

Studi Stabilitas Peralihan di Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Merawang

Hasyim Asyari¹, Asmar¹, Wahri Sunanda^{1*}

¹Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung

*wahrisunanda@ubb.ac.id

ABSTRACT

The Merawang diesel power plant as one of the generating units in the Bangka area, the Bangka Belitung region, operates 9 generator units and 9 voltage step-up transformers. The output voltage will be supplied through the 150 kV SUTT. In this study, transient stability will be analyzed in the condition of 9 generators operating at the Merawang diesel power plant. Transient analysis was performed using the Runge-Kutta method. When the 9 Merawang diesel power plant generators were operating, the fastest critical disconnection time was 0.11 seconds, which resulted in a 3-phase fault on the line at point D, the line at point E, and the line at point F.

Keywords : transient analysis, diesel power plant, generator, Runge Kutta method, critical disconnection.

INTISARI

Pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) Merawang sebagai salah satu unit pembangkit yang ada di area Bangka, Wilayah Bangka Belitung mengoperasikan 9 unit pembangkit dan 9 unit transformator penaik tegangan. Tegangan luaran akan disalurkan melalui SUTT 150 kV. Dalam penelitian ini akan dianalisis stabilitas transien pada kondisi 9 generator beroperasi di PLTD Merawang. Analisis transien dilakukan dengan menggunakan metode *Runge-Kutta*. Pada saat 9 generator PLTD Merawang beroperasi, didapat waktu pemutusan kritis tercepat yakni 0,11 detik yang terjadi gangguan 3 fasa pada saluran di titik D, saluran di titik E, dan saluran di titik F.

Kata kunci: analisis transien, pembangkit listrik tenaga diesel, generator, metode Runge Kutta, waktu pemutusan kritis.

I. PENDAHULUAN

Gangguan pada sistem tenaga listrik dapat menyebabkan terganggunya aliran daya. Gangguan ini dapat terjadi pada saluran transmisi, bus dan pelepasan beban. Gangguan ini dapat menimbulkan masalah, diantaranya terkait *transient* yang merupakan bagian studi kestabilan.[1]

Analisis sistem dapat dibagi atas 3 (tiga) kategori yakni kestabilan mantap, kestabilan dinamik dan kestabilan peralihan.. Kestabilan sistem dapat dilihat menyeluruh sebagai sistem yang memungkinkan mesin bergerak serempak dan dapat memberikan reaksi terhadap gangguan untuk kembali ke keadaan kerja normal. [2] Ketidakstabilan dapat terjadi ketika adanya gangguan sistem transmisi, perubahan pada beban serta pemutusan saklar saluran. Oleh karenanya perlu dilakukan studi untuk mengetahui keadaan kestabilan dan waktu pemutusan kritis [3].

Sistem tenaga listrik area Bangka yang merupakan bagian dari sistem ketengalistrikan wilayah Bangka Belitung ditopang oleh beberapa unit pembangkit, diantaranya pembangkit listrik

tenaga diesel (PLTD) Merawang, PLTD Koba, PLTD Toboali, PLTD Mentok, pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Air Anyir, dan pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) Air Anyir. Sistem transmisi yang digunakan yakni sistem transmisi dengan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV dengan jaringan distribusi primer 20 kV. Sistem ini melayani konsumen tenaga listrik yang ada di pulau Bangka. [4]. Selain pembangkit berbasis fosil, beberapa unit pembangkit berbasis energi baru terbarukan juga telah beroperasi di Bangka Belitung, baik berbasis surya dan biomassa dengan beberapa penelitian terkait sumber energi baru terbarukan tersebut juga telah dilakukan[5][6].

