

## **BAB III**

### **PERANCANGAN SISTEM**

#### **3.1 SPESIFIKASI**

##### **3.1.1 Definisi fungsi spesifikasi**

Sistem multimesin adalah gabungan beberapa generator yang dihubungkan satu dengan generator lainnya. kestabilan sistem tenaga listrik yang saling terhubung tidak mudah untuk dicapai. Jika terjadi gangguan pada sistem maka sistem akan beresilasi, jika terjadi terus menerus akan menyebabkan generator tidak sinkron bahkan dapat merusak generator[7]. Simulator Model Linear Multimesin adalah sebuah perangkat untuk mengetahui bagaimana interaksi antarmesin dan dinamika rotor antarmesin itu bekerja. pada simulator ini dijalankan maka diharapkan interaksi antarmesin tersebut bekerja optimal yang artinya kinerja antarmesin stabil, dan tidak adanya gangguan.

Jika terjadinya gangguan maka pada simulator akan diatasi gangguan tersebut oleh perangkat yang bernama Power System Stabilizer (PSS). Power System Stabilizer harus mampu memasok sinyal stabilisasi yang sesuai pada berbagai kondisi operasi dan gangguan. Dengan meningkatnya permintaan tenaga listrik dan kebutuhan untuk memerintah sistem dengan cara yang lebih cepat dan fleksibel dalam situasi kompetitif, sistem tenaga saat ini dapat mencapai kondisi stres yang lebih mudah daripada sebelumnya[8].

Penjabaran fungsi alat :

Simulator sistem linier multimesin ini menawarkan banyak keuntungan dalam menjawab permasalahan seperti :

1. Simulator ini dapat mensimulasikan bagaimana kinerja antarmesin dan dinamika rotor antarmesin itu bekerja.
2. Simulator ini dapat mengetahui besaran output dan ketidakstabilan pada sistem multimesin Jawa Bali 500 kV.

3. Simulator ini dapat memudahkan pengguna dengan adanya GUI sehingga pengguna tidak perlu kesulitan dalam menginput data.

## 3.2 DESAIN

### 3.2.1 Spesifikasi fungsi dan performansi

Pada bab ini menggambarkan diagram blok yang menggambarkan komponen komponen alat dan cara kerja fungsi alat beserta spesifikasi komponen tiap alat. Yang mana simulator ini menggunakan software MATLAB-SIMULINK untuk menjalankan simulator ini dan simulator ini tidak menggunakan hardware. Sebagai contoh berikut penjabaran produk dengan diagram blok beserta spesifikasi masing masing komponen:

1. Data Awal :

Base daya : 1000 MVA  
Tegangan : 500 kV  
Nilai masukan : 0.05 pu dari nilai Pm

2. Simulator Jawa-Bal 500kV

Pada simulator ini terdiri 50 Bus yang ada di Jawa Bali diantaranya:

Select Bus : Suralaya  
Bus Generator : Banten, Bojanegara, Balaraja, M. Karang, Priok, M. Tawar, Pucut, Matenggeng, Rawalo, Paiton, Jawa 1, Cirata, Saguling, Cirebon, Jateng, Indramayu, T. Jati, Grati, Gresik.

Bus Beban : Cilegon, Lengkong, Gandul, Kembangan, Durikosambi, Bekasi, Cawang, Bogor, Depok, Cibinong, Tambun, Cikalong, Tasik, Pedan, Kediri, Bangil, Cibatubatu, Cibatubatu, Deltamas, Bandung Sel, U.Berung, Mandirancan, Pernalang, Ungaran, Ampel,

Ngimbang, Krian, Surabaya Sel, Tandes, Kapal.

### 3. Output

Untuk output yang dihasilkan dari simulator ini adalah gelombang Theta, W, Pe dan Vt.

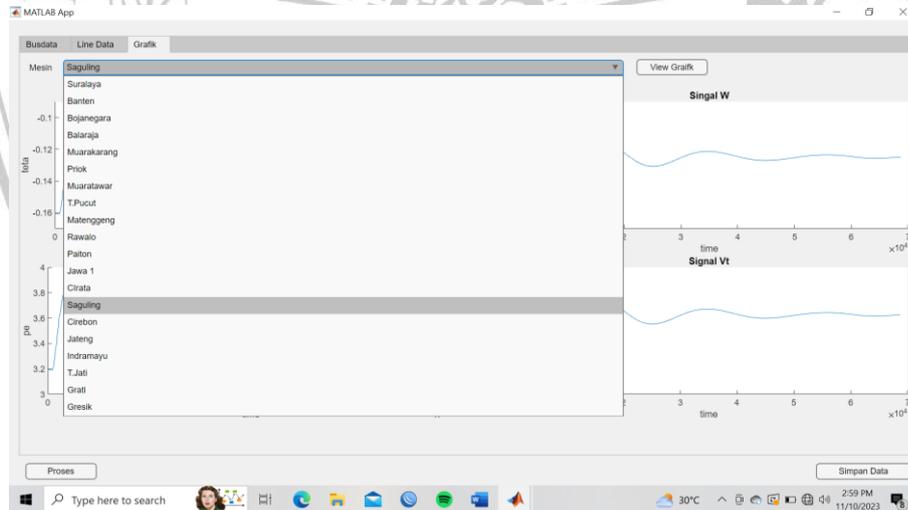
load flow yang telah dihasilkan berikut :

Pembangkitan : 39084.384 MW dan 20958.807 MVar

Pembebanan : 38840 MW dan 18813.400 MVar.

