

# ANALISIS ALIRAN DAYA PADA SISTEM TENAGA LISTRIK SULAWESI UTARA DAN GORONTALO MENGGUNAKAN METODE *FAST DECOUPLED*

Ruth d. Indriyani<sup>1)</sup>, Ervan Hasan Harun<sup>2)</sup>, Yasin Mohamad<sup>3)</sup>  
<sup>123</sup> Prodi Teknik Elektro Universitas Negeri Gorontalo  
Email: ruthdebora93.hutabarat@gmail.com;  
ervanharun@ung.ac.id;  
yasinmohamad@ung.ac.id

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aliran daya dengan unjuk kerja ETAP 6.0 menggunakan metode *Fast Decoupled* pada sistem tenaga listrik Sulawesi Utara dan Gorontalo, Mengetahui kondisi tegangan pada penambahan beban, dan mengetahui daya aktif (MW), daya reaktif (MVar), dan arus (Ampere) pada sistem tenaga listrik Sulawesi Utara dan Gorontalo. Data penelitian ini diperoleh dari Area Penyaluran dan Pengaturan Beban (AP2B) Tomohon Sulawesi Utara yaitu data transformator, generator tiap pembangkit, jumlah beban setiap Gardu Induk (GI), gambar diagram single line sistem tenaga listrik Sulawesi utara dan Gorontalo yaitu Sistem interkoneksi tenaga listrik 150 kV dan 66 kV Gorontalo selanjutnya dilakukan simulasi pada program Etap dengan metode *fast decoupled* yang sudah integrasi pada program.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk sistem 150 kV terjadi naik tegangan saat sistem tersambung pada beban rendah ada beberapa Gardu Induk terjadi naik tegangan yang melebihi batas kritis (*Critical Over Voltage*) yaitu terjadi pada GI Lolak, Boroko, dan Isimu dengan tegangan melebihi 157,5 kV. Dan untuk beban puncak, beban bertambah 20%, beban bertambah 40% dan beban bertambah 60% kondisi tegangan masih diperbolehkan menurut SPLN 1:1978 tentang standar tegangan dan Grid Code Sulawesi yang menjelaskan karakteristik untuk kerja jaringan bahwa batasan tegangan sistem dengan tegangan nominal 66 kV dan 150 kV memiliki standar kondisi normal +5% naik tegangan (*Over Voltage*) dan -10% turun tegangan (*Under Voltage*).

**Kata Kunci:** Aliran Daya, Sistem Tenaga Listrik, *Fast Decoupled*

## PENDAHULUAN

Studi aliran daya mengungkapkan kinerja dan aliran daya (nyata dan reaktif) untuk keadaan tertentu yaitu ketika sistem bekerja saat tunak (*steady state*). Studi aliran daya juga memberikan informasi mengenai beban saluran transmisi di sistem, tegangan di setiap lokasi untuk informasi regulasi kinerja sistem tenaga dan bertujuan untuk menghitung dan menentukan besarnya daya nyata (*real*

*power*), daya reaktif (*reactive power*), dan magnitudo tegangan, di berbagai titik pada sistem daya yang dalam keadaan berlangsung atau diharapkan untuk operasi normal. Untuk menyelesaikan studi aliran daya dengan metode iterasi (numerik) telah banyak dikembangkan dengan menggunakan berbagai macam metode menghitung aliran daya sejalan dengan semakin berkembangnya konfigurasi jaringan sistem tenaga, baik dalam perencanaan,

pengembangan, maupun pengoperasian.

Sistem interkoneksi Sulawesi Utara dan Gorontalo saat ini sudah beroperasi dari pengembangan transmisi di Sulawesi. Sistem kelistrikan di Provinsi Sulawesi Utara terdiri dari sistem interkoneksi 150 kV dan 66 kV yang disebut Sistem Minahasa dan sistem kelistrikan 20 kV *isolated*. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis aliran daya dengan unjuk kerja ETAP 6.0 menggunakan metode Fast Decoupled pada sistem tenaga listrik Sulawesi Utara dan Gorontalo, mengetahui kondisi tegangan pada penambahan beban, mengetahui daya aktif (MW), daya reaktif (MVar), dan arus (Ampere) pada sistem tenaga listrik Sulawesi Utara dan Gorontalo. manfaat untuk dari penelitian ini adalah memberikan gambaran mengenai kondisi tegangan, arus, dan aliran daya pada sistem tenaga listrik Sulawesi Utara dan Gorontalo, menjadi pedoman PLN maupun pemerintah untuk memperhatikan ketenagalistrikan guna memelihara dan mengembangkan sistem tenaga listrik di Sulawesi Utara dan Gorontalo, dan menjadi pembelajaran bagi peneliti.

