

Analisa Simulasi Penambahan Interbus Transformator (IBT) 275/150 Kv 90 Mva dan Kontigensi N-1 di GI Pamona

Moch. Reza Naufal¹, Muh. Ariyanto A^{2*}, Muh. Yusan Naim³, Muhammad Amin⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

Email: ¹03320220121@umi.ac.id; ²03320220083@umi.ac.id; ³muhyusan.naim@umi.ac.id; ⁴muh.amin@umi.ac.id

Received: 21 01 2025 | Revised: 25 01 2025 | Accepted: 02 02 2025 | Published: 28 03 2025

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai pembebanan interbus transformator pada Gardu Induk Pamona pasca penambahan satu unit trafo IBT 90 MVA termasuk saat kontigensi N-1 pada IBT dan kontigensi N-1 PLTU Mamuju dan PLTA Bakaru. Interbus Transformer (IBT) memegang peran penting dalam penyaluran tenaga listrik dari pembangkit hingga ke konsumen akhir merupakan aspek krusial dalam menjaga kelangsungan operasi sistem tenaga listrik, pada umumnya pembebanan Interbus Transormator (IBT) diatur maksimal 80%. Pada GI Pamona terdapat dua unit IBT dengan kapasitas 90 MVA dengan pembebanan di waktu beban puncak dapat melebihi 80%. Jika terjadi gangguan pada salah satu IBT dapat menyebabkan overload. Hasil penelitian menunjukkan pada simulasi sebelum penambahan satu unit trafo IBT 90 MVA pembebanan masing masing IBT 97.3% (86.9 MW) yang memiliki arus pada tiap IBT 337 A serta daya reaktif 17.2 Mvar, namun pada simulasi penambahan satu unit IBT 90 MVA menurunkan pembebanan pada masing-masing IBT menjadi 66.8%. Kondisi tersebut secara signifikan mengurangi risiko overload. Dalam simulasi kontingensi N-1 pada IBT, pembebanan meningkat hingga 97,854%, sehingga diperlukan Manual Load Shedding (MLS) sebesar 53,80 MW untuk menurunkan pembebanan menjadi 79,993%. Pada kontingensi N-1 PLTU Mamuju, IBT tetap beroperasi tanpa overload dengan pembebanan maksimum 67,323%, sedangkan pada PLTA Bakaru, pembebanan maksimum mencapai 70,731%, tetap dalam batas aman tanpa mengaktifkan Relay OLS.

Kata kunci: sistem tenaga listrik, interbust transforator, kontigensi

1. Pendahuluan

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi maka kebutuhan tenaga listrik akan meningkat sehingga hal tersebut juga harus diimbangi dengan Pertumbuhan Instalasi Listrik bilamana tidak diimbangi dengan Pertumbuhan Instalasi Tenaga Listrik maka berpotensi menyebabkan adanya kondisi Overload pada penyaluran tenaga listrik yang bias berdampak pada pelanggan.

IBT adalah komponen vital dalam saluran transmisi karena mentransmisikan daya pada tingkat tegangan ekstra tinggi [1]. Dalam menentukan batas pengoperasian IBT dapat dilakukan dengan menentukan daya maksimum dari setiap IBT pada kondisi normal [2]. Transformator dikatakan overload apabila beban transformator melebihi 80% dari kapasitas transformator atau arus nominalnya. Gangguan beban lebih dapat menimbulkan ketidakseimbangan antara daya yang dibangkitkan dan permintaan beban [3]. Untuk mengatasi kondisi gangguan beban lebih dengan mengoptimalkan kapasitas pembangkit untuk menyesuaikan dengan kebutuhan beban serta pelepasan beban (load shedding) dapat dilakukan untuk mengurangi beban pada sistem.

Berdasarkan data operasional, pembebanan IBT Pamona telah mencapai lebih dari 50% saat Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) dan melebihi 85% saat Waktu Beban Puncak (WBP). Pada tanggal 20 April 2024, tercatat pembebanan IBT Pamona mencapai 86,9 MW dan 17 Mvar atau 97,506% pada masing-masing IBT. Kondisi ini menunjukkan potensi menyebabkan bekerjanya beberapa skema proteksi serta berdampak padam pelanggan.

