

PERANCANGAN PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM TENAGA LISTRIK PADA
GARDU HUBUNG POKA KOTA AMBON

Jacob J. Rikumahu¹⁾, Denny R. Pattiapon²⁾, Marselin Jamlaay³⁾

^{1,2,3)}Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ambon

¹⁾jj.rikumahu@gmail.com, ²⁾redgiecilia@gmail.com, ³⁾marselin90@gmail.com

ABSTRACT

The distribution process at the Poka Power Plant starts from the Poka Substation where there are 4 busbars of 20 KV are the 20 KV Ansaldo busbar, the 20 KV Siemens busbar, the 20 KV CAT busbar and the 20 KV ABC busbar, where the 4 busbars distribute electricity based on the output of each generator in the condition that the generator is operating temporarily. If there is a disruption in the 4 busbars that exist: self-use such as saporator, electromotor, radiator, pumps connected to the 20 KV busbar cannot be used, self-use for the central lighting of the Poka PLTD will be extinguished, the engine- the machine cannot be operated. If there is a disruption in the CAT 20 KV busbar, we can harvest it at the Poka connecting substation by entering Coupling (2) so that the self-use and CAT generator connected to the 20 KV CAT busbar can use another busbar are the 20 KV GMT busbar and the 20 KV ABC busbar. Thus self-use and units 4 and 5 of the CAT busbar can be used.

ABSTRAK

Proses pendistribusian di Pusat Listrik Poka di kota Ambon dimulai dari Gardu Hubung (GH) Poka dimana terdapat 4 busbar (rel daya) 20 KV yaitu busbar 20 KV Ansaldo, busbar 20 KV Siemens, busbar 20 KV CAT dan busbar 20 KV ABC, dimana ke 4 busbar tersebut menyalurkan listrik berdasarkan output dari setiap generator yang dalam kondisi generator sementara beroperasi. Jika terjadi gangguan pada 4 busbar yang ada maka : pemakaian sendiri (P.S) seperti saporator, elektromotor, radiator, pompa-pompa yang terhubung pada busbar 20 KV tidak dapat difungsikan. Untuk mengatasi dan mengantisipasi bila gangguan-gangguan yang disebutkan diatas dengan membuat rancangan sistem GH Poka yang lebih handal. Bila terjadi gangguan di GMT 20 KV busbar kita dapat memanfer di GH Poka dengan memasukan Coupling (1) agar pemakaian sendiri (P.S) dan generator GMT yang terhubung ke GMT 20 KV busbar dapat menggunakan busbar lain yaitu CAT 20 KV busbar dan ABC 20 KV busbar. Dengan begitu pemakaian sendiri dan GMT unit 1, 2 dan 3 dapat difungsikan, bila terjadi gangguan di CAT 20 KV busbar kita dapat memanfer di GH Poka dengan memasukan Coupling (2) agar pemakaian sendiri (P.S) dan generator CAT yang terhubung ke CAT 20 KV busbar dapat menggunakan busbar lain yaitu GMT 20 KV busbar dan ABC 20 KV busbar, dengan begitu pemakaian sendiri dan CAT unit 4 dan 5 dapat difungsikan, bila terjadi gangguan di ABC 20 KV busbar kita dapat memanfer di gardu hubung Poka dengan memasukan Coupling (3) agar pemakaian sendiri (P.S) dan generator ABC yang terhubung ke ABC 20 KV burbar dapat menggunakan busbar lain yaitu CAT 20 KV busbar dan GMT 20 KV busbar. Dengan begitu pemakaian sendiri dan ABC unit 6 dan 7 dapat difungsikan.

Kata Kunci : Gardu hubung (GH); Busbar

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik pada saat ini sudah tidak bisa lagi dilepaskan dari kehidupan manusia bahkan kebutuhan akan listrik telah menjadi kebutuhan primer, baik sebagai penerangan ataupun sebagai penunjang perekonomian masyarakat. Pentingnya energi listrik ini harus diikuti dengan penyediaan listrik yang cukup bebas dari masalah. Tuntutan tersebut juga harus dipenuhi oleh PT. PLN (Persero) khususnya sistem pembangkitan.

Pusat Listrik Poka yang ada di kota Ambon, merupakan salah satu Unit Pembangkit dari PT. PLN (Persero) Wilayah Maluku dan Maluku Utara yang merupakan penyedia tenaga listrik harus bisa menjadi penyedia listrik yang bebas dari masalah. Mulai dari proses pembangkitan hingga pada proses distribusinya.

