

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini, yaitu :

1. Laptop dan Software MATLAB

Laptop digunakan untuk melakukan simulasi pemodelan serta melakukan analisis hasil simulasi. Dan perhitungan Optimal Power Flow (OPF) menggunakan software Matlab.

2. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data test sistem IEEE 30 *bus* yang sudah dimodifikasi.

Tabel 3.1. Modifikasi *bus* data input sistem IEEE 30 *bus*

No. Bus	Kode Bus	Bus Voltage		Generator		Beban (Load)		Reactive Power Limit	
		Magnitude (p.u)	Phase Angel (degrees)	Real Power (MW)	Reactive Power (MVar)	Real Power (p.u)	Reactive Power (p.u)	Q min (p.u)	Q max (p.u)
1	1	1,6	0	138,48	-2,79	0	0	0	0
2	2	1,045	0	40	50	23,7	13,7	-0,2	0,6
3	3	1	0	0	0	4,4	2,2	0	0
4	3	1,06	0	0	0	9,6	2,6	0	0
5	2	1,01	0	50	37	96,2	20	-0,15	0,625
6	3	1	0	0	0	0	0	0	0
7	3	1	0	0	0	24,8	11,9	0	0
8	2	1.01	0	50	37,3	32	31	-0,15	0,5
9	3	1	0	0	0	0	0	0	0
10	3	1	0	0	0	7,8	3	0	0
11	2	1,082	0	50	16,2	0	0	-0,1	0,4
12	3	1	0	0	0	13,2	8,5	0	0
13	2	1,071	0	50	10,6	0	0	-0,15	0,45
14	3	1	0	0	0	8,2	2,6	0	0

Tabel 3.1. Modifikasi bus data input sistem IEEE 30 bus

No. Bus	Kode Bus	Bus Voltage		Generator		Beban (Load)		Reactive Power Limit	
		Magnitude (p.u)	Phase Angel (degrees)	Real Power (MW)	Reactive Power (MVar)	Real Power (p.u)	Reactive Power (p.u)	Q min (p.u)	Q max (p.u)
15	3	1	0	0	0	10,2	3,5	0	0
16	3	1	0	0	0	5,5	2,8	0	0
17	3	1	0	0	0	11	6,8	0	0
18	3	1	0	0	0	5,2	1,9	0	0
19	3	1	0	0	0	11,5	4,4	0	0
20	3	1	0	0	0	4,2	1,7	0	0
21	3	1	0	0	0	19,5	12,2	0	0
22	3	1	0	0	0	0	0	0	0
23	3	1	0	0	0	5,2	2,6	0	0
24	3	1	0	0	0	10,7	7,7	0	0
25	3	1	0	0	0	0	0	0	0
26	3	1	0	0	0	5,5	3,3	0	0
27	3	1	0	0	0	0	0	0	0
28	3	1	0	0	0	0	0	0	0
29	3	1	0	0	0	4,4	1,9	0	0
30	3	1	0	0	0	12,6	2,9	0	0

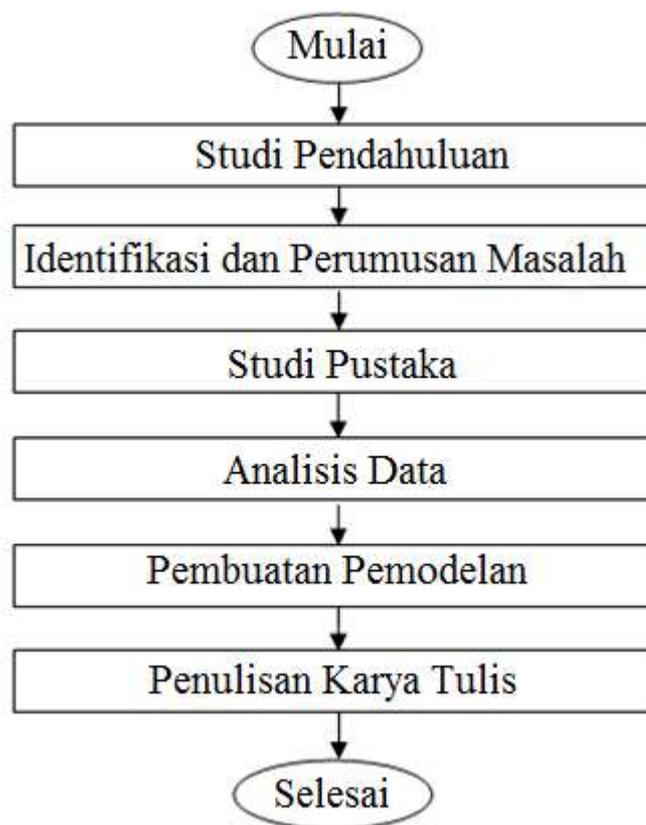
Tabel 3.2. Line data input sistem IEEE 30 bus

Dari bus	Ke bus	Line impedance		Half line Charging B/2	X'mer TAP (a)
		R	X		
1	2	0.0192	0.0575	0.0264	1
1	3	0.0452	0.1652	0.0204	1
2	4	0.057	0.1737	0.0184	1
3	4	0.0132	0.0379	0.0042	1
2	5	0.0472	0.1983	0.0209	1
2	6	0.0581	0.1763	0.0187	1
4	6	0.0119	0.0414	0.0045	1
5	7	0.046	0.116	0.0102	1
6	7	0.0267	0.082	0.0085	1
6	8	0.012	0.042	0.0045	1
6	9	0	0.208	0	0.978
6	10	0	0.556	0	0.969

Tabel 3.2. Line data input sistem IEEE 30 bus

Dari bus	Ke bus	Line impedance		Half line Charging B/2	X'mer TAP (a)
		R	X		
9	11	0	0.208	0	1
9	10	0	0.11	0	1
4	12	0	0.256	0	0.932
12	13	0	0.14	0	1
14	15	0.221	0.1997	0	1
16	17	0.0824	0.1923	0	1
15	18	0.1073	0.2185	0	1
18	19	0.0639	0.1292	0	1
19	20	0.034	0.068	0	1
10	20	0.0936	0.209	0	1
10	17	0.0324	0.0845	0	1
10	21	0.0348	0.0749	0	1
10	22	0.0727	0.1499	0	1
21	22	0.0116	0.0236	0	1
15	23	0.1	0.202	0	1
22	24	0.115	0.179	0	1
23	24	0.132	0.27	0	1
24	25	0.1885	0.3292	0	1
25	26	0.2544	0.38	0	1
25	27	0.1093	0.2087	0	1
28	27	0	0.396	0	0.968
27	29	0.2198	0.4153	0	1
27	30	0.3202	0.6027	0	1
29	30	0.2399	0.4533	0	1
8	28	0.0636	0.2	0.0214	1
6	28	0.0169	0.0599	0.0065	1

3.2. Langkah – langkah penyusunan Tugas Akhir



Gambar 3.1. *Flowchart* metodologi penelitian

Gambar 3.1. Menjelaskan tentang langkah-langkah penulisan yang dilakukan. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas maka dibawah ini diberikan penjelasan yang lebih menyeluruh dari setiap langkah - langkah penulisan karya tulis:

1. Persiapan Penelitian

Pada tahap ini, peneliti mempersiapkan segala keperluan yang mendukung dalam pelaksanaan penelitian.

2. Studi Aliran Daya

Studi Aliran adalah studi pustakan dengan mencari sumber literatur sebagai tujuan mengetahui informasi – informasi mengenai metode yang akan digunakan.

3. Studi sistem Tenaga IEEE 30 bus

Setelah diadakan studi aliran daya, permasalahan Optimal Power Flow (OPF) pada sistem tenaga IEEE 30 bus dapat diidentifikasi. Kemudian permasalahan yang diangkat menjadi topik adalah analisis tentang perbandingan metodologi yang digunakan.

4. Perhitungan menggunakan MATLAB

Tahap selanjutnya, setelah mendapatkan data-data yang akan digunakan. Peneliti memodelkan dan melakukan perhitungan dengan software MATLAB.

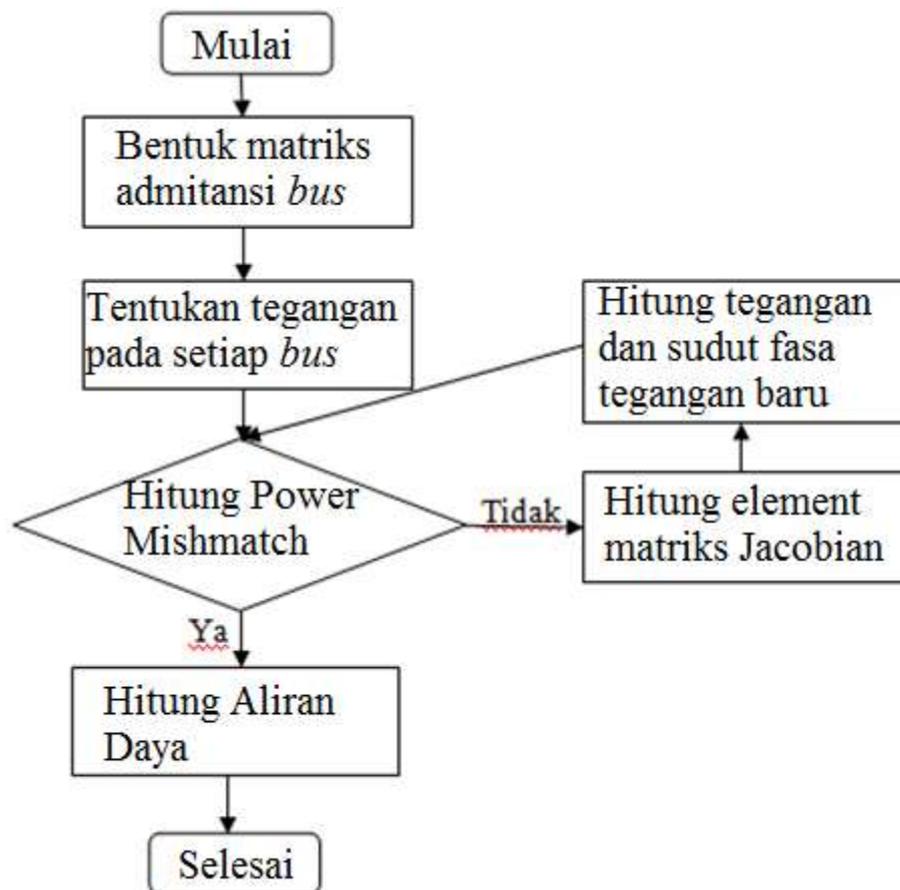
5. Data hasil perhitungan

Setelah melakukan perhitungan menggunakan MATLAB, peneliti akan mendapatkan sebuah data yang diperlukan. Data yang diharapkan hasil perhitungan meliputi: Besar Volt Magnitude, total Losses, penempatan kapasitor dan distributed generator (DG).

6. Analisa Data

Setelah mendapatkan data hasil dari perhitungan kemudian dilakukan analisa meliputi : analisa perbandingan dan perhitungan sistem teroptimal.

3.3. Diagram Alir Aliran Daya *Newton-Raphson*



Gambar 3.2. *Flowchart* Aliran Daya *Newton-Raphson*

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas maka dibawah ini diberikan penjelasan yang lebih menyeluruh dari setiap langkah - langkah *Flowchart* Aliran Daya *Newton-Raphson* :

1. Memasukkan (input) data dari sistem tenaga IEEE 30 *bus* yang sudah dimodifikasi.
2. Bentuk persamaan matriks *bus* admittance (2.2)
3. Tentukan tegangan pada setiap *bus*.
4. Hitung power mismatch dari persamaan (2.16) dan (2.17). Periksa apakah kondisi konvergensi memenuhi syarat :

$$\begin{aligned} \max |\Delta P_i^k| &< \varepsilon_1 \\ \max |\Delta Q_i^k| &< \varepsilon_2 \end{aligned} \quad (3.1)$$

Jika persamaan (3.1) terpenuhi, maka iterasi selesai dan lanjut untuk menghitung aliran daya pada *slack bus*. Jika tidak, lanjut ke langkah selanjutnya.

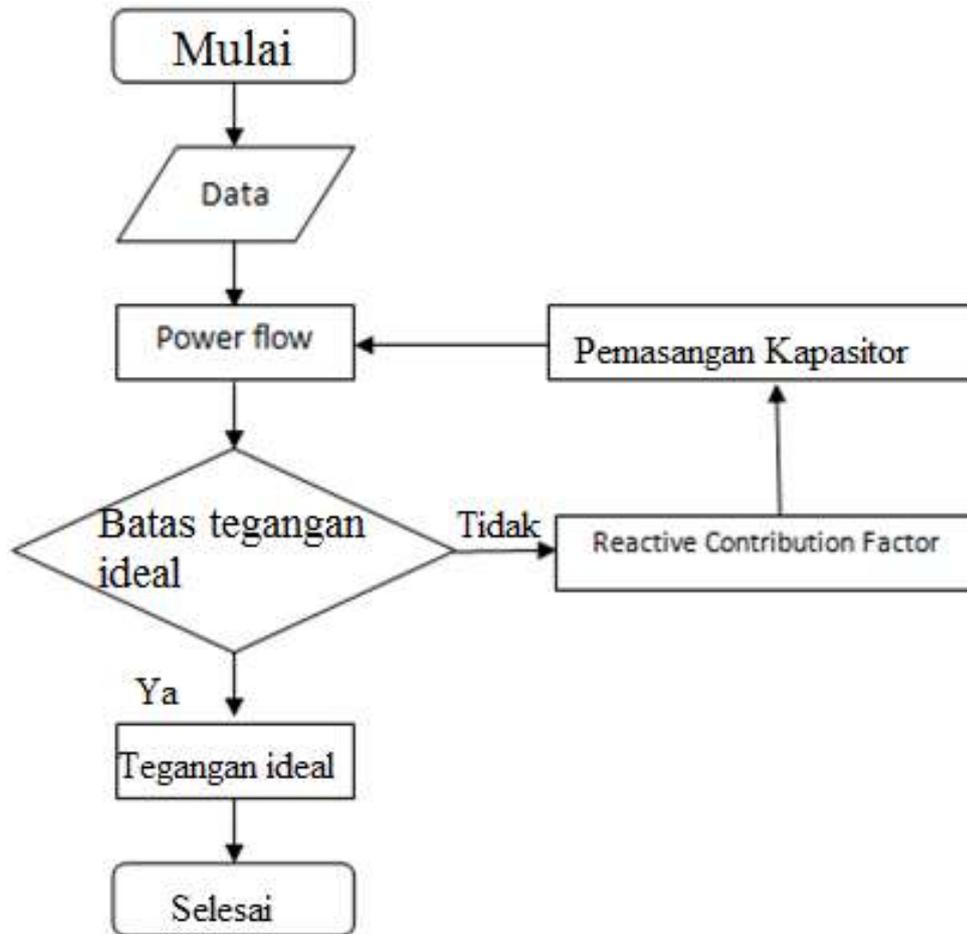
5. Hitung element matriks Jacobian dari persamaan (2.26) sampai (2.33).
6. Hitung besar tegangan dan sudut tegangan baru dari persamaan (2.19).

Kemudian hitung tegangan dan sudut dengan persamaan:

$$\begin{aligned} V_i^{k+1} &= V_i^k + \Delta V_i^k \\ \theta_i^{k+1} &= \theta_i^k + \Delta \theta_i^k \end{aligned} \quad (3.2)$$

7. Kembali ke langkah 4 dengan *bus* tegangan baru.

3.4. Diagram Alir Penempatan Kapasitor



Gambar 3.3. *Flowchart* penelitian penempatan kapasitor

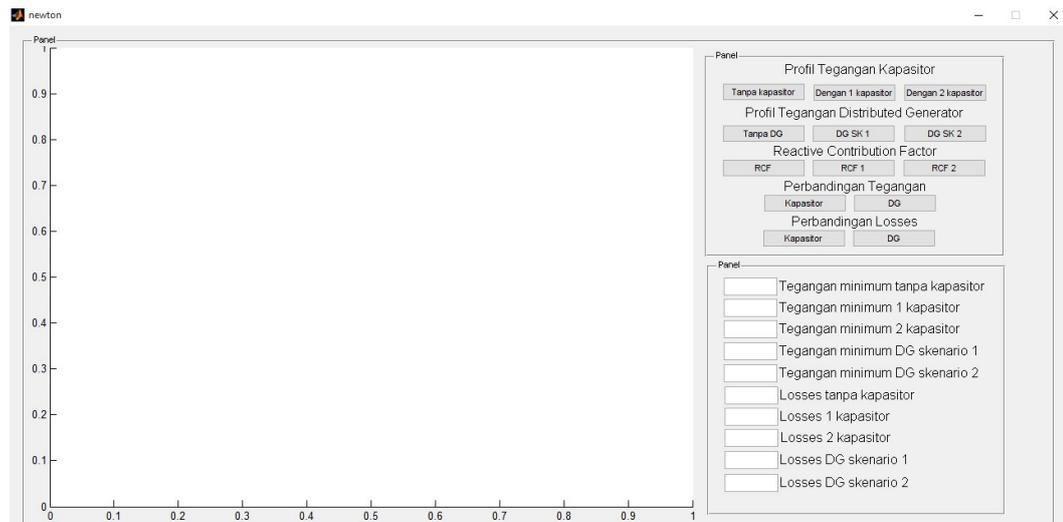
Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas maka dibawah ini diberikan penjelasan yang lebih menyeluruh dari setiap langkah - langkah *Flowchart* penelitian penempatan kapasitor :

1. Memasukkan (input) data dari sistem tenaga IEEE 30 bus yang sudah dimodifikasi.

2. Menghitung aliran daya dalam sistem menggunakan metode *Newton-Raphson*.
3. Mengidentifikasi tegangan jatuh (Drop Tegangan) pada setiap bus dalam sistem. Sistem akan dianggap stabil apabila tegangan berada pada *voltage stability limit* $0.95 \leq V \leq 1.05$ pu.
4. Melakukan analisis menggunakan *RCF* (Reactive Contribution Faktor) berdasarkan faktor kontribusi terbesar untuk meningkatkan tegangan dan mengurangi tegangan jatuh pada sistem.
5. Memasang alat kompensasi (Kapasitor) berukuran 5Mvar pada bus dengan *RCF* tertinggi.
6. Melakukan analisis aliran daya kembali setelah pemasangan kapasitor. Sistem akan dianggap stabil apabila tegangan berada pada *voltage stability limit* $0.95 \leq V \leq 1.05$ pu.
7. Jika salah satu *bus* masih terdapat tegangan jatuh yang bernilai dibawah 0.95 pu maka kembali pada langkah 4.

3.5. Gambar user interface perhitungan

Untuk mempermudah dalam mengamati hasil perhitungan aliran daya yang akan dilakukan, maka penulis beinisiatif membuat sebuah user interface yang menampilkan grafik pada setiap indikator yang diinginkan.



Gambar 3.4 User interface analisa aliran daya sistem IEEE 30 bus

Keterangan :

- Tombol tanpa kapasitor
Merupakan tombol untuk menampilkan grafik profil tegangan saat sebelum ditambahkan kapasitor pada sistem.
- Tombol dengan 1 kapasitor
Merupakan tombol untuk menampilkan grafik profil tegangan saat 1 unit kapasitor telah ditambahkan pada sistem.
- Tombol dengan 2 kapasitor
Merupakan tombol untuk menampilkan grafik profil tegangan saat 2 unit kapasitor telah ditambahkan pada sistem.
- Tombol tanpa DG
Merupakan tombol untuk menampilkan grafik profil tegangan saat 2 unit kapasitor telah ditambahkan namun *DG* belum ditambahkan pada sistem.

- Tombol DG SK 1 (skenario 1)

Merupakan tombol untuk menampilkan grafik profil tegangan saat 2 unit kapasitor telah ditambahkan dan *DG* dipasangkan dengan skenario 1 pada sistem.

- Tombol DG SK 2 (skenario 2)

Merupakan tombol untuk menampilkan grafik profil tegangan saat 2 unit kapasitor telah ditambahkan dan *DG* dipasangkan dengan skenario 2 pada sistem.

- Tombol RCF

Merupakan tombol untuk menampilkan grafik faktor kontribusi reaktif saat unit kapasitor belum ditambahkan pada sistem.

- Tombol RCF 1

Merupakan tombol untuk menampilkan grafik faktor kontribusi reaktif saat 1 unit kapasitor belum ditambahkan pada sistem.

- Tombol RCF 2

Merupakan tombol untuk menampilkan grafik faktor kontribusi reaktif saat 2 unit kapasitor belum ditambahkan pada sistem.

- Tombol kapasitor (perbandingan tegangan)

Merupakan tombol untuk menampilkan grafik perbandingan tegangan dari sebelum ditambahkan kapasitor sampai ditambahkan 2 unit kapasitor pada sistem.

- Tombol DG (perbandingan tegangan)

Merupakan tombol untuk menampilkan grafik perbandingan tegangan sebelum ditambahkan *DG (distributed generator)*, pada skenario 1 dan skenario 2 pada sistem.

- Tombol kapasitor (perbandingan losses)

Merupakan tombol untuk menampilkan grafik perbandingan losses dari sebelum ditambahkan kapasitor sampai ditambahkan 2 unit kapasitor pada sistem.

- Tombol DG (perbandingan losses)

Merupakan tombol untuk menampilkan grafik perbandingan losses sebelum ditambahkan *DG (distributed generator)*, skenario 1 dan skenario 2 pada sistem.