

Load Flow Analysis at Babakan Substations for Industry Growth Development Using ETAP Power Station 12.6 Software

Analisa Aliran Beban Pada Gardu Induk Babakan Untuk Pengembangan Pertumbuhan Industri Menggunakan Software ETAP Power Station 12.6

INFORMASI ARTIKEL

NASKAH DITERIMA : 13 Maret 2022

DIREVISI : 15 Mei 2022

DISETUJUI : 15 Juni 2022

*KORESPONDENSI PENULIS :

refans@untagcirebon.ac.id

*Erfan Subiyanta¹, Muhammad Fadhil Aldan², Muhamad Soleh³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon, Jawa Barat, INDONESIA.

Abstract

Based on transformer loading at GI 70kV Babakan which is already 80% high bigger than capacity 30 MVA by reason there is a need for additional power supply for industrial development, one of which is the addition of PT. Longrich Indonesia for 25 MVA. With the existing condition of transformer loading at GI 70kV Babakan is currently unable to meet the power supply needs and the construction of GI 150kV Kanci is still in progress, therefore the installation of a mobile transformer at GI 70kV Babakan is intended to meet the need for additional power supply. In this study, simulating Electrical power in GI 70kV Babakan uses the ETAP Power Station 12.6 software and compares it with the results of manual calculations. Installing a Mobile Transformer with a capacity of 30 MVA at GI 70kV Babakan can increase the MVA capacity at GI 70kV Babakan so that it can meet the need for additional power supply, With the load on the mobile transformer and the daytime loading history of 48 MW and the highest load reached at 61 MW, the Mobile Transformer can be loaded with a maximum of 25 MVA. And transformers are still able to supply the area properly so there is no overload. and increase revenue through the sale of electricity.

Keywords: Simulation, Overload, Transformator mobile

Abstrak

Berdasarkan data pembebanan trafo di GI 70kV Babakan yang sudah tinggi 80% dari kapasitas 30 MVA dan dikarenakan terdapat adanya kebutuhan tambahan pasokan daya untuk perkembangan industri yaitu salah satu diantaranya penambahan daya pelanggan PT. Longrich Indonesia sebesar 25 MVA. Melihat kondisi eksisting pembebanan trafo di GI 70kV Babakan saat ini tidak dapat memenuhi kebutuhan pasokan daya tersebut serta pembangunan GI 150kV Kanci masih dalam proses, maka dari itu pemasangan Trafo Mobile di GI 70kV Babakan ditujukan untuk memenuhi kebutuhan tambahan pasokan daya tersebut. Pada penelitian ini mensimulasikan daya listrik yang ada di GI 70kV Babakan menggunakan software ETAP Power Station 12.6. Pemasangan Trafo Mobile dengan kapasitas 30 MVA di GI 70kV Babakan dapat menambah kapasitas MVA di GI 70kV Babakan sehingga dapat memenuhi kebutuhan tambahan pasokan daya dan adanya beban di trafo mobile dan histori pembebanan siang hari sebesar 48 MW dan beban tertinggi dicapai sebesar 61 MW, maka Trafo Mobile dapat dibebani maksimal 25 MVA. Dan trafo masih dapat mensuplai ke area tersebut dengan baik sehingga tidak terjadi kelebihan beban. dan meningkatkan pendapatan melalui penjualan tenaga listrik.

Kata kunci: Simulasi, Beban lebih, Trafo mobil

I. PENDAHULUAN

Pembebanan trafo harus diamati secara periodik dan dimonitor agar tidak mendekati batas maksimum pembebanan trafo tersebut. apabila trafo mengalami *overload* maka harus segera dilakukan *manuver* pemindahan, pemisahan atau pengurangan beban ke trafo yang bebannya masih sedikit. Pada Gardu Induk Babakan memiliki tiga unit trafo step down yang masing-masing berkapasitas 30MVA.

II. DASAR TEORI

Sistem tenaga listrik merupakan rangkaian instalasi tenaga listrik yang komplek terdiri dari pusat pembangkit, saluran transmisi, dan distribusi yang dioperasikan dalam rangka penyediaan tenaga listrik.

