

APLIKASI PENGGUNAAN KUBIKEL 20 kV PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI (PLTP) *BINARY CYCLE* DIENG

M. Hariansyah¹, Jaenal Awaluddin²

¹*Dosen Tetap Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor,
Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos 16162*

²*Mahasiswa Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn
Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2, Bogor, Kode Pos 16162*

*E-mail: m.hariansyah@ft.uika-bogor.ac.id
jaenal.awaluddin@yahoo.co.id*

ABSTRAK

APLIKASI PENGGUNAAN KUBIKEL 20 kV PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI (PLTP) *BINARY CYCLE* DIENG. Dalam perkembangannya, kebutuhan energi listrik semakin meningkat, sedangkan masyarakat sebagai konsumen energi listrik juga bertambah jumlahnya dan menuntut mutu serta kualitas pelayanan energi listrik yang lebih baik secara kontinyu. PLTP Dieng adalah salah satu pembangkit listrik bertenaga panas bumi yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut. Energi yang dibangkitkan akan disalurkan ke konsumen dengan menggunakan peralatan tenaga listrik yang salah satunya adalah kubikel, maka perlu adanya analisa penggunaan kubikel yaitu menentukan kapasitas LBS (Load Break Switch), Current Tranformer, Potensial Transformer, Busbar dan untuk ditempatkan di PLTP Binary Cycle Dieng. Hasil analisis didapat kebutuhan kubikel adalah satu masukan (incoming) dan satu keluaran (out going), rate voltage main switch gear 20 kV, rate current 5 A dengan daya 100kW diperoleh luas penampang busbar 7,399 2, arus trafo CT adalah 2,9 A serta jenis kubikel yang digunakan adalah LBS (Load Break Switch) dengan arus 6.9282 A

Kata kunci: kubikel, LBS, CT, PT dan Busbar

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik dewasa ini terus meningkat, hal ini sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan penduduk yang makin tinggi, keamana dari kinerja alat penghubung mutlak diperlukan untuk mendukung suplay tegangan listrik yaitu Kubikel merupakan perangkat atau peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengendali, penghubung, pemutus dan pelindung serta membagi sistem tenaga listrik dari sumber tenaga listrik. Kubikel biasanya terpasang pada gardu distribusi atau gardu hubung pada pusat penyaluran sistem tenaga listrik ke pusat beban. Kapasitas yang akan digunakan pada Kubikel 20kV ini Sesuai dengan namanya adalah sebesar 20kV. Fungsi Kubikel sendiri selain sebagai sakelar juga berfungsi untuk mengurangi bunga api yang terjadi saat melakukan penyambungan dimana pada saat sakelar terhubung secara cepat pada kubikel munculnya bunga api bisa di redam dengan menggunakan Kubikel distribusi suplay listrik dari PLTP ke jaringan PLN.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) *Binary Cycle* Dieng yang berada di Gunung Dieng PLTP tersebut terletak di Kab. Wonosobo Jawa Tengah, penelitian mengenai kubikel dimulai pada bulan Oktober sampai dengan November 2013. Dengan cara mengumpulkan data-data mengenai kubikel, pengumpulan data melalui data manufaktur dari pabrik pembuat kemudian melakukan pengumpulan data secara langsung pada alat tersebut serta pencarian data- data kubikel di internet kemudian di bandingkan dengan hasil, pengumpulan data dilakukan di PT. Basuh Power Electric.

2.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah satu unit Kubikel tipe *incoming* dan *outgoing cubikel* dengan kapasitas tegangan 20kV dengan karakteristik kubikel menggunakan *fuse-switch combination unit* gambar kubikel 20kV nampak dibawah. Kabel Kabel yang digunakan pada gardu distribusi adalah : kabel

single core yaitu kabel yang menghubungkan dari trafo ke rak TR dengan spesifikasi 3 x 70 mm² + 50 mm² (untuk netral). Kabel Tegangan Menengah (TM), kabel yang digunakan adalah jenis XLPE dengan spesifikasi : 3 x 300 mm² (dari gardu induk), 3 x 240 mm² dan 3 x 150 mm² (dari gardu distribusi).

