

SKRIPSI

**ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI
DENGAN INTERKONEKSI *DISTRIBUTED GENERATION (DG)* PADA
SALURAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV DI PT PLN RAYON
GONDANGLEGI**



Disusun oleh :

ACHMAD FIRMANSYAH NURCAHYONO

NIM. 11.12.005

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2015

**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI
DENGAN INTERKONEKSI *DISTRIBUTED GENERATION* (DG) PADA
SALURAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV DI PT PLN RAYON
GONDANGLEGI**

SKRIPSI

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mencapai gelar Sarjana Teknik*

Disusun oleh :
ACHMAD FIRMANSYAH NURCAHYONO
NIM. 1112005

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209

Ir. Ni Patu Agustini, MT
NIP.Y. 1030100371

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2015**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ACHMAD FIRMANSYAH NURCAHYONO
NIM : 1112005
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dan apabila dikemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 6 Oktober 2015

Yang membuat pernyataan



irmansyah Nurcahyono

NIM : 1112005

ABSTRAK

ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI DENGAN INTERKONEKSI DISTRIBUTED GENERATION (DG) PADA SALURAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV DI PT PLN RAYON GONDANGLEGI

Achmad Firmansyah Nurcahyono Nim : 1112005

Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Herbasuki, MT dan Ir. Ni Putu Agustini, MT

Pembangkit terdistribusi atau dikenal sebagai Distributed Generation (DG) yaitu teknologi pembangkit tenaga listrik dengan skala kecil yang mensuplai tenaga listrik dekat dengan pusat beban yang diinterkoneksi langsung dengan sistem distribusi saluran tegangan menengah 20 kV. Dengan adanya penyambungan pembangkit terdistribusi ini, memungkinkan pengaruhnya terhadap keandalan sistem distribusi diantaranya pada lamanya pemadaman (SAIDI) dan frekwensi pemadaman (SAIFI).

Pada penyulang Gondanglegi yang merupakan salah satu penyulang yang terdapat di gardu induk Turen dengan tegangan 20 kV seringkali terjadi pemadaman yang mengakibatkan keandalan sistem menjadi rendah. Untuk mengukur indeks keandalan sistem tersebut menggunakan indicator SAIDI (System Average Interruption Frequency Index) dan SAIFI (System Average Interruption Duration Index).

Setelah dianalisis dapat diketahui bahwa dengan menginterkoneksi pembangkit terdistribusi (DG) dapat meningkatkan profil tegangan dari kondisi sebelum interkoneksi 0,98 p.u menjadi 0,99 p.u setelah diinterkoneksi. Sedangkan untuk nilai SAIDI dan SAIFI sebelum interkoneksi sebesar 12,3356 jam/tahun dan 1,1081 kali/tahun menjadi 12,1186 jam/tahun dan 1,0236 kali/tahun sesudah interkoneksi.

Kata kunci : DG, Profil Tegangan, Indeks Keandalan SAIDI dan SAIFI, Penyulang Gondanglegi, ETAP Power Station.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami selaku penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang berjudul **“ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI DENGAN INTERKONEKSI *DISTRIBUTED GENERATION (DG)* PADA SALURAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV DI PT PLN RAYON GONDANGLEGI”** telah terselesaikan.

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Program Studi Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik ITN Malang.

Sebagai pihak penyusun, penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, penyusun mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir. H. Anang Subandi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ir. Teguh Herbasuki, MT selaku Dosen Pembimbing 1.
5. Ir. Ni Putu Agustini, MT selaku Dosen Pembimbing 2.
6. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE. selaku Kepala Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Elektrik
7. Kedua orang tua dan teman-teman yang turut memberikan dukungan terhadap penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyaknya kekurangan yang terdapat pada skripsi ini, oleh karena itu penulis berharap para pembaca dapat memberikan kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini menjadi lebih sempurna.

Malang, Agustus 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN..... | i |
| ABSTRAK..... | ii |
| KATA PENGANTAR..... | iii |
| DAFTAR ISI..... | iv |
| DAFTAR TABEL..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | viii |
| DAFTAR GRAFIK | x |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 2 |
| 1.5 Sistematika Penulisan..... | 3 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | |
| 2.1 <i>Distributed Generation</i> (DG)..... | 5 |
| 2.1.1 Dampak DG Terhadap Sistem Distribusi..... | 5 |
| 2.2. ETAP Power station..... | 5 |
| 2.2.1 Analisa Aliran Daya (<i>Load Flow</i>)..... | 6 |
| 2.2.2 Persamaan Aliran Daya (<i>Load Flow</i>)..... | 7 |
| 2.2.3 Aliran Daya dengan Metode Newton-Rapshon | 8 |
| 2.3 Keandalan Sistem Distribusi..... | 9 |

| | |
|--|----|
| 2.3.1 Laju Kegagalan | 10 |
| 2.3.2 Laju Perbaikan (r) | 11 |
| 2.3.3 Laju Perbaikan per tahun | 11 |
| 2.3.4 SAIDI (<i>System Average Interruption Duration Index</i>) | 12 |
| 2.3.5 SAIFI (<i>System Average Interruption Frequency Index</i>) | 12 |
| 2.4 Sistem Distribusi | 13 |
| 2.5 Jaringan Tegangan Menengah (JTM) | 13 |
| 2.5.1 Jaringan Radial | 14 |
| 2.5.2 Jaringan Lingkaran (Loop) | 14 |
| 2.5.3 Jaringan Hantaran Penghubung | 15 |
| 2.5.4 Jaringan Sistem Gugus atau Sistem Kluster | 16 |
| 2.5.5 Jaringan Spindel | 16 |

BAB III METODELOGI PENELITIAN

| | |
|--|----|
| 3.1 Pendahuluan | 18 |
| 3.2 Pengumpulan Data | 18 |
| 3.2.1 Unit Pelayanan dan Jaringan Gondanglegi | 18 |
| 3.2.2 Penyulang Gondanglegi | 18 |
| 3.2.3 <i>Single Line</i> Diagram Penyulang Gondanglegi | 20 |
| 3.2.4 Data Trafo Penyulang Gondanglegi | 21 |
| 3.2.5 Data Saluran Penyulang Gondanglegi | 22 |
| 3.2.6 Data Pengukuran Beban Penyulang Gondanglegi | 23 |
| 3.3 Nilai Keandalan (<i>Reliability</i>) Komponen | 24 |
| 3.4 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) | 26 |

| | |
|---|----|
| 3.5 Langkah Kerja Simulasi dan Analisa menggunakan <i>Software ETAP Power Station</i> | 27 |
|---|----|

BAB IV HASIL DAN ANALISA HASIL

| | |
|---|----|
| 4.1 Pemodelan Sistem Distribusi Penyulang Gondanglegi Menggunakan <i>Software ETAP Power Station</i> | 41 |
| 4.2 <i>Load Flow Analysis</i> pada Pemodelan Sistem Distribusi Penyulang Gondanglegi Menggunakan <i>Software ETAP Power Station</i> | 42 |
| 4.3 Hasil Kondisi Tegangan Pada Penyulang Gondanglegi | 43 |
| 4.4 Hasil Analisa Perhitungan Keandalan (<i>Reliability Assessment</i>) | 46 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 50 |
| 5.2 Saran..... | 51 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| DAFTAR PUSTAKA | xii |
|-----------------------------|-----|

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Klasifikasi Unit DG..... | 5 |
| Tabel 3.1 Data Trafo Tiang Penyulang Gondanglegi..... | 22 |
| Tabel 3.2 Data Saluran Penyulang Gondanglegi | 23 |
| Tabel 3.3 Data Pembebanan Trafo Penyulang Godanglegi..... | 24 |
| Tabel 3.4 Perkiraan Angka Keluar Komponen Sistem Distribusi SPLN 59 : 1985 | 25 |
| Tabel 3.5 Waktu Operasi Kerja dan Pemulihan Pelayanan | 26 |
| Tabel 4.1 Hasil dan Analisa Profil Tegangan penyulang Gondanglegi sebelum dan sesudah interkoneksi DG..... | 44 |
| Tabel 4.2 Perbandingan Reliability Assessment SAIDI dan SAIFI sebelum dan sesudah interkoneksi DG..... | 48 |

DAFTAR GAMBAR

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | | |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Tipikal bus dari sistem tenaga..... | 8 |
| Gambar 2.2 | Konfigurasi Jaringan Radial..... | 14 |
| Gambar 2.3 | Konfigurasi Jaringan Loop..... | 15 |
| Gambar 2.4 | Konfigurasi Jaringan Hantaran Penghubung | 15 |
| Gambar 2.5 | Konfigurasi Jaringan Kluster | 16 |
| Gambar 2.6 | Konfigurasi Jaringan Spindel..... | 17 |

BAB III PERANCANGAN SISTEM

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 3.1 | <i>Single Line</i> Penyulang Gondanglegi..... | 20 |
| Gambar 3.2 | <i>Single Line</i> Penyulang Gondanglegi Menggunakan ETAP | 28 |
| Gambar 3.3 | <i>Input Data Grid</i> | 30 |
| Gambar 3.4 | <i>Input Data Reliability Grid</i> | 31 |
| Gambar 3.5 | <i>Input Data Line / Penghantar 20 kV</i> | 32 |
| Gambar 3.6 | <i>Input Data Reliability Line / Penghantar 20 kV</i> | 33 |
| Gambar 3.7 | <i>Input Data Trafo</i> | 34 |
| Gambar 3.8 | <i>Input Data Reliability Trafo</i> | 35 |
| Gambar 3.9 | <i>Input Data Beban</i> | 36 |
| Gambar 3.10 | <i>Input Data Reliability Beban</i> | 37 |
| Gambar 3.11 | <i>Input Data Generator PLTMH Sumber Maron</i> | 38 |
| Gambar 3.12 | <i>Input Data Reliability HVCB</i> | 39 |

BAB IV HASIL DAN ANALISA HASIL

| | |
|--|----|
| Gambar 4.1 <i>Single line diagram</i> sistem menggunakan Software ETAP Power Station 11.0.0 | 41 |
| Gambar 4.2 Running Load Flow Analysis penyulang Gondanglegi Sebelum Interkoneksi DG | 42 |
| Gambar 4.3 Running Load Flow Analysis penyulang Gondanglegi Sesudah Interkoneksi DG | 43 |

DAFTAR GRAFIK

BAB IV HASIL DAN ANALISA HASIL

| | |
|--|----|
| Grafik 4.1 Perbandingan Profil Tegangan Penyulang Gondanglegi Sebelum dan Sesudah Interkoneksi DG | 46 |
| Grafik 4.2 Perbandingan Reliability Assessment SAIDI dan SAIFI sebelum dan sesudah interkoneksi DG..... | 49 |

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada dunia yang semakin maju yang dapat kita lihat sekarang ini, kebutuhan akan tenaga listrik semakin meningkat baik itu didaerah perkotaan bahkan sampai dipelosok-pelosok pedesaan. Penyulang Gondanglegi merupakan salah satu penyulang distribusi 20 kv yang terdapat di GI Turen Di Kabupaten Malang. Di penyulang Gondanglegi sering kali terjadi gangguan, entah gangguan temporer maupun permanent. Sehingga mengakibatkan pemadaman tiap daerah yang berpengaruh terhadap indeks keandalan sistem yaitu durasi gangguan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index* dan frekwensi gangguan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)^[1].

Di Kabupaten Malang di Desa Karangsono Kecamatan Pagelaran telah dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Sumber Maron dengan kapasitas 42 kW. PLTMH ini dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk menggerakkan mesin pompa pengairan dan air bersih yang selama ini mengandalkan listrik dari PLN. Listrik yang dihasilkan PLTMH Sumber Maron itu sendiri sebesar 35 kW, dan itu masih ada sisa listrik yang terbuang. PLTMH itu sendiri akan membangun satu pembangkit lagi di daerah yang sama. Seandainya sisa listrik yang terbuang tersebut dan pembangkit yang akan dibangun diinterkoneksi dengan salah satu bus tegangan menengah 20 kV, akan menyebabkan dampak terhadap sistem distribusi tentunya meningkatkan indeks keandalan SAIDI dan SAIFI. Terinterkoneksinya PLTMH Sumber Maron dengan tegangan 20 kV penyulang Gondanglegi, menyebabkan PLTMH tersebut berfungsi sebagai pembangkit tersebar atau *Distributed Generation* (DG) yang berdampak pada keandalan sistem. Salah satu alternatif yaitu dengan interkoneksi *Distributed Generation* (DG) tersebut. *Distributed Generation* merupakan teknologi pembangkit tenaga listrik dengan skala kecil yang mensuplai tenaga listrik dekat dengan pusat beban, tentunya sangat baik karena langsung terhubung dengan sistem distribusi, fasilitas pelanggan atau keduanya. Yang berfungsi meningkatkan keandalan sistem^[2].

Maka dari itu, skripsi ini akan membahas tentang peningkatan keandalan sistem distribusi pada penyulang Gondanglegi khususnya area desa karangsuko , sehingga nilai profil tegangan, SAIDI dan SAIFInya dapat diketahui, agar keandalan sistem pada sistem distribusi dengan interkoneksi *Distributed Generation* (DG) dapat terpenuhi.

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi profil tegangan pada penyulang Godanglegi desa Karangsono sebelum dan sesudah terpasang *Distributed Generation* (DG)?
2. Bagaimana analisis peningkatan indeks keandalan SAIDI dan SAIFI pada sistem distribusi sebelum interkoneksi *Distributed Generation* (DG) pada saluran tegangan menengah 20 kV ?
3. Bagaimana analisis peningkatan indeks keandalan SAIDI dan SAIFI pada sistem distribusi sesudah interkoneksi *Distributed Generation* (DG) pada saluran tegangan menengah 20 kV ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk meningkatkan profil tegangan pada penyulang Gondanglegi desa Karangsono.
2. Untuk menganalisis peningkatan indeks keandalan SAIDI dan SAIFI pada sistem distribusi sebelum interkoneksi *Distributed Generation* (DG) pada saluran tegangan menengah 20 kV ?
3. Untuk menganalisis peningkatan indeks keandalan SAIDI dan SAIFI pada sistem distribusi sesudah interkoneksi *Distributed Generation* (DG) pada saluran tegangan menengah 20 kV ?

1.4 Batasan Masalah

Supaya tidak terjadi penyimpangan antara maksud dan tujuan dalam penyusunan skripsi ini, maka penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Analisis dilakukan menggunakan *Software ETAP Power Station*
-

2. Indeks keandalan yang akan digunakan dalam analisis ini yaitu SAIDI dan SAIFI
3. Tidak membahas tentang dampak Distributed Generation terhadap sistem
4. Tidak membahas tentang proteksi
5. Mendapatkan hasil perbandingan analisis dengan menggunakan program ETAP.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan arah yang tepat mengenai hal-hal yang akan dibahas, maka dalam skripsi ini disusun sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam Bab ini berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Metodologi Penelitian, dan Sistematika Penulisan yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada Bab ini dibahas tentang teori-teori yang mendukung dalam simulasi dan analisa skripsi ini.

BAB III : METODE PENYELESAIAN MASALAH

Dalam bab ini akan dibahas mengenai perencanaan dan pembuatan skripsi yang meliputi pengolahan data dan mensimulasikan sesuai dengan metode yang digunakan.

BAB IV : HASIL DAN ANALISIS HASIL

Dalam bab ini merupakan bab yang akan memaparkan hasil simulasi dan menganalisa hasil simulasi.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi kesimpulan–kesimpulan yang diperoleh dari perencanaan dan pembuatan tugas akhir iniserta saran–saran guna menyempurnakan dan mengembangkan sistem lebih lanjut.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Distribusi Generation (DG)^[3]

Distributed generation merupakan teknologi pembangkit tenaga listrik dengan skala kecil yang mensuplai tenaga listrik dekat dengan pusat beban, tentunya sangat baik karena langsung terhubung dengan sistem distribusi, fasilitas pelanggan atau keduanya. Yang termasuk kedalam DG adalah microturbine, panel photovoltaic, fuel cells, internal combustion engine. DG juga dapat digunakan untuk mensuplai beban dasar, beban puncak, dapat juga sebagai pembangkit cadangan, stabilitas jaringan, menaikkan tegangan dan yang pada akhirnya memberikan manfaat ekonomi lebih dari energi yang sederhana.

