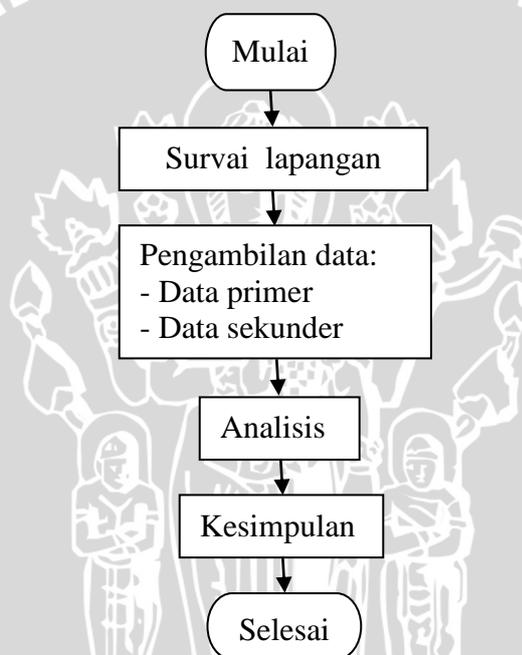


### BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini digunakan untuk memberikan suatu alur kerangka berfikir dari awal penulisan, pengambilan data dan analisis besar nilai arus *inrush* serta frekuensi saat *switching* kapasitor bank dan dampak dari arus *inrush* terhadap tegangan dan daya. Metode penelitian dalam penyusunan skripsi ini adalah metode perhitungan dimana data-data yang didapatkan akan dihitung dan kemudian di analisis. Diagram alir metodologi penelitian terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir metode pengerjaan penelitian  
Sumber:Penulis

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Survai dilakukan dengan tujuan melihat obyek yang dijadikan penelitian. Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) P3B Jawa dan Bali APP (Area Pelaksana Pemeliharaan) Madiun Gardu Induk Manisrejo. Waktu penelitian bulan Maret sampai April 2014.

### 3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam penyelesaian penelitian. Data-data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder.

#### 3.2.1 Data primer

Pengambilan data primer adalah melakukan pengukuran langsung ke obyek yang diteliti atau data masih asli dan memerlukan analisis lebih lanjut. Pengukuran panjang bus, jarak antar *switch* ke kapasitor bank, dan jarak konduktor antar *switch* dengan kapasitor bank. Pengukuran jarak tersebut menggunakan alat ukur meteran *merk long fiberglass tape* 30 meter. Data hasil pengukuran ini diolah lebih lanjut untuk mendapatkan nilai induktansi kabel.

#### 3.2.2 Data sekunder

Data sekunder adalah data yang bersumber dari buku referensi, jurnal, skripsi, thesis, disertasi, *web browsing*. Data sekunder yang dibutuhkan antara lain:

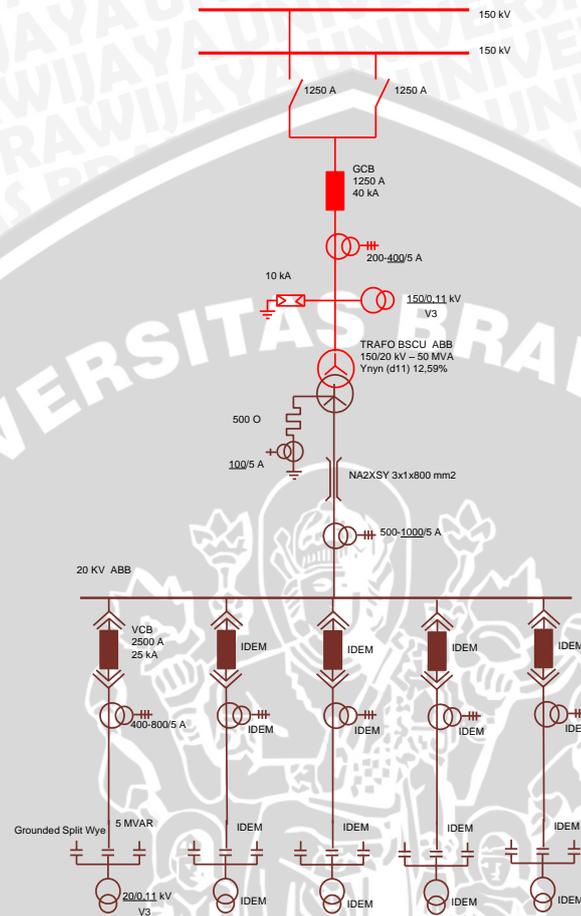
1. Data Transformator BSCU ABB 150/20 kV 50 MVA di GI Manisrejo Madiun.
2. Data kapasitor bank yang terhubung ke Transformator BSCU ABB 150/20 kV 50 MVA di GI Manisrejo Madiun.
3. Data spesifikasi kabel standart IEC 60502, kabel metal NA2XSY, 3x 1x630 mm<sup>2</sup>, 12/20 kV.
4. Data pembebanan

