

TUGAAS AKHIR

**“ANALISIS TERJADINYA KORONA MELALUI UJI TEGANGAN
TEMBUS PADA SISTEM TENAGA LISTRIK KUBIKEL 20 KV”**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Oleh :

MUHAMMAD HABIB NASUTION

1207220028



**PEROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATRA UTARA
MEDAN
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS TERJADINYA KORONA MELALUI UJI TEGANGAN
TEMBUS PADA SISTEM TENAGALISTRIK KUBIKEL 20 KV"**

*Diajukan Untuk Memenuhi Tugas-Tugas Dan Syarat-Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST) Pada Fakultas Teknik
Perogram Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra
Utara*

Telah Diuji Dan Disidang Pada Tanggal :

20 Maret 2018

Oleh :

MUHAMMAD HABIB NASUTION

1207220028

Disetujui Oleh

Pembimbing I

Arnawan Hasibuan, S.T, M.T

Penguji I

Indra Roza, ST., MT

Pembimbing II

M. Syafri, S.T, M.T

Penguji II

Faisal Irsan Pasaribu, ST., MT

**Perogram Studi Teknik Elektro
Ketua**

Faisal Irsan Pasaribu, ST., MT

**PEROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK**

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATRA UTARA

MEDAN

2018

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Muhammad Habib Nasution
NPM : 1207220028
Tempat / Tgl Lahir : Medan, 29 November 1993
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir (skripsi) saya yang berjudul :

“ANALISIS TERJADINYA KORONA MELALUI UJI TEGANGAN TEMBUS PADA SISITEM TENAGA LISTRIK KUBIKEL 20 KV”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karna berhubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bisa dip roses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sangsi terberat berupa pembatalan kelulusan / kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran saya sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakan integritas Akademik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 10 febuari 2018



yang menyatakan

(MUHAMMAD HABIB NASUTION)

ABSTRAK

Tegangan tinggi yang diterapkan pada penghantar dapat mengakibatkan terjadinya korona, dimana medan listrik disekitar kawat atau konduktor yang di timbulkan oleh tegangan tinggi tersebut. Timbulnya korona pada suatu penghantar dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi udara, keadaan permukaan kawat penghantar, jenis penghantar, dan diameter kawat penghantar. Hasil percobaan tegangan tembus yang telah dilakukan menggunakan alat percobaan sela bola terhadap kubikel. Pengolahan data dengan melakukan perhitungan berupa perhitungan factor densitas (), medan listrik visual keritis (E_v), tegangan pemunculan korona (E_v), dan perhitungan rugi daya akibat korona (Ploss). Rugi-rugi daya yang dihasilkan dari perhitungan merupakan daya yang hilang pada kabel skun diterminating kubikel penyulang sinkon yang merupakan daya yang terbuang.

Kata Kuncinya : Tegangan Tembus, Korona, Kabel diterminating.

KATA PENGHANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan rasa syukur atas kehadiran ALLAH SWT, melalui segala waktu dan upaya yang ada penulis dapat menyelesaikan skripsi tugas akhir, yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang kesarjanaan (Strata-1) di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Adapun judul skripsi tugas akhir ini adalah :

“Analisis Terjadinya Korona Melalui Uji Tegangan Tembus Pada Sistem Tenaga Listrik Kubikel 20 KV”

Selama dalam menyelesaikan Skripsi Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Sehingga atas selesainya Skripsi Tugas Akhir ini, penulis dengan rendah hati mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan Skripsi Tugas Akhir ini , terutama kepada :

1. Kepada Ibunda (**LINDAWATI**) dan Nenek saya (**ROSMINI IBRAHIM**) tercinta, dan beserta keluarga besar tersayang, yang telah banyak member nasehat dan doanya serta pengorbanannya berupa dukungan baik moral maupun material dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Kepada Bapak **Arnawan Hasibuan, S.T, M.T** sebagai pembimbing I dan Kepada Bapak **M. Syafril, S.T, M.T** sebagai pembimbing II, yang telah banyak membantu dan memberikan arahnya serta pemikirannya kepada penulis sehingga terselesaikanlah Tugas Akhir ini.
3. Kepada bapak **MUNAWAR ALFANSURY SIREGAR, ST, MT**, selaku dekan fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

4. Kepada bapak **FAISAL IRSAN PASARIBU, ST, MT**, dan bapak **PARTAONAN HARAHAHAP, ST, MT**, selaku Ketua program studi dan Sekretaris program studi Teknik Elektro, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
5. Kepada bapak, ibu staf pengajar serta pegawai Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
6. Kepada rekan-rekan Mahasiswa teknik elektro Stambuk 2012 khususnya A3 Malam Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, yang telah banyak membantu sekaligus mendorong semangat dan member masukan-masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Studi Strata-1 yang bermanfaat bagi penulis.

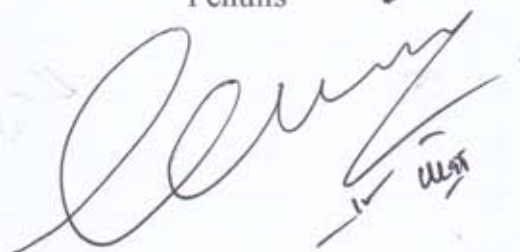
Dalam penulisan skripsi tugas akhir ini, penulis telah berupaya semaksimal mungkin dengan kemampuan yang ada untuk dapat menyelesaikan. Dan penulis menyadari adanya kekurangan dan kejanggalan dalam penyusunan ini maupun penulisan kata-kata, maka pada kesempatan ini dengan kerendahan hati penulis menerima keritik dan saran dari pembaca sekalian yang bersifat membangun demi kesempurnaan Skripsi Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis sekali lagi mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu, kiranya tulisan ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 17 februari 2018

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Muhammad Habib Nasution', with a small mark below it that looks like 'UHST'.

(MUHAMMAD HABIB NASUTION)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang.....	1
2.1	Perumusan Masalah.....	2
3.1	Tujuan Penulisan.....	3
4.1	Batas Masalah.....	3
5.1	Sistematik Penulisan.....	3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Teori Penelitian Relevan.....	5
2.2	Pengertian dan Fungsi kubikel 20 kv.....	6
2.3	Fungsi kubikel 20 kv.....	6
2.4	Jenis – Jenis kubikel.....	7
2.4.1	Kubikel PMS (Pemisah).....	8
2.4.2	Kubikel PMT (Pemutus Tenaga).....	9
2.4.3	Kubikel LBS (Load Break switch).....	12
2.4.4	Kubikel CB <i>Out Metering</i> (PMT = CB).....	13
2.4.5	Kubikel TP (<i>Transformer Protection</i>).....	17
2.4.6	Kubikel PT (<i>Potensial Transformer</i>).....	18
2.4.7	Kubikel Terminal Out Going (B1).....	19
2.5	Bagian – bagian Dari Konstruksi Kubikel	21
2.6	Koneksi Longgar.....	21
2.7	Perincian Isolasi.....	22

2.8	Proses Terjadinya Korona.....	26
2.9	Jenis Korona.....	28
2.9.1	Korona Positif.....	28
2.9.2	Korona Negatif.....	28
2.10	Korona Pada Kubikel Tegangan Menengah	29
2.11	Pengaruh Tekanan Parsial Udara Terhadap Korona.....	30
2.12	Implementasi Model Korona.....	33

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1	Lokasi Penelitian.....	37
3.2	Peralatan Pengujian.....	37
3.3	Pengujian Tegangan Tembus.....	38
3.4	Pengolahan Data.....	40
3.5	Hasil Uji Perhitungan.....	42
3.6	Pengambilan Data.....	45
3.7	Analisa Data.....	48

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Umum.....	50
4.2	Data.....	50
4.3	Perhitungan Data.....	51
4.4.1.	Menghitung factor Densitas ().....	51
4.4.2.	Menghitung Medan Listrik Visual (E_v).....	52
4.4.3.	Menghitung Pemunculan Korona.....	53
4.4.4.	Menghitung Rugi Daya Akibat Korona.....	53

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan..... 55
5.2 Saran..... 55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : bentuk nyata dari Kubikel.....	7
Gambar 2.2 : jenis-jenis kubikel.....	8
Gambar 2.3. simbol diagram kubikel PMS (pemisah).....	8
Gambar 2.4. : simbol diagram kubikel PMT (pemutus tenaga).....	9
Gambar 2.5 : simbol diagram kubikel LBS (<i>Load Break Switch</i>).....	12
Gambar 2.6 : simbol diagram kubikel CB <i>out metering</i> (PMT = CB).....	14
Gambar 2.7 : Simbol diagram kubikel TP (<i>Transformer Protection</i>).....	17
Gambar 2.8 : Simbol diagram kubikel PT (<i>Potensial Transformer</i>).....	18
Gambar 2.9 : Simbol diagram kubikel <i>Terminal out going</i> (B1).....	20
Gambar 2.14 : koneksi hot fuse.....	22
Gambar 2.15 : kabel jumper mediumvoltage tidak terlindungi.....	24
Gambar 2.16 : Dukungan switchgear bus pembatas.....	24
Gambar 2.17 : Kegagalan isolasi parsial lokal.....	25
Gambar 2.18 : Curve model korona.....	35
Gambar 3.1 Konstruksi Elektroda alat <i>Break Down Test</i>	38
Gambar 3.2 Bentuk nyata dari alat <i>Break Down test</i>	39
Gambar 3.3 kubikel Schneider Electric SM6.....	46
Gambar 3.4 Nameplat dari kubikel jenis SM6.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 karakteristik beban lebih dari PMT.....	9
Tabel 2.2 Karakteristik dari rele beban lebih CB out metering.....	12
Tabel 3.1 Hasil Pengujian Hari Pertama.....	43
Tabel 3.2 Hasil Pengujian Hari kedua.....	44
Tabel 3.3 Hasil Pengujian Hari ketiga.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tegangan tinggi dalam dunia ketenagalistrikan adalah semua tegangan yang dianggap cukup tinggi oleh para teknisi listrik sehingga diperlukan pengujian dan pengukuran dengan tegangan tinggi yang semuanya bersifat khusus dan memerlukan teknik-teknik tertentu dimana gejala-gejala tegangan tinggi mulai terjadi. Batas yang menyatakan kapan suatu tegangan dapat dikatakan tinggi (*High Voltage*), dan kapan sudah dikategorikan sebagai tinggi sekali (*Extra High Voltage*), atau sangat tinggi sekali (*Ultra High Voltage*) berbeda-beda untuk setiap Negara atau perusahaan tenaga listrik di Negara-negara tersebut, dan biasanya tergantung kepada kemajuan tekniknya masing-masing. Salah satu faktor yang menentukan adalah tingginya tegangan transmisi yang dipakai. Hal ini tergantung kepada besarnya tenaga yang harus disalurkan dari pusat-pusat listrik kepusat beban dan jarak yang harus ditempuh untuk memindahkan tenaga tersebut secara ekonomis.

Ada pun pada Negara-negara maju, High Voltage (HV) dianggap mulai pada tegangan 20-30 kv, dan Extra high Voltage (EHV) kira-kira 20 kv, dan Ultra High Voltage (UHV) kira-kira pada 765 kv. Pada penerapan tegangan transmisi pada tegangan tinggi sekali (EHV) di dunia (220 kv ke atas) baru dimulai tidak lebih lama dari 25 tahun yang lalu. Bahkan di Amerika Serikat, pemasangan saluran dengan tegangan 345 kv baru dilaksana 20 tahun lalu.