Table 2.1
Klasifikasi Unit DG ^[4]

| Klasifikasi | Kapasitas |
|--|----------------|
| Skala Mikro <i>Distributed Generation</i> | 5 kW – 100 kW |
| Skala Kecil <i>Distributed Generation</i> | 1 MW – 15 MW |
| Skala Menengah <i>Distributed Generation</i> | 15 MW – 100 MW |
| Skala Besar <i>Distributed Generation</i> | > 100 MW |

2.1.1 Dampak DG Terhadap Sistem Distribusi

Interkoneksi *Distributed Generation* (DG) pada jaringan distribusi menimbulkan dampak. Dampak tersebut bisa positif maupun negatif dan dianggap sebagai manfaat dan kelemahan dari pembangkit terdistribusi.

2.2 ETAP Power Station

Analisa perubahan aliran daya listrik menggunakan program yang dibuat dengan teliti untuk melakukan studi aliran daya dan stabiliti. Suatu program yang sanggup menangani sistem dengan lebih dari 2000 bus, 2000 saluran, dan 500

buah tranformer serta terdapat beberapa study case yang mendukung simulasi. Sudah tentu program ini dapat digunakan untuk mengembangkan sistem yang lebih besar asalkan mempunyai data-data yang lengkap.

Program *Electrical Transient Analyzer Program (ETAP)*, merupakan salah satu program yang digunakan untuk menyelesaikan perhitungan aliran daya pada suatu sistem tenaga listrik yang terinterkoneksi.

2.2.1 Analisa Aliran Daya (*Load Flow*) ^[4]

Aliran daya atau disebut *load flow* merupakan studi yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai aliran daya atau tegangan sistem dalam kondisi operasi tunak (*steady state*). Studi aliran daya juga memberikan informasi guna mengevaluasi unjuk kerja sistem tenaga dan menganalisis kondisi pembangkit maupun pembebanan. Didalam menganalisis juga memerlukan informasi aliran daya dalam kondisi normal maupun darurat (*critical*).

Studi aliran daya merupakan studi yang paling penting dalam perencanaan dan desain perluasan sistem tenaga listrik serta menentukan operasi terbaik pada jaringan yang sudah ada. Studi aliran daya sangat diperlukan dalam perencanaan serta pengembangan sistem dimasa yang akan datang. Karena seiring dengan bertambahnya konsumen akan kebutuhan tenaga listrik, maka akan selalu terjadi perubahan beban, perubahan unit-unit pembangkit, dan perubahan saluran transmisi. Didalam studi aliran daya, bus-bus terbagi menjadi 3 bagian, yaitu *Slack bus* atau *swing bus* atau bus referensi, *Voltage controller bus* atau bus generator (PV), dan *Load bus* atau bus beban (PQ), yang mana dapat didefinisikan sebagai berikut :

- ***Slack bus (Bus referensi)***

Pada bus ini, rating tegangan $|v|$ dan sudut fasa tegangan δ sudah ditentukan besarnya sementara daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) didapatkan dari perhitungan. Biasanya nilai $|v|$ adalah 1 pu, sedangkan sudut fasa tegangan bernilai nol, karena fasor tegangan dari bus dipakai sebagai referensi.

- ***Voltage controller bus (Bus generator)***

Pada bus ini hanya terdapat daya pembangkit dimana $|v|$ diatur menggunakan regulator tegangan (AVR) dan P diatur dengan governor. Sehingga

untuk bus ini P dan $|v|$ diketahui. Sementara daya reaktif (Q) dan sudut fasa (δ) didapatkan dari hasil perhitungan

- **Load bus (Bus beban)**

Pada bus ini hanya terdapat kebutuhan daya untuk memenuhi kebutuhan beban yang mana daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) sudah diketahui, sementara nilai tegangan $|v|$ dan sudut fasa (δ) berubah-ubah menurut kebutuhan beban. Oleh karena itu, nilai tegangan $|v|$ dan sudut fasa (δ) harus ditentukan berdasarkan hasil perhitungan.

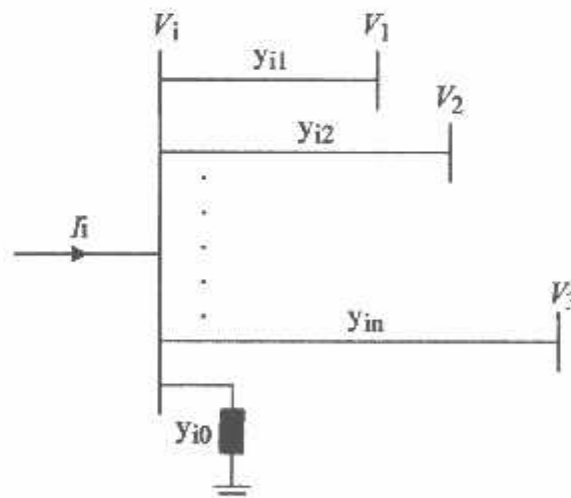
2.2.2 Persamaan Aliran Daya (*Load Flow*)

Persamaan aliran daya secara sederhana dapat dilihat pada gambar 2.1 Saluran tenaga dapat digambarkan dengan model π yang mana impedansi-impedansinya telah dirubah menjadi admitansi-admitansi per unit pada *base* / dasar MVA. Aplikasi hukum arus kirchhoff pada bus diberikan dalam :

Daya aktif dan daya reaktif pada bus i adalah :

$$P_i + jQ_i = V_i I_i^* \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dari rumusan diatas perhitungan aliran daya dalam sistem tenaga diselesaikan dengan teknik iterasi.



Gambar 2.1

Tipikal bus dari sistem tenaga

2.2.3 Aliran Daya dengan Metode Newton-Raphson

Dalam metode Newton-Raphson jumlah iterasi yang digunakan untuk melakukan perhitungan ditentukan berdasarkan ukuran sistem. Yang mana dalam metode ini persamaan aliran daya dirumuskan dalam bentuk polar. Dari gambar sebelumnya daya yang memasuki bus i dapat dicari dengan persamaan yang dapat ditulis ulang menjadi :

$$Q_i = - \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin (\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \dots\dots\dots (2.2)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos (\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \dots\dots\dots (2.3)$$

Persamaan diatas merupakan langkah awal perhitungan aliran daya menggunakan metode *Newton-Raphson* dengan membentuk persamaan aljabar *nonlinier* dengan variabel sendiri. Besarnya setiap variabel dinyatakan dalam satuan per unit dan untuk sudut fasa dinyatakan dalam satuan radian. Persamaan (2.6) dan (2.7) dikembangkan dari deret Taylor seperti persamaan berikut ini:

$$\begin{bmatrix} \Delta P_2^{(k)} \\ \vdots \\ \Delta P_n^{(k)} \\ \Delta Q_2^{(k)} \\ \vdots \\ \Delta Q_n^{(k)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \hline \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \dots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial |V_n|} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta_2^{(k)} \\ \vdots \\ \Delta \delta_n^{(k)} \\ \Delta V_2^{(k)} \\ \vdots \\ \Delta V_n^{(k)} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.4)$$

Matriks Jacobian memberikan perbandingan antara perubahan tegangan pada sudut tegangan $\Delta\delta_i^{(k)}$ dan besarnya tegangan $\Delta|V_i^{(k)}|$ dengan perubahan daya aktif ($\Delta P_i^{(k)}$) dan daya reaktif ($\Delta Q_i^{(k)}$).

Secara umum persamaan daya pada setiap bus dapat disederhanakan sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\delta \\ \Delta|V| \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.5)$$

2.3 Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan adalah kemungkinan dari sistem untuk dapat bekerja optimal untuk waktu yang telah ditentukan dalam berbagai kondisi. Keandalan sistem distribusi erat kaitannya dengan masalah pemutusan beban yang merupakan akibat adanya gangguan pada sistem. Keandalan sistem distribusi berbanding terbalik dengan tingkat pemutusan beban sistem. Semakin tinggi frekuensi pemutusan beban pada sistem, maka keandalan sistem semakin berkurang , begitu juga sebaliknya. Sebelum melakukan simulasi, dilakukan pengambilan data pada daerah yang akan dilakukan studi kasus.

Pelayanan tenaga listrik sangat menentukan efektifitas kegiatan masyarakat. Untuk mengetahui dari mutu pelayanan tersebut, maka kita perlu mengetahui keandalan dari sistem tersebut dalam menanggapi atau melayani konsumen. Pengertian keandalan itu sendiri menurut sudut pandang kelistrikan adalah kemungkinan dari suatu atau kumpulan benda akan memuaskan kerja pada keadaan tertentu dan periode waktu yang telah ditentukan.

Untuk mengetahui keandalan dari suatu distribusi diantaranya dapat dilakukan dengan menghitung rata-rata durasi frekuensi gangguan (*interruptions*) yang sering terjadi pada beban (*customers*) atau sering kita sebut dengan perhitungan SAIDI – SAIFI. Tentu saja sistem dengan tingkat keandalan yang rendah bias merugikan pihak konsumen dan pihak produsen juga, apalagi pelanggan dengan konsumsi daya yang tinggi untuk produksi, padamnya sistem bias berpengaruh pada proses produksi.

Oleh karena itu, dibutuhkan data-data dari setiap gangguan yang terjadi pada pelanggan, untuk menunjukkan tingkat keandalan sistemnya, selanjutnya data tersebut bias dianalisis untuk meningkatkan keandalan dari sistem yang ada. Data-data keandalan antara lain sebagai berikut :

2.3.1 Laju kegagalan

Laju kegagalan adalah banyaknya kegagalan operasi yang terjadi pada suatu alat dalam suatu periode tertentu. Bila dimisalkan (f) adalah jumlah kegagalan selama selang waktu percobaan dan total waktu percobaannya adalah (T), maka laju kegagalannya adalah :

$$\lambda = \frac{f}{T}$$

Dimana :

λ = Angka kegagalan

F = Jumlah kegagalan selama selang waktu percobaan

T = Jumlah lamanya selang waktu

Dalam perhitungannya dapat dengan dengan cara pertahun, perbulan, dll. Pada sistem distribusi biasanya dipakai perhitungan pertahun. Dengan perhitungan angka kegagalan rata-rata :

$$\lambda = \sum_i \lambda_i$$

$$SAIFI = \frac{\text{jumlah total pelanggan padam}}{\text{jumlah total pelanggan yang dilayani}} = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i}$$

2.3.2 Laju perbaikan (r)

Laju perbaikan adalah waktu yang dibutuhkan suatu alat yang gagal atau keluar untuk beroperasi kembali dengan cara diganti atau diperbaiki, dengan satuan jam. Dalam perhitungannya untuk mendapatkan waktu kegagalan rata-rata yang dialami oleh sebuah alat, maka :

$$r = \frac{v}{\lambda} = \frac{\sum i \lambda_i r_i}{\sum i \lambda_i}$$

Dimana :

U = Waktu kegagalan per tahun (Jam/tahun)

λ = Angka kegagalan per tahun (Gangguan/tahun)

r = Waktu kegagalan (Jam)

2.3.3 Laju perbaikan per tahun

Laju perbaikan per tahun adalah banyaknya waktu perbaikan rata-rata per tahun pada suatu alat. Diperoleh dengan cara mengalikan angka kegagalan dan waktu keluar alat tersebut, maka :

$$U = \sum_i \lambda_i r_i$$

Dimana :

U = Waktu kegagalan per tahun (Jam/tahun)

λ = Angka kegagalan per tahun (Gangguan/tahun)

r = Waktu kegagalan (Jam)

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{jumlah total durasi pelanggan padam}}{\text{jumlah total pelanggan yang dilayani}} = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i}$$

Dimana :

U_i = Waktu keluar per tahun pada bagian i

N_i = Jumlah pelanggan pada bagian i

2.3.4 SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

SAIDI atau *System Average Interruption Duration Index* merupakan indeks rata-rata dari jumlah durasi gangguan pada pelanggan selama 1 tahun. Indeks ini ditentukan dengan membagi jumlah seluruh durasi gangguan pada pelanggan tiap tahun dengan total jumlah pelanggan yang dilayani dengan hasil jam/pelanggan, dengan rumus :

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum_{i=1}^m C_i t_i}{N} \text{ Jam / tahun}$$

Dimana :

m = Jumlah pemadaman dalam satu tahun

t_i = Lamanya tiap-tiap pemadaman

C_i = Jumlah konsumen yang mengalami pemadaman

N = Jumlah konsumen yang dilayani

2.3.5 SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

SAIFI atau *System Average Interruption Frequency Index* merupakan rata-rata dari jumlah gangguan per tahun. Indeks ini ditentukan dengan cara membagi jumlah gangguan per tahun yang terjadi pada pelanggan yang dilayani dengan jumlah total keseluruhan pelanggan yang dilayani.

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum_{i=1}^m C_i}{N} \text{ Pemadaman / tahun}$$

Dimana :

m = Jumlah pemadaman dalam satu tahun

N = Jumlah konsumen yang dilayani

2.4 Sistem Distribusi

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), dan merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi. Listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 154 kV, 220 kV atau 500 kV kemudian disalurkan melalui saluran

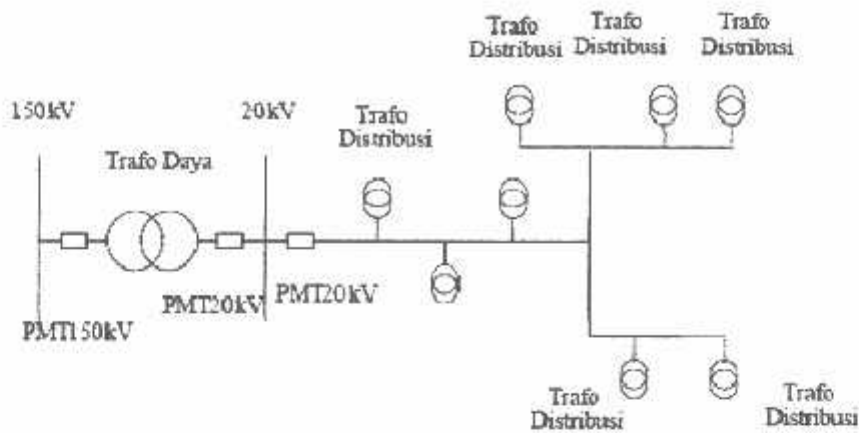
transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ($I^2.R$). Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga 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 220/380Volt. 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.

2.5 Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Jaringan pada sistem distribusi tegangan menengah (Primer 20 kv) dapat dikelompokkan menjadi lima model, yaitu Jaringan Radial, Jaringan Lingkaran (*Loop*), Jaringan Hantaran Penghubung (*Tie Line*), Jaringan Sistem Gugus atau Sistem Kluster dan Jaringan Spindel.

2.5.1 Jaringan Radial

Sistem distribusi dengan pola Radial seperti Gambar 2.1 Adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi secara radial.



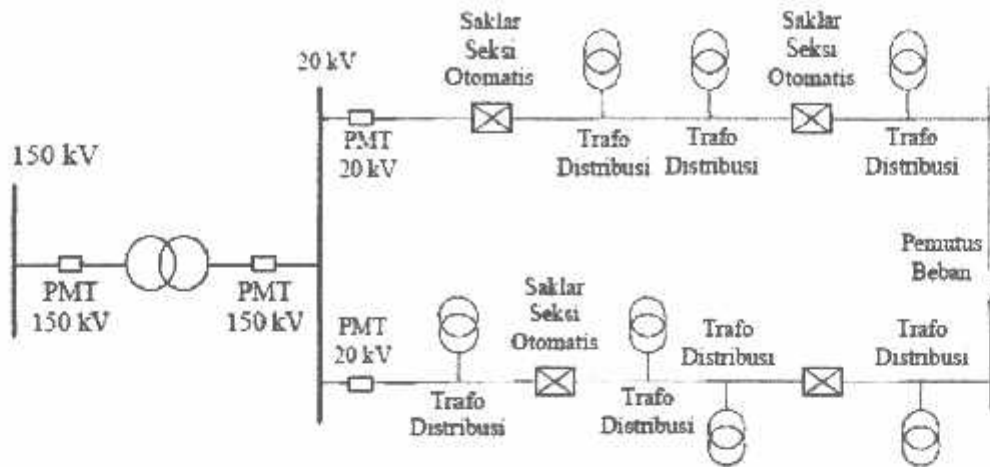
Gambar 2.1
Konfigurasi Jaringan Radial

Dalam penyulang tersebut dipasang gardu-gardu distribusi untuk konsumen. Gardu distribusi adalah tempat dimana trafo untuk konsumen dipasang. Bisa dalam bangunan beton atau diletakan diatas tiang. Keuntungan dari sistem ini adalah sistem ini tidak rumit dan lebih murah dibanding dengan sistem yang lain.