Untuk proses pendistribusian di Pusat Listrik Poka

dimulai dari Gardu Hubung (GH) Poka dimana terdapat 4 busbar (rel daya) 20 KV yaitu busbar 20 KV Ansaldo, busbar 20 KV Siemens, busbar 20 KV CAT dan busbar 20 KV ABC, dimana ke 4 busbar tersebut menyalurkan listrik berdasarkan output dari setiap generator yang dalam kondisi generator sementara beroperasi. Jika terjadi gangguan pada 4 busbar yang ada maka : pemakaian sendiri (P.S) seperti saporator, elektromotor, radiator, pompa-pompa yang terhubung pada busbar 20 KV tidak dapat difungsikan, pemakaian sendiri (P.S) untuk penerangan sentral PLTD Poka akan padam, mesin-mesin yang ada tidak dapat dioperasikan. Dengan sistem yang ada penulis merasa bahwa keandalan masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu penulis mencoba membuat rancangan konfigurasi Gardu Hubung (GH) Poka yang baru untuk meningkatkan keandalan pasokan

listrik.

Untuk meningkatkan keandalan sistem yang ada pada Gardu Hubung Pusat Listrik maka dalam karya tulis ini penulis mengangkat judul: PERANCANGAN PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM PADA GARDU HUBUNG (GH) POKA. Dimana dalam rancangan tersebut penulis menambah beberapa jalur alternatif yang akan berfungsi bila terjadi gangguan pada salah satu busbar 20 KV.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian singkat mengenai latar belakang pembuatan penulisan ini seperti yang dikemukakan di atas, masalah yang akan penulis bahas dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana memaksimalkan daya mampu yang ada pada Pusat Listrik Poka bila terjadi gangguan pada salah satu busbar 20 KV.
2. Bagaimana membuat Sistem yang pada GH Poka menjadi lebih handal bila terjadi gangguan pada salah satu busbar 20 KV.

1.3. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya permasalahan yang ada, maka dalam penulisan ini dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Gangguan terjadi pada salah satu busbar 20 KV pada GH Poka.
2. Analisa tidak menggunakan analisa setting pada relay proteksi.

1.4. Tujuan penulisan ini adalah:

1. Membuat rancangan sistem single line diagram baru pada GH Poka di Pusat Listrik Poka.
2. Meningkatkan keandalan sistem pada (GH) Poka di Pusat Listrik Poka.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perlengkapan Hubung Bagi

Perlengkapan Hubung Bagi (PHB) ialah perlengkapan untuk mengendalikan dan membagi tenaga listrik dan atau untuk mengendalikan dan melindungi sirkit ke pemakai tenaga listrik. Ciri-ciri lemari hubung bagi yaitu:

- a) Selengkap dan kerangka pada umumnya terbuat dari besi.
- b) Dapat berdiri sendiri pada lantai, pada dinding atau dipasang dalam dinding.
- c) Di bagian depan terdapat panel atau konstruksi panel-panel logam sebagai penutup dan perlindungan komponen-komponen, alat pelayanan atau alat ukur yang terdapat di dalamnya.

Fungsi lemari hubung bagi yaitu:

- a) Mengendalikan sirkit dilakukan oleh saklar/pembatas.
- b) Melindungi sirkit dilakukan oleh pelebur/pembatas.

- c) Membagi sirkit dilakukan oleh pembagian kelompok.

2.2. Pemutus Tenaga (PMT)

Pemutus Tenaga (PMT) ialah saklar yang dapat digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan arus/daya listrik dalam keadaan berbeban sesuai dengan kemampuan pengenalnya. PMT terutama dimaksudkan untuk dapat memutuskan sirkit dengan aman dalam keadaan terjadinya hubung singkat yang paling buruk.

Berdasarkan media pemadam busur api, PMT dapat dibagi menjadi :

1. PMT dengan media minyak oli.
 - o PMT dengan menggunakan banyak minyak (Bulk oil circuit breaker).
PMT dengan menggunakan banyak minyak secara umum digunakan pada system tenaga sampai dengan 245 kV. Pada tipe ini minyak berfungsi sebagai :
 - Peredam loncatan bunga api listrik selama pemutusan kontak-kontak.
 - Bahan isolasi antara bagian-bagian yang bertegangan dengan body.
 - o PMT dengan menggunakan sedikit minyak (Low oil content circuit breaker).
Pada PMT dengan menggunakan sedikit minyak ini hanya digunakan sebagai peredam loncatan bunga api sedangkan sebagai bahan isolasi dari bagian-bagian bertegangan digunakan poeselen atau material isolasi dari jenis organik.
2. PMT dengan media udara/ PMT udara hembus (Air Blast Circuit Breaker).
Pada PMT udara hembus (juga disebut compressed air circuit breaker), udara bertekanan tinggi dihembuskan ke busur api melalui nozzle pada kontak pemisah. Udara ini juga berfungsi mencegah tegangan pukul (resriking voltage) ialah tegangan yang dapat menimbulkan ditariknya kembali busur api.
3. PMT dengan Media Udara Hampa/ PMT udara hampa (Vacuum Circuit Breaker).
Kontak-kontak pemutus dari PMT ini terdiri atas kontak tetap dan kontak bergerak yang ditempatkan dalam ruang hampa udara. Ruang hampa udara ini mempunyai kekuatan dielektrik yang tinggi dan media peredam busur api yang baik.
4. PMT dengan Media Gas/ Media yang digunakan pada tipe PMT ini adalah gas SF-6 (Sulfur hexafluoride)
Sifat-sifat gas SF-6 murni ialah berwarna, tidak berbau, tidak beracun dan tidak mudah terbakar. Pada suhu diatas 150°C gas SF-6 mempunyai sifat tidak merusak metal, plastic dan bermacam-macam bahan yang umumnya digunakan dalam pemutus tenaga tegangan tinggi. Sebagai isolasi listrik, gas SF-6 mempunyai kekuatan dielektrik yang tinggi