2.3. Bagian-bagian kubikel

Bagian-bagian utama alat ini terbagi 3 yaitu:

Incoming, *Metering* dan *Outgoing*. Masing-masing bagian memiliki kontak DS (*Disconnecting switch*) dan bagian kontak pentanahan (*grounding*).

2.3.1. *Incoming*

Incoming adalah tempat masuknya tegangan dari sumber sebesar 20 KV yang mana pada *incoming* tersebut terdapat 3 buah lampu indikator neon (R,S,T) yang akan menyala apabila tegangan dari luar masuk ke *incoming*. Pada *incoming* juga terdapat 3 buah trafo arus yang digunakan oleh KWH meter pada *incoming* dengan kode P7 untuk mengukur daya yang dikeluarkan.

2.3.2. *Metering*

Metering adalah suatu bagian dari kubikel yang memiliki kemampuan pengukuran besaran-besaran listrik. Pada *metering* terdapat alat-alat ukur pengukuran seperti voltmeter, amperemeter, dan KV meter. Pada *metering* terdapat fuse-fuse pengaman sebanyak 3 buah buatan merlin gerin dengan data fuse HV 20 KV; 6,3 A; W/O Striker. Tepat di bawah fuse-fuse ini terdapat 3 buah transformator tegangan yang menurunkan tegangan dari 20 KV menjadi 100 V AC yang akan digunakan oleh alat-alat ukur seperti kv meter dan amperemeter serta voltmeter. Selain fuse-fuse juga terdapat MCB 3 fasa yang akan mengamankan hubungan ke material-material pengukuran.

2.3.4. *Outgoing*

Outgoing berfungsi sebagai tempat keluarnya tegangan menengah setelah melalui *incoming* dan *metering*. *Outgoing* memiliki kompartemen yang paling besar dimana pada kompartemen bagian atas terdapat kontak grounding dan juga terdapat kontak (*disconnecting switch*) DS. Pada bagian atas juga terdapat 2 buah kunci dan satu kunci lagi pada bagian bawah kompartemen. Kunci-kunci bekerja secara *interlock* dengan tipe kunci 50. Keterangan mengenai ketiga kunci itu antara lain:

2.4. Komponen-komponen kubikel antara lain:

2.4.1. Busbar

Digunakan untuk mengumpulkan tenaga listrik dengan tegangan 20 kV serta membaginya ke tempat-tempat yang diperlukan.



Gambar 2.1. Busbar

2.4.2. Kompartemen Rell

Berfungsi sebagai tempat kedudukan busbar/rell. Dilengkapi dengan isolator penyangga yang berfungsi untuk menyangga kedudukan rell agar kuat.

2.4.3. Kompartemen Lemari Kontrol

Berfungsi sebagai pusat terminal control, sumber DC dan peralatan pendukung seperti Amperemeter, Relay Proteksi, Kwh meter tombol *close/open* dan juga pusat *wiring control*. Panel ini sering disebut dengan lemari LV (*Low Voltage*) karena tegangannya yang ada adalah tegangan rendah.

2.4.4. Pemisah Rell

Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik tanpa beban kontak penghubung Pemisah Rell tidak dilengkapi dengan media peredam busur api.

2.4.5. Pemutus Tenaga PMT/CB

Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik dalam keadaan berbeban atau tidak berbeban, termasuk memutus pada saat terjadi gangguan hubung singkat. Kontak penghubung PMT dilengkapi dengan media peredam busur api. *Closing Coil* berfungsi menggerakkan mekanik untuk menghubungkan/close kontak utama PMT, sedangkan *tripping coil* berfungsi menggerakkan mekanik untuk membuka/open kontak utama PMT. Motor berfungsi untuk mengisi pegas/*spring charge* mekanik PMT yang siap dieksekusi *closing coil/tripping coil*.

2.4.6. Pemisah Kabel

Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran listrik tanpa beban, kontak penghubung Pemisah kabel tidak dilengkapi dengan media peredam busur api.