Sebagaimana juga dalam bidang lain, maka pergerakan kearah tegangan yang lebih tinggi ini menimbulkan persoalan baru. Persoalan ini sudah dijumpai pada tegangan yang

lebih terasa oleh karna keinginan dari industri untuk menghasilkan rencana yang ekonomis dan dapat dipertanggung jawabkan. Persoalan itu menyangkut beberapa bidang seperti :

1. Adanya gejala korona yang makin menonjol.
2. Persoalan isolasi kawat.
3. Persoalan isolasi peralatan.

Tegangan tinggi yang diterapkan pada penghantar dapat mengakibatkan terjadinya korona, dimana medan listrik di sekitar kawat atau konduktor yang di timbulkan oleh tegangan tinggi tersebut. Timbulnya korona pada suatu penghantar dipengaruhi oleh beberapa factor seperti kondisi udara, keadaan permukaan kawat penghantar, jenis penghantar, dan diameter kawat penghantar.

Gejala korona yang terjadi mengakibatkan berbagai macam gangguan seperti gangguan radio, rugi saluran transmisi, suara bising, dan pada kondisi tegangan yang sangat tinggi akan muncul busur api, sedangkan bagi kubikel dapat menyebabkan kegagalan isolasi yang bisa mengakibatkan kubikel terbakar atau bahkan meledak serta menjadi transient yang dapat mengakibatkan tegangan tidak stabil. Berdasarkan hal tersebut penulis tertarik membahas judul “ Analisis Terjadinya Korona Melalui Uji Tegangan Tembus Pada Sistem Tenaga Listrik Kubikel 20 KV “. Korona ini pernah terjadi terjadi di PT. JUI SHIN.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang didapatkan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana penyebab terjadinya gangguan pada kubikel *incoming* 20 kv melalui uji tegangan tembus.
2. Bagaimana pengaruh korona terhadap rugi – rugi daya.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah:

1. Menjabarkan Bagaimana bisa timbul korona melalui uji tegangan tembus di kubikel incoming 20 kV
2. Menganalisa munculnya rugi-rugi daya akibat terjadinya korona pada kubikel 20 kV.

1.4 Batas Masalah

Agar pembahasan tidak terlalu luas dan tujuan penulisan dapat tercapai, maka diberikan batas masalah dalam skripsi ini, yaitu:

1. Kubikel di penyulang KI 12 PT. JUI SHIN.
2. Korona pada kubikel *incoming* 20 kv melalui uji tegangan tembus.
3. Alat uji tegangan tembus yang digunakan *Break Down Test*.
4. Tidak membahas kubikel lebih dalam.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN.

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA.

Pada bab ini akan dibahas mengenai pandangan umum yang berisikan tentang pengertian umum kubikel, kabel skun diterminating, kabel tanah SKTM pada kubikel, dan pemeliharaannya.

BAB III : METODE PENELITIAN.

Pada bab ini menjelaskan tentang langkah yang diambil untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN.

Pada bab ini akan menganalisis penyebab terjadinya korona pada kabel skun diterminating dan pemeliharaan yang bagus sebelum terjadinya korona.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini akan memaparkan kesimpulan dan saran dari hasil analisis yang telah dilakukan pada tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Penelitian Relevan

Berikut ini beberapa penelitian yang dilakukan terdahulu untuk mendukung penelitian penulis dalam analisis terjadinya korona melalui uji tegangan tembus pada sistem tenaga listrik kubikel 20 kV :

Don Bosco (2008), Analisis dan simulasi tegangan awal terbentuknya korona pada model kubikel, korona pada kubikel disebabkan karena adanya ke tidak idealan pada celah udara yang memisahkan dua elektroda. Tegangan keritis awal terjadinya korona pada model kubikel yang di pengaruhi oleh beberapa hal seperti gradient tegangan, bentuk elektroda pada kubikel, jarak elektroda dengan badan kubikel, kelembapan udara, tekanan udara, dan kondisi suhu udara.

Andi Mahardi (2010), Analisis pemeliharaan peralatan hubung bagi (Kubikel) 20 kv pelanggan besar, pada dasarnya kubikel mengalami penurunan kualitas pelayanan sehingga perlu dilakukan adanya upaya perawatan agar dapat mempertahankan atau mengembalikan pada tingkat prestasi awal dan dapat beroperasi dengan keandalan tinggi sehingga kontinuitas pelayanan listrik akan tercapai.

Wahyu Kunto Wibowo, Ir. Yuningtyastuti, Abdul Syakur, S.T. M.T. analisis karakteristik break down voltage pada dielektrik minyak SHELL

DIALA B pada suhu 30°C-130°C, Pada pengujian yang dilakukan, akan diteliti karakteristik tegangan tembus yang muncul pada dielektrik minyak trafo jenis shell diala B terhadap pengaruh perubahan suhu antara 30°C sampai dengan 130°C dengan cara melakukan pengukuran tegangan tembus menggunakan elektroda setengah bola-setengah bola dan elektroda bola-bola yang diterapkan tegangan uji berupa tegangan tinggi bolak-balik (AC) frekuensi 50 Hz untuk mendapatkan karakteristik tegangan tembus minyak trafo shell diala B terhadap perubahan jarak sela dan suhu minyak.

2.2 Pengertian kubikel 20 kv

Kubikel 20 kv adalah seperangkat peralatan listrik yang di pasang pada gardu distribusi yang berfungsi sebagai pembagi, pemutus, penghubung, pengontrol dan proteksi system penyaluran tenaga listrik tegangan 20 kv kubikel 20 kv biasa terpasang pada gardu distribusi atau gardu hubung yang berupa beton maupun kios.

2.3 Fungsi kubikel 20 kv

Adapun beberapa fungsi dari kubikel ialah :

- Mengendalikan sirkuit yang dilakukan oleh saklar utama.
- Melindungi sirkuit yang dilakukan oleh fase atau pelebur.
- Membagi sirkuit dilakukan oleh pembagian jurusan atau kelompok (busbar).

Adapun bentuk nyata kubikel seperti pada gambar 2.1.



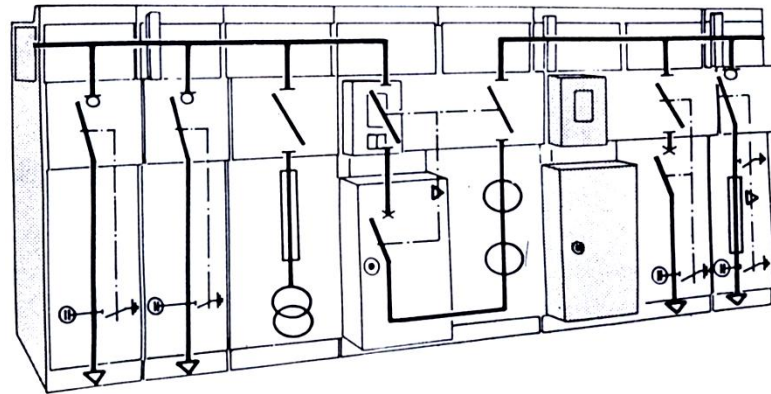
Gambar 2.1 : bentuk nyata dari Kubikel

2.4 Jenis – Jenis kubikel

Berdasarkan fungsi dan nama peralatan yang terpasang pada kubikel dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu :

1. Kubikel PMS (Pemisah)
2. Kubikel PMT (Pemutus tenaga)
3. Kubikel LBS (Load Break switch)
4. Kubikel CB Out Metering (PMT CB)
5. Kubikel TP (Transformer Protection)
6. Kubikel PT (Potential Transformer)
7. Kubikel B1 (Terminal Out Going)

Adapun jenis-jenis kubikel dapat dilihat pada gambar 2.2.

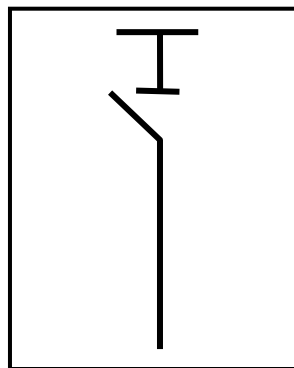


Gambar 2.2 : jenis-jenis kubikel.

2.4.1 Kubikel PMS (Pemisah)

Berfungsi sebagai pemisah atau penghubung aliran listrik 20 kv kontak penghubung tidak dilengkapi alat peredam busur api sehingga posisi alat kontak (buka tutup) harus dilakukan dalam keadaan tidak berbeban. Bisa terpasang pada sisi kabel *incoming* gardu distribusi.

Adapun bentuk simbol diagram kubikel PMS dapat dilihat di gambar 2.3.

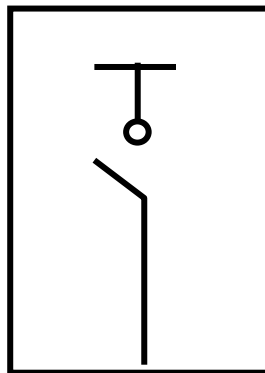


Gambar 2.3. simbol diagram kubikel PMS (pemisah).

2.4.2 Kubikel PMT (Pemutus Tenaga)

Berfungsi untuk memutus dan menutup aliran listrik dalam keadaan berbeban, termasuk memutus saat terjadi gangguan hubung singkat.

Adapun bentuk simbol diagram PMT (pemutus tenaga) dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. : simbol diagram kubikel PMT (pemutus tenaga)

Kubikel PMT terdiri dari :

1. Satu set busbar tiga fase 400 A, 630 A atau 1250 A
2. Dua pemisah tiga kutub dengan arus pengenal 400 A, 360 A atau 1250 A yang dioperasikan secara manual, pemisahan dilakukan dengan penarikan / pencabutan (sistem laci) pemutus tenaga yang ditempatkan dalam kompartemen.

3. Sebuah pemutus tenaga kutub jenis SF6 atau hampa udara dengan pengoperasian melalui energi pegas yang pengisiannya dilakukan secara manual atau motor listrik.
4. Pemutus tenaga tersebut dilengkapi kumparan pelepasan (trip) dan indicator yang menunjukkan posisi buka / tutup secara mekanis. Spesifikasi alat hubungannya adalah sebagai berikut :
 - Arus pengenal 400 A, 630 A, atau 1250 A
 - Kapasitas pemutus 12,5 kA
 - Kapasitas penyambungan 31,5 kA
 - Kapasitas pemutusan transformator dalam keadaan tanpa beban :
16 A
 - Kapasitas pemutus pengisian kabel : 50 A
5. Tiga buah transformator arus dengan dua inti ydng ditempatkan disaluran keluaran
 - Arus primer : sesuai kebutuhan (50,100, 150, 200 dan seterusnya)
 - Arus sekunder : 5-5A
 - Kapasitas ketahanan arus hubungsingkat : 12,5 kA (1 detik)
 - Beban pengenal :

Kapasitas transformator arus tersebut harus dapat memenuhi kebutuhan rele yaitu :

- Satu inti 30 VA, kelas 0,5 untuk pengukuran

- Satu inti lainnya 15 VA kelas 10-P-10 untuk proteksi tiga buah transformator tegangan.

Tiga buah transformator tegangan

- Rasio : $20/\sqrt{3}$ kV // $100/\sqrt{3}$ Volt
- Beban pengenal : 50 VA
- Kelas ketelitian : 0,5

6. Rele

- Satu set rele untuk beban lebih dan gangguan ke bumi, rele harus disambungkan dengan teransformator arus diatas. Arus dan waktu dapat diatur terpisah.
- Karakteristik beban lebih.

