

## ANALISA GANGGUAN HUBUNG SINGKAT SATU FASA KE TANAH PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV PT. PLN TARAKAN

Arif fadillah<sup>1</sup>, Patria julianto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

<sup>1</sup>ariffadillah@borneo.ac.id

<sup>2</sup>patria81@gmail.com

**Abstract**— Short-circuit interference can also occur due to translucent or broken insulation because it cannot withstand overvoltages, both from within (Overvoltages and abnormal currents) or those from outside. This study aims to determine the short-circuit current of one-phase to ground disturbance, and the level of the busbar voltage during interference at PT. PLN SELL IT. In this study the method used for power flow simulation is Newton Rapon on the ETAP software. The equipment used is an Intel Pentium laptop with 1GB of RAM, in this study the simulation of this disturbance simulation was carried out on all feeders with the largest short circuit fault results of 2,476 kA in feeder 2 and the smallest disturbance current of 0.760 kA in feeder 4.

**Keywords**— Etap software, short circuit, power failure, single phase, voltage.

**Intisari**—Gangguan hubung singkat dapat juga terjadi akibat adanya isolasi yang tembus atau rusak karena tidak tahan terhadap tegangan lebih, baik yang berasal dari dalam (Tegangan lebih dan arus tak normal) maupun yang berasal dari luar. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan arus hubung singkat gangguan satu fasa ke tanah, dan tingkat tegangan busbar selama gangguan pada PT. PLN TATAKAN. Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk simulasi alaran daya adalah newton Rapon pada softwer ETAP. Peralatan yang digunakan adalah laptop acer intel pentium dengan RAM 1GB, pada penelitian ini simulasi gangguan ini simulasi gangguan hubung singkat di lakukan pada semua feeder dengan hasil gangguan hubung singkat terbesar 2,476 kA pada feeder 2 dan arus gangguan terkecil sebesar 0,760 kA pada feeder 4.

**Kata Kunci**—Etap software, gangguan hubungan singkat, daya, satu fasa, tegangan.

### I. PENDAHULUAN

Listrik bukan termasuk kebutuhan primer, namun kenyataan di keseharian kita keberadaan listrik sangat berpengaruh pada kehidupan kita, pergerakan roda perekonomian sangat bergantung pada kelistrikan. Kemajuan Era Teknologi menuntut untuk tergantung pada listrik karena hampir semua peralatan untuk pengoperasiannya membutuhkan listrik[1].

PT. PLN Tarakan adalah salah satu BUMN yang bergerak di bidang ketenagalistrikan. PLN bertanggung jawab atas ketersediaan listrik dari hulu sampai hilir yaitu mulai dari sisi pembangkitan sampai pendistribusiannya ke pelanggan. Di dalam proses kontinyuitas ketersediaan listrik ke pelanggan PLN menghadapi berbagai kendala, salah satunya adalah adanya gangguan, baik di sisi

pembangkitan maupun pendistribusian. Gangguan ini bisa disebabkan oleh sistem maupun non sistem[2][3].

Dalam operasi sistem tenaga listrik sering terjadi gangguan-gangguan yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Hubung singkat merupakan suatu hubungan abnormal pada impedansi yang relatif rendah terjadi secara kebetulan atau disengaja antara dua titik yang mempunyai potensial yang berbeda. Istilah gangguan atau gangguan hubung singkat digunakan untuk menjelaskan suatu hubungan singkat. Untuk mengatasi gangguan tersebut, perlu dilakukan analisis hubung singkat sehingga sistem proteksi yang tepat pada Sistem Tenaga Listrik dapat ditentukan[4]. Hubung singkat terjadi akibat dari faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal dari gangguan adalah rusaknya peralatan listrik. Faktor eksternal adalah antara lain cuaca buruk, seperti badai, hujan, bencana, seperti gempa bumi, angin ribut, kecelakaan kendaraan; runtuhnya pohon, petir, aktivitas konstruksi, ulah manusia, dan lain-lain. Sebagian besar gangguan terjadi karena cuaca buruk, yaitu hujan atau badai, dan pohon[5]. Pembahasan dalam penelitian ini adalah hubungan singkat satu fasa ke tanah menggunakan dimana pengerjaannya menggunakan *software ETAP powerstation 12*.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan arus hubung singkat gangguan satu fasa ke tanah, dan tingkat tegangan busbar selama gangguan pada PT. PLN Tarakan. Dapat menjadi bahan pertimbangan bagi PT. PLN Tarakan untuk memperbaiki kinerja sistem proteksi agar dapat menjaga kontinuitas pelayanan daya kepada konsumen.

