

TUGAS AKHIR

GROUNDING SISTEM DALAM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK 20 KV DI GI BILIMBIMNG MALANG



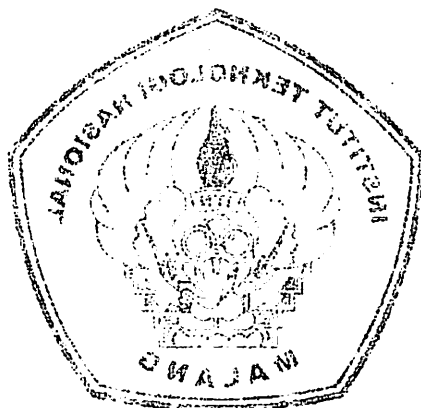
**Disusun oleh :
ACHMAD FADLIL ASYHAR ANAM
NIM. 02.520.29**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
SEPTEMBER 2009**

TUGAS AKHIR

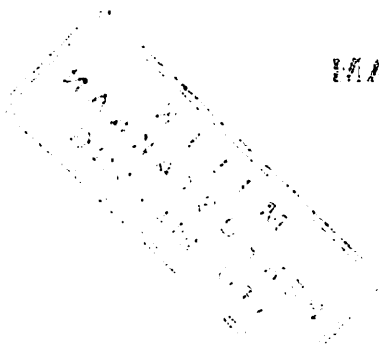
30 KVA DI GROUNDING MANGROVE
GROUNING SISTEM DALAM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK



Mission of:

ACHMAD FARID ASYARAHAN

NIM. 0523033



SEPTEMBER 2009
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FACULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**GROUNDING SISTEM DALAM DISTRIBUSI 20 KV
DI GI BLIMBING MALANG**

Disusun Oleh:

ACMAD FADLIL ASYHAR ANAM

02.52.029

Mengetahui :



Ketua Jurusan

Teknik Elektro D-III

Diperiksa dan disetujui

Dosen Pembimbing

Ir. H. Taufik Hidayat, MT

NIP. Y. 1018700 151

Ir. H. Choirul Saleh, MT

NIP.Y. 101 880 0190

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK D-III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2009

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah atas terselesainya skripsi ini serta salam dan sholawat kepada Nabi Muhammad

Skripsi ini merupakan syarat bagi akademika untuk memperoleh gelar kesarjanaan. Dengan judul yang berhasil dipertahankan pada para dosen penguji ” **Grounding Sistem Dalam Distribusi Tenaga Listrik 20 KV Di GI Blimbing Malang** ” , namun dengan adanya revisi pada ujian skripsi, setiap pembahasannya. Dan inilah akhirnya sebagaimana yang terlihat.

Penyusun juga menghaturkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang
2. Ir. Sidik Nortjahjono, MT, selaku Dekan FTI
3. Ir. Choirul Saleh, MT, selaku Dosen Pembimbing
4. Ir. H. Taufik Hidayat, MT, selaku Ketua Jurusan Elektro D-III
5. Keluarga tercinta (*almarhum Ayahanda*), ibunda, kedua kakakku serta calon istriku
6. Aktivis UKM ITN Malang dan semua pihak yang tidak dapat penyusun sebut satu-persatu

Penyusun sadari skripsi ini masih ada kekurangan, saran dan kritik akan penyusun terima. Dan kepada pembaca, penyusun ucapkan terima kasih atas waktu dan kesempatannya yang telah diluangkan.

Malang , maret 2009

Penyusun

ABSTRAKSI

Perkembangan teknologi informasi yang sangat significant berdampak pada peningkatan konsumsi masyarakat akan teknologi yang pada bahasan ini adalah komponen yang sangat penting yaitu pentanahan khususnya disini (Grounding Sistem) peralatan listrik yang memadai dan handal. Hal ini tentunya harus ditunjang dengan keadaan dan keamanan pengoprasian peralatan-peralatan listrik tersebut .

Berdasarkan statement yang diuraikan di atas maka penulis mencoba menghadirkan suatu sistem untuk mendeteksi adanya gangguan hubung singkat fasa ke tanah dengan mendeteksi arah gangguan dengan menerapkan metode perhitungan tahanan pentanahan seperti diketahui bahawa gangguan tidak hanya disebabkan oleh gangguan-gangguan dari luar yang tidak mungkin untuk dihilangkan begitu saja. Hal ini sangat membahayakan buka hanya pada saluran distribusi itu sendiri, tetapi juga pada peralatan-peralatan lain yang terdapat pada pusat pembangkit atau GI

Result dari proses ini adalah betapa tingginya bahaya tersebut maka diperlukan sistem yang dapat mencegah sekaligus mengatasi adanya gangguan-gangguan tersebut, salahsatunya adalah pentanahan yang dihubungkan langsung dengan PMT (Pemutus Tenaga).

Kata kunci : Grounding Sistem, Fasa ke Fasa, PMT (Pemutus Tegangan), Gardu Induk

Achmad Fadlil Asyhar Anam. 2009. Grounding Sistem Dalam Distribusi Tenaga Listrik 20 KV Di GI Blimbing Malang. Skripsi. Konsentrasi Energi Listrik Teknik Elektro D-III ITN Malang Pembimbing Ir. Choirul Saleh, MT

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAKSI.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	2
1.6. Sistematika Pembahasan.....	3
BAB II TEORI DASAR.....	4
2.1. Pengaetanahan Dengan Tahanan.....	4
2.1.1. Tujuan Sistem Pentanahan.....	4
2.1.2. Pentanahan Titik Netral Trafo.....	6
2.2. Sistem Distribusi.....	8

2.2.1.	Perlindungan Sistem Distribusi.....	12
2.2.2.	Tujuan Dari Perlindungan Sistem Distribusi.....	12
BAB III DATA-DATA PERHITUNGAN ARUS GANGGUAN HUBUNG		
TINGKAT SATU FASA DAN DUA FASA KE TANAH.....		15
3.1.	Perhitungan Arus Hubung Singkat Satu Dan Dua Fasa ke Tanah.	15
3.1.1.	Gangguan Satu Fasa ke Tanah Untuk Gangguan Tunggal ke Tanah Batang Hipotesisi.....	15
3.1.2.	Gangguan Dua Fasa ke Tanah.....	19
3.2.	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat.....	20
3.2.1.	Menentukan Impedansi Urutan Trasformator.....	20
BAB IV PERHITUNGAN ARUS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT SATU		
FASA DAN DUA FASA KE TANAH.....		22
4.1.	Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	22
4.1.1.	Impedansi Trasformator.....	22
4.1.2.	Impedansi Saluran Udara.....	23
4.1.2.1.	Menentukan Besarnya Impedansi Urutan Kawat Udara Untuk Tiap Penyulang.....	25
4.1.2.1.1.	Untuk Penyulang Mojolangu.....	25
4.1.2.1.2.	Untuk Penyulang Bentoel.....	25
4.1.2.1.3.	Untuk penyulang Pandanwangi.....	26
4.1.2.1.4.	Untuk penyulang Telkom.....	26

4.1.3.	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Untuk Tiap Penyulang	27
4.2.3.1.	Arus gangguan Hubung Singkat ke Tanah.....	27
4.2.3.1.1.	Arus gangguan singkat satu fasa ke tanah untuk penyulang Mojolangun.....	27
4.2.3.1.2.	Arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah untuk penyulang Bentoel.....	28
4.2.3.1.3.	Arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah untuk penyulang Pandanwangi.....	30
4.2.3.1.4.	Arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah untuk penyulang Telkom.....	31
4.2.3.2.	Arus Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah.....	32
4.2.3.2.1.	Arus gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah untuk penyulang Mojolangu.....	32
4.2.3.2.2.	Arus gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah untuk penyulang Bentoel.....	34
4.2.3.2.3.	Arus gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah untuk penyulang Pandanwangi.....	35
4.2.3.2.4.	Arus gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah untuk penyulang Telkom.....	37

