

**ANALISIS SISTEM INTERKONEKSI CATU TEGANGAN 20 KV
DARI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIO GAS (PLTBG)
KE JARINGAN PLN DENGAN SISTEM ISOLATED DI
DESA SIDOMULYO KECAMATAN BILAH HILIR**

Pariston M. Simbolon*

Zuraidah Tharo**

Siti Anisah**

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Dalam proses pendistribusian energi listrik ke pelanggan dimana aliran listrik di hantarkan melalui proses pendistribusian tenaga listrik melalui tahapan mulai dari pembangkit , transmisi, gardu Induk hingga ke pemakaian pelanggan. Dalam pendistribusian tenaga listrik akan mengalami drop tegangan apabila jarak dari pengirim tegangan hingga ke penerima sangat jauh. Sesuai dengan standart tegangan pelayanan PLN dimana harus disisi pengirim 5 % dan sisi penerima tegangan jatuhnya sebesar 10 % sesuai dengan SPLN 59 Tahun 1985., studi kasus yang dilakukan di daerah desa Sidomulyo Kecamatan Bilah Hilir dimana pada saat beban puncak mengalami drop tegangan yang sangat tinggi sehingga mengganggu kehandalan listrik. Dengan adanya jual beli tenaga listrik antara pihak PT. PLN dan PT. Asian Agri selaku pemilik PLTBG, daerah desa Sidomulyo dapat diinterkoneksi sehingga pelayanan dapat semakin baik. Setelah dilakukan interkoneksi jaringan Tegangan 20 KV dengan sisitem Isolated, kehandalan pasokan listrik dapat terjaga di daerah Desa Sidomulyo Kecamatan Bilah Hilir.

Kata kunci : Drop Tegangan, PLTBG, Interkoneksi , Kehandalan pasokan listrik

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : m4nuel.simbolon@gmail.com

** Dosen Program Studi Teknik Elektro

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
PERNYATAAN ORISINILITAS	
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Teknik Pengumpulan Data	3
1.7 Sistematika penulisan	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	
2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik	6
2.1.1. Pengertian umum Jaringan Distribusi Tenaga listrik	7
2.1.2. Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik	8
2.2. Pola Jaringan Distribusi Primer	9
2.2.1 Jaringan Radial	9
2.2.2 Jaringan Bentuk Tertutup atau <i>Loop</i>	10
2.3. Jenis Alat Pengaman Sistem Distribusi	16
2.4. Prosedur Pengoperasian Jaringan Distribusi	17
2.5. Macam Jaringan Distribusi Primer	18
2.5.1 Saluran Udara	18
2.5.2 Saluran Bawah Tanah	19
2.5.3 Kemampuan Hantar Arus/Kuat Hantar Arus	20
2.5.3.1 Kemampuan Hantar Arus Penghantar Saluran Udara	20
2.5.3.2 Kemampuan Hantar Arus Saluran Kabel Bawah Tanah	21
2.6. Kualitas Daya Listrik	22
2.6.1 Kontinuitas Pelayanan	24
2.7. Daya Listrik	25
2.7.1 Daya Aktif (P)	26
2.7.2 Daya Reaktif (Q)	27
2.7.3 Daya Semu (S)	27
2.7.4 Segitiga Daya	28
2.8. Faktor Daya	28

2.8.1	Faktor Daya Terbelakang (Lagging)	29
2.8.2	Faktor Daya Mendahului (Leading)	29
2.9.	Sifat Beban Listrik	31
2.9.1	Sifat Beban Resistif	32
2.9.2	Sifat Beban Induktif	32
2.9.3	Sifat Beban Kapasitif	33
2.10.	Rugi Tegangan	34
2.10.1	Pengertian Rugi Tegangan	34
2.10.2	Faktor-Faktor Penyebab Rugi Tegangan	35
2.11.	Tahanan Penghantar Kabel	37
2.12.	Alat Ukur Tegangan TM	38
2.13.	Proses Pembangkitan Listrik dari PLTBg	41
2.13.1.	Pengertian Bio Gas	41
2.13.2.	Manfaat Penggunaan Bio Gas	42
2.13.3.	Alur Proses Bio Gas	43
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	46
3.2.	Jenis Penelitian	46
3.3.	Jenis Data Penelitian	46
3.4.	Sumber Data	49
3.5.	Teknik Analisa Data	50
3.6.	Diagram Alir Penelitian	51
BAB 4	HASIL DAN ANALISA	
4.1	Data Hasil Pengukuran	52
4.1.1.	Pengukuran Tegangan Pada Sisi 20 KV saat disupplay PLN	52
4.1.2.	Pengukuran Tegangan saat di supplay dari PLTBg	54
4.1.3.	Pengukuran Arus saat disupplay dari PLN	56
4.1	Perbandingan Daya yang digunakan saat disupplay dari PLN dan PLTBg	58
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	KHA Penghantar Tidak Berisolasi	21
Tabel 2.1	KHA Kabel Tanah Inti Tunggal Isolasi XLPE	21
Tabel 2.3	Komposisi Bio Gas	41
Tabel 4.1	Pengukuran Arus dan Tegangan pada sisi 20 KV	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Gambar Instalasi Sistem Tenaga Listrik	6
Gambar 2.2.	Gambar Konfigurasi Jaringan Radial	10
Gambar 2.3.	Gambar Konfigurasi Jaringan Tertutup (Loop)	11
Gambar 2.4.	Gambar Konfigurasi Tulang Ikan (Fishbone)	12
Gambar 2.5.	Gambar Konfigurasi Kluster (Leap Frog)	12
Gambar 2.6.	Gambar Konfigurasi Spindel (Spindel Configuration)	14
Gambar 2.7	Gambar Konfigurasi Fork	15
Gambar 2.8	Gambar Konfigurasi Spotload (Parallel spot configuration)	16
Gambar 2.9	Gambar Arah Aliran Arus Listrik	24
Gambar 2.10	Gambar Penjumlahan Trigonometri Daya Aktif, Reaktif dan Semu	26
Gambar 2.11	Gambar Segitiga Daya	26
Gambar 2.12	Gambar Arus Tertinggal dari tegangan sebesar sudut ϕ	28
Gambar 2.13	Gambar Arus Mendahului Tegangan sebesar sudut ϕ	28
Gambar 2.14	Gambar Arus dan Tegangan pada Beban Resistif	29
Gambar 2.15	Gambar Arus, Tegangan dan GGL Induksi diri pada beban Induktif	31
Gambar 2.16	Gambar Arus, Tegangan dan GGL Induksi diri pada beban Kapasitif	32
Gambar 2.17	Gambar Toleransi Tegangan Pelayanan yang diizinkan	34
Gambar 2.18	Gambar Alat Ukur Volt Stick untuk mengukur Tegangan 20 KV	38
Gambar 2.19	Gambar Rangkaian cara pengukuran tegangan pada sisi 20 KV	38
Gambar 2.20	Gambar Alat ukur Amp Stick untuk mengukur arus	39
Gambar 2.21	Gambar Rangkaian cara pengukuran tegangan pada sisi 20 KV	39
Gambar2.22	Gambar Alur Proses Biogas	42
Gambar 3.1	Pelaksanaan Pengukuran Arus	47
Gambar 3.2	Pelaksanaan Pengukuran Tegangan	47
Gambar 3.3	Gambar Single Line Diagram Interkoneksi Tegangan	48
Gambar 3.4	Gambar Diagram Alir Penelitian	51
Gambar 4.1	Gambar Tegangan Phasa R	52
Gambar 4.2	Gambar Tegangan Phasa S	52
Gambar 4.3	Gambar Tegangan Phasa T	53
Gambar 4.4	Gambar Tegangan saat disupplay dari PLTbg	54
Gambar 4.5	Gambar Arus Phasa R	56
Gambar 4.6	Gambar Arus Phasa S	56
Gambar 4.7	Gambar Arus Phasa T	56

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** : Form Judul
- Lampiran 2** : Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing 1
- Lampiran 3** : Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing 2
- Lampiran 4** : Lembar Pernyataan
- Lampiran 5** : Plagiat Checker
- Lampiran 6** : ACC Seminar Proposal dan Sidang

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ **Analisis Sistem interkoneksi Catu Tegangan 20 KV dari Pembangkit Listrik Tenaga Bio Gas (PLTBG) ke Jaringan PLN dengan Sistem Isolated di Desa Sidomulyo Kecamatan Bilah Hilir** ” Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Elektro dengan konsentrasi Teknik Energi Listrik di Universitas Pembangunan Panca Budi.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E, M.M Selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi
2. Ibu Sri Shindi Indira, S.T , MSc Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi
3. Bapak Hamdani, S.T, M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi
4. Ibu Zuraidah Tharo, S.T, M.T Selaku Pembimbing 1 Tugas Akhir
5. Ibu Siti Anisah, S.T, M.T Selaku Pembimbing 2 Tugas Akhir
6. PT. PLN (Persero) ULP Labuhan Bilik yang telah memberikan kepada peneliti untuk mengambil data sesuai kebutuhan penelitian
7. PT. Asian Agri yang merupakan pemilik Pembangkit Listrik Tenaga Bio Gas di daerah desa Sidomulyo
8. Keluarga Kecil saya yang memberikan dukungan senantiasa buat isteri dan anak saya Jeremi Simbolon dan Clara Simbolon
9. Kevin, Budi Hartono, Daud yg berjuang dalam menyusun skripsi
10. Rekan- Rekan seperjuangan Mahasiswa kelas Karyawan II LA J/S 2017

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan pada Laporan Tugas Akhir ini, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semuanya

Medan , 28 Mei 2019

Pariston M. Simbolon
1724210018

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sesuai letak geografis daerah Desa Sidomulyo Kecamatan Bilah hilir Kabupaten Labuhan Batu Induk yang merupakan daerah yang termasuk jauh dari pusat kabupaten, dimana jarak dari dari kabupaten ke desa ini ± 90 Km dan jarak dari Gardu Induk Rantauprapat ke desa sidomulyo ± 100 Km.

Oleh karena jarak dari desa ini ke Gardu Induk (GI) Rantauprapat sangat terlalu jauh sehingga mempengaruhi tegangan disisi pelanggan , dimana pada saat beban puncak akan mengalami drop tegangan yang sangat besar.

Sementara permintaan beban dan dan pasokan daya semakin meningkat yang juga turut mempengaruhi drop tegangan dilokasi tersebut.

Karena kondisi daerah desa Sidomulyo yang mengalami drop tegangan, pihak PT. Asian Agri Menawarkan penjualan tenaga listrik kepada pihak PT. PLN (Persero) Wilayah Sumatera utara. Dimana PT. Asian Agri yang bergerak dibidang pengolahan kelapa sawit memiliki Pembangkit Listrik Tenaga Bio Gas yang berada di desa Sidomulyo , dimana mereka memiliki kelebihan daya sebesar 0,5 MW sehingga mereka sanggup untuk melayani kebutuhan listrik masyarakat desa Sidomulyo. Dengan dilaksanakannya Mou untuk jual beli tenaga listrik, pihak PT. PLN Persero dan PT. Asian Agri menyepakati sistem kelistrikan melalui *isolated*

(jaringan tidak terhubung dengan eksisting jaringan tegangan 20 KV milik PLN) sehingga apabila ada gangguan maupun pemeliharaan di Pembangkit Listrik Tenaga Bio Gas dapat dialihkan melalui Gardu Hubung dan *switching* pemisah. Dengan Adanya suplai tegangan dari Pembangkit Tenaga Bio Gas ini, Tegangan pada sisi pelanggan semakin baik/normal. Sehingga penjualan tenaga listrik dapat maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan judul, maka yang dibahas dalam penelitian ini:

1. Apa Perbedaan saat Tegangan disuplai dari Gardu Induk PLN dan saat Tegangan disuplai dari Pembangkit Tenaga Listrik Bio Gas milik PT. Asian Agri
2. Sistem interkoneksi tegangan yang digunakan yaitu sistem *Isolated*
3. Apa keuntungan dari interkoneksi tegangan dari PT. PLN ke pihak PT. Asian Agri?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan skripsi ini hanya membahas sistem interkoneksi tegangan antar suplai tegangan dari Gardu Induk PLN dan suplai tegangan dari Pembangkit Listrik Tenaga Bio Gas milik PT. Asian Agri serta perbandingan tegangan saat disuplai dari PLN dan PLTBg.

Pada skripsi ini data tegangan jaringan tegangan menengah sisi 20 kv yang diambil dari dua sisi yaitu saat disuplai dari PLN dan saat disuplai dari Pembangkit Listrik Tenaga Bio Gas milik PT. Asian Agri.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembahasan skripsi ini antara lain :

1. Untuk Mengetahui perbedaan tegangan saat disuplai dari PLN dan disuplai dari Pembangkit Listrik Tenaga Bio Gas milik PT. Asian Agri
2. Untuk mengetahui sistem interkoneksi jaringan tegangan menengah (sisi 20 KV) yang digunakan
3. Sebagai salah satu syarat dalam memperoleh Gelar Strata 1 (S1)

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari skripsi ini adalah :

1. Untuk mengetahui sistem *interkoneksi* Tegangan antara suplai dari PLN dan suplai dari Pembangkit Listrik Tenaga Bio Gas milik PT. Asian Agri
2. Sebagai referensi dan sumber ilmu pengetahuan bagi penulis

1.6 Teknik Pengumpulan Data

Data penulisan skripsi ini penulis dapatkan dengan menerapkan beberapa metode, diantaranya :

1. Metode Studi Litelatur

Yaitu dengan mempelajari buku-buku, referensi-referensi ilmiah dan sumber lainnya yang berhubungan dengan bahasan penulis.

