

BAB II

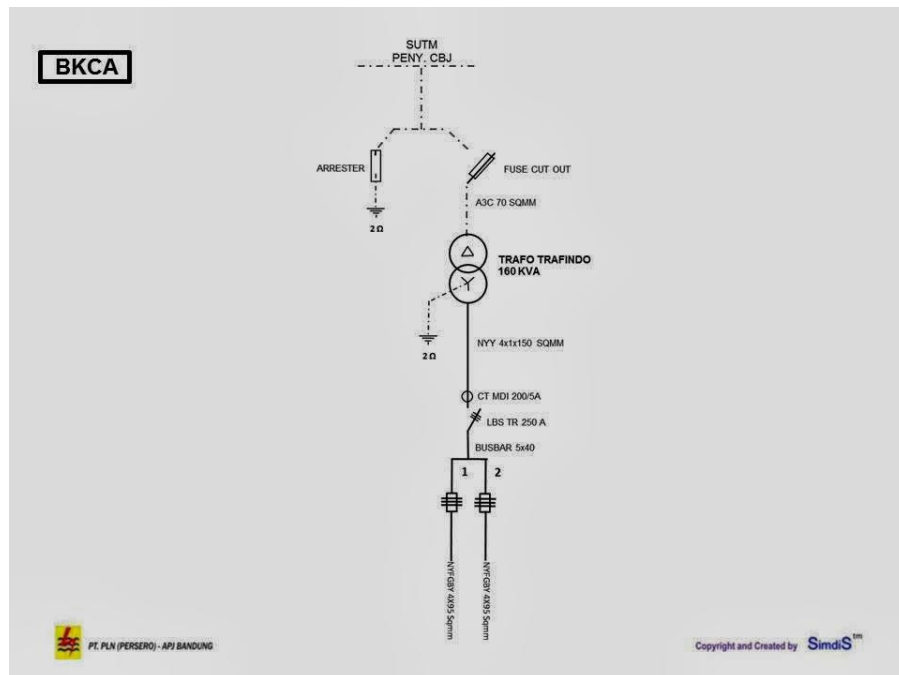
LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

1. Bornok Hutaeruk “*Pengetanahan Netral Sistem dan Pengetanahan Peralatan*” pada buku ini membahas tentang cara pemasangan pentanahan serta cara perhitungan nilai tahanan pentanahan yang menggunakan elektroda jenis batang tunggal
2. Jamaaluddin, Izza Anshory dan, Eko Agus Supranyitno “*Penentuan kedalaman elektroda pada tanah pasir dan kerikil kering untuk memperoleh nilai tahanan pentanahan yang baik*” pada jurnal ini membahas tentang cara menentukan kedalaman atau panjang batang elektroda yang harus dipasang agar nilai tahanan pentanahannya sesuai dengan standar yang telah ditentukan
3. Isa Mahfudi, Mulyo Nugroho, Novredo Alvian dan, Rizkiyah An Naafi “*Pengukuran Tahanan Tanah*” pada jurnal ini membahas tentang cara mengukur tahanan pentanahan dengan menggunakan alat ukur berupa *earth resistance tester*

2.2 Landasan Teori

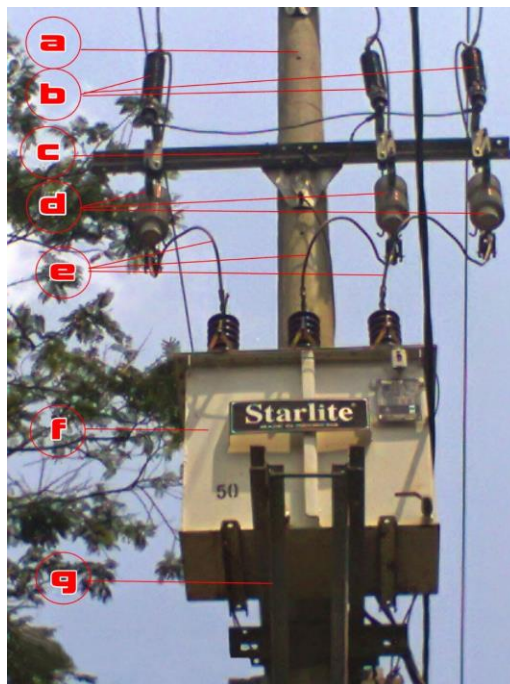
Gardu cantol adalah gardu distribusi tipe pasangan terbuka (*out-door*) dengan memakai konstruksi satu tiang atau lebih. Pada gardu cantol, transformator distribusi dipasang pada bagian atas atau dicantolkan pada tiang sedangkan papan hubung bagi tegangan rendah atau PHB-TR diletakan pada bagian bawah. Diagram satu garis daripada gardu cantol ditunjukkan pada gambar 2.1 :



