

PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING VISUAL KEAMANAN TRANSMISI

Mohammad Arie Reza¹⁾, Mauridhi Hery Purnomo²⁾, Adi Soeprijanto³⁾

¹⁾ Univ. Sains dan Teknologi Jayapura/Mahasiswa S2 Jurusan Teknik Elektro ITS Surabaya 60111,
email : reza80@elect-eng.its.ac.id

^{2,3)} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya 60111,

Abstrak

Level keamanan transmisi dalam satu kondisi operasi yang dihasilkan oleh paralel load flow dinyatakan secara visual dalam kurva kapabilitas transmisi. Kurva tersebut dibentuk berdasarkan batas termal dan kestabilan steady state. Secara visual, level keamanan transmisi dinyatakan pula secara kuantitatif dengan besaran indeks keamanan. Dengan indeks ini, level keamanan tiap saluran untuk satu kondisi operasi dapat diurutkan. Untuk kepentingan monitoring dan kontrol operasi maupun perencanaan, visualisasi tersebut diintegrasikan kedalam software monitoring dan kontrol yang telah lebih dulu dikembangkan yaitu EWCS (Early warning and Control System). EWCS di desain menggunakan delphi dan dapat diintegrasikan dengan sistem SCADA eksisting. Simulasi visualisasi keamanan transmisi akan diterapkan untuk sistem Jawa Timur 150 KV.

Kata kunci: Kapabilitas transmisi, Kestabilan Steady State, Studi Aliran Daya

1. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik secara garis besar terdiri dari beberapa unit pembangkit, saluran transmisi dan berbagai pusat beban. Unit-unit pembangkit yang ada, terhubung dalam sistem interkoneksi, dan beroperasi dalam keadaan mantap (*steady state*) dalam suatu operating normal. Dalam pengoperasiannya, sistem tenaga listrik tidak lepas dari terjadinya fluktuasi beban. Apabila salah satu generator atau pembangkit yang lain mengalami fluktuasi beban, misalnya disebabkan oleh perubahan beban atau lepasnya pembangkitan, atau oleh sebab yang lain, dapat menimbulkan perubahan pada variabel-variabel tertentu pada sistem, seperti tegangan, frekwensi, dan lain-lain. Adanya perubahan-perubahan tersebut, bisa mempengaruhi kestabilan sistem. Sehingga stabilitas sistem tenaga listrik kita definisikan sebagai kemampuan suatu sistem tenaga listrik untuk mempertahankan sinkronisasi dan keseimbangan dalam sistem, atau kemampuan sistem untuk tetap bekerja pada kondisi operating pointnya.

Kestabilan suatu operasi sistem tenaga listrik erat kaitannya dengan kemampuan unit-unit pembangkit untuk memberikan output energi listrik secara terus menerus atau kontinyu sesuai dengan kebutuhan energi listrik pada sisi beban. Dengan membuat suatu modeling, maka dapat dilakukan monitoring secara visual tentang performansi sistem transmisi secara kontinyu.

Disamping pemodelan beban berpengaruh di dalam kestabilan sistem, hal lain yang juga penting adalah membuat sistem tetap stabil pada kondisi operasi normalnya, dan menjaga performansi sistem. Untuk itu perlu suatu kontroller berupa Kurva kapabilitas transmisi yang dibentuk berdasarkan batas termal dan kestabilan steady state pada sistem tenaga listrik Jawa Timur 150 KV. Dengan adanya kontroller, diharapkan kontroller akan mampu mengontrol perilaku sistem, sehingga apabila terjadi gangguan tidak tetap ataupun perubahan beban yang cukup besar akan mampu merespon dan sistem tetap bekerja pada kondisi normalnya.

Pemanfaatan SCADA untuk monitoring kondisi operasi sistem tenaga listrik telah dimulai sejak era 80-an. Saat itu fungsi-fungsi SCADA terutama untuk pengukuran besaran-besaran listrik dan pemantauan nilai *threshold overshoot*-nya, record keeping dari kurva-kurva operasi, penampilan status CB, posisi tap trafo, dsb. Sampai saat ini, penelitian-penelitian untuk melengkapi fungsi-fungsi SCADA dalam bidang monitoring, proteksi, kontrol dan manajemen sistem tenaga listrik terus berkembang baik pada level pembangkitan, transmisi, distribusi maupun industri.

