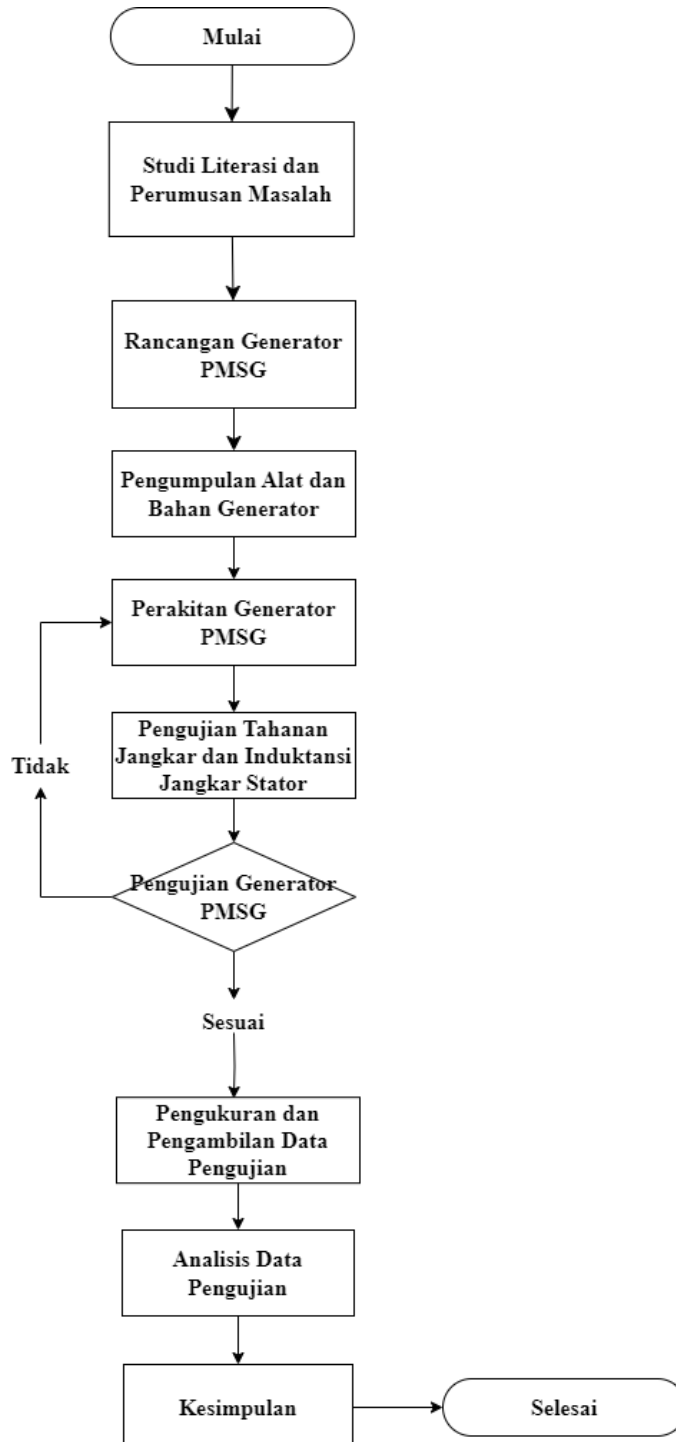


1. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

Berdasarkan gambar 3.1 penelitian ini ada beberapa tahap diantaranya yaitu studi literatur, perancangan PMSG, pengumpulan alat serta bahan, pengujian PMSG, analisis data pengujian.

- a. Memulai sebuah penelitian.
- b. Melakukan studi literasi yaitu bimbingan dan diskusi bersama dosen pembimbing untuk mendapatkan sebuah arahan dan diskusi bersama teman, dan kakak Tingkat. Serta studi literatur mencari sumber dari buku maupun jurnal yang mengenai tentang *Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG), parameter dan rumus yang berhubungan dengan pengujian karakteristik generator.
- c. Merancang *Permanen Magnet Synchronous Generator* (PMSG) dari motor BLDC dengan formasi kumparan 1 x 12 jadi setiap fasa memiliki 12 coil terhubung secara seri dengan rangkaian Y (*star*) serta magnet permanen yang digunakan berjumlah 12 magnet dengan 24 kutub. dengan menggunakan bahan kawat tembaga dan kawat alumunium.
- d. Mengumpulkan dan mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan penelitian Generator Sinkron Magnet Permanen/*Permanen Magnet Synchronous Generator* (PMSG) fluks radial.
- e. Melakukan pembuatan *Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG) fluks radial yang sudah di *rewinding* menggunakan kawat tembaga dan kawat alumunium, pastikan juga kawat enamel yang digunakan tidak tergores maupun putus dan pastikan juga magnet permanen menempel dengan baik di rotor.
- f. Pengujian resistansi induktansi di setiap coil stator menggunakan multimeter dan pengujian kuat medan magnet rotor menggunakan gauss meter.