2. Metode Penelitian

Penulis mengambil data dan Gambar yang diperlukan dari Pembangkit Listrik Tenaga Bio Gas milik PT. Asian Agri beserta data dan Gambar Jaringan Tegangan menengah milik PT. PLN (Persero) Rayon Labuhan Bilik

3. Metode Studi Lapangan

Yaitu Berkonsultasi dengan narasumber dan pembimbing yang berhubungan dengan bahasan penulis baik di unit kerja PT.PLN (Persero) Rayon Labuhan Bilik, Staf ahli PLTBG PT. Asian Agri maupun dosen pembimbing di Universitas Pancabudi Medan.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan Skripsi ini dibagi dalam lima bab yaitu :

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam Bab ini membahas latar belakang, perumusan masalah, tujuan pembahasan, batasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB 2 LANDASAN TEORI

Dalam bab ini membahas tentang teori teori dasar yang mendukung dalam analisis system interkoneksi catu tegangan 20 KV dari

Pembangkit Listrik Tenaga Bio Gas (PLTBg) ke jaringan PLN dengan sistem *isolated* di desa sidomulyo kecamatan Bilah Hilir

BAB 3 METODE PENELITIAN

Dalam bab ini membahas tentang metode pengumpulan data, Metode Analisi Data untuk mencari hasil dari penelitian

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menjelaskan tentang analisis data dan hasil penelitian yang sudah dilakukan

BAB 5 PENUTUP

Bab ini merupakan penutup yang meliputi tentang kesimpulan dan saran pembahasan yang dilakukan dari skripsi ini

DAFTAR PUSTAKA

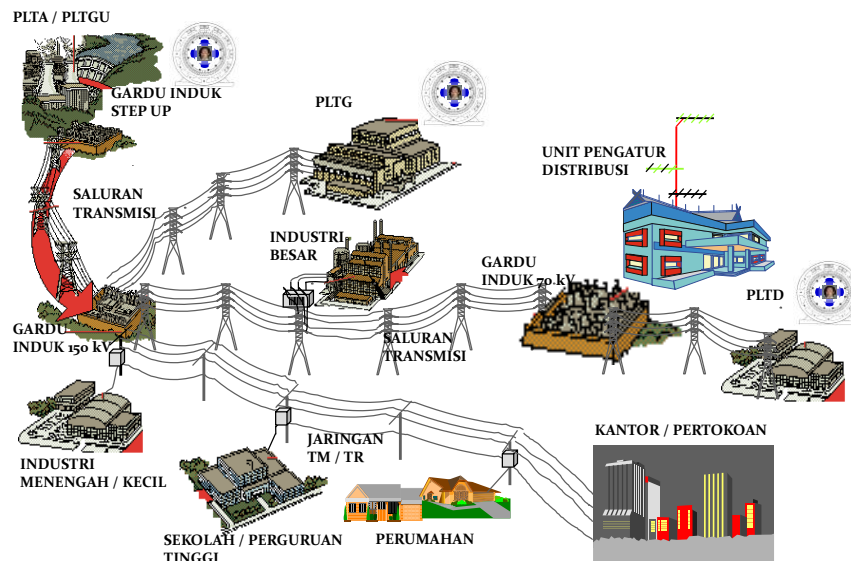
LAMPIRAN

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Unit distribusi tenaga listrik merupakan salah satu bagian dari suatu sistem tenaga listrik yang terdiri dari unit pembangkit, unit penyaluran / transmisi dan unit distribusi yang dimulai dari PMT incoming di Gardu Induk sampai dengan Alat Penghitung dan Pembatas (APP) di instalasi konsumen. Rangkaian dari semua ini dapat di ilustrasikan seperti pada gambar.1 seperti berikut



Gambar 2.1 Instalasi Sistem Tenaga Listrik
(Sumber : Diklat PLN 2012)

Dalam sistem ketenagalistrikan sering timbul persoalan teknis, dimana tenaga listrik dibangkitkan pada Pusat Pembangkit yang umumnya pada tempat-

tempat tertentu yang jauh dari lokasi pelanggan, Sehingga perlu Sistem Jaringan Transmisi dan Distribusi yang cukup panjang untuk menjangkau lokasi pelanggan. Penyaluran tenaga listrik dari tempat dibangkitkan disebut Pusat Pembangkit Tenaga Listrik dan sangat lazim disebut Pusat Pembangkit Tenaga Air atau (Diesel – Gas – Uap – Gas Uap – Panas Bumi – Nuklir) dan lain lain.

2.1.1 Pengertian Umum Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Jaringan 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.

Jaringan distribusi dibedakan atas jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Jaringan distribusi primer adalah jaringan dari trafo gardu induk ke gardu distribusi, yang dikenal dengan jaringan tegangan menengah, sedangkan jaringan distribusi sekunder adalah jaringan distribusi dari trafo distribusi hingga konsumen atau beban, yang lebih dikenal dengan jaringan tegangan rendah. Di Indonesia tegangan pada jaringan tegangan menengah yang digunakan adalah sebesar 20 kV.

2.1.2 Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Untuk kemudahan dan penyederhanaan, lalu diadakan pembagian serta pembatasan-pembatasan seperti pada Gambar dibawah ini.

1. Daerah I: Bagian Pembangkitan (Generation)
2. DaerahII: Bagian penyaluran (Transmission), Bertegangan tinggi (HV, UHV, EHV).
3. Daerah III: Bagian distribusi primer, bertegangan menengah (6 atau 20kV)
4. DaerahIV:Didalam bangunan pada beban/ konsumen, Instalasi bertegangan rendah.

Berdasarkan pembatasan-pembatasan tersebut, maka diketahui bahwa porsi materi Sistem Distribusi adalah Daerah III dan IV, yang pada dasarnya dapat diklasifikasikan menurut beberapa cara, bergantung dari segi apa klasifikasi itu dibuat. Dengan demikian ruang lingkup Jaringan Distribusi adalah

1. SUTM, terdiri dari : Tiang dan peralatan kelengkapannya, konduktor dan peralatan per-lengkapannya, serta peralatan pengaman dan pemutus
2. SKTM, terdiri dari : Kabel tanah, *indoor* dan *outdoor termination*, batu bata, pasir dan lain-lain
3. Gardu trafo, terdiri dari : Transformator, tiang, pondasi tiang, rangka tempat trafo, LV panel, pipa-pipa pelindung, Arrester, kabel-kabel, transformer band, peralatan grounding, dan lain-lain
4. SUTR dan SKTR terdiri dari: sama dengan perlengkapan/ material pada SUTM dan SKTM. Yang membedakan hanya dimensinya.

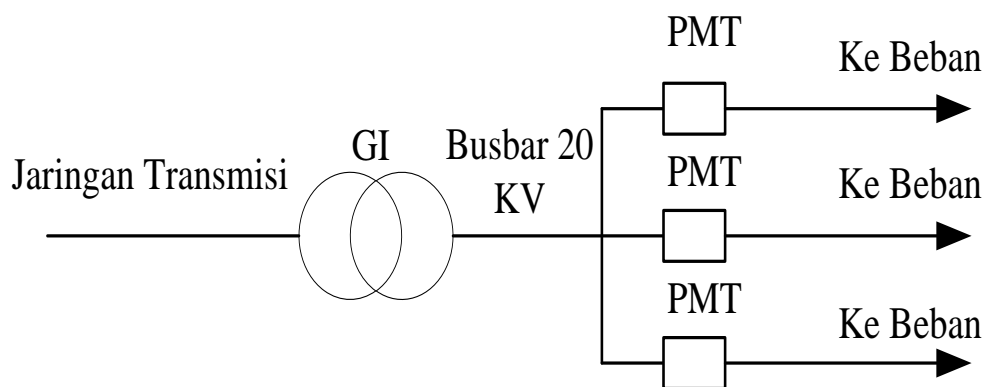
2.2 Pola Jaringan Distribusi Primer

Pada saluran distribusi dikenal berbagai macam jenis *feeder* (penyulang), ada yang sebagai *feeder primer* dan ada yang sebagai *feeder sekunder*. Jenis-jenis *feeder* ini sangat diperlukan dalam memenuhi tingkat *kontinuitas* pelayanan pada pelanggan. Secara umum konfigurasi suatu jaringan tenaga listrik hanya mempunyai 2 konsep konfigurasi.

1. Jaringan Distribusi Radial
2. Jaringan Bentuk Tertutup atau *Loop*

2.2.1 Jaringan Radial

Jaringan distribusi radial merupakan bentuk jaringan yang paling sederhana dan ekonomis. Pada sistem ini terdapat beberapa penyulang yang menyuplai beberapa gardu distribusi secara radial. Diagram satu garis sistem radial dapat dilihat pada gambar yaitu jaringan yang hanya mempunyai satu pasokan tenaga listrik, jika terjadi gangguan akan terjadi “black-out” atau padam pada bagian yang tidak dapat dipasok.

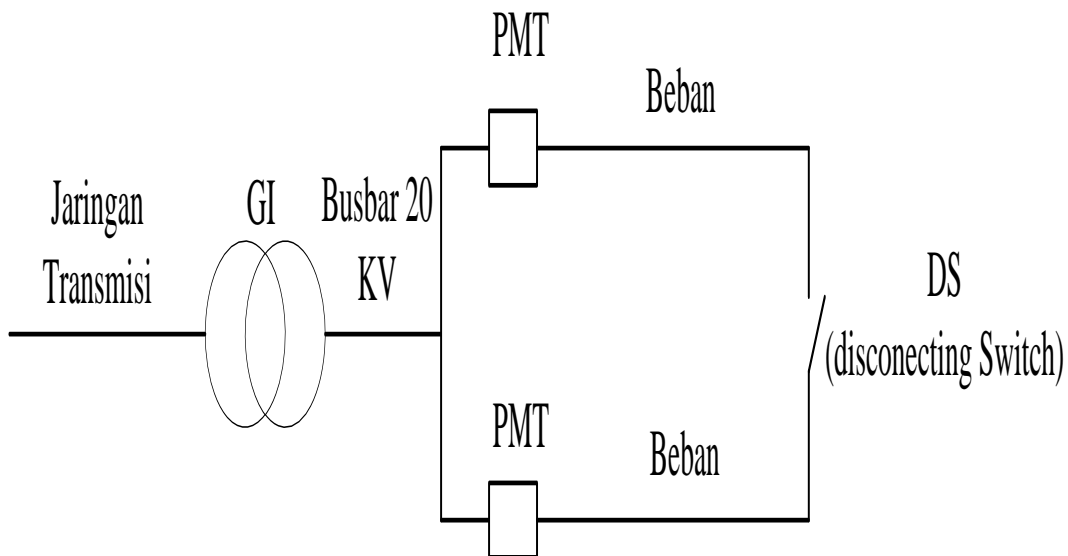


Gambar 2.2 Konfigurasi Jaringan Radial
Buku standar konstruksi PLN, 2010

Keuntungan dari sistem ini adalah sistem ini tidak rumit dan lebih murah dibandingkan dengan sistem yang lain. Sedangkan kerugiannya adalah keandalan sistemnya lebih rendah dibandingkan dengan sistem yang lainnya, hal ini disebabkan karena hanya terdapat satu jalur utama yang menyuplai gardu distribusi, sehingga apabila jalur utama mengalami gangguan, maka seluruh gardu akan ikut mengalami pemadaman.

2.2.2 Jaringan Bentuk Tertutup atau *Loop*

Yaitu jaringan yang mempunyai alternatif pasokan tenaga listrik jika terjadi gangguan. Sehingga bagian yang mengalami pemadaman (black-out) dapat dikurangi atau bahkan dihindari.

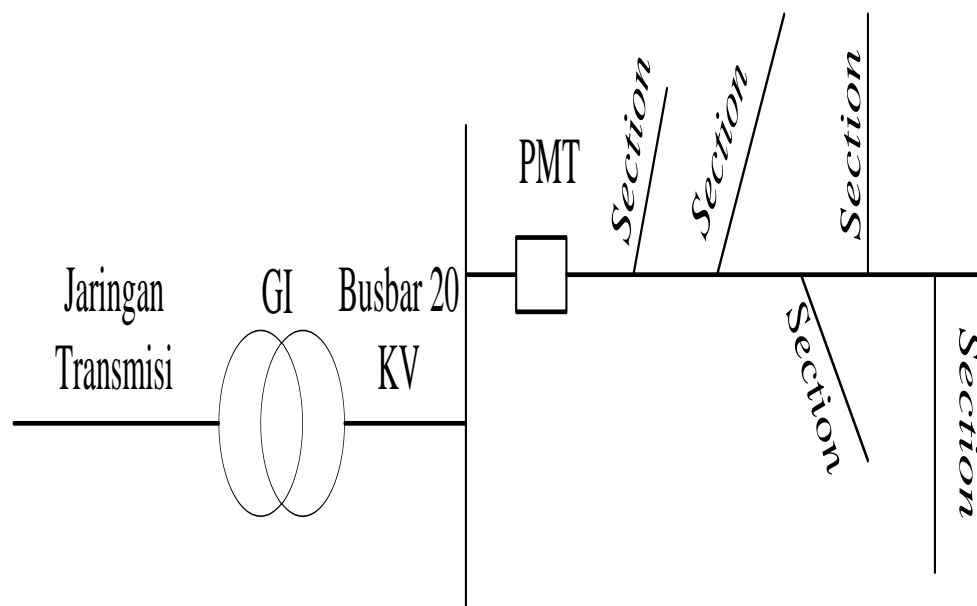


Gambar 2.3 Konfigurasi Jaringan Tertutup (Loop)
Buku Standar Konstruksi PLN, 2010

Berdasarkan kedua pola dasar tersebut, dibuat konfigurasi-konfigurasi jaringan sesuai dengan maksud perencanaannya sebagai berikut:

1. Konfigurasi *Fish-Bone*(Tulang Ikan)

Konfigurasi *fishbone* ini adalah tipikal konfigurasi dari saluran udara Tegangan Menengah beroperasi radial. Pengurangan luas pemadaman dilakukan dengan mengisolasi bagian yang terkena gangguan dengan memakai pemisah *Pole Top Switch* (PTS), *Air Break Switch* (ABSW) dengan koordinasi relai atau dengan sistem SCADA. Pemutus balik otomatis PBO (Automatic Recloser) dipasang pada saluran utama dan saklar seksi otomatis SSO (Automatic Sectionalizer) pada pencabangan.