Tabel 2.1 karakteristik beban lebih dari PMT

Arus pengenal (In)	Waktu pemutusan (tripping time)
1,05 In	Sesudah 60 menit
1,2 In	Sesudah 20 menit
1,5 In	Sesudah 5 menit
4 In	Trip sesaat

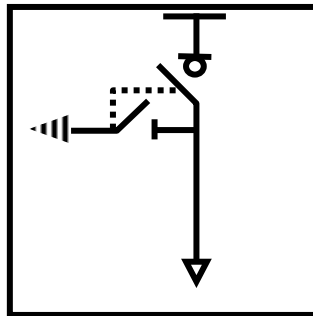
- Rele harus dirancang sehingga melepas sumber tenaga dengan atau tanpa memerlukan suatu daya dari luar

- Rele harus dilengkapi fasilitas untuk pengetesan arus dan pengetesan untuk melepas kontak (trip release)
7. Tiga buah ammeter kebutuhan maksimum di pasang pada panel penunjuk (matering panel)
 8. Sistem interlock.

2.4.3 Kubikel LBS (Load Break switch)

Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik dalam keadaan berbeban atau tidak .

Adapun bentuk simbol diagram dari kubikel LBS (*Load Break Switch*) dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 : simbol diagram kubikel LBS (*Load Break Switch*)

Kubikel LBS terdiri dari :

1. Satu set busbar tiga fase 400 A atau 630 A.

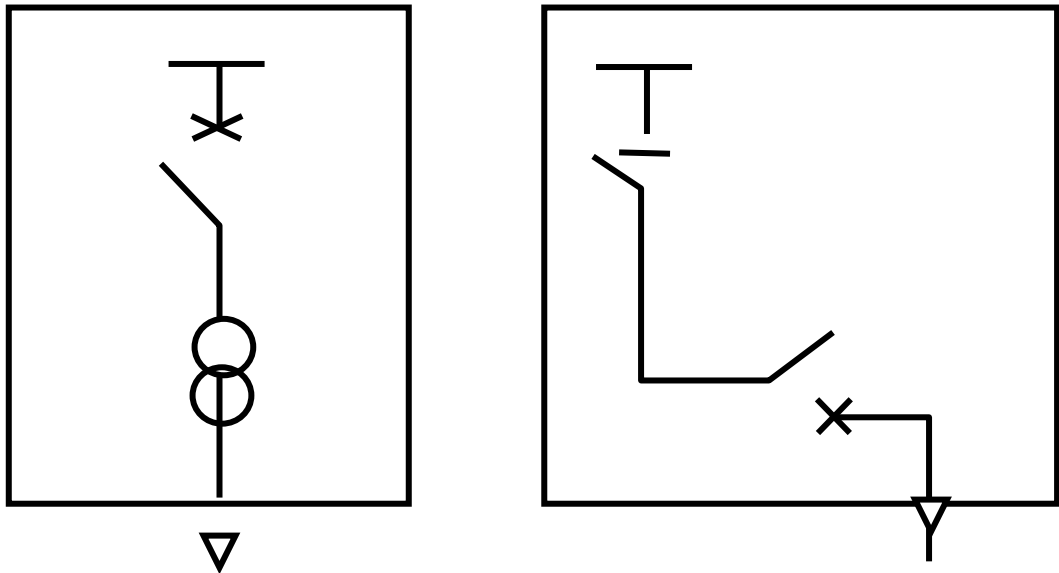
2. Sebuah sakelar beban tiga kutub jenis udara, SF6 atau hampa udara dengan operasi secara manual.
 - Arus pengenalan 400 A
 - Kapasitas penyambung (puncak) 31,5 kA
 - Kapasitas pemutusan beban aktif (pf ; 0,7) 400 A
 - Arus pemutus pengisian beban 25 A
 - Sakelar beban harus dapat dipasang mekanis kontrol listrik (electric control mechanism) tanpa modifikasi yang besar terhadap sakelar tersebut.
 - Kapasitas tahanan arus hubung singkat (1 detik) ; $\geq 12,5$ kA
3. Sebuah sakelar pembumihan 3 kutub dengan pengoperasian secara manual
4. Tiga buah gawai kontrol tegangan
5. Sistem interlock
6. Harus ada ruang yang cukup dan penunjang kabel bagian bawah kubikel untuk melakukan pemasangan terminasi kabel berisolasi padat, penghantar dari bahan aluminium yang dipilin dengan luas penampang sampai dengan 240 mm^2
7. Satu set lengkap terminal kabel (jika diperlukan)

2.4.4 Kubikel CB *Out Metering* (PMT = CB)

Berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik dengan cepat dalam keadaan normal maupun gangguan kubikel ini disebut juga istilah

kubikel pmt (pemutus tenaga) kubikel ini dilengkapi dengan relay proteksi circuit breaker (PMT, CB) kubikel ini bisa di pasang sebagai alat pembatas, pengukuran dan pengaman pada pelanggan tegangan menengah current transformer yang terpasang memiliki double secunder satu sisi untuk mensuplai arus ke alat ukur kwh dan satu sisi lagi untuk menggerakkan relai proteksi pada saat ter jadi gangguan.

Adapun bentuk simbol diagram dari kubikel *CB out metering* (PMT = CB)



Gambar 2.6 : simbol diagram kubikel *CB out metering* (PMT = CB)

Kubikel terdiri dari :

1. Satu set busbar tiga fase 400 A atau 630 A
2. Dua pemisah tiga kutub dengan arus pengenal 400 A atau 630 A yang dioperasikan secara manual atau pemisahan dilakukan dengan penarikan /

pencabutan pemutus tenaga yang ditempatkan dalam kompartemen (sistem laci)

3. Sebuah pemutus tenaga tiga kutub jenis SF6 atau hampa udara, dengan pengoperasian mulai energi pegas yang pengisiannya dilakukan secara manual atau dengan motor listrik. Pemutus tenaga tersebut dilengkapi kumparan pelepas (trip) dan indikator yang menunjukkan posisi, buka/tutup secara mekanis.

- Arus pengenalan : 400 A atau 630 A
- Kapasitas pemutusan pada 24 kV : 12,5 kA
- Kapasitas penyambungan (puncak) : 3,5 kA
- Kapasitas pemutusan transformator dalam keadaan tanpa beban: 16 A
- Kapasitas pemutusan pengisian kabel : 50 A

4. Tiga buah transformator arus dengan dua inti yang ditempatkan disaluran keluaran :

- Arus primer : sesuai kebutuhan (50, 100, 150, 200 atau 400 A)
- Arus sekunder : 5 A
- Kapasitas ketahanan arus hubung singkat (1 detik) : 12,5 kA
- Beban pengenalan

5. Beban pengenalan

Kapasitas transformator arus tersebut harus dapat memenuhi kebutuhan rele yaitu :

- Satu inti 30 VA kelas 0,5 untuk pengukuran
- Satu inti lainnya 15 VA kelas 10-P-10 untuk proteksi.

6. Rele

- Satu set rele untuk arus lebih, beban lebih dan gangguan ke bumi. Rele harus dihubungkan dengan transformator di atas. Arus dan waktu dapat di atur secara terpisah.
- Karakteristik dari rele beban lebih

Tabel 2.2 Karakteristik dari rele beban lebih CB out metering.

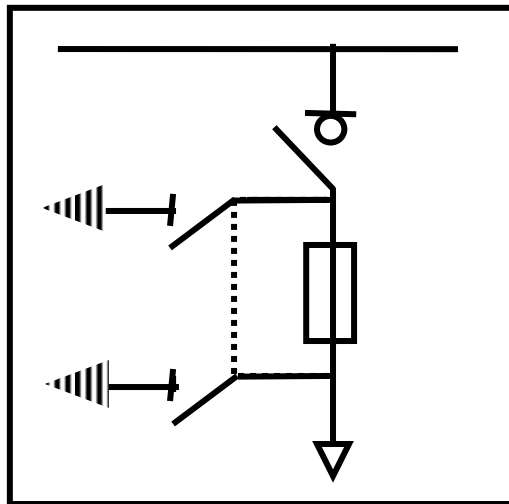
Arus pengenalan (In)	Waktu pemutusan (tripping time)
1,05 In	Sesudah 60 menit
1,2 In	Sesudah 20 menit
1,5 In	Sesudah 5 menit
4 In	Trip sesaat

- Rele harus dirancang sehingga melepas pemutus tenaga dengan atau tanpa memerlukan sumber daya dari luar.
- Rele harus dilengkapi fasilitas untuk pengetesan arus dan pengetesan untuk melepas kontak (trip release)
- Tiga buah amperemeter kebutuhan maksimum (maximum demand ammeter), dipasang pada panel penunjuk (matering panel) dan ditempatkan diatas pengaman lebur.
- Sistem interlock.

2.4.5 Kubikel TP (*Transformer Protection*)

Berfungsi sebagai alat pengaman transformator distribusi, dikenal juga dengan istilah kubikel PB (pemutus beban) kubikel ini berisi LBS dan fuse pengaman trafo dengan ukuran beragam dari 25 A, 32 A, 43 A tergantung kapasitas trafo yang akan diamankan.

Adapun bentuk simbol diagram dari kubikel TP (*Transformer Protection*) ada pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 : Simbol diagram kubikel TP (*Transformer Protection*)

Ada dua jenis kubikel TP yaitu :

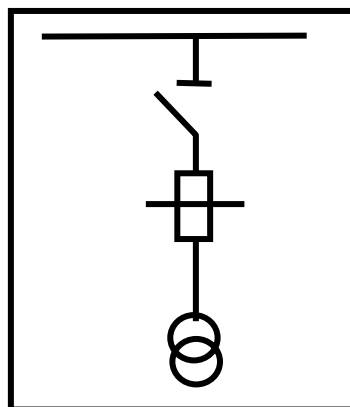
1. Kubikel TP dilengkapi shunt trip, jikalau fuse TM putus ada pin pada fuse yang menggerakkan mekanik untuk melepas LBS.

2. Tidak dilengkapi shunt trip, jika fuse TM putus LBS tidak membuka sehingga trafo masih mendapat gangguan dari fuse lain yang tidak putus.

2.4.6 Kubikel PT (*Potensial Transformer*)

Berfungsi sebagai kubikel pengukuran, didalam kubikel ini terdapat PMS dan transformator tegangan yang menurunkan tegangan dari 20.000 volt menjadi 100 volt untuk mensuplai tegangan pada alat ukur kwh kubikel ini kadang kala disebut juga dengan istilah kubikel VT (*Voltage Transformer*). Handle kubikel PT harus selalu dalam keadaan masuk dan tersegel. Untuk pengaman trafo tegangan terhadap gangguan hubung singkat maka dipasanglah fuse TM.