### 3.3 Teknik Analisis Data

Pengambilan data dilakukan di Gardu Induk Manisrejo Madiun, adapun data yang diperlukan untuk analisis berupa:

1. *Single line* diagram kapasitor bank yang diteliti.

*Single line* diagram kapasitor bank di GI Manisrejo Madiun terlihat pada Gambar 3.2.



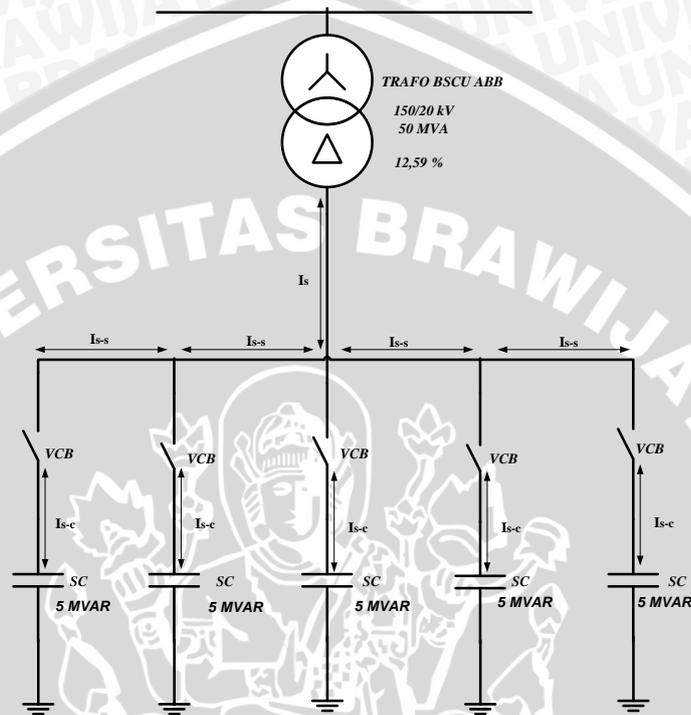
Gambar 3.2 *Single line* diagram kapasitor bank obyek penelitian

Sumber: GI Manisrejo Madiun

2. Dalam menentukan nilai arus inrush dan frekuensi saat switching kapasitor bank di GI Manisrejo Madiun diperlukan data antara lain:

- a. Tegangan sumber
- b. Frekuensi sumber
- c. Kapasitas total kapasitor bank
- d. Tegangan kapasitor
- e. Jumlah step
- f. Hubungan kapasitor bank
- g. Data Pembebanan

3. Pengukuran panjang konduktor bus dengan sumber ( $\ell_s$ ), panjang konduktor dari *switch* ke kapasitor bank ( $\ell_{s-c}$ ), dan panjang konduktor antar *switch* dengan kapasitor bank ( $\ell_{s-s}$ ) ditunjukkan pada Gambar 3.3. Menggunakan kabel standart IEC 60502, kabel metal NA2XSY, 3x 1x630 mm<sup>2</sup>, 12/20 kV.



