

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Materi

Materi dalam laporan skripsi ini adalah terjadinya suhu yang tinggi pada rotor *winding* generator di unit 1 ketika beban maksimum, efek dari pembangkitan MVAR yang tinggi. Penelitian ini adalah dengan cara mengoptimalkan *output* generator di unit 1 pada waktu beban maksimum dalam pembangkitan MVAR sehingga bisa mensuplai tegangan pada jaringan Jawa-Bali, dengan cara menaikkan setting MVAR dan $\cos \phi$ melalui sistem AVR (*Automatic Voltage Regulator*) secara perlahan sampai suhu pada generator rotor mencapai batas aman tertinggi sesuai dengan buku panduan dari pabrikan pembuat generator, dan juga akan didapatkan berapa tegangan tertinggi dari keluaran generator. Sehingga akan didapatkan berapa nilai setting MVAR tertinggi, tegangan generator tertinggi dan suhu *winding* rotor dan stator tertinggi dalam batas aman pengoperasian, yang nantinya dapat digunakan sebagai pedoman dalam pengoperasian generator di unit 1, yang bertujuan untuk menghindari panas yang tinggi pada *winding* rotor maupun stator. Karena kalau generator dioperasikan pada suhu yang tinggi dan secara berlebihan pada waktu yang lama dapat mengakibatkan kerusakan laminasi dari lilitan, jika laminasi dari lilitan tersebut rusak maka tidak menutup kemungkinan terjadi hubung singkat antar fase atau dengan body generator dan tidak menutup kemungkinan akan terjadi kerusakan pada generator.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PLTU Tanjung Jati B Unit 1 tempat penulis bekerja sebagai *Shift Leader* di *Operation Departement*. Penelitian difokuskan hanya pada masalah analisa kenaikan suhu rotor sampai batas aman tertinggi ketika generator membangkitkan MVAR pada beban maksimum, yang bertujuan untuk bagaimana mengoperasikan generator menjadi aman, tidak trip atau *disturbance* dan generator

tidak rusak serta mempunyai umur atau *life time* yang panjang, karena generator adalah asset PLN dan Negara yang sangat mahal. Penelitian dan pengambilan data dilakukan pada tanggal 19 Juli 2017 pada saat generator unit 1 beban maksimum di 710 MWGross dan diminta untuk membangkitkan MVA_r maksimum untuk mensuplai tegangan di 500 kV jaringan Jawa-Bali.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang pertama yang digunakan adalah metode pengoperasian generator di Unit 1 dengan beban maksimum 710 MWGross dan menaikkan setting MVA_r sesuai permintaan P2B (Pusat Pengaturan Beban) atau *Dispatcher* Jawa-Bali secara bertahap dan perlahan-lahan sampai mencapai suhu generator rotor mencapai batas tertinggi dan juga tegangan generator tertinggi dan masih dalam batas aman pengoperasian.