Adapun bentuk simbol diagram kubikel PT (*Potensial Transformer*) ada pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 : Simbol diagram kubikel PT (*Potensial Transformer*)

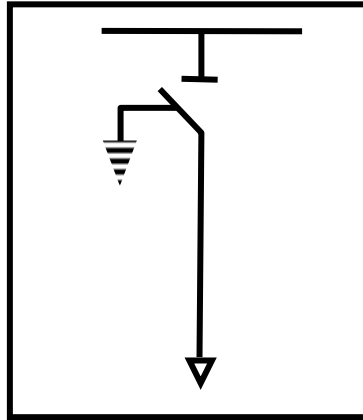
Kkubikel terdiri dari :

1. Satu set busbar tiga fase 400 A atau 630 A
2. Satu pemisah tiga kutub dengan arus pengenal, 100 A yang dioperasikan secara manual.
3. Tiga pengaman lebur dengan kapasitas pemutus arus yang tinggi :
 - Arus pengenal : 6,3 A
 - Kapasitas pemutus : 12,5 A
4. Tiga buah transformator tegangan
 - Rasio : $20/\sqrt{3}$ kV // $100/\sqrt{3}$ Volt
 - Beban pengenal : 50 VA
 - Kelas ketelitian : 0,5
5. Satu buah pengaman lebur tegangan rendah pada setiap fase, pengaman lebur tersebut harus dapat dicapai dari luar kubikel
6. Sistem saling mengunci (interlock) harus berfungsi baik
7. Busbar pembuman

2.4.7 Kubikel Terminal Out Going (B1)

Berfungsi sebagai terminal penghubung kabel ke pemakaian (pelanggan) berisi pms, dan bila mana posisi membuka maka kontak gerak terhubung dengan pentanahan.

Adapun bentuk simbol diagram kubikel *Terminal out going* (B1) ada pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 : Simbol diagram kubikel *Terminal out going* (B1)

Kubikel terdiri dari :

1. Satu set busbar tiga fasa 400 A atau 630 A
2. Satu sakelar pembumian tiga kutub dan penghubung singkat yang dioperasikan secara manual.
3. Tiga buah gawai kontrol tegangan
4. Busbar pembumian
5. Disediakan ruang yang cukup di bagian bawah kompartemen dan disediakan penunjang kabel untuk pemasangan terminasi kabel tiga inti berisolasi padat. Konduktor dari aluminium dengan luas penampang sampai dengan 150 mm^2 .

2.5 Bagian – bagian Dari Konstruksi Kubikel

1. Kompartemen
2. Rel / Busbar
3. Kotak Pemutus
4. Pemisah Hubung Tanah
5. Terminal Penghubung
6. Fuse Holder
7. Mekanik Kubikel
8. Lampu Indikator
9. Pemanas (Heater)

Handle Kubikel (Tuas Operasi)

2.6 Koneksi Longgar

Koneksi longgar dan rusak menyebabkan peningkatan resistansi pada titik terlokalisasi. Meningkatnya resistansi menyebabkan meningkatnya panas sesuai dengan hukum ohm, $P = I^2R$. Peningkatan panas akan meningkat sampai kegagalan termal total sambungan terjadi atau insulasi di dekatnya gagal mengakibatkan kesalahan. Salah satu perkiraan asuransi utama bahwa sekitar 25 persen dari semua kegagalan listrik terjadi karena koneksi yang longgar.



Gambar 2.10 : koneksi hot fuse

Solusi untuk menghindari jenis kegagalan ini adalah melakukan inspeksi inframerah reguler dari semua switchgear. Inframerah melihat port harus di pasang dan tegangan sedang switchgear harus memiliki port yang juga melewati sinar ultraviolet sehingga kamera korona dapat digunakan untuk memeriksa korona dan aktivitas pembuangan parsial permukaan. Gambar 2.14 menunjukkan thermal gambar koneksi switchgear longgar yang bisa mengarah kegagalan masa depan jika tidak diperbaiki.

2.7 Perincian Isolasi

Seluruh rangkaian artikel bisa ditulis dengan ini jenis masalah, tapi kita akan hanya membahas pada penyebab paling umum disini. Insulasi tegangan rendah cukup sederhana dan tidak tunduk pada tekanan tegangan yang sama

sebagai isolasi switchgear medium voltage. Menjaga voltase rendah kegagalan insulasi dicek kebanyakan melibatkan menjaga isolasi dan bersih dan memastikan kelonggarannya memadai. Sistem insulasi tegangan menengah sangat banyak lebih kompleks karena tegangan yang lebih besar itu ada daerah di dalam switchgear itu awalnya akan sangat tertekan gagal dalam porsi kecil isolasi tapi kemudian meningkat dari waktu ke waktu sampai terjadi kegagalan total. Yang paling kemungkinan daerah untuk masalah ini terjadi adalah:

- a. Kabel jumper – digunakan untuk menghubungkan switch ke transformer di gardu induk desain, menghubungkan transformer potensial, daya control transformer, dan arrester gelombang ke bus, dan hubungkan kumparan transformer dan keran bersama. Kapan saja kabel ini bersentuhan dengan tanah, fase lain atau bahkan jenis isolasi lainnya yang digunakan untuk mendukungnya, kemungkinan besar kembangkan tekanan pada titik-titik yang akan mengarah ke masa depan kegagalan (lihat gambar 2.11).



Gambar 2.11 : kabel jumper mediumvoltage tidak terlindungi

- b. Bus – Kebanyakan desain switchgear menggunakan isolasi sederhana hambatan untuk memisahkan kompartemen dan untuk mendukung bus. Hambatan ini sering memiliki celah udara kecil antara bus dan isolasi tegangan yang terlokalisasi sangat bagus cukup menyebabkan udara turun dan parsial ini kerusakan akan menyebabkan kegagalan akhirnya (lihat gambar 2.12).



Gambar 2.12 : Dukungan switchgear bus pembatas.

- c. Pengakhiran kabel – pengakhiran kabel sulit dilakukan membangun dengan benar transisi komponen ini terlindung kabel yang memiliki tegangan hampir sempurna kontrol ke koneksi ke bus. Banyak hal bisa pergi salah jika hati-hati jika tidak dilakukan saat penghentian konstruksi dan detail tegangan yang tepat tidak disadari selain itu, bagian penghentian yang paling dekat dengan sambungan dasarnya terdiri dari insulasi tidak terlindungi, jadi perawatan harus dilakukan untuk memastikannya kelonggaran yang memadai di daerah itu. Semua lokasi ini dalam penghentian dapat membuat kerusakan isolasi parsial lokal yang akan menyebabkan kegagalan (lihat gambar 2.13).



Gambar 2.13 : Kegagalan isolasi parsial lokal

Kegagalan isolasi parsial lokal dikenal sebagai parsial pelepasan untungnya, aktifitas pengeluaran parsial tercipta sinyal terdeteksi yang merupakan tanpa peringatan awal kegagalan isolasi untuk mencegah

kegagalan switchgear tegangan menengah dimulai dengan memanfaatkan detektor pelepasan sebagian genggam dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi cacat insulasi permukaan dan sensor tegangan bumi transien untuk mendeteksi insulasi internal cacat.

2.8 Proses Terjadinya Korona

Bila kedua elektroda yang penempangnya kecil (dibandingkan dengan jarak antara kedua elektroda tersebut) diberi tegangan bolak-balik, maka akan mungkin terjadi fenomena korona. Pada tegangan yang cukup rendah, tidak akan terjadi apa-apa. Bila tegangan tersebut dinaikan, maka akan terjadi korona secara bertahap. Pertama-tama, pada elektroda akan kelihatan bercahaya, mengeluarkan suara mendesis (*hissing*), dan berbau ozon. Warna cahaya yang terlihat adalah ungu muda (*violet*). Apabila tegangan dinaikan secara terus-menerus, maka karakteristik yang terjadi diatas akan semakin jelas terlihat, terutama pada bagian yang kasar, runcing, atau kotor. Cahaya akan bertambah besar dan terang. Apabila tegangan masih terus dinaikan, maka akan muncul busur api. Korona akan mengeluarkan panas, hal ini dapat dibuktikan dari pengukuran menggunakan wattmeter. Pada keadaan udara lembab, korona menghasilkan asam nitrogen (*nitrous acid*), yang menyebabkan elektroda berkarat bila kehilangan daya cukup besar.

Apabila tegangan yang digunakan adalah tegangan searah, maka pada elektroda positif korona akan menampakan diri dalam bentuk cahaya yang

seragam (*uniform*) pada permukaan elektroda, sedangkan pada elektroda negatifnya hanya pada tempat-tempat tertentu saja.

Korona terjadi disebabkan karena ada ionisasi dalam udara, yaitu terjadinya kehilangan elektron dari molekul udara. Karena terjadi ionisasi molekul dalam udara, maka molekul netral di udara bebas mendapatkan energi foton yang cukup dan besarnya melebihi energi yang diperlukan untuk membebaskan elektron dari molekul gas atau udara. Kelebihan energi foton akan dilimpahkan pada elektron yang kemudian dibebaskan dalam bentuk energi kinetik.

Karena adanya medan listrik yang berada disekitar elektroda penghantar yang mempercepat gerak elektron hasil ionisasi tersebut, maka elektron tersebut akan menumbuk molekul-molekul gas atau udara disekitarnya.

Karna hal ini terjadi secara terus-menerus maka jumlah ion dan elektron bebas menjadi berlipat ganda. Apabila terjadinya eksitasi elektron atom gas, yaitu berubahnya kedudukan elektron gradien tegangan menjadi cukup besar maka akan timbul fenomena korona. selain menyebabkan terjadinya ionisasi molekul, tumbukan elektron juga menyebabkan dari orbital awalnya ketingkat orbital yang lebih tinggi. Pada saat elektron berpindah kembali ketingkat orbital yang lebih rendah, maka akan terjadi pelepasan energi berupa cahaya radiasi dan gelombang elektromagnetik berupa suara bising.

2.9 Jenis Korona

2.9.1 Korona Positif

Dengan elektroda positif, suatu elektron akan terbentuk di celah, bergerak ke arah titik, berbaris dalam daerah medan yang kuat, mulai terionisasi dan terbentuk banjir elektron, tegangan antar elektroda bertambah secara perlahan sampai terbentuk korona. Saat banjir elektron ini mencapai elektroda, ion-ion positif dalam celah bergerak perlahan ke arah elektroda berlawanan. Dekat elektroda positif akan terbentuk muatan ruang. Kehadiran muatan ruang positif mengurangi kuat medan di sekitar titik dan sedikit menambah di ruang bagian luar hal ini menyebabkan ionisasi yang jauh di sekitar titik akan menjadi lemah dan membuat korona menjadi lebih sulit.

2.9.2 Korona Negatif

Dengan polaritas negatif pada elektroda titik, elektron-elektron secara cepat akan terbentuk dalam medan yang kuat dan membentuk banjir yang bergerak ke arah elektroda bidang. Ketika banjir elektron menjauh dari daerah medan yang kuat, banjir itu akan berhenti menghasilkan ionisasi dan mengurangi kecepatan pergerakan ke arah anoda. Sebagian mencapai anoda dan di netralisir disana, sebagian lagi akan di tangkap oleh atom-atom oksigen dan membentuk ion negatif. Ion-ion positif akibat banjir, secara berangsur bergerak ke arah konduktor (penghantar). Oleh karena pergerakan dari ion-ion positif tersebut lambat, maka di daerah sekitar konduktor selalu

terjadi muatan ruang positif. Muatan ruang positif tersebut akan menaikkan kuat medan pada daerah konduktor sehingga mempermudah terjadinya proses korona.

2.10 Korona Pada Kubikel Tegangan Menengah

Korona disebabkan karena terjadinya karna kegagalan listrik di udara. dalam hal ini, korona yang terjadi pada kubikel juga disebabkan karna hal yang sama. Kegagalan listrik di udara yang terjadi pada kubikel bisa disebabkan karna polusi partikel-partikel pada udara sehingga menyebabkan udara menjadi tidak netral.