BAB V PENUTUP.....	41
5.1. Kesimpulan.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LEMBAR ASISTENSI.....	
LEMBAR BERITA ACARA	
LAMPIRAN.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Metode Perhitungan Tahanan Pentanahan.....	6
Gambar 2.2	Tahanan Pentanahan.....	7
Gambar 2.3.	Jaringan Distribusi Sekunder.....	10
Gambar 2.4.	Jaringan Distribusi Sekunder.....	11
Gambar 3.1.	Gangguan Tunggal dari Saluran ke Tanah.....	16
Gambar 3.2.	Jaringan Urutan untuk Gangguan Tunggal dari Saluran ke Tanah.....	16
Gambar 3.4.	Gangguan Ganda dari Saluran ke Tanah.....	18

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Resistansi dari Jenis Tanah.....	5
Tabel 3.1. Jenis Isolasi.....	15
Tabel 3.2. Batas Ketahanan Trafo Distribuis.....	15
Tabel 3.3. Impedansi Urutan Positif dan Nol Penghantar AAAC.....	20
Tabel 4.1. Data-data Penyulang 20 KV Trafo I (UNINDO).....	23
Tabel 4.2 Besar arus gangguan satu fasa dan dua fasa ke tanah pada setiap yang disuplai oleh trafo.....	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan semakin majunya teknologi seperti sekarang ini, maka kebutuhan tenaga listrik akan semakin meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk. . Untuk itu diperlukan suatu grounding sistem dalam distribusi tenaga listrik.

Untuk mendapatkan groudng sistem dalam distribusi tenaga listrik 20 KV sistem tenaga yang semakin besar dengan panjang saluran dan besarnya tegangan, akan menimbulkan arus gangguan yang semakin besar pula (diatas 5A). Dengan apabila terjadi gangguan tanah semakin besar dan busur listrik tidak dapat padam dengan sendirinya ditambah lagi gejala-gejala busur tanah (arcing ground) semakin menonjol

Oleh karena pada sistem-sistem tenaga relatif besar, sistem tidak lagi dibiarkan terapung atau sistem delta, tetapi titik netral sistem itu diketanahkan melalui tahanan atau reaktansi

Jadi dalam menentukan ipedansi pentanahan itu harus diperhatikan hubungan antara besar arus gangguan dan tegangan yang mungkin timbul. Pada Gardu Induk Blimbing Malang menggunakan pentanahan sistem netral dalam distribusi tenaga listrik 20KV yang bertujuan untuk mengamankan jaringan dari arus gangguan ketanah dengan mendeteksi arah gangguan tanah .

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini tujuan dari pengetanahan itu ialah pentanahan sistem netral hubung tanah dalam distribusi tenaga listrik 20KV serta besarnya arus gangguan hubung singkat satu fasa dan dua fasa ketanah di GI Blimbing.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk membahas Grounding Sistem Dalam Distribusi Tenaga Listrik 20KV serta perhitungan besar arus gangguan satu fasa dan dua fasa ketanah di GI Blimbing Malang

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan masalah ini dapat tercapai dengan baik, maka penulis perlu membatasi permasalahan sehingga pembahasa tidak terlalu luas.

Adapun batasan batasan masalah

- a) Membahas sistem netral hubung tanah pada sitem besar yang tidak diketanahkan
- b) Perhitungan besarnya arus gangguan satu fasa dan dua fasa ke tanah di GI Blimbing Malang

1.5. Metologi Penelitian

Metode pembahasan yang digunakan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur yang mempelajari buku-buku yang berkaitan dengan penyetaraan dalam sistem distribusi tenaga listrik 20KV di Gardu Induk Blimbing Malang
2. Analisa penggunaan perhitungan arus satu fasa dan dua fasa ketanah beserta settingnya di Gardu Induk Blimbing Malang
3. Menyimpulkan dan membuat saran dari hasil analisa

1.6. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dari tugas akhir ini terdiri dari pokok pembahasan yang saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya, yaitu :

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi dan sistematika pembahasan.

Bab II Teori Dasar

Pada bab ini berisikan teori dasar yang menunjang penulisan Tugas Akhir

Bab III Data-Data

Pada bab ini berisikan data-data yang dibutuhkan dalam penyusunan Tugas Akhir.

Bab IV Perhitungan

Berisikan pembahasan perhitungan arus gangguan satu fasa dan dua fasa ketanah beserta settingnya.

Bab V Penutup

Pada bab ini berisikan kesimpulan dari penulisan Tugas Akhir

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Pengetanahan dengan Tahanan

Saat ini pengetanahan melalui tahanan pernah diterapkan pada sistem ini mempunyai tegangan lebih transien yang disebabkan oleh pemutusan relatif rendah, maksud pengetanahan ini untuk membatasi arus gangguan ketanah antara 70% sampai 80% dari arus gangguan fasa ke tanah. Sistem pengetanahan melalui tahanan ini sekarang jarang digunakan pada jaringan transmisi tetapi dipakai pada sistem distribusi, sebagai gantinya adalah penggunaan reaktor.

Suatu sistem dikatakan diketanahkan bila terdapat hubungan antara sistem dengan tanah, baik melalui impedansi maupun secara langsung yang bertujuan untuk mencegah timbulnya busur listrik dan membatasi tegangan pada fasa-fasa yang tidak terganggu pada sistem tersebut. Pentanahan ini umumnya dilakukan dengan menghubungkan titik netral transformator ketanah.

2.1.1. Tujuan Sistem Pentanahan

Tujuan pentanahan peralatan adalah usaha untuk mengamankan sistem apabila terjadi hubung singkat pada peralatan, selanjutnya arus hubung singkat tersebut akan disalurkan ketanah dan tidak membahayakan bagi orang dan peralatan, terutama pada peralatan listrik yang rangka (body) terbuat dari logam harus ditanahkan.

Tujuan dari pentanahan netral sistem tenaga listrik sebagai berikut :

1. Pada sistem besar yang tidak diketanahkan, arus gangguannya relatif besar (> 5A) sehingga busur listrik yang timbul tidak padam sendiri, hal ini akan menimbulkan busur tanah. Pada sistem tanah yang diketanahkan, gejala tersebut hampir tidak ada.
2. Membatasi tegangan ke tanah pada fasa-fasa yang tidak terganggu.
3. Memenuhi persyaratan keamanan bagi orang.

Pengukuran perlu dilakukan sebelum sistem dioperasikan pertama kali, waktu pemeliharaan atau setelah sistem ada gangguan.. Sewaktu pelaksanaan pengukuran pentanahan, saluran (kawat) dari elektroda ke rangka peralatan harus dilepas. Pengukuran dilakukan pada elektroda dengan alat ukur EARTH TESTER. dalam perencanaan pengetanahan hal yang harus diperhatikan adalah jenis tanah, berikut ini tabel nilai rata2 resistansi dari jenis tanah.

Tabel. 2.1

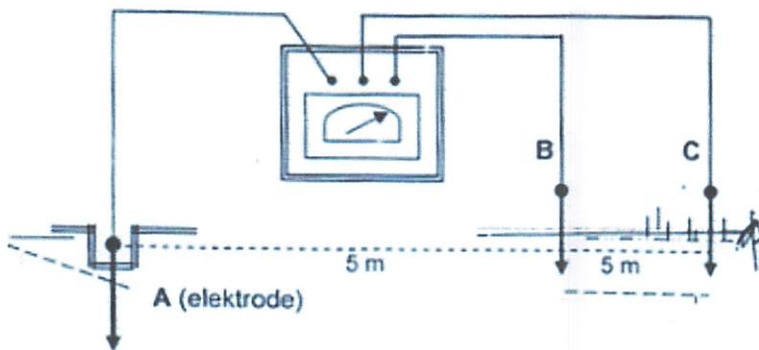
Nilai Resistansi dari Jenis Tanah

Nilai resistansi jenis tanah ditunjukkan pada dibawah ini.