Sumber: Ilhamwidiantari.blogspot.co.id

Gambar 2.1 Diagram satu garis gardu cantol

1. Secara garis besar, masing-masing komponen utama dari gardu cantol adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 : Gardu cantol 3 fasa

a. Tiang

Pada Umumnya Gardu Distribusi tipe cantol menggunakan satu tiang, Tiang yang dipergunakan untuk gardu distribusi jenis ini bisa berupa tiang beton maupun tiang besi yang memiliki kekuatan kerja sekurang kurangnya 500 dAn dengan panjang 11 atau 12 meter.

b. *Lightning Arrester* (LA)

Berfungsi sebagai alat proteksi atau pengaman trafo distribusi dari tegangan lebih akibat surja petir, khususnya pada gardu pasangan luar.

c. Trafes dudukan FCO dan Arrester

Berfungsi untuk menempatkan FCO dan *Lightning Arrester*.

d. *Fused Cut Out* (FCO atau CO)

Berfungsi sebagai proteksi atau pegaman lebur, Pada gardu distribusi khususnya, FCO ini berfungsi sebagai alat pelindung trafo dari Arus hubungan singkat dan sebagai alat untuk membebaskan sumber tegangan jika dilakukan pemeliharaan. Proteksi pada FCO ini dipasang dalam bentuk *Fuse Link* yang dapat disesuaikan dengan arus nominal trafo distribusi yang terpasang.

e. *Wiring Gardu* atau Pengawatan Gardu.

Yaitu berupa pengawatan atau kawat penghubung untuk menghubungkan tegangan dari Jaringan SUTM, *Lightning Arrester* (LA), dan *Fused Cut Out* (FCO) ke trafo distribusi.

f. Trafo Distribusi

Yaitu komponen utama dari gardu distribusi untuk menurunkan tegangan dari sisi tegangan menengah (SUTM) menjadi tegangan yang siap di pakai oleh pelanggan. Trafo yang di pergunakan mulai dari 50 kVA - 160 kVA sesuai dengan kebutuhan pembangunan gardu.

g. Dudukan Trafo

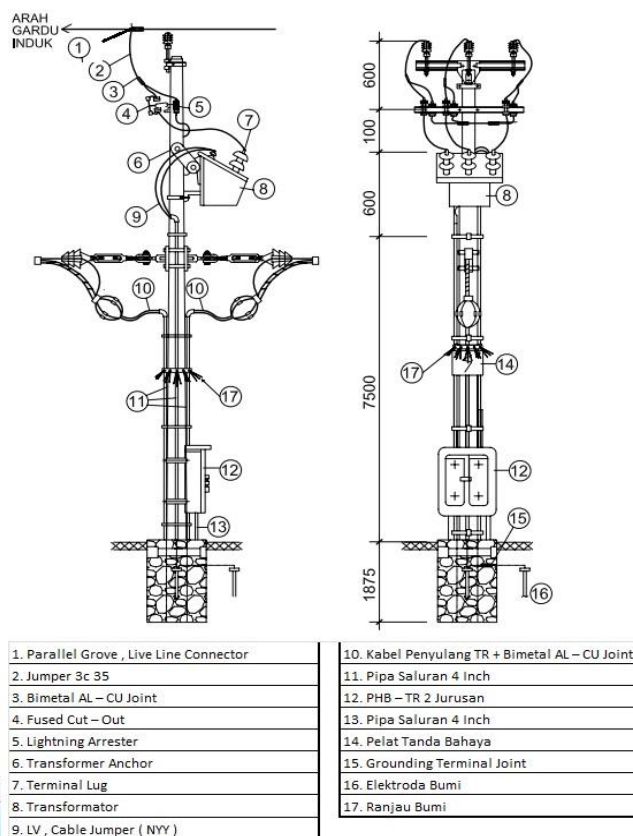
Pada dasarnya berfungsi untuk menempatkan trafo distribusi pada Tiang. dudukan Trafo ini biasanya sudah berupa satu set lengkap.