2. Metode

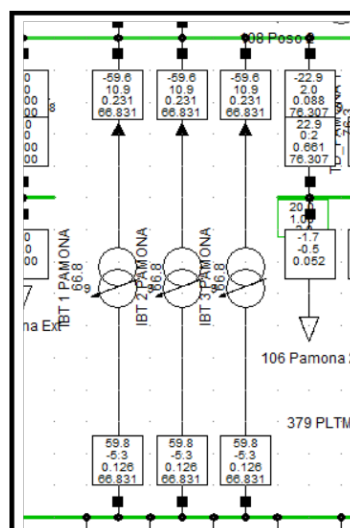
Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian studi kasus dengan pendekatan penelitian kuantitatif dengan melakukan pengamatan dan pengambilan data pada objek dengan data yang akan disajikan dengan angka. Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan simulasi melalui software Digsilent Power Factory yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan pembebanan masing – masing IBT sebelum dan sesudah dilakukan penambahan IBT serta akan digunakan beberapa skenario seperti kondisi N-1 pada IBT ataupun pembangkit agar mendapatkan data yang lebih akurat dan variatif. Simulasi dilakukan agar proses analisis pada penelitian ini lebih efisien untuk mengolah data dengan jumlah yang banyak dan juga sebagai upaya mengantisipasi adanya human error pada saat perhitungan manual.

Metodologi penelitian ini mengikuti pendekatan terstruktur terhadap pemrosesan dan analisis data, yang menggabungkan langkah-langkah berikut:

- Melakukan analisa terhadap kondisi pembebanan IBT eksisting berdasarkan data dari Logsheets.
- Menggambar single line diagram berdasarkan data yang didapat.
- Melakukan simulasi penambahan satu unit IBT90 MVA di GI Pamona.
- Menganalisa hasil simulasi sesudah penambahan IBT di GI Pamona terhadap beberapa skenario dengan menganalisa beberapa parameter seperti daya aktif (MW), daya reaktif (MVar), arus (A).

3. Hasil dan Pembahasan

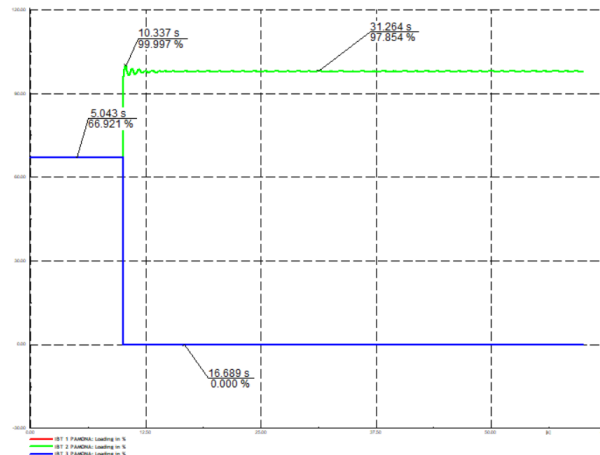
Berikut merupakan hasil simulasi yang dilakukan dengan operasi tiga unit IBT di GI Pamona pada masing – masing IBT memiliki parameter sebagai berikut dengan pembacaan di sisi 150 kV.



Gambar 1. Skenario operasi tiga unit ibt di gi pamona

Gambar diatas merupakan hasil simulasi yang telah dilakukan ketika beroperasi tiga unit IBT yang memiliki loading 59.6 % di masing – masing IBT sehingga memiliki ramping yang lebih besar dan resiko adanya overload lebih kecil.

Pada simulasi kedua, satu unit IBT 90 MVA GI Pamona akan dimodelkan trip dan hasil simulasi akan dianalisis dengan menganalisa aliran daya, serta skema proteksi apabila ada yang bekerja pada saat kontingensi terjadi.



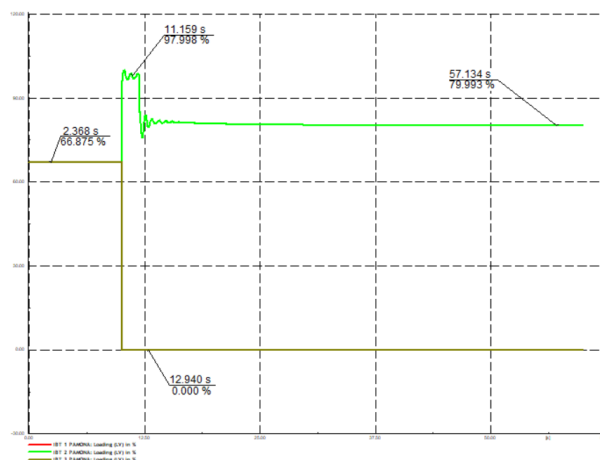
Gambar 2. Loading ibt pamona saat simulasi kontingensi n-1 ibt pamona