### 4. Tampilan GUI

Terdapat data saluran dan bus data yang mana 2 data tersebut dapat di ubah sesuai kebutuhan yang akan kita analisis. Untuk tampilan grafiknya dimodelkan dragdown seperti gambar di bawah, dimana kita dapat memilih salah satu hasil mesin diantara 20 mesin yang diinginkan.



Gambar 3.1 tampilan dragdown pada hasil simulator

### 3.2.2 Spesifikasi fisik dan lingkungan

Produk simulator multimesin Jawa Bali 500 kV ini nantinya mampu melakukan kinerja yang baik sebagai alat uji stabilitas sistem multimesin dan dinamika antar rotor sebelum di buat pada rangkaian Jawa Bali sesungguhnya. Pada simulator ini sendiri terdiri

dari 20 pembangkit dan 50 BUS yang tersebar di Jawa Bali. Target konsumen untuk produk Simulator Model Linear Multimesin ini adalah Perguruan Tinggi, Lab dan Industri. Simulator ini dapat bekerja pada device yang sangat memadai, karena jika dijalankan simulator ini dengan device yang tidak mempuni/tidak memadai maka kerja dari simulator akan lambat bahkan bisa sampai gagal.

### 3.3 VERIFIKASI

#### 1. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah pengujian pembuatan produk simulator model linier multimesin Jawa Bali 500 kV. Langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Proses pengujian sistem dilakukan menggunakan software Matlab Simulink dengan menyusun keseluruhan sistem dari pemodelan multimesin sampai rangkaian stabilizer.
- Pengujian Controller, Proses pengujian Controller dilakukan dengan cara menguji program kontrol untuk mengetahui terjadinya error dalam suatu program.

#### 2. Analisis Toleransi

Komponen yang paling menentukan dari keseluruhan sistem adalah stabilizer. Hal ini dikarenakan pada sistem multimesin gangguan utama yang terjadi adalah gangguan stabilitas pada antarmesin.

#### 3. Pengujian Keandalan

Untuk simulator model linier ini bisa digunakan kapanpun kita mau memakai karena produk ini berupa software.

### 3.4 BIAYA & JADWAL

Tabel 3.1 Rincian Harga Produksi untuk 1 Produk

Pengeluaran	Harga	Jumlah	Total
Sumber Literatur Dokumen	Rp500.000	5	Rp 2.500.000,00

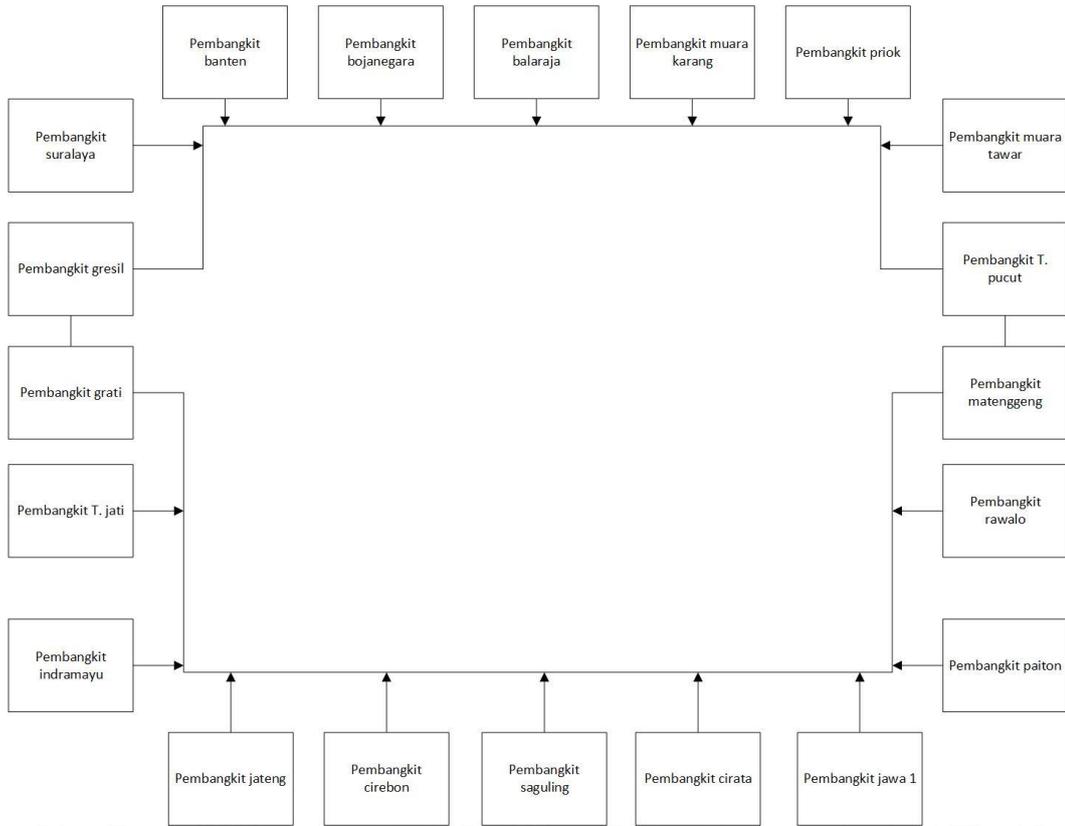
Sewa Komputer	Rp. 50.000	30 hari	Rp. 1.500.000
<b>Total</b>			Rp 4.000.000,00

