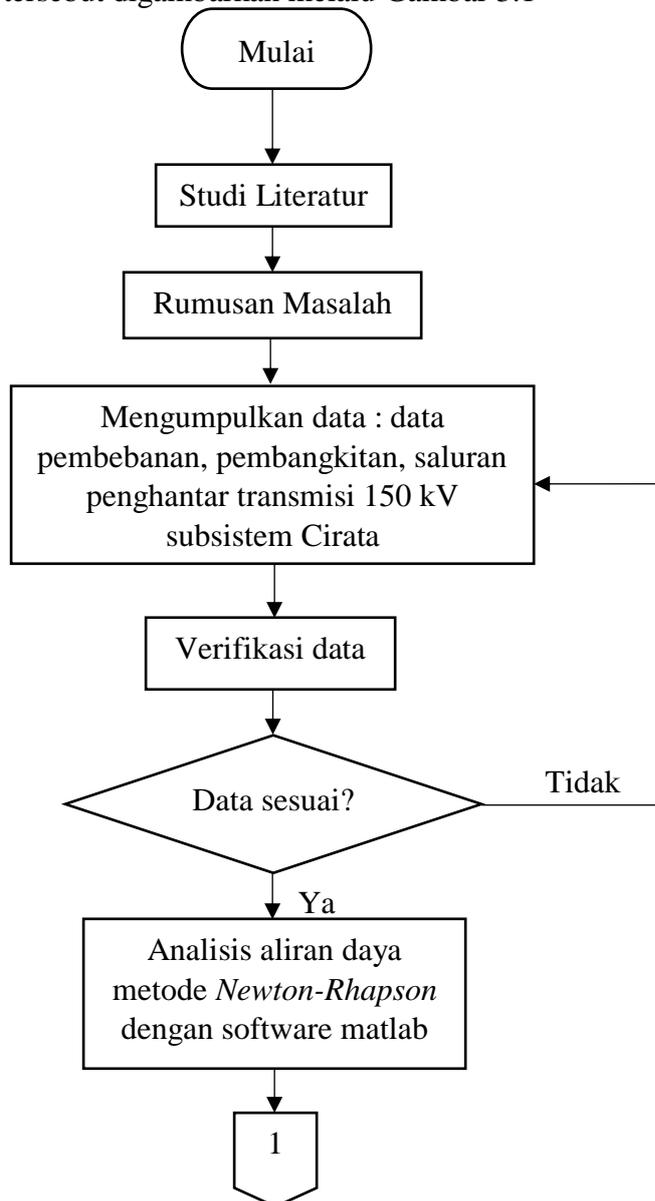


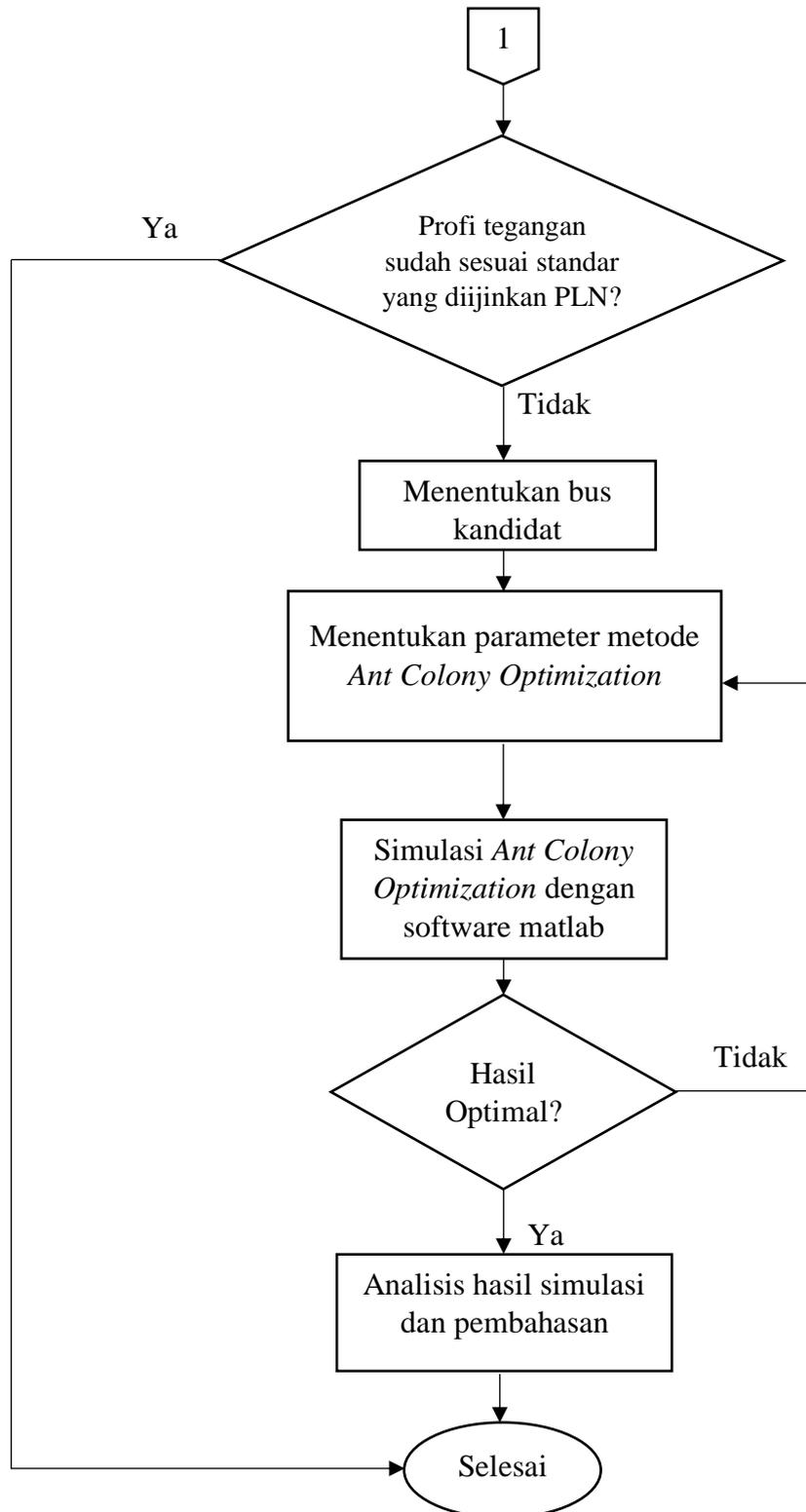
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Alur Penelitian

Dalam menentukan lokasi dan kapasitas kapasitor yang optimal dalam mengurangi rugi daya dan jatuh tegangan pada sistem 150 kV subsistem Cirata menggunakan metode aliran daya Newton-Rhapson untuk penentuan lokasi kapasitor yang optimal dan metode *Ant Colony Optimization* untuk penentuan kapasitas kapasitor yang optimal yang membutuhkan alur penelitian. Alur