A. Transformator

Transformator merupakan peralatan statis dimana rangkaian magnetik dan belitan yang terdiri dari 2 atau lebih belitan, secara induksi *elektromagnetik*, mentransformasikan daya (arus dan tegangan) sistem AC ke sistem arus dan tegangan lain pada frekuensi yang sama (IEC 60076-1 tahun 2011).

Pemakaian trafo pada sistem tenaga dapat dibagi:

- a. Trafo penaik tegangan (*step up*) atau disebut trafo daya, untuk menaikkan tegangan pembangkitan menjadi tegangan transmisi.
- b. Trafo penurun tegangan (*step down*), dapat disebut trafo distribusi, untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi.
- c. Trafo instrumen, untuk pengukuran yang terdiri dari trafo tegangan dan trafo arus, dipakai menurunkan tegangan dan arus agar dapat masuk ke meter-meter pengukuran.

Prinsip yang berlaku pada cara kerja trafo adalah hukum induksi faraday dan hukum lorentz dalam menyalurkan daya, dimana arus bolak balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet. Dan apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu belitan maka pada kedua ujung belitan tersebut akan terjadi beda potensial.

Arus yang mengalir pada belitan primer akan menginduksi inti besi transformator sehingga di dalam inti besi akan mengalir flux magnet dan flux magnet ini akan menginduksi belitan sekunder sehingga pada ujung belitan sekunder akan terdapat beda potensial

B. Beban Trafo *Overload*

Transformator daya akan bekerja secara kontinyu apabila transformator tersebut berada pada beban nominalnya. Namun apabila beban yang dilayani lebih besar dari 100%, maka transformator tersebut akan mendapat pemanasan lebih dan hal ini akan mempersingkat umur isolasi transformator keadaan beban lebih berbeda dengan arus lebih. Pada beban lebih, besar arus hanya kira-kira 10% di atas nominal dan dapat diputuskan setelah berlangsung beberapa puluh menit. Sedangkan pada arus lebih, besar arus mencapai beberapa kali arus nominal dan harus diputuskan secepat mungkin (gangguan)

C. Gardu Induk

Menurut buku pedoman Operasi dan Pemeliharaan Gardu Induk PT. PLN Pusdiklat (2009), gardu induk merupakan simpul di dalam sistem tenaga listrik yang terdiri dari susunan rangkaian sejumlah perlengkapan yang dipasang menempati suatu lokasi tertentu untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik, menaikkan dan menurunkan tegangan sesuai dengan tingkat tegangan kerjanya, tempat melakukan kerja switching rangkaian suatu sistem tenaga listrik dan untuk menunjang keandalan sistem tenaga listrik terkait.

Gardu Induk (biasanya disingkat GI) merupakan sistem peralatan listrik tegangan tinggi yang berfungsi untuk

menyalurkan dan mengendalikan daya listrik dengan menggunakan peralatan material utama (MTU).

D. *Etap Power Station*

ETAP (Electric Transient and Analysis Program) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan *offline* untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan data *real-time* atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara *real-time*. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik.

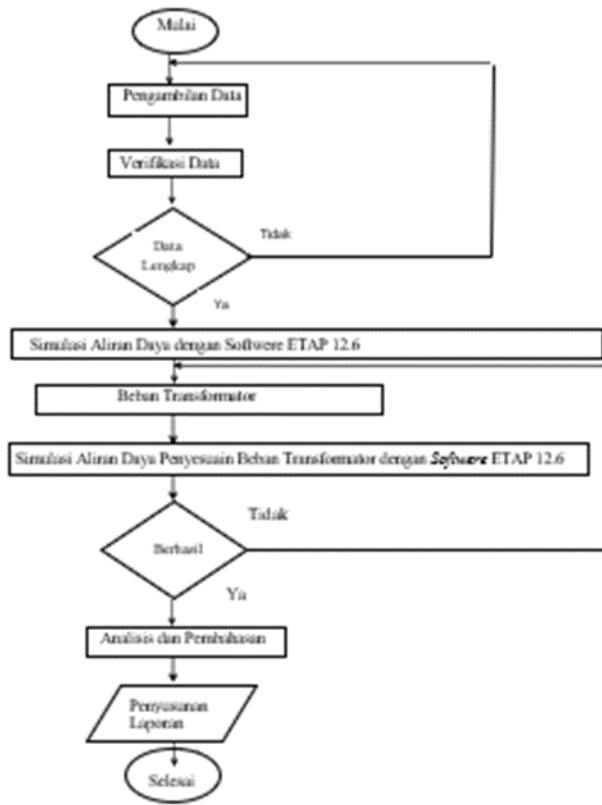
Suatu sistem tenaga terdiri atas sub-sub bagian, salah satunya adalah aliran daya dan hubung singkat. Untuk membuat simulasi aliran daya dan hubung singkat, maka data-data yang dibutuhkan untuk menjalankan program simulasi antara lain:

1. Data *Generator*
2. Data *Transformator*
3. Data Beban
4. Data *Bus*
5. Data *Circuit Breaker*

Dalam load flow system dibutuhkan data beban jenis lumped load yang dapat dipilih dalam kotak AC Element ETAP 12.6 untuk kemudian dimasukkan spesifikasinya. Untuk beban ini diasumsikan mempunyai motor dan beban statis sehingga lumped load dipilih karena merupakan gabungan antara beban motor dan beban statis. Beban yang dimaksud adalah penyulang – penyulang yang disuplai oleh Gardu Induk Babakan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pembuatan Penelitian ini, penulis mengambil data pada Gardu Induk Babakan beralamat di Bojonggebang kecamatan Babakan kabupaten Cirebon dan PT. PLN (Persero) UIT JBT – UPT Cirebon, beralamat di Jalan Brigjen Darsono (By Pass) Cirebon. Penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada gambar flowchart dibawah :



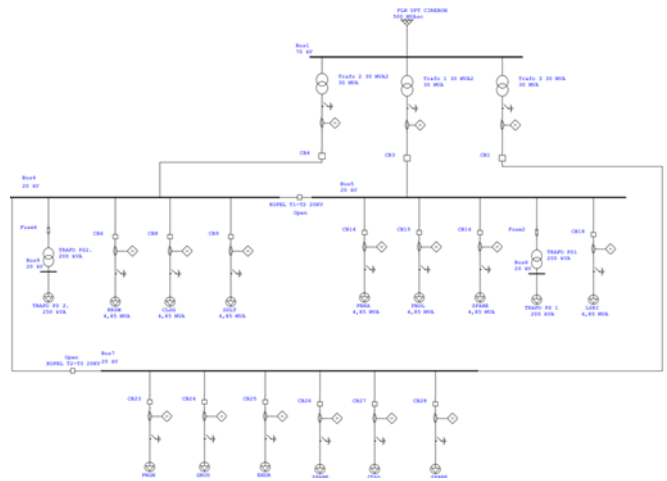
Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

E. Single Line Diagram ETAP 12.6

Agar bisa mensimulasikan dan menganalisa system , maka diperlukan single line diagram sebagai acuan dalam membuat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

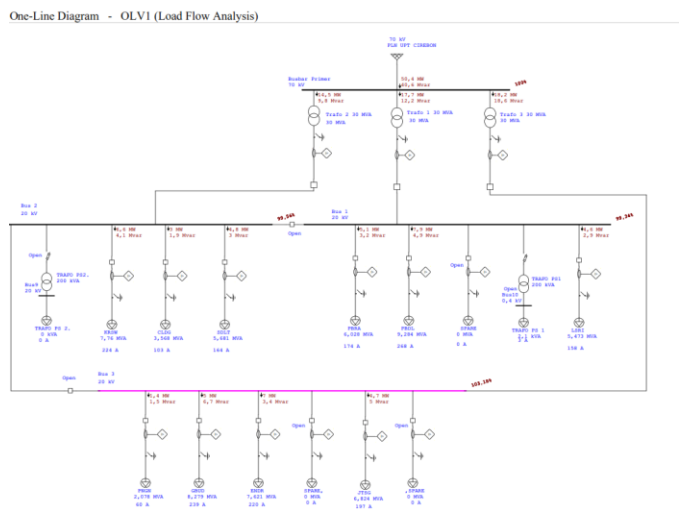
Mensimulasikan kemudian menganalisa sistem, maka diperlukan *single line diagram* sebagai acuan dalam membuat program ETAP Power Station 12.6 . Data-data yang diperlukan bersumber dari Gardu Induk Babakan. Tujuan *single line diagram* ini untuk dimaksudkan menjadi gambaran sederhana simulasi aliran daya dalam rangka mengetahui kondisi pembebanan trafo. Gambar 2 merupakan gambaran secara single line diagram.



