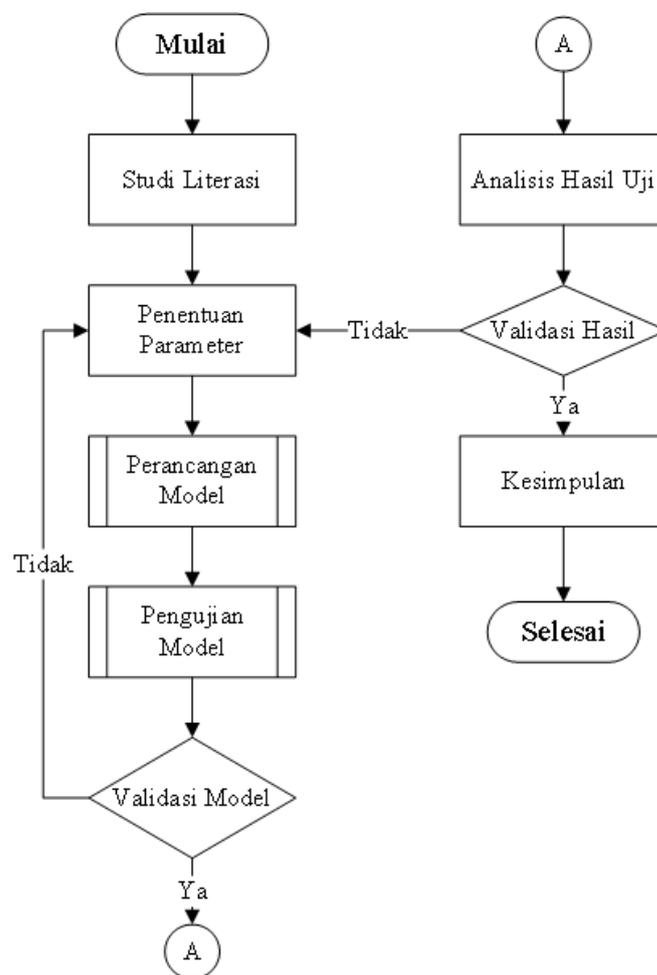


BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Flowchart Penelitian

Dalam melakukan penelitian, dilakukan beberapa tahapan kerja yang dijelaskan dalam gambar 3.1. Tahapan tersebut harus dilakukan secara berurutan agar diperoleh hasil yang sesuai.



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

Berdasarkan gambar 3.1 penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap diantaranya, studi literasi, penentuan parameter, perancangan model, pengujian model, validasi model, analisis hasil, validasi hasil, kesimpulan.

3.2 Studi Literasi

Studi literasi yaitu mengkaji teori-teori dari buku maupun jurnal penelitian sebelumnya yang mendukung dalam pembuatan tugas akhir ini, antara lain:

1. Teori tentang sistem tenaga listrik terutama mengenai PLTU dan PLTS.
2. Karakteristik pembangkit termal dan *photovoltaic*.
3. Teori tentang *economic dispatch*, MPPT, *fuzzy logic*, *perturb and observe*.

3.3 Penentuan Parameter

Penentuan parameter yaitu menyiapkan apapun yang dapat membantu dalam menentukan atau mengklasifikasikan model, dalam hal ini adalah untuk kebutuhan perancangan sistem tenaga listrik 9 bus IEEE dan sistem MPPT. Tabel 3.1 merupakan komponen yang dibutuhkan untuk pembuatan model.