Tabel 3.2 Jadwal dan Waktu Pengembangan Produk

Proses/Task	Fase	Deliverables	Jadwal	Kebutuhan Resources
Pembentukan konsep dan spesifikasi prototipe	Studi Literatur			Literatur, dosen pembimbing
	Penetapan fitur dan target konsumen	C100	10 Desember 2022	Literatur, dosen pembimbing
Pembuatan spesifikasi teknis	Penetapan spesifikasi	C200	31 Desember 2022	Literatur, dosen pembimbing
Perancangan desain produk	Penetapan desain produk awal	C300 versi 1	20 Januari 2023	Literatur, dosen pembimbing
	Penetapan desain produk lanjut	C300 versi 2	5 Februari 2023	Literatur, dosen pembimbing
	Penetapan desain produk akhir	C300 versi 3	31 Februari 2023	Literatur, dosen pembimbing
Implementasi pembuatan simulator	Pembuatan simulator tahap awal	C400 versi 1	31 Maret 2023	Komponen penyusun produk
	Pembuatan simulator final	C400 versi 2	31 Mei 2023	Supplier, dosen pembimbing, komponen penyusun produk
Pengetesan produk	Validasi kesesuaian produk dengan	C500 versi 1	31 Juni 2023	Dosen pembimbing,

### 3.5 PERANCANGAN SISTEM

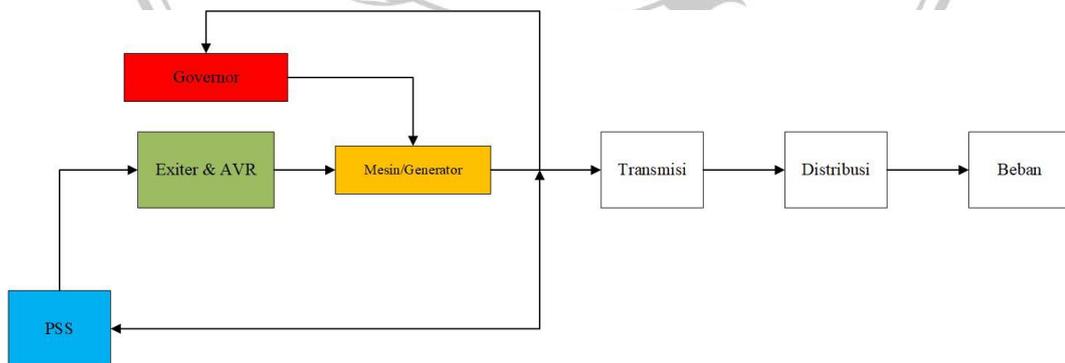
#### 3.5.1 Penjabaran Sistem Level 0



Gambar 3.2 penjabaran sistem level 0

Untuk DFD level 0 dari simulator ini merupakan interaksi dari keseluruhan 20 pembangkit Jawa Bali 500 kV yang ada.

#### 3.5.2 Penjabaran Sistem Level 1



Gambar 3.3 penjabaran sistem level 1

Untuk sistem level 1 dari simulator multimesin jawa bali 500 kV yang kami buat ini adalah pertama dimulai dari PSS dimana di PSS ini untuk membantu kerja generator untuk output dari generator tersebut. Lalu dari PSS akan mengalir ke exiter yang fungsinya untuk membangkitkan mesin/generator. Kemudian dari generator jika ada output dari generator tersebut masih ada yang tidak sempurna atau tidak stabil maka akan dikembalikan lagi ke PSS dan Governor. Lalu jika output dari generator tersebut sudah stabil maka akan langsung diteruskan ke jalur transmisi hingga pada akhirnya ke beban.

