
Analisa Koordinasi Proteksi Instalasi Listrik Pada Terminal Loading Area (TLA), Lapangan Minyak Dan Gas Bumi Senipah

Radita Arindya
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Satyagama
raditatech@yahoo.com

Abstrak— Koordinasi proteksi adalah pemilihan alat pelindung dan penentuan setelan waktu guna menentukan daerah perlindungannya terhadap gangguan sementara dan mengkoordinasikan alat-alat perlindungan. Manfaat koordinasi alat perlindungan adalah meminimumkan daerah atau bagian yang terganggu dan menentukan tempat terjadinya gangguan. Hasil akhir dari analisa koordinasi proteksi adalah gambaran tentang bagaimana koordinasi antara circuit breaker pada jaringan sisi atas (upstream) dengan circuit breaker pada jaringan sisi bawahnya (downstream). Setiap motor bekerja pasti memerlukan suatu peralatan pengaman untuk mencegah terjadinya gangguan pada sistem. Circuit breaker adalah alat proteksi yang bekerja untuk memutuskan sirkuit saat terjadi gangguan. Ada beberapa circuit breaker yang terpasang pada instalasi motor yang saling berkoordinasi membentuk diskriminasi, agar pada saat terjadi gangguan hanya pada circuit breaker yang mengalami gangguan saja yang trip sedangkan yang lainnya tetap beroperasi. Program *ecodial* merupakan program yang digunakan untuk mengetahui apakah terjadi diskriminasi atau tidak. Hasil yang didapat dari program *ecodial* adalah circuit breaker pada bagian sumber dan circuit breaker pada bagian MDP terjadi diskriminasi total. circuit breaker pada SDP dengan circuit breaker pada bagian motor juga mengalami diskriminasi total, hanya pada circuit breaker PP 5, 10, dan 11 dengan SDP 5, 10, dan 11 tidak mengalami diskriminasi.

Kata Kunci— Koordinasi, Proteksi, *Ecodial*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan tenaga listrik demikian pesatnya seiring dengan begitu cepatnya perkembangan di industri minyak dan gas bumi PT. Total E&P Indonesia merupakan bagian dari industri minyak dan gas bumi yang membutuhkan tenaga listrik cukup besar untuk memperlancar produksi. Sistem tenaga listrik yang handal merupakan faktor utama untuk mengalirkan minyak dan gas bumi. Bilamana terjadi suatu gangguan pada mesin listrik, turbin atau transformator maka proses produksi di PT. Total E&P Indonesia akan terhenti, sehingga menyebabkan perusahaan mengalami kerugian yang besar.

Perusahaan harus memperbaiki peralatan yang rusak dan perusahaan juga tidak dapat menjual hasil produksinya. Hal tersebut bisa dihindari dengan pemasangan alat proteksi yang bertujuan melindungi peralatan atau mesin-mesin yang digunakan untuk produksi.

Persoalan yang dihadapi adalah apakah saat terjadi gangguan koordinasi proteksi antara peralatan proteksi (*circuit breaker*) yang terpasang pada instalasi motor telah berjalan dengan baik atau belum, oleh karena itu perlu dilakukan uji atau simulasi untuk mengetahui kinerja (koordinasi proteksi) peralatan proteksi yang dipasang pada saat terjadi gangguan.

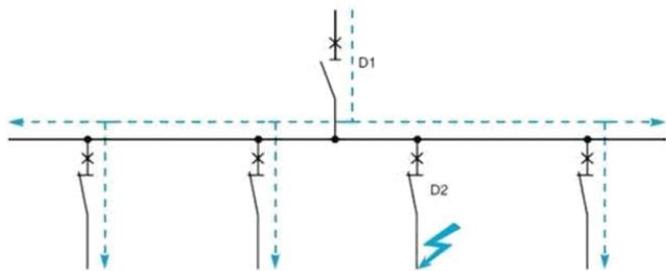
Proteksi motor listrik terhadap pembebanan lebih maupun hubung singkat dapat menggunakan relai arus lebih dengan karakteristik *invers*. Motor yang kecil, di bawah 10 HP menggunakan relai arus lebih dengan elemen *thermal* untuk proteksi arus lebih yang dikombinasi dengan sekering lebur untuk proteksi hubung singkat. Pada arus yang besar, sekering lebur bekerja lebih cepat daripada relai arus lebih dengan elemen *thermal* (Marsudi, D, 2005).