- g. Merakit dan menggabungkan semua unit dari rotor, stator *Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG), motor induksi tiga fasa sebagai penggerak (*prime mover*) yang disambungkan menggunakan *v-belt* lalu nantinya kecepatannya akan diatur oleh VSD (*Variable Speed Drive*).
- h. Generator diuji dengan pengujian *open circuit*, *short circuit* dan *full load* pada variasi kecepatan putaran rotor (250, 500, 750, 1000, 1250 dan 1400 RPM) diatur menggunakan VSD (*Variable Speed Drive*).
- i. Pengumpulan data dari hasil pengujian *Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG) Fluks Radial menggunakan *power quality analyzer*, tang ampere, avometer, tacho meter.
- j. Menganalisa kinerja *Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG) dari pengujian yang sudah dilakukan.
- k. Kesimpulan dari pengujian *Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG) Fluks Radial.
- l. Selesai penelitian.

3.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro Kampus 2 Universitas Siliwangi Mugarsari dan Bengkel Lukas Teknik.

3.3 Perancangan Alat PMSG Fluks Radial

Perancangan *Permanen Magnet Synchronous Generator* (PMSG) fluks radial mencakup beberapa tahapan dalam perancangan komponen untuk *input*, proses dan output.

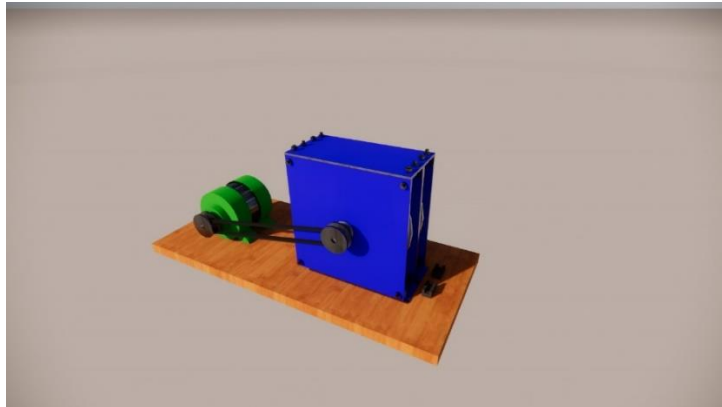
Input yaitu sebuah energi mekanik yang dihasilkan dari sebuah mesin 3 fasa

nantinya *pulley* dari mesin tersebut akan menggerakkan *pulley* dari generator lalu akan saling terhubung menggunakan *v-belt* menggunakan kecepatan maksimal 1400 RPM yang diatur oleh VSD Schneider Altivar (*Variable Speed Drive*). Untuk perbandingan ukuran *pulley* dan *v-belt* tidak diukur karena untuk mengukur kecepatan putaran diukur pada *pulley* generator.

Proses disini yaitu sebuah putaran dari *pulley* mesin listrik yang menghubungkan dengan *pulley* generator akan membuat rotor berputar sehingga stator akan melakukan perubahan medan magnet permanen yang akan menginduksi di dalam kumparan yang menghasilkan sebuah gaya gerak listrik (GGL), besarnya gaya gerak listrik (GGL) tergantung dari kecepatan putaran rotor semakin cepat putaran rotor semakin besar juga gaya gerak listrik (GGL) yang akan dihasilkan.

Output yaitu sebuah arus dan tegangan listrik yang dihasilkan dari generator yang dirancang memiliki tiga fasa dengan tiga pengujian diantaranya pengujian *open circuit*, *short circuit* dan *full load*. Dari pengujian tersebut dapat menghasilkan kapasitas daya yang dihasilkan generator. Tegangan kerja yang direncanakan mulai dari 190 VAC sampai dengan 220 VAC.