Jenis Tanah	Resistansi jenis tanah rt dalam ohm-m
Tanah rawa	10.....40
Tanah liat dan tanah ladang	20.....100
Pasir basah	50.....200
Kerikil basah	200....3000
Pasir/kerikil kering	< 10000
Tanah berbatu	2000....3000
Air laut dan air tawar	10.....100

Nilai rata-rata jenis tanah rt

Pelaksanaan pengoperasian Earth Tester sbb : Prop (A) di hubungkan dengan elektroda (di bak kontrol). Prop (B) dan (C) ditancapkan ketanah dengan jarak antara 5 sd. 10 m. Maka alat ukur akan menunjukkan besar dari R-tanah lihat.

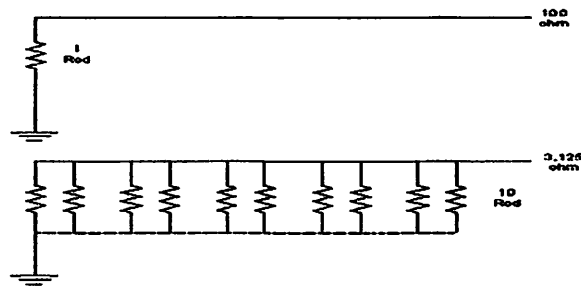


Gambar 2.1

Metode Perhitungan Tahanan Pentanahan

2.1.2. Pentanahan Titik Netral Trafo Melalui NGR (Neutral Grounding Resistor)

Dengan bahkan bisa merusak peralatan listrik konsumen, maka perlu diupayakan melindungi sistem dari gangguan fasa ke tanah yaitu dengan menyetanahkan titik netral transformator tenaga. Dengan penyetanahan ini maka arus hubung singkat bisa dikurangi besarnya. Pemasangan tahanan ini pada sisi sekunder trafo tenaga 150/20 KV yang biasanya terhubung Y-Y diketanahkan pada gambar. 2.2.



Gambar 2.2

Tahanan Pentanahan

Pentanahan titik netral sistem tenaga listrik dengan tanah adalah menghubungkan titik netral tenaga (terutama titik netral trafo daya) dengan tanah melalui impedansi yang bersifat resistif.

Pentanahan netral dengan tahanan tinggi diterapkan di Jawa Timur dengan besar tahanan pentanahan 500Ω dihubungkan pada titik netral transformator daya 150/20 KV.

Alasan-alasan digunakannya tahanan tegangan tinggi adalah :

- a. Arus hubung singkat dari fasa ketanah cukup kecil sehingga dapat mengurangi efek penyalaan dan percikan busur api pada gangguan peralatan listrik, kabel dan mesin-mesin listrik
- b. Mengurangi gaya elektro dinamis yang mungkin terjadi akibat adanya arus hubung singkat.
- c. Mengurangi bahaya tegangan kejut pada alat-alat listrik yang disebabkan oleh adanya arus hubung singkat tersebut.

2.2. Sistem Distribusi

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen.

Jadi fungsi *distribusi tenaga listrik* adalah:

1. Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat pelanggan
2. Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

Terdapat dua macam sistem distribusi yang diterapkan di Indonesia:

a. Sistem distribusi primer

Saluran distribusi Primer, Terletak pada sisi primer trafo distribusi, yaitu antara titik sekunder trafo *substation* (Gardu Induk) dengan titik primer trafo distribusi. Saluran ini bertegangan menengah 20 KV. Jaringan listrik 70 kV atau 150 KV, jika langsung melayani pelanggan, bisa disebut jaringan distribusi.

Terdapat bermacam-macam bentuk rangkaian jaringan distribusi primer, yaitu:

- Jaringan Distribusi Radial, dengan model: Radial tipe pohon, Radial dengan tie dan switch pemisah, Radial dengan pusat beban dan Radial dengan pembagian *phase area*

- Jaringan distribusi ring (loop), dengan model: Bentuk *open loop* dan bentuk *Close loop*
- Jaringan distribusi Jaring-jaring (NET)
- Jaringan distribusi *spindle*
- Saluran Radial Interkoneksi

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik besar dengan tegangan dari 11 KV sampai 24 KV dinaikan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 KV ,154 KV, 220 KV atau 500 KV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ($I^2 R$).

b. Sistem distribusi sekunder 220/380 V

Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil pula.

Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 KV dengan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer. Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380 Volt.

Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen. Dengan ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan.

Saluran Distribusi Sekunder, Terletak pada sisi sekunder trafo distribusi, yaitu antara titik sekunder dengan titik cabang menuju beban.



Gambar 2.3.

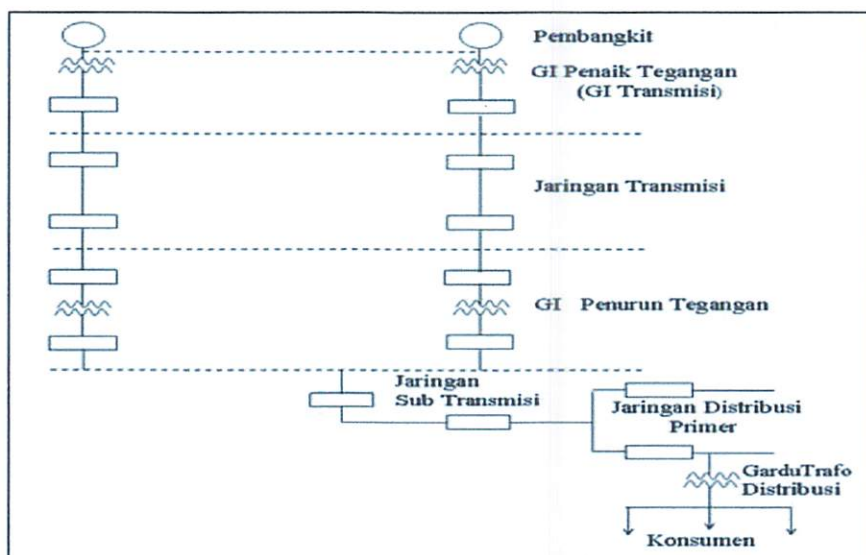
Jaringan Distribusi Sekunder

Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem radial. Sistem ini dapat menggunakan kabel yang berisolasi maupun konduktor tanpa isolasi. Sistem ini biasanya disebut sistem tegangan rendah yang langsung akan dihubungkan kepada konsumen/pemakai tenaga listrik dengan melalui peralatan-peralatan sbb:

- Papan pembagi pada trafo distribusi
- Hantaran tegangan rendah (saluran distribusi sekunder)

- Saluran Layanan Pelanggan (SLP) (ke konsumen/pemakai)
- Alat Pembatas dan pengukur daya (KWh meter) serta fuse atau pengaman pada pelanggan

Jaringan distribusi sekunder diatas dapat dilihat pada single line dibawah ini:



Gambar 2.4

Jaringan Distribusi Sekunder

Tegangan yang keluar dari pembangkit tenaga listrik, mempunyai sistem tegangan menengah 11 KV. Kemudian tegangan dinaikkan menjadi tegangan transmisi yang besarnya berkisar antara 70, 150, 500 KV. Dengan menaikkan tegangan tersebut maka dapat memperkecil kerugian yang terdapat pada saluran transmisi sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ($I^2 R$).

Atau dengan daya yang sama, bila tegangan dinaikkan maka arus yang mengalir akan lebih kecil dan kerugian daya akan lebih kecil.

2.2.1. Perlindungan Sistem Distribusi

Pada saluran distribusi mutlak diperlukan suatu perlindungan sistem agar bila terjadi gangguan, kerusakan pada instalasi yang terganggu dapat dihindari atau dibatasi seminimal mungkin dan bagian sistem yang tidak terganggu dapat berfungsi terus.

Perlindungan sistem distribusi meliputi dua hal :

- a. Perlindungan terhadap hubung singkat atau gangguan pada saluran peralatan yang biasa disebut perlindungan arus lebih.
- b. Perlindungan terhadap gangguan petir atau biasa disebut perlindungan terhadap tegangan lebih.