Biasanya partikel yang membuat polusi didalam kubikel masuk melalui lobang antara kabel duct dan ruang bagian dalam kubikel (*cabl*e gland) yang tidak tertutup rapat sejak awal pemasangannya, sehingga mempercepat proses penumpukan partikel tertentu di permukaan isolasi dalam kubikel. Demikian pula bila terminasi kabel kurang baik, pemanasan dan penguapan bahan isolasi kabel juga akan mengotori permukaan isolator penyangga rel melalui lubang ini. Kondisi lain yang juga menjadi masalah adalah pentanahan kubikel. Pentanahan yang tidak baik bisa menaikkan potensial kubikel terhadap tanah referens bila terjadi *flashover*. *Power follow current* (dari sistem) yang bertahan lama akan menghancurkan kubikel.

Factor-faktor yang sangat mempengaruhi korona yang terjadi pada kubikel adalah gradien potensial, bentruk elektroda, kondisi kelembaban udara, kondisi suhu udara, tekanan udara, dan partikel yang terdapat pada permukaan elektroda.

2.11 Pengaruh Tekanan Parsial Udara Terhadap Korona

Ionisasi udara mengakibatkan redistribusi tegangan gradien tegangan. Bila redistribusi ini menyebabkan gradien udara di antara dua elektroda lebih besar dari gradien udara normal maka bisa terjadi lompatan api. Bila hanya sebagian udara antara dua elektroda yang terionisasikan, maka korona merupakan sampul (*envelope*) mengelilingi elektroda. Gradien tegangan seragam yang dapat menimbulkan ionisasi kumulatif di udara normal (250 C, 76 cmHg) adalah 30 kv/cm. gradien potensial yang menyebabkan terjadinya kerusakan dielektrik disebut kekuatan dielektrik material. Pada daerah yang sangat lebar kekuatan dielektrik udara berbanding lurus dengan kerapatannya, berbanding lurus terhadap tekanan, dan berbanding terbalik terhadap temperature, dimana kekuatan dielektrik dalam kondisi tersebut. Gradien memiliki nilai yang konstan pada semua titik dalam suatu medan dielektrik seragam seperti terdapat di antara piringan parallel. Apabila tegangan bertambah secara perlahan – lahan dicapainya gradien kegagalan 30 kv/cm, maka kegagalan udara dan flashover akan menjadikan hubungan singkat kedua piringan. Untuk mencari tegangan tembus udara bisa didapatkan dari alat uji tegangan tembus dan untuk melihat pengaruh kondisi udara dapat digunakan persamaan dari hukum peek.

Pengaruh udara terhadap korona di jabarkan secara matematis oleh Peek pada jurnalnya, hukum Peek menjelaskan bagaimana tegangan listrik yang dibutuhkan untuk memancing munculnya pelepasan muatan korona diantara dua penampang baik kawat fasa terhadap kawat fasa lainnya maupun kawat fasa ke netral atau pembumian pada body suatu sistem.

Persamaannya tersebut dijelaskan sebagai berikut :

$$E_v = m_o \cdot r \cdot I_n \left(\frac{S}{r} \right) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

E_v = Tegangan pemunculan korona (kv)

m_o = Tetapan kekasaran penghantar/elektroda (0,8 untuk kabel)

R = Jari – jari (cm)

S = Jarak antara kawat penghantar (cm)

g_v = Medan listrik visual kritis (kv/cm), gradien pada medan listrik untuk mempengaruhi collision pada molekul bebas disekitar penghantar.

g_v bisa didapatkan dengan persamaan berikut :

$$g_v = g_0 \delta \left(1 + \frac{c}{\sqrt{\delta r}} \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

g_0 = Medan listrik pengrusak (kv/cm)

δ = faktor densitas

c = Konstanta dimensi empiris dimana untuk udara adalah 0,301

r = jari – jari penghantar (cm)

Untuk rugi – rugi daya yang didapat dari korona bisa menggunakan persamaan sebagai berikut,

$$P_{\text{loss}} = 241 \cdot (f + 25) \cdot \sqrt{\frac{r}{s}} \cdot (E_n - E_v)^2 \cdot 10^{-5} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

P_{loss} = Rugi daya akibat korona (kw)

E_n = Tegangan kerja pada penghantar fasa ke netral (kv)

E_v = Tegangan pemunculan korona (kv)

f = Frekuensi kerja pada penghantar (f)

2.12 Implementasi Model Korona

Korona disimulasikan dengan model *shun non linier* dari korona yang mempertimbangkan biaya ruang, di implementasikan pada saat ketika penghambat korona U_0 tercapai. Korona dimodelkan dengan dengan penggunaan kapasitansi dinamis dan dinyatakan sebagai fungsi tegangan $Cc = F(v)$ dan turunannya $Cc = f(\partial v / \partial t)$ sehingga model dinamis memperhitungkan fakta bahwa biaya korona tergantung pada *voltase* dan laju perubahannya. Nilai kapasitor ini mungkin diperoleh dari kurva Q-V.

Medan listrik E_0 pada elektroda korona dibatasi pada nilai rumus empiris. Dari peek.

E_0 adalah medan listrik kritis pada permukaan konduktor dalam Kv / Cm , bola korona akan terjadi, menjadi.

Dimana

$$E_0 = E_a m \delta (1 + K_o (\delta r_o)^{-0,5}) \dots\dots\dots(2.4)$$

$$E_a = 29,8 \frac{Kv}{Cm} \dots\dots\dots(2.5)$$

Kemajuan rekayasa : Jurnal Internasional (ADEIJ), Vol 1, No 1, September 2016.

M adalah factor kekasaran (keadaan permukaan konduktor), $K_0 = 0,301$ dan δ adalah udara relative massa jenis.

$$\delta = \frac{P_r(T_o+273)}{P_o(T+273)} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

Pr adalah tekanan atmosfer di kPa.

Po = 101 kPa adalah tekanan lingkungan.

T adalah suhu atmosfer di °C, dan

To adalah suhu lingkungan.

$$U_o = E_a \left(1 + \frac{0.308}{\sqrt{r_o}} \right) r_o \ln \frac{R}{r_o} \dots\dots\dots(2.7)$$

Untuk konfigurasi di atas tanah, tegangan *inceptioncorona* menjadi :

$$U_o = \frac{Q_o}{2\pi\epsilon_o} \ln \left(\frac{2h-r_o}{r_o} \right) \dots\dots\dots(2.8)$$

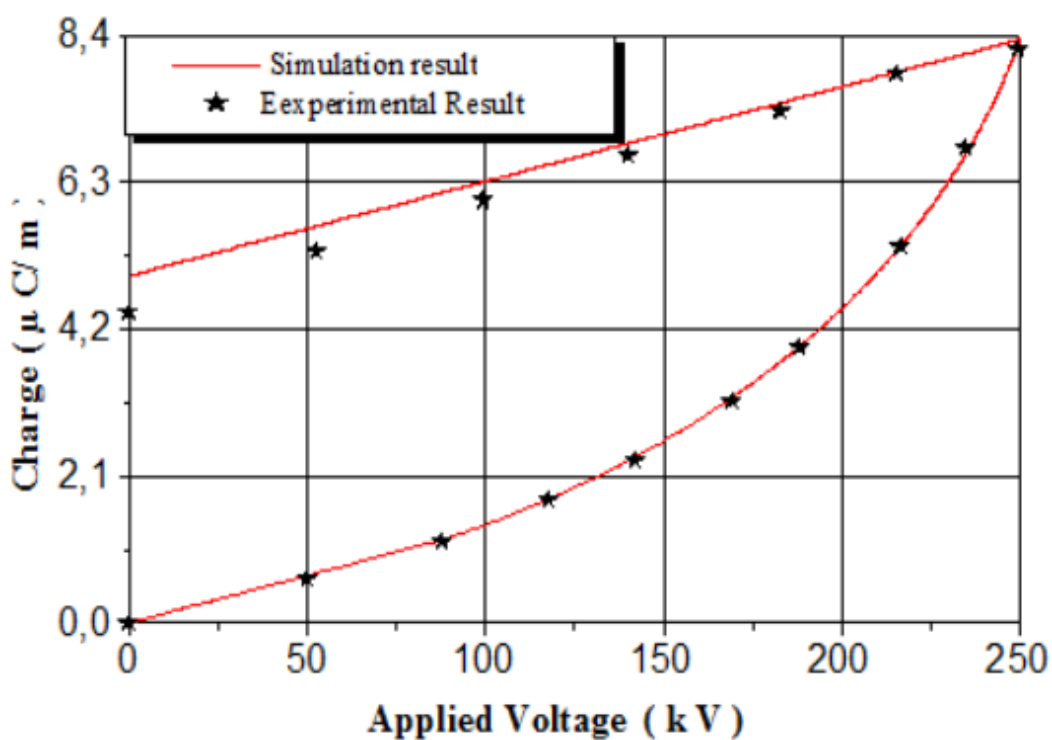
Diman **r_o** dan **R** adalah radius dalam dan luar dari elektroda silinder koaksial masing-masing. **U_o** adalah tegangan awal korona di k is the corona inception voltage in kv.

Diagram Q-V di hitung oleh tegangan awal korona dan muatan yang terikat pada konduktor dengan ungkapan berikut.

$$q = 2\pi\epsilon_o X_c E_c \left[\frac{2h-X_c}{2h} \right].$$

$$V = E_o r_o \ln \left[\frac{X_c(2h-r_o)}{r_o(2h-X_c)} \right] + \frac{X_c E_c (2h-X_c)}{2h} \ln \left[\frac{2h-X_c}{X_c} \right] \dots\dots\dots(2.9)$$

Solusi dari kedua persamaan di atas akan memberikan posisi korona, dan ini gerakan dihitung secara iterative dengan metode numeric dikotomi sebagai hasil dari model ini kurva Q-V dihitung dibandingkan dengan hasil eksperimen yang tersedia dalam literatur di tunjukan pada gambar 2.16 . kesepakatan yang wajar sudah jelas di antara mereka. Kami menggunakan sistem radius: $r_o = 0,475cm$ dan menerapkan tegangan switching (120/2200 μs) dengan 250 kv.



Gambar 2.14 : Curve model korona.

(Kemajuan rekayasa : jurnal internasional (ADEIJ), Vol. 1, September 2016)

Dari angka ini, bila voltase berada dibawah ambang batas keritis, biaya ruang nol, dan biaya total mengambil nilai sesuai dengan kapasitansi geometric jalur transmisi. Setelah munculnya korona, muatan ruang memiliki perilaku non linier dan meningkat dengan besarnya tegangan yang diberikan. Total biaya menjadi sama dengan jumlah muatan geometris dan biaya ruang, setelah nilai tegangan puncak muatan total menurun dan di tutup kapasitansi geometric.

BAB 3

METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian dan pengujian dalam proses pembuatan skripsi ini adalah untuk menganalisa pengaruh dari kondisi udara terhadap tingkat tegangan tembul, tegangan pemunculan korona, kegagalan isolasi dan rugi-rugi yang dihasilkan oleh korona dengan meneliti kondisi yang sebenarnya dilapangan.

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di KIM 2 (Kawasan Industri 2) penyulang KI 12 PT. JUI SHIN dan di PT. PLN (PERSERO) Rayon Labuhan untuk pengujian tegangan tembus.