### II. LANDASAN TEORI

Analisis hubung singkat adalah analisis yang mempelajari kontribusi arus gangguan hubung singkat yang mungkin mengalir pada setiap cabang didalam sistem (di jaringan distribusi, transmisi, trafo tenaga atau dari pembangkit) sewaktu gangguan hubung singkat yang mungkin terjadi di dalam sistem tenaga listrik. Berdasarkan kesimetrisannya, gangguan terdiri dari gangguan simetris dan asimetris. Gangguan simetris adalah gangguan yang terjadi pada semua fasanya sehingga arus dan tegangan pada masing-masing fasa bernilai sama. mengalir pada setiap fasa tidak seimbang, yaitu di antaranya hubung singkat 1 fasa ke tanah, hubung singkat fasa ke fasa, dan hubung singkat 2 fasa ke tanah.

A. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik terdiri atas tiga bagian utama yaitu sistem pembangkitan, sistem transmisi dan sistem distribusi. Dari ketiga sistem tersebut, sistem distribusi merupakan bagian yang letaknya paling dekat dengan konsumen, fungsinya adalah menyalurkan energi listrik dari distribusi ke konsumen.

B. Sistem Distribusi 20 kV

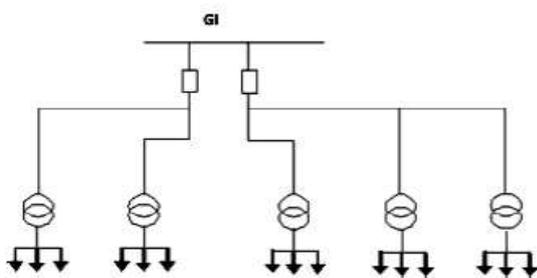
Keluaran dari trafo daya dikumpulkan dulu pada Bus 20 KV di kubikel Gardu Induk untuk kemudian di distribusikan melalui beberapa penyulang 20 KV ke konsumen dengan jaringan berupa Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) atau Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM). Khusus SUTM, jaringan bisa ditarik sepanjang puluhan sampai ratusan Km termasuk percabangannya dan biasanya ada diluar kota besar. Seperti diketahui di Indonesia, jaringan dengan konduktor telanjang yang digelar di udara bebas banyak mengandung resiko terjadi gangguan hubung singkat fasa-fasa atau satu fasa-tanah. Disepanjang SUTM terdapat percabangan yang dibentuk didalam Gardu Distribusi atau Gardu Tiang. Sementara jaringan SKTM relatif lebih pendek dan berada di dalam kota besar dengan jumlah gangguan relatif sedikit.

C. Klasifikasi Sistem Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi dikategorikan kedalam beberapa jenis, sebagai berikut ;

1. Tegangan Pengenalnya :
  - JTM 20kV
  - JTR 380/220 volt
2. Konfigurasi Jaringan Primer
  - Jaringan Distribusi Pola Radial

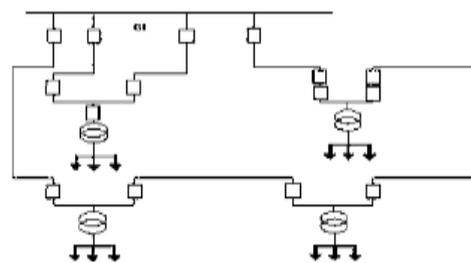
Pola radial adalah jaringan yang setiap saluran primernya hanya mampu menyalurkan daya dalam satu arah aliran daya. Jaringan ini biasa dipakai untuk melayani daerah dengan tingkat kerapatan beban yang rendah.



Gambar 1. Pola Jaringan Radial

- Jaringan Distribusi Pola Loop

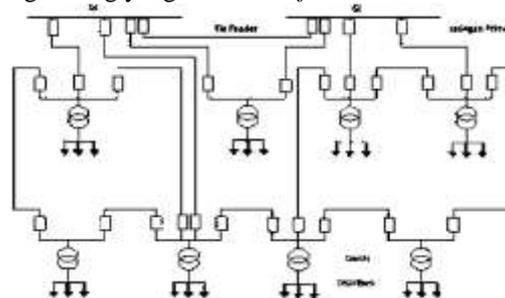
Jaringan pola loop adalah jaringan yang dimulai dari suatu titik pada rel daya yang berkeliling di daerah beban kemudian kembali ke titik rel daya semua. Pola ini ditandai pula dengan adanya dua sumber pengisian yaitu sumber utama dan sebuah sumber cadangan. Jaringan dengan pola ini biasa dipakai pada sistem distribusi yang melayani beban dengan kebutuhan kontinuitas pelayanan yang baik (lebih baik dari pola radial)