2.4.7. Kompartemen Kabel

Sebagai ruang tempat kedudukan kabel *in door*. Pada Kompartemen ini terdapat:

1. Terminasi kabel tegangan menengah.
2. 3(tiga) pembagi tegangan (*potensial divider*), dilengkapi pada setiap pasa terminasi kabel, yang disambung dengan tiga neon indikator yang dipasang di muka panel. Fungsinya untuk melihat secara visual bahwa kabel tersebut dalam keadaan bertegangan atau tidak, sehingga aman terhadap petugas yang melaksanakan pengoperasian.
3. Satu rangkaian hubung pendek dan pemisah tanah untuk sisi kabel. Dioperasikan dari depan panel, dilengkapi dengan mekanisme operasi kecepatan tinggi sehingga mempunyai kecepatan masuk yang tidak tergantung kecepatan operator.
4. Trafo arus.
5. Trafo tegangan (sesuai permintaan). Bisa tipe tetap atau lepasan.

Dilengkapi dengan pelebur dengan kapasitas pemutusan tinggi.

2.4.8. Trafo Arus

Trafo Arus CT (*Current Transformer*) adalah suatu peralatan listrik yang dapat memperkecil arus besar menjadi kecil, yang dipergunakan dalam arus bolak balik. Fungsi CT adalah untuk memperoleh arus yang sebanding dengan arus yang hendak di ukur (sisi sekunder) dan untuk memisahkan sirkuit dari sistem, arus yang hendak di ukur (yang selanjutnya di sebut sisi primer) terhadap sirkuit dimana instrument tersambung (yang selanjutnya di sebut sisi sekunder). Berbeda dengan transformer tenaga yang arusnya tergantung dari sisi sekundernya merupakan alat pendukung yang digunakan dalam instalasi Gardu Induk Sisi 20 kV. Alat ini untuk mendukung dalam pengukuran arus yaitu sebagai pengukuran dan sebagai proteksi terhadap arus lebih. Trafo arus ini berfungsi untuk menurunkan arus yang bekerja/mengalir berdasarkan prinsip induksi elektromagnet, yaitu timbulnya arus dalam suatu sirkuit listrik (sisi sekunder) akibat dari pengaruh sirkuit yang lain (sisi primer) secara fisik tidak saling berhubungan dalam rangkaian tertutup. Peristiwa ini terjadi karena adanya perpotongan garis medan magnet yang berubah-ubah memotong penghantar tersebut.

Fungsi

1. Mentransformasikan besaran arus dari nilai arus yang besar ke arus yang kecil digunakan untuk pengukuran dan proteksi. Arus primer ke arus sekunder yang digunakan untuk pengukuran yaitu Ampermeter dan KWh meter serta untuk proteksi yaitu relay proteksi.

2. Sebagai isolasi antara sisi tegangan yang diukur/diproteksi dengan alat ukurnya atau alat proteksinya.

2.4.9. Trafo Tegangan

Trafo Tegangan adalah peralatan listrik yang dapat memperkecil tegangan tinggi menjadi tegangan rendah, yang dipergunakan dalam rangkain arus bolak-balik. Fungsi trafo tegangan adalah untuk memperoleh tegangan yang sebanding dengan tegangan yang hendak dipergunakan dan untuk memisahkan sirkuit dari sistem dengan tegangan tinggi *merupakan* suatu peralatan listrik yang digunakan dalam instalasi Gardu Induk Sisi 20kV. Alat ini membantu dalam pengukuran tegangan dan digunakan untuk pengukuran tegangan pada KWh meter. Alat ini juga membantu dalam sistem proteksi yaitu untuk relay UFR (*Under Frekwensi Relay*) mendeteksi frekuensi dari tegangan tersebut.

Fungsi

1. Mentransformasikan besaran tegangan dari nilai tegangan yang besar ke tegangan yang kecil digunakan untuk pengukuran dan proteksi.

2. Sebagai isolasi antara sisi tegangan yang diukur/diproteksi dengan alat ukurnya atau alat proteksinya.

2.4.10. Pemanas (*Heater*)

Merupakan alat pemanas berfungsi untuk memanaskan ruang terminal kabel dalam kubikel agar kelembabannya terjaga. Keadaan ini diharapkan dapat mengurangi efek corona pada terminal kubikel tersebut. Corona akan menyebabkan turunnya kualitas *isolasi/breakdown* peralatan. Sehingga apabila ada kenaikan tegangan/arus akibat gangguan, maka titik lemah dari isolasi ini akan terancam untuk rusak/meledak/terbakar.