3.2 Peralatan Pengujian

Peralatan - peralatan yang akan digunakan dalam pengujian ini yaitu untuk mengetahui data – data yang di perlukan untuk mengetahui gejala korona yang ada pada kabel terminating kubikel adalah sebagai berikut :

1. Kubikel tegangan menengah merk Schneider SM6
2. Thermogun
3. Alat ukur Break Down Test
4. Komputer jenis laptop

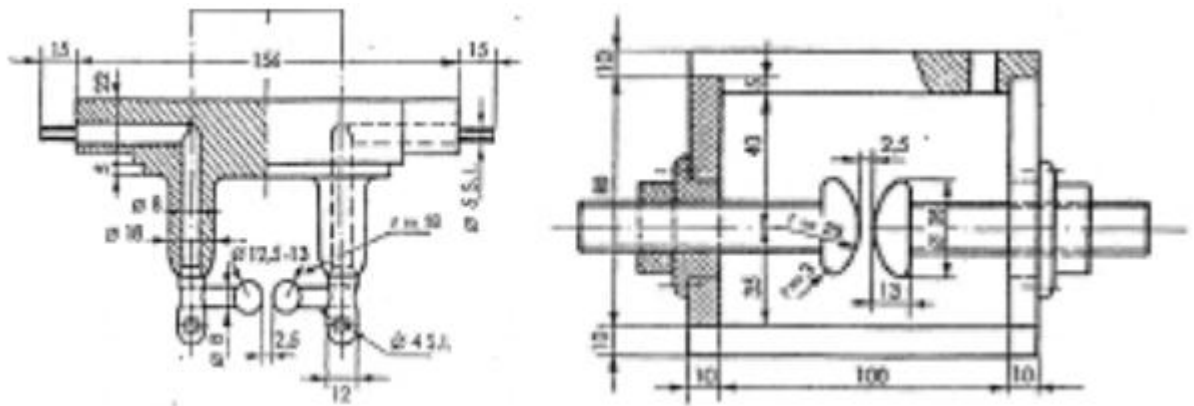
3.3 Pengujian Tegangan Tembus

Pengujian dilaksanakan secara real dengan baik dan benar.

Ada 3 jenis pengujian yaitu :

1. Pengujian ketahanan (*withstand test*)
2. Pengujian Pelepasan (*discharge test*)
3. Pengujian Kegagalan (*break down test*)

Penulis menggunakan pengujian ketiga yaitu pengujian *break down test* untuk mendapatkan nilai tegangan tembus, standarisai tingkat internasional dikerjakan oleh komisi teknik IEC. Pada tingkat nasional di Indonesia standarisasi dibuat dan diterbitkan oleh PLN yang mengacu pada IEC.



Gambar 3.1 Konstruksi Elektroda alat *Break Down Test*

Elektroda yang digunakan dalam pengujian terbuat dari kuningan, perunggu atau stainless stell. Panjang celah antara kedua elektroda adalah 2,5 mm. tegangan uji dinaikan dari nol dengan laju 2,0 kV/s +/- 0,2 kV/s sehingga terjadi tembus.



Gambar 3.2 Bentuk nyata dari alat *Break Down test*

Jika suatu tegangan yang diterapkan telah melampaui tegangan tembus statis, maka dalam waktu beberapa μs , sela percik akan tembus. Selama selang waktu tersebut puncak tegangan jaringan dapat dianggap konstan. Oleh karena itu tegangan tembus dalam gas selalu terjadi pada puncak tegangan bolak-balik frekuensi rendah. Dalam gambar 3.1 ditunjukkan dua susunan sela bola untuk pengukuran. Susunan horizontal digunakan untuk diameter $D < 50\text{cm}$ dengan rentang tegangan yang lebih rendah sedangkan untuk diameter yang lebih besar digunakan susunan vertical yang mengukur besar tegangan terhadap bumi. Sejumlah baku (VDE 0433-2; IEC-Publ.52; BS 358) telah menyatakan jarak bebas yang minimum serta nilai tegangan tembus dalam kondisi baku ($b=1013\text{ mbar}$, $v=20^\circ\text{C}$) untuk berbagai diameter bola D sebagai fungsi besar sela (s).

Rangkain pembangkitan tegangan AC adalah rangkaian yang digunakan untuk mengetahui tegangan tembus pada pengujian media isolasi. Tegangan jala-jala 220 V frekuensi 50 Hz dihubungkan ke regulator tegangan. Tegangan diatur melalui regulator tersebut. Sehingga pada sisi primer trafo uji dinaikan maka pada sisi sekunder akan

mengalami peningkatan tegangan. Tegangan tembus diperoleh dengan menaikkan tegangan pada regulator sampai tepat terjadi tegangan tembus.

Pengujian dilakukan dalam kondisi real ditempat yang telah ditentukan, waktu pengujian dilakukan dalam waktu yang ditentukan juga, dengan kondisi elektroda berbentuk bola dan jarak sela 2,5 mm dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Hubungkan alat ke sumber daya dari instalasi, sumber daya dari PLN dengan 220 Volt dan arus AC.
2. Kubikel dibuka dan ground kubikel dimasukan.
3. Pintu rak kubikel di buka.
4. Elektroda dipersiapkan dan disimpan di dalam kubikel.
5. Rak kubikel di tutup kembali.
6. Alat dinyalakan dan dilakukan pengujian dengan menekan tombol test dan settingan pengujiannya IEC.
7. Mencatat hasil dari pengujian yang tampil pada display alat uji.

3.4 Pengolahan Data

Dari data yang didapatkan tegangan tembus masih dalam satuan kV/2,5 mm maka untuk menjadi kV/cm harus dirubah dahulu, data yang didapat dari hasil pengujian adalah sebagai berikut :

- Vb : Tegangan Tembus yang di dapatkan dari alat (kV/cm)
- RH : Kelembaban relative dari sensor kelembaban (%)
- Suhu : Dari sensor suhu ($^{\circ}C$)

Dari data diatas diolah dengan persamaan yang dibahas di bab dua sehingga mendapatkan nilai-nilai sebagai berikut :

- e_s : Tekanan satuan uap jenuh air terhadap suhu (bar)
- e_a : Tegangan pemunculan korona adalah tegangan dimana korona mulai timbul (bar)
- g_v : Nilai medan listrik pengrusak pada kondisi pengujian (kV/cm)
- δ : Faktor densitas /kerapatan partikel relatif udara
- E_V : Tegangan pemunculan korona

karena tekanan saturasi uap air dipengaruhi oleh temperatur, makin tinggi temperatur maka makin besar uap air yang dapat di tampung, untuk mencari tekanan parsial maka kita gunakan rumus dari persamaan 2.24, e_s bisa kita dapatkan dari tabel, dan e_a bisa digunakan untuk mencari rapat partikel.

$$E_v = m_0 \cdot r \cdot I_n \left(\frac{s}{r} \right) \text{ dari persamaan 2.1}$$

Dengan $m_0 = 0,8$, luas penampang kabel terminasi kubikel jenis XLPE 240 mm^2 dengan jari – jari $8,74$ dan d adalah jarak antara fasa nya sepanjang 20 cm . Untuk g_v dapat dicari menggunakan persamaan berikut,

$$g_v = g_0 \delta \left(1 + \frac{c}{\sqrt{\delta r}} \right) \text{ dari persamaan 2.2}$$

Hasil dari pengukuran tegangan tembus yang berupa nilai V_b (tegangan tembus dalam kV/cm) adalah kemampuan udara untuk menahan tegangan kerja yang menjadi acuan untuk gradien potensial g_0 , dan dengan persamaan 2.18 tegangan tembus dapat digunakan untuk mencari gradien visual pengrusak sebagai variabel penting dalam

penelitian ini untuk mencari tegangan pemunculan korona, dimana korona akan muncul apabila tegangan kerja sistem (E) melebihi tegangan pemunculan korona (E_v).

Untuk kondisi udara normal besarnya gradien udara yang dapat di tahan adalah 30 kV/cm, tetapi pada kondisi real, maka relatif besarnya tegangan kritis dimana korona tegangan pengrusak korona adalah :

$$g_v = V_b \delta \left(1 + \frac{c}{\sqrt{\delta r}} \right)$$

Untuk mencari δ bisa kita dapatkan dari persamaan gas ideal, mengacu dari nilai yang didapat dari sensor kelembaban dan suhu. Dan nilai untuk es sebagai tekanan uap jenuh udara dapat di ambil dari tabel, sehingga harga e_a adalah :

$$e_a = RH \cdot e_s / 100$$

setelah tekanan parsial uap air jenuh ditemukan kita cari ρ dengan persamaan ρ (uap air jenuh) = $\frac{e_a \cdot M}{R \cdot T}$ setelah didapatkan ρ dari parsial uap air jenuh maka kita cari ρ untuk udara relatif

ρ (udara relatif) = ρ (udara standar) / ρ (uap air jenuh) setelah ρ relatif didapat maka kita bisa dapat kan faktor densitas udara di dalam kubikel nya $\delta = \rho$ (udara) / ρ (SATP).

3.5 Hasil Uji Dan Perhitungan Data

Berdasarkan hasil pengujian tegangan tembus pada kondisi variable berupa suhu dan kelembaban di kubikel adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Hari Pertama

Hari Pertama 22/02/2016						
JAM	RH (%)	T (°C)	Vb (kV/cm)	gv (kV)	Ev (kV/cm)	Ploss (kW)
13:00	86	27	10	1,38	5,99	2,07
15:00	84	27	10,4	1,02	4,45	3,38
17:00	84	32	10,2	0,82	3,59	4,24
19:00	81	30	10,4	0,93	4,06	3,76
21:00	80	34	10,8	0,82	3,59	4,25
01:00	80	33	10	0,79	3,46	4,39
03:00	80	34	10	0,79	3,33	4,53
05:00	79	34	10,4	0,8	3,49	4,35
07:00	79	34	10,4	0,8	3,49	4,35
09:00	81	31	10	0,85	3,72	4,11

Dari hasil pengujian pada kubikel dapat dilihat kelembaban tertinggi adalah 86 %, dan kelembaban terendah 79 %.

Kelembaban relatif stabil dengan tegangan tembus dan juga relatif stabil, tegangan pemunculan korona berada diangka 3,75 kV dimana tegangan kerja PLN distribusi satu fasanya adalah 11,56 kV sehingga korona dipastikan muncul karna udara tidak dapat menahan tegangan kerja PLN.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Hari kedua

Hari Kedua 23/02/2016						
JAM	RH (%)	T (°C)	Vb (kV/cm)	gv (kV)	Ev (kV/cm)	Ploss (kW)
13:00	85	26	10,2	1,037	4,52	3,31
15:00	80	26	10,4	1,109	4,84	3,021
17:00	83	28	10,2	0,969	4,23	3,597
19:00	81	28	10,4	1,007	4,39	3,436
21:00	84	30	10,4	0,898	3,92	3,905
01:00	79	32	10,6	0,884	3,86	3,969
03:00	79	32	10,6	0,884	3,86	4,969
05:00	80	33	10,6	0,841	3,67	4,163
07:00	80	32	10,4	0,859	3,75	4,082
09:00	82	30	10,4	0,915	3,99	4,831

Dihari kedua angka tidak menunjukkan perubahan yang signifikan kelembaban terendah pada angka 79 % yaitu pada jam 01:00 dan 03:00, dan kelembaban tertinggi pada angka 85 % pada jam 13:00 angka rata-rata tegangan pemunculan korona ada pada angka 4,1 kV.