Tabel 3.1 Parameter Yang Dibutuhkan

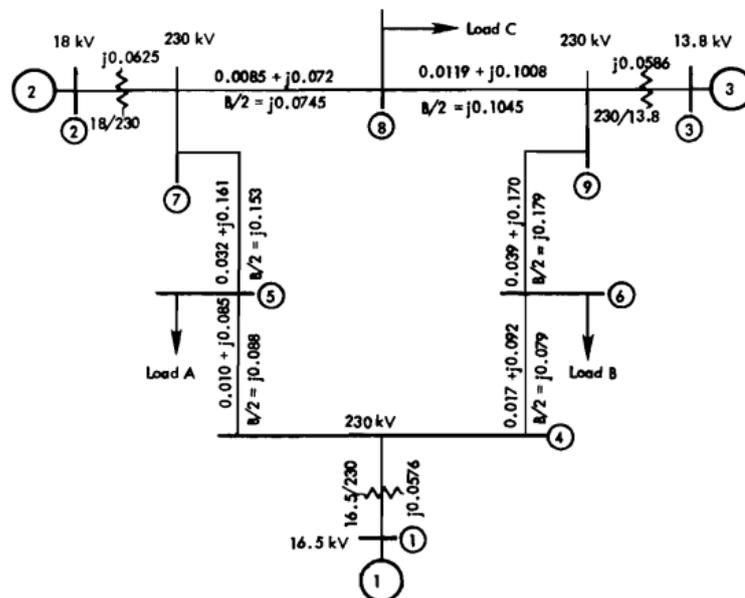
No.	Nama Parameter
1.	Data Generator
2.	Data Saluran Transmisi
3.	Data Beban Terhubung
4.	Data Load Flow (Tegangan Masing-Masing Bus)
5.	Data Intensitas Radiasi Dan Temperatur (Dibuat Bervariasi)
6.	Datasheet Panel Surya
7.	<i>Software</i> MATLAB dan POWERWORLD

3.4 Perancangan Model

Perancangan model merupakan tahapan penelitian yang menjelaskan pembuatan model yang akan dibuat. Dalam penelitian ini akan dibuat beberapa model, yaitu pemodelan sistem tenaga listrik 9 bus IEEE, pemodelan PLTS dengan sistem MPPT algoritma *fuzzy logic*, Pemodelan PLTS dengan sistem MPPT algoritma P&O, dan pemodelan skenario pengujian *economic dispatch*.

3.4.1 Pemodelan Sistem Tenaga Listrik 9 Bus IEEE

Dalam pemodelan sistem tenaga listrik 9 bus IEEE, sistem yang akan dibuat untuk diteliti diambil dari buku yang berjudul *Power System Control and Stability* by P. M. Anderson, Chapter 2. Page No. 38. Dimana nantinya akan didesain ulang pada *software* POWER WORLD.



Gambar 3.2 *Single Line Diagram* Sistem Tenaga Listrik 9 Bus IEEE

(P. M. Anderson, 1979)

Tabel 3.2 Data Bus, Pembangkit, dan Beban Pada Sistem Tenaga Listrik 9 Bus IEEE

No. Bus	Tipe Bus	Tegangan (p.u)	Tegangan (kV)	Pembangkit		Beban	
				MW	MVAR	MW	MVAR
1.	Slack	1.04	16.5				
2.	PV	1.025	18	163	6.7		
3.	PV	1.025	13.8	85	-10.9		
4.	PQ	1	230				
5.	PQ	1	230			125	50
6.	PQ	1	230			90	30
7.	PQ	1	230				
8.	PQ	1	230			100	35
9.	PQ	1	230				

Tabel 3.3 Data Saluran Transmisi Pada Sistem Tenaga Listrik 9 Bus IEEE

Dari Line	Ke Line	R	X	B
1	4	0	0.0576	0
4	5	0.01	0.085	0.176
4	6	0.017	0.092	0.158
6	9	0.039	0.17	0.358
5	7	0.032	0.161	0.306
9	3	0	0.0586	0
7	2	0	0.0625	0
9	8	0.0119	0.1008	0.209
7	8	0.0085	0.072	0.149

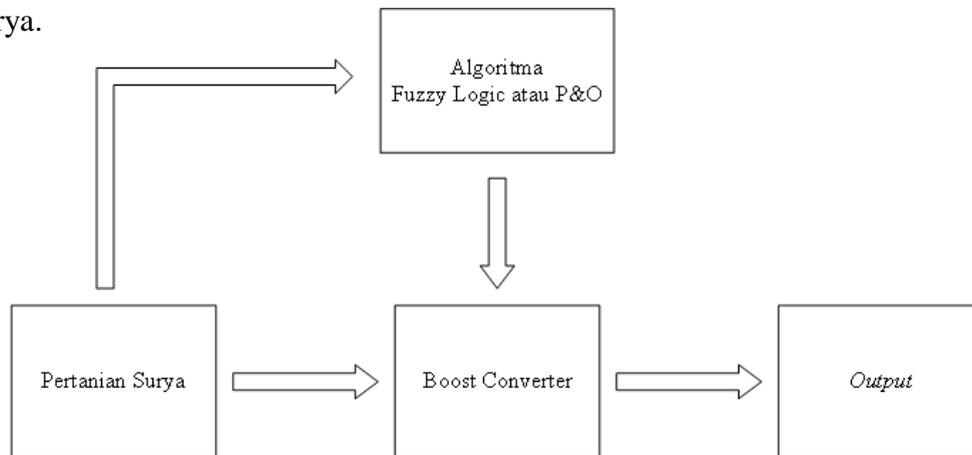
Gambar 3.2, tabel 3.2, dan tabel 3.3 merupakan parameter yang didapat dari buku berjudul *Power System Control and Stability* by P. M. Anderson, Chapter 2. Page No. 38 yang akan digunakan sebagai keperluan penelitian yang akan dimodifikasi untuk membuat *single line diagram* sistem tenaga listrik 9 bus IEEE .

