

ANALISA ALIRAN DAYA DAN RUGI-RUGI DAYA SISTEM KHATULISTIWA SEBELUM DAN SESUDAH INTERKONEKSI SISTEM SINTANG DAN SEKADAU

Yehezkiel Gaizka Marpaung¹, Rudy Gianto², Junaidi³
yehezkiele@student.untan.ac.id¹, rudy.gianto@ee.untan.ac.id², junaidi@ee.untan.ac.id³
Universitas Tanjungpura

ABSTRAK

Penelitian ini menginvestigasi pengaruh penambahan interkoneksi jaringan pada sistem transmisi Khatulistiwa terhadap berbagai skenario beban dan keandalan sistem di wilayah Kalimantan Barat. Fokusnya adalah mengidentifikasi dampak dari pembangunan gardu induk baru, khususnya interkoneksi Sintang-Sekadau, yang diharapkan dapat mengatasi kelangkaan pasokan energi listrik di daerah tersebut. Metodologi yang digunakan meliputi survey lokasi, analisis kuantitatif, perhitungan dengan metode Newton-Raphson, dan simulasi menggunakan program DigSilent. Hasil simulasi menunjukkan bahwa setelah interkoneksi, total beban aktif dan reaktif meningkat sebesar 6-8 %, serta terjadi perubahan pada tegangan bus dalam sistem sebesar +1,7% hingga -7,5%. Meskipun demikian, tegangan bus masih dalam rentang yang sesuai dengan regulasi yang berlaku. Selain itu, total rugi-rugi daya juga mengalami peningkatan setelah interkoneksi sebesar 3-9%, yang perlu diperhatikan dalam upaya menjaga efisiensi sistem. Dengan demikian, penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang efek interkoneksi terhadap sistem transmisi Khatulistiwa, serta membantu dalam mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan. Implikasi dari temuan ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengembangan infrastruktur kelistrikan di Kalimantan Barat, dengan tujuan untuk meningkatkan ketersediaan dan keandalan pasokan listrik bagi masyarakat dan industri.

Kata Kunci: Newton-Raphson, Digsilent, Rugi-Rugi Daya.

PENDAHULUAN

Kalimantan Barat memiliki wilayah yang luas dengan beragam potensi sumber daya alam yang melimpah. Dukungan pemerintah dan kemajuan teknologi, terutama dalam industri, telah mendorong perkembangan sektor industri, sosial, dan ekonomi di provinsi ini. Perkembangan ini secara langsung mempengaruhi kemajuan masyarakat dan perekonomiannya. Salah satu faktor kunci dalam perkembangan industri adalah sektor kelistrikan. PT. PLN (Persero) sebagai penyedia layanan listrik juga memberikan kontribusi yang sangat besar dalam perkembangan wilayah Kalimantan Barat dengan menyediakan pasokan listrik yang memadai kepada masyarakat dan sektor industri. PT. PLN (Persero) telah membentuk sistem transmisi yang meliputi sebagian besar kota di Kalimantan Barat, yang dikenal dengan nama sistem Khatulistiwa. Sebagai sektor yang memainkan peran penting dalam pengembangan sosial-ekonomi suatu wilayah, sistem transmisi Khatulistiwa diharapkan mampu memberikan kapasitas listrik yang memadai, menjaga kualitas daya yang baik, memiliki efisiensi yang tinggi, koneksi yang handal, pemantauan dan pengendalian yang baik, serta pengolahan data dan analisis yang tepat.

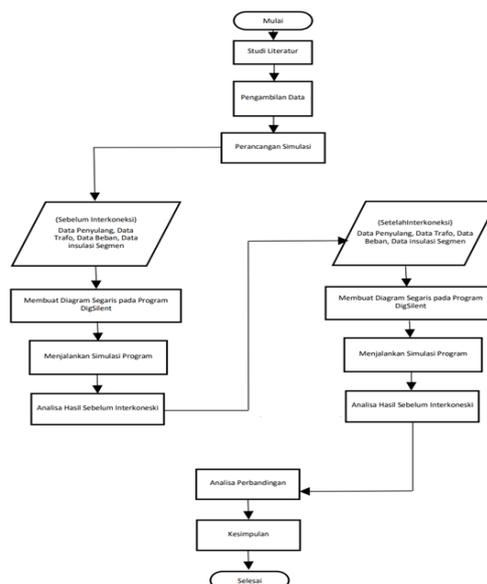
Meskipun memiliki potensi yang besar, perkembangan industri di Kalimantan Barat masih dihadapkan pada berbagai tantangan, seperti kurangnya pasokan listrik di beberapa wilayah yang menyebabkan melambatnya perkembangan industri dan ekonomi masyarakat, khususnya kebutuhan listrik masyarakat di Kabupaten Sintang dan Sekadau yang masih mengalami kekurangan pasokan energi listrik, untuk itu PT.PLN (Persero) membuat suatu langkah untuk mengatasi kelangkaan energi listrik dengan membangun gardu induk baru yang terhubung dalam sistem khatulistiwa yakni interkoneksi Sintang-Sekadau, di mana