2.4.11. Pemutus tenaga (PMT)

Adalah saklar yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik sesuai ratingnya. Pada saat terjadi pemutusan maka akan terjadi busur api. Pemadam busur api listrik pada waktu pemutusan dapat dilakukan oleh beberapa macam bahan seperti minyak, udara atau gas.

2.5. Pemutus Daya Udara (*Air Circuit Breaker*)

Jenis ini menggunakan metode yang paling sederhana, yaitu memperpanjang lintasan arc. Karena efek pemanjangan lintasan ini diharapkan *arc* dapat segera dipadamkan. Beberapa bentuk pemanjangan lintasan pada kontak pemutus sebagai berikut: Kontak Sela tanduk, Kontak Tabir Konduktor, Kontak Tabir Insulator.



Gambar. 2.2. ACB (*Air Circuit Breaker*)

2.5.1. Pemutus Daya Minyak (*Oil Circuit Breaker*)

Prinsip kerjanya, kontak dipisahkan, busur api akan terjadi di dalam minyak, sehingga minyak menguap dan Kelemahannya adalah minyak mudah terbakar dan kekentalan minyak memperlambat pemisahan kontak, sehingga tidak cocok untuk sistem yang membutuhkan pemutusan arus yang cepat serta dimensi pemutus yang terlalu besar menimbulkan gelembung gas yang menyelubungi busur api.

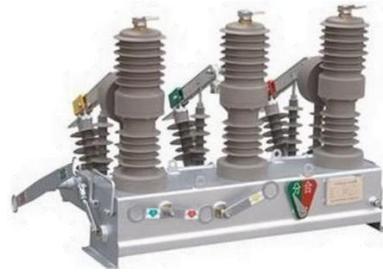


Gambar.2.3 OCB (*Oil Circuit Breaker*)

2.5.2. Pemutus Daya Udara Tekan (*Air Blast Circuit Breaker*)

Pemutus daya ini dirancang untuk mengatasi kelemahan pada pemutus daya minyak, yaitu dengan membuat media insulator kontak dari bahanyang tidak mudah terbakar dan tidak menghalangi pemisahan kontak, sehinggalapemisahan kontak dapat dilaksanakan dalam waktu yang sangat cepat Saat busur api timbul, udara bertekanan tinggi ditiupkan untuk mendinginkan busur api dan menyebarkan

partikel bermuatan dari sela kontak.



Gambar. 2.4. Pemutus Daya tekan (*Air Blast CB*)

2.5.3. VCB (*Vacum Circuit Breaker*)

Pada dasarnya kerja dari CB (*Circuit Breaker*) ini sama dengan jenis lainnya hanya ruang kontak dimana terjadi busur api merupakan ruang hampa udara yang tinggi sehingga peralatan dari CB jenis ini dilengkapi dengan *seal* penyekat udara untuk mencegah kebocoran.



Gambar. 2.5. *Vacum Circuit Breaker*

2.5.4. SF6 CB (*Sulfur Hexafluoride Circuit Breaker*)

Sifat gas SF6 murni adalah tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun dan tidak mudah terbakar. Pada suhu diatas 150° C, gas SF6 mempunyai sifat tidak merusak metal, plastik serta memiliki kekuatan dielektrik yang tinggi (2,35 kali udara) dan kekuatan dielektrik ini bertambah dengan pertambahan tekanan. Prinsip pemadaman busur apinya adalah Gas SF6 ditiupkan sepanjang busur api, gas ini akan mengambil panas dari busur api tersebut dan akhirnya padam. Rating tegangan CB (*Circuit Breaker*) adalah antara 3.6 KV – 760 KV.



Gambar. 2.6. SF6 CB (*Sulfur Hexafluoride Circuit Breaker*)

2.5.6. Pemisah (PMS)

Disconnecting switch (DS) atau Pemisah (PMS) adalah peralatan pada sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai saklar pemisah yang dapat memutuskan dan menyambung rangkaian dengan arus yang rendah ($\pm 5A$), biasa dipakai ketika dilakukan perawatan atau perbaikan. PMS terletak di antara sumber tenaga listrik dan PMT serta di antara PMT dan beban. Mekanisme interlocking tersebut adalah :

1. PMS tidak dapat ditutup ketika PMT dalam posisi tertutup.
2. Saklar pembumian (*Earthing Switch*) dapat ditutup hanya ketika PMS dalam keadaan terbuka.
3. PMS dapat ditutup hanya ketika PMT dan ES terbuka.
4. PMT dapat ditutup hanya ketika PMS dalam kondisi telah terbuka atau telah tertutup.