3.4.2 Pemodelan PLTS Dengan Sistem MPPT (*Fuzzy Logic* dan P&O) di

MATLAB/SIMULINK

Tahap ini menjelaskan pemodelan pertanian surya dengan sistem MPPT. Terbagi menjadi beberapa tahapan yaitu menentukan modul *photovoltaic*,

perancangan pertanian surya dengan *boost converter*, perancangan algoritma *fuzzy logic* dan algoritma P&O, dan perancangan sistem MPPT yang menghubungkan antara algoritma *fuzzy logic* dan P&O ke *boost converter* sebagai pengendali panel surya.



Gambar 3.3 Diagram Blok PLTS Dengan Sistem MPPT

Gambar 3.3 merupakan diagram blok pertanian surya dengan sistem MPPT. Melihat dari diagram tersebut maka dalam proses pemodelannya akan terbagi menjadi beberapa tahapan yaitu meliputi menentukan modul *photovoltaic*, perancangan pertanian surya dengan *boost converter*, perancangan algoritma *fuzzy logic* dan P&O, perancangan sistem MPPT yang menghubungkan algoritma dengan *boost converter*. Tahapan tersebut dilakukan secara berurutan agar pemodelan dapat berjalan dengan baik.

3.4.2.1 Menentukan dan Konfigurasi Modul *Photovoltaic*

Pada tahapan ini dilakukan pemilihan modul *photovoltaic* untuk perancangan pertanian surya pada *software* MATLAB/SIMULINK. Dipilih modul PV Array yang sudah tersedia pada *library software* MATLAB/SIMULINK.

3.4.2.2 Perancangan PLTS Dengan *Boost Converter*

Pertanian surya yang telah ditentukan akan dihubungkan dengan *boost converter*, karena sesuai dengan landasan teori, daya yang dihasilkan oleh *photovoltaic* sangat bergantung pada radiasi dan suhu. *Photovoltaic* membutuhkan *boost converter* untuk mengendalikan tegangan keluaran agar selalu bekerja pada titik V_{mpp} . Oleh karena itu pada tahap ini akan dibuat rancangan *boost converter* untuk pertanian surya, agar mampu bekerja dengan baik dengan memberikan nilai yang optimal, maka digunakan algoritma MPPT sebagai pengendali.

3.4.2.3 Perancangan Algoritma *Fuzzy Logic* dan Algoritma *Perturb and Observe*

Tahap ini akan merancang dua algoritma yang akan digunakan untuk mengatur *boost converter* pada pertanian surya, yaitu algoritma *fuzzy logic* dan algoritma *perturb and observe* pada *software* MATLAB/SIMULINK.

3.4.2.4 Perancangan Sistem MPPT dengan Algoritma *Fuzzy Logic* dan Algoritma P&O Terhubung ke *Boost Converter*

Tahap ini bertujuan untuk menghubungkan algoritma *fuzzy logic* dan P&O yang telah dibuat. Masing-masing algoritma akan dihubungkan ke *boost converter* sebagai pengendali modul PV *array*. Maka dibuat dua buah *file* simulasi pada MATLAB/SIMULINK dengan masing-masing yaitu *file* sistem MPPT dengan algoritma *fuzzy logic* dan yang kedua *file* sistem MPPT dengan algoritma P&O.