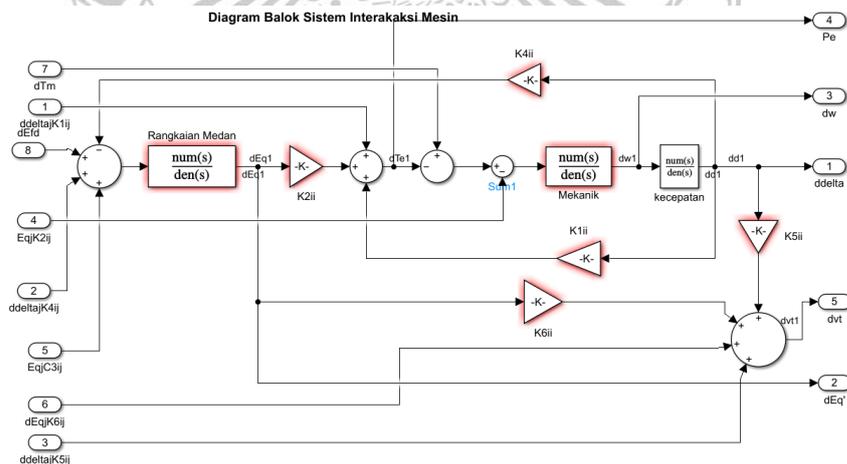
### 3.5.3 Penjabaran Sistem Level 2



Gambar 3.4 penjabaran sistem level 2

### 3.6 PENDAHULUAN

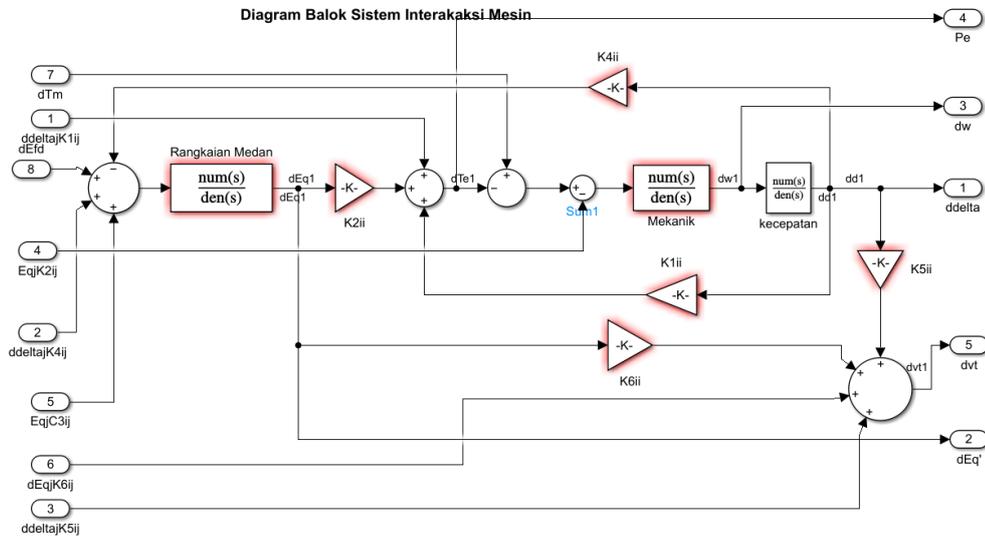
Berikut merupakan desain salah satu mesin/generator yang kami buat pada penelitian ini yang telah kami buat di SIMULINK:



Gambar 3.5 diagram balok sistem interaksi mesin

### 3.7 DESAIN HARDWARE

#### 3.7.1 Desain Mesin/Generator



Gambar 3.6 diagram blok sistem interaksi mesin

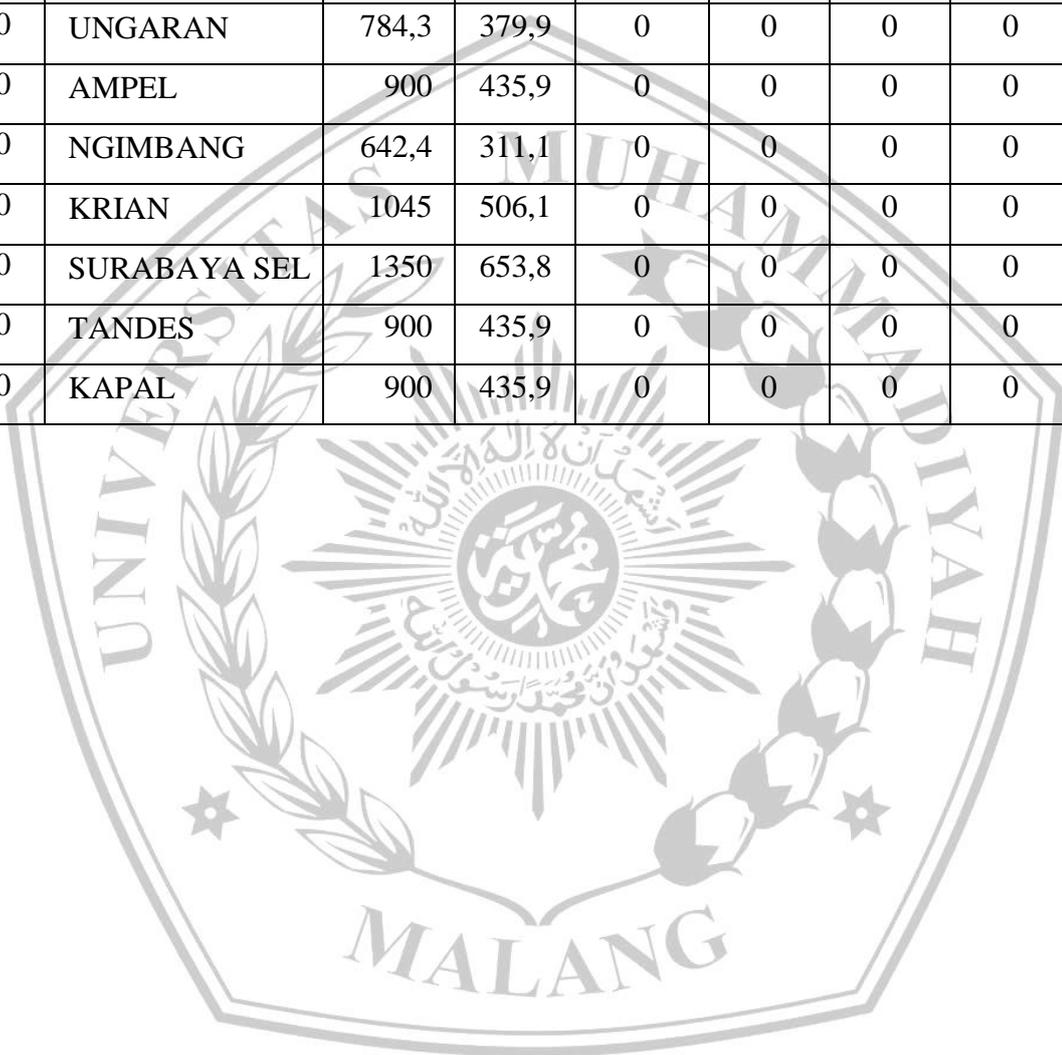
Desain di atas merupakan desain generator yang telah kami buat pada SIMULINK. Kami mengambil salah satu desain generator yang ada pada pembangkit Suralaya. Dari desain tersebut nantinya akan kami masukkan data-data pada setiap pembangkit sesuai dengan data yang telah kami peroleh dari jurnal Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Data-data tersebut diantaranya :