(2,35 kali udara) dan kekuatan dielektrik bertambah dengan penambahan tekanan. Sifat lain dari gas SF₆ ialah mampu mengembalikan kekuatan dielektrik dengan cepat setelah arus bunga api listrik melalui titik nol.

2.3. Pemisah (PMS)

Pemisah (PMS) adalah alat yang dipergunakan untuk menyatakan secara visual bahwa suatu peralatan listrik sudah bebas dari tegangan kerja. Oleh karena itu pemisah tidak diperbolehkan untuk dimasukkan atau dikeluarkan pada rangkaian listrik dalam keadaan berbeban.

Untuk tujuan tertentu pemisah penghantar atau kabel dilengkapi dengan pemisah tanah (pisau pentanahan/earthing blade). Umumnya antara pemisah penghantar atau kabel dan pemisah tanah terdapat alat yang disebut interlock. Dengan terpasangnya interlock ini maka kemungkinan kesalahan operasi dapat dihindarkan.

Sesuai dengan fungsinya, pemisah dapat dibagi menjadi :

- Pemisah Tanah (Pisau Pentanahan)
Befungsi untuk mengamankan peralatan dari sisa tegangan yang timbul sesudah SUTT diputuskan atau induksi tegangan dari penghantar atau kabel lainnya.
- Pemisah Peralatan
Befungsi untuk mengisolasi peralatan listrik dari peralatan lain atau instalasi yang bertegangan. Pemisah ini dimasukan atau dibuka dalam keadaan tanpa beban.
Sesuai penempatannya didaerah mana pemisah dipasangkan, pemisah dapat dibagi menjadi :
 - Pemisah penghantar, adalah pemisah yang terpasang disisi penghantar.
 - Pemisah rel, adalah pemisah yang terpasang disisi rel.
 - Pemisah kabel, adalah pemisah yang terpasang disisi kabel.
 - Pemisah seksi, adalah pemisah yang terpasang pada suatu rel sehingga rel tersebut dapat terpisah menjadi dua seksi.
 - Pemisah tanah, adalah pemisah yang terpasang pada penghantar atau kabel untuk menghubungkan ke tanah.

2.4. Busbar

Busbar adalah batangan tembaga berbentuk rel yang merupakan komponen penting dalam suatu instalasi listrik pembangkit maupun instalasi gardu. Fungsi busbar adalah serandang hubung dan penampung beban listrik dari sumber (pembangkit) untuk disalurkan ke jaringan Tegangan Menengah (TM)/Tegangan Rendah melalui penyulang (*Feeder*) yang ada.

Menurut konstruksi pemasangan Busbar pada

PHB, ada dua tipe pemasangan Busbar yaitu:

1. Tipe tertutup (*Close Type*)

Tipe tertutup ini banyak digunakan dan dikembangkan saat ini di pembangkitan atau digardu induk yang area kerjanya tidak luas, biasanya dipasang di lemari hubung bagi kubikel kerena bentuknya yang sederhana dengan konstruksi pemasangan yang sederhana konstruksi pemasangan praktis dan lebih aman, sebab setiap lemari PHB (perlengkapan hubung bagi) dilengkapi dengan penataan system interlock dimana saklar pentanahannya terdapat didalam PHB tersebut.

2. Tipe terbuka (*Open Type*)

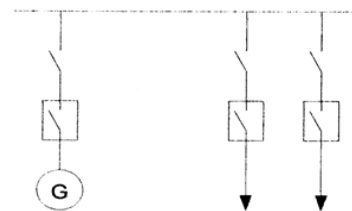
Busbar pada tipe terbuka ini banyak dijumpai digardu sel atau gardu open type, dimana semua peralatan termasuk rel pengumpul (busbar) kelihatan secara visual. Hal ini menunjukkan bahwa semua peralatan yang terpasang memerlukan tempat tersendiri sehingga membutuhkan area yang luas untuk tipe terbuka ini. Oleh karena keadaan terbuka tersebut sehingga bagian-bagian yang bertegangan dari PHB ini yang membahayakan operator nya, untuk mengatasi hal tersebut maka pada PHB/ Gardu terbuka selalu diberi pagar dan tanda rambu keselamatan kerja untuk membatasi daerah berbahaya dan memperingatkan kepada semua petugas agar lebih berhati-hati.