2. Komponen utama PHB-TR gardu cantol:

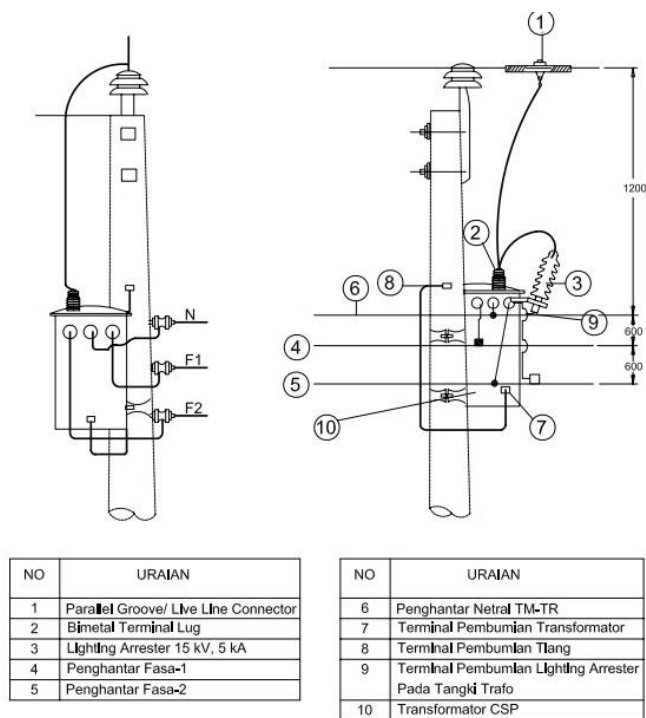


Gambar 2.3: PHB-TR gardu cantol

- a. NH-Fuse yang berfungsi untuk mengamankan trafo distribusi dari arus lebih yang disebabkan karna hubungan singkat pada jaringan tegangan rendah (SUTR) maupun karna beban lebih.
- b. Rel tembaga atau rel jurusan berfungsi untuk menghubungkan tegangan dari beberapa komponen pada PHB-TR.
- c. Kwh MTD berfungsi untuk menghitung pemakaian beban gardu.
- d. Saklar utama
- e. Kabel turun (Kabel penghubung dari trafo ke PHB-TR) bisa berupa NYY atau NYFGBY dengan ukuran disesuaikan dengan kebutuhan dan trafo distribusi yang terpasang.
- f. Trafo arus (CT)
- g. Kabel naik atau kabel jurusan (Bisa berupa NYY atau NYFGBY) dengan ukuran sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2.4: Monogram gardu cantol 3 fasa



INSTALASI PENGKAWATAN PADA GARDU CANTOL FASA-1

Gambar 2.5: Monogram gardu cantol 1 fasa

2.3 Sistem Proteksi Tenaga Listrik

Sistem proteksi terhadap tenaga listrik ialah sistem pengamanan yang dilakukan terhadap peralatan peralatan listrik yang terpasang pada sistem tenaga listrik tersebut misalnya generator, tranformator, jaringan transmisi/distribusi dan lain lain terhadap kondisi operasi abnormal dari sistem itu sendiri. Yang di maksud dengan kondisi abnormal tersebut antara lain dapat berupa :

1. Hubung singkat
2. Tegangan lebih/kurang
3. Beban lebih
4. Frekuensi sistem turun/naik

Adapun fungsi dari sistem proeksi adalah:

1. untuk menghindari atau mengurangi kerusakan pada peralatan listrik akibat adanya gangguan (kondisi abnormal) semakin cepat reaksi perangkat sistem proteksi yang digunakan, maka akan semakin sedikit pengaruh gangguan terhadap kemungkinan kerusakan peralatan
2. untuk mempercepat melokalisir luas daerah yang terganggu sehingga menjadi sekecil mungkin
3. untuk dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumen dan juga dengan mutu listrik yang baik
4. untuk mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik

2.3.1 Macam Macam Proteksi pada Gardu Cantol

1. *Lightning Arester (LA)*



Gambar 2.6: lightning arrester

Berfungsi Untuk melindungi transformator distribusi, khususnya pada pasangan luar dari tegangan lebih akibat surja petir. Dengan pertimbangan masalah gangguan pada SUTM, pemasangan arester dapat saja dipasang sebelum atau sesudah *Fused cut out* (FCO). Nilai arus pengenal LA : 5 kA - 10 kA - 15 kA untuk tingkat IKL diatas 110, sebaiknya tipe 15 kA. Sedangkan untuk perlindungan transformator yang dipasang pada tengah-tengah jaringan memakai LA - 5 kA dan di ujung jaringan dipasang LA - 10 kA.