3.4.3 Pembuatan Skenario Pengujian *Economic Dispatch*

Pada tahap ini akan dibuat sebuah skenario pengujian *economic dispatch* pada sistem tenaga listrik dengan cara ditambahkan kasus pengujian. Skenario tersebut meliputi:

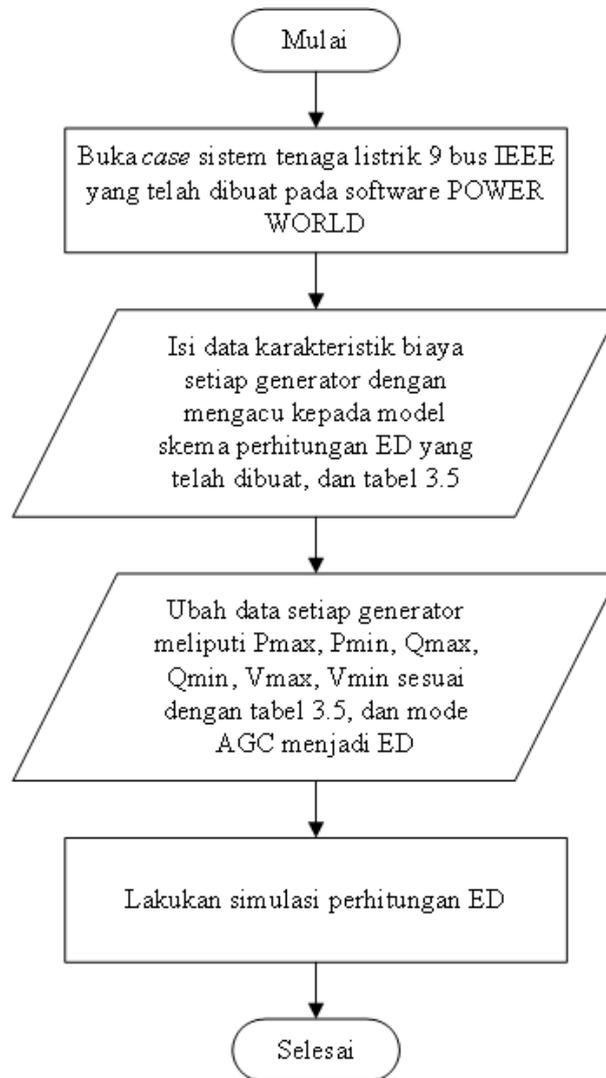
- 1) Skenario 1 : Pengujian sistem tenaga listrik 9 Bus IEEE dengan hanya pembangkit termal.
- 2) Skenario 2 : Pengujian sistem tenaga listrik 9 Bus IEEE gabungan pembangkit termal dan PLTS tanpa sistem MPPT.
- 3) Skenario 3 : Pengujian sistem tenaga listrik 9 Bus IEEE gabungan pembangkit termal dan PLTS dengan sistem MPPT *fuzzy logic*.
- 4) Skenario 4 : Pengujian sistem tenaga listrik 9 Bus IEEE gabungan pembangkit termal dan PLTS dengan sistem MPPT *perturb and observe*

Skenario-skenario diatas akan diuji dengan cara menambahkan bebearapa kasus pada setiap skenario tersebut, selanjutnya dari hasil pengujian skenario dan kasus tersebut akan dihasilkan sebuah skema yang terbaik, yang memiliki tingkat penghematan biaya pada suatu sistem pembangkit tenaga listrik.

3.5 Pengujian Model

Pada tahap ini, model yang telah dibuat diuji. Pengujian ini dilakukan dengan tahapan mangacu kepada skenario dan kasus pengujian ED yang telah di buat. Berikut *flowchart* pengujian dari setiap skenario:

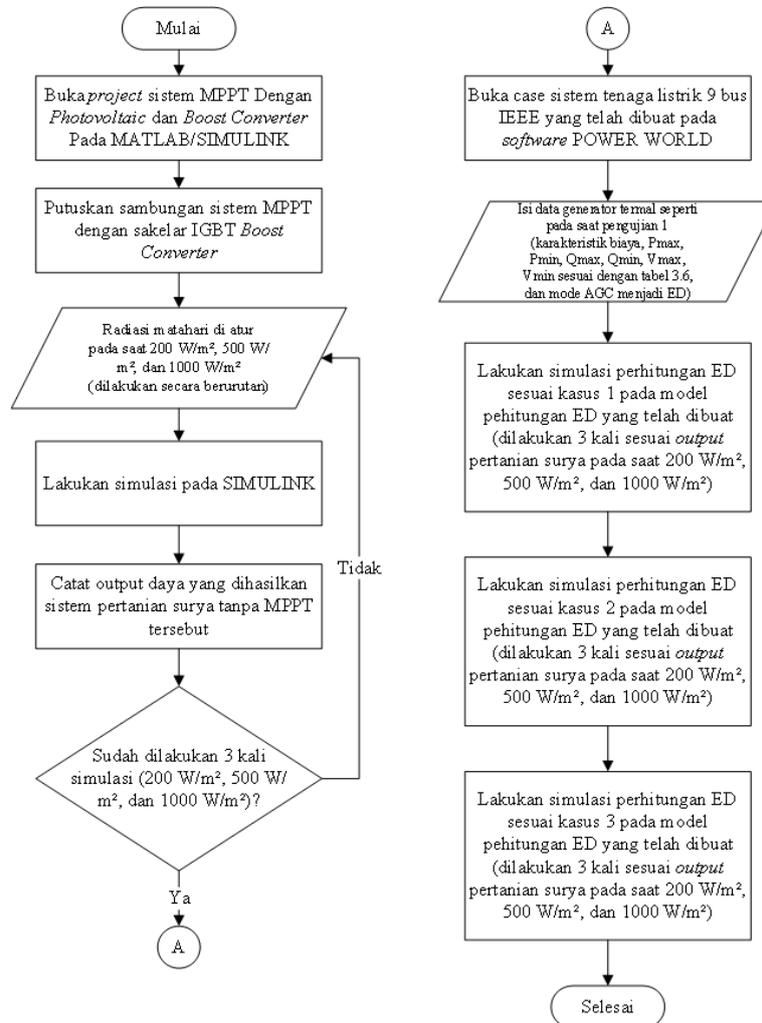
1. Pengujian sistem tenaga listrik 9 Bus IEEE dengan hanya pembangkit termal.



Gambar 3.4 Flowchart Pengujian ED Sistem Tenaga Listrik 9 Bus IEEE Dengan Hanya Pembangkit Termal

Pada gambar 3.4 merupakan *flowchart* penjelasan dari pengujian skenario ED pada sistem tenaga listrik 9 bus IEEE dengan hanya pembangkit termal. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui biaya yang harus dikeluarkan setiap generator dan totalnya saat sebelum digabungkan dengan PLTS.

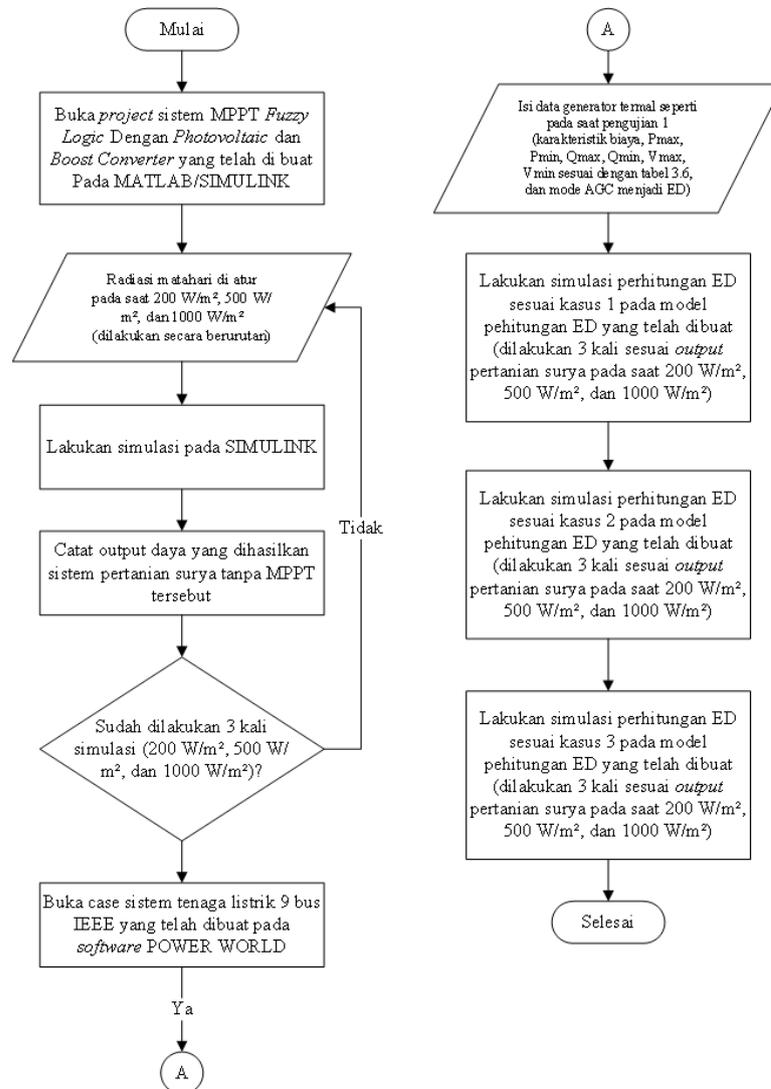
2. Pengujian sistem tenaga listrik 9 Bus IEEE gabungan pembangkit termal dan pertanian surya tanpa sistem MPPT.