Namun keandalan sistem ini lebih rendah dibanding dengan sistem lainnya. Kurangnya keandalan disebabkan karena hanya terdapat satu jalur utama yang menyuplai gardu distribusi, sehingga apabila jalur utama tersebut mengalami gangguan, maka seluruh gardu akan ikut padam. Kerugian lain yaitu mutu tegangan pada gardu distribusi yang paling ujung kurang baik, hal ini dikarenakan jatuh tegangan terbesar ada diujung saluran.

2.5.2 Jaringan Lingkaran (Loop)

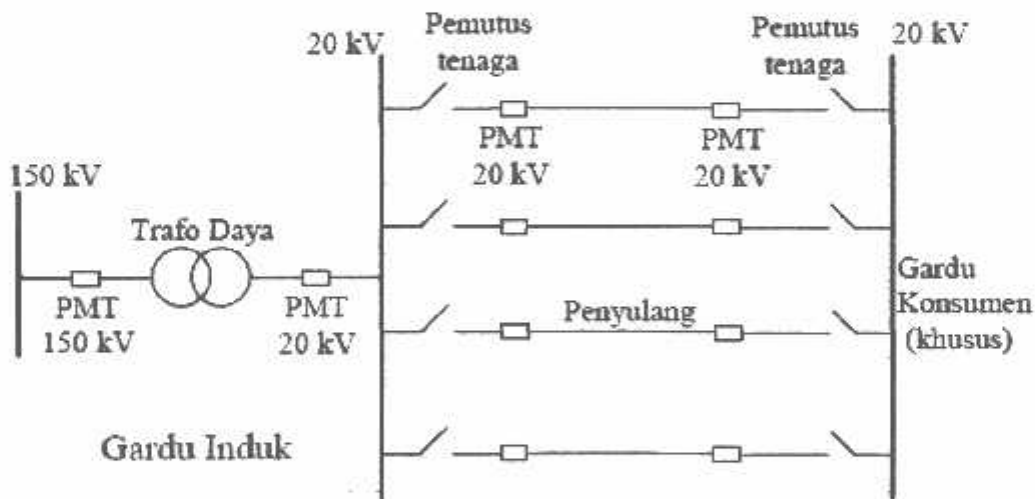
Pada Jaringan Tegangan Menengah Struktur Lingkaran (Loop) seperti Gambar 2.2 dimungkinkan pemasokannya dari beberapa gardu induk, sehingga dengan demikian tingkat keandalannya relatif lebih baik.



Gambar 2.2
Konfigurasi Jaringan Loop

2.5.3 Jaringan Hantaran Penghubung

Sistem distribusi Tie Line seperti Gambar 2.3. digunakan untuk pelanggan penting yang tidak boleh padam (Bandar Udara, Rumah Sakit, dan lain-lain).

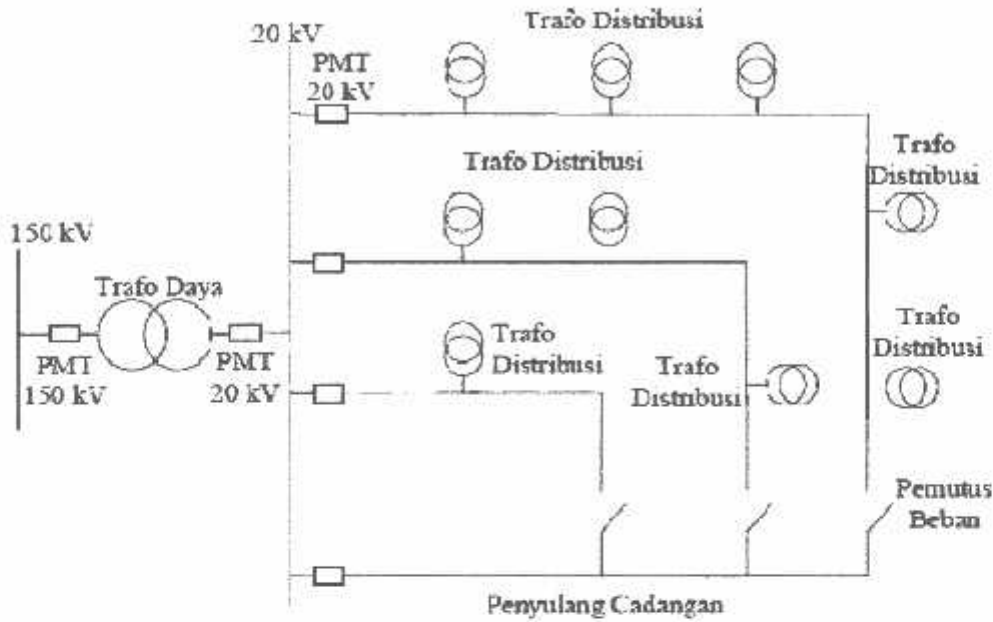


Gambar 2.3.
Konfigurasi Jaringan Hantaran Penghubung

Sistem ini memiliki minimal dua penyulang sekaligus dengan tambahan Automatic Change Over Switch / Automatic Transfer Switch, setiap penyulang terkoneksi ke gardu pelanggan khusus tersebut sehingga bila salah satu penyulang mengalami gangguan maka pasokan listrik akan di pindah ke penyulang lain.

2.5.4 Jaringan Sistem Gugus atau Sistem Kluster

Konfigurasi Gugus seperti pada Gambar 2.4. banyak digunakan untuk kota besar yang mempunyai kerapatan beban yang tinggi. Dalam sistem ini terdapat Saklar Pemutus Beban, dan penyulang cadangan.



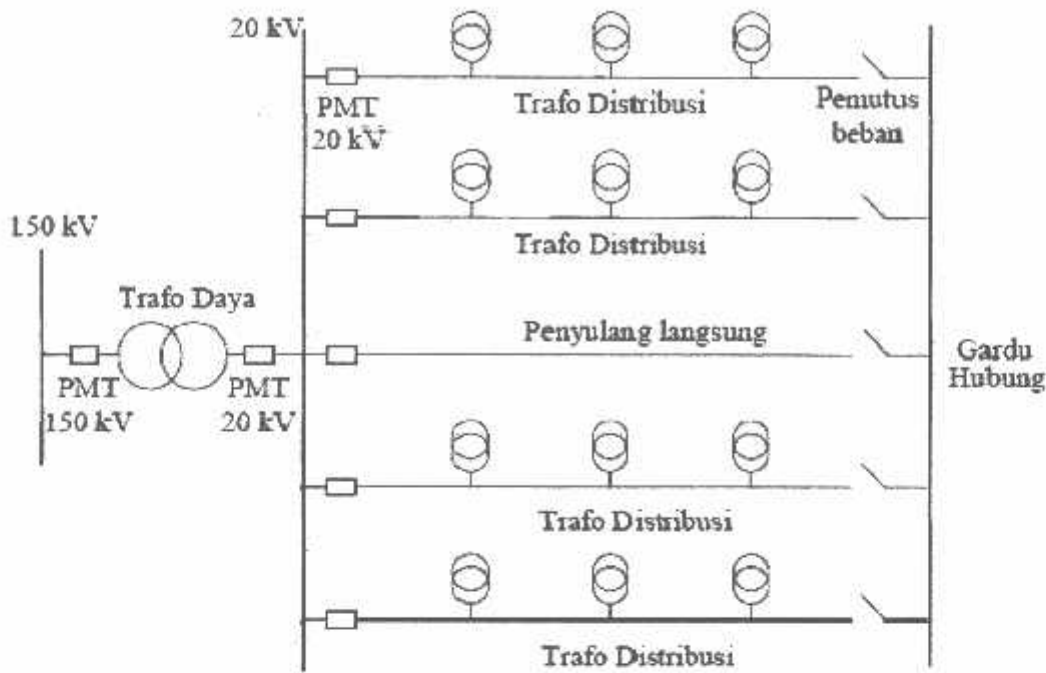
Gambar 2.4.

Konfigurasi Sistem Kluster

Dimana penyulang ini berfungsi bila ada gangguan yang terjadi pada salah satu penyulang konsumen maka penyulang cadangan inilah yang menggantikan fungsi suplai kekonsumen.

2.5.5 Jaringan Spindel

Sistem Spindel seperti pada Gambar 2.5. adalah suatu pola kombinasi jaringan dari pola Radial dan Ring. Spindel terdiri dari beberapa penyulang (feeder) yang tegangannya diberikan dari Gardu Induk dan tegangan tersebut berakhir pada sebuah Gardu Hubung (GH).



Gambar 2.5.

Konfigurasi Jaringan Spindel

Pada sebuah spindel biasanya terdiri dari beberapa penyulang aktif dan sebuah penyulang cadangan (*express*) yang akan dihubungkan melalui gardu hubung. Pola Spindel biasanya digunakan pada jaringan tegangan menengah (JTM) yang menggunakan kabel tanah/saluran kabel tanah tegangan menengah (SKTM).

Namun pada pengoperasiannya, sistem Spindel berfungsi sebagai sistem Radial. Di dalam sebuah penyulang aktif terdiri dari gardu distribusi yang berfungsi untuk mendistribusikan tegangan kepada konsumen baik konsumen tegangan rendah (TR) atau tegangan menengah (TM).

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan membahas mengenai metode yang akan digunakan dalam menganalisa peningkatan keandalan sistem distribusi dengan interkoneksi *Distributed Generation* (DG) pada saluran tegangan menengah 20 kv. Data dan spesifikasi komponen yang digunakan merupakan hasil survey pengambilan data yang dilakukan di PT. PLN (Persero) Rayon Gondanglegi Malang.

3.2 Pengumpulan Data

3.2.1 Unit Pelayanan dan Jaringan Gondanglegi

PT. PLN (Persero) Rayon Gondanglegi Malang merupakan bagian dari management PT. PLN (Persero) distribusi Jawa Timur yang berada di Jl. Pangeran Diponegoro No. 16, Gondanglegi Kabupaten Malang.

3.2.2 Penyulang Gondanglegi

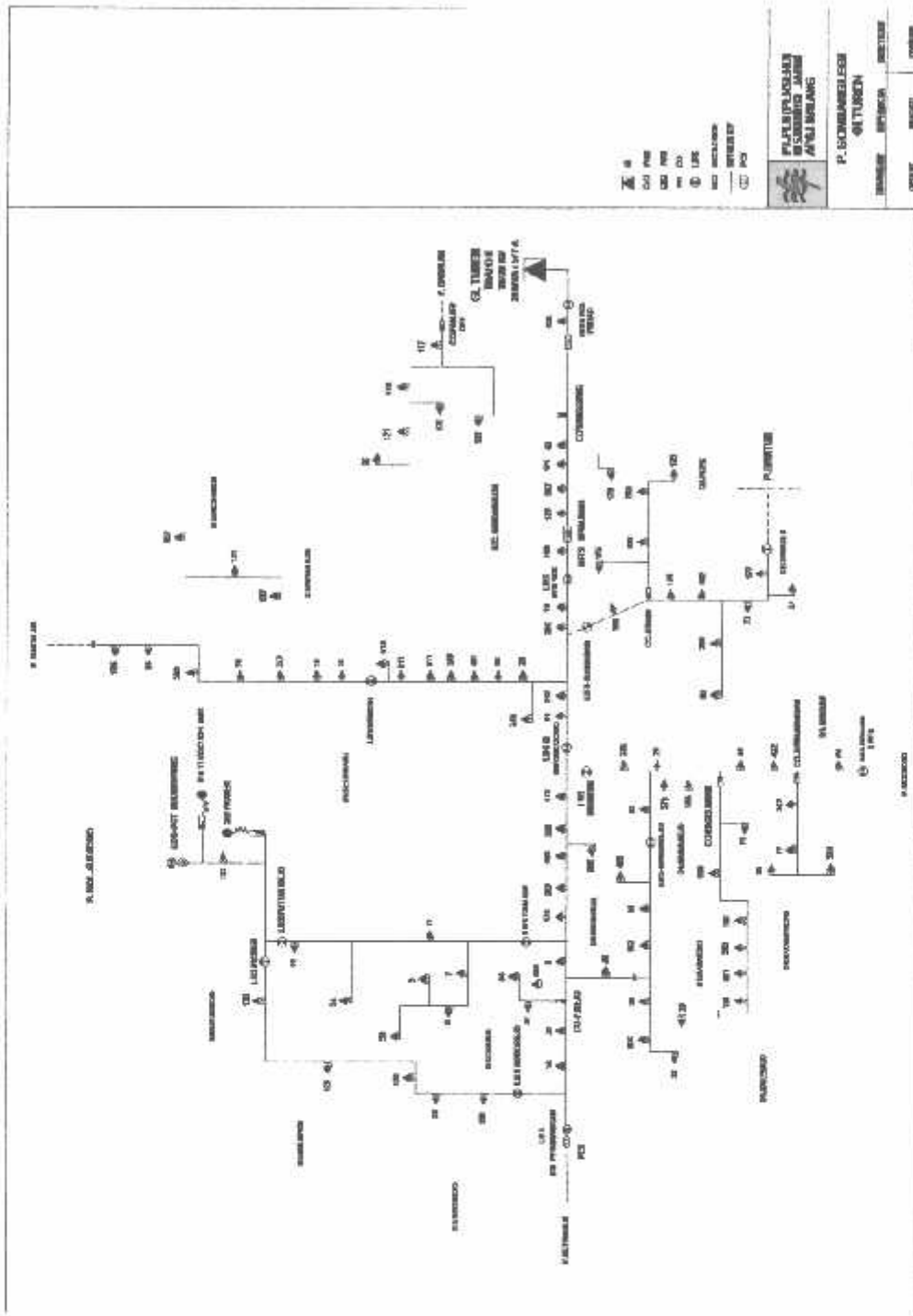
Penyulang / feeder merupakan saluran keluaran dari gardu induk distribusi tegangan menengah 20 kV. Penyulang Gondanglegi merupakan salah satu penyulang yang terdapat di gardu induk Turen dengan tegangan 20 kV, yang masuk pada area kerja Rayon Gondanglegi Jl. Pangeran Diponegoro No. 16, Gondanglegi Kabupaten Malang. Sistem jaringan yang digunakan adalah jenis radial sehingga dari segi kehandalan masih cukup rendah.

Pada penyulang Gondanglegi akan tersambung dengan pembangkit terdistribusi tenaga mikro hidro yang berada di Desa Karangsono Kecamatan Pagelaran dengan kapasitas pembangkit 95 kW dan tersambung dengan trafo tiang berkapasitas 100 kVA.

Dengan adanya penyambungan pembangkit terdistribusi ini, memungkinkan pengaruhnya terhadap keandalan sistem distribusi. Untuk mengetahui besar kecilnya pengaruh keandalan sistem dari tersambungannya pembangkit terdistribusi ini akan dilakukan simulasi dengan *software ETAP power station* dengan

memakai data dari hasil survey lapangan pada PLN Rayon Gondanglegi Kabupaten Malang.

3.2.3 Single Line Diagram Penyulang Gondanglegi



Gambar 3.1

Single Line Penyulang Gondanglegi

3.2.4 Data Trafo Penyulang Gondanglegi

Data rekapitulasi dibawah ini adalah data trafo per tiang pada penyulang gondanglegi yang diperoleh dari hasil survey di PLN Rayon Gondanglegi Kabupaten Malang.