Tabel 3.3 Data pembangkitan sistem interkoneksi 500 kV Jawa Bali

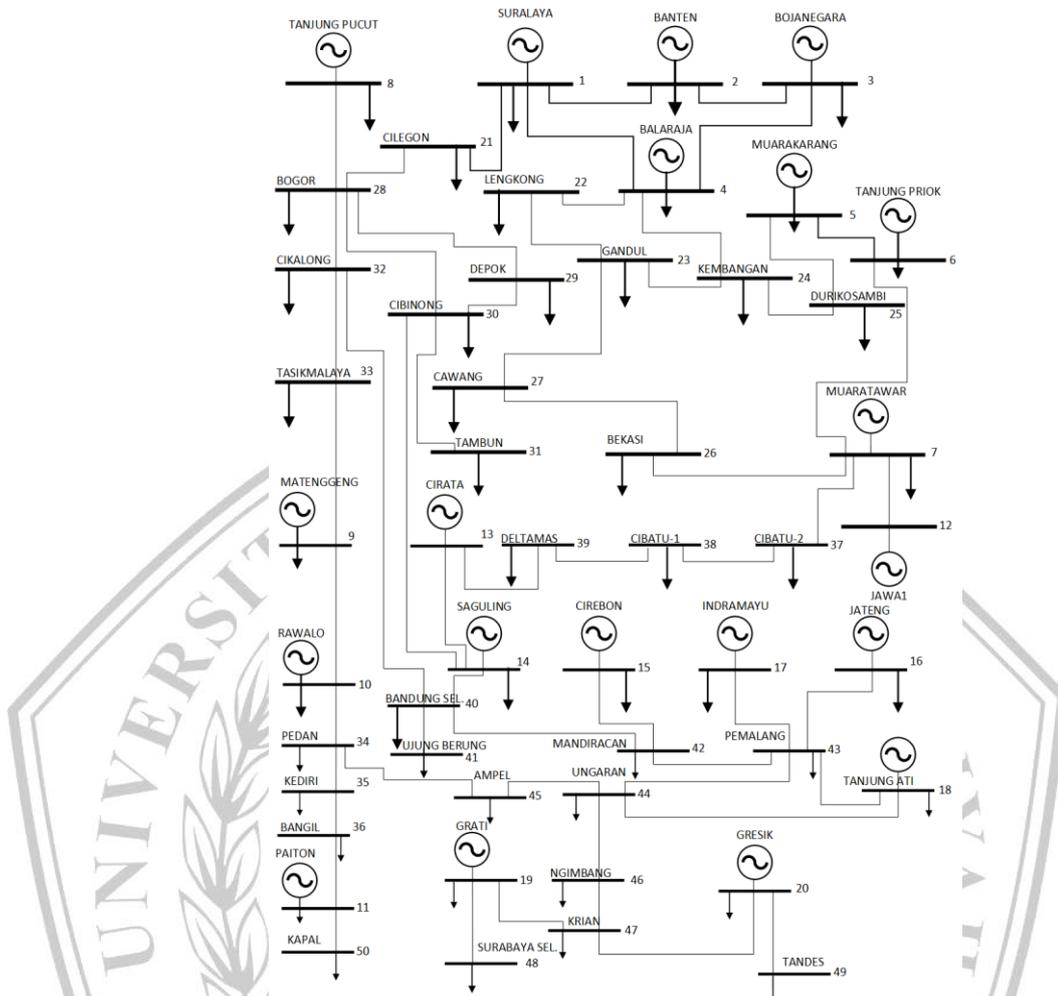
No Bus	Bus Code	Nama Bus	Load		Generator		Qmax	Qmin	Qinj
			MW	MVAR	MW	MVAR	MVAR	MVAR	MVAR
1	1	SURALAYA	219	106,1	2071,95	1494,84	2189,09	-964,07	0
2	2	BANTEN	0	0	1552,5	-176,9	1069,1	-334,2	0
3	2	BOJANEGARA	0	0	1600	383,25	1239,5	-387,6	0
4	2	BALARAJA	2185,2	1058,3	1197	1239,5	1239,5	-387,5	0
5	2	M.KARANG	900	435,9	1398	609,4	609,4	-348,7	0
6	2	PRIOK	593	287,2	1830	1780	1780	-451,4	0
7	2	M.TAWAR	1500,3	726,6	2385	1642,3	1642,3	-426,4	0
8	2	T.PUCUT	0	0	2084	190,45	1859,2	-581,2	0