Gambar 3.5 Pengujian ED Sistem Tenaga Listrik 9 Bus IEEE Gabungan Pembangkit Termal dan PLTS Tanpa Sistem MPPT

Pada gambar 3.5 merupakan *flowchart* penjelasan dari pengujian sistem tenaga listrik 9 bus IEEE gabungan pembangkit termal dan PLTS tanpa sistem MPPT. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui biaya yang harus di keluarkan setiap generator dan totalnya saat sistem digabungkan dengan PLTS tanpa sistem MPPT.

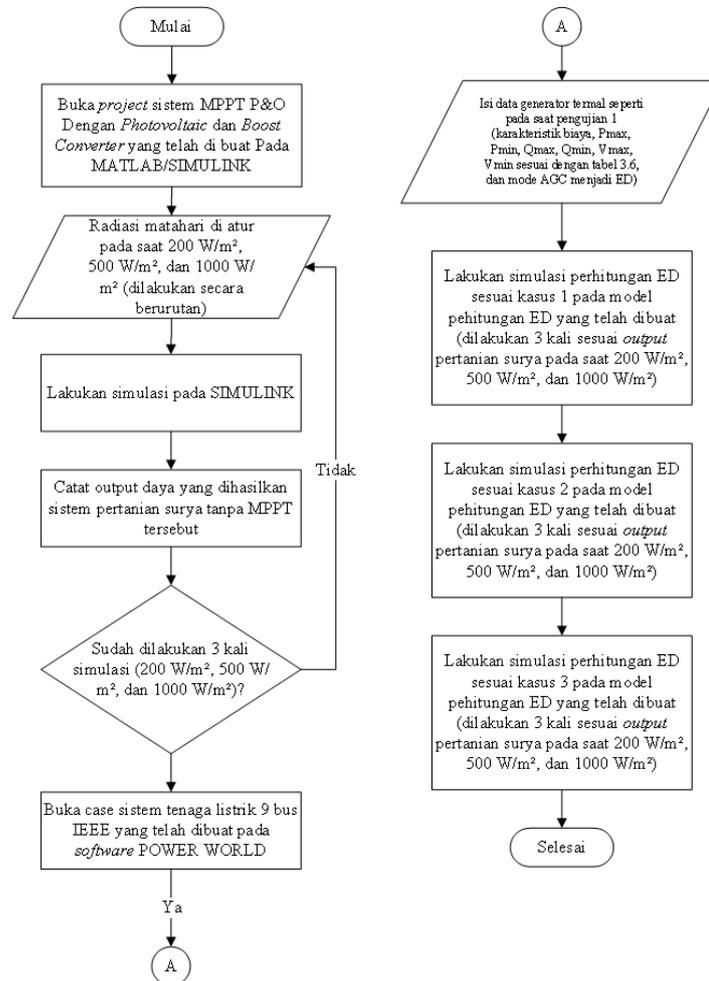
3. Pengujian sistem tenaga listrik 9 Bus IEEE gabungan pembangkit termal dan pertanian surya dengan sistem MPPT *fuzzy logic*.