2.6. Peralatan Pengaman

2.6.1. Sekering

Pada kubikel terdapat suatu sekering tegangan menengah yang sering disebut sebagai *solefuse* Rating tegangannya bisa mencapai 34 kV, dan mampu bekerja pada arus 31.5 kA. *Solefuse* ini digunakan untuk melindungi trafo tegangan dari gangguan.

2.6.2. Rele Arus Lebih (OCR)

Rele arus lebih adalah suatu rele yang bekerjanya didasarkan adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai pengamanan tertentu dan dalam waktu tertentu, sehingga rele ini dapat dipakai sebagai pola pengamanan arus lebih.

Keuntungan dan fungsi rele arus lebih:

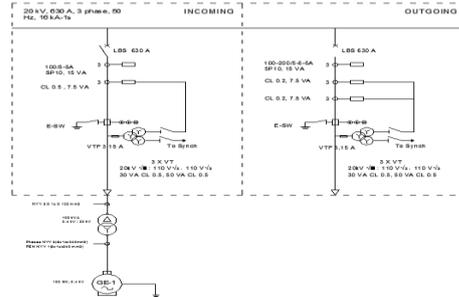
2.2 Alat

Alat yang digunakan untuk membuat kubikel 20kV adalah palu, obeng plus, obeng minus, kunci pas, kunci inggris, kunci L, Tang Potong, Tang Kombinasi, Tes pen, alat pengangkat beban (*crane*), gerinda, Bor dan Penjepit sepatu kabel.

3. HASIL DAN BAHASAN

Perencanaan instalasi penyaluran energi listrik dari pembangkit listrik ke jaringan PLN melalui kubikel dan transformer step up dapat dilihat pada gambar 4.1 langkah kerja pada gambar tersebut akan dijelaskan dibawah ini.

Layout instalasi listrik kubikel diperlihatkan pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1. Diagram Segaris Penyaluran Energi Listrik ke Kubikel

Prinsip kerja dari gambar diatas adalah dimulai dari uap yang dihasilkan panas bumi masuk ke Generator Pembangkit Listrik Tenaga Panas (PLTP) *Binary Cycle* Dieng yang menghasilkan listrik sebesar 400V dialirkan ke transformator step up yang kemudian selanjutnya tegangan tersebut sebesar 400V dinaikan tegangannya menjadi 20kV tegangan 20kV tersebut masuk ke incoming kubikel 20kV melalui yang selanjutnya dari *outcoming* kubikel akan disalurkan ke jaringan distribusi PLN menuju konsumen disekitar PLTP dan lain-lain.

3.1. Analisa Arus yang Digunakan

Kemampuan Kubikel yang di gunakan untuk menyalurkan tegangan listrik di Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) *Binary Cycle* Dieng memiliki daya maksimal sebesar 100kW dimana tegangan yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) *Binary Cycle* Dieng adalah sebesar 20kV dan arus yang mengalir dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.3).

$$I = \frac{100 \text{ kW}}{20 \text{ kV}}$$

$$I = 5 \text{ Ampere}$$

Karena pada PLTP tegangan 3 fasa maka dengan menggunakan persamaan (2.4) dapat diketahui arus

$$I = \frac{100 \text{ kW}}{20 \text{ kV} \sqrt{3.0,8}}$$

$$I = 6,9282 \text{ Ampere}$$

Arus yang mengalir pada penghantar adalah sebesar 6,9282 A pada Kubikel, kemudian tegangan yang mengalir dari generator dinaikan tegangannya menjadi 20kV oleh trafo step up.