9	2	MATENGGENG	0	0	810	184,69	557,77	-174,36	0
10	2	RAWALO	1800	871,8	2675	797,86	2162,29	-675,92	0
11	2	PAITON	704,7	341,3	4500	220,6	3046,4	-1465,2	96
12	2	JAWA1	0	0	1360	825,41	991,6	-310	0
13	2	CIRATA	597	289,1	907,2	347,35	347,35	-320	0
14	2	SAGULING	0	0	1566	821,13	821,13	-337,09	0
15	2	CIREBON	0	0	1854	133,6	1276,7	-321,6	0
16	2	JATENG	0	0	1710	55,29	1177,51	-368,08	0
17	2	INDRAMAYU	0	0	2364	8,21	1642,32	-513,38	0
18	2	T.JATI	450	218	3600	69,11	2875,6	-511,4	0
19	2	GRATI	619,8	300,2	1076,4	845,6	845,6	-166,7	0
20	2	GRESIK	1260	610,2	2736	1523,83	1884,2	-432,8	0
21	0	CILEGON	475,3	230,2	0	0	0	0	0
22	0	LENGKONG	900	435,9	0	0	0	0	0
23	0	GANDUL	814	394,2	0	0	0	0	0
24	0	KEMBANGAN	551	266,9	0	0	0	0	0
25	0	DURIKOSAMBI	1950,3	944,6	0	0	0	0	0
26	0	BEKASI	1126	545,3	0	0	0	0	0
27	0	CAWANG	1650,6	799,4	0	0	0	0	0
28	0	BOGOR	2700	1307,7	0	0	0	0	0
29	0	DEPOK	792	383,6	0	0	0	0	0
30	0	CIBINONG	522,2	253	0	0	0	0	0
31	0	TAMBUN	900	435,9	0	0	0	0	0
32	0	CIKALONG	638	309	0	0	0	0	0
33	0	TASIK	480,8	232,9	0	0	0	0	0
34	0	PEDAN	1050,3	508,7	0	0	0	0	148,34
35	0	KEDIRI	1071,4	518,9	0	0	0	0	178,93
36	0	BANGIL	900	435,9	0	0	0	0	0
37	0	CIBATU B	900	435,9	0	0	0	0	0

38	0	CIBATU	746,8	361,7	0	0	0	0	0
39	0	DELTAMAS	900	435,9	0	0	0	0	0
40	0	BANDUNG SEL	477	231	0	0	0	0	0
41	0	U.BERUNG	653,6	316,6	0	0	0	0	0
42	0	MANDIRANCAN	450	218	0	0	0	0	0
43	0	PEMALANG	900	435,9	0	0	0	0	0
44	0	UNGARAN	784,3	379,9	0	0	0	0	0
45	0	AMPEL	900	435,9	0	0	0	0	0
46	0	NGIMBANG	642,4	311,1	0	0	0	0	0
47	0	KRIAN	1045	506,1	0	0	0	0	0
48	0	SURABAYA SEL	1350	653,8	0	0	0	0	0
49	0	TANDES	900	435,9	0	0	0	0	0
50	0	KAPAL	900	435,9	0	0	0	0	0



### 3.7.2 Desain Saluran Interkoneksi



Gambar 3.7 sistem saluran interkoneksi 500kV Jawa Bali

Tabel 3.4 Data saluran sistem interkoneksi 500 kV Jawa Bali

No.	Dari Bus	Nama Bus	Ke Bus	Nama Bus	R (pu)	X (pu)	B (pu)
1	1	SURALAYA	21	CILEGON	0,00007	0,00072	0,26116
2	1	SURALAYA	4	BALARAJA	0,00038	0,00362	1,2968
3	2	BANTEN	3	BOJANEGARA	0,00006	0,00056	0,2016
4	2	BANTEN	1	SURALAYA	0,00006	0,00056	0,2016
5	3	BOJANEGARA	4	BALARAJA	0,00035	0,00338	1,21001
6	4	BALARAJA	24	KEMBANGAN	0,0004	0,00449	1,62058
7	22	LENGKONG	4	BALARAJA	0,00018	0,00175	0,62502