PLTD Merawang sebagai bagian dari sistem area Bangka, saat ini mengoperasikan 9 unit pembangkit dan 9 unit transformator penaik tegangan dari 6.3 kV ke 20 kV. *Output* tegangan 20 kV disalurkan pada beban dan terinterkoneksi dengan gardu induk (GI) Bukit Semut di Sungailiat. Lalu gardu induk Bukit Semut terinterkoneksi dengan gardu induk (GI) Air Anyir melalui transmisi SUTT

Tabel 3.2. Data saluran dan transformator

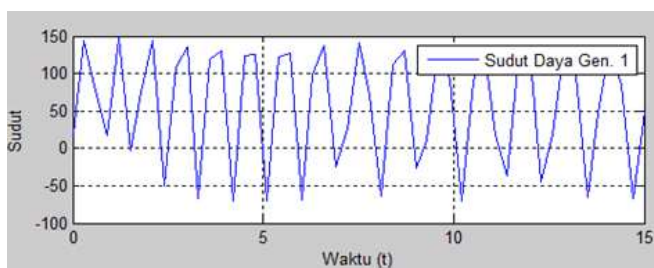
Rel ke Rel	Z Seri		Y Shunt
	R (pu)	X (pu)	
Trans. 1-3	0	0.1328	-
Trans. 4-5	0	0.415	-
Trans. 2-6	0	0.074	-
Saluran 3-4 (1)	0.0541	0.0686	-
Saluran 3-4 (2)	0.25	0.6942	-
Saluran 5-6 (1)	0.0134	0.0448	0.3188
Saluran 5-6 (2)	0.0134	0.0448	0.3188
Saluran 6-7 (1)	0.00444	0.0148	0.4193
Saluran 6-7 (2)	0.00444	0.0148	0.4193

Pada tabel 3.2 dapat diketahui nilai saluran dan transformator dalam satuan per unit.

3.2 Analisis transien di saat terjadi gangguan 3 fasa pada bus 7

Setelah dilakukan pembentukan matriks selama dan setelah gangguan dan menjadi matriks berorde 2 dikali 2, kemudian didapatkan nilai persamaan daya elektrik selama dan setelah gangguan.

Pada saat simulasi, waktu pemutusan kritis dimasukkan 0,13 detik dan 0,14 detik kondisi kurva masih stabil. Pada saat waktu pemutusan kritis 0,15 detik kondisi kurva tidak stabil. Maka, waktu pemutusan kritis di saat terjadi gangguan 3 fasa pada bus 7 adalah 0,14 detik, dan gangguan harus diputuskan sebelum sistem dalam kondisi tidak stabil seperti terlihat pada Gambar 2.

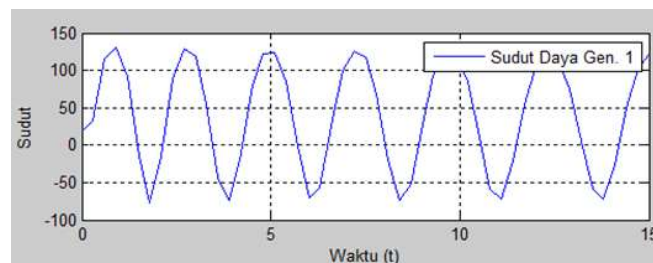


Gambar 2. Kurva ayunan gangguan pada bus 7 dengan waktu pemutusan 0,14 detik

3.3 Analisis transien di saat terjadi gangguan 3 fasa pada salah satu saluran bus 6 ke bus 7

Pada saat simulasi, waktu pemutusan kritis dimasukkan 0,13 detik dan 0,14 detik dengan kondisi kurva masih stabil. Pada saat waktu pemutusan kritis 0,15 detik, kondisi kurva tidak stabil. Maka, waktu pemutusan kritis di saat terjadi gangguan 3 fasa pada bus 7 adalah 0,14 detik dan gangguan harus diputuskan

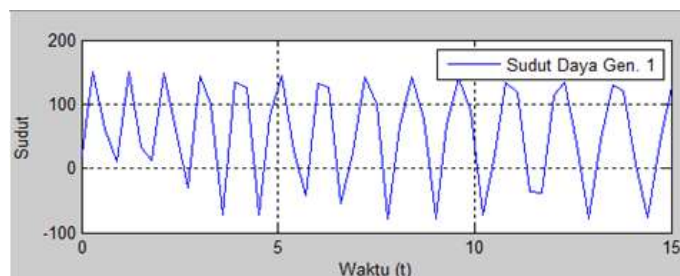
sebelum sistem dalam kondisi tidak stabil seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva ayunan gangguan pada pertengahan salah satu saluran bus 6 ke 7 dengan waktu pemutusan 0,14 detik

3.4 Analisis transien di saat terjadi gangguan 3 fasa pada salah satu saluran bus 5 ke bus 6

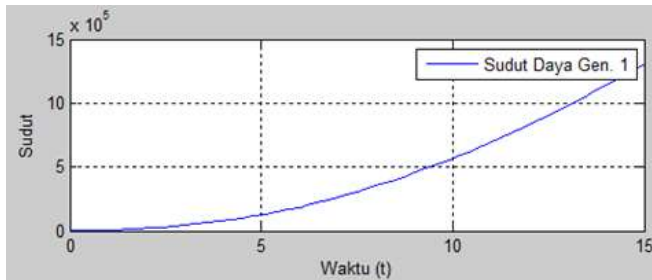
Pada saat simulasi, waktu pemutusan kritis dimasukkan 0,13 detik dan 0,14 detik dengan kondisi kurva masih stabil. Pada saat waktu pemutusan kritis 0,15 detik dengan kondisi kurva tidak stabil. Maka, waktu pemutusan kritis di saat terjadi gangguan 3 fasa pada saluran bus 5 ke bus 6 adalah 0,14 detik, dan gangguan harus diputuskan sebelum sistem dalam kondisi tidak stabil seperti terlihat pada Gambar 4.



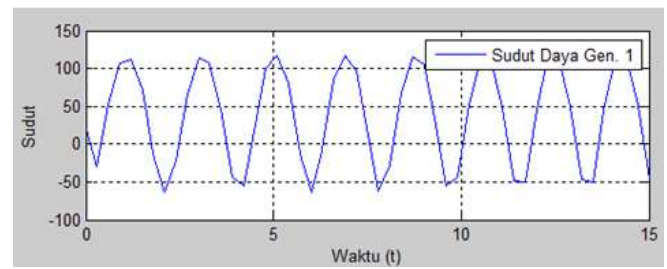
Gambar 4. Kurva ayunan gangguan pada pertengahan salah satu saluran bus 5 ke 6 dengan waktu pemutusan 0,14 detik

3.5 Analisis transien di saat terjadi gangguan pada titik D

Pada saat simulasi, waktu pemutusan kritis dimasukkan 0,10 detik dan 0,11 detik kondisi kurva masih stabil. Pada saat waktu pemutusan kritis 0,12 detik kondisi kurva tidak stabil. Maka, waktu pemutusan kritis di saat terjadi gangguan 3 fasa pada titik D adalah 0,11 detik, dan gangguan harus diputuskan sebelum sistem dalam kondisi tidak stabil seperti pada Gambar 5.



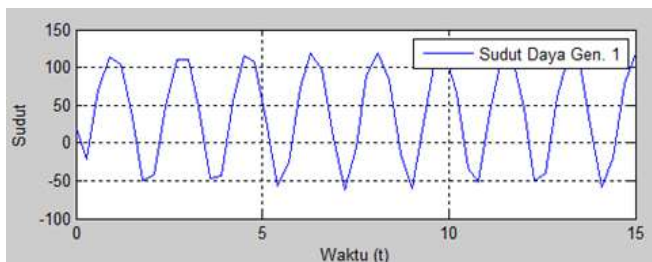
Gambar 5. Kurva ayunan gangguan pada saluran di titik D dengan waktu pemutusan 0,11 detik



Gambar 7. Kurva ayunan gangguan pada saluran di titik F dengan waktu pemutusan 0,11 detik

3.6 Analisis transien di saat terjadi gangguan pada titik E

Pada saat simulasi, waktu pemutusan kritis dimasukkan 0,10 detik dan 0,11 detik kondisi kurva masih stabil. Pada saat waktu pemutusan kritis 0,12 detik kondisi kurva tidak stabil. Maka, waktu pemutusan kritis di saat terjadi gangguan 3 fasa pada titik E adalah 0,11 detik, dan gangguan harus diputuskan sebelum sistem dalam kondisi tidak stabil dengan terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kurva ayunan gangguan pada saluran di titik E dengan waktu pemutusan 0,11 detik

3.7 Analisis transien di saat terjadi gangguan pada titik F

Pada saat simulasi, waktu pemutusan kritis dimasukkan 0,10 detik dan 0,11 detik kondisi kurva masih stabil. Pada saat waktu pemutusan kritis 0,12 detik kondisi kurva tidak stabil. Maka, waktu pemutusan kritis di saat terjadi gangguan 3 fasa pada titik F adalah 0,11 detik, dan gangguan harus diputuskan sebelum sistem dalam kondisi tidak stabil yang terlihat pada Gambar 7.