Gambar 2. Pola Jaringan Loop

- Jaringan Distribusi Pola Grid

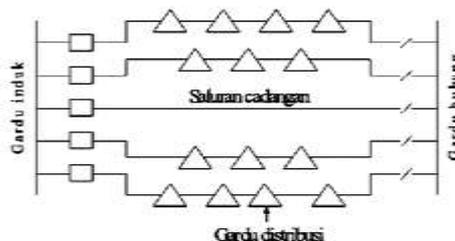
Pola jaringan ini mempunyai beberapa rel daya dan antara rel-rel tersebut dihubungkan oleh saluran penghujung yang disebut *tie feeder*.



Gambar 3. Pola Jaringan Grid

- Jaringan Distribusi Pola Spindel

Jaringan primer pola spindel merupakan pengembangan dari pola radial dan loop terpisah. Beberapa saluran yang keluar dari gardu induk diarahkan menuju suatu tempat yang disebut gardu hubung (GH), kemudian antara GI dan GH tersebut dihubungkan dengan satu saluran yang disebut *express feeder*.



Gambar 4. Sistem Jaringan Spindel

3. Gangguan Hubung Singkat

Gangguan hubung singkat dapat juga terjadi akibat adanya isolasi yang tembus atau rusak karena tidak tahan terhadap tegangan lebih, baik yang berasal dari dalam (Tegangan lebih dan arus tak normal) maupun yang berasal dari luar (akibat sambaran petir) bila gangguan hubung singkat di biarkan berlangsung dengan lama pada suatu sistem daya.

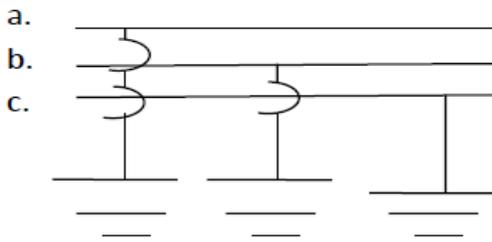
4. Komponen Simetris

Menurut teorema *Fortescue*, tiga fasor tak seimbang dari sistem tiga fasa dapat diuraikan menjadi tiga sistem fasor yang seimbang. Himpunan seimbang komponen itu adalah (Stevenson, 1982: 260):

- Komponen urutan positif
- Komponen urutan negatif
- Komponen urutan nol

5. Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah

Hubung singkat satu fasa ke tanah adalah gangguan hubung singkat yang terjadi karena *flashover* antara penghantar fasa dan tanah (tiang *travers* atau kawat tanah pada SUTM). Persamaan yang di gunakan untuk menghitung hubung singkat satu fasa ke tanah adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Gangguan Satu Fasa ke Tanah

Kondisi terminalnya sebagai berikut :

$$I_b = 0; I_c = 0; I_a = 0;$$

Untuk persamaan arus yang digunakan diperoleh dari komponen simetris arus :

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a0}$$

$$i_{a1} = \frac{3v_f}{z_1 + z_2 + z_0}$$

Sehingga:

$$i_a = 3i_{a1} = \frac{3v_f}{z_1 + z_2 + z_0}$$

Dengan :

- $i_a = 3i_{a1}$  : Arus gangguan pada titik terjadi gangguan.
- $3v_f$  : Tegangan pragangguan ke fasa netral
- $Z_1$  : Impedansi urutan positif rangkaian dalam Ohm
- $Z_2$  : Impedansi urutan negatif rangkaian dalam Ohm
- $Z_0$  : Impedansi urutan nol rangkaian dalam Ohm

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Pengumpulan Data

Pada tahap ini penulis mengumpulkan data dari PT.PLN Tarakan berupa data generator, data Transformator, data Kawat Penghantar, data Beban dan data Bus. Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