Dalam perencanaan perlindungan, macam dan karakteristik beban sangat mempengaruhi dan karakteristik beban pulalah yang banyak menentukan perencanaan suatu sistem distribusi

2.2.2. Tujuan Dari Perlindungan Sistem Ditribusi

Tujuan utama adalah :

- a. Meminimumkan lamanya gangguan .
- b. Meminimumkan jumlah pelanggan yang terkena gangguan.

Adapun tujuan kedua dari pengamanan distribusi adalah :

- a. mengurangi sedapat mungkin pengaruh bahaya.
- b. Melindungi peralatan pelanggan
- c. Melindungi sistem terhadap pemadaman yang tidak dipelikan dan kerusakan
- d. Memisahkan saluran yang terganggu, misalnya trfo dan alat-alat lainnya.

Akibat yang ditimbulkan karena adanya gangguan : (Ir. T.S. Hutahuruk, 1991;4)

- a. Mengitrusikan kontuinitas pelayan daya kepada konsumen bila gangguan itu sampai menyebabkan terputusnya suatu rangkaian.
- b. Penurun tegangan yang cukup besar sehingga menyebabkan rendahnya kualitas tenaga listrik dan merintangki kerja normal pada peralatan konsumen.
- c. Merusak peralatan pada daerah terjadinya gangguan.

Dari macamnya gangguan pada sistem distribusi dapat dibedakan menjadi : (Ir. T.S. Hutahuruk, 1991;4)

- a. Gangguan dua fasa atau tiga fasa melalui tahap hubung singkat
- b. Gangguan fasa ke fasa
- c. Gangguan dua fasa ke tanah
- d. Gangguan satu fasa ke tanah atau gangguan ke tanah

Makin tinggi tegangan suatu sistem, frekwensi terjadinya gangguan makin kecil, dan gangguan hubung singkat yang paling sering adalah gangguan

satu fasa ke tanah, dimana faktor- faktor penyebab yang paling sering adalah

Gangguan satu fasa ke tanah, dimana faktor penyebab yang paling sering adalah sambaran petir. Dan bila dilihat dari frekwensi gangguan yang terjadi, maka urutannya sebagai berikut:

1. Gangguan fasa ketanah = 70%
2. Gangguan dua fasa = 15%
3. Gangguan dua fasa ke tanah = 10%
4. Gangguan tiga fasa = 5%

BAB III

DATA-DATA PERHITUNGAN ARUS

GANGGUAN HUBUNG SINGKAT SATU FASA

DAN DUA FASA KE TANAH

3.1. Perhitungan Arus Hubung Singkat Satu Fasa Dan Dua Fasa ke Tanah

3.1.1. Gangguan Satu fasa ke Tanah Untuk gangguan tunggal ke tanah,

batang hipotesis

Pada Gardu Induk Blimbing Malang untuk saluran kawat udaranya yaitu menggunakan penghantar AAAC dengan luas penampang 150 mm². sehingga besarnya arus hubung singkat, lamanya hubung singkat, dapat dilihat pada tabel 3.1 dan batas ketahanan trafo distribusi pada tabel 3.2.

Kurva pelunakan untuk penghantar AAC dan AAAC dengan persamaan:

$$A = 7,654 \cdot I \cdot V \cdot t \text{ (untuk penghantar AAC)}$$

$$A = 8,940 \cdot I \cdot V \cdot t \text{ (untuk penghantar AAAC)}$$

Kurva saat leleh untuk penghantar ACSR

$$A = 6,406 \cdot I \cdot V \cdot t$$

dimana:

A = luas penampang penghantar

I = arus hubung singkat (kA)

T = lamanya hubung singkat (detik)

Batas ketahanan penghantar berisolasi (kabel):

Tabel 3.1

Jenis Isolasi

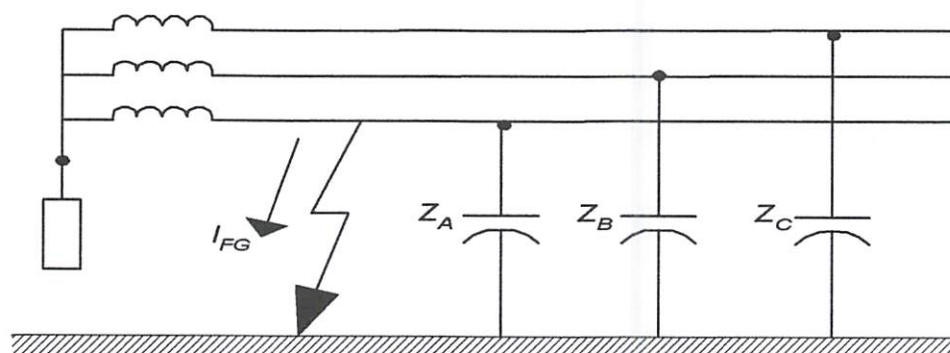
Jenis Penghantar	Jenis Isolasi	Persamaan Kurva Ketahanan Kabel
Aluminium	- Kertas, karet, kain dipernis	$A = 11,702 I \sqrt{t}$
	- PVC	$A = 14,623 I \sqrt{t}$
	- XLPE, EPR	$A = 10,772 I \sqrt{t}$
Tembaga	- Kertas, karet, kain dipernis	$A = 7,654 I \sqrt{t}$
	- PVC	$A = 9,571 I \sqrt{t}$
	- XLPE, EPR	$A = 7,042 I \sqrt{t}$

Tabel 3.2

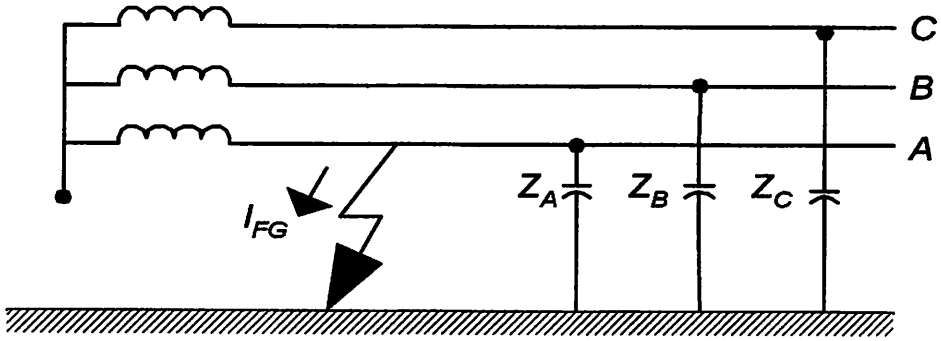
Batas Ketahanan Trafo Distribusi

Arus lebih hubung singkat JTR	
3 x in	selama 300 detik
4,75 x in	selama 60 detik
6,7 x in	selama 30 detik
11,3 x in	selama 30 detik
Hubung singkat pada trafo	
25 x in	selama 30 detik
$I^2 \cdot T = 1.250$	

ketiga saluran duhubungkan seperti terlihat pada gambar, sedangkan hubung jaringan seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1
Gangguan Tunggal dari Saluran ke Tanah



Gambar 3.2
 Jaringan Urutan untuk Gangguan Tunggal dari Saluran ke Tanah
 sumber : Wiliam D. Stevenson, Jr, 1994;307

Dimana :

V_f : Sumber Tegangan

Z_t : Impedansi Transformator

$$Z_t = (KV)^2 X_r \dots\dots\dots 3.1$$

MVP

Kv : Tegangan fasa

Kedua persamaaan sama seperti yang dipakai untuk gangguan dari saluran ketanah pada generator tunggal, kecuali V_f menggantikan E_a .

