakan salah satu komponen yang terdapat pada generator, dan rotor tersebut merupakan bagian dari generator yang berputar. Pada jenis PMSG, rotor ini sendiri juga sebagai tempat menempelnya magnet permanen dimana hal ini bisa di asumsikan sebagai penghasil medan magnet yang diperlukan dalam pembangkitan tegangan. Rotor akan dihubungkan dengan poros turbin agar dapat berputar. Pada stator diantaranya terdapat coil atau kumparan dimana kumparan tersebut merupakan salah satu komponen untuk tempat terbentuknya tegangan dan arus mengalir. Lilitan atau kumparan pada stator berfungsi sebagai tempat terjadinya gaya gerak listrik (GGL) induksi.

2.4.4 Air Gap dan Air Box

Celah udara (Air Gap) bisa diartikan sebagai jarak antara stator dan rotor. Pada celah udara inilah yang nantinya terjadi fluks induksi antara kumparan stator yang memotong magnet permanen yang terdapat pada rotor sehingga dapat tercipta gaya gerak listrik (GGL). Pada jarak tersebut tentunya harus diperhitungkan agar didapatkan hasil kerja generator yang optimum. Secara tidak langsung hal tersebut akan membuat tegangan pada generator akan semakin besar. Air gap adalah rongga yang berada di bagian antara stator dan rotor. Sedangkan air box adalah rongga yang berada paling luar dari generator.

2.5 Prinsip Kerja PMSG

PMSG memiliki prinsip kerja yang sama dengan generator sinkron tetapi pada rotornya kumparan medan diganti dengan magnet permanen. PMSG

menghasilkan flux pada kutub-kutub rotor yang memotong kumparan jangkar sehingga menghasilkan GGL bolak-balik pada ujung stator sehingga kumparan jangkar pada stator menghasilkan tegangan induksi.

Rotor merupakan bagian berputar yang ada pada generator. Pada PMSG, rotor merupakan tempat tersusunnya magnet permanent sebagai pembangkit medan magnet yang diperlukan untuk pembangkit listrik. Induksi elektromagnetik yang ada pada PMSG menggunakan hukum *faraday* yang berbunyi “adanya perubahan fluks magnetik yang melingkupi suatu kumparan akan menimbulkan GGL pada kumparan tersebut”. Tidak hanya hukum *faraday*, pada PMSG ini digunakan hukum *lenz* yang berbunyi “GGL induksi yang muncul berlawanan arah dengan perubahan fluks menyebabkan arus mengalir”

2.5.1 Medan Magnetik

Medan magnet adalah mekanisme dasar di mana energi diubah dari satu bentuk ke bentuk lain di motor, generator, dan transformator. Empat prinsip dasar menjelaskan bagaimana medan magnet digunakan dalam perangkat ini:

1. Kawat pembawa arus menghasilkan medan magnet di daerah sekitarnya.
2. Medan magnet yang berubah terhadap waktu menginduksi tegangan pada kumparan kawat jika melewati kumparan tersebut. (Ini adalah dasar dari aksi transformator.)
3. Kawat pembawa arus di hadapan medan magnet memiliki gaya yang diinduksi padanya. (Ini adalah dasar dari aksi motorik.)
4. Kawat bergerak di hadapan medan magnet memiliki tegangan yang diinduksi di dalamnya. (Ini adalah dasar dari aksi generator.)

Intensitas medan magnet H dalam arti ukuran dari "usaha" yang diberikan arus ke dalam pembentukan medan magnet. Kekuatan fluks medan magnet yang dihasilkan dalam inti juga bergantung pada bahan inti. Hubungan antara intensitas medan magnet H dan kerapatan fluks magnet B yang dihasilkan yang dihasilkan dalam suatu bahan diberikan oleh

$$B = \mu H \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

H = intensitas medan magnet

μ = permeabilitas magnetik material

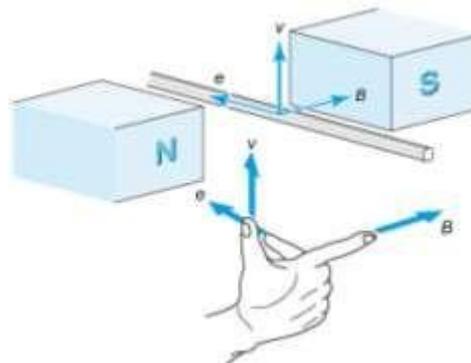
B = kerapatan fluks magnet yang dihasilkan

Kerapatan fluks magnet aktual yang dihasilkan dalam sepotong bahan diberikan dalam dua istilah;

H, melambangkan usaha yang dilakukan oleh arus untuk membentuk medan magnet μ , mewakili kemudahan relatif membentuk medan magnet dalam bahan tertentu Satuan intensitas medan magnet adalah ampere-turn per meter, satuan permeabilitas adalah henry per meter, dan satuan kerapatan fluks yang dihasilkan adalah webers per meter persegi yang dikenal dengan tesla (T)^[1].