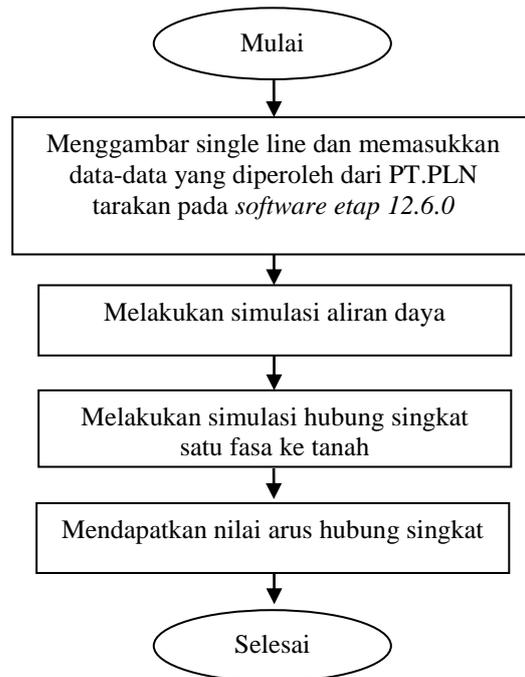
1. Diagram segaris (single line diagram) PT.PLN Tarakan
2. Data Busbar
3. Data pembangkit
4. Data transformator
5. Data saluran penghantar.
6. Data beban puncak PT.PLN Tarakan.
7. Data data tersebut di ambil dari PT PLN TARAKAN pada tanggal 23 juli 2016 jam 20.00.

#### B. Tahap Pengolahan Data

1. Pengambilan data yaitu data rill PT. PLN Tarakan berupa data generator, data Transformator, data Kawat Penghantar, data Beban dan data Bus.
2. Membuat diagram segaris(*single line diagram*) sistem distribusi 20 kV PT.PLN Tarakan berdasarkan data *single line diagram* yang diperoleh dari PT.PLN Tarakan pada *software ETAP PowerStation 12.6.0*

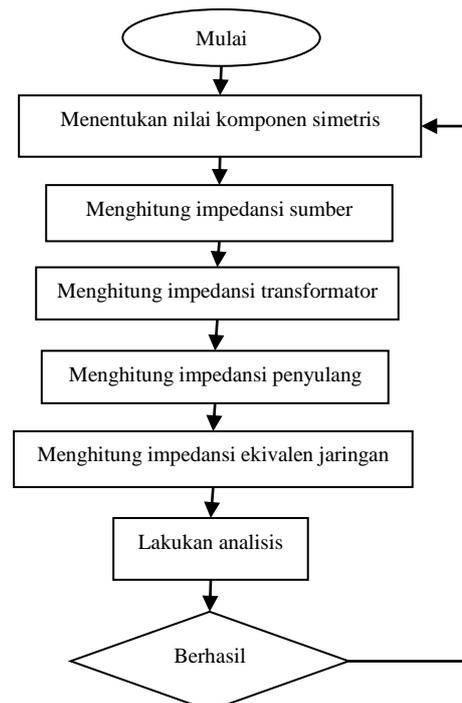
3. Memasukkan parameter kelistrikan kedalam tampilan perangkat *editor ETAP PowerStation12.6.0* sesuai dengan data yang diperoleh dari PT.PLN Tarakan.
4. Melakukan simulasi aliran daya pada software alat bantu *Power Station, software ETAP power station 12.6.0*
5. Melakukan simulasi arus hubung singkat satu fasa ketanah pada *software ETAP powerstation 12.6.0*
6. Menganalisis hasil simulasi arus hubung singkat satu fase pada *software*.

#### C. Flowchart Penelitian



Gambar 6. Flowchart diagram penelitian

#### D. Diagram alir analisis hubung singkat



Gambar 7. Diagram alur analisis hubungan singkat

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Sistem Tenaga Listrik PT.PLN Tarakan

Dalam sistem distribusi 20 kV PT. PLN Tarakan terdapat total 21 pembangkit dengan menggunakan tenaga Diesel. Dan terdapat 15 pembangkit listrik yang beroperasi, 3 pembangkit yang tidak beroperasi (stand by), dan 3 pembangkit mengalami Gangguan. Penyaluran sistem tenaga listrik PT. PLN Tarakan ke beban listrik dengan mengoperasikan pembangkit listrik secara paralel. Sistem paralel digunakan agar daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit sesuai dengan beban listrik yang ada. Daya listrik yang disalurkan ke beban listrik melalui penyulang (*feeder*) PT. PLN Tarakan dibagi dalam 7 penyulang (*feeder*). *Cosφ* pada PT.PLN Tarakan sebesar 0,85 dan *Sinφ* 0,52.

##### B. Simulasi Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah

Setelah melakukan simulasi aliran daya kemudian dilakukan simulasi hubung singkat pada masing-masing bus. Untuk gangguan ini dapat dianggap fasa *a* mengalami gangguan. Kondisi terminal pada saat terjadi gangguan hubung singkat satu fasa ketanah adalah tegangan pada fasa yang mengalami gangguan sama dengan nol ( $V_a=0$ ), arus pada fasa b dan fasa c sama dengan 0 ( $I_a = I_b = 0$ ). Masing-masing arus urutan sama besarnya  $I_1=I_2=I_0$  dan arus urutannya sama dengan 1/3 arus gangguan hubung singkat satu fasa ketanah ( $1/3I_a$ ). Berikut adalah hasil simulasi hubung singkat satu fasa ke tanah pada *software etab* pada masing masing bus.

##### C. Dari hasil data gangguan di masing masing bus diperoleh data gangguan satu fasa ke tanah sebagai berikut

1. Arus di tiap feeder dalam kondisi normal dan gangguan.

Feeder	Arus Normal (A)	Arus Gangguan (kA)
1	110,4	2,476
2	100,4	2,710
3	189,4	1,631
4	209,9	0,760
5	125,8	1,226
6	130,1	1,472
7	136,9	1,944

2. Perhitungan manual arus hubung singkat satu fase ke tanah.

Setelah menganalisa hasil hubung singkat satu fasa ke tanah kemudian di lakukan lagi analisa hubung singkat dengan menggunakan perhitungan manual pada lokasi gangguan tepatnya di beban bus 101 menentukan  $Z_1, Z_2, Z_0$ . Dari perhitungan di etap di dapat nilai R dan X sehingga :

$$Z=(R+jX), \text{ maka}$$

$$Z_1 = 0,3826 + j 0,5846$$

$$Z_0 = 2,8447 + j 12,651$$

$$I_{aj} = 3i_{a1} = \frac{3_{vf}}{(z_1+z_2+z_0)}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2 \times z_1 + z_0}$$

$$= \frac{11.562}{2 \times z_1 + z_0}$$

$$= \frac{11.562 \times 3}{2 \times (0,3826 + j 5,5846) + (2,8447 + j12,6851)}$$

$$= \frac{34.687}{(0,7652 + j 1,1692) + (2,8447 + j 12,6851)}$$

$$= \frac{34.687}{\sqrt{3,6099^2 + 13,8543^2}}$$

$$= 2,4228 \text{ kA}$$

Hasil perbandingan hubung singkat feeder 1 bus 101 :  
 Etap di dapat hasil pada feeder 1 : 2,476 kA  
 Di perhitung manual di dapatkan : 2,4228 kA

#### V. KESIMPULAN

- A. Hasil dari simulasi ETAP di PT.PLN Tarakan didapatkan nilai arus terbesar terletak di beban feeder 4 dengan nilai arus sebesar 209.9 kA dan dengan beban 0,600 MW dan arus terendah terdapat di beban feeder 2 dengan arus 110 kA dan dengan beban 0,400 MW.
- B. Hasil gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah pada PT.PLN Tarakan di dapatkan arus hubung singkat terbesar terjadi di beban feeder 1 dengan arus sebesar 2,476 kA dan arus terendah hubung singkat terjadi di beban feeder 4 yaitu dengan arus 0,660 kA.
- C. Hasil perhitungan manual di beban feeder 1 adalah 2,4228 kA hasil di etap pada beban feeder 1 adalah 2,476 kA
- D. Besarnya arus gangguan hubung singkat tergantung pada impedansi saluran yang bergantung pada panjang saluran, jenis konduktor, dan luas penampang konduktor, semakin panjang saluran semakin kecil arus gangguan semakin besar hambatan jenis konduktor semakin kecil arus gangguan dan semakin besar luas penampang konduktor semakin besar arus gangguan.

#### REFERENSI

- [1] Affandi Irfan, Juni 2009, "Analisa Setting Relai Arus Lebih Dan Relai Gangguan Amira, Juli 2014, "Studi Analisa Gangguan Hubung Singkat
- [2] Cekmas Cekdin, 1 Fasa Ke Tanah, . Sistem Tenaga Listrik. Palembang : Penerbit Andi Yogyakarta (2006).
- [3] Cekmas Cekdin dan Taufik Barlian. Transmisi Daya Listrik, "rangkaiian listrik" Palembang : Penerbit Andi Yogyakarta R.H.Sianipar (2013)
- [4] Hidayat, Ade Wahyu, September 2013, "Analisa Setting Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah pada Penyulang

Topan Gardu Induk Teluk Betung ".Volume 7, No. 3, hal 109, 22 april 2015

- [5] Tomi.Dkk. gangguan hubung singkat satu phasa ke tanah 20 kv pt. PLN (persero) Sebatik Menggunakan Software etap powerstation 12.6.0. 2015
- [6] Pada SUTT 150 KV Untuk Setting Relay OCR (Aplikasi GI PIP PAUH LIMO) ". Volume 3 No. 2, hal 96-97, 24 maret 2015.