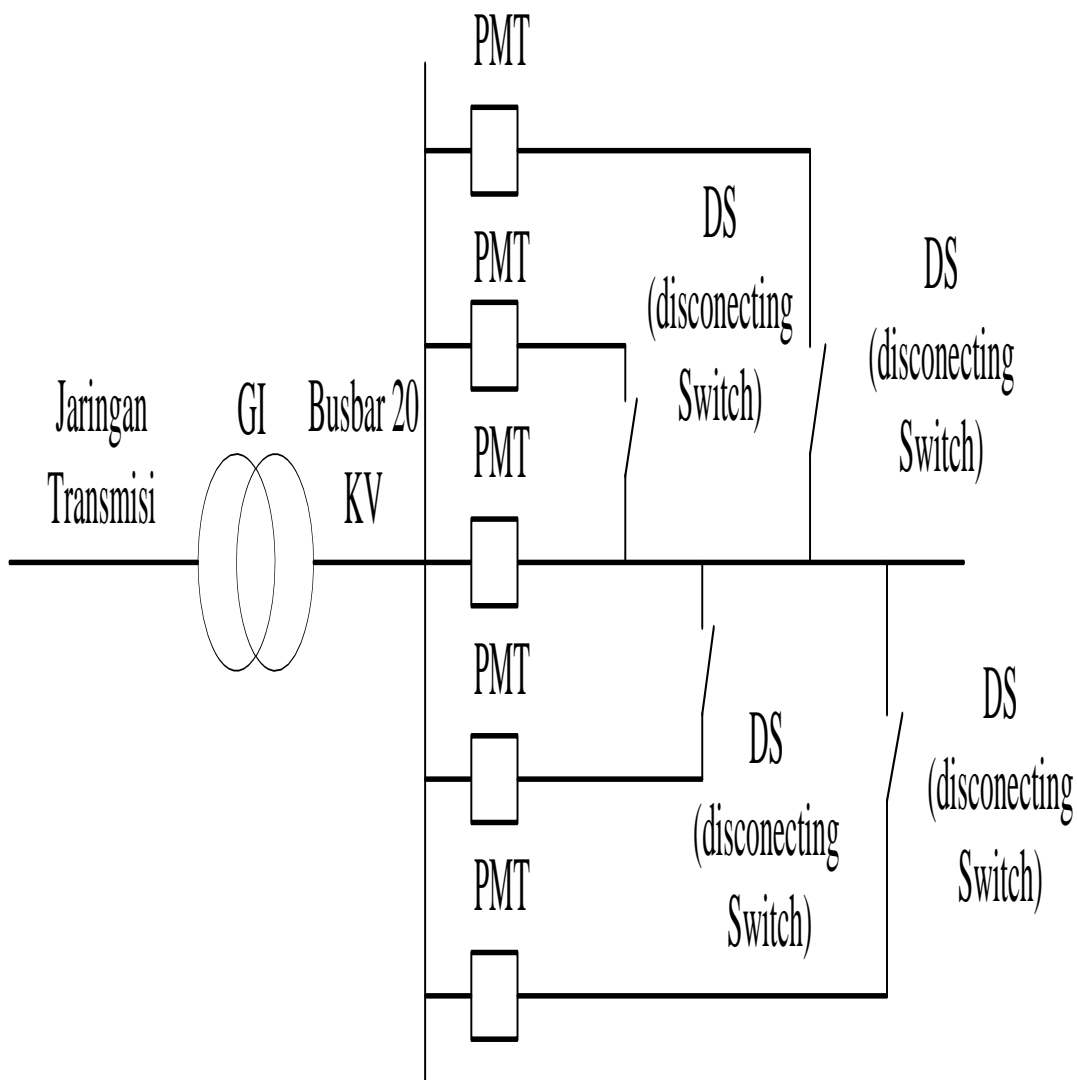


Gambar 2.4 Konfigurasi Tulang Ikan (Fishbone)
Buku Standar Konstruksi PLN, 2010

2. Konfigurasi Kluster (Cluster / Leap Frog)

Konfigurasi saluran udara Tegangan Menengah yang sudah bertipikal sistem tertutup, namun beroperasi radial (Radial Open Loop). Saluran

bagian tengah merupakan penyulang cadangan dengan luas penampang penghantar besar.

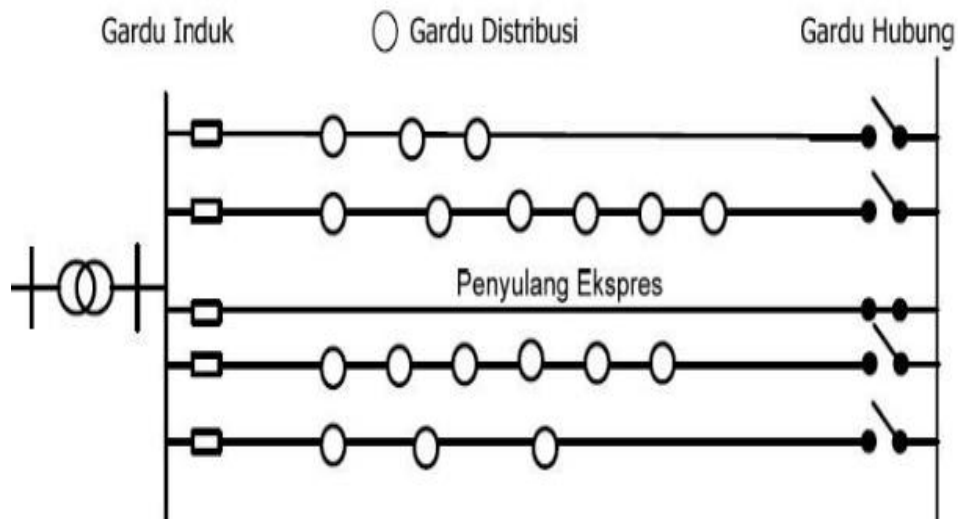


Gambar 2.5 Konfigurasi Kluster (Leap Frog)
Buku Standar Konstruksi PLN, 2010

3. Konfigurasi Spindel (Spindle Configuration)

Jaringan distribusi Spindel merupakan suatu pola kombinasi jaringan dari pola radial dan ring. Spindel terdiri dari beberapa penyulang dengan

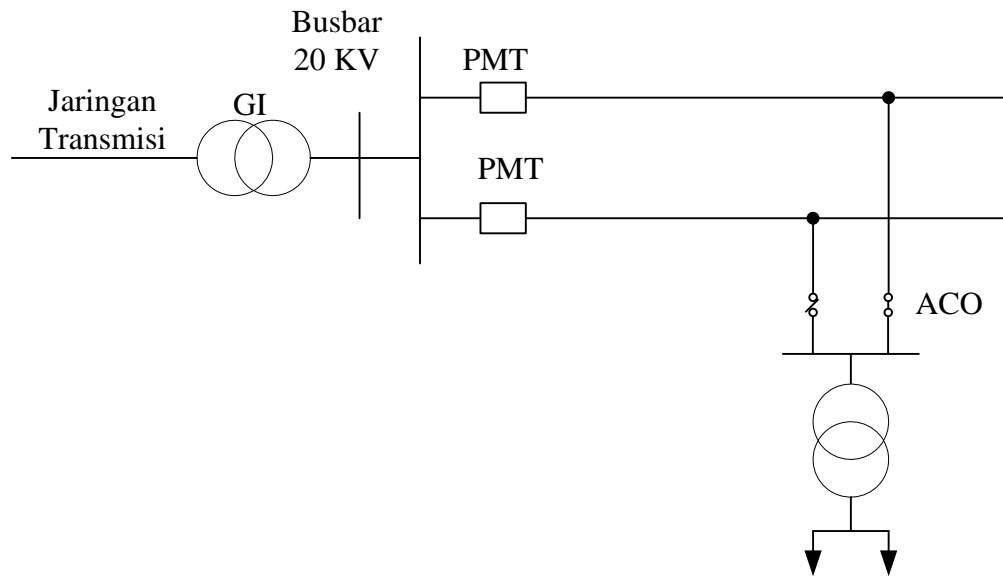
sumber tegangan yang berasal dari gardu induk distribusi dan kemudian disalurkan pada sebuah gardu hubung. Pada tipe ini biasanya terdiri dari beberapa penyulang aktif dan sebuah penyulang langsung (express) yang akan terhubung dengan gardu hubung. Pola spindle biasanya digunakan pada jaringan tegangan menengah yang menggunakan kabel tanah/ saluran kabel tanah tegangan menengah (SKTM). Pada konfigurasi ini dikenal 2 jenis penyulang yaitu penyulang cadangan (standby atau express feeder) dan penyulang operasi (working feeder). Penyulang cadangan tidak dibebani dan berfungsi sebagai back-up suplai jika terjadi gangguan pada penyulang operasi. Untuk konfigurasi 2 penyulang, maka faktor pembebanan hanya 50%. Berdasarkan konsep Spindel jumlah penyulang pada 1 spindel adalah 6 penyulang operasi dan 1 penyulang cadangan sehingga faktor pembebanan konfigurasi spindel penuh adalah 85 %. Ujung-ujung penyulang berakhir pada gardu yang disebut Gardu Hubung dengan kondisi penyulang operasi "NO". (Normally Open), kecuali penyulang cadangan dengan kondisi "NC" (Normally Close).



Gambar 2.6 Konfigurasi Spindel (Spindle Configuration)
Buku Standar Konstruksi PLN, 2010

4. Konfigurasi Fork

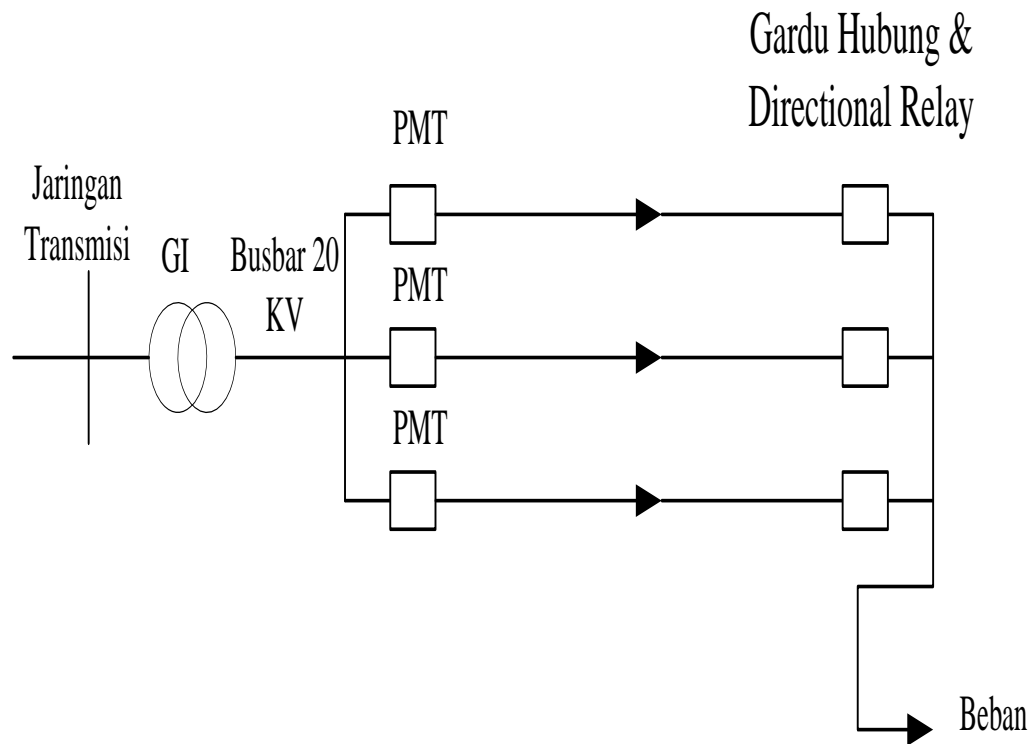
Konfigurasi ini memungkinkan 1(satu) Gardu Distribusi dipasok dari 2 penyulang berbeda dengan selang waktu pemadaman sangat singkat (Short Break Time). Jika penyulang operasi mengalami gangguan, dapat dipasok dari penyulang cadangan secara efektif dalam waktu sangat singkat dengan menggunakan fasilitas Automatic Change Over Switch (ACOS). Pencabangan dapat dilakukan dengan sadapan Tee-Off(TO) dari Saluran Udara atau dari Saluran Kabel tanah melalui Gardu Distribusi.



Gambar 2.7 Konfigurasi Fork
Buku Standar Konstruksi PLN, 2010

5. Konfigurasi Spotload (*Parallel Spot Configuration*)

Konfigurasi yang terdiri sejumlah penyulang beroperasi paralel dari sumber atau Gardu Induk yang berakhir pada Gardu Distribusi. Konfigurasi ini dipakai jika beban pelanggan melebihi kemampuan hantar arus penghantar. Salah satu penyulang berfungsi sebagai penyulang cadangan, guna mempertahankan kontinuitas penyaluran. Sistem harus dilengkapi dengan rele arah (*Directional Relay*) pada Gardu Hilir (Gardu Hubung).