## **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Heru (2007) “Perbandingan Metoda Newton Rhapson dan Metoda Fast Decoupled pada studi aliran daya (Aplikasi PT.PLN Sumbar-Riau 150 kV)”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperkenalkan studi aliran daya dengan Metoda Newton Rhapson dan Metoda Fast Decoupled dalam suatu perangkat lunak (*software*) yang diaplikasikan pada sistem tenaga listrik PT.PLN Sumbar-Riau 150 kV. Hasil penelitian Metoda Fast Decoupled mempunyai jumlah iterasi yang lebih banyak dibandingkan dengan Metoda Newton Rhapson, dikarenakan faktor konvergensi pada Metoda Fast Decoupled tergantung pada kondisi parameter jaringan yakni perbandingan R/X dari saluran. Berbeda dengan Metoda Newton Rhapson faktor konvergensinya bersifat kuadratis tidak tergantung pada perbandingan parameter jaringan. Namun waktu hitung Metoda Fast Decoupled secara keseluruhan jauh lebih pendek.

Perdana (2010) “Studi Aliran Daya menggunakan metode Fast Decoupled (Aplikasi: sistem kelistrikan PT.PLN Sumatera bagian selatan subsistem Sumatera Selatan 150 kV)” tujuan peneliti ingin mendapatkan hasil aliran daya sistem tenaga listrik pada

subsistem Sumatera Selatan 150 kV dengan menggunakan metode Fast Decoupled. Hasil penelitian bahwa kecepatan iterasi dari metode Fast Decoupled lebih cepat karena pada metode Fast Decoupled proses pembentukan dan faktorisasi Jacobian hanya satu kali.

### **Studi Aliran Daya**

Studi aliran daya adalah studi yang dilaksanakan untuk mendapatkan informasi mengenai aliran daya dan tegangan sistem dalam kondisi operasi tunak. Informasi ini sangat dibutuhkan guna mengevaluasi untuk kerja sistem tenaga listrik dan menganalisa kondisi pembangkitan maupun pembebanan. Analisa ini memerlukan informasi aliran daya dalam kondisi normal maupun gangguan. Studi aliran daya juga merupakan metode analisis sinusoidal yang menggunakan persamaan non linear yang digunakan untuk mengetahui nilai dari tegangan, sudut daya, daya aktif dan daya reaktif di suatu bus (Citra, 2015). Dalam perhitungan aliran daya merupakan suatu alat bantu yang sangat penting untuk mengetahui kondisi sistem (Wilhelmina, 2008).

### **METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian ini penulis menggunakan penelitian kuantitatif, karena data yang diperoleh nantinya berupa angka. Dari angka yang diperoleh akan dianalisis lebih lanjut dalam analisis data. Penelitian ini menghitung aliran daya pada sistem tenaga listrik Sulawesi Utara dan Gorontalo dengan Metode Fast Decoupled yang sudah terintegrasi dalam program ETAP versi 6.0.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sistem Tenaga Listrik Sulawesi Utara adalah sistem pengembangan dari sistem interkoneksi Sulawesi yang membentuk dua sistem besar yaitu Sistem Sulawesi Bagian Selatan (Sulbagsel) dan Sistem Sulawesi Bagian Utara (Sulbagut). Pada sistem Sulbagut terdapat sistem interkoneksi Sulawesi Utara dan Gorontalo (SulutGo) saat ini sudah beroperasi melalui Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV. Sistem tenaga listrik SulutGo tersambung dari beberapa pusat tenaga listrik yang tersebar di SulutGo. Kapasitas terpasang dan daya mampu dari setiap pusat tenaga listrik pada sistem interkoneksi SulutGo data daya mampu pasok pada tanggal 21

November 2016.

Pada sistem tenaga listrik interkoneksi Sulawesi Utara dan Gorontalo mempunyai beberapa pembangkit yang tersambung dengan daya terpasang 645.89 MW, dan mempunyai daya mampu Netto 564.9 MW. Pada tanggal 21 November 2016 daya pasok dari pembangkit sebesar 306.3 MW.