Tabel 3.1 Data Trafo Tiang Penyulang Gondanglegi

| KODE GRD | KAPASITAS TRAFO (KVA) | ALAMAT | TEGANGAN | | COS Q |
|----------|-----------------------|---------------------------|-------------|---------------|-------|
| | | | PRIMER (kV) | SKUNDE R (kV) | |
| 173 | 150 | JL TRUNOJOYO | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 330 | 160 | PT GUNUNG MAS | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 189 | 100 | DS PENJALINAN GDL | 20 | 0.38 | 0.94 |
| 587 | 100 | SAPINDO PENJALINAN | 20 | 0.38 | 0.92 |
| 174 | 150 | DK PENJALINAN GDL | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 3 | 100 | DS SUKOSARI GDL | 20 | 0.38 | 0.94 |
| 607 | 100 | DS SUKOSARI (PUPUK) | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 41 | 160 | DS PANGGUNGREJO | 20 | 0.38 | 0.96 |
| 94 | 100 | DK BOTO PANGGUNGREJO | 20 | 0.38 | 0.96 |
| 39 | 150 | DS KARANGSUKO | 20 | 0.38 | 0.96 |
| 14 | 25 | PT SARI TANI GDL | 20 | 0.38 | 0.91 |
| 40 | 250 | DS KARANGSUKO | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 608 | 100 | JL RAYA PENJALINAN | 20 | 0.38 | 0.92 |
| 523 | 100 | JL DR WAHIDIN GONDANGLEGI | 20 | 0.38 | 0.96 |
| 78 | 150 | DS BANJAREJO 1 GDL | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 33 | 150 | DS BANJAREJO GDL 2 | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 571 | 150 | DS BANJAREJO GDL 3 | 20 | 0.38 | 0.92 |
| 183 | 100 | DS BANJAREJO PAGELARAN | 20 | 0.38 | 0.91 |
| 74 | 200 | DS PAGELARAN | 20 | 0.38 | 0.94 |
| 472 | 75 | KUD PAGELARAN | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 76 | 100 | DS SUWARU | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 312 | 100 | DS KADEMANGAN 1 | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 77 | 100 | DS KADEMANGAN 2 | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 524 | 160 | DS KADEMANGAN 3 | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 25 | 160 | DS KADEMANGAN 4 | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 75 | 160 | DK MENTARAMAN PAGELARAN | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 159 | 100 | DS SBR GEMPOL PAGELARAN | 20 | 0.38 | 0.95 |
| 160 | 150 | DS GUNUNG PANDAK | 20 | 0.38 | 0.95 |

| | | | | | |
|-----|-----|-----------------------|----|------|------|
| 585 | 160 | DS SBR BUTUH BALEARJO | 20 | 0.38 | 0.94 |
| 601 | 160 | DS SBR BUTUH BALEARJO | 20 | 0.38 | 0.94 |
| 161 | 160 | DS BALEARJO GDL | 20 | 0.38 | 0.96 |
| 37 | 250 | DS KANIGORO | 20 | 0.38 | 0.96 |
| 38 | 100 | DS JAMBE GEDE | 20 | 0.38 | 0.92 |
| 506 | 100 | DS KANIGORO PAGELARAN | 20 | 0.38 | 0.94 |
| 36 | 160 | DS NGIPIK | 20 | 0.38 | 0.97 |
| 563 | 160 | DS BRONGKAL | 20 | 0.38 | 0.91 |
| 35 | 160 | DS BRONGKAL 2 | 20 | 0.38 | 0.91 |
| 485 | 25 | PERUM BANJAREJO | 20 | 0.38 | 0.91 |

Data Trafo Tiang Penyulang Gondanglegi diatas merupakan hasil survey di PLN Rayon Gondanglegi Kabupaten Malang yang akan dilakukan analisis menggunakan *software ETAP power Station*.

3.2.5 Data Saluran Penyulang Gondanglegi

Pada umumnya kawat penghantar untuk saluran udara terbuat dari tembaga atau *aluminium* yang umumnya berbentuk *stranded* (kecuali untuk ukuran-ukuran kecil). Berikut data saluran penyulang Gondanglegi.

Tabel 3.2

Data saluran penyulang Gondanglegi

| JENIS HANTARAN | PJG HANTARAN (km) | PENGHUBUNG | |
|-------------------|-------------------------|------------|-----------|
| | | DARI BUS | KE BUS |
| A3CS 3 x 150 | 7 | Bus 1 | Bus 4 |
| A3CS 3 x 150 | 39 | Bus 5 | Bus 15 |
| A3CS 3 x 150 | 45 | Bus 32 | Bus 46 |
| A3CS 3 x 110 | 26 | Bus 5 | Bus 7 |
| A3CS 3 x 110 | 30 | Bus 11 | Bus 12 |
| A3CS 3 x 110 | 21 | Bus 23 | Bus 28 |

| | | | |
|-------------|----|--------|--------|
| A3CS 3 x 70 | 42 | Bus 17 | Bus 19 |
| A3CS 3 x 70 | 25 | Bus 15 | Bus 18 |
| A3CS 3 x 70 | 35 | Bus 5 | Bus 7 |
| A3CS 3 x 70 | 37 | Bus 26 | Bus 28 |
| A3CS 3 x 35 | 28 | Bus 32 | Bus 36 |
| A3CS 3 x 35 | 47 | Bus 38 | Bus 40 |
| A3CS 3 x 35 | 20 | Bus 34 | Bus 42 |
| A3CS 3 x 50 | 34 | Bus 15 | Bus 23 |
| A3CS 3 x 50 | 36 | Bus 15 | Bus 30 |

Dalam upaya menyalurkan tenaga listrik, pada penyulang gondanglegi menggunakan penghantar jenis A3C 3 x 150 mm², A3C 3 x 110 mm², A3C3 x 35, A3C 3 x 50 mm², A3C 3 x 70 mm². *All Aluminium Alloy Conductor* (A3C atau AAAC) merupakan kawat penghantar yang seluruhnya terbuat dari campuran *aluminium* dan umumnya dipakai sebagai saluran distribusi.

3.2.6 Data Pengukuran Beban Penyulang Gondanglegi

Data pengukuran beban keseluruhan pada penyulang Gondanglegi, diambil dari beban puncak pada Bulan Maret 2015 sebesar 21 MW. Dikarenakan kalkulasi beban yang diperoleh dari survey data hanya beban keseluruhan, maka untuk pembebanan di tiap trafo diambil sebesar 80% dari kapasitas trafo.

Tabel 3.3
Data Pembebanan Trafo Penyulang Gondanglegi

| KODE GRD | ALAMAT | KAPASITAS TRAFO (KVA) | PEMBEBANA TRAFO (kVA) |
|----------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 173 | JL TRUNOJOYO GDL KL | 150 | 120 |
| 330 | PT GUNUNG MAS GDL | 160 | 128 |
| 189 | DS PENJALINAN GDL | 100 | 80 |

| | | | |
|-----|---------------------------|-----|-----|
| 587 | SAPINDO PENJALINAN GDL KL | 100 | 80 |
| 174 | DK PENJALINAN GDL KL | 150 | 120 |
| 3 | DS SUKOSARI GDL | 100 | 80 |
| 607 | DS SUKOSARI (PUPUK) | 100 | 80 |
| 41 | DS PANGGUNGREJO GDL | 160 | 128 |
| 94 | DK BOTO PANGGUNGREJO | 100 | 100 |
| 39 | DS KARANGSUKO GDL | 150 | 120 |
| 14 | PT SARI TANI GDL | 25 | 20 |
| 40 | DS KARANGSUKO GDL | 250 | 200 |
| 608 | JL RAYA PENJALINAN | 100 | 80 |
| 523 | JL DR WAHIDIN GONDANGLEGI | 100 | 80 |
| 78 | DS BANJAREJO 1 GDL | 150 | 120 |
| 33 | DS BANJAREJO GDL 2 | 150 | 120 |
| 571 | DS BANJAREJO GDL 3 | 150 | 120 |
| 183 | DS BANJAREJO PAGELARAN | 100 | 80 |
| 74 | DS PAGELARAN | 200 | 160 |
| 472 | KUD PAGELARAN | 75 | 60 |
| 76 | DS SUWARU | 100 | 80 |
| 312 | DS KADEMANGAN 1 | 100 | 80 |
| 77 | DS KADEMANGAN 2 | 100 | 80 |
| 524 | DS KADEMANGAN 3 | 160 | 128 |
| 25 | DS KADEMANGAN 4 | 160 | 128 |
| 75 | DK MENTARAMAN PAGELARAN | 160 | 128 |
| 159 | DS SBR GEMPOL PAGELARAN | 100 | 80 |
| 160 | DS GUNUNG PANDAK GDL | 150 | 120 |
| 585 | DS SBR BUTUH BALEARJO | 160 | 128 |
| 601 | DS SBR BUTUH BALEARJO | 160 | 128 |
| 161 | DS BALEARJO GDL | 160 | 128 |
| 37 | DS KANIGORO | 250 | 200 |
| 38 | DS JAMBE GEDE | 100 | 80 |
| 506 | DS KANIGORO PAGELARAN | 100 | 80 |
| 36 | DS NGIPIK | 160 | 128 |
| 563 | DS BRONGKAL | 160 | 128 |
| 35 | DS BRONGKAL 2 | 160 | 128 |
| 485 | PERUM BANJAREJO | 25 | 20 |

Data pembebanan trafo Penyulang Gondanglegi diatas diambil sebesar 80% dari kapasitas trafo, karena jika diambil 100% masing-masing trafo takut terjadi kelebihan daya sehingga mengakibatkan kerusakan pada trafo.

3.3 Nilai Keandalan (*Reliability*) Komponen

Dalam penginputan data kedalam program, tiap komponen distribusi memiliki nilai keandalan (*reliability*). Nilai keandalan yang sudah dimasukkan sesuai dengan data gangguan yang ada pada penyulang Gondanglegi. Berikut angka keluar komponen :

Tabel 3.4

Perkiraan Angka Keluar Komponen Sistem Distribusi
SPLN 59 : 1985

| Komponen | Angka Keluar *) |
|--|------------------|
| Saluran udara | 0,2/km/tahun |
| Kabel Saluran bawah tanah | 0,07/km/tahun |
| Pemutus tenaga | 0,004/unit/tahun |
| Sakelar beban | 0,003/unit/tahun |
| Sakelar pisah | 0,003/unit/tahun |
| Penutup balik | 0,005/unit/tahun |
| Penyambunga kabel | 0,001/unit/tahun |
| Trafo distribusi | 0,005/unit/tahun |
| Pelindung jaringan | 0,005/unit/tahun |
| Rel tegangan rendah (untuk system spot network) | 0,001/unit/tahun |

*) Satuan dalam kali/km/tahun atau kali/unit/tahun.

Tabel 3.5

Waktu Operasi Kerja dan Pemulihan Pelayanan

| | Operasi Kerja | Waktu/Jam |
|---|--|-----------|
| 1 | Menerima panggilan adanya pemadaman dan waktu yang dibutuhkan untuk perjalanan ke GI | 0,5 |

| | | |
|----|--|-------|
| 2 | Menerima panggilan adanya pemadaman dan waktu yang dibutuhkan untuk perjalanan ke alat penutup kembali | 1,0 |
| 3 | waktu yang dibutuhkan untuk sampai dari satu gardu ke gardu berikutnya | 0,16 |
| 4 | Waktu yang dibutuhkan untuk sampai dari satu gardu ke gardu berikutnya untuk sistem spot network | 0,2 |
| 5 | Waktu yang dibutuhkan untuk memeriksa indikator gangguan (hanya untuk sistem spindle) | 0,083 |
| 6 | Waktu yang dibutuhkan untuk membuka/menutup pemutus tenaga atau penutup kembali | 0,25 |
| 7 | Waktu yang dibutuhkan untuk membuka/menutup sakelar beban atau sakelar pisah | 0,15 |
| 8 | Waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kawat penghantar udara | 3 |
| 9 | Waktu yang dibutuhkan untuk mencari lokasi gangguan pada kabel bawah tanah | 5 |
| 10 | Waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki kabel saluran bawah tanah | 10 |
| 11 | Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti /memperbaiki pemutus tenaga, sakelar beban, penutup kembali atau sakelar pisah | 10 |
| 12 | Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti penyambung kabel (bulusan) untuk kabel yang berisolasi kertas | 15 |
| 13 | Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti trafo distribusi | 10 |
| 14 | Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti pelindung jaringan | 10 |
| 15 | Waktu yang dibutuhkan untuk mengganti/memperbaiki bus tegangan rendah | 10 |

Tabel di atas merupakan contoh nilai keandalan pada tiap komponen yang akan *inputkan* dengan menggunakan software ETAP Power Station dimana

masing-masing komponen memiliki angka keluaran serta lamanya waktu kegagalan dan perbaikan.

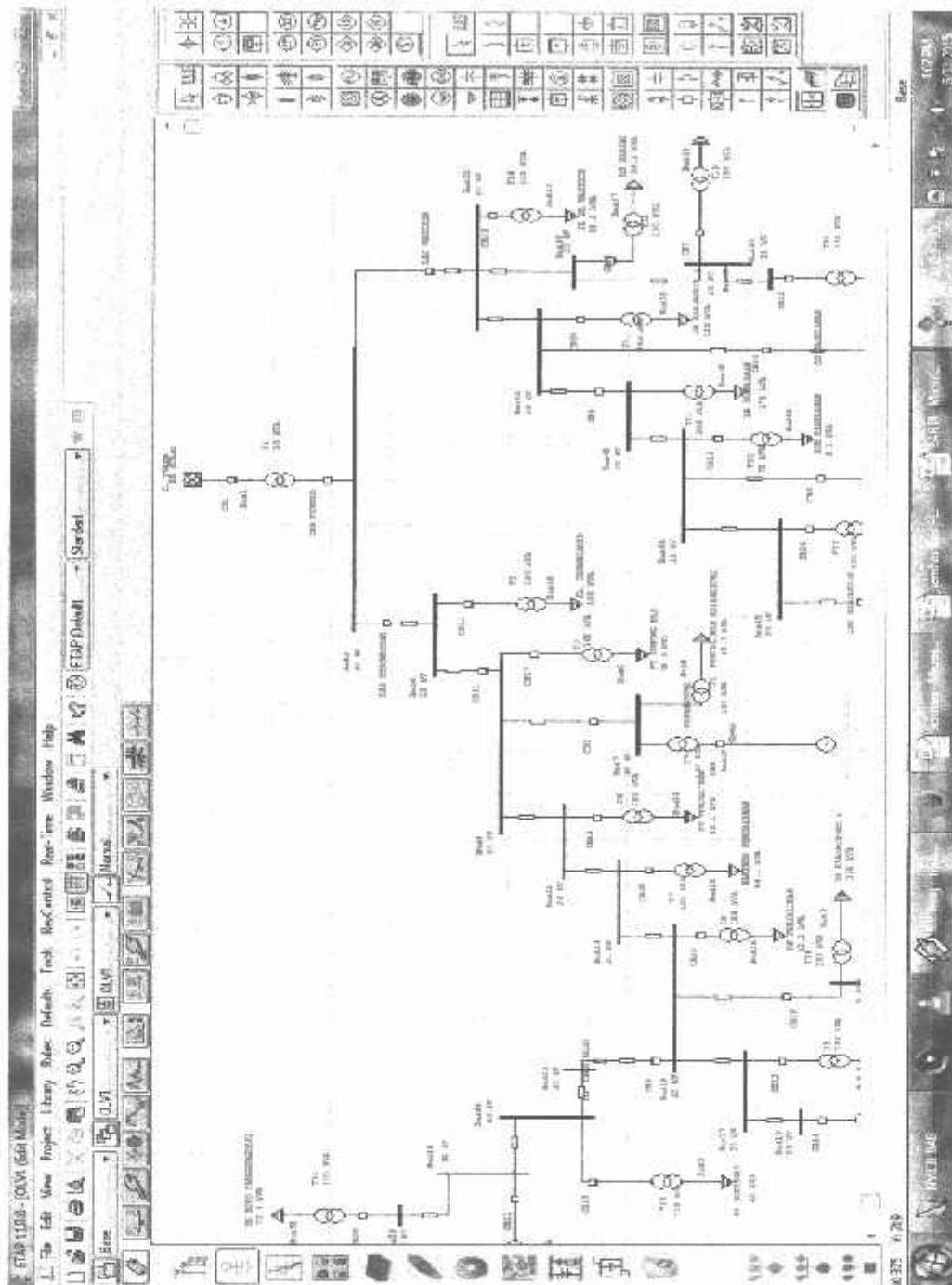
3.4 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Sumber Maron terletak di desa Karangsono Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang. Pembangunan PLTMH Sumber Maron dilaksanakan tahun 2011. Dibangun atas kerja sama Badan Pengelola Sarana Air Bersih & Sanitasi (BP.SAP & S) Desa Karangsono kecamatan Pagelaran dengan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang. Didukung oleh pendanaan (hibah) *Australian Aid* dibawah *World Sanitation Program (WSP)* PBB bekerja sama dengan Pemerintah Indonesia (Bappenas).