8	22	LENGKONG	23	GANDUL	0,00008	0,00084	0,30368
9	23	GANDUL	27	CAWANG	0,0002	0,00225	0,80992
10	23	GANDUL	29	DEPOK	0,00004	0,00042	0,15184
11	23	GANDUL	8	KEMBANGAN	0,00015	0,00169	0,60943
12	25	DURIKOSAMBI	24	KEMBANGAN	0,00003	0,00034	0,12147
13	5	M.KARANG	6	PRIOK	0,0001	0,00112	0,40492
14	5	M.KARANG	25	DURIKOSAMBI	0,00015	0,00169	0,6074
15	6	PRIOK	7	M.TAWAR	0,00015	0,00169	0,6074
16	26	BEKASI	31	TAMBUN	0,0001	0,00101	0,36088
17	26	BEKASI	7	M.TAWAR	0,0001	0,00118	0,42516
18	27	CAWANG	26	BEKASI	0,00012	0,00113	0,40321
19	8	T.PUCUT	28	BOGOR	0,00108	0,01224	4,47444
20	28	BOGOR	29	DEPOK	0,00003	0,00034	0,12147
21	28	BOGOR	32	CIKALONG	0,00077	0,00861	3,12475
22	28	BOGOR	21	CILEGON	0,00035	0,00397	1,43403
23	29	DEPOK	30	CIBINONG	0,00008	0,00079	0,28225
24	30	CIBINONG	14	SAGULING	0,00041	0,00459	1,65912
25	30	CIBINONG	31	TAMBUN	0,00012	0,00113	0,40321
26	30	CIBINONG	28	BOGOR	0,0003	0,00337	1,21511
27	32	CIKALONG	40	BANDUNG SEL	0,00004	0,00045	0,16196
28	32	CIKALONG	33	TASIK	0,0006	0,00672	2,43272
29	33	TASIK	9	MATENGGENG	0,0001	0,00112	0,4049
30	9	MATENGGENG	10	RAWALO	0,0004	0,00449	1,62058
31	10	RAWALO	34	PEDAN	0,00101	0,01137	4,14634
32	34	PEDAN	45	AMPEL	0,00009	0,00086	0,30845
33	34	PEDAN	35	KEDIRI	0,001	0,01128	4,11357
34	35	KEDIRI	36	BANGIL	0,00054	0,00606	2,19091
35	36	BANGIL	11	PAITON	0,00051	0,00566	2,04672
36	12	JAWA1	7	M.TAWAR	0,0001	0,00112	0,40492
37	37	CIBATU B	38	CIBATU	0,0001	0,00112	0,40492