Gambar 2.8 Konfigurasi Spotload (Parallel Spot Configuration)
Buku Standar Konstruksi PLN, 2010

2.3 Jenis Alat Pengaman Sistem Distribusi

Jenis alat pengaman untuk sistem distribusi tegangan menengah yang distandarisasi PT PLN (Persero) sesuai SPLN 52-3:1983 adalah :

1. Pengaman lebur (*Fuse*)

Merupakan bagian pengaman dari saluran dan peralatan dari adanya gangguan hubung singkat antar fasa dan dapat pula sebagai pengaman hubung tanah bagi sistem distribusi yang menggunakan pentanahan langsung dan bagi peralatan pada sistem distribusi dengan pentanahan rendah

2. Pemutus Beban dengan relai arus lebih

Berlaku sebagai pengaman utama sistem terhadap gangguan hubung singkat antar fasa dan hubung tanah bagi sistem yang ditanahkan langsung

3. Pemutus Beban dengan relai arus tanah

Peralatan ini dapat dipergunakan sebagai pengaman utama terhadap gangguan tanah bagi sistim yang di tanahkan dengan tahanan rendah

4. Pemutus Beban dengan relai arus tanah terarah

Peralatan ini dipergunakan sebagai pengaman utama terhadap gangguan hubung tanah pada sistem yang ditanahkan langsung atau sistem yang menggunakan pentanahan dengan tahanan tinggi.

5. Pemutus Beban dengan relai penutup balik otomatis (Recloser)

Alat ini merupakan pengaman pelengkap untuk membebaskan gangguan yang bersifat temporer

6. Saklar Seksi Otomatis (Sectionalizer)

a. Alat pemutus otomatis ini bermanfaat untuk mengurangi luas daerah yang padam karena gangguan.

b. Indikator Gangguan Alat ini untuk mempercepat lokalisasi gangguan yang terjadi.

c. Pemisah manual

Dipergunakan untuk mengurangi daerah yang padam karena gangguan.

2.4 Prosedur Pengoperasian Jaringan Distribusi

Ada 2 macam jaringan Distribusi yang dioperasikan :

a. Jaringan Baru.

- b. Jaringan lama yang Padam atau diPadamkan.

Prosedur Pengoperasian Jaringan Distribusi Baru yaitu :

- a. Jaringan dinyatakan layak / baik.
- b. Penyulang dan sumber tenaga mampu.
- c. Daerah yang dilayani diketahui (Aman, Beban, Daerah yang dilayani dan Peralatan yang terpasang).
- d. Pelaksanaan Fisik Pengoperasian.

Prosedur Pengoperasian Kembali jaringan Distribusi yaitu

- a. Telah diterima Laporan resmi bahwa jaringan telah diperbaiki & perbaikan telah di uji dan petugas dalam posisi aman.
- b. Bila ada penambahan beban (baru) dapat dilayani oleh sumber Tenaga yang tersedia.
- c. Pelaksanaan Fisik Pengoperasian.

2.5 Macam Jaringan Distribusi Primer

Berdasarkan fungsinya, maka suatu sistem jaringan distribusi dengan bagian-bagiannya dapat merupakan suatu bentuk, susunan dan macam yang berbeda disesuaikan dengan tujuan tertentu. Dilihat dari jenisnya maka dikenal dua macam saluran distribusi yaitu:

2.5.1 Saluran Udara

Saluran Udara digunakan pada daerah yang memiliki kerapatan beban yang rendah karena biaya investasi untuk penyediaan tempat dan materialnya cenderung lebih murah adapun keuntungan lainnya yaitu:

1. Mudah melakukan perluasan pelayanan
2. Mudah melakukan pemeriksaan saat terjadi gangguan
3. Mudah melakukan pemeliharaan jaringan
4. Tiang-tiang distribusi primer juga dapat digunakan untuk jaringan distribusi sekunder dan untuk tempat pemasangan gardu tiang sehingga dapat mengurangi biaya pemasangan instalasinya.

Saluran udara menyalurkan daya listrik melalui penghantar yang berupa kawat telanjang dan kabel yang digantung pada tiang-tiang dengan peralatan isolator. Gangguan-gangguan akan lebih mudah terjadi pada saluran udara sehingga mengakibatkan tingginya biaya untuk melakukan pemeliharaan. Adapun jenis tiang yang paling banyak digunakan pada jaringan distribusi primer adalah tiang beton yang lebih kokoh dan tidak mudah terkena korosi seperti halnya penggunaan tiang besi.

2.5.2 Saluran Bawah Tanah

Saluran bawah tanah digunakan pada daerah yang memiliki kerapatan beban yang tinggi seperti pada pusat kota dan daerah industri. Hal ini dikarenakan pada daerah pusat kota dan industri terdapat bangunan-bangunan yang cukup tinggi sehingga dapat membahayakan keselamatan manusia apabila jenis saluran yang digunakan adalah saluran udara.

Keuntungan menggunakan saluran bawah tanah adalah terbebasnya penghantar dari gangguan pohon, sambaran petir dan tidak akan menyebabkan bahaya sentuh oleh manusia. Namun saluran bawah tanah memiliki beberapa kelemahan diantaranya

1. Biaya yang diperlukan relatif mahal
2. Tidak fleksibel terhadap perubahan jaringan
3. Gangguan jaringan yang sering terjadi bersifat permanen
4. Waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan saat terjadi gangguan cenderung lebih lama dan lebih mahal.

2.5.3 Kemampuan Hantar Arus/Kuat Hantar Arus

Kemampuan Hantar Arus (menurut SNI 04-0225-2000) atau Kuat Hantar Arus (menurut SPLN 70-4 : 1992) suatu penghantar dibatasi dan ditentukan berdasarkan batasan-batasan dari aspek lingkungan, teknis material serta batasan pada konstruksi penghantar

tersebut yaitu :

- a. Temperatur lingkungan
- b. Jenis penghantar
- c. Temperatur lingkungan awal
- d. Temperatur penghantar akhir
- e. Batas kemampuan termis isolasi
- f. Faktor tiupan angin
- g. Faktor disipasi panas media lingkungan

Apabila terjadi penyimpangan pada ketentuan batasan tersebut diatas maka

Kemampuan Hantar Arus/ Kuat Hantar Arus (KHA) penghantar harus dikoreksi

2.5.3.1 Kemampuan Hantar Arus Penghantar Saluran Udara

Jenis penghantar saluran udara, terdiri atas :

- a. Panghantar tidak terisolasi AAAC, AAC, ACSR. (ACSR tidak secara luas dipergunakan sebagai penghantar Saluran Udara Tegangan Menengah)
- b. Penghantar berisolasi AAAC-S, NAAAXSEY. (Kabel Pilin Tegangan Menengah).
- c. Penghantar LVTC (Low Voltage Twisted Cable) NFAAX.

2.5.3.2 Kemampuan Hantar Arus Saluran Kabel Bawah Tanah

Kemampuan hantar arus kabel baik jenis *multi core* maupun *single core* dibatasi oleh ketentuan sebagai berikut :





- a. suhu tanah 30 °C
- b. resistance panas jenis tanah 100 °C, cm/W.
- c. digelar sendiri / hanya 1 kabel
- d. suhu penghantar maksimum 90°C untuk kabel dengan isolasi XLPE dan 65 °C
- e. untuk kabel tanah berisolasi PVC.
- f. Kabel digelar sedalam 70 cm di bawah permukaan tanah.

Tabel 2.1 KHA penghantar tak berisolasi pada suhu keliling 350C, kecepatan angin 0,6 m/detik, suhu maksimum 800C (dalam keadaan tanpa angin faktor koreksi 0,7)

Luas Penampang Nominal (mm ²)	Cu	AAC	AAAC
16	125 A	110 A	105 A
25	175 A	145 A	135 A
35	200 A	180 A	170 A
50	250 A	225 A	210 A
70	310 A	270 A	155 A

95	390 A	340 A	320 A
150	510 A	455 A	425 A
240	700 A	625 A	585 A
300	800 A	710 A	670 A

Tabel 2.2 KHA kabel tanah inti tunggal isolasi XLPE, Copper Screen, berselubung PVC jenis kabel NAAXSJ.

Penampang nominal (mm ²)	Susunan/Konfigurasi Penggelaran kabel			
	Di tanah 20 °C		Di udara 30 °C	
				
1 x 50	165 A	145 A	180 A	155 A
1 x 70	237 A	211 A	240 A	229 A
1 x 95	282 A	252 A	328 A	278 A
1 x 120	320 A	787 A	378 A	320 A
1 x 150	353 A	320 A	425 A	363 A
1 x 240	457 A	421 A	573 A	483 A

2.6 Kualitas Daya Listrik

Peningkatan terhadap kebutuhan dan konsumsi energi listrik yang baik dari segi kualitas dan kuantitas menjadi salah satu alasan mengapa perusahaan utilitas penyedia listrik perlu memberi perhatian terhadap isu kualitas daya listrik. Terlebih pada konsumen perindustrian yang membutuhkan suplai listrik yang baik yaitu dari segi kontinuitas dan juga kualitas tegangan yang disuplai (karena mesin - mesin pada perindustrian sensitif terhadap lonjakan/ ketidakstabilan tegangan) perlu diusahakan suatu sistem pendistribusian tenaga listrik yang dapat memberikan pelayanan yang memenuhi kriteria yang diinginkan konsumennya. Istilah kualitas daya listrik bukanlah hal yang baru melainkan sudah menjadi isu penting pada industri sejak

akhir 1980 - an. Kualitas daya listrik memberikan gambaran akan baik buruknya suatu sistem ketenagalistrikan dalam mengatasi gangguan - gangguan pada sistem tersebut.

Roger C. Dugan memberikan empat alasan utama perlunya perhatian lebih akan masalah kualitas daya.

1. Perangkat listrik yang digunakan pada saat ini sangat sensitif terhadap kualitas daya listrik yang mana perangkat berbasis mikroprosesor dan elektronika daya lainnya membutuhkan tegangan pelayanan yang stabil dan level tegangannya juga harus dijaga pada tegangan kerja perangkat tersebut
2. Peningkatan yang ditekankan pada efisiensi daya / sistem kelistrikan secara keseluruhan yang mengakibatkan pertumbuhan lanjutan dalam aplikasi perangkat dengan efisiensi tinggi, seperti pengaturan kecepatan motor listrik dan penggunaan kapasitor bank untuk koreksi faktor daya untuk mengurangi rugi – rugi. Hal ini mengakibatkan peningkatan tingkat harmonik pada sistem tenaga dan mengakibatkan banyak praktisi dibidang sistem tenaga listrikan khawatir akan dampak tersebut di masa depan (dikhawatirkan dapat menurunkan kemampuan dari sistem tersebut).
3. Meningkatnya kesadaran para konsumen akan masalah kualitas daya. Dimana pelanggan / konsumen menjadi lebih mengerti akan masalah seperti *interupsi*, *sags*, dan *transien switching* dan mengharapkan sistem utilitas listrik untuk meningkatkan kualitas daya yang dikirim.

4. Sistem tenaga listrik sekarang ini sudah banyak yang melakukan interkoneksi antar jaringan, di mana hal ini memberikan suatu konsekuensi bahwa kegagalan dari setiap komponen akan mengakibatkan kegagalan pada komponen lainnya.

Masalah yang dapat timbul dari sistem tenaga listrik dengan kualitas daya yang buruk dapat berupa masalah lonjakan/ perubahan tegangan, arus dan frekuensi yang akan menimbulkan kegagalan/ misoperasi peralatan. Yang mana kegagalan ini merusak peralatan listrik baik dari sisi pengirim maupun sisi penerima. Untuk itu demi mengantisipasi kerugian yang dapat terjadi baik dari pihak PLN maupun masyarakat, pihak PLN harus mengupayakan sistem ketenagalistrikan yang baik. (Rahmat Putra Syawal, 2015)

2.6.1 Kontinuitas Pelayanan

Kontinuitas pelayanan merupakan salah satu unsur dari mutu pelayanan yang nilainya akan tergantung kepada jenis sarana penyalurannya, sarana peralatan pengaman yang dipilihnya. Tingkat *kontinuitas* pelayanan dari peralatan penyalur tenaga listrik disusun

berdasarkan lamanya upaya untuk pemulihan suplai tenaga listrik ke konsumen setelah mengalami pemutusan

Pada SPLN 52-3 tingkat *kontinuitas* pelayanan tenaga listrik tersusun seperti berikut

1. *Kontinuitas* tingkat 1

Pada tingkat ini memungkinkan jaringan berada pada kondisi padam dalam waktu berjam-jam dalam rangka mencari dan memperbaiki bagian bagian yang mengalami kerusakan karena gangguan

2. *Kontinuitas tingkat 2*

Kondisi jaringan padam dimungkinkan dalam waktu beberapa jam untuk keperluan mengirim petugas kelapangan, melokalisir kerusakan dan melakukan pengaturan *switching* untuk menghidupkan suplai beban pada kondisi sementara dari arah atau saluran lain

3. *Kontinuitas tingkat 3.*

Dimungkinkan padam dalam waktu beberapa menit untuk kegiatan pengaturan *switching* dan pelaksanaan *switching* oleh petugas yang *stand by* di gardu atau pelaksanaan deteksi dengan bantuan Pusat Pengatur Jaringan Distribusi yang disingkat PPJD (DCC).

4. *Kontinuitas tingkat 4*

Dimungkinkan padam dalam beberapa detik, pengaturan *switching* dan pengamanan dilaksanakan secara otomatis.