2.5. Sistem pembagian dengan Rel

2.5.1. Rel Tunggal

Dengan Rel Tunggal pada konstruksi PHB gunanya untuk menyalurkan arus dari sumber ke satu atau beberapa penyulang, ditunjukkan pada Gambar 1. Kelebihan dari sistem rel tunggal:

- Sirkuit lebih sederhana.
- Mudah pengerjaannya.
- Material lebih sedikit.
- Biaya lebih murah.
- Pemeliharaan lebih mudah.



Sumber : Yon Rijono, 1997

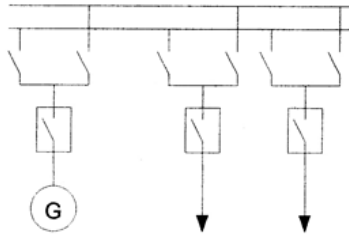
Gambar 1. Rel Tunggal

2.5.2. Rel Ganda

Dengan Rel Ganda yaitu dari generator ke rel dengan menggunakan dua buah rel untuk dibagikan ke beberapa penyulang. Sistem ini lebih handal dibandingkan dengan sistem rel tunggal, ditunjukkan

pada Gambar 2. Keuntungan dari sistem rel ganda:

- Bisa menampung lebih banyak penyulang.
- Dengan sistem rel ganda, keadalannya cukup baik.
- Dapat melokalisasi gangguan dengan adanya 2 rel.
- Pemeliharaannya mudah.



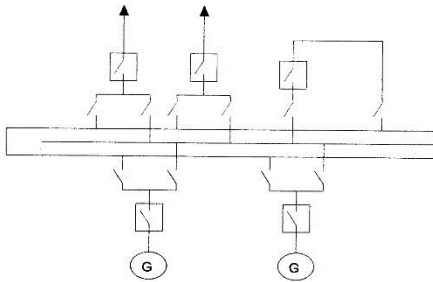
Sumber : Yon Rijono, 1997

Gambar 2. Rel Ganda

2.5.3. Rel U/I

Dengan sistem rel U/I yaitu suatu sistem dengan konstruksi rel menyerupai huruf U dan I dan system ini dimungkinkan untuk penyambungan penyulang dari beberapa arah sehingga lebih menghemat pemakaian kabel dan material yang lainnya, ditunjukkan pada Gambar 3. Keuntungan sistem rel U/I:

- Keandalan cukup tinggi karena dapat lebih dari 1 penyulang.
- Penyaluran ke berbagai arah mudah.
- Hemat material kabel karena bisa mengambil penyulang dari rel terdekat.



Sumber : Yon Rijono, 1997

Gambar 3. Rel U/I

2.6. Sistem Distribusi 20 KV

Keluaran dari Trafo Daya dikumpulkan dulu pada busbar 20 KV di kubikel di Gardu Induk untuk kemudian didistribusikan melalui beberapa Penyulang 20 KV ke konsumen dengan jaringan berupa Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) atau Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM). Khusus SUTM, jaringan bisa ditarik sepanjang puluhan sampai ratusan km termasuk percabangannya dan biasanya ada diluar kota besar. Seperti diketahui, apalagi di Indonesia, jaringan

dengan konduktor telanjang yang digelar di udara bebas banyak mengandung resiko terjadi gangguan hubung singkat fasa-fasa atau satu fasa-tanah. Disepanjang jaringan SUTM terdapat percabangan yang dibentuk didalam Gardu Distribusi atau Gardu Tiang. Sementara jaringan SKTM relatif lebih pendek dan berada didalam kota besar dengan jumlah gangguan yang relatif sedikit. Bila terjadi gangguan itu biasanya pada sambungan yang akan merupakan gangguan permanen.

2.6.1. Cubikel 20 KV di Gardu Induk

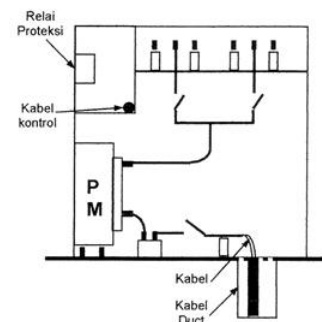
Cubikel 20 KV yang terpasang di Gardu Induk PLN dibuat oleh beberapa pabrikan yang biasanya sudah lulus dalam pengujian jenis yang dilakukan LMK (PLN JASTEK).