Bangunan pengambilan Kecamatan Pagelaran Kabupaten Malang dengan debit pembangkit $0,70 \text{ m}^3/\text{det}$, tinggi jatuh efektif 5,60 m, daya yang terbangkit 35 kW. Manfaat langsung dari PLTMH Sumber Maron dimanfaatkan untuk suplai listrik pompa air di jaringan Air Bersih yang dikelola oleh BP. SAB. & S Desa Karangsono. Suplai listrik dari PLTMH Sumber Maron akan mampu meningkatkan penyediaan listrik dan air bersih kurang lebih 150 % mampu mengurangi biaya / rekening listrik PLN secara signifikan.

3.5 Langkah Kerja Simulasi dan Analisa menggunakan *Software ETAP Power Station*

Langkah kerja selanjutnya adalah membuat program *Load Flow* dan menjalankan simulasi dengan menggunakan *Software ETAP Power Station* menggunakan metode *Newton Raphson* untuk menganalisa terinterkoneksinya pembangkit terdistribusi (DG) pada penyulang Gondanglegi. Langkah awal dalam menjalankan simulasi ini terlebih dahulu dengan menggambar single line diagram sistem penyulang Gondanglegi menggunakan *Software ETAP Power Station* yang kemudian dilanjutkan memasukkan data-data hasil survey. Adapun data yang dimasukkan antar lain : data trafo pembangkitan, data saluran, data trafo pengukuran per tiang, data beban, spesifikasi generator PLTMH Sumber Maron.



Gambar 3.2

Single Line Penyulang Gondanglegi menggunakan ETAP Power Station

Pada gambar *single line* diatas ketika kita *running loadflow* maka, kita dapat mengetahui kondisi tegangan pada penyulang Gondanglegi apakah kondisi tegangan pada penyulang tersebut baik atau tidak baik. Jika kondisi tegangan pada penyulang Gondanglegi kurang baik atau tidak baik *Distributed Generation (DG)* berfungsi memperbaiki profil tegangan tersebut. Selain mengetahui kondisi tegangan, juga dapat kita *running reliability assessment* untuk mengetahui nilai SAIDI dan SAIFI pada penyulang Gondanglegi. Ketika terinterkoneksi *Distributed Generation (DG)* penyulang Gondanglegi juga berfungsi meningkatkan keandalan sistem distribusi tersebut ketika terjadi gangguan.

Power Grid Editor - GI TUREN

Info Rating Short.Circuit Harmonic Reliability Energy Price Remarks Comment

70 kV Swing

Rated kV 70 Balanced Unbalanced

| | Gen. Cat | %V | Vangle | MW | Mvar | %PF | Qmax | Qmin |
|----|-------------|-----|--------|----|------|-----|------|------|
| 1 | Design | 100 | 0 | | | | | |
| 2 | Normal | 100 | 0 | | | | | |
| 3 | Shutdown | 100 | 0 | | | | | |
| 4 | Emergency | 100 | 0 | | | | | |
| 5 | Standby | 100 | 0 | | | | | |
| 6 | Startup | 100 | 0 | | | | | |
| 7 | Accident | 100 | 0 | | | | | |
| 8 | Summer Load | 100 | 0 | | | | | |
| 9 | Winter Load | 100 | 0 | | | | | |
| 10 | Gen Cat 10 | 100 | 0 | | | | | |

Operating

| % V | Vangle | MW | Mvar |
|-----|--------|-------|-------|
| 100 | 0 | 1.542 | 0.506 |

GI TUREN

OK Cancel

Gambar 3.3

Input Data Grid

Data diatas merupakan data *Grid* yang diinputkan ke *software ETAP Power Station* dimana kapasitas *Grid* tersebut sebesar 70 kv yang merupakan supply dari Gardu Induk Turen yang kemudian *distep-down*kan menjadi 20 kv ke masing-masing penyulang salah satunya penyulang Gondanglegi Malang.

Power Grid Editor - GI TUREN

Info Rating Short Circuit Harmonic Reliability Energy Price Remarks Comment

70 kV Swing

Reliability Parameters

λ_A 0.643 Failure/yr

μ 876 Repair/yr MTTF 1.6 yr

FOR 7.3348E-4 MTTR 10 hr

Library

Library ...

Source

IEEE Std493-1997

Type

Power Supplies

Class

All

Replacement

Available

r_p 0 hr

Alternative Supply

Switching Time

1 hr

GI TUREN

OK Cancel

Gambar 3.4

Input Data Reliability Grid

Data *Reliability Grid* merupakan data keandalan tiap komponen yang diinputkan ke *software ETAP Power Station* dimana angka keluaran serta lamanya kegagalan dan waktu perbaikan mengikuti data yang telah survey pada PLN rayon Gondanglegi.

Transmission Line Editor - Line1

| Protection | Sag & Tension | Ampacity | Reliability | Remarks | Comment |
|------------------|---------------|----------------------|-------------|---------------------|-----------|
| Info | Parameter | Configuration | Grouping | Earth | Impedance |
| Pirelli | 50 Hz | T1 20 °C T2 75 °C | Code | 158 mm ² | |
| AAAC | | | KRYPTON | 19 Strands | |
| Phase Conductor | | | | | |
| Conductor Type | R-T1 (20 °C) | R-T2 (75 °C) | Xa | Conductor Lib... | |
| AL | 0.189 | 0.231 | 0.245 | ohms per 1 km | |
| Outside Diameter | GMR | | Xa' | Conductor Lib... | |
| 1.63 cm | 0.00616 m | | 0.207 | megohms per 1 km | |
| Ground Wire | | | | | |
| Conductor Type | R-T1 (20 °C) | R-T2 (75 °C) | Xa | Ground Wire Lib... | |
| CU | 0 | 0 | 0 | ohms per 1 mile | |
| Outside Diameter | GMR | | Xa' | Cond. Wire Lib... | |
| 0 in | 0 ft | | 0 | megohms per 1 mile | |

Line1

Library Quick Pick - Transmission Line (Phase Conductor)

Unit System: Metric | Frequency: 50 | Conductor Type: AAAC | Size: mm²

Source Name:

- Pirelli/AC
- Pirelli/GZ
- Pirelli-AACSR/AC
- Pirelli-AACSR/GZ

Temperature:

| Base T1 | Base T2 | Ta | Tc |
|---------|---------|----|----|
| 30 | 75 | 35 | 75 |

Impedance Unit: 1 km

| Code | Size | Strands |
|----------|------|---------|
| CHLORINE | 34.4 | 7 |
| FLOURINE | 49.5 | 7 |
| HELIUM | 77.3 | 7 |
| HYDROGEN | 111 | 7 |
| IODINE | 124 | 7 |
| KRYPTON | 158 | 19 |

Buttons: Help, OK, None, Cancel

Gambar 3.5

Input Data Line / Penghantar 20 kV

Data diatas merupakan data saluran 20 kv yang digunakan pada penyulang Gondanglegi. Pada saluran 20 kv penyulang Gondanglegi menggunakan saluran udara terbuat dari tembaga atau *aluminium*. Seperti data yang telah diinputkan pada *software ETAP Power Station* diatas penghantar jenis A3C 3 x 150 mm², A3C 3 x 110 mm², A3C3 x 35, A3C 3 x 50 mm², A3C 3 x 70 mm². *All Aluminium Alloy Conductor* (A3C atau AAAC).

Transmission Line Editor - Line1

| Info | Parameter | Configuration | Grouping | Earth | Impedance |
|------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|---------|---------------------|
| Protection | Sag & Tension | Capacity | Reliability | Remarks | Comment |
| Pirelli | | T1 20 °C | Code | | 158 mm ² |
| AAAC | 50 Hz | T2 75 °C | KRYPTON | | 19 Strands |
| Reliability Parameters | | | Library | | |
| λ_A | 0.0246 Failure/yr | per km | | Library | |
| λ_P | 0.0246 Failure/yr | | | Source | IEEE Std493-1997 |
| μ | 2920 Repair/yr | | | Type | Open Wire |
| FOR | 1.6849E-5 | MTTF | 20.3 yr | Class | >15kV |
| | | MTTR | 3 hr | | |
| Replacement | | Alternative Supply | | | |
| <input type="checkbox"/> Available | | Switching Time | | | |
| ρ | 3 hr | 1 hr | | | |

Line1

OK Cancel

Gambar 3.6

Input Data Reliability Line / Penghantar 20 kV

Data *Reliability Line* atau data keandalan penghantar merupakan data keandalan tiap komponen yang diinputkan ke *software ETAP Power Station* dimana angka keluaran serta lamanya kegagalan dan waktu perbaikan mengikuti data yang telah survey pada PLN rayon Gondanglegi. Karena keandalan tiap komponen berbeda-beda tergantung gangguan yang terjadi pada penyulang Gondanglegi dan tiap daerah tersebut.

2-Winding Transformer Editor - KARANGSUKO

| Reliability | | Remarks | | | | Comment | |
|--|----------------------------------|------------------------------------|-----|------------------------------------|-----------|---|------------|
| Info | Rating | Impedance | Tap | Grounding | Sizing | Protection | Harmonic |
| 250 kVA IEC Liquid-Fill Other 65 C | | | | | | | 20 0.38 kV |
| Voltage Rating | | | | | Bus kVnom | Z Base | |
| Prim. | kV 20 | FLA 7.217 | | | 20 | kVA 250 | |
| Sec. | 0.38 | 379.8 | | | 0.38 | | |
| | | Other 65 | | | | | |
| Power Rating | | | | | | Alert - Max | |
| <input type="text" value="kVA"/> | | | | | | kVA | |
| Rated | 250 | | | | | 250 | |
| | Other 65 | | | | | <input type="radio"/> Derated kVA | |
| Derated | <input type="text" value="250"/> | | | | | <input checked="" type="radio"/> User-Defined | |
| | | | | | | Installation | |
| | | | | | | Altitude | |
| | | | | | | 3300 ft | |
| | | | | | | Ambient Temp | |
| | | | | | | 30 °C | |
| | | MFR | | | | | |
| Type / Class | | Sub Type | | Class | | Temp Rise | |
| Type | | | | | | | |
| <input type="text" value="Liquid-Fill"/> | | <input type="text" value="Other"/> | | <input type="text" value="Other"/> | | <input type="text" value="65"/> | |

Gambar 3.7

Input Data Trafo

Data diatas merupakan data trafo beban pada penyulang Gondanglegi. Data trafo diatas merupakan salah satu trafo yang berlokasi di desa Karangsono yang berkapasitas 250 kva, dikarenakan dekat dengan DG kita ambil contoh sebagai *inputan* data pada *software ETAP Power Station* juga merupakan titik yang kita analisis dalam skripsi ini.

2-Winding Transformer Editor - KARANGSUKO

| Info | Rating | Impedance | Tap | Grounding | Sizing | Protection | Harmonic |
|------------------------------------|--------|------------|------|--------------------|--------|------------------|----------|
| Reliability | | | | | | | |
| 100 kVA IEC Liquid-Fill Other 65 C | | | | | | 20 | 0.38 kV |
| Reliability Parameters | | | | Library | | | |
| λ_A | 0.005 | Failure/yr | | | | | |
| λ_P | 0.013 | Failure/yr | | | | | |
| μ | 876 | Repair/yr | MTTF | 55.6 | yr | Source | |
| FOR | 2E-5 | | MTTR | 10 | hr | IEEE Std493-1997 | |
| Replacement | | | | Alternative Supply | | | |
| <input type="checkbox"/> Available | | | | Switching Time | | | |
| r_p | 10 | hr | | 1 | hr | Type | |
| | | | | | | LqdFill >15kV | |
| | | | | | | Class | |
| | | | | | | >15kV | |

KARANGSUKO

OK Cancel

Gambar 3.8

Input Data Reliability Trafo

Data *Reliability* trafo merupakan data keandalan komponen trafo yang diinputkan ke *software ETAP Power Station*. Dimana data yang dimasukkan data keandalan trafo desa Karangsuiko yang dilakukan analisis peningkatan indeks keandalan SAIDI dan SAIFI. Sehingga dapat diketahui nilai SAIDI dan SAIFI tersebut apakah meningkat semakin baik.

Static Load Editor - JL PENJALINAN KARANGSUKO

Info Loading Cable/Vd Cable Amp Harmonic Reliability Remarks Comment

1 73.732 kW 31.41 kvar 0.38 kV Cable Info not available

Ratings

| kV | kVA | kW | kvar | % PF | Amps | Grounding |
|------|--------|--------|-------|------|-------|-----------|
| 0.38 | 80.144 | 73.732 | 31.41 | 92 | 121.8 | |

Calculator...

Loading

| | Loading Category | % Loading | Load | | Feeder Loss | |
|----|------------------|-----------|-------|-------|-------------|------|
| | | | kW | kvar | kW | kvar |
| 1 | Design | 100 | 73.73 | 31.41 | 0 | 0 |
| 2 | Normal | 100 | 73.73 | 31.41 | 0 | 0 |
| 3 | Break | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Winter Load | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Summer Load | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | FL Reject | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Emergency | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | Shutdown | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | Accident | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | Backup | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Operating Load: $\sqrt{71.866 \text{ kW} + j 30.615 \text{ kvar}}$

JL PENJALINAN KARANGSUKO

OK Cancel

Gambar 3.9

Input Data Beban

Data diatas merupakan data beban pada penyulang Gondanglegi. Data beban diatas merupakan data beban yang dibangkitkan oleh trafo desa Karangsuiko. Sehingga diinputkan data pada *software ETAP Power Station* yang merupakan titik yang kita analisis.

Static Load Editor - JL PENJALINAN KARANGSUKO

| Info | Loading | Cable/Vd | Cable Amp | Harmonic | Reliability | Remarks | Comment |
|------------------------|------------------------------------|------------|-------------|-------------------|-------------|---------|--------------------------|
| 1 | 73.732 kW | 31.41 kvar | 0.38 kV | | | | Cable info not available |
| Reliability Parameters | | | | Library | | | |
| λ_A | 0.02 | Failure/yr | | | | | Library... |
| μ | 876 | Repair/yr | MTTF | 50 | yr | | |
| FOR | 2.2831E-5 | | MTTR | 10 | hr | Source | |
| Replacement | | | | Interruption Cost | | | |
| | <input type="checkbox"/> Available | | | | | Type | |
| r_p | 10 | hr | Load Sector | none | | Class | |

Gambar 3.10

Input Data Reliability Beban

Data *Reliability* beban merupakan data keandalan beban yang diinputkan ke *software ETAP Power Station*. Dimana data yang dimasukkan juga data keandalan beban desa Karangsono.

Synchronous Generator Editor - PLTMH SUMBER MARON

| PSS | Harmonic | Protection | Reliability | Fuel Cost | Remarks | Comment | | |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------------|----------|------|
| Info | Rating | Capability | Imp/Model | Grounding | Inertia | Exciter | Governor | |
| 0.38 kV 35 kW Swing | | | | | | | | |
| Rating | | | | | | | | |
| <input type="text" value="kW"/> | <input type="text" value="kV"/> | <input type="text" value="% PF"/> | <input type="text" value="kVA"/> | <input type="text" value="% Eff"/> | <input type="text" value="Poles"/> | | | |
| <input type="text" value="35"/> | <input type="text" value="0.38"/> | <input type="text" value="35"/> | <input type="text" value="41.176"/> | <input type="text" value="95"/> | <input type="text" value="4"/> | | | |
| <input type="text" value="% of Bus kVnom"/> | | | <input type="text" value="FLA"/> | <input type="text" value="RPM"/> | | | | |
| <input type="text" value="100"/> | | | <input type="text" value="62.56"/> | <input type="text" value="1500"/> | | | | |
| | Gen. Category | % V | Angle | kW | kvar | % PF | Qmax | Qmin |
| 1 | Design | 100 | 0 | | | | | |
| 2 | Normal | 100 | 0 | | | | | |
| 3 | Shutdown | 100 | 0 | | | | | |
| 4 | Emergency | 100 | 0 | | | | | |
| 5 | Standby | 100 | 0 | | | | | |
| 6 | Startup | 100 | 0 | | | | | |
| PrimeMover Rating | | | | Mvar Limits | | | | |
| Continuous | | Peak | | Capability Curve | | Peak kvar | | |
| <input type="text" value="HP"/> | <input type="text" value="kW"/> | <input type="text" value="HP"/> | <input type="text" value="kW"/> | <input type="text" value="User-Defined"/> | | <input type="text" value="25"/> | | |
| <input type="text" value="46.936"/> | <input type="text" value="35"/> | <input type="text" value="46.936"/> | <input type="text" value="35"/> | | | | | |
| Operating Values | | | | | | | | |
| <input type="text" value="% V"/> | | <input type="text" value="Vangle"/> | | <input type="text" value="kW"/> | | <input type="text" value="kvar"/> | | |
| <input type="text" value="100"/> | | <input type="text" value="0"/> | | <input type="text" value="83.288"/> | | <input type="text" value="6.52"/> | | |

Gambar 3.11

Input Data Generator PLTMH Sumber Maron

Data generator PLTMH Sumber Maron merupakan data yang akan diinterkoneksi ke salah satu feeder terdekat dengan kapasitas 35 kW yang difungsikan sebagai *Distributed Generation (DG)* yang berfungsi untuk memperbaiki profil tegangan pada daerah tertentu dan meningkatkan nilai SAIDI dan SAIFI.

High Voltage Circuit Breaker Editor - CB1

Info Rating Reliability Interlock Remarks Comment

20 kV 0.01 sec 0 kA 0 kA

Reliability Parameters

λ_A 0.003 Failure/yr

λ_p 0.0045 Failure/yr

μ 35040 Repair/yr MTTF 133.3 yr

FOR 2.14E-7 MTTR 0.25 hr

Library

Library ...

Source

IEEE Std493-1997

Type

Metalclad

Class

All kV

Replacement

Available

r_p 0.25 hr

Alternative Supply

Switching Time

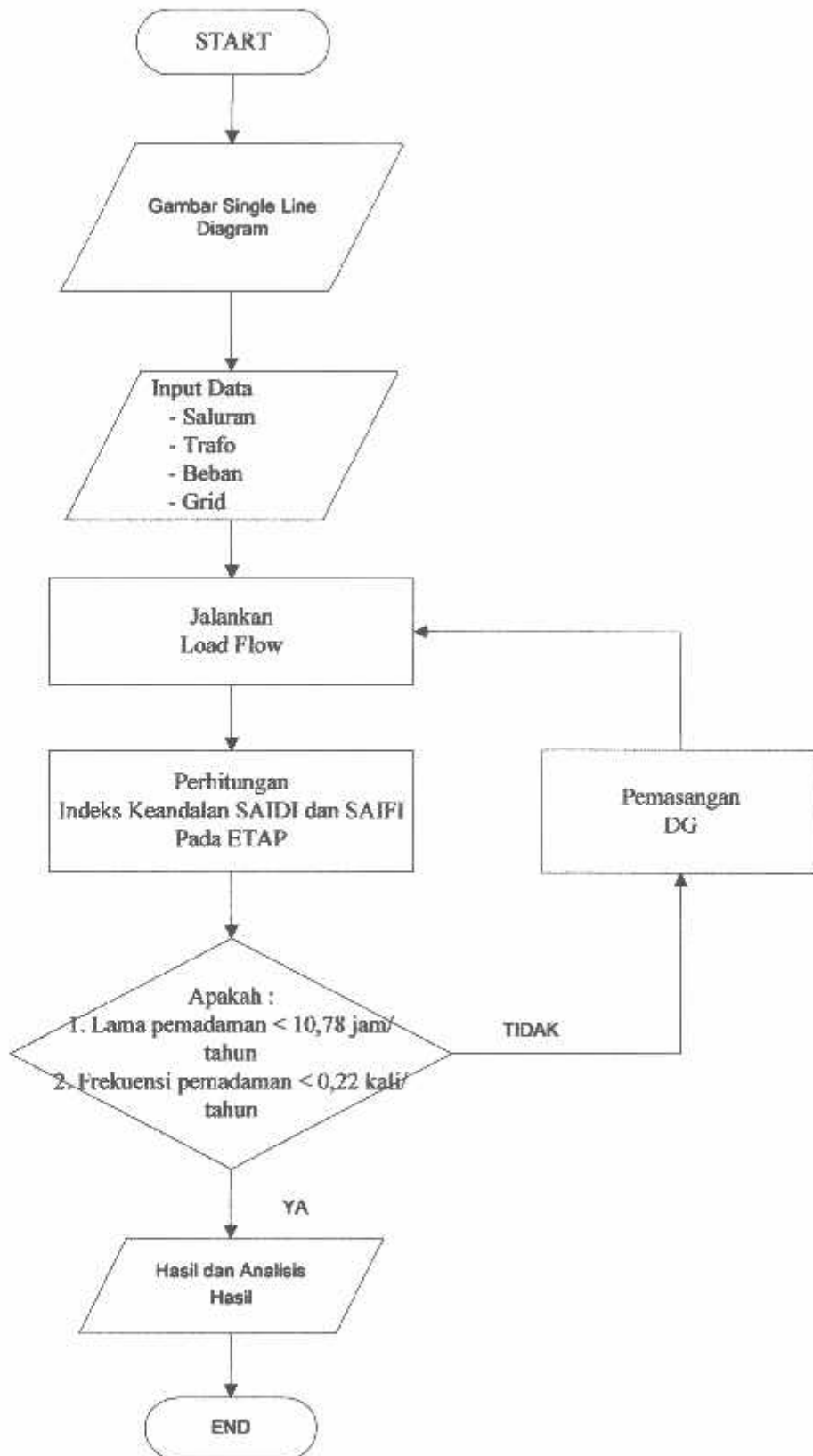
0.25 hr

Gambar 3.12

Input Data Reliability HVCB

Data Reliability HVCB merupakan salah satu data keandalan komponen CB yang diinputkan ke *software ETAP Power Station*. Dimana data yang dimasukkan juga data keandalan CB desa Karangsono.

3.4 Flowchart Langkah Pengerjaan Simulasi menggunakan *Software ETAP* Power Station

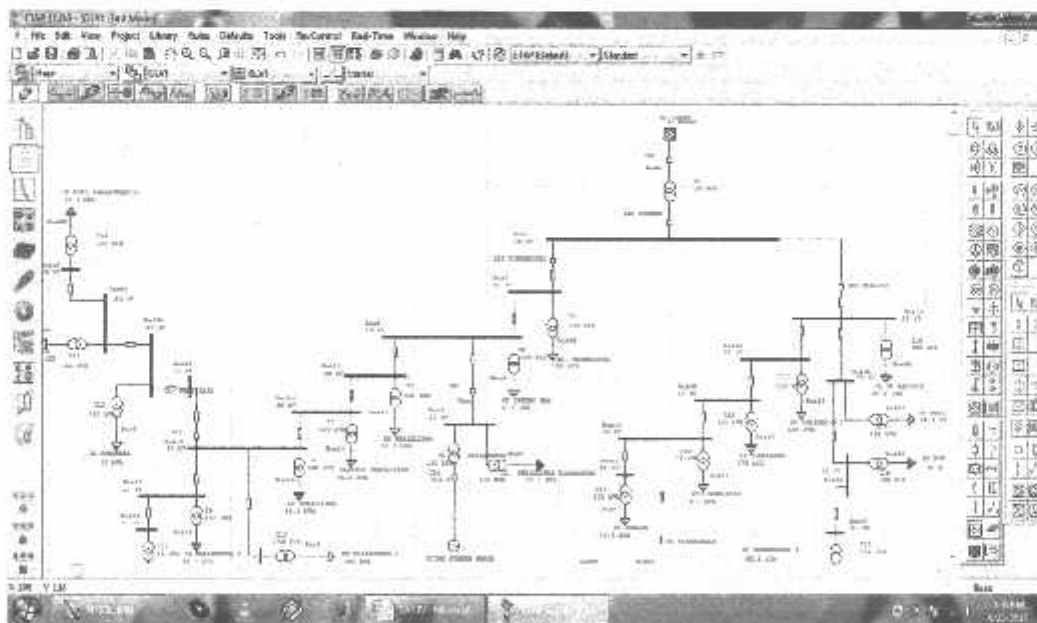


BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemodelan Sistem Distribusi Penyulang Gondanglegi Menggunakan *Software ETAP Power Station*

Pada bab ini dilakukan analisa terhadap pengaruh pembangkit terdistribusi (DG) pada penyulang Gondanglegi menggunakan metode *Newton-Raphson* yang terdapat pada *software ETAP Power station 11.0.0*. dalam analisa ini akan dilihat pengaruh pembangkit terdistribusi (DG) yaitu meliputi, kondisi tegangan sebelum dan sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG), perubahan terhadap nilai SAIDI dan SAIIFI sebelum interkoneksi dan sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG).

Selanjutnya dalam sistem tersebut pada daerah desa Karangsuko jalan raya Penjalinan akan interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG) dan diasumsikan sebagai *swing bus* ketika terjadi pemadaman untuk memperbaiki indeks keandalan SAIDI dan SAIIFI. Sedangkan ketika tidak terjadi pemadaman, pembangkit terdistribusi (DG) di fungsikan untuk memperbaiki profil tegangan. Berikut sistem penyulang Gondanglegi daerah jalan raya penjalinan Karangsuko yang terinterkoneksi pembangkit terdistribusi (DG).

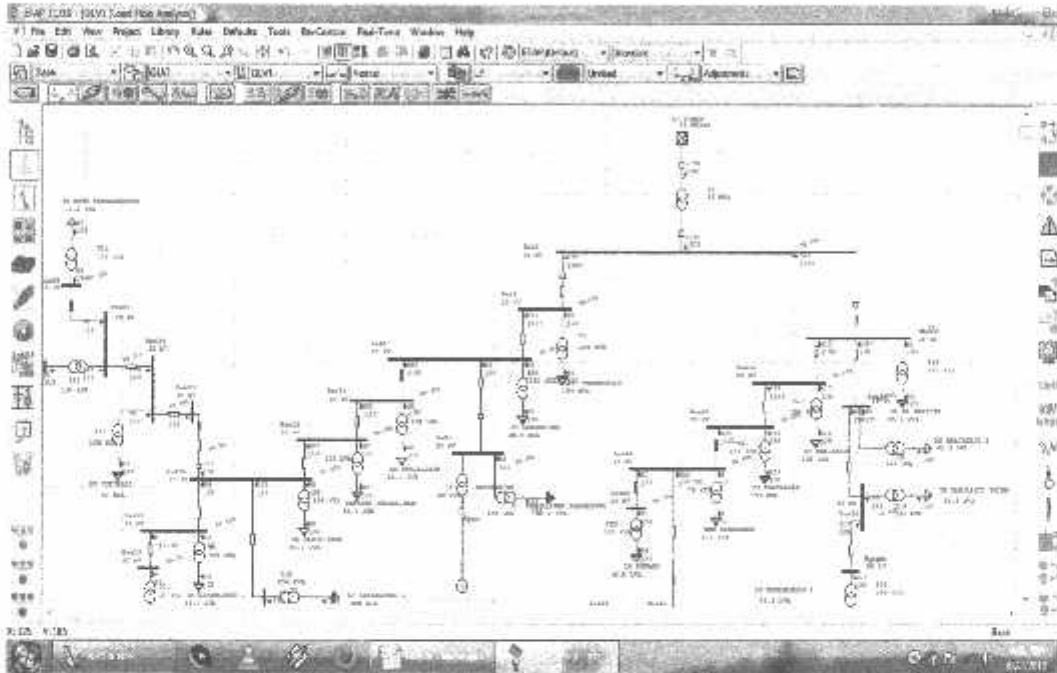


Gambar 4.1

Single line diagram sistem menggunakan *software ETAP Power Station 11.0.0*

4.2 Load Flow Analysis Pada Pemodelan Sistem Distribusi Penyulang Gondanglegi Menggunakan Software ETAP Power Station

Setelah menggambar single line diagram dan menginputkan data-data hasil survey menggunakan ETAP, maka selanjutnya akan melakukan *loadflow analysis* untuk mengetahui profil tegangan sebelum interkoneksi dan sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG).

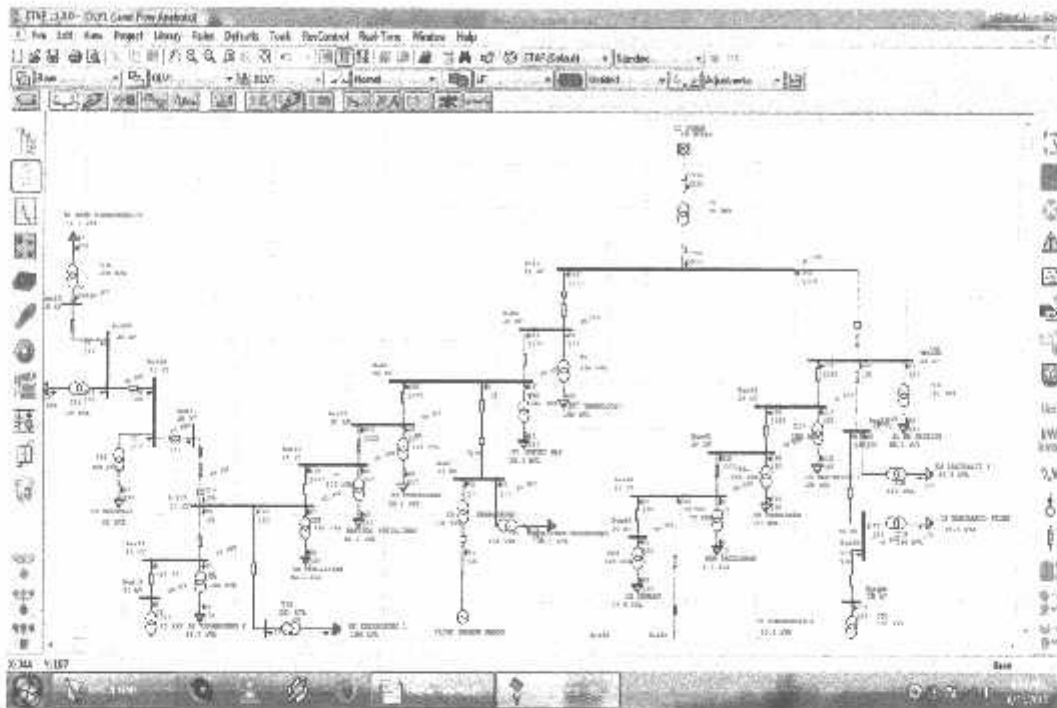


Gambar 4.2

Running Load Flow Analysis Penyulang Gondanglegi sebelum interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG)

Gambar 4.2 diatas merupakan hasil *running load flow analysis* sebelum interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG). Seperti gambar yang sudah ditampilkan diatas profil tegangannya muncul Pada penyulang Gondanglegi akan tersambung dengan pembangkit terdistribusi tenaga mikro hidro yang berada di Desa Karangsuko Kecamatan Pagelaran dengan kapasitas pembangkit 95 kW .

Setelah ditampilkan hasil *running load flow analysis* sebelum interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG), dibawah ini akan ditampilkan gambar hasil *running load flow analysis* sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG) PLTMH Sumber Maron.



Gambar 4.3

Running Load Flow Analysis Penyulang Gondanglegi Sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG).

Pada dasarnya *running load flow analysis* sama, hanya hasil dan kondisi tegangan yang membedakan apakah bertambah atau berkurang.

4.3 Kondisi Tegangan Pada Penyulang Gondanglegi

Pada kondisi tegangan pada penyulang Gondanglegi ini, bisa dilihat dimana tegangan itu dikatakan baik dan dimana tegangan itu tidak baik atau tidak diijinkan. Batas tegangan yang baik atau diijinkan yaitu 0,95 s/d 1,05 dalam satuan per unit (pu). Berikut profil tegangan tegangan hasil *running load flow analysis* sebelum dan sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG).