Maka : $V_{a1} = E_a -$

$$I_{a1} \cdot Z_1 \dots\dots\dots 3.2$$

$$V_{a2} \cdot Z_2 =$$

$$I_{a2} \cdot Z_2 \dots\dots\dots 3.3$$

$$V_{a0} = -$$

$$I_{a0} \cdot Z_0 \dots\dots\dots 3.4$$

Dimana : E_a : Tegangan fasa A sumber

Z_1 : Impedansi urutan positif

Z_2 : Impedansi rutan negatif

Z_0 : Impedansi urutan nol

Besar arus gangguan hubung singkat saluran tanah

$$I_{a0} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

$$Z_1 = Z_1 + Z_T$$

$$Z_0 = Z_0 + Z_T + 3 \cdot Z_n$$

Dimana : V_f : Sumber tegangan

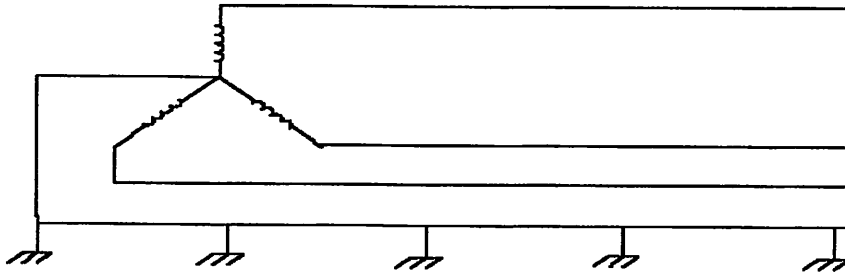
Z_1 : Impedansi urutan kawat positif

Z_2 : Impedansi urutan kawat negatif

Z_0 : Impedansi urutan kawat nol

3.1.2. Gangguan Dua Fasa ke Tanah

Untuk gangguan dua fasa ke tanah, batang hipotesis pada ketiga salurannya dihubungkan seperti terlihat pada gambar 3.4



Gambar 3.3
Gangguan Ganda dari Saluran ke Tanah

Untuk menghitung besar arus gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah dapat menggunakan persamaan

$$I_{a1} = \frac{E_a(Z_2+Z_0)}{Z_1.Z_2+Z_1.Z_0+Z_2.Z_0}$$

$$I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1+Z_2.Z_0/(Z_2+Z_0)}$$

Dimana :

E_a	: Tegangan fasa A sumber
Z_1	: Impedansi urutan positif
Z_2	: Impedansi urutan negatif
Z_0	: Impedansi urutan nol

Dalam sistem tiga fasa, jumlah arus saluran sama dengan arus I_n dalam jalur kembali lewat netral, jadi :

$$I_n = 3 I_{a0}$$

Dimana : I_n = Jumlah arus saluran dalam sistem tiga fasa

3.2. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat

Adapun jenis gangguan hubung singkat yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah dan dua fasa ke tanah.

3.2.1. Menentukan Impedansi Urutan Transformator

Impedansi urutan transformator sama dengan impedansi yang terdapat pada papan nama (dalam satuan pu). Karena dalam perhitungan hubung singkat,

trasformator direpresentasikan sebagai induktor (element positif), maka impedansi urutan positif sama dengan urutan negatif. Sehingga :

$$Z_T = \frac{Z_s^2}{P} X_T$$

Dimana : Z_T = Impedansi sumber transformator

X_T = Impedansi transformator yang tertulis pada papan nama

P = Daya nominal dari rating transformator

Tabel 3.3
Impedansi Urutan Positif dan Nol Penghantar AAAC

Penampang Nominal (mm ²)	Jari – Jari (mm ²)	Jumlah Urutan	Impedansi Urutan Positif (mm ²)	Impedansi urutan Nol (mm ²)
25	2,8203	7	1,2903 + j 0,3859	1,4384 + j1,6770
35	3,3371	7	0,2917 + j0,3790	1,0697 + j1,665
50	3,9886	7	0,6452 + j0,3678	0,7931 + j1,6553
70	4,7193	7	0,4608 + j0, 3572	0,6088 + j1,6447
95	5,4979	19	0,3396 + j0,3449	0,4876 + j1,6324
120	6,1791	19	0,2688 + j0,3376	0,4186 + j1,6251
150	6,9084	19	0,2162 + j0,3305	0,3441 + j1,6180
185	7,6722	19	0,1744 + j0,3239	0,3224 + j1,6114
240	8,7386	19	0,1344 + j0, 3158	0,2824 + j1, 6033

BAB IV

PERHITUNGAN ARUS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT SATU FASA DAN DUA FASA KE TANAH

4.1. Perhitungan Arus Hubung Singkat

Perhitungan arus hubung singkat pada Tugas akhir ini dilakukan pada tiap penyulang yang dicatu oleh Trafo I UNINDO di Gardu Induk Blimbing Malang. Adapun penyulang yang disuplai oleh trafo I adalah penyulang Mojolangu, Bentoel, Pandanwangi, dan Telkom.

4.1.1. Impedansi Trnsformator

Trnsformator yang dipakai untuk mencatu penyulang pandanwangi adalah Trafo I UNINDO dengan data sebagai berikut :

- | | |
|-----------------------------------|----------------|
| a. Daya Nominal | : 20 MVA |
| b. Tegangan | : 70 / 20 KV |
| c. Impedansi | : 7,5 % |
| d. Frekwensi | : 50 Hz |
| e. Tahanan Pengetanahan (R_n) | : 500 Ω |
| f. Hubungan belitan | : Y-Y-n |

maka : P	: 20 MVA
V_p	: 70 KV
V_s	: 20 KV
X_T	: 7,5 %

Dengan trafo seperti tersebut, maka impedansi didapat dengan menggunakan persamaan 3.1 sebagai :

$$\begin{aligned}
 Z_T &= \frac{V_s^2}{P} X_T \\
 &= \frac{20^2}{20} \cdot j 0.075 \\
 &= j 1,5
 \end{aligned}$$

jadi besarnya impedansi adalah sumber yang berasal dari trafo I :

$$Z_T = j 1,5 \Omega$$

4.1.2. Impedansi Saluran Udara

besarnya impedansi dari saluran tergantung dari beberapa hal yaitu jenis penghantar, luas penampang penghantar, konfigurasi saluran, dan panjang saluran yang digunakan. Adapun data saluran yang dipakai di Gardu Induk Blimbing Malang dapat dilihat pada tabel 4..1.

Tabel 4.1
Data-data Penyulang 20 KV Trafo I (UNINDO)

PENYULANG	PENAMPANG NOMINAL (mm ²)	PANJANG (Km)	$Z_1=Z_2$ (ohm)	Z_o (ohm)
MOJOLANGU	150	22,407	4,8444+j,7,4055	8,1359+j,36,2545
BENTOEL	150	78,960	17,0711+j,26,0963	27,5811+j,127,7572
PANDANWANGI	150	11,304	2,4439+j,3,7359	4,1045+j,18,2898
TELKOM	150	0,260	0,0562+j,0,0859	0,0944+j,0,4207

Pada jaringan udara di GI Blimbing Malang menggunakan jenis penghantar aluminium campuran (AAAC) dengan luas penampang 150 mm² untuk saluran utamanya. Berdasarkan tabel, maka impedansi saluran udara di GI Blimbing Malang adalah sebagai berikut :

$$\text{Impedansi urutan positif } (Z_1) = 0,2162 + j 0,3305 \Omega / \text{Km}$$

$$\text{Impedansi urutan negatif } (Z_2) = 0,2162 + j0,3305 \Omega / \text{Km}$$

$$\text{Impedansi Urutan nol } (Z_0) = 03631 + j1,6180 \Omega / \text{Km}$$

4.1.2.1. Menentukan besarnya impedansi urutan kawat udara untuk tiap penyulang

4.1.2.1.1. Untuk penyulang Mojolangu

Besarnya impedansi urutan positif dan negatif dengan panjang saluran $l = 22,407$ km adalah :

$$\begin{aligned} z_1 = z_2 &= (0,2162 + j0,3305).l \\ &= (0,2162 + j0,3305). 22,407 \\ &= 4,8444 + j7,4055 \Omega \end{aligned}$$

Sedangkan besarnya impedansi urutan nol dengan panjang saluran $l = 22,407$ km adalah :

$$\begin{aligned} z_0 &= (0,3631 + j1,6180).l \\ &= (0,3631 + j1,6180). 22,407 \\ &= 8,1359 + j36,2545 \Omega \end{aligned}$$