5. *Kontinuitas tingkat 5*

Dimungkinkan tanpa adanya pemadaman dengan melengkapi instalasi cadangan terpisah dan otomatisasi penuh

2.7 Daya Listrik

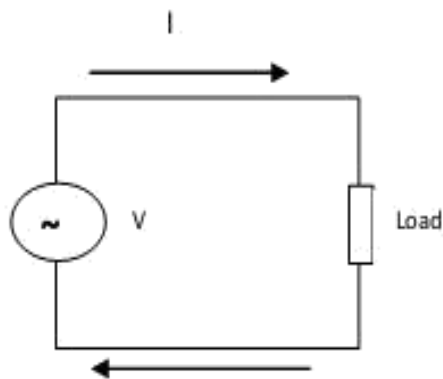
Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya memiliki satuan Watt, yang merupakan perkalian dari

Tegangan (volt) dan arus (ampere). Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan.

$$P = V \times I$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \text{Cos } \varphi$$

$$P = \text{Watt} \dots\dots\dots (2.1)$$



Gambar 2.9 Arah Aliran Arus Listrik
Rahmat Putra Syawal,2015

2.7.1 Daya Aktif (P)

Daya aktif (Active Power) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Adapun persamaan dalam daya aktif sebagai berikut:

$$\text{Untuk Satu Fasa : } P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\text{Untuk Tiga Fasa : } P = 3 \cdot V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi \dots\dots\dots (2.3)$$

Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja. (Rahmat Putra Syawal,2015)

2.7.2 Daya Reaktif (Q)

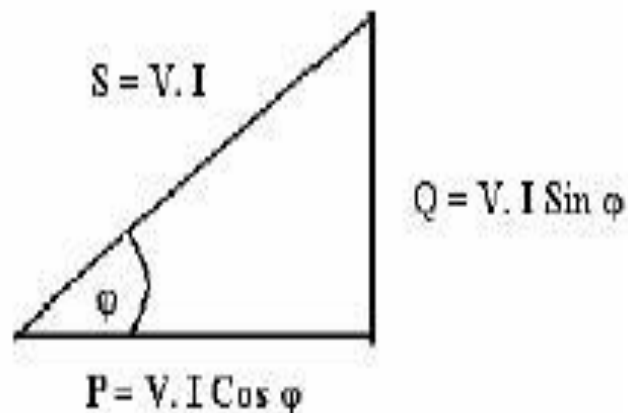
Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var. (Rahmat Putra Syawal,2015)

$$\text{Untuk satu phasa } Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\text{Untuk Tiga phasa } Q = 3 \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi \dots\dots\dots (2.5)$$

2.7.3 Daya Semu (S)

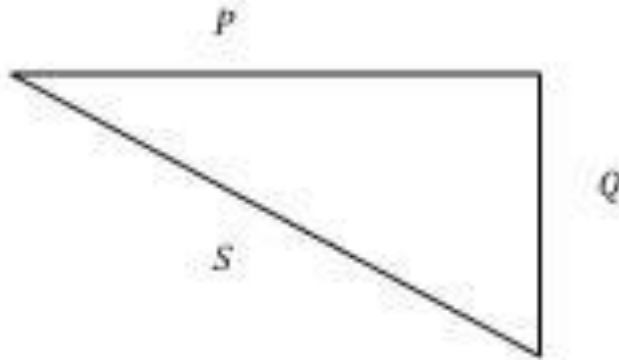
Daya Semu (*Apparent Power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan. Satuan daya semu adalah VA. (Rahmat Putra Syawal,2015).



Gambar 2.10 Penjumlahan Trigonometri Daya aktif, reaktif, dan semu
Rahmat Putra Syawal,2015

2.7.4 Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan matematika antara tipe - tipe daya yang berbeda antara daya semu, daya aktif dan daya reaktif berdasarkan prinsip trigonometri: (Fachry Azharuddin Noor,dkk 2017)



Gambar 2.11 Segitiga Daya
Fachry Azharuddin Noor,dkk 2017

Dimana Berlaku hubungan dengan:

$$S=V \cdot I$$

$$P=S \cdot \cos \varphi$$

$$Q=S \cdot \sin \varphi \dots\dots\dots (2.6)$$

2.8 Faktor Daya

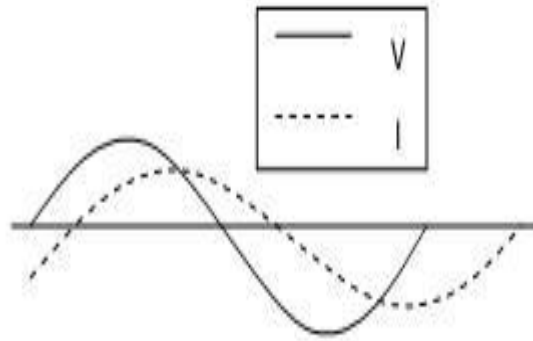
Faktor daya ($\cos \varphi$) dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam $\cos \varphi$ [5]. Faktor Daya = Daya Aktif (P) / Daya Semu (S).

$$\begin{aligned}
 &= kW / kVA \\
 &= V.I \cos \varphi / V.I \\
 &= \cos \varphi \dots\dots\dots (2.7)
 \end{aligned}$$

2.8.1 Faktor Daya Terbelakang (*Lagging*)

Faktor daya terbelakang (*lagging*) adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi sebagai berikut:

1. Beban/ peralatan listrik memerlukan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat induktif
2. Arus (*I*) terbelakang dari tegangan (*V*), *V* mendahului *I* dengan sudut φ

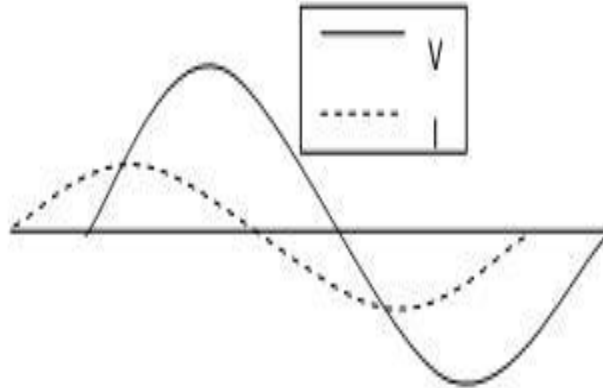


Gambar 2.12 Arus tertinggal dari tegangan sebesar sudut φ
Ahmad Dani,dkk 2018

2.8.2 Faktor Daya Mendahului (*Leading*)

Faktor daya mendahului (*leading*) adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi sebagai berikut:

1. Beban/ peralatan listrik memberikan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat kapasitif
2. Arus mendahului tegangan, V terbelakang dari I dengan sudut ϕ



Gambar 2.13 Arus Mendahului Tegangan Sebesar Sudut ϕ
Ahmad Dani,dkk 2018

Faktor daya mempunyai nilai range antara 0 – 1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen. Faktor daya yang bagus apabila bernilai mendekati satu.

$$\begin{aligned} \tan \phi &= \frac{\text{Daya Reaktif (Q)}}{\text{Daya Aktif (P)}} \\ &= \frac{\text{kVAR}}{\text{kW}} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

Karena komponen daya aktif umumnya konstan (komponen kVA dan kVAR berubah sesuai dengan faktor daya), dapat juga di tulis sebagai berikut:

$$\text{Daya Reaktif (Q)} = \text{Daya Aktif (P)} \times \tan \phi \dots\dots\dots (2.9)$$

Sebuah contoh, rating kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya sebagai berikut:

$$\text{Daya reaktif pada pf awal} = \text{Daya Aktif (P)} \times \tan \phi_1 \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Daya reaktif pada pf diperbaiki} = \text{Daya Aktif (P)} \times \tan \phi_2 \dots\dots\dots (2.11)$$

Sehingga rating kapasitor yang diperlukan untuk memperbaiki faktor daya adalah:

$$\text{Daya reaktif (kVAR)} = \text{Daya Aktif (kW)} \times (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \dots\dots\dots (2.12)$$

Beberapa keuntungan meningkatkan faktor daya:

1. Tagihan listrik akan menjadi kecil (PLN akan memberikan denda jika pf lebih kecil dari 0,85)
2. Kapasitas distribusi sistem tenaga listrik akan meningkat
3. Mengurangi rugi – rugi daya pada sistem
4. Adanya peningkatan tegangan karena daya meningkat. Jika pf lebih kecil dari 0,85 maka kapasitas daya aktif (kW) yang digunakan akan berkurang. Kapasitas itu akan terus menurun seiring dengan menurunnya pf sistem kelistrikan.

2.9 Sifat Beban Listrik

Dalam suatu rangkaian listrik selalu dijumpai suatu sumber dan beban. Bila sumber listrik DC, maka sifat beban hanya bersifat resistif murni, karena frekuensi sumber DC adalah nol. Reaktansi induktif (XL) akan menjadi nol yang berarti bahwa induktor tersebut akan *short circuit*. Reaktansi kapasitif (XC) akan menjadi tak berhingga yang berarti bahwa kapasitif tersebut akan *open circuit*. Jadi sumber DC akan mengakibatkan beban beban induktif dan beban kapasitif tidak akan

berpengaruh pada rangkaian. Bila sumber listrik AC maka beban dibedakan menjadi 3 sebagai.

2.9.1 Beban Resistif

Beban resistif yang merupakan suatu resistor murni, contoh : lampu pijar, pemanas. Beban ini hanya menyerap daya aktif dan tidak menyerap daya reaktif sama sekali. Tegangan dan arus se-fasa. Secara matematis dinyatakan

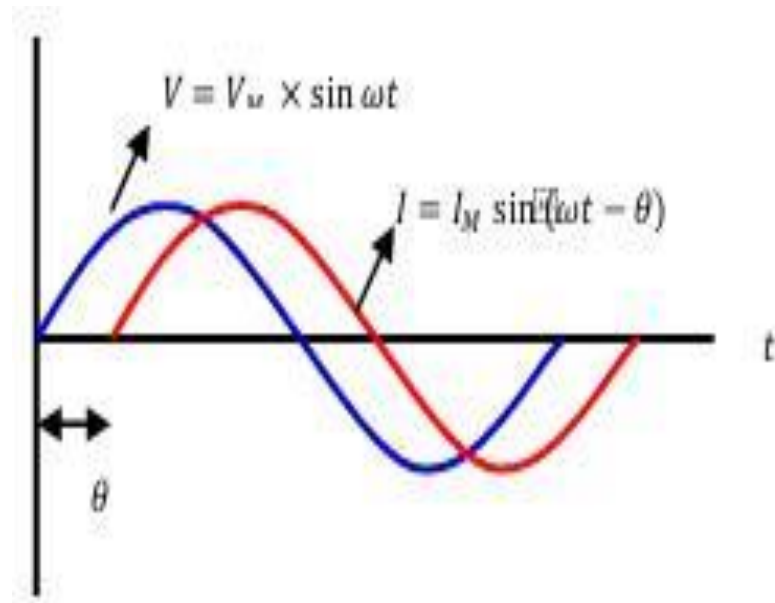
$$R = V/I \text{ (2.13)}$$



Gambar 2.14 Arus dan tegangan pada beban resistif
Rusda,dkk 2017

2.9.2 Beban Induktif

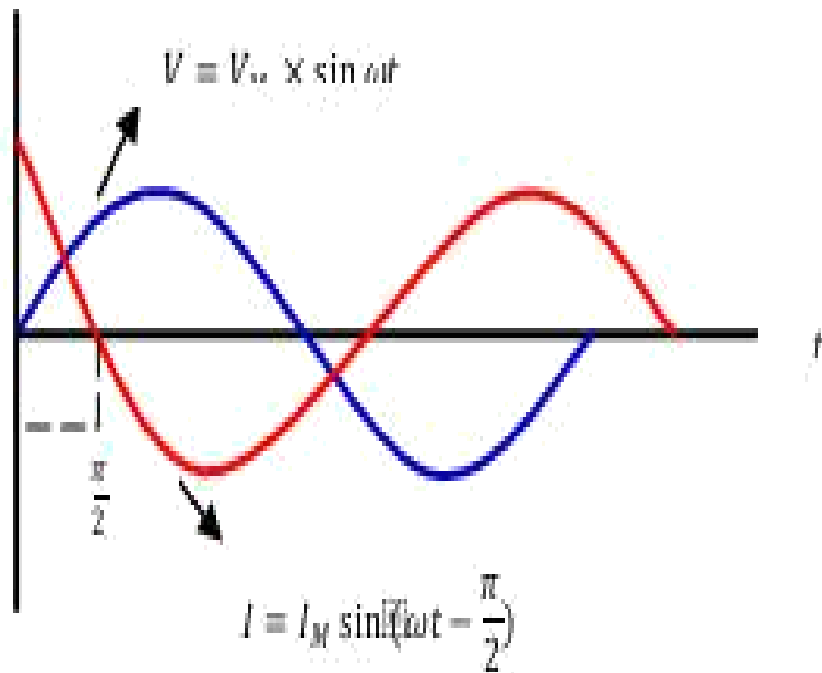
Beban induktif adalah beban yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada sebuah inti biasanya inti besi, contoh : motor – motor listrik, induktor dan ransformator. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “*lagging*”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan daya reaktif (kVAR). Tegangan mendahului arus sebesar ϕ° . Secara matematis dinyatakan.