Gambar 3.3 Panjang bus dengan sumber, jarak antar *switch* ke kapasitor bank, dan jarak konduktor antar *switch* dengan kapasitor bank.

Sumber: Penulis

4. Pola pengoperasian kapasitor bank.

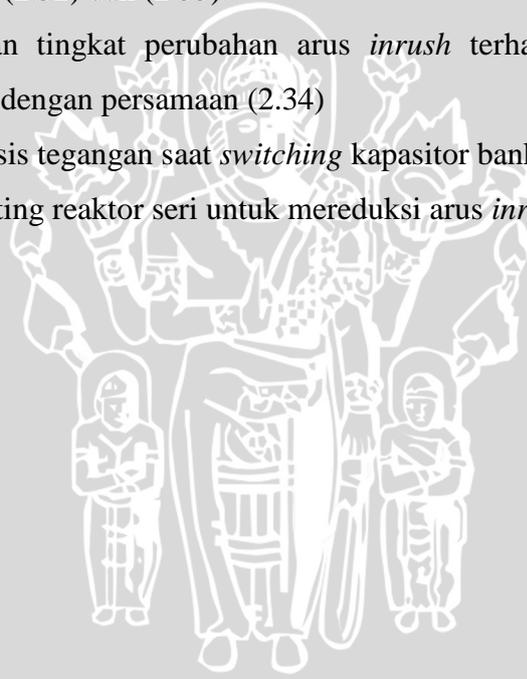
Pola pengoperasian dilakukan dengan cara *Automatic Capacitor Step* yaitu pemasangan kapasitor bank sesuai yang dibutuhkan sistem saat beban puncak atau terjadi drop tegangan.

Langkah-langkah dalam menganalisis besarnya arus *inrush* pada kapasitor bank di gardu induk Manisrejo yaitu: (IEEE Std C37.012-2005;36-38)

- Menentukan arus *short circuit* dan arus dasar masing-masing step dari total step kapasitor menggunakan persamaan (2.24).
- Menentukan arus dasar masing-masing step.
- Menentukan nilai induktansi total meliputi induktansi sumber, induktansi bus, induktansi antar *switch* ke kapasitor, panjang konduktor antar *switch*