Pada grafik diatas Loading IBT 1 90 MVA Pamona, terlihat bahwa saat terjadi trip satu unit IBT Pamona, dimana menyebabkan loading IBT Pamona saat trip satu unit mengalami kenaikan hingga 97.854 % namun kondisi ini belum menyebabkan IBT Pamona yang masih beroperasi menjadi overload.

Untuk menurunkan pembebanan IBT Pamona karena lebih dari 80 % pasca kontingensi N-1 maka perlu dilakukan *Manual Load Shading*, dimana MLS dilakukan agar loading IBT Pamona dibawah 80 %.

Tabel 1. Data beban manual load shading

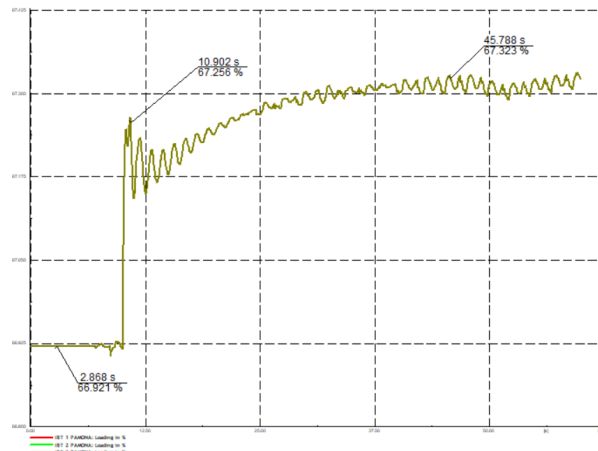
No	Nama beban	Act power (MW)	React power (Mvar)	App. Power (MVA)	Time switch event second
1	116 Parigi	9.90	3.00	10.34	12.00
2	117 Parigi 2	12.5	4.6	13.32	12.00
3	112 Silae 2	31.4	8.3	32.35	12.00
Total		53.80	15.90	56.01	



Gambar 3. Loading ibt pamona setelah manual load shading

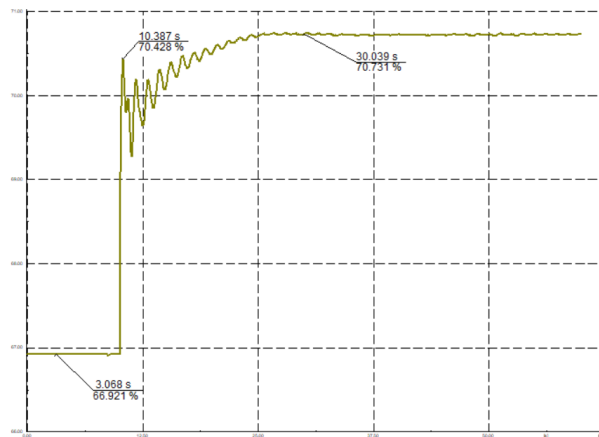
Pada grafik diatas setelah dilakukan manual load shading akan menurunkan loading IBT Pamona dari 97 % turun ke 79.993 % dimana IBT Pamona 90 MVA beroperasi dalam

kondisi batas aman. Selanjutnya, simulasi ketiga yaitu kontigensi N-1 PLTU Mamuju akan dimodelkan trip satu unit dibeban sebesar 12.71 MW trip.



Gambar 4. Loading ibt pamona saat simulasi kontigensi n-1 pltu mamuju

Pada grafik diatas menunjukkan beban masing-masing unit meningkat dari 59.629 MW menjadi 60.012 MW dengan loading sebelum 66.921 % menjadi 67.323 %. Dengan demikian, skenario tiga unit IBT menunjukkan bahwa saat trip PLTU Mamuju satu unit masih dalam batas aman yang berpotensi mengurangi risiko kelebihan beban pada unit-unit individual dan meningkatkan stabilitas sistem secara keseluruhan. Simulasi ke empat merupakan kontigensi N-1 PLTA Bakaru akan dimodelkan PLTA Bakaru trip satu unit dibeban sebesar 63.00 MW trip.



Gambar 5. Loading ibt pamona saat simulasi kontigensi n-1 plta bakaru

Berdasarkan pada grafik diatas tingkat pembebanan IBT mengalami kenaikan dari 66,921% menjadi 70,428%, menunjukkan adanya peningkatan kerja IBT untuk menyalurkan daya yang lebih besar akibat redistribusi beban dalam jaringan. Meski masih dalam batas aman, peningkatan ini mengurangi margin keamanan yang dimiliki IBT, yang menjadi perhatian utama dalam analisis sistem tenaga.

4. Kesimpulan dan Saran

Hasil simulasi setelah penambahan satu unit IBT di GI Pamona menunjukkan *Loading* sebesar 66.8% dengan daya aktif sebesar 59.6 MW dan daya reaktif sebesar 10.9 MVAR di masing – masing IBT sehingga memiliki ramping yang lebih besar dan resiko adanya *overload* lebih kecil.

Hasil simulasi kontingensi N-1 pada IBT Pamona 90 MVA menunjukkan bahwa saat salah satu IBT (IBT #3) trip, beban terdistribusi ke IBT #1 dan IBT #2, menyebabkan peningkatan daya aktif hingga -87,229 MW dan daya reaktif hingga 16,329 MVar, dengan pembebanan mencapai 97.854%. Kondisi ini tidak sampai menyebabkan Relay Defense Scheme bekerja, tetapi beban IBT Pamona 90 MVA masuk zona kritis, sesuai SPLN No. 50 Tahun 1997 batas optimal pembebanan transformator berkisar antara 60% hingga 80% dari kapasitas nominalnya. Untuk menurunkan pembebanan, dilakukan Manual Load Shedding (MLS) sebesar 53.80 MW, sehingga pembebanan turun dari 97.854% menjadi 79.993%, dan arus berkurang dari 339 A menjadi 278 A. Dengan langkah ini, IBT kembali beroperasi dalam batas aman, memastikan stabilitas sistem tetap terjaga.

Hasil simulasi kontigensi N-1 pada PLTU Mamuju operasi IBT Pamona tidak mengalami overload dengan perubahan loading dari 66.921 % (59.589 MW dan 10.738 Mvar) menjadi 67.323 % (60.012 MW dan 8.339 Mvar) dengan sentuhan arus tertinggi 233 A.

Hasil simulasi kontigensi N-1 PLTA Bakaru loading IBT #1 #2, dan #3 dari 66.921 % (59.589 MW dan 10.738 Mvar) menjadi 70.731 % (62.953 MW dan 9.366 Mvar) dan sentuhan arus tertinggi 245 A kondisi tersebut tidak menyebabkan Relay OLS bekerja.

Untuk pengembangan sistem ke depan, disarankan untuk melakukan pemantauan berkala terhadap pertumbuhan beban di wilayah SULBAGSEL, khususnya di area yang disuplai oleh GI Pamona. Evaluasi rutin terhadap setting proteksi dan skema OLS perlu dilakukan untuk memastikan efektivitasnya seiring dengan perubahan karakteristik beban dan pembangkitan. Penelitian lanjutan sebaiknya difokuskan pada analisis dampak integrasi pembangkit energi terbarukan di wilayah SULBAGSEL terhadap pembebanan IBT Pamona. Selain itu, perlu dilakukan studi komprehensif mengenai alternatif penguatan sistem transmisi lainnya, seperti pembangunan jalur transmisi baru atau peningkatan kapasitas saluran existing, untuk mengantisipasi pertumbuhan beban jangka panjang.

Daftar Pustaka

- [1] S. Nurfadillah, “Analisis Simulasi Penerapan Over Load Shedding (Ols) Menggunakan Aplikasi Digsilent Sebagai Skema Proteksi Pada Interbus Transformator (Ibt) Di Gi Pamona,” 2022.
- [2] S. Samsurizal and B. Hadinoto, “Studi Analisis Dampak Overload Transformator Terhadap Kualitas Daya Di PT. PLN(Persero) Up3 Pondok Gede,” *KILAT*, vol. 9, no. 1, pp. 136–142, Apr. 2020, doi: 10.33322/kilat.v9i1.784.
- [3] firhan Akbar and T. Wrahatnolo, “Dampak Gangguan Beban Lebih terhadap Overload Shedding Gardu Induk 150 kV Sukolilo, Surabaya,” *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 2023.