4.1.2.1.2. Untuk penyulang Bentoel

Besarnya impedansi urutan positif dan negatif dengan panjang saluran $l = 78,960$ km adalah :

$$\begin{aligned} z_1 = z_2 &= (0,2162 + j0,3305).l \\ &= (0,2162 + j0,3305). 78,960 \\ &= 17,0711 + j26,0963 \Omega \end{aligned}$$

sedangkan besarnya impedansi urutan nol dengan panjang saluran $l = 78,960$ km adalah :

$$\begin{aligned} z_0 &= (0,3631 + j1,6180).l \\ &= (0,3631 + j1,6180). 78960 \\ &= 27,5811 + j127,7572 \Omega \end{aligned}$$

4.1.2.1.3. Untuk penyulang Pandanwangi

Besar impedansi urutan positif dan negatif dengan panjang saluran $l = 11,304$ km adalah :

$$\begin{aligned} z_1 = z_2 &= (0,2162 + j0,3305). l \\ &= (0,2162 + j0,3305). 11,304 \\ &= 2,4439 + j3,7359 \Omega \end{aligned}$$

sedangkan besarnya impedansi urutan nol dengan panjang saluran $l = 11,304$ km adalah :

$$\begin{aligned} z_0 &= (0,3631 + j1,6180).l \\ &= (0,3631 + j1,6180) 11,304 \\ &= 4,1045 + j18,2898 \Omega \end{aligned}$$

4.1.2.1.4. Untuk penyulang Telkom

Besar impedansi urutan positif dan negatif dengan panjang saluran $l = 0,260$ km adalah :

$$\begin{aligned} z_0 = z_2 &= (0,2162 + j0,3305).l \\ &= (0,2162 + j0,3305). 0,260 \\ &= 0,0562 + j0,0859 \Omega \end{aligned}$$

sedangkan besarnya impedansi urutan nol dengan panjang saluran $l = 0,260$ km adalah :

$$\begin{aligned} z_0 &= (0,3631 + j1,6180) \cdot l \\ &= (0,3631 + j1,6180) \cdot 0,260 \\ &= 0,0944 + j0,4207 \Omega \end{aligned}$$

4.1.3. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Untuk Tiap Penyulang

Besarnya arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah dan arus gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah dapat dihitung dengan impedansi gangguan $Z_f = 0$.

4.2.3.1. arus gangguan Hubung Singkat ke Tanah

4.2.3.1.1. Arus gangguan singkat satu fasa ke tanah untuk penyulang

Mojolangun

Besar arus gangguan satu fasa ke tanah dapat menggunakan persamaan

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a3} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

Untuk penyulang Mojolangu dengan panjang saluran 22,407 km di dapat

$$\begin{aligned} Z_1 = Z_2 &= 4,8444 + j7,4055 \\ Z_0 &= 8,1359 + j36,2545 \Omega \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Z_1 &= Z_1 + Z_T \\ &= 4,84444 + j78,4055 + j 1,5 \\ &= 4,84444 + j8,9055 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_0 &= z_0 + Z_T + 3 \cdot Z_n \\
 &= 8,1359 + j36,2545 + j 1,5 + 3 \cdot 500 \\
 &= 1508,1359 + j37,7545 \Omega
 \end{aligned}$$

Besar arys gangguan fasa ke tanah :

$$\begin{aligned}
 I_{a1} &= \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \\
 &= \frac{20000/ 3}{2(4,84444 + j8,9055) + 1508,1359 + j37,7545} \\
 &= \frac{11547}{15117,8247 + j55,5655} \\
 &= 7,6537 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan di dapat :

$$\begin{aligned}
 I_n &= 3 \cdot I_{a1} \\
 &= 3 \cdot 7,6537 \\
 &= 22,81 \text{ A}
 \end{aligned}$$

4.2.3.1.2. Arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah untuk penyulang Bentoel

Besar arus gangguan satu fasa ke tanah dapat mengguankan persamaan sebagai berikut :

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a3} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

Untuk penyulang Bentoel dengan panjang saluran 78,960 km didapat

$$Z_1 = Z_2 = 17,0712 + j26,0963$$

$$Z_0 = 28,6704 + j127,7572$$

Sehingga ;

$$\begin{aligned} Z_1 &= Z_2 + Z_T \\ &= 17,0712 + j26,0963 + j1,5 \\ &= 17,0712 + j27,5963 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_0 &= Z_0 + Z_T + 3 \cdot Z_n \\ &= 28,6704 + j127,7572 + j1,5 + 3 \cdot 500 \\ &= 1528,6704 + j129,2572 \Omega \end{aligned}$$

Besar arus gangguan satu fasa :

$$\begin{aligned} I_{a1} &= \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \\ &= \frac{20000/3}{2(17,0712 + j26,0963) + 1528,6704 + j129,2572} \end{aligned}$$

3

$$\begin{aligned} &= \frac{11547}{1562,8128 + j181,4499} \\ &= 7,34 \text{ A} \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan didapat :

$$\begin{aligned} I_n &= 3 \cdot I_{a1} \\ &= 3 \cdot 7,35 \\ &= 22,02 \text{ A} \end{aligned}$$

4.2.3.1.3. Arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah untuk penyulang Pandanwangi

Besar arus gangguan satu fasa ke tanah dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a3} = \frac{V}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

Untuk penyulang Pandanwangi dengan panjang saluran 11,304 km didapat :

$$z_1 = z_2 = 2,4439 + j26,0963$$

$$Z_0 = 4,1045 + j18,2899 \Omega$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Z_1 &= z_1 + Z_T \\ &= 2,4439 + j26,0963 + j1,5 \\ &= 2,4439 + j27,5963 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_0 &= Z_0 + Z_T + 3 \cdot Z_n \\ &= 4,1045 + j18,2899 + j1,5 + 3 \cdot 500 \\ &= 1504,1045 + j19,7899 \Omega \end{aligned}$$

Besar arus gangguan satu fasa ke tanah :

$$\begin{aligned} I_{a1} &= \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \\ &= \frac{20000/3}{2(2,4439 + j26,0963) + 1504,1045 + j19,7899} \end{aligned}$$

$$= \frac{11547}{1508,9923 + j71,9825}$$

$$= 7,64 \text{ A}$$

Berdasarkan persamaan didapat :

$$I_n = 3 \cdot I_{a1}$$

$$= 3 \cdot 7,64$$

$$= 22,92 \text{ A}$$

4.2.3.1.4. Arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah untuk penyulang

Telkom

Besar arus gangguan satu fasa ke tanah dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a3} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

Untuk penyulang Telkom dengan panjang saluran 0,260 km didapat

$$Z_1 = z_2 = 0,0562 + j0,0859$$

$$Z_0 = 0,0944 + j0,4207$$

Sehingga :

$$Z_1 = z_1 + Z_T$$

$$= 0,0562 + j0,0859 + j1,5$$

$$= 0,0562 + j1,5859$$

$$Z_0 = Z_0 + Z_T + 3 \cdot Z_n$$

$$= 0,0944 + j0,4207 + j1,5 + 3500$$

$$= 1500,0944 + j1,9207$$

Besar arus gangguan satu fasa ke tanah :

$$\begin{aligned} I_{a1} &= \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \\ &= \frac{2000/3}{2(0,0562 + j0,0859) + 1500,0944 + j1,9207} \\ &= \frac{11547}{1500,1124 + j2,0925} \\ &= 7,69 \text{ A} \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan didapat :

$$\begin{aligned} I_n &= 3 \cdot I_{a1} \\ &= 3 \cdot 7,69 \\ &= 23,07 \text{ A} \end{aligned}$$

4.2.3.2. Arus Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah

4.2.3.2.1. Arus gangguan hubung singkat dua fasa ketanah untuk penyulang Mojolangu

Besar gangguan dua fasa ke tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_{a1} = \frac{V_f}{Z_1 + (Z_2 + Z_0)}$$

Dengan :

$$Z_1 = Z_2 = 4,8444 + j8,9055 \Omega$$

$$= 10,1378 < 61,45476^\circ \Omega$$

$$Z_0 = 1508,1359 + j37,7545 \Omega$$

$$= 1508,6084 < 1,43^\circ \Omega$$

$$Z_2 \cdot Z_0 = 10,1378 < 61,45^\circ \cdot 1508,6084 < 1,43^\circ$$

$$= 15293,97 < 62,88^\circ \Omega$$

$$Z_2 + Z_0 = 4,8444 + j8,9055 + 1508,1359 + j37,7545$$

$$= 1512,9803 + j46,66 \Omega$$

$$= 1513,5224 < 1,77^\circ$$

$$Z_2 \cdot Z_0 = 15293,97 < 62,88$$

$$Z_2 + Z_0 = 1513,5224 < 1,77$$

$$= 10,1049 < 61,11^\circ \Omega$$

$$= 4,88198 + j8,847 \Omega$$

Maka :

$$I_{a1} = \frac{11547}{4,8444 + j8,9055 + 488198 + j8,847}$$

$$= \frac{11547}{20,2424 < 61,282^\circ}$$

$$= 570,436 < -61,282^\circ \text{ A}$$

Dengan menggunakan persamaan 3.2 didapat :

$$V = V_f - I_{a1} \cdot Z_1$$

$$\begin{aligned}
&= 11547 - 570,436 < -61,282^\circ \cdot 10,1378 < 61,45476^\circ \\
&= 11547 - 5782,96924 < 0,17276^\circ \\
&= 11547 - 5698,554883 - j17,1825 \\
&= 5848,470358 < -0,1683^\circ \text{ V}
\end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan 3.4 didapat :

$$\begin{aligned}
I_{a0} &= \frac{V_{a0}}{Z_0} \\
&= \frac{5848,470358 < -0,1683^\circ}{1508,6084 < 1,43^\circ} \\
&= 3,8767 < -1,5983^\circ \text{ A}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
I_n &= 3 \cdot I_{a0} \\
&= 3 \cdot 3,8767 < -1,5983^\circ \\
&= 11,63 \text{ A}
\end{aligned}$$

4.2.3.2.2. Arus gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah untuk penyulang

Bentoel

Besar arus gangguan dua fasa ke tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_{a1} = \frac{V_f}{Z_1 + (Z_2 + Z_0)}$$

Dengan :

$$\begin{aligned}
I_{a1} &= \frac{11547}{17,0712 + j27,5963 + 17,3058 + j26,9669} \\
&= 11547
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 34,377 + j54,5632 \\
 = & \frac{115473}{64,4897 \angle 57,787^\circ} \\
 = & 179,0518 \angle -57,787^\circ \text{ A}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan 3.2 didapat :

$$\begin{aligned}
 V_{a1} &= V_f - I_{a1} \cdot Z_1 \\
 &= 11547 - 179,0518 \angle -57,787^\circ \cdot 32,4497 \angle 58,26^\circ \\
 &= 11547 - 5810,179 \angle 0,437^\circ \\
 &= 11547 - 5809,981 - j47,9648 \\
 &= 5737,019 - j47,9648 \\
 &= 5737,2195 \angle -0,479^\circ \text{ V}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan 3.4 didapat :

$$\begin{aligned}
 I_{a0} &= \frac{V_{a0}}{Z_0} \\
 &= \frac{5737,2195 \angle -0,479^\circ}{Z_0}
 \end{aligned}$$

4.2.3.2.3. Arus gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah untuk penyulang Pandanwangi

Besar arus gangguan dua fasa ke tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_{a1} = \frac{V_f}{Z_1 + (Z_2 + Z_0)}$$

Dengan :

$$\begin{aligned} Z_1 = Z_2 &= 2,4439 + j5,2359 \Omega \\ &= 5,7782 \angle 64,98^\circ \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_0 &= 1504,1045 \angle 64,98^\circ \Omega \\ &= 1504,1045 + j19,7899 \Omega \\ &= 1504,1045 \angle 0,75^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_2 \cdot Z_0 &= 5,7782 \angle 64,98^\circ \cdot 1504,1045 \angle 0,75^\circ \\ &= 8691,7689 \angle 65,73^\circ \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_2 + Z_0 &= 2,4439 + j5,2359 + 1504,1045 + j19,7899 \\ &= 1506,5484 + j25,0258 \Omega \\ &= 1506,7562 \angle 0,95^\circ \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_2 \cdot Z_0 &= 8691,7686 \angle 65,73^\circ \\ Z_2 + Z_0 &= 1506,7562 \angle 0,95^\circ \\ &= 5,7685 \angle 64,78^\circ \Omega \\ &= 2,45793 + j5,21864 \Omega \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} I_{a1} &= \frac{11547}{2,4439 + j5,2359 + 2,45793 + j5,21864} \\ &= \frac{11547}{4,90183 + j10,45454} \\ &= \frac{11547}{11,54666 \angle 64,879^\circ} \\ &= 1000,0294 \angle -64,879^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan 3.2 didapat :

$$V_{a1} = V_f - I_{a1} \cdot Z_1$$

$$\begin{aligned}
&= 11547 - 1000,0294 < -64,8790 \cdot 5,7782 < 64,98^\circ \\
&= 11547 - 5778,3698 < 0,101 \\
&= 11547 - 5778,361 - j10,186 \\
&= 5768,639 - j10,186 \\
&= 5768,639 < -0,101 \text{ V}
\end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan 3.4 didapat :

$$\begin{aligned}
I_{a0} &= \frac{V_{a0}}{Z_0} \\
&= \frac{5758,648 < -0,101^\circ}{1504,2347 < 0,75^\circ}
\end{aligned}$$

$$= 3,8349 < -0,851^\circ \text{ A}$$

$$I_n = 3 \cdot I_{a0}$$

$$= 3 \cdot 3,8349 < -0,851^\circ$$

$$= 11,5 \text{ A}$$

4.2.3.2.4. Arus gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah untuk penyulang

Telkom

Besar arus gangguan dua fasa ke tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_{a1} = \frac{V_f}{Z_1 + (Z_2 + Z_0)}$$

Dengan :

$$Z_1 = Z_2 = 0,0562 + j1,5859$$

$$= 1,5869 < 87,97^\circ$$

$$Z^0 = 1500,0944 + j1,9207$$

$$= 1500,0956 < 0,07^\circ$$

$$Z_2 \cdot Z_0 = 1,5869 < 87,97^\circ \cdot 1500,0956 < 0,07^\circ$$

$$= 2380,5017 < 88,04^\circ$$

$$Z_2 + Z_0 = 0,0562 + j1,5859 + 1500,0944 + j1,9207$$

$$= 1500,1506 + j3,5066$$

$$1500,1546 < 0,13^\circ$$

$$Z_2 \cdot Z_0 = 2380,5017 < 88,04^\circ$$

$$Z_2 + Z_0 = 1500,1546 < 0,13^\circ$$

$$= 1,5868 < 87,91^\circ$$

$$= 0,057869 + j1,5857$$

maka :

$$I_{a1} = \frac{11547}{0,0562 + j1,5859 + 0,057869 + j1,5857}$$

$$= \frac{11547}{0,114069 + j3,1716}$$

$$= \frac{11547}{3,17365 < 87,94^\circ}$$

$$= 3638,397 < -87,94^\circ \text{ A}$$

Dengan menggunakan persamaan 3.2 didapat :

$$V_{a1} = V_f - I_{a1} \cdot Z_1$$

$$= 11547 - 3638,397 < -87,94^\circ \cdot 1,5869 < 87,97^\circ$$

$$\begin{aligned}
 &= 11547 - 5773,772 < 0,03^\circ \\
 &= 11547 - 5773,772 - j3,02314 \\
 &= 5773,3228 - j3,02314 \\
 &= 5773,22879 < -0,03 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan 3.4 didapat :

$$\begin{aligned}
 I_{a0} &= \frac{V_{a0}}{Z_0} \\
 &= \frac{5773,22879 < -0,03^\circ}{1500,0956 < 0,07^\circ} \\
 &= 3,8486 < -0,1 \text{ A} \\
 I_n &= 3 \cdot I_{a0} \\
 &= 3 \cdot 3,8486 < -0,1 \\
 &= 11,5 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.2
 Besar arus gangguan satu fasa dan dua fasa ke tanah pada setiap yang disupali
 oleh trafo