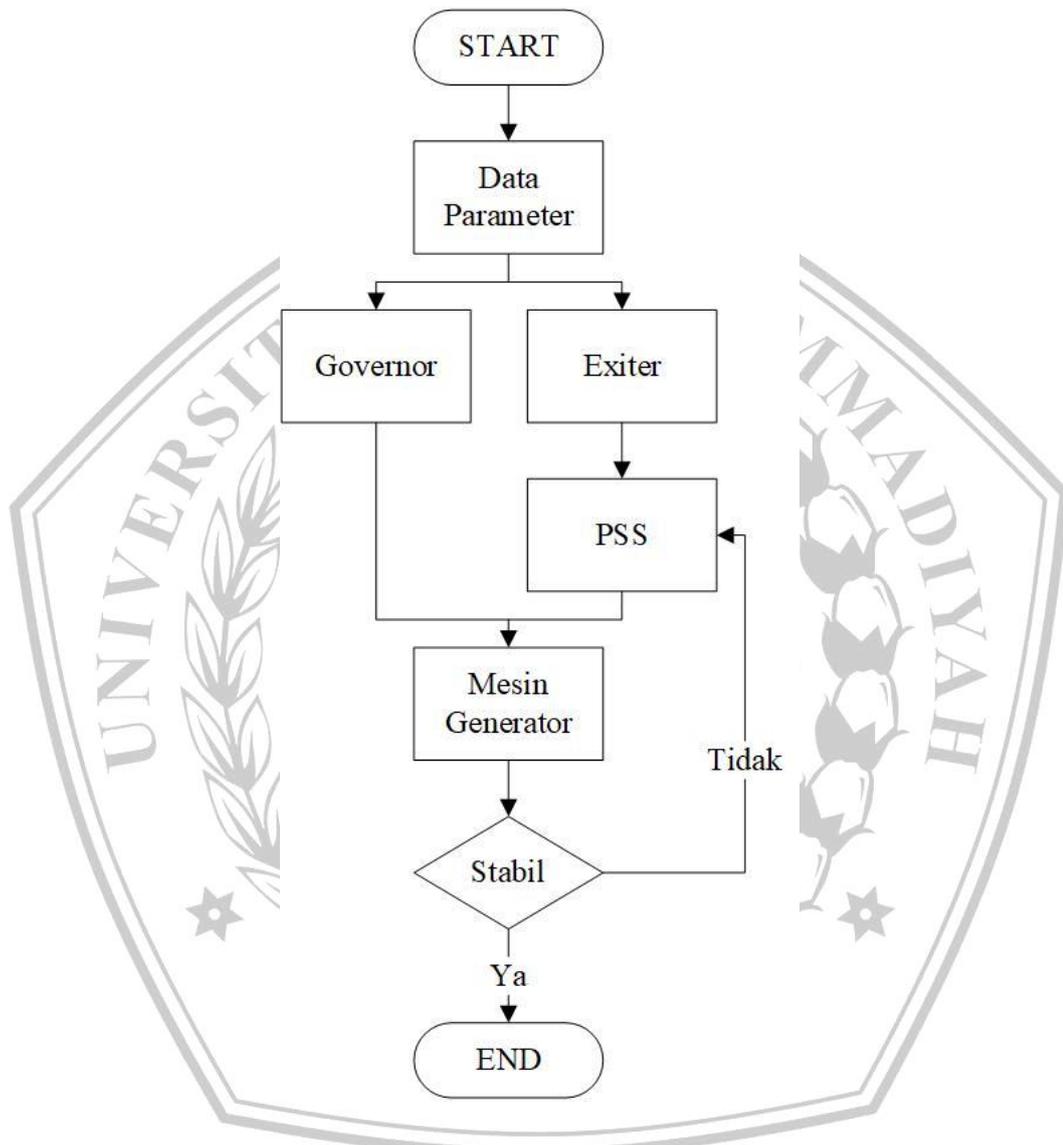
38	37	CIBATU B	7	M.TAWAR	0,00017	0,00159	0,56855
39	39	DELTAMAS	13	CIRATA	0,00022	0,00214	0,76618
40	39	DELTAMAS	38	CIBATU	0,00004	0,00045	0,16196
41	14	SAGULING	40	BANDUNG SEL	0,00019	0,00211	0,76131
42	14	SAGULING	13	CIRATA	0,00015	0,00142	0,50806
43	40	BANDUNG SEL	42	MNDIRANCAN	0,0007	0,0067	2,41036
44	40	BANDUNG SEL	41	U.BERUNG	0,00029	0,00281	1,00824
45	41	U.BERUNG	42	MNDIRANCAN	0,0004	0,00383	1,37148
46	42	MNDIRANCAN	43	PEMALANG	0,00079	0,00894	3,24708
47	15	CIREBON	42	MNDIRANCAN	0,00023	0,00225	0,80652
48	16	JATENG	43	PEMALANG	0,0002	0,00225	0,80992
49	17	INDRAMAYU	43	PEMALANG	0,00146	0,01424	5,19319
50	17	INDRAMAYU	39	DELTAMAS	0,00052	0,00577	2,08733
51	43	PEMALANG	44	UNGARAN	0,00032	0,00353	1,27592
52	18	T.JATI	44	UNGARAN	0,00067	0,00754	2,73374
53	18	T.JATI	43	PEMALANG	0,00127	0,01442	5,29767
54	44	UNGARAN	46	NGIMBANG	0,0012	0,0116	4,2044
55	45	AMPEL	44	UNGARAN	0,0003	0,00337	1,21511
56	47	KRIAN	20	GRESIK	0,00012	0,00129	0,46566
57	47	KRIAN	19	GRATI	0,00046	0,00518	1,87215
58	47	KRIAN	46	NGIMBANG	0,00028	0,00268	0,95982
59	19	GRATI	48	SURABAYA SEL	0,00079	0,00894	3,24708
60	19	GRATI	11	PAITON	0,00044	0,00493	1,78084
61	20	GRESIK	49	TANDES	0,00008	0,00073	0,26208
62	50	KAPAL	11	PAITON	0,00218	0,02556	9,82732

### 3.8 DESAIN SOFTWARE

Pada subbab ini menjelaskan tentang software yang digunakan. Dalam dokumen ini digunakan software bernama MATLAB yang berfungsi untuk meneliti dan menganalisa bagaimana interaksi antar mesin satu dengan mesin lainnya. Kemudian dalam software ini dilakukan penerapan metode optimasi

yang berfungsi untuk membantu kinerja dari mesin tersebut agar dapat menghasilkan output yang diinginkan.

Berikut dibawah ini disajikan flowchart untuk menjelaskan bagaimana alur kerja dari software yang akan digunakan.



3.8 Gambar flowchart sistem

Dalam diagram alur diatas menjelaskan perjalanan penelitian yang dimulai berawal dari:

1. Memasukkan data-data inputan yang telah diketahui .
2. Kemudian pada Governor data yang telah didapat diproses dimana untuk mengatur besar kecilnya input yang masuk ke Generator. Pada Exiter data yang didapat diproses untuk membantu

membangkitkan arus listrik DC yang akan disalurkan ke rotor generator.

3. PSS, dalam PSS ini membantu kinerja generator dengan cara menambahkan redaman pada generator.
4. Setelah semua inputan yang diketahui kemudian dimasukkan ke generator dan diproses yang akan menghasilkan output berupa daya dan tegangan.
5. Setelah mesin generator bekerja kemudian dianalisa apakah generator bekerja dengan stabil atau tidak, jika tidak stabil maka hasil outputnya akan dikembalikan ke PSS sehingga memberikan input baru, jika generator sudah bekerja stabil maka proses analisa/penelitian selesai.