Gambar 2. Single Line Diagram Eksisting Gardu Induk babakan pada ETAP Power Station 12.6

A. Hasil Simulasi ETAP 12.6 Skenario 1 (Eksisting)

Setelah menggunakan program ETAP 12.6 dapat disimulasikan untuk diketahui kondisi pembebanan eksisting Pada gambar terdapat gambaran kecil simulasi load flow ETAP 12.6 yang telah dijalankan.



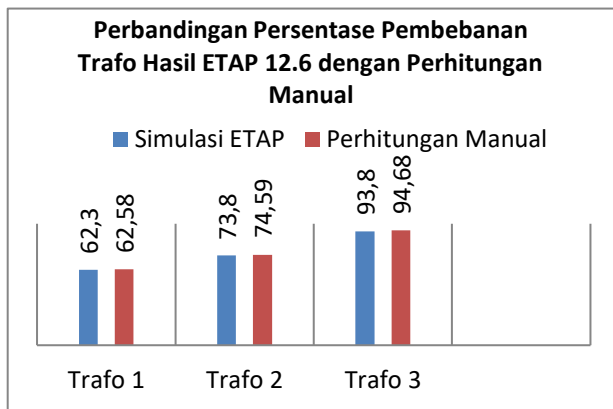
Gambar 3. Hasil simulasi load flow GI Babakan pada ETAP 12.6

Berdasarkan simulasi load flow atau aliran daya dari power grid yang menjadi sumber utama sehingga menuju ke lumped load tiap penyulang sebagai beban. Maka data hasil simulasi aliran daya dapat dimasukkan kedalam tabel.

Tabel 1. DATA BRANCH LOADING DAN SIMULASI ETAP

ID	MW Flow	Mvar Flow	Amp Flow	% Loading
Trafo 1	17,6	12,1	176,6	62,3
Trafo 2	14,4	9,8	144,2	73,8
Trafo 3	18,2	18,5	214,5	93,8

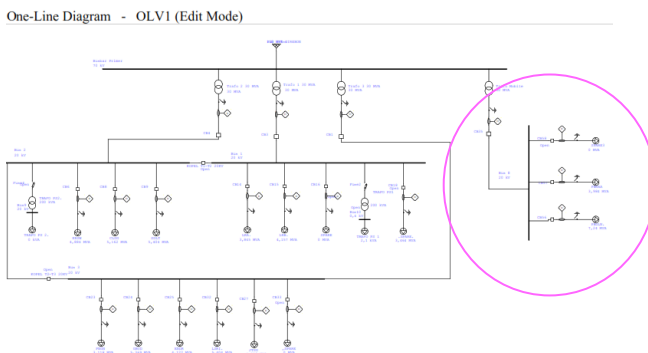
Perbedaan persentase pembebanan pada trafo antara hasil ETAP dengan perhitungan manual pada masih dapat ditoleransi karena selisih angka yang tidak signifikan. Perbedaan yang tidak signifikan tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan angka desimal yang dipakai software. Software ETAP 12.6 menggunakan angka decimal hingga banyak dibelakang koma, sedangkan perhitungan manual hanya dua sampai tiga digit.