Indeks proteksi dari cubikel ini juga sudah menjadi pertimbangan PLN dalam memilih cubikel yang akan dipakai, namun dalam pemasangannya di Gardu Induk atau di Gardu Distribusi, penjagaan atas Indeks proteksi kubikel ini sering terabaikan, sehingga berakibat mempercepat terpolusinya peralatan didalam kubikel setelah beroperasi beberapa waktu, kubikel 20 KV yang demikian dapat menimbulkan masalah yang serius dimana polusi didalam cubikel dapat menurunkan ketahanan isolasi dari isolator penyangga rel didalam cubikel misalnya terpolusi partikel garam (untuk cubikel yang dipasang dekat pantai), atau terpolusi partikel kimia yang menjembatani terjadinya flashover (hasil pemanasan bahan isolasi kabel akibat terminasi yang tidak baik atau lokasi cubikel di Gardu Induk yang berdekatan dengan suatu pabrik) dan lain-lain.

Kalau pengotoran permukaan isolator didalam cubikel 20 KV itu terjadi, maka transient over voltage akibat pemutusan arus gangguan oleh PMT penyulang atau saat terjadi gangguan satu fasa ke tanah di jaringan, walaupun tegangan transient itu tidak terlalu tinggi, sudah dapat membuat flashover didalam cubikel.

2.6.2. Konstruksi Cubikel 20 KV

Secara umum, konstruksi cubikel 20 KV yang terpasang di instalasi PLN ditunjukkan pada Gambar 4.



Sumber : A. Arisminandar, 1999

Gambar 4. Konstruksi Cubikel 20kV

Biasanya partikel yang membuat polusi didalam kubikel masuk melalui lubang antara kabel duct dan ruang bagian dalam kubikel (*cable gland*) yang tidak tertutup rapat sejak awal pemasangannya, sehingga mempercepat proses penumpukan partikel tertentu dipermukaan isolator di 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.

2.6.3. Gangguan di Cubikel

Secara normal gangguan di Penyulang 20 KV akan dideteksi oleh relai proteksi di Penyulang tersebut dan mentriapkan PMTnya, kalau kondisi cubikel dalam keadaan normal. Kondisi tidak normal yang dapat membuat gangguan di penyulang 20 KV berkembang menjadi gangguan di cubikel 20 KV di Gardu disebabkan sebagai berikut:

1. Kelemahan di terminasi kabel

Terminasi kabel yang buruk kondisinya bisa menyebabkan panas, sehingga bahan isolasi kabel bisa menguap mengotori ruang dan permukaan isolator penyangga rel didalam kubikel. Pada kondisi ini, kubikel yang beroperasi dengan tegangan nominal sudah menjadi rawan terjadi flash over apalagi disulut dengan terbangkitnya tegangan lebih transient.

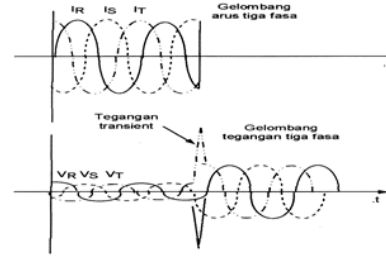
2. Sambaran petir di jaringan distribusi

Petir yang menyambar di jaringan distribusi menghasilkan gelombang berjalan yang akan sampai ke cubikel. Biasanya dan memang seharusnya, cubikel diamankan terhadap tegangan surja petir oleh arrester yang dipasang di pangkal kabel penyulang. Sehingga tegangan residu (kira-kira 70-80 KV) yang lolos ke cubikel masih dapat ditahan oleh bahan isolasi didalam cubikel.

Tetapi untuk kondisi cubikel yang isolatornya terpolusi atau karena pemanasan dan polusi dari penguapan bahan isolasi di ruang kubikel akibat terminasi kabel yang buruk, dengan tegangan residu (setelah tegangan surja petir di chop oleh arrester) yang lolos keda-lam cubikel, flashover bisa terjadi juga didalam cubikel tersebut.

3. Tegangan lebih transient saat switching off PMT dan saat gangguan satu fasa ketanah

Pada proses pemutusan arus gangguan oleh PMT, akan selalu membangkitkan tegangan lebih yang sifatnya sesaat (transient).

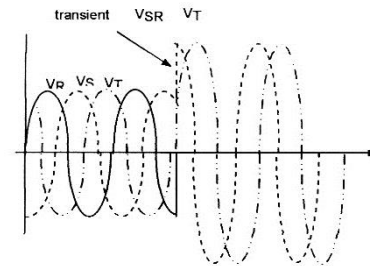


Sumber : Kuwahara, 1982

Gambar 5. Tegangan transient saat pemutusan arus

Sebab lain yang menghasilkan kenaikan tegangan yang cukup cepat yang juga dalam orde switching adalah kenaikan fasa yang sehat sewaktu terjadi gang-guan satu fasa ketanah (ditunjukkan pada Gambar 5). Ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6 adalah ilustrasi kenaikan tegangan transient setelah pemutusan arus gangguan, dan kenaikan tegangan mendadak pada fasa yang sehat saat gangguan tanah yang tidak berlanjut dengan gangguan berikutnya.