3.2. Analisa Busbar

Mengacu pada analisis arus yang mengalir sebesar 5 A menentukan luas penampang busbar

digunakan persamaan (2.2) Dimana tegangan 20kV dan hambatan jenis untuk tembaga adalah sebesar 56 (Tabel tahanan jenis penghantar) dengan pajang penghantarnya adalah 12 meter. Untuk menentukan R menggunakan persamaan:

$$R = \frac{20 \text{ kV}}{6,9282}$$

$$R = 2886,7 \Omega$$

Dengan menggunakan persamaan (2.2) maka dapat diperoleh hasil luas penampang adalah sebesar, dimana tahanan jenis tembaga 0,0178 sehingga

$$A = 0,0178 \frac{12}{2886,7}$$

$$A = 7,399 \text{ mm}^2$$

Tabel 4. 1. Tahanan Jenis Penghantar

No	Bahan Penghantar	Tahanan Jenis ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
1	Aluminium (Al)	0,0278
2	Tembaga (Cu)	0,0178
3	Perak (Ag)	0,0167
4	Emas (Au)	0,022

Melihat dari hasil perhitungan dari persamaan diatas terlihat bahwa ukuran sebuah penghantar busbar hanya 7,399 mm^2 bila melihat ukuran penampang busbar yang ada di lapangan itu jauh berbeda, pada praktiknya ukuran busbar yang digunakan panjang 50 cm, lebar 3 cm dan tebal 5mm karena pemilihan ukuran busbar dilapangan didasarkan karena aturan dari PLN, begitu juga dengan ukuran penghantar yang menyambungkan trafo step up dengan kubikel yang direncanakan sepanjang 12 meter bila melihat hasil persamaan untuk mencari arus, hasil perhitungannya sebesar 6,9282 Ampere yang sebenarnya cukup dengan menggunakan penghantar yang ukurannya 4 mm^2 tetapi pada PLTP menggunakan ukuran 35 mm^2 hal ini dikarenakan untuk mengatasi pengembangan beban.

3.3. Menentukan Penghantar kabel

Pemilihan kabel yang akan digunakan untuk mengalirkan listrik 20kV dari trafo step up di tentukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini. Untuk merencanakan penampang kabel pada penghantar kubikel diasumsikan bahwa jarak antara kubikel dan tansformator step up adalah 20 meter dan dayanya 100kW, daya hantar jenis untuk tembaga adalah 56 tegangan 20kV dan rugi-rugi tegangan sebesar 20Vmaka dengan menggunakan persamaan (2.5)

$$q = 20 \times 100.000 : [56 \times 20 \times 20.000]$$

$$q = [2000.0000] : [22.400.000]$$

$$q = 0,089 \text{ mm}^2$$

Pada hasil diatas terlihat hasil yang di peroleh dari persamaan 0,089 mm^2 dan bila mengacu pada tabel Kemampuan Hantar Arus (KHA) cukup dengan penampang kabel yang 0,75 mm^2 sudah cukup.

Tabel 4. 2. Kemampuan antar Arus

No	Penampang Kabel (mm^2)	Kemampuan Membawa Arus (Ampere)
1	0,75	12
2	1	15
3	1,5	18
4	2,5	26
5	4	34
6	6	44
7	10	61
8	16	82
9	25	108
110	35	135
11	50	168
12	70	207
13	95	250
14	120	292

Pada tabel diatas terlihat bahwa untuk ukuran kabel yang berdiameter 35 mm^2 kemampuan membawa arus sebesar 135 Ampere, pada PLTP arus yang mengalir melalui penghantar hanya 5 Amper dan melihat data di atas sebetulnya sudah melebihi dari cukup.

3.4. Analisa Rasio Pada PT (Potential Transformer)

Mengacu pada analisis transformator PT (Potensial Transformer) maka PT yang akan dipergunakan pada kubikel dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan(2.12). dengan tegangan yang ada pada kabel sebesar 20kV maka :

$$\text{Rasio PT} = \frac{100}{5}$$

Pembacaan pada alat ukur adalah:

$$\frac{100}{5} = \frac{20 \text{ kV}}{\text{Voltmeter}}$$

$$\text{voltmeter} = \frac{5 \times 20.000}{100} = 1000 \text{ Volt}$$

maksud dari persamaan diatas adalah apabila

tegangan yang mengalir pada penghantar melalui transformator PT maka tegangan yang terbaca oleh voltmeter adalah sebesar 1000 volt.