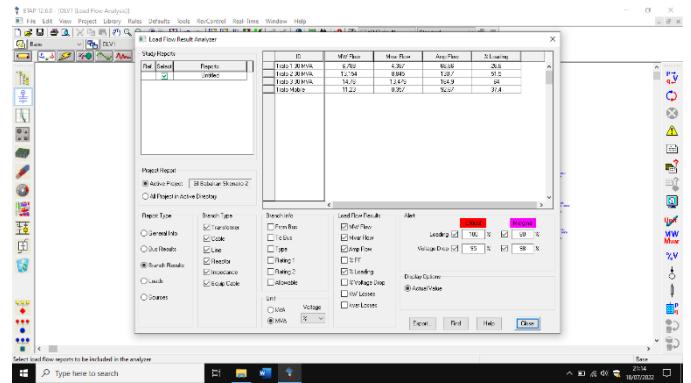
Gambar 4. Perbandingan persentase pembebanan hasil simulasi dengan perhitungan manual

B. Hasil Simulasi ETAP 12.6 Skenario 2 (Penambahan Trafo Mobil)

Setelah menggunakan program ETAP 12.6 dapat disimulasikan untuk diketahui kondisi pembebanan setelah dipasang nya trafo mobile terlihat pada gambar 5 terdapat gambaran simulasi load flow ETAP 12.6 yang telah dijalankan dan terlihat hasilnya



Gambar. 5 Single Line Diagram dan Trafo Mobile pada ETAP Power Station 12.6



Gambar 6. Hasil Simulasi Load Flow GI Babakan Skenario 2 pada ETAP 12.6

Berdasarkan gambar 6 terlihat hasil simulasi load flow atau aliran daya dengan skenario 2 Persentase pembebanan dari Trafo 1 sebesar 26 % ,untuk persentase dari Trafo 2 sebesar 51,5 % , dan untuk persentase pembebanan dari Trafo 3 mengalami penurunan menjadi 64% , sedangkan untuk trafo mobile persentase pembebanan nya sebesar 37,4%. Pemasangan trafo mobile dengan kapasitas 30 MVA di Gardu Induk Babakan dapat menambah kapasitas MVA di Gardu Induk Tersebut sehingga dapat memenuhi kebutuhan tambahan pasokan daya.

Dengan adanya beban di trafo mobile dan histori pembebanan jaringan transmisi trafo mobile di Gardu induk Babakan dapat dilaksanakan dalam upaya kebutuhan tambahan pasokan daya di Gardu Induk Babakan sampai dengan pembangunan GI Kanci selesai diperkirakan awal tahun 2023, Pemenuhan tambahan pasokan daya tersebut dapat meningkatkan pendapatan melalui penjualan tenaga listrik.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data pembebanan trafo dan transmisi di Gardu Induk 70kV Babakan yang dilihat dari hasil simulasi Pembebanan rata-rata trafo 1, 2, dan 3 di Gardu Induk 70kV Babakan sudah tinggi sekitar 80% dari kapasitas 30MVA. Melihat kondisi eksisting pembebanan trafo di Gardu Induk 70kV Babakan tidak dapat memenuhi kebutuhan tambahan pasokan daya tersebut, maka pemasangan Trafo Mobile dengan kapasitas 30 MVA dapat menambah kapasitas di Gardu Induk 70kV Babakan sehingga dapat memenuhi kebutuhan tambahan pasokan daya untuk perkembangan industri juga dapat meningkatkan pendapatan melalui penjualan tenaga listrik.

REFERENSI

- [1] Yuli Asmi Rahman, A.S., and Irwan Mahmudi, *Stability Issues in Presence Variable Distributed Generation Into Radial Distribution Network* International Conference on Industrial Electrical and Electronics (ICIEE) 2018.
- [2] Iyambo, P. K., & Tzoneva, R. (2007). Transient stability analysis of the IEEE 14-bus electric power system. AFRICON 2007.
- [3] IEEE Committee Report, "Proposed terms and definitions for power system stability," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-101, pp. 1894–1898, 1982.