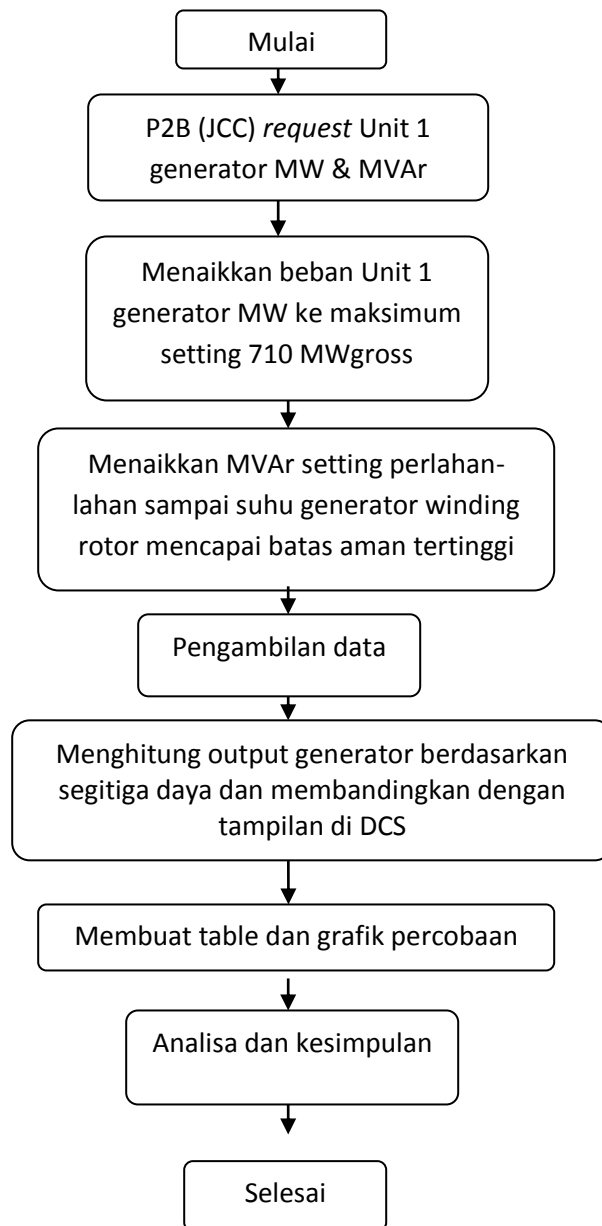
Metode yang ke dua adalah analisa manual, dengan menghitung semua output generator berdasarkan segitiga daya dan suhu generator rotor dan membandingkan dengan yang ada di tampilan DCS (*Distributed Control System*) yang bertujuan untuk membandingkan apakah tampilan di DCS tersebut actual artinya peralatan instrument yang digunakan dalam kondisi baik. Metode analisa manual ini terdiri dari beberapa bagian yaitu:

Mengetahui dan mengumpulkan parameter-parameter *equipment* pada waktu proses metode penelitian pertama berlangsung yang akan kita pakai untuk analisa manual yaitu:

- a. Generator out put gross (MW).
- b. Generator field voltage (V).
- c. Generator field current (A).
- d. Generator Voltage (KV).
- e. Generator Current (KA).
- f. Generator rotor temperature (°C).
- g. Generator reactive power (MVA_r).

- h. Generator rotor field winding resistance temperature ($^{\circ}\text{C}$).
- i. Generator rotor field winding resistance (Ω).
- j. Koefisien rotor winding material (Copper).
- k. Brush drop voltage (V).

Flow Chart Metode Penelitian:



Dari flow chart metode penelitian bahwa uji coba optimalisasi output generator dalam pembangkitan MVAR dilakukan ketika P2B minta Tanjung Jati B unit 1 beban di 710 MWGross (maksimum load), dan diminta suplai tegangan ke jaringan 500 KV Jawa-Bali maksimum. Setelah beban tercapai di 710 MWGross, menaikkan keluaran tegangan generator dengan menaikkan setting MVAR melalui AVR sistem sampai suhu di generator winding mencapai batas aman tertinggi (92°C). Pengambilan data dari tampilan di DCS di setiap kenaikan setting MVAR yang akan digunakan sebagai data perhitungan dan analisa. Adapun parameter yang akan dihitung secara manual sebagai obyek penelitian adalah berdasarkan prinsip segitiga daya dari generator sebagai berikut:

1. Menghitung Daya Aktif atau Daya Nyata (P MWgross) menggunakan formula:

$$P = V \times I \times \cos \varphi \times \sqrt{3} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

P = Daya Aktif (MW)

V = Generator Voltage (KV).

I = Generator Current (KA).

Cos φ = Sudut Phase atau factor daya.

Daya nyata adalah daya yang dibutuhkan oleh beban resistif. Daya nyata menunjukkan adanya aliran energi listrik dari pembangkit listrik ke jaringan beban untuk dapat dikonversikan menjadi energi lain. Faktor daya (*Cos φ*) selalu bernilai positif artinya daya 100 % mengalir ke arah beban listrik dan tidak ada aliran balik ke arah pembangkit. Inilah daya nyata, daya yang murni diserap oleh beban resistif, daya yang menandai adanya energi listrik terkonversi menjadi energi lain pada beban resistif. Daya nyata secara efektif menghasilkan kerja yang nyata di sisi beban listrik.