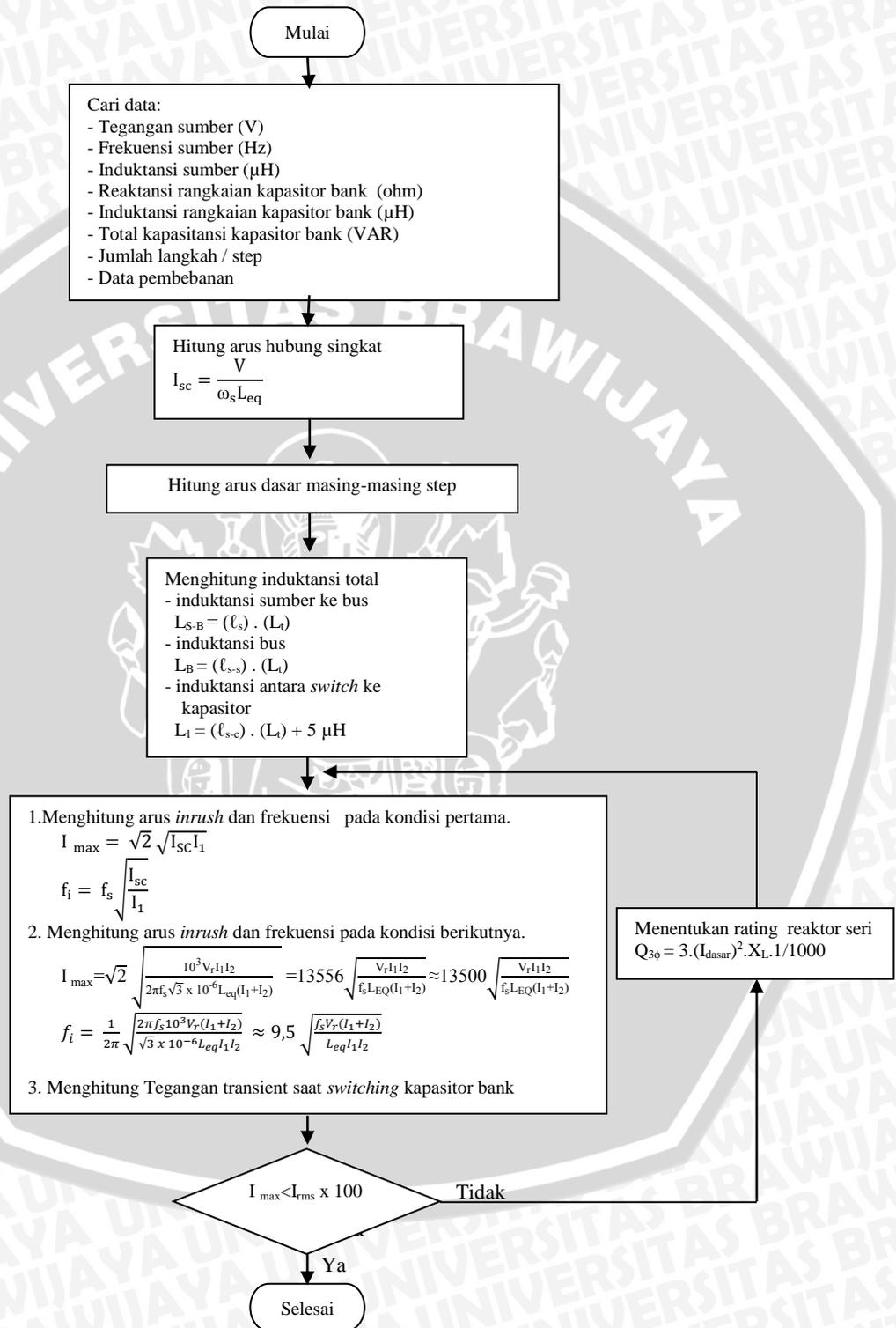
dengan kapasitor bank, dan panjang bus dengan persamaan (2.35),(2.36) dan (2.37).

- d. Menentukan nilai arus *inrush* dan frekuensinya, dari perhitungan sebelumnya seperti nilai *short circuit* , arus dasar dan faktor pengali. Arus transien atau arus *inrush* maksimum yang diijinkan bekerja adalah 100 kali arus rms kapasitor tersebut. (IEC 70,1987)
  - i. Menghitung arus *inrush* dan frekuensi pada kondisi pertama menggunakan persamaan (2.24), dan (2.25).
  - ii. Kondisi kedua saat pemasukan kapasitor selanjutnya (*Back to back capacitor bank*), terlebih dahulu mencari induktansi ekuivalen kemudian mencari nilai arus *inrush* dan frekuensinya dengan persamaan (2.32) dan (2.33).
  - iii. Menentukan tingkat perubahan arus *inrush* terhadap waktu untuk setiap step dengan persamaan (2.34)
  - iv. Menganalisis tegangan saat *switching* kapasitor bank
- e. Menentukan rating reaktor seri untuk mereduksi arus *inrush*
- f. Kesimpulan.



### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah menganalisis diperlukan diagram alir dalam menyelesaikan masalah, adapun diagram alir ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram alir penelitian  
Sumber: Penulis

### 3.5 Penarikan Kesimpulan Dan Saran Dari Hasil Penelitian

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan teori, hasil perhitungan serta analisis. Sebagai akhir dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan dari semua proses analisis yang telah dilakukan, dan pemberian saran kepada pembaca yang akan melakukan studi terkait dengan penelitian ini.