- [4] A. M. Hemeida, "Improvement of voltage stability and critical clearing time for multi-machine power systems using static var compensator," ICGST-ACSE, vol. 9, no. 2, pp. 41–47, December 2009.
- [5] Agus Siswanto, I.C.G., Sri Mawar Said, Ansar Suyuti, *Stability Improvement by Reducing Voltage Fluctuation using SVC in Penetration Wind Power System* EPI International Conference on Science and Engineering, 2019.
- [6] Indar Chaerah Gunadin, Adi Suprijanto, Ontoseno Penangsang, "Study on Effect of STATCOM Installation to Improved Voltage Stability in East Indonesia System", Proceeding of National Seminar on Applied Technology, Science, and Art (APTECS), Surabaya, December 22, 2009.
- [7] Indar Chaerah Gunadin, Adi Suprijanto, Ontoseno Penangsang, "Effect of VAR Suppor Installation to Improved Voltage Stability in East Indonesia System", Proceeding of Basic Science National Seminar 7th, February 20th, 2010
- [8] Indar Chaerah Gunadin, Nadjamuddin Harun, Adi Suprijanto, "Transient Stability on East Indonesia System", Proceeding of National Seminar on Applied Technology, Science, and Art (APTECS), Surabaya, December 22th, 2009.
- [9] Allen, J.W. dan Bruce, F.W., *Power Generation, Operation, and Control*, John Wiley & Sons Inc., Canada, 1996.
- [10] Agus Siswanto, S.a. E.S., *The Voltage Stability of Distribution System using the Distribution Generation Biomass Power Plant*. Proceeding of International Conference on Green Technology, 2014. ISSN:2355–3456.
- [11] Ashad, B.A., et al., *Stability Analysis and Fault Changes on Wind Turbine Effect in Multi-Machine Power System*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. 875: p. 012048.
- [12] Gunadin, I.C., et al., Comparison of Voltage Stability Index Before and After Wind Turbine Penetrated to Sulseltrabar Interconnection Power System Using Modal Analysis Method. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. 875: p. 012043.
- [13] Gunadin, I.C., et al. *Wind Speed Prediction in the area of PLTB Tolo Jeneponto South Sulawesi using Artificial Neural Network*. in 2020 1st International Conference on Information Technology, Advanced Mechanical and Electrical Engineering (ICITAMEE). 2020.
- [14] Gunadin, I.C., et al., Analysis of Transmission Line Stability for Sulselbar Interconnection System with the Penetration of Renewable Energy to Prevent Voltage Collapse. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. 875: p. 012045.
- [15] Siswanto, A., et al., Stability improvement of wind turbine penetrated using power system stabilizer (PSS) on South Sulawesi transmission system. AIP Conference Proceedings, 2018. 1941(1): p. 020036.
- [16] Kumar, S., Kumar, A., & Sharma, N. K. (2015). *Analysis of power flow, continuous power flow, and transient stability of IEEE-14 bus integrated wind farm using PSAT*. 2015 International Conference on Energy Economics and Environment (ICEEE).
- [17] Indar Chaerah Gunadin, Z.M.a. A.S., *Transient stability improvement based on moment inertia index using extreme learning machine*, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 2019. VOL. 14, p. 2520-2528.
- [18] Indar Chaerah Gunadin*1, S.M.P., Zaenab Muslimin1, Gassing1, Agus Siswanto2, Muhammad Said, Critical Clearing Time Analysis of the South Sulawesi Interconnection System Due to Injection of the Sidrap & Jeneponto Wind Turbine. International Journal of Advanced Science and Technology, 2020. 29(4): p. 9793–9803.
- [19] Sudirham, Sudaryatno. (2011). *Transformator*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- [20] Sarimun, Wahyudi. (2014). *Buku Saku Pelayanan Teknik*. Depok: Garamound.
- [21] Sarimun, Wahyudi. (2016). *Poteksi system Distribusi Tenaga Listrik*. Depok: Garamound.
- [22] Materi Diklat Pemeliharaan Trafo Tenaga: PT PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan. (PUSDIKLAT)
- [23] Lutfiah M I. 2018. *Simulasi dan Optimalisasi Penyusui Beban Pada Transformatir Gardu Induk Dengan Softwre ETAP 12.6 (Studi pada Gardu Induk Pulomas PT.PLN (Persero))*. Program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik. Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- [24] M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, "High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR," in Proc. ECOC'00, 2000, paper 11.3.4, p. 109