Tingginya tegangan transient ini pada dasarnya dapat ditahan oleh peralatan instalasi di kubikel, namun untuk kondisi kubikel yang terpolusi, tegangan transient akibat pemutusan arus oleh PMT atau kenaikan tegangan mendadak fasa sehat sewaktu gangguan satu fasa ke tanah, bisa membuat flashover didalam kubikel.



Sumber : Kuwahara, 1982

Gambar 6. Tegangan Transient fasa sehat ke tanah saat gangguan

3. METODOLOGI

3.1. Tipe Penelitian

Berdasarkan permasalahan, penulisan ini bersifat eksperimental yang akan dibuktikan berdasarkan teori pendukung.

3.2. Faktor Penelitian dan Lokasi Penelitian

Faktor-faktor yang ditinjau dalam menentukan desain sistim double busbar yang merupakan variabel dalam penelitian ini adalah :

- a) Kebutuhan tenaga listrik bagi pelanggan.

- b) Peningkatan keandalan sistim.
- c)
- d) Jenis busbar 20 KV

Penelitian ini berlokasi di Pusat Listrik Poka kota Ambon

3.3. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pembahasan penulisan ini adalah :

- 1). Metode Literatur
Metode literatur yaitu mengadakan studi dari buku, majalah, internet dan sumber bahan pustaka atau informasi lainnya yang berkaitan dengan penulisan yang disusun.
- 2). Metode Analisa
Metode ini dilakukan dengan menganalisa Single Line Diagram yang ada pada Gardu Hubung (GH) Poka.
- 3). Metode Diskusi
Metode ini dilakukan dengan cara melakukan diskusi dengan pihak-pihak yang mengetahui dan berilmu tentang karya tulis yang disusun.

Dari metode peneltian ini diambil pra-anggapan (hipotesis) awal bahwa jika terjadi gangguan pada salah satu Busbar 20 KV yaitu GMT 20 KV Busbar akan berakibat sangat besar karena mesin GMT unit 1, 2 dan 3 tidak dapat dioperasikan. Selain itu sebagian besar penerangan central Pusat Listrik Poka terhubung pada Busbar ini.

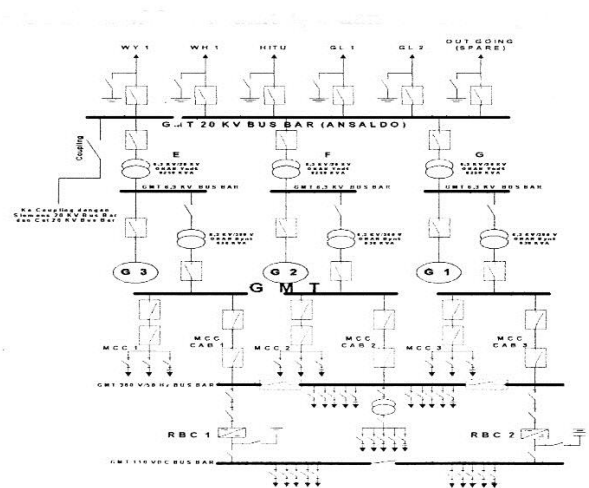
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Single Line Diagram Gardu Hubung (GH) Poka

4.1.1. Gangguan Di GMT 20 KV Busbar

Bila terjadi gangguan di GMT 20 KV busbar ditunjukkan pada Gambar 7, maka:

- o Pemakaian Sendiri (P.S) GMT seperti separator, elektromotor, radiator, pompa-pompa yang terhubung ke GMT 20 KV busbar tidak dapat difungsikan.
- o Pemakaian Sendiri (P.S) untuk penerangan sentral PLTD Poka akan padam.
- o Mesin GMT A 420 -14 unit 1, 2 dan 3 tidak dapat dioperasikan.



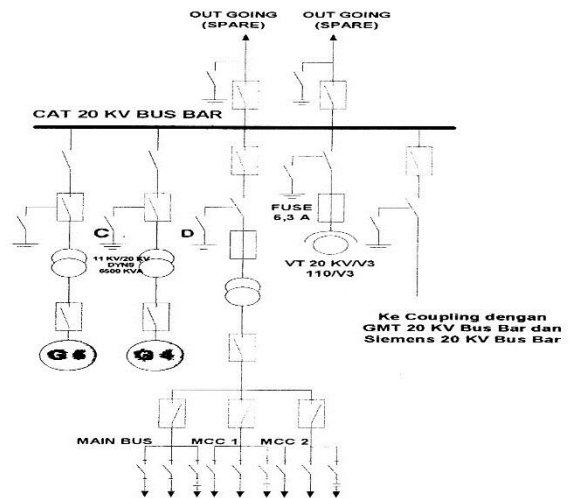
Sumber : Penulis, 2010

Gambar 7. GMT 20 KV Busbar Pada Gardu Hubung Poka

4.1.2. Gangguan Di CAT 20 KV Busbar

Bila terjadi gangguan di CAT 20 KV busbar ditunjukkan pada Gambar 8, maka:

- o Pemakaian Sendiri (P.S) CAT seperti separator, electromotor, radiator, pompa-pompa yang terhubung ke CAT 20 KV busbar tidak dapat difungsikan.
- o Mesin CAT 3616 unit 4 dan 5 tidak dapat dioperasikan.



Sumber : Penulis, 2010

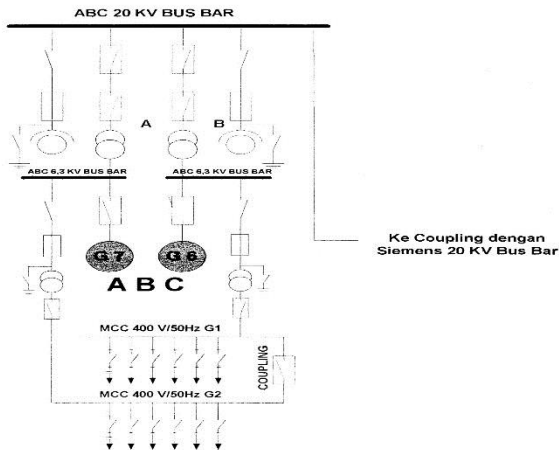
Gambar 8. CAT 20 KV Busbar Pada GH Poka

4.1.3. Gangguan Di ABC 20 KV Busbar

Bila terjadi gangguan di ABC 20 KV busbar

ditunjukkan pada Gambar 9, maka:

- o Pemakaian Sendiri (P.S) ABC seperti separator, electromotor, radiator, pompa-pompa yang terhubung ke ABC 20 KV busbar tidak dapat difungsikan.
- o Mesin ABC 12-VDZC unit 6 dan 7 tidak dapat dioperasikan.



Sumber : Penulis, 2010

Gambar 9. ABC 20 KV Busbar Pada GH Poka

4.2. Rancangan Sistem Single Line Diagram Gardu Hubung Poka

Untuk mengatasi dan mengantisipasi bila gangguan-gangguan yang disebutkan diatas, membuat rancangan sistem GH Poka yang lebih handal. Khususnya apabila terjadi gangguan di salah satu busbar 20 KV.

4.2.1. Bila Terjadi Gangguan Di GMT 20 KV Busbar

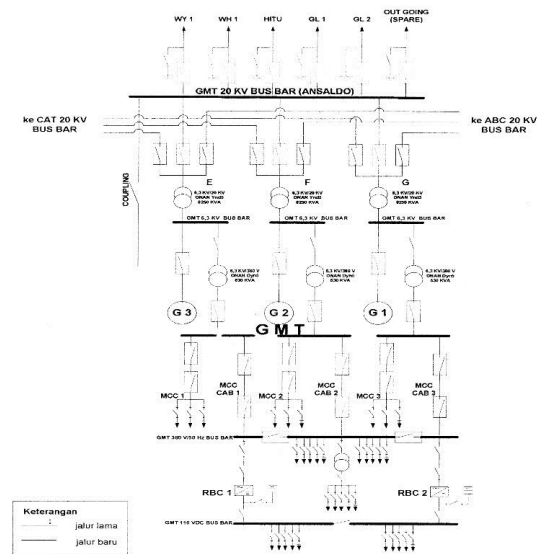
Bila terjadi gangguan di GMT 20 KV busbar kita dapat memanufer di Gardu Hubung (GH) Poka dengan memasukan Coupling (1) agar pemakaian sendiri (P.S) dan generator GMT yang terhubung ke GMT 20 KV busbar dapat menggunakan busbar lain yaitu CAT 20 KV busbar dan ABC 20 KV busbar. Dengan begitu pemakaian sendiri dan GMT unit 1, 2 dan 3 dapat difungsikan, ditunjukkan pada Gambar 10.

4.2.2. Bila Terjadi Gangguan di CAT 20 KV Busbar

Bila terjadi gangguan di CAT 20 KV busbar kita dapat memanufer di GH Poka dengan memasukan Coupling (2) agar pemakaian sendiri (P.S) dan generator CAT yang terhubung ke CAT 20 KV busbar dapat menggunakan busbar lain yaitu GMT 20 KV busbar dan ABC 20 KV busbar. Dengan begitu pemakaian sendiri dan CAT unit 4 dan 5 dapat difungsikan, ditunjukkan pada Gambar 11.