Gambar 2.15 Arus, tegangan dan GGL induksi-diri pada beban induktif
Rusda,dkk 2017

2.9.3 Beban Kapasitif

Beban kapasitif adalah beban yang mengandung suatu rangkaian kapasitor. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0–1 “*leading*”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan mengeluarkan daya reaktif (kVAR). Arus mendahului tegangan sebesar φ° . Secara matematis dinyatakan:



Gambar 2.16 Arus, tegangan dan GGL induksi-diri pada beban kapasitif
Rusda,dkk 2017

2.10. Rugi Tegangan

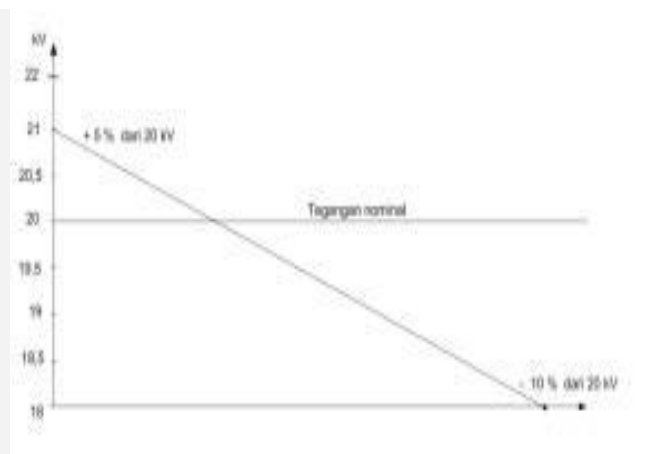
2.10.1 Pengertian Rugi Tegangan

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran Volt. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. Perhitungan jatuh tegangan praktis pada batas-batas tertentu dengan hanya menghitung besarnya tahanan masih dapat dipertimbangkan, namun

pada sistem jaringan khususnya pada sistem tegangan menengah masalah induktansi dan kapasitansinya diperhitungkan karena nilainya cukup berarti .

2.10.2 FAKTOR FAKTOR PENYEBAB RUGI TEGANGAN

Tegangan jatuh secara umum adalah tegangan yang digunakan pada beban. Tegangan jatuh ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui tahanan kawat. Tegangan jatuh V pada penghantar semakin besar jika arus I di dalam penghantar semakin besar dan jika tahanan penghantar R_l semakin besar pula. Tegangan jatuh merupakan penanggung jawab terjadinya kerugian pada penghantar karena dapat menurunkan tegangan pada beban. Akibatnya hingga berada di bawah tegangan nominal yang dibutuhkan. Atas dasar hal tersebut maka tegangan jatuh yang diijinkan untuk instalasi arus kuat hingga 1.000 V yang ditetapkan dalam persen dari tegangan kerjanya.



Gambar 2.17 Toleransi tegangan pelayanan yang diijinkan

SPLN 59, 1985

Sesuai dengan standar tegangan yang ditentukan oleh PLN (SPLN), perancangan jaringan dibuat agar jatuh tegangan di ujung diterima 10%. Tegangan jatuh pada jaringan disebabkan adanya rugi tegangan akibat hambatan listrik (R) dan reaktansi (X). Jatuh tegangan phasor V_d pada suatu penghantar yang mempunyai impedansi (Z) dan membawa arus (I) dapat dijabarkan dengan rumus :

$$V_d = I \cdot Z \dots \dots \dots (2.14)$$

Dalam pembahasan ini yang dimaksudkan dengan jatuh tegangan (ΔV) adalah selisih antara tegangan kirim (V_k) dengan tegangan terima (V_T), maka jatuh tegangan dapat didefinisikan adalah :

$$\Delta V = (V_k) - (V_T) \dots \dots \dots (2.15)$$

Karena adanya resistansi pada penghantar maka tegangan yang diterima konsumen (V_r) akan lebih kecil dari tegangan kirim (V_s), sehingga tegangan jatuh (V_{drop}) merupakan selisih antara tegangan pada pangkal pengiriman (sending end) dan tegangan pada ujung penerimaan (receiving end) tenaga listrik. Tegangan jatuh relatif dinamakan regulasi tegangan V_R (*voltage regulation*) dan dinyatakan oleh rumus :

$$V_R = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

V_s = tegangan pada pangkal pengiriman

V_r = tegangan pada ujung penerimaan

Untuk menghitung jatuh tegangan, diperhitungkan reaktansinya, maupun faktor dayanya yang tidak sama dengan satu, maka berikut ini akan diuraikan cara perhitungannya. Dalam penyederhanaan perhitungan, diasumsikan beban-bebannya merupakan beban fasa tiga yang seimbang dan faktor dayanya ($\cos \phi$) antara 0,6 s/d 0,85. tegangan dapat dihitung berdasarkan rumus pendekatan hubungan sebagai berikut :

$$(\Delta V) = I (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) L \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana :

(ΔV) = Jatuh Tegangan (Volt)

I = Arus beban (Ampere)

R = Tahanan rangkaian (Ohm/km)

X = Reaktansi rangkaian (Ohm/km)

L = Panjang Penghantar (Km)

Φ = Sudut fasa

2.11 TAHANAN PENGHANTAR KABEL

Besar hambatan suatu kawat penghantar 1. Sebanding dengan panjang kawat penghantar. artinya makin panjang penghantar, makin besar hambatannya, 2. Bergantung pada jenis bahan kawat (sebanding dengan hambatan jenis kawat), dan 3.

berbanding terbalik dengan luas penampang kawat, artinya makin kecil luas penampang, makin besar hambatannya. Jika panjang kawat dilambangkan ℓ , hambatan jenis ρ , dan luas penampang kawat A . Secara matematis, besar hambatan kawat dapat ditulis :

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

dengan

R = hambatan kawat (Ω)

ρ = hambatan jenis ($\Omega \text{ m}$)

ℓ = panjang kawat (m)

A = luas penampang (m^2)

Nilai hambatan suatu penghantar tidak bergantung pada beda potensialnya. Beda potensial hanya dapat mengubah kuat arus yang melalui penghantar itu. Jika penghantar yang dilalui sangat panjang, kuat arusnya akan berkurang. Hal itu terjadi karena diperlukan energi yang sangat besar untuk mengalirkan arus listrik pada penghantar panjang. Keadaan seperti itu dikatakan tegangan listrik turun. Makin panjang penghantar, makin besar pula penurunan tegangan listrik.

2.12 ALAT UKUR TEGANGAN TM

perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik, dan dinyatakan dalam satuan volt. Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Tergantung pada perbedaan potensial listriknya, suatu

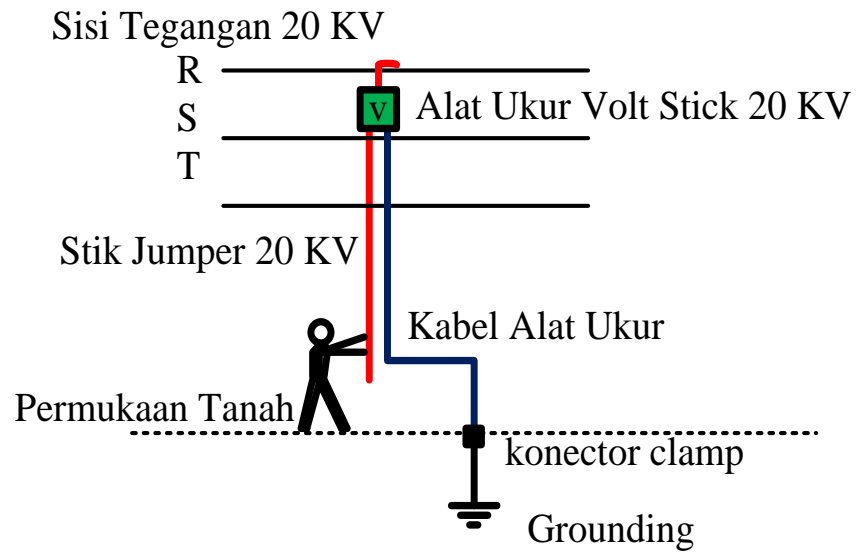
tegangan listrik dapat dikatakan sebagai ekstra rendah, rendah, tinggi atau ekstra tinggi. Secara definisi tegangan listrik menyebabkan objek bermuatan listrik negatif tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan lebih tinggi. Sehingga arah arus listrik konvensional di dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah.

Berikut alat ukur dan gambar pengukuran tegangan dan arus listrik untuk sisi 20 KV

1. Alat Ukur dan gambar rangkaian cara pengukuran Tegangan 20 KV



Gambar 2.18 Alat ukur Volt Stick untuk mengukur Tegangan 20 Kv

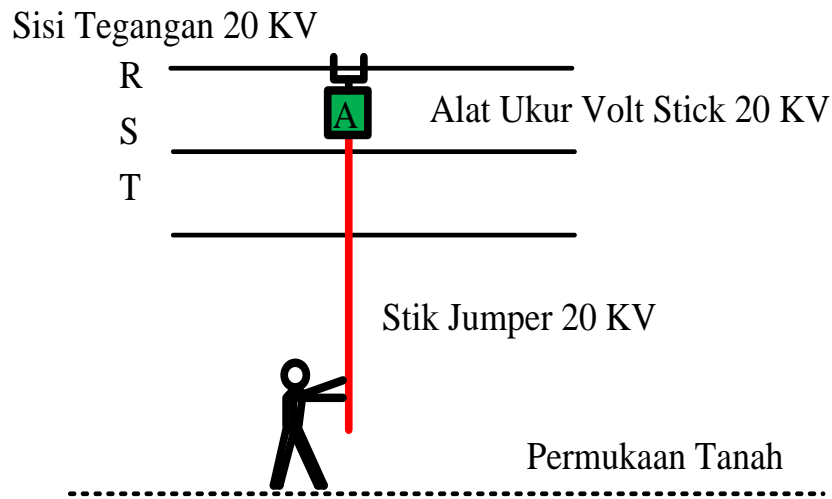


Gambar 2.19 rangkaian cara pengukuran tegangan pada sisi 20 KV

2. Alat ukur dan gambar rangkaian cara pengukuran Arus pada sisi 20 KV



Gambar 2.20. Alat Ukur Amp Stick untuk mengukur Arus



Gambar 2.21 rangkaian cara pengukuran arus pada sisi 20 KV

2.13 Proses Pembangkitan listrik dari PLTBg

2.13.1 Pengertian Bio Gas

Bio Gas dihasilkan dari penguraian anaerobik dari bahan organik yang terjadi dalam fermentor.

Penguraian anaerobik berarti substrat membusuk dengan adanya oksigen dan dengan bantuan mikro organisme.

Bio Gas terdiri dari methane, karbon dioksida, hidrosulfhid dan uap air, selain bio gas air dengan sisa organik dan anorganik dihasilkan juga.

Substrat yang digunakan sebahagian besar adalah limbah dari pertanian dan lumpur, dan dengan berbagai jenis substrat harus ditangani dengan cara yang berbeda karena proses penguraian berbeda-beda.

Kandungan bio gas berbeda untuk setiap substrat, adapun data dari kandungan bio gas dari setiap substrat sebagai berikut :

Tabel 2.3.Komposisi Bio Gas

Compounds	Range	Average
Methane (CH ₄) in %	45 - 70	60
Carbon dioxide (CO ₂) in %	25 - 55	35
Nitrogen (N ₂) in %	0.01 - 5	1
Oxygen (O ₂) in %	0.01 - 2	0.3
Hydrosulphide (H ₂ S)	10 – 30,000 mg/m ³	500 mg/m ³
Ammonia (NH ₃)	0.01 – 2.5 mg/m ³	0.7 mg/m ³

AAA Learning Institute Asian Agri , 2014

Sebelum pemanfaatan, bio gas harus dehumidified karena kadar air terlalu tinggi.

2.13.2 Manfaat penggunaan Bio Gas

1. Ramah Lingkungan

Hail pembakaran bio gas tidak menghasilkan CO₂ yang besar

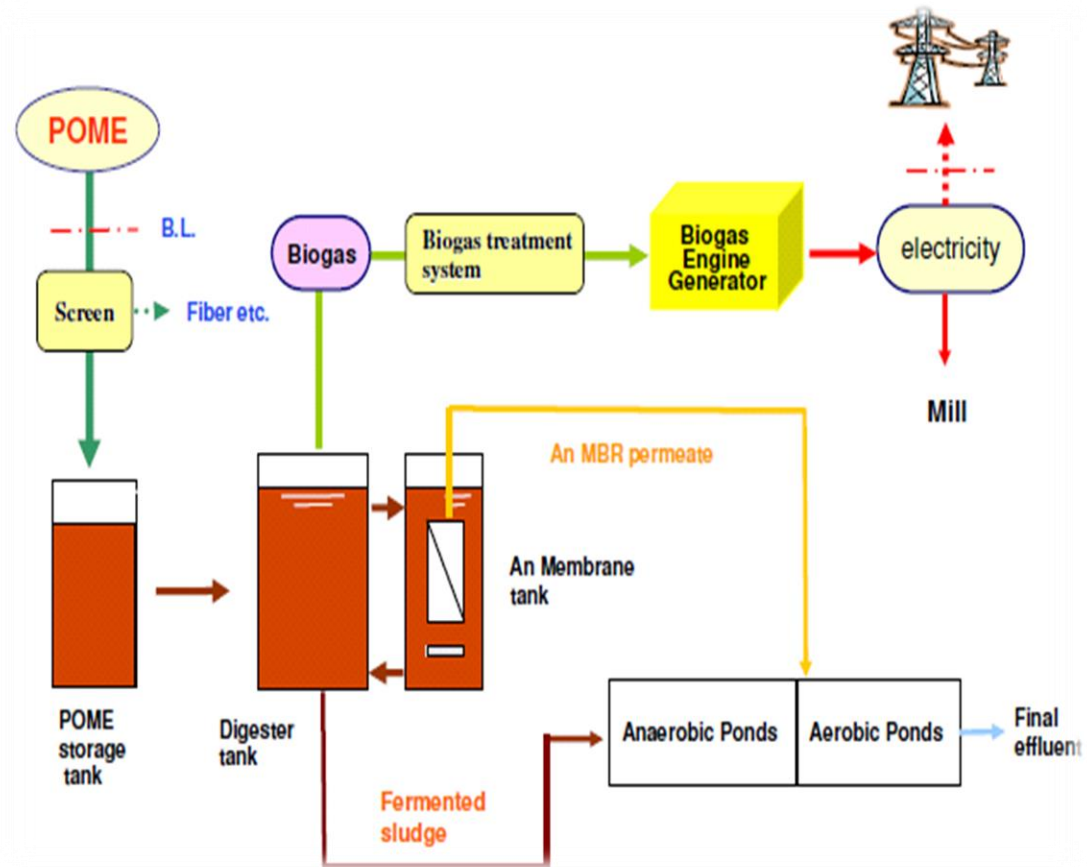
2. Bernilai Ekonomis

Menghasilkan listrik, menghasilkan panas, dan disalurkan ke jaringan gas nasional

3. Menghemat Biaya

Panas yang dihasilkan dapat digunakan untuk pengolahan

2.13.3 Alur Proses Biogas



Gambar 2.22 Alur proses Biogas
AAA Learning Institute Asian Agri , 2014

Berikut bagian bagian yang berperan untuk menghasilkan bio gas yang baik :

1. Pome Storage Tank

Sebagai tempat penyimpanan sementara agar tersedia Pome setelah PMKS (Pabrik Minyak Kelapa Sawit) tidak beroperasi.

Untuk menstabilkan feeding ke digester tank untuk menghasilkan biogas

Tersedianya POME pada saat PMKS (Pabrik Minyak Kelapa Sawit) tidak beroperasi, sehingga gas engine dapat beroperasi terus menerus untuk menghasilkan listrik.

2. Disgester Tank

Sebagai tempat proses pembentukan Gas Methane dari hasil fermentasi bakteri thermofilic. Gas Methane yang terbentuk terkumpul pada kubah diatas tangki.

Dilengkapi dengan pompa disgester agar gas yang terbentuk didalam cairan dapat naik ke atas kubah.

3. An Membran Tank

Membran yang terdiri dari lembaran flat yang disusun dalam sebuah tangki/bak.

Menyaring padatan dan bakteri termofilik dan menyimpannya sebelum dikembalikan ke disgester tank.

Dapat meningkatkan populasi bakteri termofilik dan mengendalikannya, dapat juga peningkatan efesiensi pembentukan gas 3-5 kali dari pada metode konvensional.

Kelebihan bakteri akan mati dan terbang ke kolam anaerobik serta dapat dimanfaatkan untuk land aplikasi.

4. Gas Scrubber

Berfungsi untuk memisahkan kandungan H_2S dari gas yang dihasilkan oleh proses disgester tank. Penyaringan gas menggunakan ferryoxyde untuk mengikat H_2S yang ada pada Biogas. Sehingga dihasilkan gas methane yang baik.

5. Flare Stack

Berfungsi untuk membuang sisa gas yang tidak digunakan dengan cara dibakar. Sisa gas yang tidak dimanfaatkan tidak dapat disimpan.

6. Vibrating Screen

Berfungsi untuk menyaring raw sludge dari material padat seperti fiber dan lain lain agar proses pembentukan biogas dapat berjalan dengan baik.

7. Bio Gas

Setelah dihasilkan Biogas dari hasil penyaringan oleh vibrating screen , maka bio gas yang dihasilkan dengan baik akan dilanjutkan ke sistem treatment bio gas.

7. Bio Gas Sistem treatmen

Sistem yang mengatur agar proses dari penyaluran bio gas ke Mesin Generator berjalan dengan baik.

8. Bio Gas Engine Generator

Berfungsi untuk membangkitkan energi listrik melalui proses bio gas, dimana supplay bio gas harus berjalan lancar sehingga hasil yang diperoleh dapat baik dan tidak terkendala, setelah dihasilkan listrik maka tegangan yang dihasilkan dapat dikirim ke pabrik untuk pengolahan kelapa sawit, dan sisanya dikirim ke PLN sebesar 0,5 MW untuk digunakan di desa Sidomulyo Kecamatan Bilah Hilir Kabupaten Labuhan Batu. Demikian siklus awal pengolahan hingga sampai menghasilkan listrik di PLTBg Asian Agri.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat penelitian

Berdasarkan rencana, maka pembuatan skripsi ini akan dimulai pada awal November 2018 hingga Mei 2019 pada PT. PLN (Persero) ULP Labuhan Bilik berada di Jl. Besar Tanjung Sarang Elang Sijawi jawi Kabupaten LabuhanBatu Kecamatan Panai Hulu Sumatera Utara dan di PLTbg Asian Agri didaerah Desa Sidomulyo Kecamatan Bilah Hilir .

3.2 Jenis Penelitian

Dalam menyusun suatu penelitian diperlukan langkah – langkah yang benar sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi analisis. Observasi yang dilakukan adalah dengan pengambilan data dengan cara melakukan pengukuran pada lokasi penelitian yang selanjutnya akan di analisis untuk keperluan penelitian

3.3 Jenis Data Penelitian

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari peninjauan dan pengukuran di lapangan atau survey langsung dilapangan



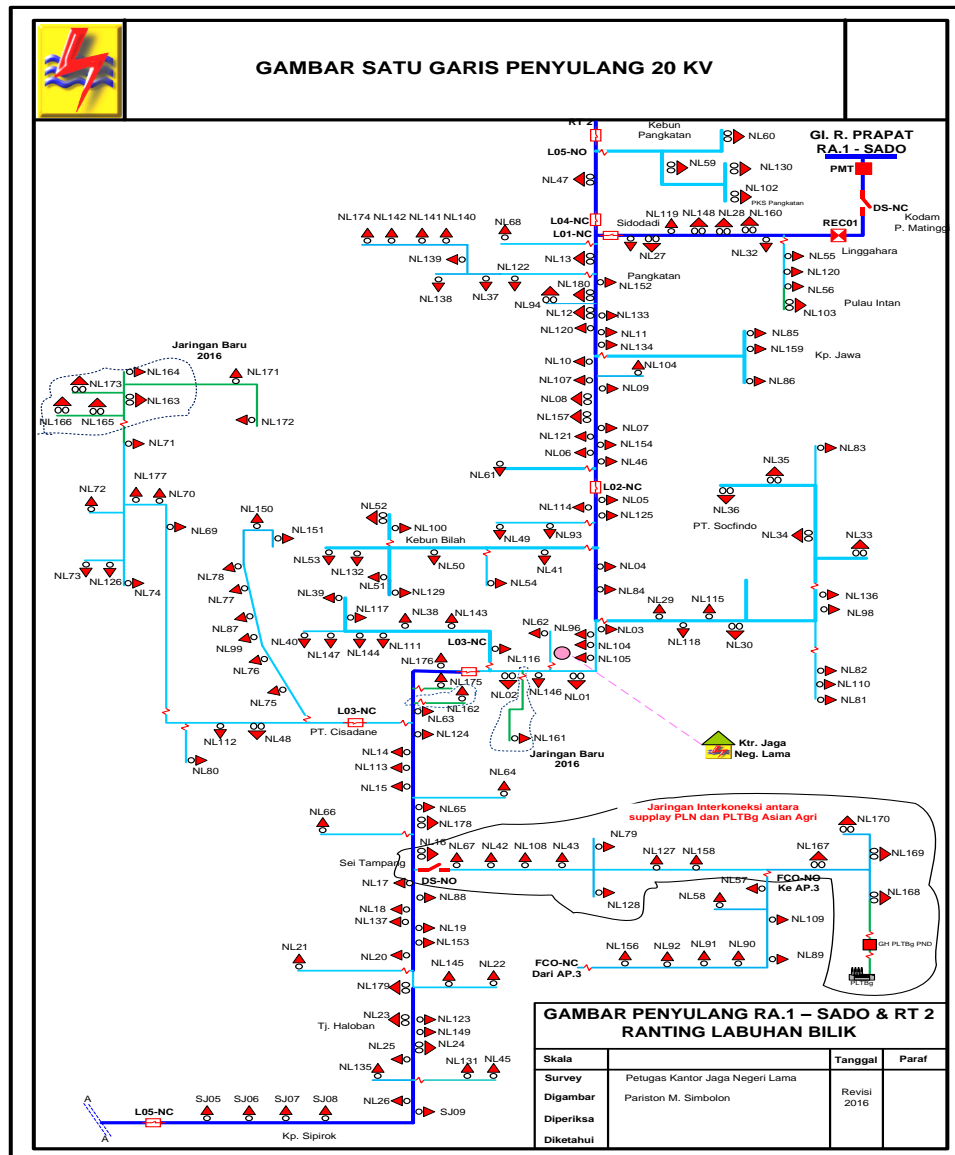
Gambar 3.1 Pelaksanaan pengukuran arus



Gambar 3.2. Pelaksanaan Pengukuran Tegangan

2. Data Sekunder

Merupakan penunjang dari hasil penelitian yang diperoleh dari lapangan. Pengumpulan data sekunder diambil dari kantor-kantor instansi pemerintah atau lembaga penelitian atau studi yang telah ada sebelumnya. Data tersebut berupa buku-buku makalah atau laporan.



Gambar 3.3 Single Line Diagram interkoneksi Tegangan

3.4 Sumber Data

Data-data yang diperlukan dalam proses pembuatan laporan ini di peroleh dari:

1. Observasi

Pengumpulan data untuk penelitian skripsi ini secara langsung di dapat dari tempat objek penelitian skripsi ini, dengan cara menanyakan langsung kepegawai setempat yang ahli di bidangnya. Data-data yang menjadi bahan penelitian ini di dapat dari PT PLN (Persero) ULP Labuhan Bilik dan dari PT. Asian Agri selaku pemilik PLTbg di desa Sidomulyo Kecamatan Bilah Hilir.

2. Wawancara

Metode ini dilakukan dengan cara menanyakan hal – hal yang sekiranya belum penulis ketahui kepada pembimbing lapangan.

3. Studi Pustaka

Mengkaji beberapa teori yang berhubungan langsung dalam penelitian skripsi ini, serta mengkaji teori-teori yang mendukung dalam penyelesaian masalah dalam penelitian skripsi ini. Adapun beberapa teori itu didapat dari sumber bacaan seperti jurnal ilmiah, bukucetak, ebook, internet dan beberapa penelitian terdahulu.

4. Diskusi

Berdiskusi langsung dengan dosen pembimbing skripsi dan pegawai di PT PLN (persero) ULP Labuhan Bilik, Unit yang ahli serta berkompeten di bidang sistem jaringan listrik.

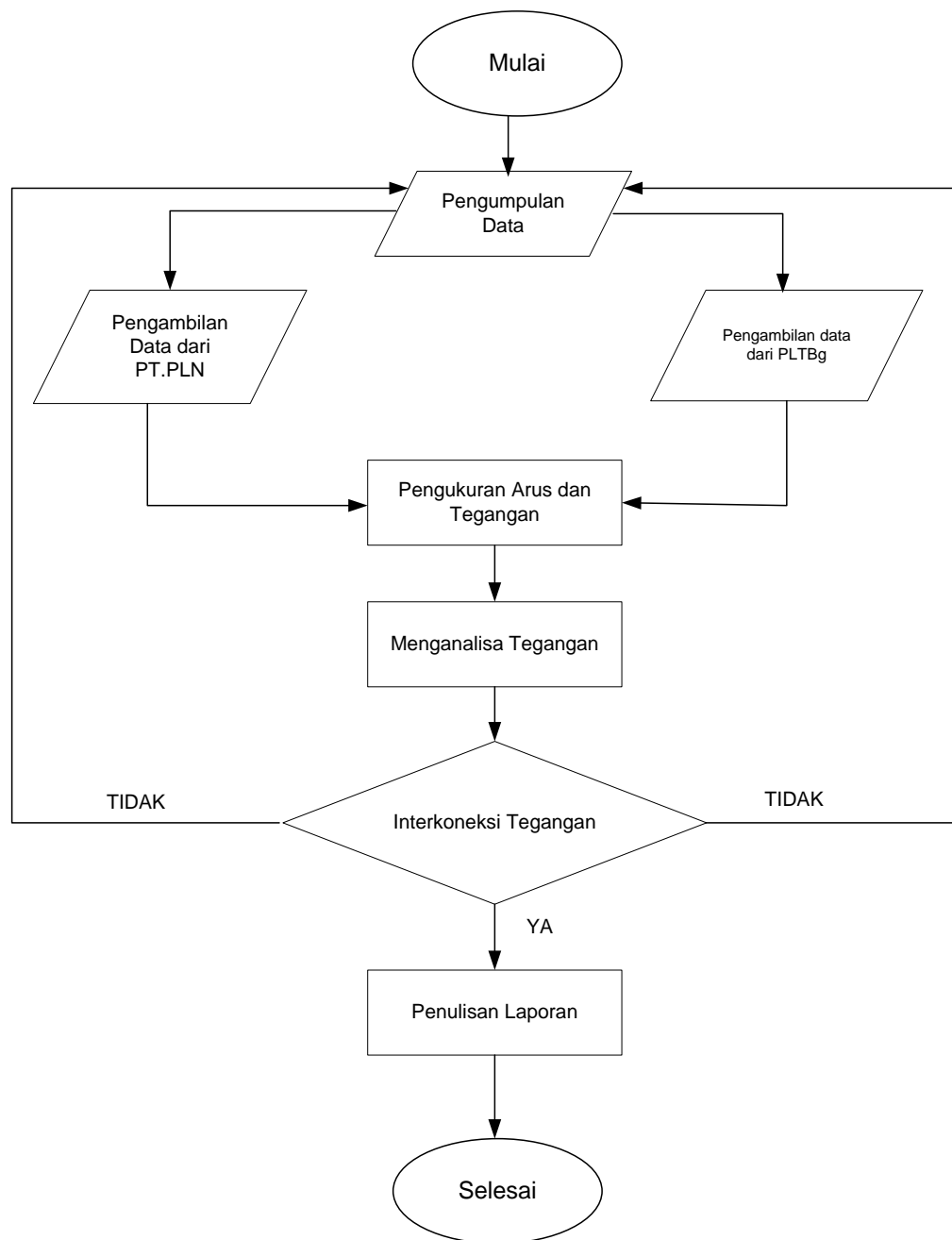
3.5 Teknik Analisa Data

Analisa data merupakan salah satu langkah penting dalam penelitian, terutama bila digunakan sebagai generalisasi atau simpulan tentang masalah yang diteliti. Dalam melakukan perhitungan nantinya, akan dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan, yaitu:

Mengumpulkan data untuk selanjutnya dilakukan analisis tentang interkoneksi pada jaringan distribusi 20 kV antara supplay dari PLN dan supplay dari PLTBg. Adapun langkah – langkah penelitian ini dapat dilihat pada *flow chart* berikut.

- a. Untuk membandingkan tegangan dan arus saat disupplay dari PLTBg maupun saat disupplay dari PLN menggunakan persamaan (2.10)
- b. Perhitungan berapa besar daya yg dapat dioptimalkan saat disupplay dari PLTBg. Menggunakan persamaan (2.3)

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

BAB 4

HASIL DAN ANALISA

4.1 Data Hasil Pengukuran

4.1.1 Pengukuran Tegangan pada sisi 20 KV saat di suplai PLN

Adapun hasil pengukuran Tegangan pada kedua suplai listrik baik dari suplai PLN maupun suplai dari PLTBg adalah sebagai berikut :

Pengukuran tegangan saat disuplai dari PLN sebagai berikut :



Gambar 4.1. Tegangan Phasa R



Gambar 4.2. Tegangan Phasa S



Gambar 4.3. Tegangan Phasa T

Dari hasil pengukuran tegangan perphasa dimana, phasa R = 8,91 KV phasa S = 9,84 KV dan phasa T = 9,45 KV

$$\begin{aligned} \text{Maka total tegangan 3 phasa} &= \text{Teg. Phasa R} + \text{Teg Phasa S} + \text{phasa T} \\ &= 8,91 + 9,84 + 9,45 \\ &= 28,2 \text{ KV} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka tegangan Rata rata} &= V_{\text{Tot}}/3 \times \sqrt{3} \\ &= 28,2/3 \times \sqrt{3} \\ &= 16,28 \text{ KV} \end{aligned}$$

4.1.2 Pengukuran Tegangan saat disupplay dari PLTBg



Gambar 4.4 Pengukuran Tegangan saat disuplai PLTBg Gardu Hubung PLTBg PT. Asian Agri, 2019

Dari hasil pengukuran tegangan perphasa dimana, phasa R = 19,15 KV phasa S = 19,22 KV dan phasa T = 19,24 KV

$$\begin{aligned} \text{Maka total tegangan 3 phasa} &= (\text{Teg. Phasa R} + \text{Teg Phasa S} + \text{phasa T}) / 3 \\ &= (19,15 + 19,22 + 19,24) / 3 \\ &= 19,2 \text{ KV} \end{aligned}$$

Maka dari persamaan (2.15) dapat diperoleh jatuh tegangan adalah selisih antara tegangan kirim dikurang tegangan terima seperti berikut

$$\Delta V = V_K - V_T$$

Untuk supplay dari PLN diketahui Tegangan Kirim 20 KV dan Tegangan Terima 16,28 KV maka

$$\begin{aligned} \Delta V &= V_K - V_T \\ \Delta V &= 20 - 16,28 \\ &= 3,72 \text{ KV} \end{aligned}$$

Jatuh tegangan pada jaringan distribusi sebesar 3, 72 KV yang membuat tegangan disisi terima menjadi drop (Tegangan tidak standard lagi sesuai SPLN-1. 1995)

Untuk supplay dari PLTBg diketahui Tegangan Kirim 20 KV dan Tegangan Terima 19,2 KV maka

$$\begin{aligned} \Delta V &= V_K - V_T \\ \Delta V &= 20 - 19,2 \\ &= 0,8 \text{ KV} \end{aligned}$$

Jatuh tegangan pada jaringan distribusi sebesar 0,8 KV dan masih dalam ambang batas normal (Tegangan masih standard sesuai SPLN-1. 1995)

4.1.3 Pengukuran Arus saat disuplai dari PLN

Adapun hasil pengukuran Arus pada kedua suplai listrik baik dari suplai PLN maupun suplai dari PLTBg adalah sebagai berikut :

Pengukuran arus saat disuplai dari PLN sebagai berikut :



Gambar 4.5 Arus Phasa R



Gambar 4.6 Arus Phasa S



Gambar 4.7 Arus Phasa T

Dari hasil pengukuran arus perphasa dimana, phasa R = 9,2 A phasa S = 8,6 A dan phasa T = 7,1 A

$$\begin{aligned}
 \text{Maka arus rata-rata} &= \text{Arus Phasa R} + \text{Arus Phasa S} + \text{Arus phasa T} \\
 &= 9,2 \text{ A} + 8,6 \text{ A} + 7,1 \text{ A} / 3 \\
 &= 8,3 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Tabel.4.1 Pengukuran Arus dan Tegangan pada sisi 20 KV

No	Suplai	Arus (Ampere) sisi 20 KV			Tegangan (Volt) sisi 20 KV di pangkal	Tegangan (Volt) sisi 20 KV di titik Pelanggan	Keterangan
		Phasa R	Phasa S	Phasa T			
1	PLN Penyulang RA1	9,2	8,6	7,1	20 KV	16, 28 KV	Buruk
2	PLTBg (PT, Asian Agri)				20 KV	19,2 KV	Baik

4.2 Perbandingan daya yang digunakan saat di suplai dari PLN dan PLTBg

Dari persamaan (2.3) maka dapat dihitung daya aktif untuk 3 phasa

$$P = \sqrt{3} V.I \cos\phi$$

Maka dapat dihitung daya aktif saat disuplai dari PLN

Diketahui tegangan Rata rata = 16,28 KV

Arus Rata rata = 8,3 A

$\cos \phi = 0,90$ data dari GI

Daya yg digunakan saat disupplay dari PLN sebagai berikut :

$$P = \sqrt{3} \times 16,28 \times 8,3 \text{ A} \times 0,90$$

$$= 210,6 \text{ KW}$$

Apabila tegangan yg digunakan saat disupplay dari PLTBg dimana tegangan rata rata

PLTBg adalah 19,2 KV maka daya yg digunakan adalah sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \times 19,2 \times 8,3 \text{ A} \times 0,90$$

$$= 248,4 \text{ KW}$$

Maka selisih dari pemakaian daya yg digunakan adalah

$$\Delta P = 248,4 - 210,6$$

$$= 37,8 \text{ KW}$$

Apabila di kalkulasikan dalam satuan KWH maka besarnya rugi pln dalam hitungan jam sebesar 37,8 KWh sehingga apabila dirata-ratakan pemakaian dianggap sama maka kerugian pln dalam sehari sebesar

$$= 37,8 \times 24 \text{ jam}$$

$$= 907,2 \text{ Kwh}$$

Apabila dihitung dalam rupiah maka kerugian PLN selama sehari (24 Jam) adalah sebesar :

$$= 907,2 \times \text{Rp.}1457.,$$

$$= \text{Rp.} 1.321.790.,$$

Dan kerugian PLN dalam waktu satu bulan dapat di perkirakan sebesar

$$= \text{Rp.} 1.321.790 \times 30 \text{ hari}$$

$$= \text{RP } 39.653.700$$

Dari hasil pengukuran dan perhitungan tersebut dapat diperoleh bahwasanya tegangan dari suplai PLN sangat rendah disebabkan oleh jarak dari Gardu induk ke daerah desa Sidomulyo Kecamatan Bilah Hilir sangat jauh yang menyebabkan drop tegangan.

Dari hasil perhitungan akibat perbedaan tegangan suplai antara PLN dan PLTBg, PLN rugi sekitar 37,8 KW

Dikarenakan suplai tegangan listrik dari PLN mengalami drop tegangan yg sangat tinggi, maka tegangan disuplai dari PLTBg, namun apabila ada gangguan atau perbaikan di PLTBg maka tegangan dialihkan ke PLN agar pelanggan tetap dilayani.

Dari Analisa pengukuran dan perhitungan berdasarkan data yg didapat dapat kita lihat perbedaan suplai tegangan dari PLN dan dari PLTBg.

Dengan adanya kerjasama jual beli tenaga listrik dengan pihak PLTBg PT. Asian Agri, PLN dapat memberikan pelayanan yang baik melalui mutu tegangan yang baik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengukuran dan perhitungan pada jaringan distribusi 20 KV di PT.PLN (Persero) dan pada jaringan yang disuplai dari PLTBg milik PT Asian Agri penulis dapat di simpulkan bahwa:

1. Tegangan yang disuplai dari PLN sangat rendah yaitu dikisaran 16 KV, sementara tegangan disisi pangkal sebesar 20 KV jadi drop tegangan pada jaringan Distribusi sebesar 4 KV.
2. Tegangan yang disuplai dari PLTBg masih bagus dimana tegangan terimanya dikisaran 19,2 KV
3. Melalui Interkoneksi tegangan , PLN dapat terbantu dari segi kehandalan dan pelayanan maksimal kepada pelanggan
4. Saat disuplai dari PLTBg tegangan yang dihasilkan sudah memenuhi standart yang ditentukan oleh SPLN (Standar Perusahaan Umum Listrik Negara) yaitu jatuh tegangan tidak boleh lebih dari 10% dikarenakan bisa disupplay dari PLTBg.
5. Pelanggan tetap dapat dilayani, walaupun salah satu suplai listrik ada yang mengalami gangguan dengan melakukan manuver tegangan
6. PLN mengalami kerugian saat suplai dari penyulang RA1 (PLN) sebesar 37,8 KW

5.2 Saran

1. Untuk jaringan distribusi 20 KV yang ada di Labuhan Bilik khususnya untuk penyulang RA1 yang melayani PT. PLN ULP Labuhan Bilik, perlu pembagian beban agar tegangan tidak semakin drop
2. PT. PLN Pembangkitan, harus mengejar waktu penyelesaian pembangunan Gardu Induk di daerah Ajamu yang sedang dibangun untuk memberikan pelayanan yang baik.
3. Membangun Sinergi terus menerus dengan pihak PT. Asian Agri agar saat ada gangguan, bisa disuplai dari salah satu penyulang.

DAFTAR PUSTAKA

- AAA Learning Institute, 2014 *Alur proses pembangkitan Biogas* 24
25 April 2014 PT Asian Agri
- Batubara, Supina, Sri Wahyuni, and Eko Hariyanto. "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dalam." Seminar Nasional Royal (SENAR). Vol. 1. No. 1. 2018.
- Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara,
1985 *Toleransi Tegangan Pelayanan yang di ijinakan* : SPLN 59 1985 Fachry
Azharuddin Noor, dkk 2017 *Jurnal Teknik Elektro* Vol.9 No.2
Juli-Desember 2017 P-ISSN 1411 – 0059 E-ISSN 2549 – 1571
- Fitriani, W., Rahim, R., Oktaviana, B., & Siahaan, A. P. U. (2017). Vernam Encrypted Text in End of File Hiding Steganography Technique. *Int. J. Recent Trends Eng. Res*, 3(7), 214-219.
- Hardinata, R. S. (2019). Audit Tata Kelola Teknologi Informasi menggunakan Cobit 5 (Studi Kasus: Universitas Pembangunan Panca Budi Medan). *Jurnal Teknik dan Informatika*, 6(1), 42-45.
- Herdianto, H. (2018). Perancangan Smart Home dengan Konsep Internet of Things (IoT) Berbasis Smartphone. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 6(2).
- Hendrawan, J., & Perwitasari, I. D. (2019). Aplikasi Pengenalan Pahlawan Nasional dan Pahlawan Revolusi Berbasis Android. *JurTI (Jurnal Teknologi Informasi)*, 3(1), 34-40
- Khairul, K., Haryati, S., & Yusman, Y. (2018). Aplikasi Kamus Bahasa Jawa Indonesia dengan Algoritma Raita Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 11(1), 1-6.
- Lubis, A., & Batubara, S. (2019, December). Sistem Informasi Suluk Berbasis Cloud Computing Untuk Meningkatkan Efisiensi Kinerja Dewan Mursyidin Tarekat Naqsyabandiyah Al Kholidiyah Jalaliyah. In *Prosiding SiManTap: Seminar Nasional Matematika dan Terapan (Vol. 1, pp. 717-723)*.
- Muttaqin, Muhammad. "Analisa Pemanfaatan Sistem Informasi E-Office Pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan Dengan Menggunakan Metode Utaut." *Jurnal Teknik dan Informatika* 5.1 (2018): 40-43.

- PT. PLN (Persero) Pusat dan Pelatihan, 2011 *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*, 2011
- PT. PLN Corporate University, 2015 *Standar Konstruksi Jaringan Distribusi*, 2015
- Ramadhani, S., Suherman, S., Melvasari, M., & Herdianto, H. (2018). Perancangan Teks Berjalan Online Sebagai Media Informasi Nelayan. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 6(2).
- Rahmat Putra Syawal, 2015 Sikripsi Analisis Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo Kendari 2015
- Rusda, dkk 2017 PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI IV Samarinda , 9 November 2017 Fakultas Teknik – Universitas Mulawarman p-ISSN: 2598 – 7410 e-ISSN : 2598 – 7429
- Siahaan, A. P. U., Aryza, S., Nasution, M. D. T. P., Napitupulu, D., Wijaya, R. F., & Arisandi, D. (2018). Effect of matrix size in affecting noise reduction level of filtering.
- Utomo, R. B. (2019). Aplikasi Pembelajaran Manasik Haji dan Umroh berbasis Multimedia dengan Metode User Centered Design (UCD). *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 3(1), 68-79.
- Wijaya, R. F., Utomo, R. B., Niska, D. Y., & Khairul, K. (2019). Aplikasi Petani Pintar Dalam Monitoring Dan Pembelajaran Budidaya Padi Berbasis Android. *Rang Teknik Journal*, 2(1).