Gambar 3.6 Pengujian EDSistem Tenaga Listrik 9 Bus IEEE Gabungan Pembangkit Termal dan PLTS Dengan Sistem MPPT *Fuzzy Logic*

Pada gambar 3.6 merupakan *flowchart* penjelasan dari pengujian sistem tenaga listrik 9 bus IEEE gabungan pembangkit termal dan PLTS dengan sistem MPPT *fuzzy logic*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui biaya yang harus dikeluarkan setiap generator dan totalnya saat sistem digabungkan dengan PLTS yang menggunakan sistem MPPT algoritma *fuzzy logic*.

4. Pengujian sistem tenaga listrik 9 Bus IEEE gabungan pembangkit termal dan pertanian surya dengan sistem MPPT *perturb and observe*.



Gambar 3.7 Pengujian ED Sistem Tenaga Listrik 9 Bus IEEE Gabungan Pembangkit Termal dan PLTS Dengan Sistem MPPT *Perturb and Observe*

Pada gambar 3.7 merupakan *flowchart* penjelasan dari pengujian sistem tenaga listrik 9 bus IEEE gabungan pembangkit termal dan PLTS dengan sistem MPPT *perturb and observe*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui biaya yang harus dikeluarkan setiap generator dan totalnya saat sistem digabungkan dengan PLTS yang menggunakan sistem MPPT algoritma *perturb and observe*.

3.6 Validasi Model

Tahap ini bertujuan untuk memastikan model yang telah dibuat bekerja dengan optimal, dengan model sistem PLTS dari kedua algoritma MPPT harus memiliki *output* daya yang maksimal pada setiap kondisi. Sehingga ketika digabungkan dengan model sistem tenaga listrik termal 9 bus IEEE harus mempengaruhi tingkat efisiensi pembangkitan. Apabila sistem pertanian surya tidak menghasilkan nilai optimal pada setiap kondisi, maka perlu ditinjau kembali rancangan algoritma yang telah dibuat.

3.7 Analisis Hasil Uji

Dalam tahap ini akan dilakukan tahapan analisa terhadap hasil dari pengujian setiap skenario dan kasus yang telah dimodelkan, serta mengacu kepada rumusan masalah penelitian, yang meliputi:

1. Menganalisa hasil pengujian untuk menghasilkan skema terbaik yang memiliki biaya produksi paling efisien.
2. Membandingkan hasil ED pada sistem tenaga listrik 9 bus IEEE dengan gabungan pembangkit termal dan PLTS yang menggunakan sistem MPPT algoritma *fuzzy logic* terhadap hasil ED pada sistem tenaga listrik 9 bus IEEE dengan gabungan pembangkit termal dan PLTS yang menggunakan sistem MPPT algoritma *perturb and observe*.
3. Menganalisa pengaruh sistem MPPT terhadap *economic dispatch* pada sistem tenaga listrik gabungan pembangkit termal dan PLTS.

3.8 Validasi Hasil

Dapat memberikan jawaban terhadap rumusan masalah penelitian, seperti memperlihatkan perbandingan hasil ED pada software dengan hasil ED perhitungan manual, serta menghasilkan biaya pembangkitan yang minimum.

3.9 Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap model yang telah dibuat yang nantinya akan ditarik kesimpulan dari penelitian.

3.10 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan tempat penelitian adalah menjelaskan *time schedule* dan tempat saat melakukan penelitian

3.10.1 Waktu Penelitian

Time schedule ini dibuat sebagai acuan untuk mengendalikan pelaksanaan penelitian secara menyeluruh agar pelaksanaan penelitian yang dilakukan berjalan dengan baik. Rencana kegiatan ini dilakukan setelah penulis melaksanakan sidang usulan penelitian.

Tabel 3.4 Time Schedule Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan															
		Januari 2023				Februari 2023				Maret 2023				April 2023			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literasi	■															
2	Penentuan Parameter		■	■													
3	Perancangan Model				■	■	■										
4	Pengujian Model						■	■									
5	Validasi Model								■	■							

No.	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan															
		Januari 2023				Februari 2023				Maret 2023				April 2023			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
6	Analisa Hasil Uji																
7	Validasi Hasil Uji																
8	Membuat Kesimpulan																

3.10.2 Tempat Penelitian

Tempat melaksanakan penelitian akan dilakukan dilaboratorium Teknik Elektro Universitas Siliwangi.