Tujuan dari penulisan ini adalah mendesain suatu sistem peringatan dini menggunakan delphi guna mengkordinasi, melacak, menampilkan dan memberi peringatan awal (*early warning*) jika terdapat sistem tenaga listrik Jawa Timur 150 KV yang beroperasi pada titik kerja yang kritis..

2. TINJAUAN PUSTAKA

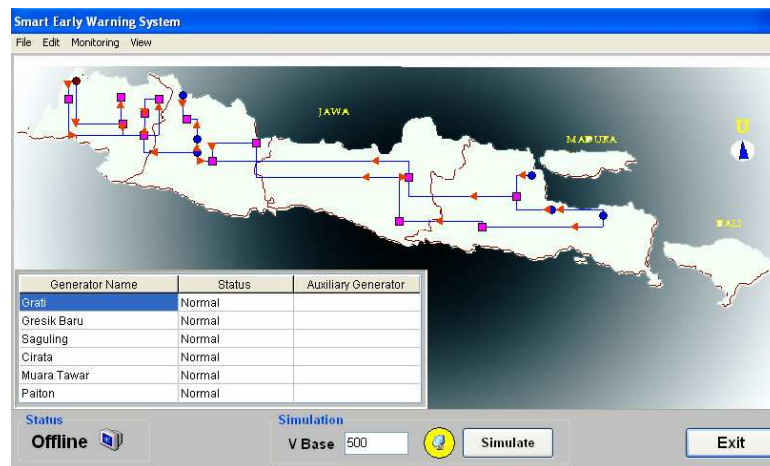
Dalam suatu sistem kelistrikan yang kompleks, akan selalu terjadi perubahan-perubahan variabel setiap saat. Hal ini dapat dilihat pada perubahan tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, maupun frekuensi pada sistem.

Perubahan tersebut akan mempengaruhi variabel yang lain. Di sisi lain, telah diketahui bahwa masing-masing variabel mempunyai batas aman yang berbeda-beda untuk melindungi suatu peralatan listrik termasuk saluran transmisi, oleh karena itu besar perubahan harus dijaga untuk selalu berada dalam ambang batas agar masa pakai suatu peralatan menjadi lebih lama.

Untuk selalu memantau perubahan variabel pada sistem kelistrikan dapat dilakukan dengan monitoring *online*, sehingga bisa diketahui keadaan sistem setiap saat. Akan tetapi operator juga harus selalu siaga di depan monitor untuk berjaga-jaga jika suatu saat variabel berubah mendekati titik kritis.

Saat ini sistem SCADA sudah banyak digunakan dalam berbagai bidang. Oleh karena itu sangat memungkinkan jika SCADA diterapkan dalam sistem kelistrikan Jawa Timur 150 kV, untuk keperluan simulasi, monitoring, keamanan, dan pengaturan.

Penelitian mengenai *Early Warning System* (EWS) ini pernah dikembangkan diantaranya oleh; Adi Soeprijanto, Eko Mulyanto, Nanang Muliyo Utomo serta Nanag Widyatmoko yang dititik beratkan kepada pemantauan sistem tenaga listrik Jawa 500 kV



Gambar 1. Sistem monitoring transmisi pulau Jawa 500 kV

3. METODE PENELITIAN

Dalam mendesain suatu *Early Warning System* terlebih dahulu kita bagi menjadi dua metode yaitu algoritma visual dan algoritma guna menghitung indeks keamanan kuantitatif. dimana algoritma visual terdiri atas penggabungan batas termal serta batas kestabilan steady state.

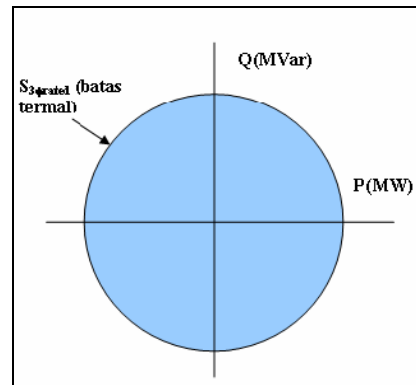
Pada sistem transmisi 3 fasa, rating daya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$S_{3\phi \text{rated}} = 3V_{\text{prated}} I_{\text{prated}} \quad (1)$$

Dengan :

V_{prated} : Tegangan rms fasa netral
 I_{rated} : arus rms fasa netral

Rating daya diatas dapat diambil sebagai batas termal kemampuan saluran transmisi dan nilainya tidak tergantung pada besaran faktor daya. Kesulitan yang mungkin timbul pada penentuan batas termal suatu saluran adalah pengaruh suhu sekitar dan angin. Di Indonesia yang hanya mengenal dua musim, batas termal dalam bidang P-Q ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Kurva batas termal

Untuk suatu saluran daya kompleks pada ujung bebabn dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{S}_{3\phi r} = \frac{3V_s V_r}{B} \angle \beta - \delta - \frac{3AV_r^2}{B} \angle \beta - \alpha \quad (2)$$

Dengan:

V_s : tegangan sisi kirim

V_r : tegangan sisi terima

B : Magnitude impedansi saluran

β : sudut impedansi saluran

δ : selisih sudut tegangan sisi kirim-terima

A : magnitude parameter transmisi ($1+ZY/2$)

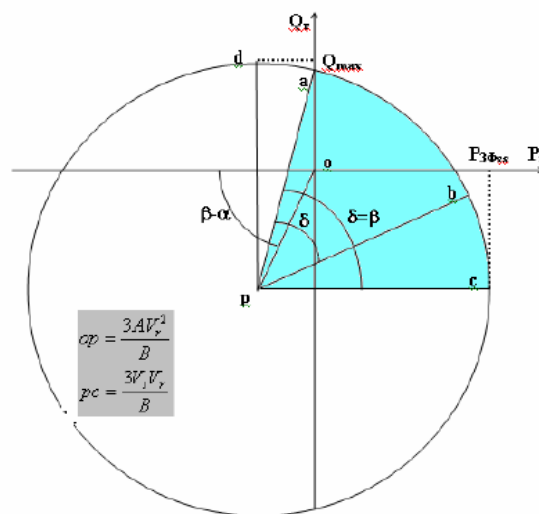
α : sudut parameter transmisi ($1+ZY/2$)

Untuk nilai V_r dan V_s konstan, rumus diatas memvisualisasikan lingkaran sebagai fungsi δ di bidang kompleks P-Q seperti tampak pada gambar 3. Transfer daya riil maksimum terjadi pada titik c ($\delta=\beta$). Pada titik c, nilai daya riil, reaktif dan kompleks dinyatakan sebagai berikut:

$$P_{3\phi ss} = \frac{V_{Lrated}^2}{B} [1 - A \cos(\beta - \alpha)] \quad (3)$$

$$Q_{3\phi ss} = -\frac{AV_{Lrated}^2}{B} \sin(\beta - \alpha) \quad (4)$$

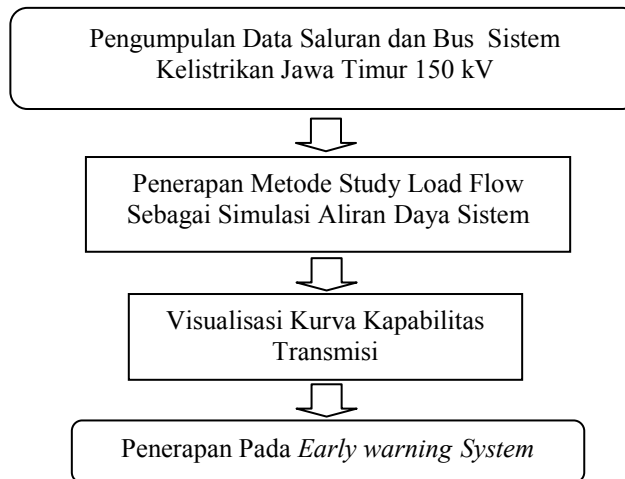
$$S_{3\phi ss} = \frac{V_{Lrated}^2}{B} \sqrt{1 + A^2 - 2A \cos(\beta - \alpha)} \quad (5)$$



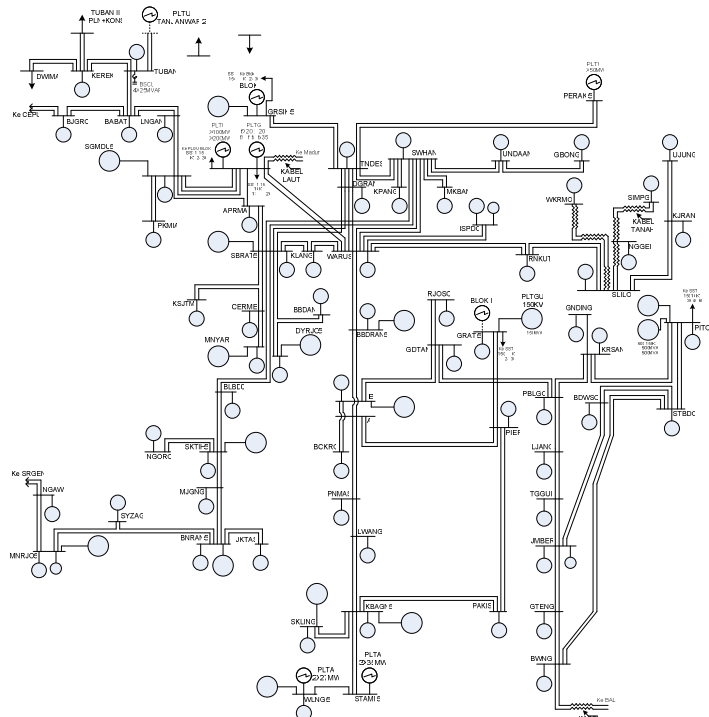
Gambar 3. Kurva Batas Steady State Stability

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat lunak sistem monitoring dikembangkan berdasarkan prinsip mensimulasikan efek perubahan daya pada jaringan transmisi. Perubahan daya tersebut menyebabkan perlu adanya pengawasan terhadap sistem jaringan transmisi agar daya yang ada berada pada batas aman dan juga tidak keluar dari kurva kapabilitas transmisi. Proses perancangan perangkat lunak yang dibuat berdasarkan diagram alir dibawah ini:

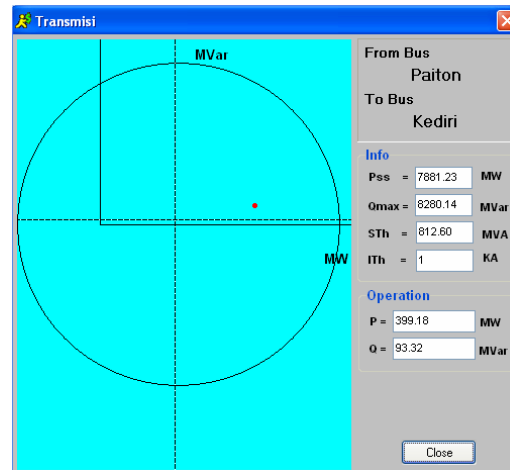


Perencanaan yang digunakan dalam simulasi ini adalah sistem Transmisi Jawa Timur 150 kV seperti ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Sistem Jaringan Transmisi Jawa Timur 150 kV

EWCS di desain menggunakan delphi dan dapat diintegrasikan dengan mudah dengan sistem SCADA eksisting khususnya yang berbasis Windows atau UNIX. Secara off-line, EWS dapat digunakan untuk kepentingan perencanaan pengembangan pembangkitan transmisi sebagai antisipasi perkembangan beban. Terkait dengan kepentingan perencanaan pengembangan transmisi, software ini dapat menentukan lokasi saluran yang perlu dikembangkan atau treatment lain yang perlu dilakukan. Simulasi visualisasi keamanan transmisi telah diujicobakan untuk sistem Jawa Timur 150 kV.



Gambar 6. Tampilan monitoring sistem transmisi Jawa Timur 150 kV

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapat dari perencanaan ini dapat diperoleh beberapa kesimpulan bahwa; *Early Warning system* dapat digunakan untuk simulasi aliran daya dengan melihat efek perubahan daya beban terhadap sistem kelistrikan, juga dapat digunakan untuk melakukan monitoring titik kritis jaringan transmisi. Visual yang ditampilkan juga sangat mudah dipahami karena hanya berdasarkan pada kurva kapabilitas transmisi yang telah dikenal.

6. DAFTAR PUSTAKA

- (1) Adi soeprijanto, eko mulyanto, Fuzzy Based Early warning and control system of Multi generator security level, the 2006 international conference on electrical Machines and systems, Nagasaki, Japan, 20-23 Nopember 2006
- (2) Bonar Panjaitan, *Teknologi Sistem Pengendalian Tenaga Listrik Berbasis SCADA*. Prenhallindo_ Jakarta, 1999
- (3) Charles A Gross, *Power System Analysis*, John Wiley & sons, 1986
- (4) James A Bright, Wei Jen Lee, *Integrated Monitoring Protection and Control System for Industrial and Commercial Power Systems*, IEEE Trans. On Industry applications, Vol.36, No.1, Jan/Feb, 2000
- (5) T.S. Hutahuruk, 1992. *Analisa System Tenaga Listrik*, Diktat FTI-ITB.