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Hari ketiga

Hari Ketiga 24/02/2016						
JAM	RH (%)	T (°C)	Vb (kV/cm)	gv (kV)	Ev (kV/cm)	Ploss (kW)
13:00	83	27	10	0,99	4,32	3,50
15:00	83	25	10,3	1,11	4,86	3,00
17:00	83	29	10	0,91	3,97	3,86
19:00	80	29	10,4	0,97	4,25	3,58
21:00	81	30	10,8	0,96	4,18	3,64

01:00	83	30	10	0,87	3,8	4,02
03:00	83	30	10	0,87	3,8	4,02
05:00	84	30	10,4	0,86	3,77	4,06
07:00	83	28	10	0,95	4,14	3,68
09:00	84	29	10	0,9	3,93	3,89

Pada hari ketiga didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan hari kesatu dan kedua, nilai RH tertinggi pada angka 84% dan suhu tertinggi 40⁰C , sedangkan RH terendah ada pada 83% dan suhu terendah 35⁰C, untuk rata-rata tegangan pemunculan korona di angka 4,1 kV.

Dari data yang di dapatkan bisa dilihat hasil pengukuran sesuai dengan kondisi di kubikel yang telah terindikasi adanya korona dan membuktikan bahwa semakin tinggi kelembaban maka semakin rendah tegangan pemunculan korona dimana kemampuan udara menahan gradien potensial listrik semakin berkurang dan menimbulkan fenomena korona.

3.6 Pengambilan Data

Data-data yang dipergunakan dalam skripsi ini berupa data-data yang berhubungan dengan kabel diterminating pada kubikel yaitu sebagai berikut :

a. Panel kubikel Merk Schneider jenis SM6

Schneider electric di Indonesia yang sudah berpengalaman selama lebih dari 40 tahun di bidang pengelolaan energi terus berupaya mengembangkan solusi terbaik yang didedikasikan untuk jaringan tegangan menengah, dan salah satu hasilnya adalah panel SM6.

SM6 sendiri merupakan panel tegangan menengah untuk sistem distribusi listrik dan umumnya dipasang di gardu PLN distribusi.



Gambar 3.3 kubikel Schneider Electric SM6



Gambar 3.4 Nameplat dari kubikel jenis SM6

b. Data arus dari pagi dan malam (1 hari)

Beban Feeder GI KIM

Tgl 26 Desember 2017

Jam : 09.00 wib

KI 1 : 330 A

KI 2 : 110 A

KI 3 : 130 A

KI 4 : 160 A

KI 12 : 180 A

KI 16 : 160 A

INC TD 2 : 995 A – 20.1 KV.

KI 5 : 265 A

KI 6 : 40 A

KI 7 : 180 A

KI 8 : 160 A

KI 9 : 15 A

KI 10 : 40 A

KI 11 : 185 A

INC TD 1 : 910 A – 20.

Beban Feeder GI KIM

Tgl 26 Desember 2017

Jam : 21.00 wib

KI 1 : 345 A

KI 2 : 120 A

KI 3 : 160 A

KI 4 : 185 A

KI 12 : 190 A

KI 16 : 180 A

INC TD 2 : 996 A – 20.1 KV.

KI 5 : 280 A

KI 6 : 80 A

KI 7 : 230 A

KI 8 : 185 A

KI 9 : 40 A

KI 10 : 120 A

KI 11 : 240 A

INC TD 1 : 955 A – 20.1

LAMPIRAN 1.

**DAFTAR PERALATAN DISTRIBUSI TERPASANG (TRAFO DISTRIBUSI)
JANUARI s/d BULAN SEPTEMBER 2016
PT.PLN (PERSERO) AREA MEDAN**

FORMULIR - 12C

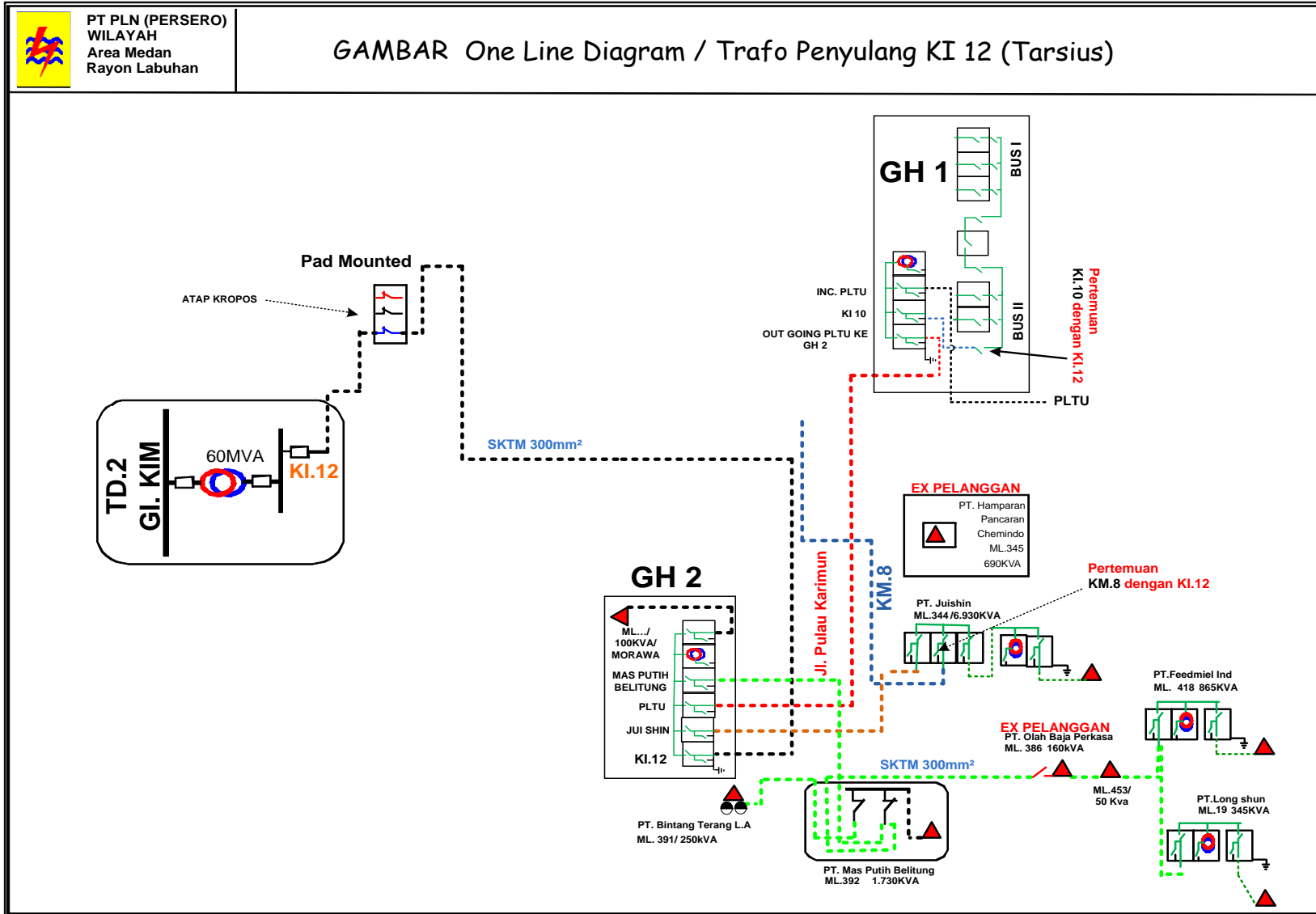
NO	Penyulang & Ranting	Trafo Distribusi 3 Phasa Kapasitas (KVA)											Trafo Daya 60,000	Jumlah		Jumlah Trafo M.PLN		Jumlah Trafo M.Konsumen		Jumlah Grd.Trafo Buah	Jumlah Trafo Tiang Buah
		25	50	100	160	200	250	315	400	500	630	1,250		Buah	KVA	Buah	KVA	Buah	KVA		
1	KL.1		2	22	16	9	3	2						54	8,040	54	8,040	4	3,115	58	54
2	KL.2			6	2									8	920	8	920	9	13,082	17	8
3	KL.3			1	1	1	1							4	710	4	710	7	7,780	11	4
4	KL.4		1		1									2	210	2	210	6	11,255	8	2
5	KL.5			3	2	3	1	1	0	0				10	1,785	10	1,785	12	17,615	22	10
6	KL.6			3	1	1	1							6	910	6	910	5	9,855	11	6
7	KL.7													0			0	1	10,330	1	0
8	KL.8			1		2								3	500	3	500	10	5,000	13	3
9	KL.9													0			0			0	0
10	KL.10		3	9	12	3			1					28	3,970	28	3,970	3	690	31	28
11	KL.11		2	29	15	4		1						51	6,515	51	6,515	3	1,705	54	51
12	KL.12		2		1									3	260		260	5	5,645	5	3
13	KL.13			15	3	6	4	1	1					30	4,895	30	4,895	9	4,115	39	30
14	KL.14			2		1	1							4	650	4	650	4	1,590	8	4
15	MA.6			3			1							4	550	4	550	1	-	1	4
16	MA.7													0			0		-	0	0

17	MA.8											1		1	1,250	1	1,250	1	-	2	1	
18	MB.4													0			0	1	345	1	0	
19	MB.5													0			0		-	0	0	
20	MB.6		2	3	2	1	1							9	1,170	9	1,170	8	4,106	17	9	
21	MB.8													0			0		-	0	0	
22	PP.1			9	6	3		1						19	2,775	19	2,775	4	2,145	23	19	
23	PP.2	1	2	27	14	14	6	4						68	10,600	68	10,600	1	345	69	68	
24	PP.4			15	10	4								29	3,900	29	3,900			29	29	
25	PY.1									1	0			1	500	1	500	2	4,155	3	1	
26	PY.2													0			0			0	0	
27	PY.3													0			0	1	8,660	1	0	
28	PY.6													0			0			0	0	
29	G.GAHAPIS											1		60,000	1	30,000				1	0	
30	G.SUMATERA											1	1	60,000	1	31,000				1	1	
31	KM.1									1	2			3	3,130	3	3,130				3	
32	KM.2			4	2	1								7	129	7	129	4	-	11	7	
33	KM.3																	2	-	2	0	
34	KM.4			2						2	1			5	2,710	5	2,710	4	-	9	5	
	JUMLAH	1	14	154	88	53	19	10	2	1	3	4	2	350	176,079	348	117,079	107	111,533	448	350	