Dari hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan program aplikasi ETAP 6.0 menunjukkan bahwa kondisi tegangan GI dengan sistem tegangan nominal 66 kV dan 150 kV yang tersambung dengan beberapa perbedaan beban yaitu beban rendah, beban puncak, beban bertambah 20%, beban bertambah 40%, dan beban bertambah 60% yang tersambung dengan kapasitas daya mampu pembangkit yang sama. Keadaan tegangan pada beban rendah terjadi naik tegangan dikarenakan beban terlalu rendah namun kapasitas pembangkit besar sehingga tegangan naik (*Over voltage*) dan keadaan tegangan beban rendah yang melebihi batas *Critical Over voltage* pada tegangan nominal 150 kV terjadi pada GI Lolak, Boroko,

dan Isimu yaitu melebihi 157,5 kV. Dan untuk beban puncak, beban bertambah 20%, beban bertambah 40% dan beban bertambah 60% masih dalam keadaan normal menurut SPLN 1:1978 tentang standar tegangan dan *Grid Code* Sulawesi yang menjelaskan karakteristik untuk kerja jaringan bahwa batasan tegangan sistem dengan tegangan nominal 66 kV dan 150 kV memiliki standart kondisi normal +5% naik tegangan (*Over Voltage*) dan -10% turun tegangan (*Under Voltage*).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan analisis sistem Sulawesi Utara dan Gorontalo maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil simulasi sistem tenaga listrik Sulawesi Utara dan Gorontalo dengan Metode Fast Decoupled yang sudah terintegrasi dalam program ETAP versi 6.0 yang digunakan memiliki kesederhanaan implementasi dalam penyelesaian aliran daya. Pada penelitian ini memperlihatkan efisiensi dalam kecepatan proses dengan 4

(empat) kali iterasi untuk kondisi beban rendah, beban puncak, beban bertambah 20%, dan beban bertambah 40%, untuk sistem yang tersambung pada beban bertambah 60% memperlihatkan kecepatan proses dengan 5 (lima) kali iterasi.

2. Pada sistem 150 kV terjadi naik tegangan saat sistem tersambung pada beban rendah ada beberapa Gardu Induk terjadi naik tegangan yang melebihi batas kritis (*Critical Over Voltage*) yaitu terjadi pada GI Lolak, Boroko, dan Isimu dengan tegangan melebihi 157,5 kV. Dan untuk beban puncak, beban bertambah 20%, beban bertambah 40% dan beban bertambah 60% kondisi tegangan masih diperbolehkan menurut SPLN 1:1978.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Chandra, Ferdian Ariesta Adhi, dkk. 2013. *Analisis Aliran Daya Menggunakan Metode Probabilistik Pada Sistem Interkoneksi 500 kV Jawa-Bali*. (Jurnal). Surabaya: Institut Teknik sepuluh Nopember (ITS) Fakultas Industri, Jurusan Teknik Elektro.
- [2] Eko, Perdana Putra Amin. 2010. *Studi Aliran Daya menggunakan metode Fast Decoupled (Aplikasi: system kelistrikan PT.PLN Sumatera bagian selatan subsistem Sumatera selatan 150 kV)*. (Jurnal).Padang: Universitas Andalas Padang Jurusan Teknik Elektro.
- [3] Fauzi, Muhamad Rizki, dkk. 2014. *Pengaturan Slack Bus Dalam Mengoptimalkan Aliran Daya Pada Kasus IEEE 30 Bus Menggunakan Metode Newton Rhapson Pada Aplikasi Matlab 7.0*. (Jurnal) Gorontalo: Universitas Ichsan Gorontalo Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro.
- [4] Harun, Ervan Hasan., Taufiq Ismail. 2012. *Analisis Aliran Daya pada Sistem Tenaga Listrik 150kV Gorontalo Menggunakan Metode Newton Rhapson*. (Jurnal). Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro.
- [5] Laksono, Heru Diby. 2007. *Pebandingan Metoda Newton Rhapson dan Metoda Fast Decoupled pada studi aliran daya (Aplikasi PT.PLN Sumbar-Riau 150 kV)*.(Jurnal).Padang:

Universitas Andalas Padang Jurusan  
Teknik Elektro.