daya mampu pembangkit berkisar antara 30 MW hingga 60 MW. Ini jauh dari rata-rata beban puncak di masing-masing daerah tersebut berdasarkan data pada website Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat pada tahun 2016, yakni sebesar 22,957 MW dengan kapasitas mampu sebesar 21,5 MW untuk daerah sekadau dan beban puncak sebesar 7,955 MW dengan kapasitas mampu sebesar 7,700 MW, selain itu susut (Losses) yang terjadi juga mengurangi pasokan energi listrik ke pelanggan sehingga perlu diperhatikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh penambahan interkoneksi jaringan pada sistem transmisi Khatulistiwa dalam berbagai skenario beban, serta untuk melihat dampaknya terhadap keandalan sistem. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi potensi beban berlebih dan mengukur kerugian energi dalam sistem tenaga listrik. Dengan demikian, analisis ini membantu dalam menentukan aliran daya yang optimal dan mengevaluasi kinerja keseluruhan sistem. Analisa ini dikerjakan dengan cara survey lokasi, data kuantitatif, perhitungan dengan menggunakan metode Newton-Raphson dan simulasi program DigSilent.

METODE PENELITIAN

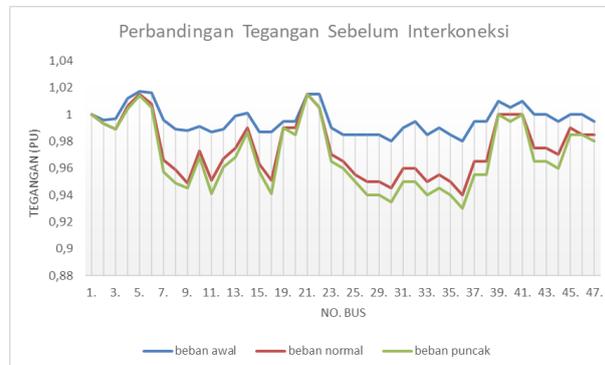
Metode penelitian ini dirancang untuk memberikan pemahaman yang mendalam tentang kinerja sistem tenaga listrik di wilayah Khatulistiwa, dengan fokus pada analisis aliran daya, tegangan, dan rugi-rugi daya dalam berbagai kondisi operasi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan simulasi dan analisis aliran daya pada Sistem Khatulistiwa. Penelitian dimulai dengan memodelkan secara rinci dengan memasukkan data teknis dari setiap komponen sistem kelistrikan, seperti generator, transformator, saluran transmisi, dan bus. Untuk mempermudah analisis dan memperoleh hasil yang akurat, simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak DigSilent PowerFactory. DigSilent merupakan software yang memiliki kemampuan untuk melakukan simulasi aliran daya, analisis tegangan, sudut fasa, daya aktif dan reaktif, serta rugi-rugi daya transmisi pada sistem tenaga listrik. Kemudian Simulasi dilakukan dalam tiga kondisi beban yang berbeda, yaitu beban ringan, sedang, dan berat. Masing-masing kondisi beban akan dianalisis untuk mengetahui pengaruhnya terhadap aliran daya, tegangan, dan rugi-rugi daya pada setiap bus dalam sistem. Beban ini disesuaikan dengan kondisi operasi yang umum terjadi pada sistem tenaga listrik di daerah tersebut.