3.5. Analisa Rasio Pada Trafo Arus (CT)

Mengacu pada analisis transformator CT (*Current Transformer*) maka CT yang akan dipergunakan pada kubikel dapat di analisis dengan menggunakan persamaan (2.7) dengan arus yang masuk ke penghantar sebesar 6,2 A dan rasio CT nya adalah:

$$CT = \frac{100}{5}$$

Pembacaan pada alat ukur adalah:

$$\frac{100}{5} = \frac{6,2}{\text{Ampermeter}}$$

$$\text{Amper meter} = \frac{5 \times 6,2}{100} = 0,325 \text{ A}$$

Dimana maksud dari hasil diatas adalah apabila arus yang masuk ke penghantar dan melalui belitan sekunder dari trafo CT maka sebesar 6.2 Amper pada alat ukurnya menunjukkan sebesar 0,325 Amper.

3.6. Pemilihan CB (*Circuit Breaker*)

Dalam pemilihan sebuah pemutus dan penghubung listrik CB (*Circuit Breaker*) dilapangan pemilihan alat pemutus tegangan pada kubikel dipilih jenis kubikel yang menggunakan pemutus LBS (*Load Break Switch*) dimana mampu melewati arus sebesar 630 Amper dan bila mengacu pada perhitungan arus diatas sangat jauh dengan yang ada dilapangan, dengan tegangan 20kV dan daya 100kW maka arus $I = 100kW/20kV = 3,08$ adalah 6.9282 Amper pemilihan itu dilakukan karena untuk mengantisipasi pengembangan beban.

4. KESIMPULAN

Mengacu pada hasil dan bahasan, maka dapat ditarik simpulan seperti berikut:

1. Kubikel yang digunakan adalah kubikel dengan jenis sakelar LBS (*load break switch*) dimana kemampuan dari kubikel itu dapat melewati arus sebesar 630 A, maka dipilih kabel bertipe NYA 35 mm^2 .

2. Melihat dari hasil perhitungan bahwa ukuran sebuah penghantar busbar hanya 7,399 mm^2 bila melihat ukuran penampang busbar yang ada di lapangan itu jauh berbeda, pada praktiknya ukuran busbar yang digunakan panjang 50 cm, lebar 3 cm dan tebal 5mm karena pemilihan ukuran busbar dilapangan didasarkan karena aturan dari PLN,

begitu juga dengan ukuran penghantar yang menyambungkan trafo step up dengan kubikel yang direncanakan sepanjang 12 meter bila melihat hasil persamaan untuk mencari arus, hasil perhitungannya sebesar 6,9282 Ampere yang sebenarnya cukup dengan menggunakan penghantar yang ukurannya 4 mm^2 tetapi pada PLTP menggunakan ukuran 35 mm^2 hal ini dikarenakan untuk mengatasi pengembangan beban.

3. Untuk PT dan CT digunakan rasio 100/5.

UCAPAN TERIMAKASIH

DAFTAR PUSTAKA

1. _____, Notje Manoppo, PT PLN (Persero) Cabang Maluku dan Maluku Utara
2. <http://mtrpagi.blogspot.com/2012/09/pengetahuan-dasar-gardu-induk-20-kv.html>
3. <http://electricdot.wordpress.com/>
4. <http://electricdot.wordpress.com/2012/07/01/kubikel-20-kv/>
5. <http://mashudankurniawan.blogspot.com/2013/01/teknik-pengoperasian-kubikel-20-kv.html>
6. Wahyudi, Sariimun N, *Pengaruh Instrumen Pada Transaksi Tenaga Listrik*, Jakarta, 2009
7. Andi Mahardi Hendrawan, *Pemeliharaan Peralatan Hubung Bagi (Kubikel) 20kV Pelanggan Besar*, _____, 2010
8. <http://www.scribd.com/doc/110265360/Konstruksi-KUBIKEL>
9. <http://teguhpati.blogspot.com/2012/09/rumus-menentukan-diameter-kabel.html>
10. Febriadi, Nanda, *Analisis Koordinasi Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah Sebagai Pengaman Motor Induksi, Kabel dan Trafo Pada Plant XI di PT. Indocement*, Universitas Indonesia, Jakarta, 2008.
11. _____, Rendra, Prambudi S, Institut Sepuluh November, 2010
12. Marsudi, Djiteng, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006.