2. Menghitung Daya Reaktif (Q MVA) menggunakan formula:

$$Q = V \times I \times \sin \phi \times \sqrt{3} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

Q = Daya Reaktif (MVA)

V = Generator Voltage (KV).

I = Generator Current (KA).

Sin ϕ = Sudut Phase atau factor daya.

Daya reaktif adalah daya yang dibutuhkan untuk membangkitkan medan magnet di kumparan-kumparan beban induktif. Daya reaktif diserap oleh beban-beban induktif yang justru dihasilkan oleh beban kapasitif. Daya reaktif juga disebut sebagai daya imajiner yang menunjukkan adanya pergeseran grafik sinusoidal arus dan tegangan listrik AC akibat adanya beban reaktif. Daya reaktif ataupun faktor daya atau juga bilangan $\cos \phi$. Daya reaktif ataupun faktor daya akan memiliki nilai $\neq 0$ jika terjadi pergeseran grafik sinusoidal tegangan ataupun arus listrik AC, yakni pada saat beban listrik AC bersifat induktif ataupun kapasitif. Sedangkan jika beban listrik AC bersifat murni resistif, maka nilai daya reaktif akan nol atau =0.

3. Menghitung Daya Semu (S MVA) menggunakan formula:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

S = Daya Semu (MVA)

P = Daya Aktif (MW).

Q = Daya reaktif (MVA).

Daya semu atau daya total atau Apparent Power adalah hasil perkalian antara tegangan efektif dengan arus efektif. Pada kondisi beban reaktif, sebagian daya nyata juga terkonversi sebagai daya reaktif untuk mengkompensasi adanya beban reaktif tersebut. Pada kondisi beban resistif dimana tidak terjadi

pergeseran grafik sinusoidal arus maupun tegangan, keseluruhan daya total akan tersalurkan ke beban listrik sebagai daya nyata, artinya jika beban listrik bersifat resistif, maka nilai daya semu (S) adalah sama dengan daya nyata (P).

(Sumber formula: *The Power Handbook by the Editors of Power Magazine reviewed by James H.Carpenter.P.E, copyright 1983; Wikipedia: AC Power, Electric Load dan Electric Power*).

4. Menghitung suhu Generator Rotor menggunakan formula:

$$\text{Rotor temp} = \{[(Vf - Bdv) \times (235 + Fwrt)] \div (Fc \times Fwr)\} - 235 \dots (4)$$

Dimana:

Vf = Field Voltage (V).

Bdv = Brush drop voltage (2V – 4V).

Fwrt = Field winding resistance temperature (75°C).

Fc = Field current (A).

Fwr = Field winding resistance (0.09045 Ω).

Koefisien copper = 235.

(Sumber formula: *Toshiba Email, Rotor Temp = [[(Vf-Brush drop voltage) x (235 + Field winding resistance temp)] ÷ field winding resistance] - 235*

From: *ishikawa ryuji(石川 隆二 TPSC ◦ 発計G)*

Sent: *Thursday, September 08, 2016 6:31 AM*

To: *fujisawa tetsuo(TAPL TAPI)*

Subject: *RE: Generator Rotor Temperature*).

Rotor temperatur atau kenaikan suhu pada generator winding rotor adalah efek dari kenaikan daya reaktif yang dikonversikan sebagai tegangan keluaran generator. Yang ditimbulkan oleh kenaikan *field voltage* dan *field current* pada sistim eksitasi, dan juga besarnya *field winding resistance*.

Setelah mendapatkan data dari perhitungan dan dari tampilan di DCS, selanjutnya membuat tabel percobaan dan grafik agar memudahkan dan membantu dalam membuat analisa dan kesimpulan. Setelah didapatkan hasil analisa dan kesimpulan maka metode penelitian selesai.