Pada pengujian *Permanen Magnet Synchronous Generator* (PMSG) fluks radial ini menggunakan motor listrik 3 fasa yang digunakan sebagai penggerak atau *prime mover* dengan spesifikasi motor induksi tiga fasa dengan kecepatan maksimal 1400. Pada gambar 3.2 merupakan perancangan *Permanen Magnet Synchronous Generator* (PMSG) fluks radial dengan motor induksi 3 fasa sebagai *prime mover*.



Gambar 3.2 Perancangan *Permanen Magnet Synchronous Generator (PMSG) Fluks Radial* (Ramdhany et al., 2021).

3.3.1 Komponen

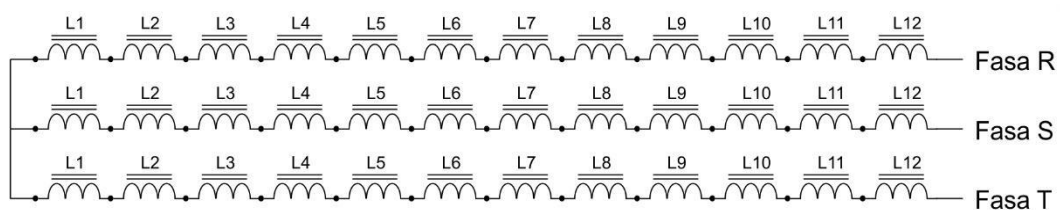
Tabel 3. 1 Komponen PMSG

No.	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Rotor BLDC 12 magnet permanen	$\varnothing = 281 \text{ mm}$, lebar = 40 mm	2
2	Stator BLDC 36 coil 3 Fasa	$\varnothing = 206 \text{ mm}$, lebar = 35 mm	2
3	Shaft	$\varnothing = 15 \text{ mm}$ (Custom)	1
4	Bearing	Tipe 6203 – 2RS (15 mm)	2
5	Besi Plat 3 mm	Panjang = 320 mm, lebar = 325 mm	4
		Panjang = 320 mm, lebar = 80 mm	4
6	Besi siku 3 cm	Panjang = 320 mm	8
7	Mur dan Baut	Mur dan baut M10, panjang = 1 cm	16
		Mur dan baut M10, panjang = 7 cm	2
		Mur dan baut M12, panjang = 7 cm	6
8	Pulley	$\varnothing = 85 \text{ mm}$ dan $\varnothing = 85 \text{ mm}$	2
9	V-belt	Tipe 1 A47	1
10	Terminal Blok	4 terminal	1
11	VSD (<i>Variable Speed Drive</i>)	VSD Schneider Altivar310	1
12	Motor 3 Fasa	380 volt 50 Hz	1

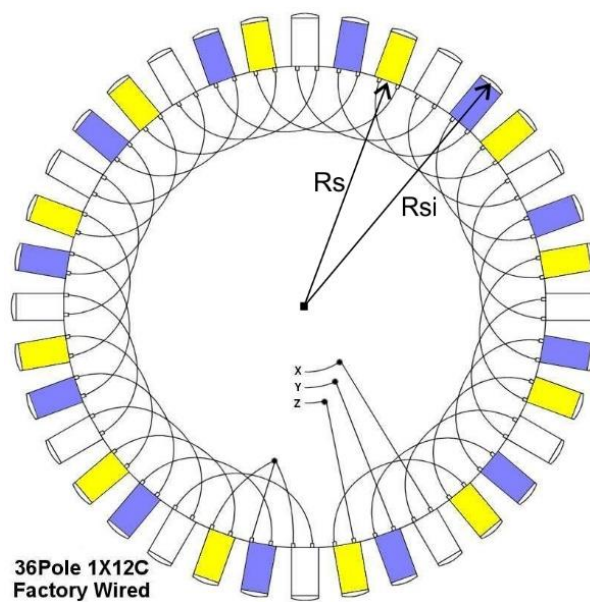
3.3.2 Rancangan Stator

Stator dengan *coil* berinti besi memiliki kelebihan memusatkan induksi dari

magnet permanen sehingga gaya gerak listrik (GGL) yang dihasilkan dari kumparan stator sangat besar dengan tiga sudut fasa terhubung pada rangkaian Y (*Star*). Kelebihan rangkaian Y (*Star*) mampu menghasilkan daya yang besar pada pembangkitan generator. Rancangan stator pada penelitian ini menggunakan formasi pabrikasi 1 x 12. Gambar 3.3 merupakan formasi pabrikasi kumparan stator 1 x 12 coil jadi ada 12 coil per fasanya dengan total 36 coil.



Gambar 3.3 Rangkaian Formasi 1 x 12 Coil.



Gambar 3. 4 Skematik Stator Formasi 1 x 12 Coil (Ramdhany et al., 2021).

Pada formasi ini setiap fasa memiliki 12 coil terhubung serial dalam 1 rangkaian Y (*Star*). Ukuran stator pada generator sinkron magnet permanen dijelaskan pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Ukuran Stator

No	Simbol	Keterangan	Ukuran (mm)
1	Rs	Jari-jari stator	133 mm
2	Rsi	Jari-jari stator bagian dalam	103 mm



Gambar 3.5 Stator.

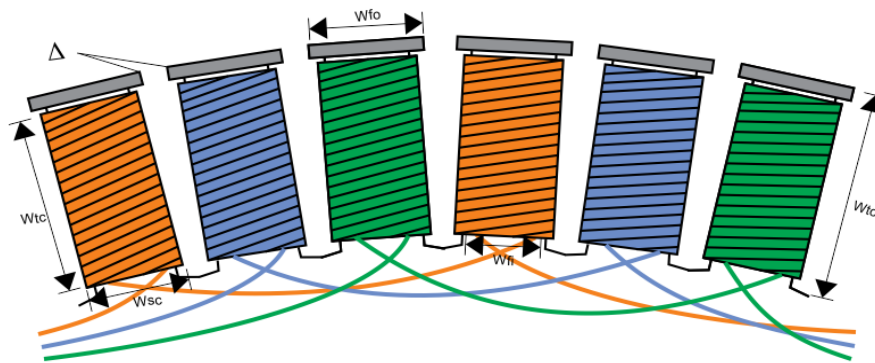
Pada gambar 3.5 menunjukkan dimensi dari sebuah stator dengan diameter 265 mm dan ketebalan stator 32 mm ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Dimensi Stator.

No	Keterangan	Ukuran (mm)
1	Diameter Stator	265 mm
2	Ketebalan Stator	32 mm

Tabel 3. 4 Ukuran Kumbaran.

No	Simbol	Keterangan	Ukuran (mm)
1	Wfo	Lebar bagian luar inti besi	15 mm
2	Wfi	Lebar bagian dalam inti besi	14 mm
3	Wto	Panjang inti besi	29 mm
4	Wsc	Lebar kumbaran	14 mm
5	Wtc	Panjang kumbaran	25 mm
6	Δ	Jarak antar pole	10 mm

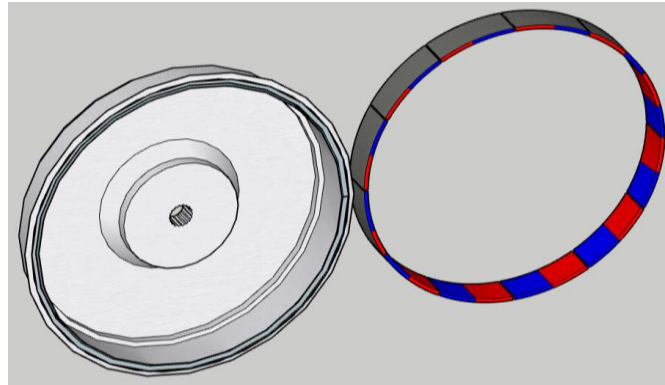


Gambar 3. 6 Dimensi Kumbaran.