Tabel 4.3

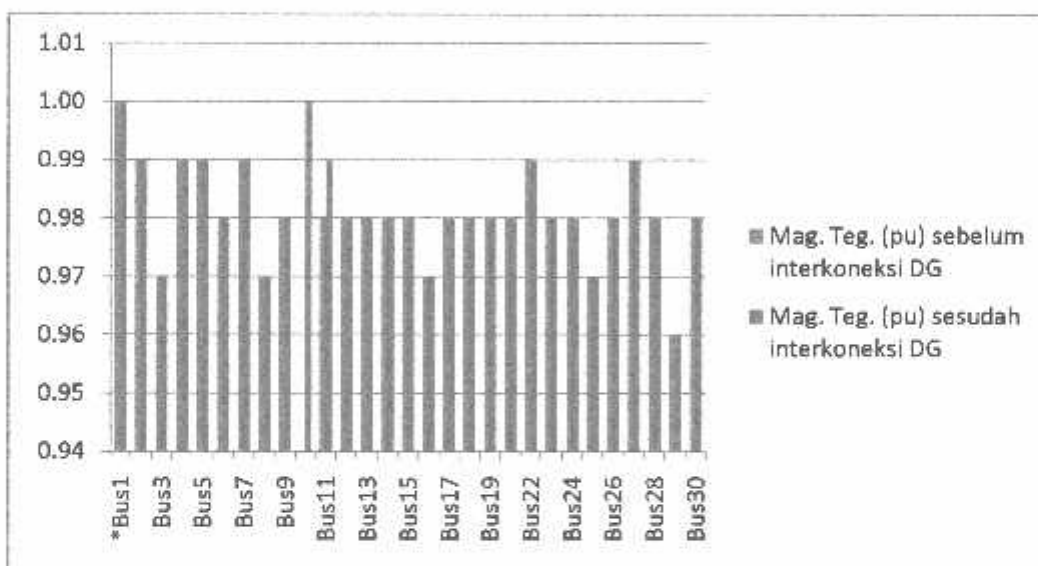
Hasil dan analisa profil tegangan penyulang Gondanglegi sebelum dan sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG)

| Bus ID | Teg. (kV) | Mag. Teg. (pu) sebelum interkoneksi DG | Mag. Teg. (pu) sesudah interkoneksi DG |
|--------|-----------|--|--|
| *Bus1 | 70.000 | 1.00 | 1.00 |
| Bus2 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus3 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus4 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus5 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus6 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus7 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus8 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus9 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| *Bus10 | 0.380 | | 1.00 |
| Bus11 | 20.000 | 0.98 | 0.99 |
| Bus12 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus13 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus14 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus15 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus16 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus17 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus18 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus19 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus20 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus22 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus23 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus24 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus25 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus26 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus27 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus28 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus29 | 0.380 | 0.96 | 0.96 |
| Bus30 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus31 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus32 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus33 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus34 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus35 | 0.380 | 0.96 | 0.96 |

| | | | |
|-------|--------|------|------|
| Bus36 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus37 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus38 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus39 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus40 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus41 | 0.380 | 0.96 | 0.96 |
| Bus42 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus43 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus44 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus45 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus46 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus47 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus48 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus49 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus50 | 0.380 | 0.96 | 0.96 |
| Bus51 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus52 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus53 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus54 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus55 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus56 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus57 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus58 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus59 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus60 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus61 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus62 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus63 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus64 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus65 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus66 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus67 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus68 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus69 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus70 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus71 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |
| Bus72 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus73 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus74 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus75 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus76 | 0.380 | 0.98 | 0.98 |

| | | | |
|-------|--------|------|------|
| Bus77 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |
| Bus78 | 20.000 | 0.98 | 0.98 |
| Bus79 | 20.000 | 0.99 | 0.99 |
| Bus80 | 0.380 | 0.97 | 0.97 |

Pada hasil dan analisa aliran daya telah didapat dimana kondisi tegangan penyulang gondanglegi telah diketahui sesuai tabel 4.3 diatas. Sebelum dan sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi, terdapat perbandingan kondisi tegangan pada bus 11 dimana profil tegangan pada bus tersebut meningkat dari 0,98 p.u menjadi 0,99 p.u dengan diinterkoneksinya pembangkit terdistribusi (DG) yang merupakan dampak yang positif. Berikut grafik perbandingan sebelum dan sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG) :



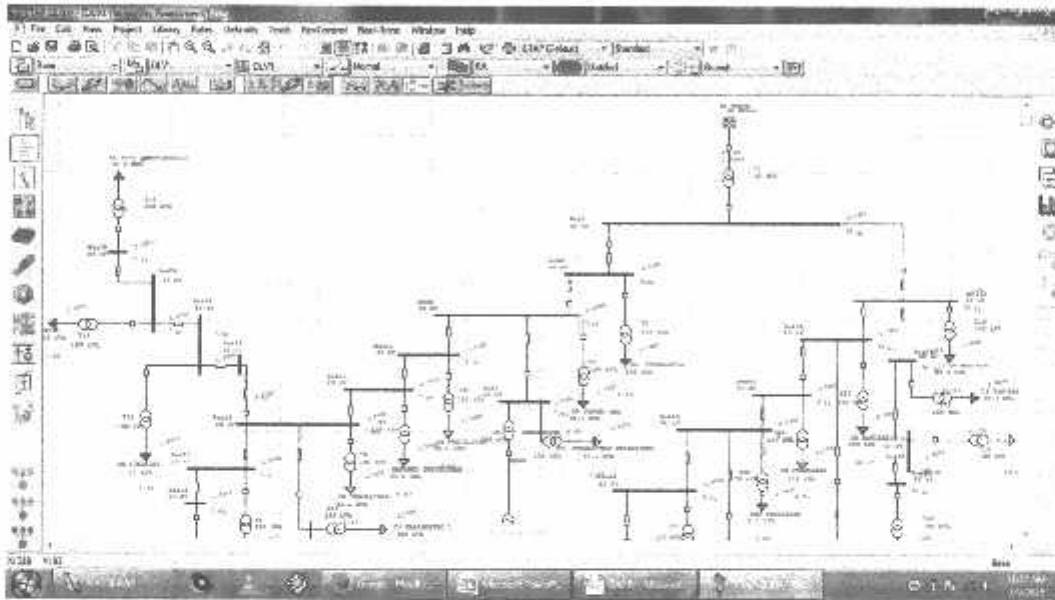
Grafik 4.3

Perbandingan profil tegangan penyulang Gondanglegi sebelum dan sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG)

4.4 Hasil Analisa perhitungan keandalan (*Reliability Assessment*)

Perhitungan keandalan (*Reliability Assessment*) pada *ETAP* merupakan perhitungan indeks keandalan dengan memasukkan data keandalan tiap komponen, gangguan per tahun, dan perbaikan per tahun yang mencakup kegagalan komponen, kegagalan sistem, serta waktu perbaikan yang ada di menu *ETAP*.

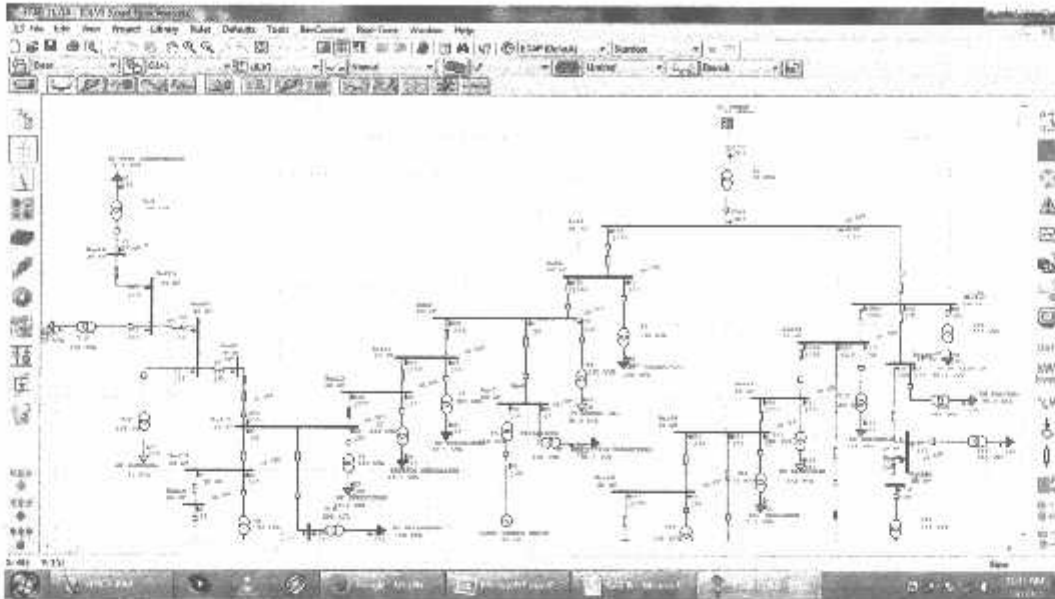
Pada analisa perhitungan keandalan (*reliability assessment*) ini secara otomatis menghitung sendiri pada *software ETAP* sesuai data yang diinputkan pada *reliability* tiap komponen. Selain data *reliability* tiap komponen yang diinputkan, juga data pemadaman, lama pemadaman, perbaikan komponen dll pada penyulang tersebut. Selain hasil aliran daya terjadi perbandingan, hasil *running Reliability Assessment* sebelum dan sesudah interkoneksi juga terjadi perbedaan.



Gambar 4.4

Running Reliability assessment Penyulang Gondanglegi Sebelum interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG).

Sebelum diinterkoneksi pembangkit terdistribusi (DG), nilai SAIDI dan SAIFI pada sistem mengalami penurunan atau melebihi batas target PLN. Maka dari itu, hasil simulasi yang dilakukan akan mendapatkan perbandingan antar sebelum interkoneksi dan sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG).



Gambar 4.5

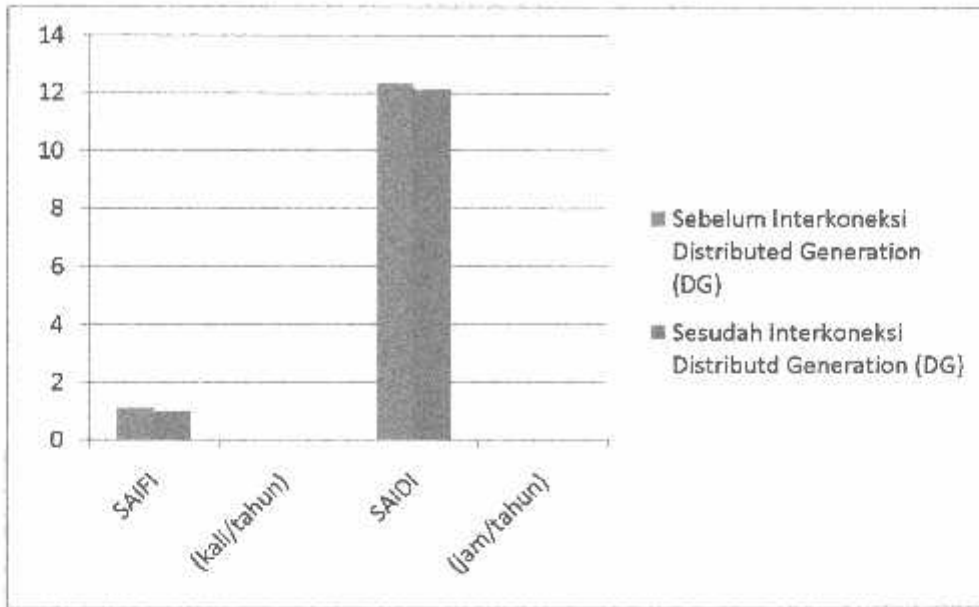
Running Reliability assessment Penyulang Gondanglegi Sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG).

Gambar diatas merupakan hasil simulasi keandalan sesudah interkoneksi pembangkit terdistribusi (DG). Berikut perbandingan hasil *running reliability assessment* :

Tabel 4.4

Perbandingan *Reliability Assessment* SAIDI dan SAIFI sebelum dan sesudah interkoneksi DG

| | Sebelum Inetrkoneksi <i>Distributed Generation (DG)</i> | Sesudah Interkoneksi <i>Distributd Generation (DG)</i> |
|-----------------------|---|--|
| SAIFI (kali/tahun) | 1,1081 | 1,0236 |
| SAIDI (jam/tahun) | 12,3356 | 12,1186 |



Grafik 4.4

Perbandingan *Reliability Assessment* SAIDI dan SAIFI sebelum dan sesudah interkoneksi DG

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa mengenai profil tegangan dan keandalan sistem yang diinterkoneksi dengan pembangkit terdistribusi (DG), maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada profil tegangan sebelum diinterkoneksi pembangkit terdistribusi (DG) profil tegangan penyulang gondanglegi mendapat perbandingan yaitu pada bus 11 sebesar 0,98 pu. Ketika diinterkoneksi pembangkit terdistribusi (DG) profil tegangan meningkat 1,02% menjadi 0,99 pu.
2. Pada indeks keandalan SAIDI dan SAIFI sebelum diinterkoneksi pembangkit terdistribusi (DG) penyulang gondanglegi indeks keandalan SAIDI sebesar 12,3356 jam/tahun dan SAIFI sebesar 1,1081 kali/tahun. Ketika diinterkoneksi pembangkit terdistribusi (DG) nilai SAIDI meningkat 1,79% menjadi sebesar 12,1186 jam/tahun dan nilai SAIFI meningkat 8,25% menjadi sebesar 1,0236 kali/tahun.

5.2 Saran

Berdasarkan dari analisa data dan hasil, dapat dibuktikan bahwa, dengan interkoneksi *Distributed Generation (DG)* akan meningkatkan performa sistem penyulang Gondanglegi dengan cara menginterkoneksi pada saluran tegangan menengah 20 kV pada salah satu bus penyulang Gondanglegi sesuai tempat *Distributed Generation (DG)* PLTMH Sumber Maron di Desa Karangsono Kecamatan Pagelaran yang selama ini masih belum inetrkoneksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Billinton and R.N. Allan, 1996. Reliability evaluation of power system, New York, 2nd edition, Plenum Press,.
 - [2] I. S. Bae and J. O. Kim, 2008. Reliability evaluation of customers in a microgrid, IEEE Trans.Power Syst., vol. 23, pp. 1416–1422,
 - [3] Cekmas Cekdin. 2007. "*Sistem Tenaga Listrik*", , Yogyakarta. Penerbit Andi
 - [4] M. Al-Muhaini, G. T. Heydt, August 2013. A Novel Method for Evaluating Future Power Distribution System Reliability, IEEE Transactions On Power Systems, Vol. 28, No.3,
 - [5] T. Ackermann, G. Andersson, L. Soder, 2001. Distributed generation: a definition, Electric Power Systems Research 57, pp. 195–204,
 - [6] Gonen, Turan. 1986. "Electric Power Distribution System Engineering", McGraw-Hill International Edition.
 - [7] Yeddanapudi, Sree. 18 June 2011. "Distribution System Reliability Evaluation". Iowa State University. Retrieved
 - [8] M. Hlatshwayo , S. Chowdhury, S.P. Chowdhury, K.O. Awodele, 2010. Impacts of DG Penetration in the Reliability of Distribution Systems, International conference on power system technology,IEEE,
-

LAMPIRAN



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Beronggar Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama : ACHMAD FIRMANSYAH NURCAHYONO
2. NIM : 1112005
3. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO S-1
4. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
5. Judul Skripsi : Analisis Peningkatan Keandalan sistem Distribusi Dengan Interkoneksi *Distributed Generation (DG)* Pada saluran Tegangan Menengah 20 kV Di PT PLN Rayon Gondanglegi

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

- Hari : Selasa
Tanggal : 18 Agustus 2015
Dengan Nilai : 77,3 (B+)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji

(M. Ibrahim Ashari, ST. MT.)

NIP.P.1030100358

Sekretaris Majelis Penguji

(Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST. MT.)

NIP. P. 1030100361

Anggota Penguji

Penguji I

(Bambang Priyo Hartono, ST. MT.)

NIP. Y. 1028400082

Penguji II

(M. Ibrahim Ashari, ST. MT.)