2.5.2 Kaidah tangan kanan fleming

Kaidah tangan kanan fleming adalah sebuah metode mnemonik untuk memudahkan menentukan arah vektor dari ketiga komponen hukum Faraday, yakni arah gaya gerak kumparan kawat, arah medan magnet, serta arah arus listrik.



Gambar 2.14 kaidah tangan kanan fleming

Rumus dari tangan kanan fleming adalah :

$$e = b \cdot l \cdot v \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

B = kuat medan magnet (Tesla)

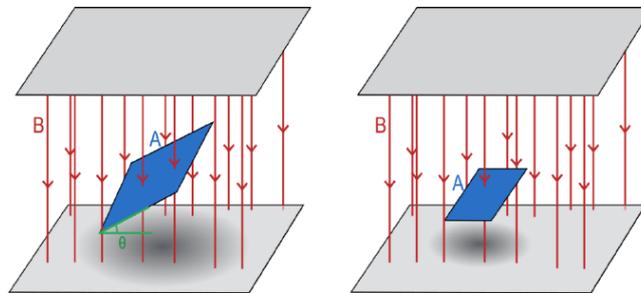
^[1] Chapman, S. (2012). *Electric Machinery Fundamentals. Edisi 5*. New York: The MacGraw- Hill Companies.

L = panjang kawat (m)

v = kecepatan sudut (rpm)

2.5.3 Fluks Magnetik

Fluks magnetik adalah ukuran atau jumlah medan magnet (B) yang melewati luas penampang tertentu. Satuan fluks magnetik adalah weber (Wb). Fluks magnet yang melalui bidang tertentu melewati bidang tertentu sebanding dengan jumlah medan magnet yang melalui bidang tersebut.



Gambar 2.15 Aliran Fluks Magnet

Rumus fluks magnetik yaitu :

$$\Phi_{max} = B_{max} \cdot A \dots \dots \dots (2.4)$$

Φ_{max} : fluks magnet (Wb)

B_{max} : densitas fluks maksimum (T)

A : luas magnet (m^2)

2.5.4 Kecepatan Putar Rotor

Kecepatan putar PMSG mempengaruhi tegangan dan arus yang dihasilkan. Rumus kecepatan putar rotor tersebut yaitu^[3] :

$$\omega = \frac{n \cdot 2\pi}{60} \dots \dots \dots (2.5)$$

^[3] Kenjo, T., Nagamori, S., 1985. *Permanent-Magnet and Brushless DC Motors*. Oxford University, New York.

Keterangan :

n = kecepatan putar (rpm)

ω = kecepatan angular (rad/s)

Pada software magnet kecepatan putar (rpm) harus dirubah menjadi kecepatan angular menggunakan rumus tersebut.

$$\Omega = \frac{360}{60 s} n \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

Ω = angular (deg/s)

n = kecepatan putar rotor (rpm)

2.5.5 Daya input

Daya input pada generator dihasilkan dari torsi dan kecepatan putar padarotor dapat dirumuskan :

$$P_{IN} = \omega \times T \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

P = Daya input

T = Torsi (Nm)

ω = kecepatan angular (rad/s)

2.5.6 Daya Output

Rumus Daya output pada generator ini adalah :

$$P_{OUT} = V \times I \dots\dots\dots(2.8)$$

P = Daya output (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

2.5.7 Efisiensi

Efisiensi ini dihitung berdasarkan perbandingan antara daya keluaran generator terhadap daya masukan awal generator yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.9)$$

2.6 Software berbasis *Finite Element Methode*

FEM adalah sebuah metode yang umum digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknik. Dengan menggunakan FEM, desain elektromagnetik dari PMSG dapat dibuat dan dievaluasi performannya, serta pengamatan distribusi medan elektromagnetik pada inti besi PMSG dapat dilakukan.

Software magnet merupakan software berbasis Finite Element Method (FEM) yang berfungsi untuk melakukan simulasi fenomena – fenomena elektromagnetik pada berbagai perangkat. MagNet menyajikan “laboratorium virtual” dimana pengguna dapat membuat model dari bahan magnetik dan kumparan, melihat medan magnet yang dihasilkan serta mendapatkan nilai numerik seperti flux linkage dan gaya dari model tersebut.

MagNet didesain sebagai alat pemodelan bentuk 3D untuk menyelesaikan masalah elektromagnetik yang meliputi medan magnet statis, medan magnet yang berubah terhadap waktu dan kondisi transien pada perangkat yang bergerak. MagNet juga dapat melakukan simulasi 2D sehingga dapat menyelesaikan masalah lebih cepat. MagNet menggunakan metode terbaru untuk menyelesaikan persamaan medan magnet dan menghitung nilai seperti gaya dan torsi.



Gambar 2.16 Software MagNet