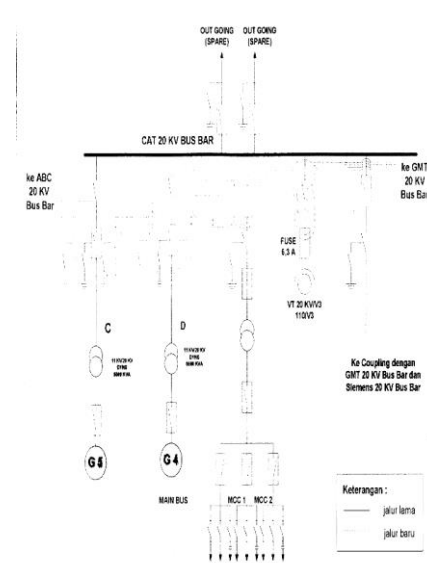
4.2.3. Bila Terjadi Gangguan Di ABC 20 KV Busbar

Bila terjadi gangguan di ABC 20 KV busbar kita dapat memanufer di GH Poka dengan memasukan Coupling (3) agar pemakaian sendiri (P.S) dan generator ABC yang terhubung ke ABC 20 KV busbar dapat menggunakan busbar lain yaitu CAT 20 KV busbar dan GMT 20 KV busbar. Dengan begitu pemakaian sendiri dan ABC unit 6 dan 7 dapat difungsikan. Ditunjukkan pada Gambar 12.



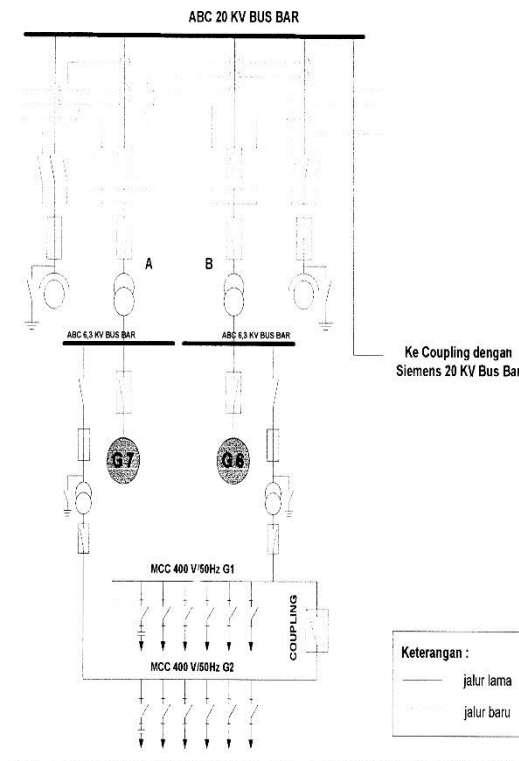
Sumber : Penulis, 2010

Gambar 10. Rancangan GMT 20 KV Busbar



Sumber : Penulis, 2010

Gambar 11. Rancangan CAT 20 KV Busbar



Sumber : Penulis, 2010

Gambar 12. Rancangan ABC 20 KV Busbar

(P.S).

3. Perlu adanya pengecekan dan pemeliharaan rutin (maintenance periodic) pada cubikel-cubikel dengan pengawasan dan kontrol yang ketat untuk mengurangi terjadinya gangguan dan kerusakan Busbar 20 KV.

DAFTAR PUSTAKA

Yon Rijono, 1997, *Dasar Teknik Tenaga Listrik*, Penerbit Andi, Jogjakarta.
 A. Arismunandar, 1999, *Jaringan Distribusi Listrik I*, Penerbit Angkasa Bandung.
 Kuwahara S, 1982, *Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Saluran Transmisi*, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
 Madhava T. S, 1980, *Electrical Power Transfer System*, Penerbit Khana, New Dehli.
 Soeparno dan A. Rida Ismu, 1997, *Teknik Listrik 2*, Penerbit Angkasa, Bandung.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penulisan yang telah diuraikan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rancangan sistem single line diagram Gardu Hubung (GH) Poka dapat membuat sistem GH Poka menjadi lebih handal pada saat terjadi gangguan di salah satu Busbar 20 KV.
2. Bila terjadi gangguan di salah satu Busbar 20 KV pada GH Poka akan sangat mengganggu sistem distribusi dan menurunkan keandalan sistem GH Poka.

5.2. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang rancangan yang baik maka penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Perlu adanya kajian khusus mengenai peningkatan keandalan sistem Gardu Hubung (GH) poka dengan cara Double Busbar sesuai dengan kondisi yang ada di PLTD Poka baik dari segi keandalan, biaya dan lahan kubikel.
2. Perlu adanya perubahan pada penempatan KWH meter dimana KWH meter sistem penerangan PLTD terpisah dengan KWH meter pemakaian sendiri