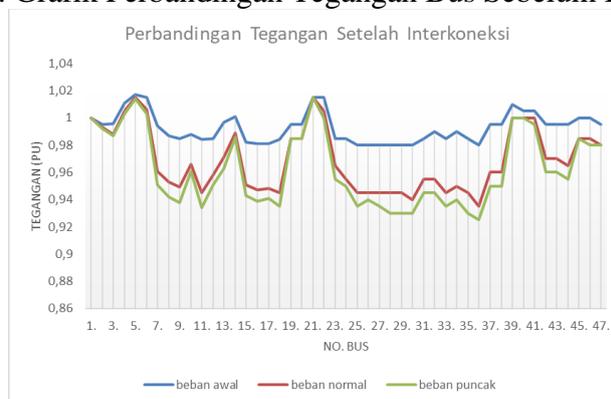
Gambar 1. Diagram Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tegangan bus Sistem Khatulistiwa dalam kondisi beban awal, beban normal dan beban puncak, serta dalam skenario Sistem Sintang dan Sekadau terpasang dan tidak terpasang, maka dilakukan pengujian simulasi dan didapatkan hasil yang digambarkan pada grafik perbandingan tegangan bus Sistem Khatulistiwa pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Tegangan Bus Sebelum Interkoneksi



Gambar 2. Grafik Perbandingan Tegangan Bus Setelah Interkoneksi

Berdasarkan simulasi dan perhitungan yang menggunakan metode Newton-Rapson, terhitung Sistem Khatulistiwa dalam skenario sebelum dan setelah interkoneksi mengalami peningkatan paling tinggi sebesar 0,06%. Perubahan tegangan ini terjadi dikarenakan beberapa faktor diantaranya pemasangan kapasitor shunt dan tegangan dari pen-supply dibawah atau diatas 1 p.u, yang mengakibatkan turunnya tegangan atau naiknya tegangan pada suatu bus serta adanya penambahan beban dan pembangkit pada sistem.

Dengan simulasi dan perhitungan aliran daya metode Newton-Rapson pada Sistem Khatulistiwa Dengan perhitungan aliran daya metode Newton-Rapson pada Sistem Khatulistiwa sebelum dan setelah Interkoneksi mengalami peningkatan rugi-rugi daya sebesar 2% untuk beban awal, 6% dalam kondisi beban normal dan 8% dalam kondisi beban puncak, peningkatan rugi-rugi daya terjadi dikarenakan penambahan total beban serta penambahan jaringan baru dengan jarak yang jauh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan perhitungan aliran daya dan rugi-rugi daya pada Sistem Khatulistiwa pada PT. PLN (Persero) UP3B Sistem Kalimantan Barat, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi tegangan sistem saat beban awal, beban normal dan beban puncak sistem Khatulistiwa setelah Interkoneksi masih sesuai dengan peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2016 sebesar (+5%;-10%).

DAFTAR PUSTAKA

- Yupiter Siregar, Nico. "Analisis Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan 150kV Di PT.PLN (Persero) Sistem Khatulistiwa" Skripsi, Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura, 2020.
- Saadat, Hadi, "Power System Analysis," Singapore: WCB/McGraw Hill, 1990.
- Kundur, P., "Power System Stability and Control" McGraw Hill, inc., Toronto, U.S.A, 1993.
- Indrawan, Kurnia, "Analisa Aliran Daya Sistem Kelistrikan pada PT.PLN Persero Unit Pembantu Sektor Medan Titi Kuning Menggunakan Software ETAP" Skripsi, Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara Medan, 2018.
- Charles A, Gross., "Power System Analysis" New York : Wiley, 1986.
- Nizar, Ahmad., "Analisis Rugi Daya Menggunakan Etap Pada Jaringan Distribusi 20kV Penyulang Bagong" Jurnal, Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya, 2021.
- Pradana, F, Darma., "I Modul I – Pengenalan Single Line Diagram dan Aliran Daya dengan Software ETAP 12.6" Modul Praktikum, Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia, 2017.
- Zulfahri, Arlenny Arlenny, Usaha Situmeang, dan David Setiawan., "Aplikasi Metode Newton Raphson Untuk Menghitung Aliran Daya Menggunakan Program Matlab R2016a" Jurnal, Teknik Elektro, Universitas Lancang Kuning, 2022.
- Gunawan., "Studi Pengaruh Interkoneksi Gardu Induk 150kV Cendana 30 MVA Terhadap Rugi-rugi Pada Jaringan Transmisi Sistem Khatulistiwa" Skripsi, Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura, 2022.
- Auliyani, Andi Sitti Dwi, Zuhajji, Al Imran dan Haripuddin., "Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Transmisi Sistem Interkoneksi SULSERABAR menggunakan program DigSilent" Jurnal, Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar, 2020.
- William J. Stevenson., "Production Operations Management" Boston : MC Graw Hill, Inc, 1999.
- John Grainger, William D Stevenson., "Power System Analysis" Boston : MC Graw Hill, Inc, 1994.