IV. KESIMPULAN

Dari pengoperasian 9 unit generator di PLTD Merawang dapat diketahui bahwa waktu pemutusan kritis tercepat yakni 0,11 detik. Gangguan 3 fasa tersebut terjadi pada saluran di titik D, saluran di titik E, dan saluran di titik F. Analisis ini dilakukan pada saluran transmisi GI Sungailiat ke GI Air Anyir dan GI Air Anyir ke GI Kampak.

REFERENSI

- [1] P. Kundur, J. Paserba, V. Ajarapu, G. Andersson, A. Bose, C. Canizares, C., ... and V. Vittal, "Definition and classification of power system stability IEEE/CIGRE joint task force on stability terms and definitions," IEEE transactions on Power Systems, vol. 19 no. 3, pp. 1387-1401. 2004.
- [2] W.D. Stevenson Jr "Analisis sistem tenaga listrik, edisi ke-4". Terjemahan Kamal Idris, Penerbit Erlangga, Jakarta.1996.
- [3] M. Djiteng, M. "Pembangkitan Energi Listrik". Jakarta: Erlangga, 7, 1-6. 2005.
- [4] PLN Area Bangka, "Data pembangkit, jaringan, transformator, dan beban", PLN Area Bangka, 2017.
- [5] W. Sunanda, and I. Dinata. "Penerapan Perang at Wireless Monitoring energi Listri Berbasis Arduino dan Internet" Jurnal Amplifier vol. 4 no. 2. 2014.
- [6] M. Zainuddin, Sarjiya, T. P. Handayani, W. Sunanda, and F. E. P. Surusa, "Transient Stability Assessment of Large Scale Grid-Connected Photovoltaic on Transmission System," 2018 2nd International Conference on Green Energy and Applications (ICGEA), Mar. 2018.
- [7] A.A. Prayitno, S. Suhendar, and H. Herudin.. "Analisis Arus dan Tegangan Transien Akibat Pelepasan Beban pada Sis Primer Transformer

Unit 5, Unit 6, dan Unit 7 Suralaya”. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 2 no. 1, pp. 30-41. 2015.

- [8] F.A Rotinsulu, M. Tuegeh, and L.S. Patras. “Analisa Stabilitas Transient STL Minahasa Menggunakan Metode Kriteria Luas Sama” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 4 no. 2, pp. 33-40. 2015.
- [9] A. Suryadi. “Studi Stabilitas Peralihan Sistem Tenaga Listrik Dengan Metoda Ekspansi Deret Taylor Menggunakan Perhitungan Program Fortran”. *Tematik: Jurnal Teknologi Informasi Komunikasi (e-Journal)*, vol. 2 no. 2 pp. 124-137. 2015.
- [10] P. Prasetyo, D. Despa, H. Gusmedi, and L. Hakim. “Analisis Perubahan Reaktansi Saluran Terhadap Transient Stability Of Multimachine Dengan Metode Runge-Kutta Fehlberg”. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 4 no. 2. 2016.
- [11] Z. Abidin. “Stabilitas Transien pada Saluran Transmisi dengan Static VAR Compensator (SVC) dan PSS (Power System Stabilizer)”. *JE-Unisla*, vol. 5 no. 1, pp. 326-331. 2020.
- [12] M. N. Hidayat, S. Izza, and I. R. Putri. “Analisis Pengaruh Static Synchronous Series Compensator Terhadap Kestabilan Transien Menggunakan Metode Nyquist”. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 9 no. 1, pp. 79-86. 2020.
- [13] R. Murniaty. “Simulasi Percepatan Stabilitas Peralihan Generator Sinkron Menggunakan Metode Fast Valving”. *JITEL: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 1 no. 1, pp. 53-65. 2022.