Medan, 23 Mei 2017
Manager Rayon Labuhan

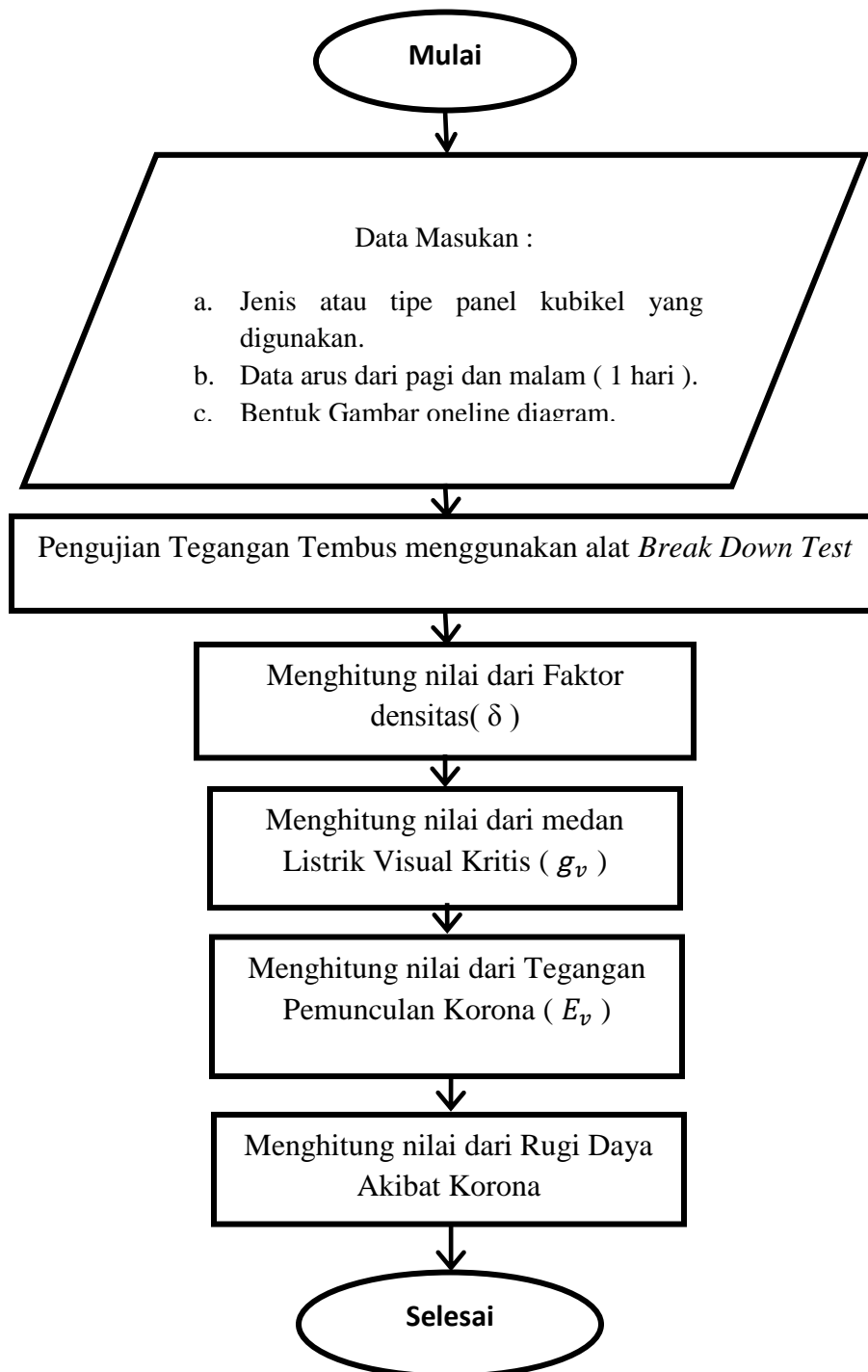
BEJO

LAMPIRAN 2.



3.7 Analisa Data

Setelah dilakukan pengumpulan data dan pengujian tegangan tembus dengan menggunakan *Break Down Test*, selanjutnya pengolahan data dengan melakukan perhitungan berupa perhitungan factor densitas (δ), medan listrik visual keritis (g_v), tegangan pemunculan korona (E_v), dan perhitungan rugi daya akibat korona (Ploss). Baru kita bisa sama-sama tau berapa daya yang terbuang pada kubikel.



Gamabar 3.3 Diagram alir Penelitian

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Dalam bab ini akan dilakukan pengolahan terhadap data yang telah di peroleh untuk mendapatkan hasil dengan beberapa perhitungan. Dari hasil perhitungan dan pengolahan data yang dilakukan maka akan di dapatkan jawaban untuk permasalahan yang telah disebutkan dalam perumusan masalah.

4.2 Data

Data yang diperoleh telah disusun ke dalam tabel yang ada di bawah ini.

Analisis dan perhitungan yang di lakukan akan menggunakan data-data berikut ini :

Tabel 4.2. Data Parameter yang di dapatkan

Parameter	Data
Suhu (T)	27 ⁰ c
Kelembaban (RH)	86 %
Jari - Jari konduktor (R)	2,74 cm
Jarak Antara Fasa-Netral (S)	20 cm
Tegangan tembus (Vb)	10 kV/cm
Tetapan Kekasaran (m_0)	0,8
Konstanta Dimensi emp (c)	0,301

4.3 Perhitungan Data

4.4.1 Menghitung Faktor Densitas (δ)

RH : 86 %

Suhu : 27⁰C

VB : 10 kV/cm

Maka :

e_s pada 27⁰C = 0,0357 bar

$$ea = (RH \cdot es) / 100$$

$$ea = (84 \cdot 0,0357) / 100$$

$$ea = 0,02 \text{ bar}$$

$$\rho(\text{udara jenuh}) = \frac{ea \cdot M}{R \cdot T}$$

$$\rho(\text{uap air jenuh}) = \frac{0,02 \cdot 18}{0,083 \cdot (27 + 273)}$$

$$\rho(\text{uap air jenuh}) = 0,014 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho(\text{udara relatif}) = \rho(\text{udara standar}) / \rho(\text{uap air jenuh})$$

$$\rho(\text{udara relatif}) = 0,0012 / 0,014$$

$$\rho(\text{udara relatif}) = 0,085$$

Dapat dicari faktor densitas δ sebagai berikut :

$$\delta = \rho(\text{udara}) / \rho(\text{SATP})$$

$$\delta = 0,054 / \rho(\text{SATP}) , \text{ karna } \rho(\text{SATP}) = 1$$

$$\delta = 0,085$$

4.3.2 Menghitung Medan Listrik Visual Kritis (g_v)

Setelah factor densitas di dapat maka gradien pengrusak korona bisa di cari, dengan cara sebagai berikut :

$$g_v = g_0 \delta \left(1 + \frac{c}{\sqrt{\delta} r} \right)$$

Dimana :

g_0 : adalah tembus, maka $g_0 = 10 \text{ kV/cm}$

δ : faktor densitas

c : adalah konstanta dimana untuk kondisi standar udara = 0,301

r : adalah jari – jari konduktor = 2,74

$$g_v = 10 \cdot 0,085 \left(1 + \frac{0,301}{\sqrt{0,085} \cdot 2,74} \right)$$

$$g_v = 1,387 \text{ kV/cm}$$

4.3.3 Menghitung Tegangan Pemunculan Korona

Setelah g_v didapat maka tegangan pemunculan korona bisa dicari dengan cara sebagai berikut :

$$E_v = m_o \cdot g_v \cdot r \cdot \ln \left(\frac{s}{r} \right)$$

Dimana :

m_o = Tetapan kekasaran penghantar, untuk objek $m_o = 0,8$

s = Jarak antara penghantar dengan netral, untuk objek $S = 20$

r = Jari – jari konduktor (cm)

$$E_v = 0,8 \cdot 1,381 \cdot 2,74 \cdot \ln \left(\frac{20}{2,74} \right)$$

$$E_v = 5,99 \text{ kV}$$

Karna tegangan satu fasa pada penghantar 20 kV adalah 11,56 kV maka E lebih besar dari E_v sehingga muncul korona pada kondisi RH = 87% dan T = 27⁰c.

4.3.4 Menghitung Rugi Daya akibat Korona

Karna muncul korona maka akan muncul rugi – rugi daya yang bisa dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3.

$$P_{\text{loss}} = 241 \cdot (f + 25) \cdot \sqrt{\frac{r}{s}} \cdot (E_n - E_v)^2 \cdot 10^{-5}$$

$$P_{\text{loss}} = 241 \cdot (50 + 25) \cdot \sqrt{\frac{2,74}{20}} \cdot (11,56 - 5,99)^2 \cdot 10^{-5}$$

$$P_{\text{loss}} = 2,07 \text{ kW}$$

Rugi-rugi daya yang dihasilkan dari perhitungan merupakan daya yang hilang pada kabel skun diterminating kubikel penyulang sinkon yang merupakan daya yang terbuang.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Hasil percobaan tegangan tembus yang telah dilakukan menggunakan alat percobaan sela bola terhadap kubikel dengan hasil uji pemunculan tegangan korona sebesar 5,99 kV. bisa digunakan datanya untuk kita bisa mengetahui apakah di kubikel tersebut bisa munculnya korona.
2. Rugi-rugi daya yang dihasilkan dari perhitungan pengujian tegangan tembus menggunakan alat Break down test merupakan daya yang hilang pada kubikel yang merupakan daya yang terbuang sebesar 2,07 kW.

5.2 Saran

1. Diharapkan perhitungan yang dibuat dapat mengatasi masalah pemunculan korona. Namun apabila gejala korona timbul pada kubikel hal ini dapat diminimalkan dengan pembersihan saat maintenance dilaksanakan.
2. Sistem dan peralatan yang digunakan penulis dibuat dan disesuaikan dengan objek penelitian yaitu kubikel merk Schneider Electric SM6 sehingga apabila digunakan pada kubikel yang lain perlu penyesuaian kembali dari sisi konstruksi dan alat – alat yang digunakan.
3. Bisa di jadikan bahan penelitian lanjutan untuk mahasiswa yang terjun langsung dibidang ketenaga listrikan.

DAFTAR PUSTAKA

SPLN 52-3, Pengoperasian Kubikel 20 KV (Pengertian dan Fungsi Kubikel), 1983

F.W. Peek, Dielectric Phenomena in High Voltage Engineering, USA: McGrawHill, 1915

V. K. M.S. Naidu, High Voltage Engineering, Singapore: Mc Graw-Hill, 1995.

PLN (PERSERO)- Pengenalan-Kubikel-20-Kv-Dan-Komponen-komponennya

Buku Pedoman Kubikel Tegangan Menengah

Wahyu Kunto Wibowo, Ir. Yuningtyastuti, Abdul Syakur, S.T. M.T., Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro ANALISIS KARAKTERISTIK BREAKDOWN VOLTAGE PADA DIELEKTRIK MINYAK SHELL DIALA BPADA SUHU 30°C-130°C

Analisis Simulasi Tegangan Awal Terbentuknya Korona Pada Model Kubikel, DON BOSCO_fakultas Teknik Universitas Indonesia 2007/2008

Analysis Of Lightning Strike With Corona On OHTL near The Substation By EMTP, Zahira ANANE Abdelhafid BAYADI and Alen Bernadi , Advances in Engineering: an International Journal (ADEIJ), Vol. 1, No.1, September 2016

CURRICULUM VITAE



DATA PRIBADI	
Nama	Muhammad Habib Nasution
Tempat / Tgl lahir	Medan / 29 November 1993
Alamat	Jl. Ampera VIII no.23
Nomor HP	0821 - 6698 – 2116
Jenis kelamin	Laki-Laki
Kewarganegaraan	Indonesia
Agama	Islam
Status	Belum Menikah
Pendidikan terakhir	SMK
Email	habibnasution93@gmail.com
RIWAYAT PENDIDIKAN	
1999 – 2005	SD Muhammadiyah 02 Medan
2005 – 2008	SMP PAB 2 HELVETIA Medan
2008 – 2011	SMK Negeri 5 Medan
2012 - 2018	Strata Satu (S1) Perogram Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara