

SISTEM PROTEKSI SWITCH GEAR 5P1_1S1_U5 UNTUK MOTOR CEMENT MILL DI PT CEMINDO GEMILANG PLANT BAYAH**Shafa Yuniar Yasmin^a, Endi Permata^b.**^a Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Shafayuniaryasmin28@gmail.com, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa^b Pascasarjana Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, endipermata@gmail.com, Universitas Negeri Yogyakarta**ABSTRAK**

Listrik merupakan kebutuhan energi utama yang banyak digunakan dalam berbagai hal. Penggunaan energi listrik terus menerus memiliki tingkat resiko bahaya yang lebih tinggi oleh karena itu dibutuhkanlah sebuah sistem proteksi untuk mencegah resiko bahaya yang dapat merusak alat atau bahkan manusia. Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut 1). Menjelaskan secara singkat mengenai sistem proteksi, 2). Menjelaskan sistem proteksi pada switchgear, 3). Menjelaskan komponen switchgear beserta fungsinya, 4). Menjelaskan bagaimana cara perawatan dari switchgear. Metode penelitian ini dilakukan dengan cara observasi, menganalisis, implementasi dan evaluasi. Sistem proteksi switchgear ini mampu berjalan apabila hanya terjadi permasalahan yang melebihi batas nilai yang terpasang.

Kata kunci: Switchgear, Sistem Proteksi, Listrik.**ABSTRACT**

Electricity is the main energy requirement that is widely used in various ways. The continuous use of electrical energy has a higher level of risk, therefore a protection system is needed to prevent the risk of danger that can damage tools or even humans. This research has the following objectives 1). Briefly explain the protection system, 2). Explain the protection system on switchgear, 3). Explain switchgear components and their functions, 4). Explain how to maintain the switchgear. This research method is carried out by means of observation, analysis, implementation and evaluation. This switchgear protection system is capable of running if only a problem occurs that exceeds the installed value limit.

Keywords: Switchgear, Protection System, Electrical.**1. PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi saat ini telah berkembang secara baik dengan perkembangan yang menuju teknologi yang lebih canggih menjadikan dunia industri lebih baik dalam segi operasional distribusi dan kelancaran yang mendukung industri. Hal itu didukung dengan adanya perkembangan teknologi tersebut. Tenaga manusia di zaman *modern* ini digunakan lebih sedikit tetapi hal menariknya tanpa kita sadari bahwa manusia di zaman *modern* ini pemikirannya yang lebih banyak digunakan. Sumber Daya Manusia (SDM) yang memiliki keahlian dan pengalaman lebih dalam bekerja menjadi faktor yang sangat berpengaruh besar pula dalam industri. Hal ini didasari oleh pendidikan yang mampu menjembatani sumber daya manusia menjadi lebih unggul dan baik dalam segala aspek yang telah dimiliki.

Pendidikan merupakan hal wajib untuk ditempuh oleh setiap individu. Pendidikan yang mampu membawa hingga ke dunia industri atau bidang kerja lainnya dan menjadikan sumber daya manusia tersebut menjadi profesional. Sebelum terjun langsung dalam dunia industri program studi pendidikan vokasional teknik elektro fakultas keguruan dan ilmu pendidikan universitas sultan ageng tirtayasa memiliki mata kuliah praktik industri yang bertujuan agar penulis mampu mengenal dunia industri sebelum masuk kedalam dunia kerja dan sebagai bentuk implementasi praktik dari teori pendidikan yang telah dipelajari sebelumnya.

Kebutuhan akan konsumsi energi listrik saat ini sangat tinggi, hampir seluruh aktivitas kegiatan manusia membutuhkan energi listrik, termasuk dalam dunia industri seluruh aktivitas dunia industri menggunakan energi listrik guna kelancaran operasional dunia industri seperti halnya dalam penggunaan alat produksi sudah menggunakan energi listrik sebagai sumber utamanya, salah satunya

PT Cemindo Gemilang yang bergerak dibidang industri pengolahan semen memiliki banyaknya alat – alat produksi operasional yang mengandalkan energi listrik. Listrik merupakan salah satu kebutuhan vital yang sangat diperlukan untuk semuanya baik manusia maupun tempat-tempat lainnya salah satunya PT Cemindo Gemilang yang bergerak dibidang industri yang memproduksi semen 24 jam setiap harinya dan sangat memerlukan listrik yang berkapasitas sangat besar. Dalam menggunakan listrik pula PT Cemindo Gemilang memiliki bagian khusus yang profesional dalam bidang listrik dan *instrument*.

Listrik merupakan salah satu kebutuhan vital yang sangat diperlukan untuk semuanya baik manusia maupun tempat-tempat lainnya salah satunya PT Cemindo Gemilang yang bergerak dibidang industri yang memproduksi semen 24 jam setiap harinya dan sangat memerlukan listrik yang berkapasitas sangat besar. Dalam menggunakan listrik pula PT Cemindo Gemilang memiliki bagian khusus yang profesional dalam bidang listrik dan *instrument*. *Department Electrical and Instrument* adalah *department* yang bertugas memelihara dan memperbaiki listrik yang ada pada alat – alat produksi dan bangunan khususnya di *cement plant* PT Cemindo Gemilang. Oleh karena itu penulis tertarik dalam membahas sistem proteksi *switch gear* salah satu motor yang beroperasi sepanjang waktu di *cement mill* dengan judul “Sistem Proteksi *Switch Gear 5p1_1s1_U5* Untuk Motor *Cement Mill* Di PT Cemindo Gemilang Plant Bayah” Praktik industri bermanfaat bagi penulis sebab program ini menjadikan penulis mengerti dan terjun langsung mengenai sistem proteksi yang ada di dunia industri.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Proteksi

Sistem Proteksi adalah alat pengaman kelistrikan suatu sistem tenaga listrik, dipasang pada sistem distribusi, transformator daya, transmisi daya, generator, untuk mengisolasi bagian dari sistem tenaga listrik, sehingga melindungi sistem tenaga listrik dari gangguan atau beban lebih listrik. Salah satu sistem proteksi pada sistem tenaga listrik adalah *relay* arus lebih. Ini adalah perangkat yang memberi sinyal adanya arus lebih yang disebabkan oleh korsleting yang dapat merusak peralatan sistem tenaga di dalam zona lindung. Digunakan di hampir semua pola keamanan sistem tenaga, relai arus lebih ini juga dapat digunakan sebagai pengaman utama atau proteksi cadangan[1].

Fungsi *relay* proteksi juga berfungsi sebagai indikasi lokasi dan jenis gangguan. Data ini memfasilitasi analisis kegagalan. Dalam beberapa kasus, relai dapat menunjukkan kegagalan atau kerusakan hanya jika kegagalan atau kerusakan dianggap tidak berbahaya. Dari uraian di atas, terlihat jelas bahwa *relay* proteksi pada sistem tenaga bekerja sebagai berikut[6].

1. Mendeteksi, mengukur, mengidentifikasi bagian dari sistem yang gagal, dan mengisolasinya sesegera mungkin agar bagian lain dari sistem yang tidak gagal dapat beroperasi secara normal.
2. Mengurangi kerusakan yang lebih serius dari perangkat yang macet.
3. Mengurangi dampak gangguan pada bagian lain dari sistem yang tidak terganggu dan mencegah penyebaran gangguan.
4. Minimalkan bahaya bagi personel.

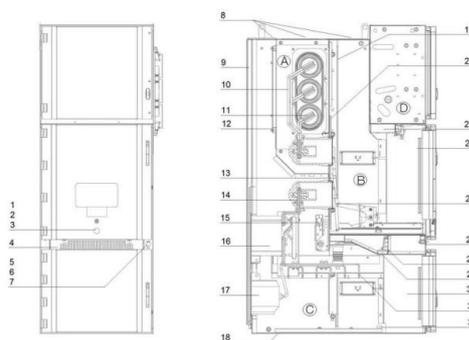
Faktor-faktor yang mengganggu sistem tenaga adalah sistem yang sangat kompleks dengan banyak bagian. Oleh karena itu, ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pada sistem tenaga listrik, seperti[3]:

- Faktor manusia, ergonomi. Faktor ini terutama berkaitan dengan kesalahan atau kelalaian dalam menangani sistem. Misalnya, kesalahan koneksi sirkuit, kesalahan kalibrasi perangkat keselamatan, dll.
- Faktor internal. Faktor ini berkaitan dengan gangguan dari sistem itu sendiri. Misalnya, tahun penggunaan (usia), keausan, dll. Hal ini dapat menurunkan sensitivitas relai pengaman dan kemampuan isolasi peralatan listrik lainnya.
- Faktor eksternal. Faktor ini termasuk gangguan yang disebabkan oleh lingkungan sistem. Misalnya, cuaca, gempa bumi, banjir, dan sambaran petir. Selain itu, ada kemungkinan gangguan dari hewan. B. Digigit tikus, burung, kelelawar, ular, dll.

Relay adalah salah satu komponen kunci yang digunakan dalam sistem proteksi atau sistem keamanan jaringan, juga dikenal sebagai relai proteksi atau relai pengaman, dan digunakan untuk mengirim sinyal ke pemutus sirkuit untuk memutuskan apakah akan membuka atau menutup jaringan. Fungsi utama relai ini adalah apabila terjadi kegagalan sistem, peralatan sensor relai ini akan mendeteksi kondisi abnormal pada sistem tenaga dan mengirimkan sinyal ke pemutus tenaga untuk memutuskan jaringan yang rusak[5].

2.2. Switchgear

Sistem proteksi memegang peranan yang sangat penting dalam menjaga kelangsungan dan keamanan pembangkitan tenaga listrik. Menjaga kehandalan sistem membutuhkan sistem proteksi yang baik. Switchgear adalah sistem pelindung yang dirancang untuk menjaga kontinuitas catu daya dan peralatan yang digunakan.



Gambar 1. *Unigear Feeder Panel Switchgear*

Switchgear adalah switchboard yang mendistribusikan beban ke panel berkapasitas lebih kecil. Dalam bahasa Indonesia artinya Panel Tegangan Menengah (PTM) atau MVMDB (Medium Voltage Main Distribution Board) dan untuk tegangan rendah disebut LVMDB (Low Voltage Main Distribution Board). Switchgear terdiri dari satu kesatuan yang terintegrasi dengan komponen terminal/breaker dan pendukungnya sehingga dapat berperan sebagai penyambung, pemutus dan pelindung pada kedua sisi rangkaian [4].

Trafo arus (CT) dan trafo tegangan (VT) dipasang di switchgear. Kedua komponen ini berperan penting sebagai input pada relai proteksi yang mencegah interferensi, namun fitur yang disorot pada poin ini adalah pengukuran energi listrik yang dikonsumsi [2].

2.3. Komponen Switchgear

Adapun beberapa komponen switchgear yang penting dengan komponen ini switchgear bekerja sebagai fungsinya yaitu pengaman dari setiap alat-alat distribusi dan produksi salah satunya motor listrik. Komponen tersebut yaitu *busbar compartment*, *Vacuum circuit breaker compartment*, *cable compartment* dan *low voltage compartment*.

1) *Busbar Compartment*



Gambar 2. *Busbar Compartment*

Kompartemen *busbar* terletak di bagian tengah bilik di belakang bagian bawah kompartemen tegangan. *Set busbar* modular diproduksi dalam elektrolit F25. Yang disediakan khusus tembaga 60 X 10mm dengan $n = 5\text{mm}$ (800A). Beberapa bilik terhubung melalui bar mengatur kompartemen. Nilai tegangan busbar yaitu 150KV.

2) *Vacuum Circuit Breaker Compartment*



Gambar 3. *Vacuum Circuit Breaker Compartment*

Vacuum Circuit Breaker merupakan alat yang bisa memutuskan aliran arus listrik pada saat terjadi arus berlebih, alat ini meredamkan busur api yang diakibatkan dari arus berlebih karena didalam alat ini terdapat ruangan kedap udara dan bahan *vacuum circuit breaker* juga terbuat dari bahan isolasi yang sangat baik.

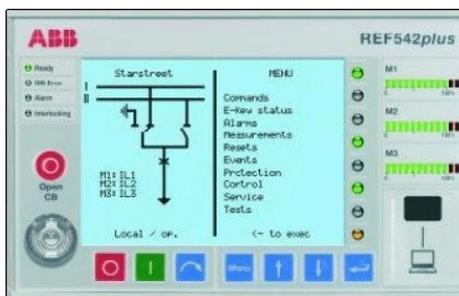
3) *Cable Compartment*



Gambar 4. *Cable Compartment*

Kabel kompartemen terletak di belakang pintu yang saling terkait dan dapat dilepas, bagian medan ini menerima kabel dan berisi peralatan yang diperlukan untuk menghubungkan kabel. Sakelar pembumian dipasang dibawah sakelar pemutus beban di sisi kanan, dengan memastikan pembumian yang terlihat saat pembumian saklar ditutup ,bilik DF-A kabel terhubung ke titik kontak dibawah RV *Switch disconnection*. Kabel bilik DF-P adalah terhubung disisi dasar sekering bawah. Tipe ini kubikel juga memiliki tambahan-tambahan sakelar pembukian untuk mengalihkan arus sisa. Tipe DF-D dan DF-EDN-D Memiliki pembumian sakelar yang terletak di kompartemen kab dibawah. Semua dibuat untuk menyederhanakan kabel.

4) Low Voltage Compartment



Gambar 5. Low Voltage Compartment

Mekanisme penggerak motor dapat dikontrol melalui kompartemen ini, sakelar pemutus beban dan sakelar pembumian dilengkapi dengan diagram digital dan terletak dibagian panel depan. Beberapa akses seperti kontak bantu, kumparan sakelar, relai tegangan minimum terletak di kompartemen ini. Mesin kontrol dengan sakelar listrik diperlukan peralatan, kontrol lainnya dipasang di kompartemen ini. Kompartemen dapat diakses dengan sangat mudah dengan membongkar panel depan.

Spesifikasi REF542 Plus:

- Description : Type D
- Switchgear panel No : 5P1_1S1_U5
- Relay manufacturer : ABB
- Relay model : REF542plus
- Switchgear phase CT : 500 A
- Relay rated input : 5A
- Neutral CT1 : 60A
- Neutral relay input : 5A

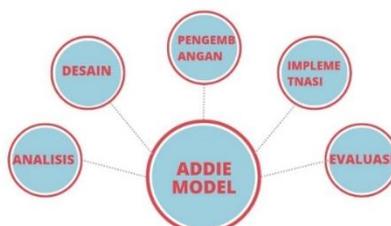
Proteksi yang digunakan dalam REF542 Plus :

- a. 5I IDMT Over Current
- b. 50 High Over Current
- c. 5IG IDMT Earth Fault
- d. 50G High Earth Fault

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada pelaksanaannya, penulis melakukan penelitian lapangan dengan cara ikut berpartisipasi secara langsung dalam proses perawatan dan pemeliharaan setiap listrik dan instrumen mesin yang digunakan oleh perusahaan.

penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan Adapun penelitian ini termasuk jenis penelitian dan pengembangan *Research and Development (R&D)* dengan model *ADDIE*. Model *ADDIE* merupakan model yang dapat menganalisis, mendesain, melakukan pengembangan, implementasi serta evaluasi. Teknik pengambilan data ini bersumber dari jurnal dan buku. Selain itu selama penelitian penulis didampingi langsung oleh pembimbing industri khususnya *department electrical & instrument PT Cemindo Gemilang Tbk Plant Bayah*.



Gambar 6. Model ADDIE

Dapat diketahui bahwa penelitian yang dilakukan dimulai dengan analisis dimana penulis melakukan analisis terhadap *switchgear* secara nyata mengumpulkan materi mengenai konsep dan prinsip berdasarkan fakta yang ada pada teori terhadap lapangan, selanjutnya materi yang telah didapat mengenai teori konsep dan prinsip sistem proteksi ditinjau ulang untuk dikembangkan dan terealisasi atau di implementasi kan secara langsung dilapangan dan yang terakhir mengevaluasi kelebihan dan kekurangan sistem proteksi *switchgear*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

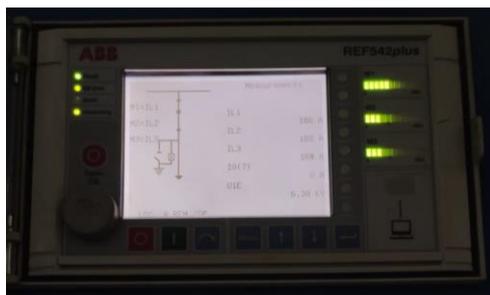
Kerja praktik industri pada PT. Cemindo Gemilang *Plant* Bayah dilaksanakan pada *department electrical and instrument*. Pada pelaksanaannya, penulis melakukan penelitian lapangan dengan cara ikut berpartisipasi secara langsung dalam proses perawatan dan pemeliharaan setiap listrik dan instrumen mesin yang digunakan oleh perusahaan dengan didampingi oleh pembimbing industri dan karyawan *electrical and instrument* selama 1 bulan.

kerja praktik berupa penelitian lapangan yang membahas tentang *Switchgear* sebagai sistem proteksi motor 3 fasa 561RM1M1 yang dilakukan oleh *department electrical and instrument*. Pelaksanaan kegiatan praktik industri ini dibimbing langsung oleh pembimbing industri dan karyawan di *department electrical and instrument* selama 1 bulan penuh dengan tujuan untuk melihat dan menganalisis bagian yang akan di jadikan sebagai bahan laporan praktik industri. Pelaksanaan praktik industri ini di awali dengan pengenalan profil industri dan studi lapangan yang bertujuan untuk mengetahui setiap area pabrik dan mesin produksi yang digunakan oleh industri tersebut, dilanjutkan dengan menentukan mesin mana yang akan dianalisis serta dikumpulkan data nya. Setelah pengumpulan data dilakukan, langkah selanjutnya yaitu dilakukan analisa dari sistem kerja atau proteksi.

Proses produksi pabrik dalam jumlah banyak yang tiada hentinya dengan menggunakan motor listrik berkapasitas besar tentu memerlukan sebuah sistem yang melindungi alat atau motor tersebut agar proses produksi tetap berlangsung secara baik dan lancar. Tentunya sistem proteksi yang digunakan harus memiliki standar yang sesuai, seperti: B. Sensitivitas tinggi. Jika perangkat sistem proteksi sensitif gagal, maka akan segera bekerja, keandalan dijamin dalam kondisi normal (tidak ada kesalahan), relay tidak akan berfungsi. Jika terjadi gangguan, relay tidak boleh gagal mengatasi gangguan tersebut. Relay yang rusak dapat secara serius merusak peralatan yang dilindunginya.

Sebagai salah satu komponen utama dalam menjalankan mesin-mesin produksi, motor induksi akan digunakan secara terus menerus sehingga sering dijumpai beberapa gangguan seperti gangguan hubung singkat ataupun beban lebih. Untuk mengatasi gangguan tersebut, dibutuhkan sistem proteksi yang andal sehingga kerugian yang diprediksi akan terjadi pada motor induksi 3 fasa dapat dihindari.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi gangguan yang sering terjadi pada motor induksi 3 fasa yaitu dengan menerapkan sistem proteksi yang dibangun dengan komponen-komponen proteksi yang tepat. Adapun komponen yang dimaksud diantaranya *Relay* Proteksi yang digunakan pada *switchgear MV* di PT Cemindo Gemilang Tbk *Plant* Bayah. Sistem proteksi pada motor induksi tiga fase adalah metode untuk memastikan penggunaan motor dalam jangka panjang dan mencegah kerusakan. Gangguan seperti arus lebih dan suhu yang disebabkan oleh hubungan pendek dan beban lebih dapat mempengaruhi kinerja motor induksi dan memperpendek umurnya. Oleh karena itu, diperlukan sistem proteksi pada motor induksi.



Gambar 7. REF542PLUS

Spesifikasi REF542 Plus:

Description : Type D
Switchgear panel No : 5P1_1S1_U5
Relay manufacturer : ABB
Relay model : REF542plus
Switchgear phase CT: 500 A
Relay rated input : 5A
Neutral CT1 : 60A
Neutral relay input : 5A

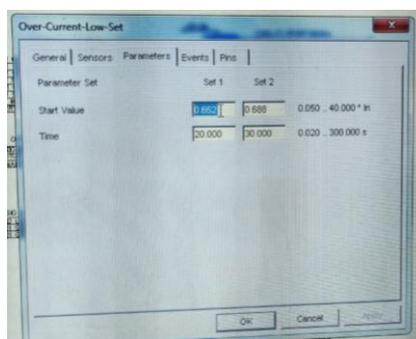
Sistem proteksi pada switchgear yang telah terpasang pada relay setting REF 542 PLUS untuk Motor yaitu :

- 51 IDMT Over Current
- 50 High Over Current
- 51G IDMT Earth Fault
- 50G High Earth Fault

Semua fitur proteksi yang terpasang memiliki fungsinya masing - masing fungsi tersebut sebagai berikut :

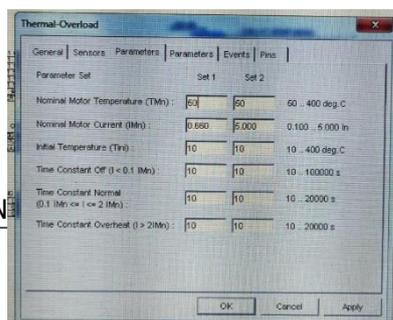
- 51 IDMT Over Current : Berfungsi untuk melihat kurva atau grafik arus berlebih
- 50 High Over Current : Berfungsi untuk memutus arus jika terjadi arus berlebih pada motor
- 51G IDMT Earth Fault : Berfungsi untuk melihat kurva atau grafik arus berlebih yang ada pada tanah
- 50G High Earth Fault : Berfungsi untuk memutus arus jika terjadi arus berlebih pada tanah

Semua fitur proteksi tersebut akan berjalan apabila motor mengalami kerusakan sesuai dengan fitur proteksi yang ada pada relay setting dan akan bekerja apabila keadaan motor melewati atau melebihi nilai limit pada setiap fitur tersebut. Adapun Nilai – Nilai limit pada relay proteksi yang diatur dalam sebuah software.



Gambar 8. Over Current Low Set

Apabila Motor listrik mengalami kerusakan seperti adanya arus berlebih maka sistem proteksi akan membaca dan mengukur sesuai dengan nilai limit yang telah terpasang, terlihat jelas pada Gambar 3 bahwa apabila motor pertama kali dihidupkan terbaca nilai arus awal yaitu 0,652 A dianggap normal karena batas normal arus masuk yaitu 0.050 – 4 A jika melebihi nilai limit tersebut maka motor listrik tidak akan menyala.



Gambar 9. Thermal Overload

Pada fitur ini membaca nilai temperature yang ada pada motor dan didapat hasil bahwa temperature motor dalam keadaan normal sebab temperature motor bernilai 0.660°C dengan nilai limit $0.100^{\circ}\text{C} - 5.000^{\circ}\text{C}$. Jika melebihi nilai limit maksimalnya maka switchgear akan memutuskan arus pada motor.

Dalam sistem proteksi syarat umum sudah menjadi hal penting agar sistem proteksi dapat dikatakan beroperasi dengan baik yaitu Selektivitas, Stabilitas, Kecepatan Operasi *Relay* harus cepat bekerja bila sistem mengalami gangguan atau kerja abnormal, *Sensitivity* (kepekaan), dan *Realiability* (kehandalan). Untuk menjaga syarat umum tersebut dibutuhkan perbaikan jika terjadi kerusakan dan perawatan guna menjaga fungsi alat tersebut. *Department electrical and instrument* mempunyai divisi *maintenance* yang didalam divisi tersebut memiliki tim yang paham betul mengenai perbaikan dan perawatan khususnya dibidang listrik area industri. Pada perbaikan dan perawatan *switchgear* terbagi menjadi dua yaitu secara terjadwal atau tidak terjadwal. Perbaikan sekaligus perawatan termasuk dalam jadwal tidak terjadwal atau kondisional hal tersebut dilakukan hanya jika terjadi sesuatu yang tidak diinginkan, sebaliknya jika perawatan saja itu termasuk dalam kegiatan terjadwal dimana setiap alat – alat proteksi *switchgear* terutama yang cadangan dan *electrical room* dibersihkan setiap minggunya. Adapun langkah-langkah untuk *maintenance switchgear* yaitu :

1. Siapkan alatyang bernama *Cabinet Trolley* untuk mengeluarkan *Vacum Circuit Breaker*



Gambar 10. Cabinet Trolley

Cabinet trolley digunakan untuk mengeluarkan vacuum circuit breaker yang nantinya akan dibersihkan menggunakan alat pendukung berupa kuas dan lap.