1. NH fuse

NH fuse adalah komponen pengaman kelistrikan yang berfungsi sebagai pengaman arus lebih dan hubung singkat, pada umumnya dipasang pada PHB trafo yang berfungsi sebagai pemutus/pengaman terhadap arus lebih



Gambar 2.7: NH fuse

2. *Fused Cut Out (FCO)*

Merupakan pengaman lebur untuk gardu distribusi pasangan luar dipasang pada *Fused Cut Out (FCO)* dalam bentuk Fuse Link. Terdapat 3 jenis karakteristik *Fuse Link*, tipe - K (cepat), tipe - T (lambat) dan tipe - H yang tahan terhadap arus surja.



Gambar 2.8: *Fuse cut out (FCO)*

3. Sistem pentanahan

Sistem pentanahan merupakan suatu sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik dan mengamankan komponen komponen instalasi dari bahaya tegangan/arus abnormal. Nilai suatu pentanahan yang sesuai dengan standar yaitu tidak melebihi atau sama dengan 5 ohm sangatlah penting, dikarenakan semakin kecil nilai suatu pentanahan maka semakin baik. Jika nilai tahanan pentanahan terlalu besar, akan berpengaruh negatif pada komponen dari instalasi tersebut. Dikarenakan pentanahan (*grounding*) yang tidak sempurna akan menimbulkan arus sisa yang dapat merusak komponen - komponen listrik, serta agar ketika terjadi gangguan arus yang mengalir ke tanah tidak terhambat dan tidak menimbulkan kerusakan pada komponen peralatan serta dapat mengamankan manusia dari bahaya sengatan listrik. Oleh karena itu, sistem pentanahan menjadi bagian yang

sangat penting dari sistem tenaga listrik. sistem pentanahan terbagi menjadi 2 diantaranya yaitu:

a. Sistem pentanahan peralatan

pentanahan peralatan adalah pentanahan bagian dari peralatan yang pada kerja normal tidak dilalui arus. Bila terjadi hubung singkat suatu penghantar dengan suatu peralatan, maka akan terjadi beda potensial (tegangan), yang dimaksud peralatan di sini adalah bagian-bagian yang bersifat konduktif yang pada keadaan normal tidak bertegangan seperti bodi trafo, bodi PMT, bodi PMS, bodi motor listrik,udukan baterai dan sebagainya.

b. Sistem pentanahan titik netral

Sistem pentanahan titik netral adalah suatu sistem yang titik netral dari sistem tersebut sengaja dihubungkan ke tanah, baik melalui impedansi maupun secara langsung

2.3.2 Macam-Macam Elektroda Pentanahan

Pada dasarnya terdapat tiga macam elektroda pentanahan yaitu:

1. Elektroda Pita

Berupa pita atau kawat berpenampang bulat yang ditanam di dalam tanah umumnya penanamannya tidak terlalu dalam (0,5 - 1 meter) dan caranya ada bermacam-macam.



Gambar 2.9: Elektroda pita

Elektroda pita jenis ini terbuat dari bahan metal berbentuk pita atau juga kawat BCC yang di tanam di dalam tanah secara horizontal sedalam ± 2 feet. Elektroda pita ini bisa dipasang pada struktur tanah yang mempunyai tahanan jenis rendah pada permukaan dan pada daerah yang tidak mengalami kekeringan. Hal ini cocok untuk daerah – daerah pegunungan dimana harga tahanan jenis tanah makin tinggi dengan kedalaman.

2. Elektroda Batang

berupa batang yang ditanam tegak lurus dalam Tanah.



Gambar 2.10: Elektroda batang

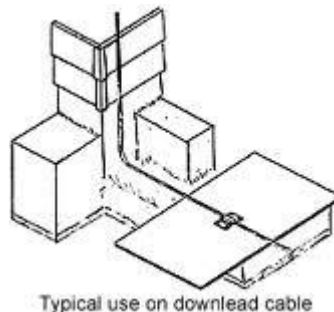
Elektroda batang terbuat dari batang atau pipa logam yang ditanam vertikal di dalam tanah. Biasanya dibuat dari bahan tembaga, *stainless steel* atau *galvanised steel*. Perlu diperhatikan pula dalam pemilihan bahan agar terhindar dari *galvanic couple* yang dapat menyebabkan korosi. Ukuran Elektroda : diameter 5/8 dan 3/4 dengan panjang 4 feet – 8 feet.

Elektroda batang ini mampu menyalurkan arus *discharge* petir maupun untuk pemakaian pentanahan yang lain.

3. Elektroda pelat

berupa pelat yang ditanam tegak lurus dalam tanah. Elektroda ini terdapat tiga macam bentuk yaitu :

- Bentuk gird
- Bentuk radial
- Bentuk lingkaran



Gambar 2.11: Elektroda plat

Bentuk elektroda plat biasanya empat persegi atau empat persegi panjang yang terbuat dari tembaga, timah atau pelat baja yang

ditanam didalam tanah. Cara penanaman biasanya secara vertikal, sebab dengan menanam secara horizontal hasilnya tidak berbeda jauh dengan vertikal. Penanaman secara vertical adalah lebih praktis dan ekonomis.

Nilai resistan jenis tanah sangat berbeda tergantung komposisi tanah seperti yang terdapat PUIL 2011 resistan jenis tanah tipikal halaman 358 atau yang ditunjukkan Tabel 2.1 di bawah

Tabel 2.1: Macan macam tahanan jenis tanah

No	Jenis tanah	Tahanan jenis tanah (ohm meter)
1	Tanah rawa	30
2	Tanah liat dan ladang	100
3	Pasir Basah	200
4	Kerikil basah	500
5	Pasir/ krikil kering	1000
6	Tanah berbatu	3000

Nilai nilai pada tabel 2.1 diatas sepenuhnya berlaku untuk tanah lembab hingga basah.pasir kering mutlak atau batu adalah suatu bahan isolasi yang bagus, sama seperti air destilasi maka elektroda bumi harus selalu ditanam sedalam mungkin sehingga ketika dalam keadaan musim kering elektroda selalu terletak dalam lapisan tanah yang basah.

Tabel 2.2: Nilai rata rata resistan pembumian PUIL 2011

No	Jenis elektroda	Panjang penghantar	Resistans pembumian (ohm)
1.	Pita/penghantar pilin	10 m	20
		25 m	10
		50 m	5
		100 m	3

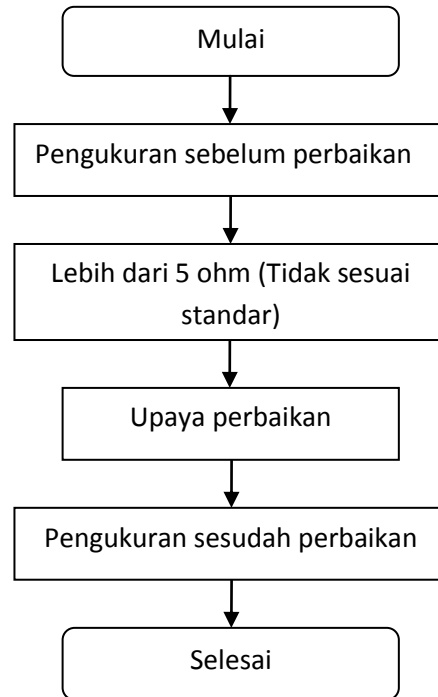
2	Batang/pipa	1 m	70
		2 m	40
		3 m	30
		5 m	20
3.	Plat vertikal dengan sisi atas ± 1 M dibawah permukaan tanah	0,5x1 m	35
		1x1 m	25

Tabel 2.3: tahanan jenis penghantar (ρ)

Bahan	Hambatan Jenis ρ (Ωm)
Konduktor	
Perak	$1,59 \times 10^{-8}$
Tembaga	$1,68 \times 10^{-8}$
Emas	$2,44 \times 10^{-8}$
Aluminium	$2,65 \times 10^{-8}$
Tungsten	$5,60 \times 10^{-8}$
Besi	$9,71 \times 10^{-8}$
Platina	$10,6 \times 10^{-8}$
Air Raksa	98×10^{-8}
Nikrom (logam campuran Ni, Fe, Cr)	100×10^{-8}
Semikonduktor	
Karbon (grafit)	$(3-60) \times 10^{-5}$
Germanium	$(1-500) \times 10^{-3}$
Silikon	0,1 – 60
Isolator	
Kaca	$10^9 - 10^{12}$
Karet padatan	$10^{13} - 10^{15}$

2.4 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan dukungan landasan teori yang diperoleh dari mencari teori yang dijadikan tujuan konseptual variabel penelitian, maka dapat disusun Kerangka Pemikiran sebagai berikut :



Gambar 2.12: Kerangka pemikiran