penelitian skripsi ini bertujuan untuk mempermudah dalam mencapai tujuan dari skripsi, alur penelitian tersebut digambarkan melalui Gambar 3.1





**Gambar 3.1** Diagram Alur Penelitian

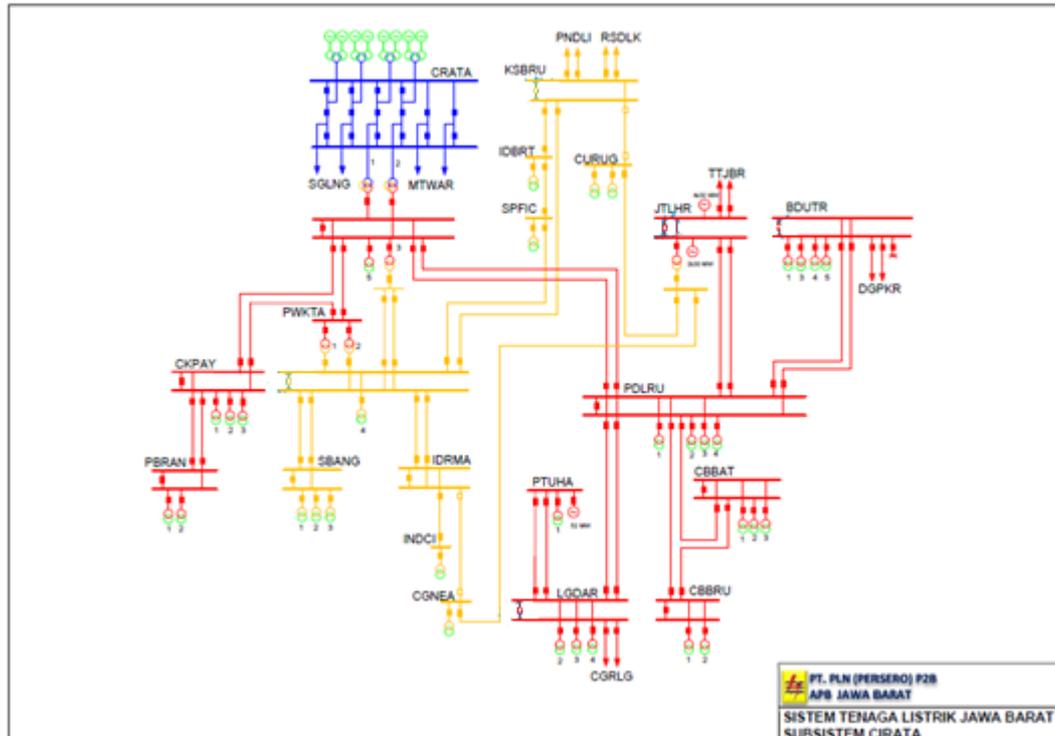
Dari diagram alur pada Gambar 3.1 dapat dijelaskan langkah – langkah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Mencari literatur baik dari buku ataupun jurnal terkait optimasi penentuan letak dan kapasitas kapasitor lalu terkait tentang *Ant Colony Optimization*.

2. Merumuskan masalah yang akan dibahas dalam penelitian skripsi ini.
3. Mencari dan mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian skripsi ini yaitu data pembebanan, data pembangkitan dan data saluran penghantar transmisi 150 kV subsistem Cirata pada bulan Desember 2018.
4. Melakukan simulasi aliran daya *Newton-Rhapon* menggunakan MATLAB R2017a. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui tegangan dan rugi - rugi daya sebelum penempatan kapasitor.
5. Apakah profil tegangan sudah sesuai dengan standar yang diijinkan PLN ? Jika sudah berarti berarti penelitian selesai jika tidak maka di lakukan optimasi penentuan letak dan kapasitas kapasitor pada sistem transmisi 150 kV subsistem Cirata.
6. Menentukan bus – bus kandidat transmisi 150 kV subsistem Cirata yang akan dilakukan penempatan kapasitor.
7. Menentukan parameter *Ant Colony Optimization*, yaitu jumlah semut, maksimal iterasi, batasan jumlah kapasitor, jumlah rho dan jumlah beta.
8. Apakah lokasi dan kapasitas kapasitor sudah optimal untuk mengurangi jatuh tegangan dan rugi daya? Jika sudah berarti simulasi selesai. Jika belum optimal maka harus dilakukan pengulangan dalam menentukan parameter metode *Ant Colony Optimization*.
9. Analisis dan pembahasan hasil simulasi.

### **3.2 Data dan Lokasi Penelitian**

Subjek penelitian skripsi ini yaitu sistem transmisi 150 kV APB Jawa Barat Subsistem Cirata. Data penelitian ini diambil dari PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Beban Jawa Barat yang beralamat di Jl. Moch. Toha Km. 4 Komplek PLN Cigereleng, Bandung. Data yang diambil adalah data bus yang terdiri dari data pembebanan, data pembangkitan dan data impedansi saluran penghantar transmisi 150 kV subsistem Cirata pada bulan Desember 2018 yang memiliki base daya 500 MVA serta base tegangan 150 kV. Berikut adalah gambar *single line* diagram sistem transmisi 150 kV subsistem Cirata :



**Gambar 3.2** Single Line Diagram Distem Transmisi 150 kV Subsistem Cirata

Lalu terdapat data pembangkitan, data pembebanan serta saluran saluran impedansi sistem transmisi 150 kV subsistem Cirata :

**Tabel 3.1** Data Pembangkitan dan Pembebanan Sistem Transmisi 150 kV Subsistem Cirata

No	Bus	Jenis	Pembangkitan		Pembebanan	
			P(MW)	Q(Mvar)	P(MW)	Q(Mvar)
1	Cirata	Slack	-	-	14,8038	6,626791
2	Jatiluhur	Generator	180	21	0	0
3	Patuha	Generator	40,5	18	8,140945	2,337358
4	Purwakarta	Beban	0	0	13,14373	4,161013
5	Padalarang	Beban	0	0	117,3842	29,07569
6	Indobarat	Beban	0	0	9,914676	3,493192
7	Indorama	Beban	0	0	33,2687	9,066892
8	Cikumpay	Beban	0	0	139,624	22,69291
9	Cibabat	Beban	0	0	119,1807	32,88995
10	Kosambi Baru	Beban	0	0	0	0
11	Lagadar	Beban	0	0	70,0053	24,041372
12	Indaci	Beban	0	0	2,81977	1,913549
13	Ciganea	Beban	0	0	0,557131	0

14	Bandung Utara	Beban	0	0	140,7838	34,02011
15	Subang	Beban	0	0	53,33683	20,58672
16	South Pacific	Beban	0	0	16,94135	7,037754
17	Pabuaran	Beban	0	0	20,77305	6,97354
18	Curug	Beban	0	0	0	0
19	Cibabat Baru	Beban	0	0	42,48984	10,98044

**Tabel 3.2** Data Saluran Impedansi Sistem Transmisi 150 kV Subsistem Cirata

No Line	Saluran		Parameter Saluran			
	Dari	Ke	R	X	R(p.u.)	X(p.u.)
1	1	4	3,294702	14,70307	0,073216	0,326734889
2	1	5	3,9151	12,5541	0,087002	0,27898
3	1	8	4,919409	21,95355	0,10932	0,487856667
4	2	5	9,77568	50,40921	0,217237	1,120204667
5	2	13	1,472	4,6308	0,032711	0,102906667
6	2	18	3,68	11,577	0,081778	0,257266667
7	3	11	6,79126	29,2128	0,150917	0,649173333
8	4	7	2,392	7,52505	0,053156	0,167223333
9	4	8	1,700187	7,587321	0,037782	0,168607133
10	4	10	8,4272	26,51133	0,187271	0,589140667
11	4	15	16,36402	34,83	0,363645	0,774
12	4	16	4,416	13,8924	0,098133	0,30872
13	5	9	1,88783	7,528695	0,041952	0,167304333
14	5	11	3,10284	13,37148	0,068952	0,297144
15	5	14	3,5875	14,8725	0,079722	0,3305
16	5	19	1,05343	4,201095	0,02341	0,093357667
17	6	10	5,24032	16,48565	0,116452	0,366347778
18	6	16	2,1344	6,71466	0,047431	0,149214667
19	7	12	0,237	0,396	0,005267	0,0088
20	7	13	0,7728	2,4255	0,017173	0,0539
21	8	17	1,651125	7,368375	0,036692	0,163741667
22	9	19	0,84483	3,369195	0,018774	0,074871
23	10	18	3,68	11,577	0,081778	0,257266667

### 3.3 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian skripsi ini menggunakan alat bantu laptop dengan spesifikasi *windows 7 professional* dengan *processor AMD-A84500M APU with Radeon(tm) HD Graphics @1.9GHz* dan *RAM 8.00 GB* dengan *system operating*

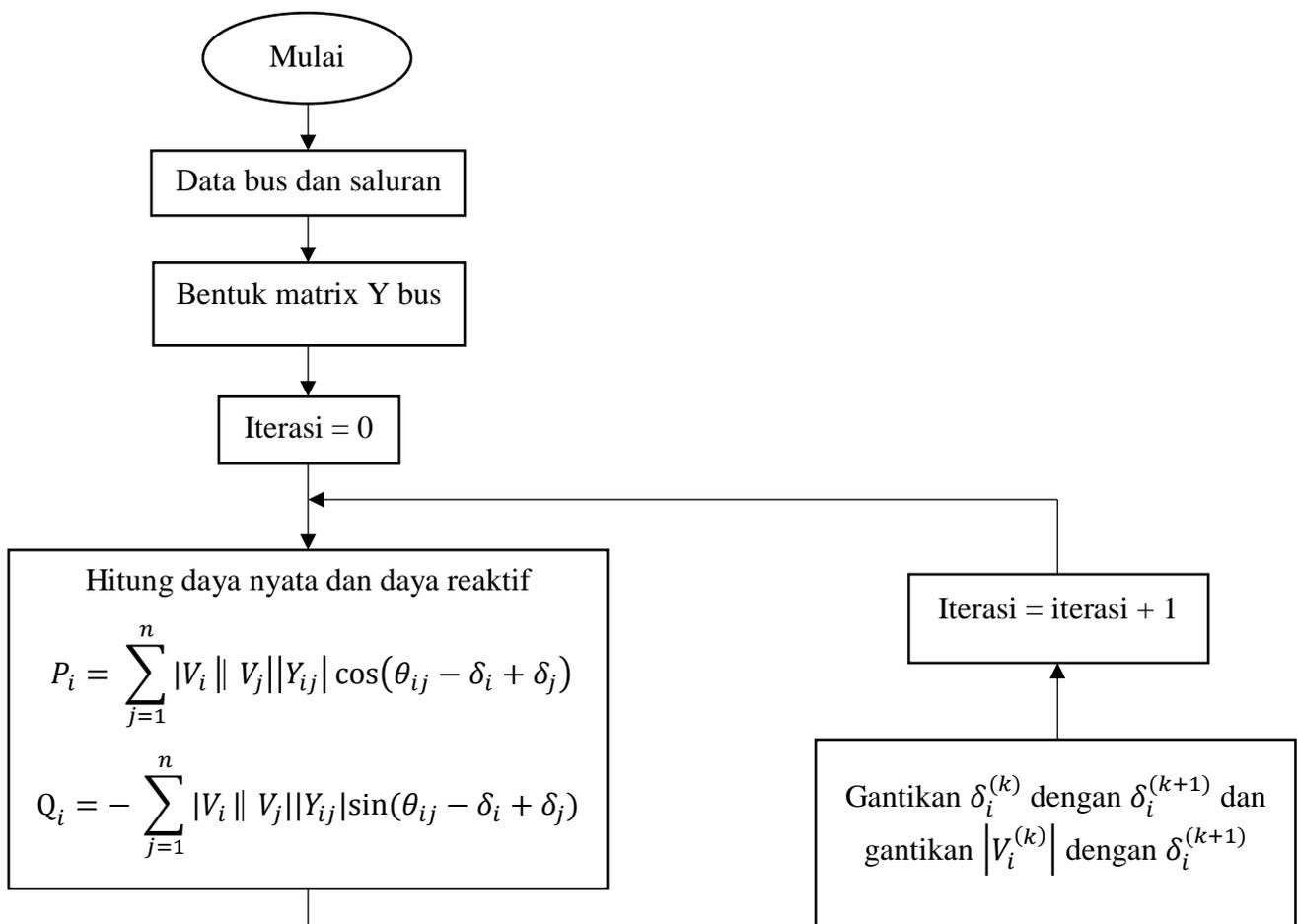
32-bit. *Software* yang digunakan untuk simulasi penentuan lokasi dan kapasitas kapasitor yang optimal menggunakan MATLAB R2017a. Selain itu *software* yang digunakan dalam pengerjaan penelitian skripsi ini adalah Microsoft Excel dan Microsoft Word.

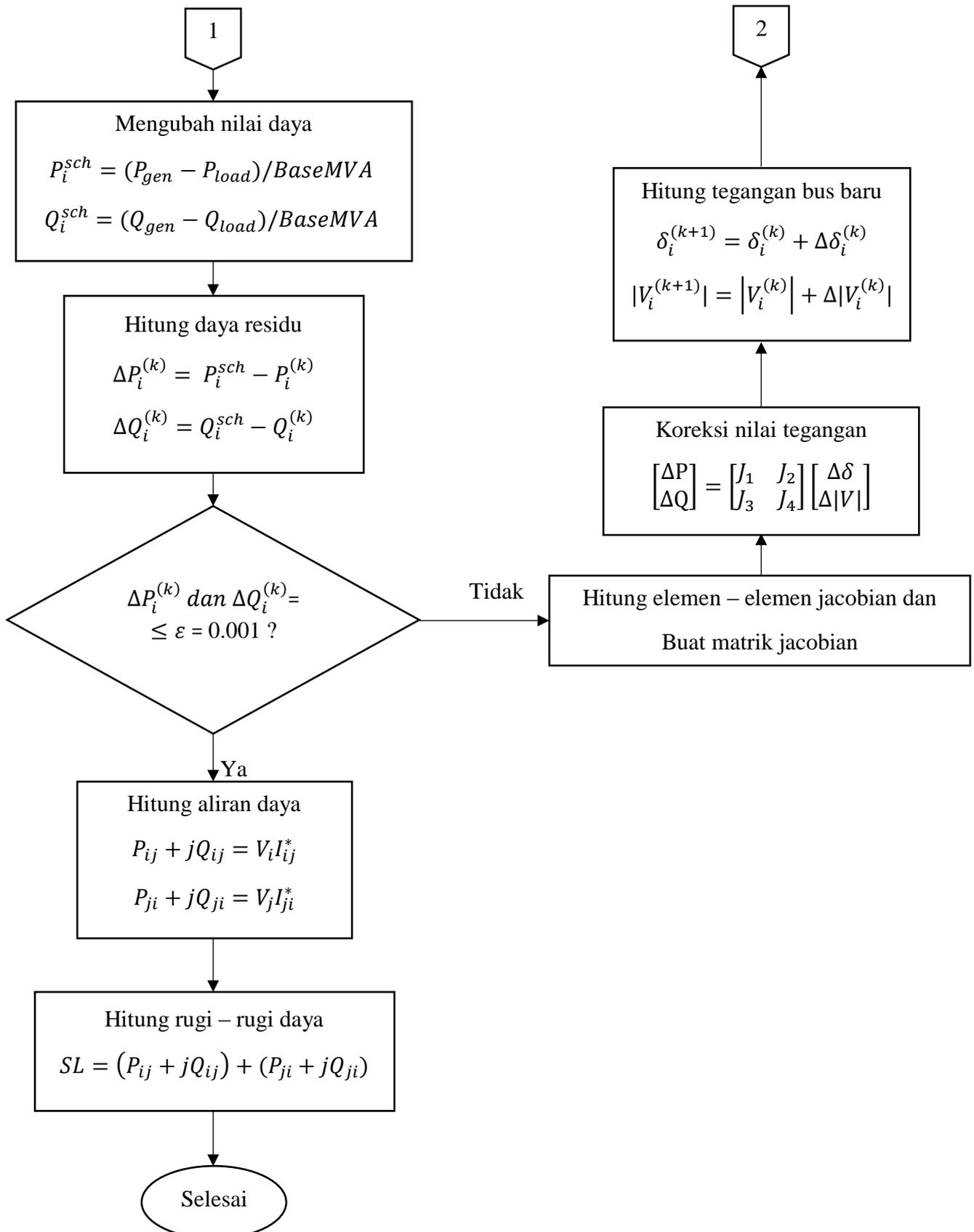
### 3.4 Metodologi Penelitian

Penelitian skripsi ini menggunakan metode *Ant Colony Optimization*. Akan tetapi sebelum melakukan optimasi menggunakan metode *Ant Colony Optimization* harus melakukan simulasi aliran daya menggunakan metode *Newton-Rhapson* terlebih dahulu.

#### 3.4.1 *Newthon-Rhapson*

Aliran daya *Newthon-Rhapson* ini terlebih dahulu disimulasikan untuk mengetahui profil tegangan dan rugi – rugi daya pada bus transmisi 150 kV subsistem Cirata. Diagram alur aliran daya *Newthon-Rhapson* digambarkan pada Gambar 3.3.





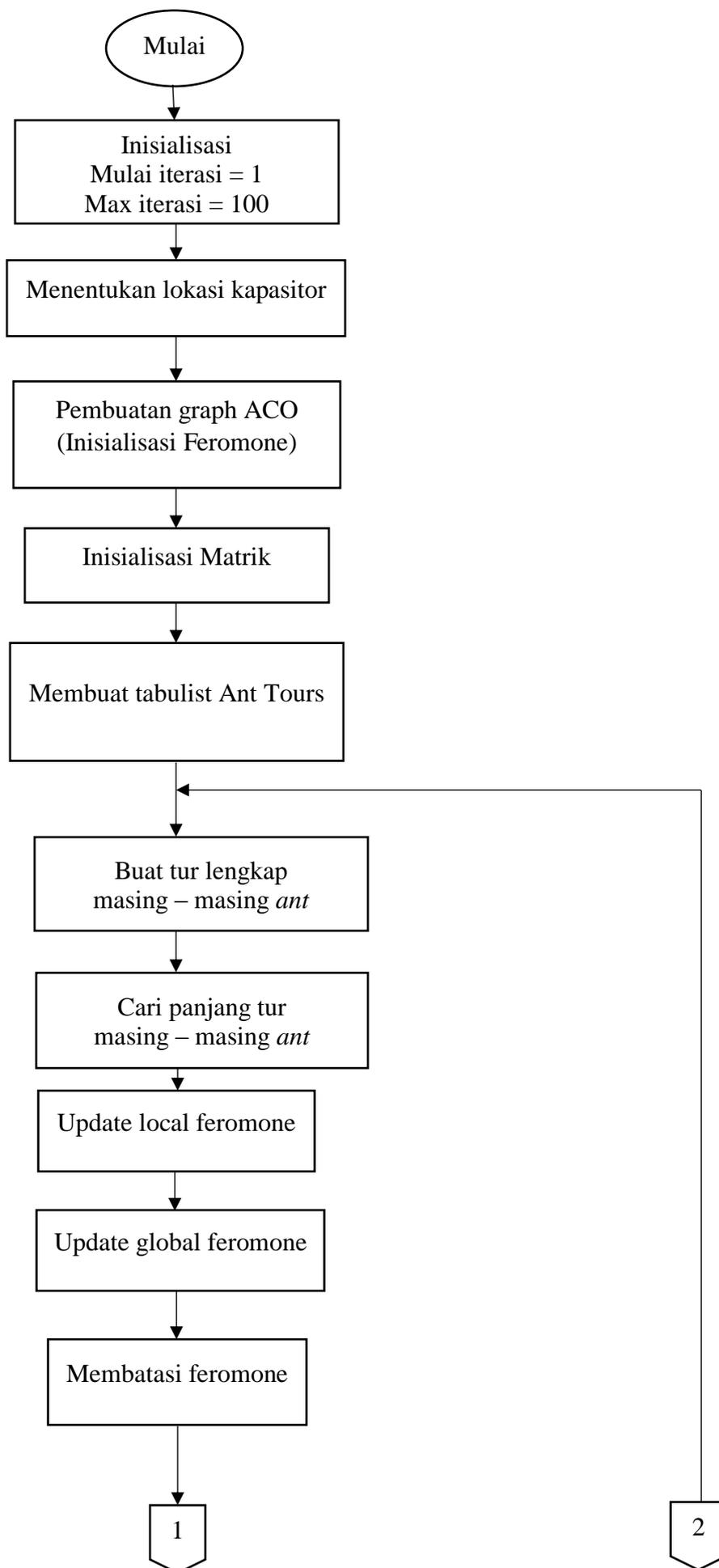
**Gambar 3.3** Diagram Alur Aliran Daya *Newton-Rhapson*

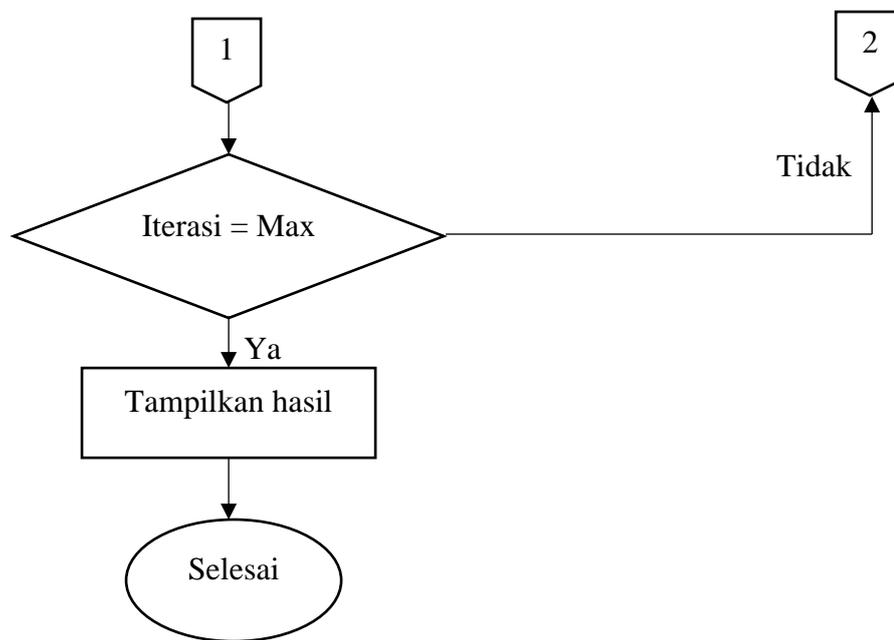
Dari Gambar 3.3 Diagram alur aliran daya *Newthon-Rhapson* maka dapat dijelaskan langkah – langkah metode *Newthon-Rhapson* sebagai berikut :

1. Memasukkan data beban (nomor bus beban, daya aktif dan daya reaktif) data pembangkitan (nomor bus pembangkit, daya aktif dan daya reaktif), data penghantar(nomor saluran, resistansi dalam pu, reaktansi dalam pu) transmisi 150 kV subsistem Cirata.
2. Membentuk matrik admitansi dan menghitung nilai admintansi.
3. Iterasi 0 dimulai dengan estimasi awal yaitu  $\delta_i^{(0)} = 0$ ,  $V_i^{(0)} = 1 pu$ . Dimana  $i$  menunjukkan nomor bus.
4. Memasukan nilai estimasi awal untuk menghitung daya aktif dan daya reaktif.
5. Menghitung daya aktif dalam pu  $P^{sch}$  dan daya reaktif dalam pu  $Q^{sch}$ .
6. Menghitung delta daya sisa dengan mengurangi daya dalam pu dengan daya yang dihitung,
7. Jika delta daya aktif sisa dan daya reaktif sisa kurang dari epsilon 0.001 maka dilanjutkan dengan menghitung nilai aliran daya, rugi-rugi daya dan simulasi selesai. Jika delta daya aktif sisa dan daya reaktif sisa tidak kurang dari epsilon 0.001 maka dilanjutkan dengan menghitung elemen - elemen jacobian dan membuat matrik jacobian.
8. Menghitung delta sudut dan tegangan.
9. Menghitung tegangan baru ( $|V|^{(k+1)}$ ) dan sudut baru ( $|\delta|^{(k+1)}$ ) dengan cara menjumlahkan sudut dan tegangan awal dengan delta sudut dan tegangan.
10. Mengganti nilai sudut  $\delta^{(k)}$  dengan  $\delta^{(k+1)}$  dan nilai tegangan  $|V|^{(k)}$  dengan  $|V|^{(k+1)}$ .
11. Pengulangan iterasi.

### 3.4.2 *Ant Colony Optimization*

Metode *Ant Colony Optimization* digunakan untuk menentukan lokasi dan kapasitas kapasitor yang optimal untuk mengurangi rugi daya dan jatuh tegangan. Langkah – langkah metode *Ant Colony Optimization* akan dijelaskan dalam diagram alur pada Gambar 3.4





**Gambar 3.4** Diagram Alur Penentuan Kapasitas Kapasitor yang Optimal Menggunakan *Ant Colony Optimization*

Dari Gambar 3.4 diagram alur *Ant Colony Optimization* dapat dijelaskan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Menentukan lokasi bus yang akan dipasang kapasitor. Kandidat lokasi bus yang akan dimasukkan ke dalam simulasi yaitu lokasi bus yang tegangannya kurang dari 0.9 pu dari hasil simulasi aliran daya *Newthon-Rhapson*.
2. Membuat *graph Ant Colony Optimization* dengan merepresentasikan permasalahan pada sistem transmisi 150 kV subsistem Cirata.
3. Inisialisasi matrik feromone untuk menginisialisasi awal calon jalur - jalur yang mungkin bisa ditempuh oleh *ant* yaitu lokasi bus yang akan dipasang kapasitor dan batasan nilai kapasitas kapasitor yang akan dipasang.
4. Membuat *Tabulist Ant Tour* dengan menentukan jumlah *ant* dan jumlah node yang akan dilewati dengan probabilitas stokastik sehingga masing – masing *ant* dapat membuat tur lengkap dan dapat mengetahui panjang tur masing – masing *ant* node disini yaitu menggunakan dua parameter yaitu parameter lokasi kapasitor dan parameter kapasitas kapasitor.
5. Memodifikasi nilai feromone dengan tujuan mempengaruhi *ant* pada iterasi selanjutnya agar membentuk solusi yang lebih baik pada *ant* yang sebelumnya dengan pembaruan feromone lokal dan pembaruan feromone global. Pembaruan

feromone global dilakukan oleh *ant* yang melakukan tur terpendek, tur terpendek disini yaitu rugi daya aktif paling kecil.

6. Untuk menghindari kondisi stagnasi dimana semua *ant* mengikuti jalan yang sama maka kekuatan jejak feromone diakhir iterasi harus dibatasi.
7. Pengujian nilai fungsi objektif saat ini dengan iterasi sebelumnya. Jika fungsi objektif yang dihasilkan saat ini lebih baik dari fungsi sebelumnya, maka fungsi objektif saat ini yang akan dipakai. Jika pengujian jumlah iterasi belum mencapai maksimum, proses akan diulang pada pembuatan *Tabulist Ant Tour*. (Fungsi objektif disini yaitu total kerugian daya aktif)
8. Jika iterasi sudah mencapai maksimum, didapatkan hasil terbaik nilai dan tabu perjalanannya untuk menentukan kapasitas dari kapasitor yang optimal.