PENYULANG	L (Km)	ARUS GANGGUAN (Ampere)	
		1Ø	2Ø
MOJOLANGU	22,407	22,81	11,63
BENTOEL	78,960	22,02	11,22
PANDANWANGI	11,304	22,92	11,5
TELKOM	0,260	23,07	11,5

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat pada Penyulang di Gardu Induk Blimbing :

. Gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah

Untuk penyulang Mojolangu arus gangguan sebesar 22,81 A

Untuk penyulang Bentoel arus gangguan sebesar 22,02 A

Untuk penyulang Pandanwangi arus gangguan sebesar 22,92 A

Untuk penyulang Telkom arus gangguan sebesar 23,07 A

. Gangguan hubung singkat 2 fasa ke tanah

Untuk penyulang Mojolangu arus gangguan sebesar 11,63 A

Untuk penyulang Bentoel arus gangguan sebesar 11,22 A

Untuk penyulang Pandanwangi arus gangguan sebesar 11,5 A

Untuk penyulang Telkom arus gangguan sebesar 11,5 A

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Aris Munanadar, Dr, Msc. Dan Susumu Kawahara, Dr. ***“Teknik Tenaga Listrik II”***, Transmisi Distribusi ,Pradaya Paramita. Jakarta.
- [2] Hutahuruk, TS. ***“Pengetanahan Netral system Tenaga & Pengetanahan Peralatan”***, Erlanga, Jakarta, 1987.
- [3] Falanu, Satri, Ir. ***“Sistem pengaman Jaringan Distribusi”*** , Diklat PLN.
- [4] Stevensen, Wiliam Jr. ***“ Element Of Power Sistem Analysis “*** , Fourth edition
- [5] Bisri, Hasan. ***“ Perlindungan Sistem Distribuis”*** , Diklat Kuliah
- [6] Soekarto, J. ***“ Pengaman Sistem Distribuis”***, Diklat PLN Pusat
- [7] Soekarto, J ***“Proteksi Sistem Distrbusi”***, Diklat PLN Pusat
- [8] PT. PLN (PERSERO), ***“ Simpatitik Trip Penyulang 20 KV”***, Diklat



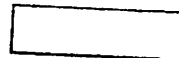
FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Achmad Fadlil Asyhar Anam
Nim : 02.52.029
Masa Bimbingan : 21 April 2009 s/d 21 September 2009
Judul Skripsi : GROUNDING SISTEM DALAM DISTRIBUSI TENAGA
LISRIK 20KV DI GARDU INDUK BLIMBING MALANG

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1		Ace Bab I	CS
2		Ace Bab II	CS
3		Ace Bab III	CS
4			
5		Ace Bab IV	CS
6		Daftar Isi	
7		Daftar Isi & Tabel	CS
8		Pendahuluan	
9			
10			

Malang, 2009
Dosen Pembimbing

(Signature)
Ir. Chorul Saleh, MT
(NIP 1018800100)





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Ahmad Fadlil Asyhar Anam
NIM : 02.52.029
Jurusan : Teknik Elektro D-III
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

No.	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Penulisan gambar ,tabel, spasi	
2.	Abstraksi tidak ada	
3.	Halaman	

Telah Diperiksa dan Disetujui :

Penguji I

Banbang Prio H, ST.MT
NIP. Y.102840082

Penguji II

Ir. Sotyhadi
NIP. Y. 1039700309

**Mengetahui,
Dosen Pembimbing**

Ir. H. Choirul Saleh, MT
NIP.Y. 101 880 0190



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Achmad Fadlil Asyhar Anam
NIM : 02.52.029
Jurusan : Teknik Elektro D-III
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : Grounding Sistem Dalam Distribusi Tenaga Listrik 20KV
Di GI Blimbing Malang

Dipertahankan dihadapan team penguji Skripsi jenjang Diploma (D-III) pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 2 Oktober 2009
Dengan hasil : 73,55. B+



Ketua

Ir. Sidik Noertjahjono, MT
NIP. Y. 102 8700163

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Sekretaris

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y. 101 8700151

ANGGOTA PENGUJI

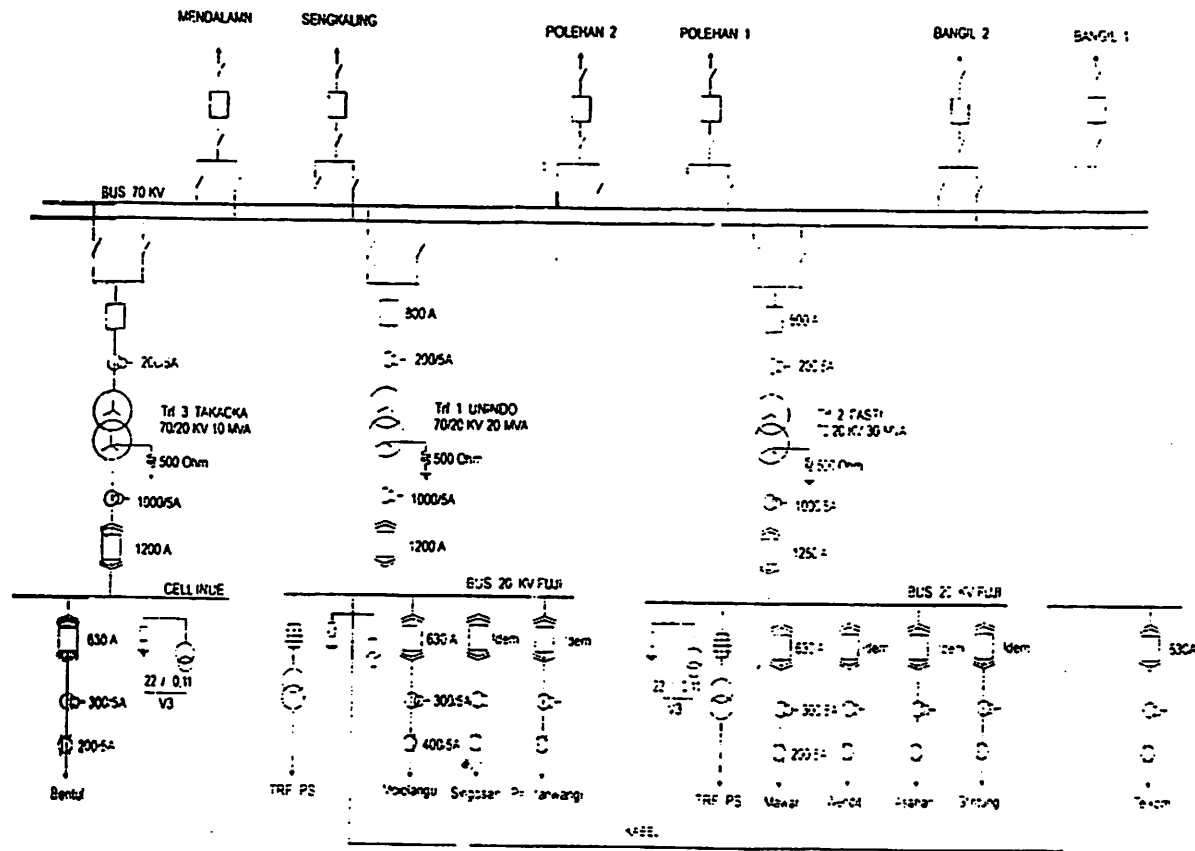
Penguji I

Banbang Prio H, ST.MT
NIP. Y.102840082

Penguji II

Ir. Sotyhadi
NIP. Y. 1039700309

LAMPIRAN



PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR
AREA PENGATUR DISTRIBUSI
GI. BLIMBING
 REVISI TGL : 24 APRIL 2005