NIP. P. 1030100358



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari/Tanggal : Selasa, 18 Agustus 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : ACHMAD FIRMANSYAH NURCAHYONO
NIM : 1112005
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : **Analisis Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi Dengan Interkoneksi *Distributed Generation* (DG) Pada Saluran Tegangan Menengah 20 Kv Di PT. PLN Rayon Gondanglegi**

| No | Materi Perbaikan | Ket |
|----|--|-----|
| 1. | Latar Belakang disempurnakan | ✓ |
| 2. | Besaran Nilai DG dengan di interkoneksi? | ✓ |
| 3. | Kesimpulan buat dalam bentuk presentase | ✓ |
| 4. | Daftar Pustaka diperhatikan | ✓ |
| 5. | Diberi penjelasan untuk tabel dan gambar | ✓ |

Dosen Penguji I

Bambang Prio Hartono, ST, MT,
NIP.Y. 1028400082

Dosen Pembimbing I

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209

Dosen Pembimbing II

Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP.Y. 1030100371



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari/Tanggal : Selasa , 18 Agustus 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : ACHMAD FIRMANSYAH NURCAHYONO
NIM : 1112005
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : **Analisis Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi Dengan Interkoneksi *Distributed Generation (DG)* Pada Saluran Tegangan Menengah 20 Kv Di PT. PLN Rayon Gondanglegi**

| No | Materi Perbaikan | Ket |
|----|--|-----|
| 1. | Penulisan gambar dan tabel dibetulkan | |
| 2. | Penambahan teori trafo di kajian pustaka | |

Dosen Penguji II

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358

Dosen Pembimbing I

Ir. Teguh Herbasuki, MT

NIP. Y. 1038900209

Dosen Pembimbing II

Ir. Ni Putu Agustini, MT

NIP.Y. 1030100371



Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

n Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T.Energi Listrik, /
ktronika, /T. Komputer, / T.Telekomunikasi, Maka Perlu Adanya Perbaikan Skripsi Untuk Mahasiswa:

: Achmad Firmansyah
 : 1112005
 rikan Meliputi :

: Latar Belakang disempurnakan

: Besaran nilai DB $\frac{1}{2}$ di interkoneksi ?

: Kesimpulan Buat dan bentuk presentase ?

: Daftar Pustaka di perhatikan

: Ditambah per-jelasan untuk Tabel dan Gambar

Malang.....20

(.....)

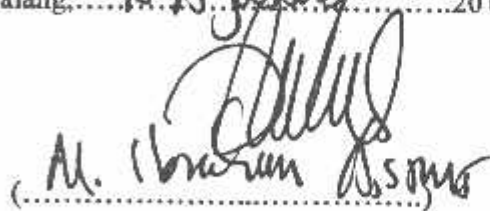
Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

1 Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T.Energi Listrik, /
ktronika, /T. Komputer, / T.Telekomunikasi, Maka Perlu Adanya Perbaikan Skripsi Untuk Mahasiswa:

: Achmad Fumarshah N
: 1112005
Meliputi :

Analisa gambar dan tabel diperbaiki.
tambahan teori trafo di kajian pustaka
(bag 2)

Malang.....18 Agustus.....2015


M. Ibrahim Asma



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UNIVERSITAS DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PERSEROJ MALANG
< NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Dendungen Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551451 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Kiri 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-163/EL-FTI/2015 Tanggal, 28 Mei 2015
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI
Kepada : Yth. Bapak/Ibu Ir. Teguh Herbasuki, MT
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : ACHMAD FIRMANSYAH
NURCAHYONO
Nim : 1112005
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“Semester Genap Tahun Akademik Genap 2014 - 2015”

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui
Jurusan Studi Teknik Elektro S-1



M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

(PERSERO) MALANG
KONVINSI MALANG

Kampus : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus I : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-163/EL-FII/2015 Tanggal, 28 Mei 2015
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI
Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Ir. Ni Putu Agustini, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

| | |
|---------------|---|
| Nama | : ACHMAD FIRMANSYAH NURCAHYONO |
| Nim | : 1112005 |
| Fakultas | : Teknologi Industri |
| Program Studi | : Teknik Elektro S-1 |
| Konsentrasi | : Teknik Energi Listrik |

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“ Semester Genap Tahun Akademik Genap 2014 - 2015 ”

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P 1030100358



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : Achmad Firmansyah M.
 NIM : 1112005
 Semester : 8
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-I
 Konsentrasi : **TEKNIK ENERGI LISTRIK**
TEKNIK ELEKTRONIKA
TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA
TEKNIK KOMPUTER
TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Jamat : Dsn. Sertanbung, Rt. 03, Rw. 01, Kec. Grati, Kab. Pasuruan


Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI tingkat Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Capaian persyaratan- persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:


1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yang diteliti kebenarannya data tersebut diatas
 Recording Teknik Elektro S-I


 (..... M. Ibrahim Ashari)

Disetujui
 Ketua Prodi Teknik Elektro S-I


 M. Ibrahim Ashari, ST, MT
 NIP. P. 1030100358

Malang, 7 Maret 2015
 Pemohon


 (..... Achmad Firmansyah)

Mengetahui
 Dosen Wali


 (..... Teguh H. H.)

tatan:


Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Prodi T. elektro S-I

NIP. 494 / = 3.53

✓

BERITA ACARA RAPAT PERSETUJUAN JUDUL/PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

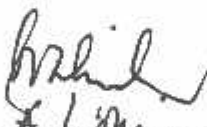




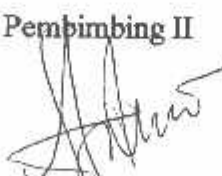
Tanggal :

| | | |
|----|---|------------------------------|
| 1. | NIM | 112005 |
| 2. | Nama | Achmad Firmansyah Nurcahyono |
| 3. | Judul yang diajukan | okv |
| 4. | Disetujui/Ditolak | |
| 5. | Catatan: | |
| 6. | Pembimbing yang diusulkan: | |
| | 1. Ir Teguh Harbasuati MT | ✓ |
| | 2. Ir Ni Puah Agustini, MT | ✓ |
| | Menyetujui | |
| | 1. Koordinator Dosen Kelompok Keahlian | |
| |  | |
| | 2. Dosen Kelompok Keahlian (Terlampir) | |

: Coret yang tidak perlu



**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik**

| | | | |
|--|--|---|---|
| 1. | Nim | : 1112005 | |
| 2. | Nama | : ACHMAD FIRMANSYAH NURCAHYONO | |
| 3. | Konsentrasi Jurusan | : Teknik Energi Listrik | |
| 4. | Jadwal Pelaksanaan: | Waktu | Tempat |
| | 11 April 2015 | 09:00 | III.1.5 |
| 5. | Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa | ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI DENGAN INTERKONEKSI DISTRIBUTED GENERATION (DG) PADA SALURAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV DI PT PLN APJ GONDANGLEGI | |
| 6. | Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian | ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI DENGAN INTERKONEKSI DISTRIBUTED GENERATION (DG) PADA SALURAN TEGANGAN MENENGAH 20KV DI PT. PLN RAYON GONDANGLEGI | |
| 7. | Catatan : | Dibandingkan evaluasi tanpa DG atau dg. DC unit. SAIDI & SAIFI. | |
| 8. | Catatan : | | |
| | Persetujuan judul Skripsi | | |
| | Disetujui, Dosen Keahlian I | Disetujui, Dosen Keahlian II | Disetujui, Dosen Keahlian III |
| |  (.....A. Long.....) |  (.....) |  (.....Lauhat M.H.Y.....) |
| Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S1 | Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs | | |
|  M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P 1030100358 | Pembimbing I | Pembimbing II | |
| |  (.....TEGUH.H.....) |  (.....) | |



**BERITA ACARA SEMINAR PROGRESS SKRIPSI
 PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1**

| | | | | |
|--|------------------------|---|--------------------------|----------------|
| KONSENTRASI | | Energi Listrik | | |
| 1. | Nama Mahasiswa | ACHMAD FIRMANSYAH NURCAHYONO | NIM | 1112005 |
| 2. | Keterangan Pelaksanaan | Tanggal | Waktu | Tempat / Ruang |
| 3. | Judul Skripsi | ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI DENGAN INTERKONEKSI DISTRIBUTED GENERATION (DG) PADA SALURAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV DI PT PLN APJ GONDANGLEGI | | |
| 4. | Perubahan Judul | | | |
| Catatan : - Memeriksa masalah tegangan / profil tegang sebelum & pasang DG dan sistem di profil DG - DC yg diambil akan ada masalah pompa air - Letak belatig & kondisi air di pergilis semua dgn yg ada - survey di pergilis - kapasitas belatig - kapasitas pemutus - kapasitas & saran | | | | |
| Mengetahui, Ketua Jurusan | | Disetujui, Dosen Pembimbing | | |
| | | Pembimbing I | Pembimbing II | |
| M. Ibrahim Ashari, ST, MT | | Ir. Teguh Herbasuki, MT | Ir. Ni Putu Agustini, MT | |



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama Mahasiswa : Achmad Firmansyah Nurcahyono
NIM : 1112005
Nama Pembimbing : Ir. Teguh Herbasuki, MT
Judul Skripsi : ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI DENGAN INTERKONEKSI DISTRIBUTED GENERATION (DG) PADA SALURAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV DI PT PLN RAYON GONDANGLEGI

| NO | Tanggal | Materi Bimbingan | Paraf |
|----|--------------|--|-------|
| 1 | 3 April 2015 | Bimbingan Laporan skripsi Bab 1 dan 2 | |
| 2 | 3 April 2015 | Bimbingan makalah seminar proposal | |
| 3 | 14 Mei 2015 | Bimbingan pembuatan gambar single line diagram | |
| 4 | 25 Mei 2015 | Bimbingan Laporan skripsi Bab 3 | |
| 5 | 4 Juni 2015 | Konsultasi makalah seminar progres | |
| 6 | 3 Juli 2015 | Bimbingan Laporan skripsi Bab 4 dan 5 | |
| 7 | 3 Juli 2015 | Bimbingan makalah seminar hasil | |

Malang,

Pembimbing

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama Mahasiswa : Achmad Firmansyah Nurcahyono
NIM : 1112005
Nama Pembimbing : Ir. Teguh Herbasuki, MT
Judul Skripsi : ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM
DISTRIBUSI DENGAN INTERKONEKSI
DISTRIBUTED GENERATION (DG) PADA SALURAN
TEGANGAN MENENGAH 20 KV DI PT PLN
RAYON GONDANGLEGI

| NO | Tanggal | Materi Bimbingan | Paraf |
|----|--------------------|---|-------|
| 8 | 10 Agustus 2015 | Bimbingan Laporan skripsi Bab 1 sampai Bab 5 | |
| 9 | 10 Agustus 2015 | ACC Laporan skripsi | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |

Malang,

Pembimbing

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama Mahasiswa : Achmad Firmansyah Nurcahyono
NIM : 1112005
Nama Pembimbing : Ir. Ni Putu Agustini, MT
Judul Skripsi : ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI DENGAN INTERKONEKSI DISTRIBUTED GENERATION (DG) PADA SALURAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV DI PT PLN RAYON GONDANGLEGI

| NO | Tanggal | Materi Bimbingan | Paraf |
|----|--------------|--|-------|
| 1 | 3 April 2015 | Bimbingan Laporan skripsi Bab 1 dan 2 | |
| 2 | 3 April 2015 | Bimbingan makalah seminar proposal | |
| 3 | 14 Mei 2015 | Bimbingan pembuatan gambar single line diagram | |
| 4 | 25 Mei 2015 | Bimbingan Laporan skripsi Bab 3 | |
| 5 | 4 juni 2015 | Konsultasi makalah seminar progres | |
| 6 | 3 juli 2015 | Bimbingan Laporan skripsi Bab 4 dan 5 | |
| 7 | 3 juli 2015 | Bimbingan makalah seminar hasil | |

Malang,

Pembimbing

Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP. Y. 1030100371



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama Mahasiswa : Achmad Firmansyah Nurcahyono
NIM : 1112005
Nama Pembimbing : Ir. Ni Putu Agustini, MT
Judul Skripsi : ANALISIS PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM
DISTRIBUSI DENGAN INTERKONEKSI
DISTRIBUTED GENERATION (DG) PADA SALURAN
TEGANGAN MENENGAH 20 KV DI PT PLN
RAYON GONDANGLEGI

| NO | Tanggal | Materi Bimbingan | Paraf |
|----|--------------------|---|-------|
| 8 | 10 Agustus 2015 | Bimbingan Laporan skripsi Bab 1 sampai Bab 5 | |
| 9 | 10 Agustus 2015 | ACC Laporan skripsi | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |

Malang,

Pembimbing

Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP. Y. 1030100371



PT. PLN (Persero)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR
AREA MALANG



Certificate No.: GSC
00475

JL. BASUKI RACHMAD No. 100 MALANG 651111

Telepon : (0341) 326034 - 035
Kotak Pos : 18

Facsimile : (0341) 362048
E-mail : plnmlg@pln-jatim.co.id

Website : www.pln-jatim.co.id

Nomor : *0473* /SDM.07.02/ARLA-MLG/2015
Surat Sdr.No. : -
Tempiran : -
Perihal : Permohonan Data

30 April 2015

Kepada :
INSITITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Fakultas Teknologi Industri
Jl. Bendungan Sigura gura No. 2
Malang – 65145

Menindak lanjuti surat Saudara No.ITN-135/EL-FTI/2015 tanggal 23 April 2015 perihal Pengambilan Data Skripsi, maka dengan ini kami beritahukan bahwa kami mengizinkan mahasiswa Saudara atas nama :

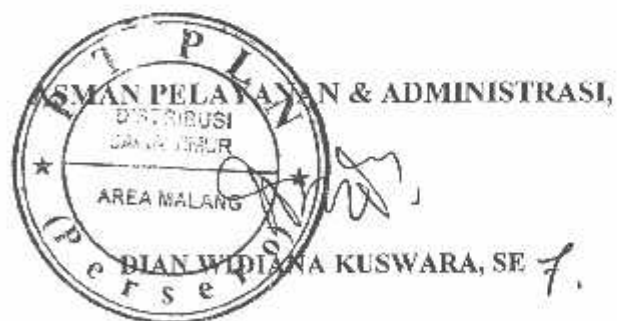
1. Achmad Firmansyah N Nim : 1112005

Untuk melakukan Pengambilan Data di PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Malang Jl. Basuki Rahmad No. 100 - Malang

Pelaksanaan mulai tanggal 04 Mei 2015 sampai dengan tanggal 30 Mei 2015 dengan persyaratan :

1. Mahasiswa tersebut mengisi surat pernyataan (terlampir) dilengkapi dengan pas foto ukuran 3x4 cm (1 lembar) dan di serahkan ke Bidang SDM.
2. Membantu menyebarkan kuesioner tentang kepuasan pelanggan ke masyarakat sekitar.
3. PLN hanya memberikan data yang **TIDAK BERSIFAT RAHASIA**.
4. Menyerahkan buku laporan hasil Riset/Survey/Observasi dan softcopynya ke Bidang SDM, PT. PLN (Persero) Dist. Jatim Arca Malang 1 (satu) buah.

Demikian disampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.



Biografi penulis



Achmad Firmansyah Nurcahyono lahir pada tanggal 10 Maret 1993 di kota Pasuruan kabupaten Pasuruan. Merupakan anak kedua dari dua bersaudara putra bapak Achmad Muslimin dan ibu Sumiyati. Penulis memulai pendidikan pada sekolah dasar SD Negeri Sumberagung 2 Grati kabupaten Pasuruan pada tahun 1999 dengan lulus tahun 2005. Setelah menyelesaikan studi sekolah dasar penulis melanjutkan ke jenjang sekolah menengah pertama pada SMP Negeri 2 Nguling pada tahun 2005 yang kemudian diselesaikan pada tahun 2008. Setelah menempuh sekolah menengah pertama penulis melanjutkan studi ke tingkat sekolah menengah pertama pada SMK Untung Suropati Pasuruan pada tahun 2008 yang diselesaikan pada tahun 2011. Setelah menyelesaikan studi smk penulis melanjutkan studi ke jenjang perkuliahan dengan menempuh S-1 Teknik Elektro pada konsentrasi Teknik Energi Listrik S-1 Institut Teknologi Nasional Malang. Dengan menempuh studi S-1 selama 8 semester penulis menyelesaikan Sarjana Teknik pada tanggal 26 September tahun 2015.