2. Keluarkan *Vacuum Circuit Breaker*



Gambar 11. Proses Pengeluaran *Vacuum Circuit Breaker*
(Sumber Dokumentasi Pribadi)

Conector Vacuum Circuit breaker dilepas kemudian vacuum circuit breaker dikeluarkan menggunakan cabinet trolley dengan hati-hati.

3. Bersihkan bagian – bagian komponen yang ada pada *switchgear* dari debu dan kotoran.



Gambar 12. *Maintenance Switchgear*

Vacuum circuit breaker dibersihkan dari sisa kotoran berupa debu menggunakan kuas agar lebih detail dan pasti tidak ada debu yang tersisa untuk bagian luar yang besar cukup di lap menggunakan kain kering.

4. Jika sudah selesai semua alat – alat bisa dikembalikan sesuai dengan posisi awal dan ditutup kembali dengan rapat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem proteksi sangatlah penting bagi *switchgear* yang dibutuhkan pada alat-alat produksi terutama motor. Sistem proteksi mempunyai peranan yang sangat penting dalam menjaga kelangsungan dan keamanan produksi energi listrik. Untuk menjaga kehandalan sistem diperlukan sistem proteksi yang baik. Sistem proteksi menggunakan *relay setting* dimana pada *relay setting* tersebut sudah terpasang atau terprogram sesuai dengan proteksi yang terpasang. *Switchgear* berperan aktif dalam memutuskan dan menghubungkan arus, *switchgear* akan memutuskan aliran daya listrik secara otomatis jika mengalami sesuatu yang merugikan bagi motor listrik. *Switchgear* akan melindungi motor sesuai dengan sistem proteksi yang diatur pada relay setting. *Switchgear* merupakan suatu sistem proteksi yang berfungsi untuk menjaga kelangsungan pasokan listrik dan alat-alat yang digunakan. Nilai limit yang terpasang menjadikan *switchgear* bekerja lebih akurat sehingga apabila terjadi hal yang tidak diinginkan maka *switchgear* akan langsung memutuskan arus yang mengalir pada motor listrik.

Ucapan Terima Kasih

Terima Kasih kepada Allah SWT atas ijinnya penulis mampu melaksanakan penelitian dan menyelesaikan penelitian ini, kedua orang tua yang senantiasa membantu penulis dalam bentuk doa dan semangat yang tiada hentinya, serta kepada dosen pembimbing yang selalu memberikan semangat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul, A., & Irene.K.F. 2019. Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang. *Jurnal Ampere*, Volume 4, No 2 pp1-13.
- [2] Aryadi, S. (17 Febuari 2017). *Switchgear*. ISTN.
- [3] Aryanto,T., Sutarno., & Said.S. 2013. Frekuensi Gangguan Terhadap Kinerja Sistem Proteksi di Gardu Induk 150 KV Jepara. *Jurnal Teknik Elektro Vol. 5 No. 2 pp 1-9*.
- [4] Ella, P.(26 Desember 2016). *Makalah Switchgear*. Hal 1-19.
- [5] Rangga Albertus, 2010. *Studi Koordinasi Rele Proteksi Pada Sistem Kelistrikan PT. Boc Gases Gresik Jawa Timur*. *Jurnal Teknik Elektro ITS Vol 12*.
- [6] Syukriyadin., Syahrizal., & Cut R.N. 2011. Analisis Proteksi Relay Differensial Terhadap Gangguan Internal dan Ekternal Transformator Menggunakan PSCAD/EMTDC. *Jurnal Rekayasa Elektriika Vol. 9, No. pp 101-107*.