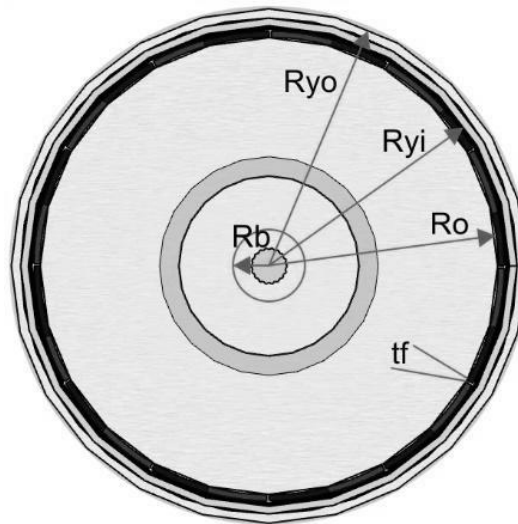
Tabel 3.4 adalah penjelasan dari gambar 3.6 yaitu stator dengan jenis coil tipe belitan satu lapis. Pada penelitian ini menggunakan kawat tembaga dan kawat alumunium dengan diameter $0,8 \text{ mm}$, untuk mengetahui karakteristik kawat kawat tersebut. Berdasarkan perhitungan perancangan jumlah lilitan yang digunakan adalah sebanyak 95 lilitan dan jumlah coil dalam 1 kumparan ada 36 coil (12 coil dalam satu fasa).

3.3.3 Rancangan Rotor

Pada rancangan rotor *Permanent Magnet Synchronous Generator* (PMSG) fluks radial menggunakan bahan alumunium untuk lempengan roda karena pada saat pembangkitan fluks magnet menggunakan magnet permanen dipasang di bagian rotor. Magnet permanen yang digunakan pada PMSG ini berjenis Barium ferrite ($\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$). Pemasangan magnet permanen secara *surface-mounted* yaitu magnet permanen diletakan pada permukaan rotor tanpa harus menanamnya, pada perancangan rotor menggunakan 12 magnet dengan posisi kutub *North-South* sehingga terdapat 24 kutub magnet seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Rancangan Pemasangan Magnet (Ramdhany et al., 2021).

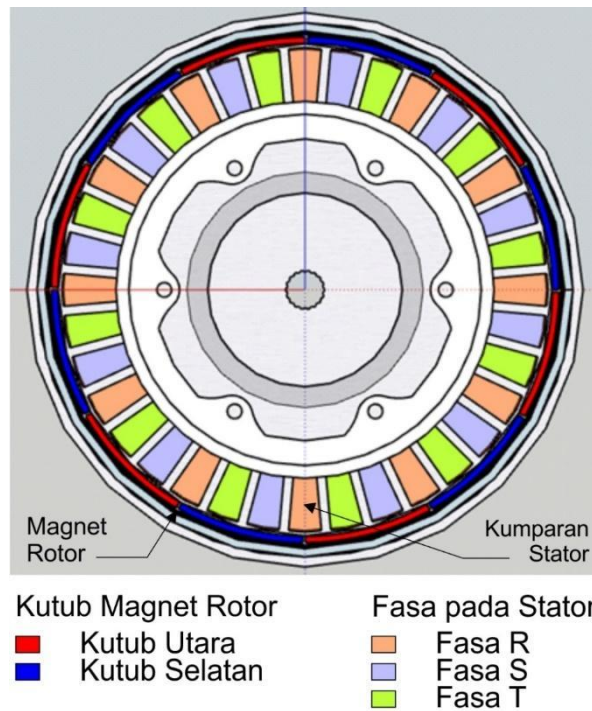


Gambar 3.8 Skematik Rotor.

Gambar 3.8 adalah skematik rotor dengan keterangan yang dijelaskan pada tabel 3.5 ukuran rotor.

Tabel 3. 5 Ukuran Rotor

No	Simbol	Keterangan	Ukuran (mm)
1	Ryo	Jari-jari bagian bagian luar yoke rotor	140,5 mm
2	Ryi	Jari-jari bagian bagian dalam yoke rotor	139 mm
3	Ro	Jari-jari bagian bagian luar magnet	136 mm
4	Tf	Jari-jari bagian penempatan bearing	20 mm
5	Rb	Jarak antar magnet	1 mm



Gambar 3.9 Skematik Kumparan dan Magnet.

Pada gambar 3.9 jarak antara kumparan dengan magnet adalah 1 mm, magnet ditunjukkan dengan gambar berwarna merah dan biru sebagai beda kutub, sedangkan untuk masing-masing fasa ditandai gambar berwarna merah muda untuk fasa R, biru muda untuk fasa S dan hijau untuk fasa T.