Instalasi listrik dan panel listrik yang baik akan memberikan suplai daya listrik kepada beban listrik sesuai kebutuhan, sekaligus mengamankan beban listrik tersebut, peralatan instalasi, dan manusia sebagai operator dari kemungkinan bahaya yang terjadi seperti arus hubung singkat dan arus beban lebih. Perencanaan instalasi listrik dan panel listrik ini menggunakan program *ecodial* untuk menggantikan perencanaan instalasi listrik dan panel listrik secara manual (Gregorius Mosed K.M). Dijelaskan juga tentang bagaimana kinerja rele *Restricted Earth Fault* (REF) pada proteksi trafo 150/20 KV 60 MVA di GI Jajar. Dimana rele akan bekerja apabila terjadi gangguan yang dapat mengakibatkan kinerja trafo menurun ataupun merusak trafo (Suryadi, 2012).

A. Diskriminasi Tenaga Listrik

Diskriminasi diperlukan karena setiap level instalasi listrik membutuhkan tingkat keselamatan, keamanan, ketersediaan yang khusus dan juga merupakan faktor kunci untuk kontinuitas suplai, gambar diskriminasi tenaga listrik ditunjukkan pada gambar 1.

Diskriminasi merupakan koordinasi antara karakteristik operasi pemutus sirkit satu dengan pemutus sirkit lain yang dipasang secara seri sehingga bila terjadi gangguan pada sisi bawah (D2) maka yang bekerja untuk memutus rangkaian atau trip adalah pemutus sirkit yang terpasang tepat diatas gangguan atau bukan sisi atau daerah atas (D1).

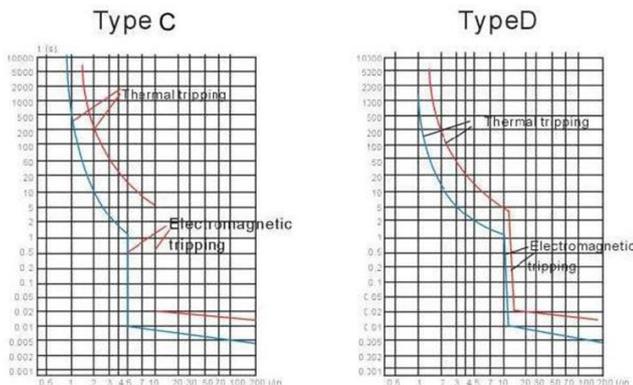


Gambar 1. Diskriminasi Tenaga Listrik

B. Circuit Breaker (CB)

Circuit breaker merupakan peralatan yang berfungsi sebagai pembatas dan pelindung beban. Sebuah CB harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Harus dapat menghantarkan arus beban penuh untuk waktu yang lama.
- b. Harus mampu menahan arus hubung singkat dalam waktu tertentu sampai gangguan dapat dibatasi oleh pemutus lain yang letaknya paling berdekatan dengan titik gangguan.
- c. Harus mampu menahan efek busur api pada kontak-kontaknya dan kenaikan temperatur yang disebabkan oleh arus hubung singkat yang lewat.
- d. Celah diantara kontak-kontaknya pada saat terbuka harus mampu menahan tegangan system.



Gambar 2. Kurva karakteristik CB

Besarnya arus nominal ditunjukkan persamaan (1) dan persamaan (2) digunakan untuk menentukan kapasitas CB yang akan dipakai.

Beban satu fasa (C.Sinkaran):

$$I_{NOMINAL} = \frac{P}{V \times \cos \phi \times \eta} \quad (1)$$

Beban tiga fasa (C.Sinkaran):

$$I_{NOMINAL} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi \times \eta} \quad (2)$$

dengan :

- I nominal = Arus nominal (A)
- P = Daya (W)
- V = Tegangan antar fasa (V)
- Cos φ = Faktor daya
- η = efisiensi (100%)

Pemilihan CB selain memperhatikan kapasitas arus nominal beban, juga harus memperhatikan arus hubung singkat yang dapat terjadi. Besar arus hubung singkat sesuai dengan persamaan (3).

$$I_{SC} = \frac{V_0}{\sqrt{3} \sqrt{R_{total}^2 + X_{total}^2}} \quad (3)$$

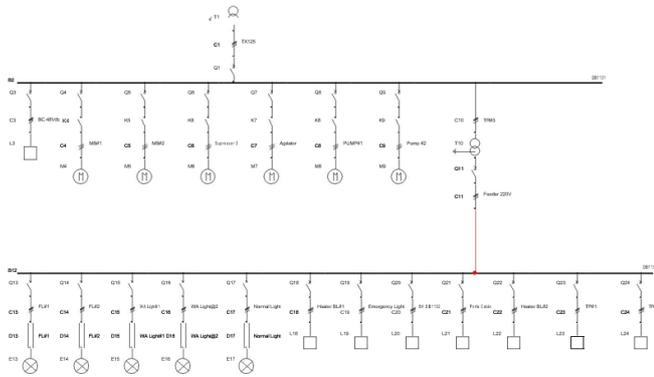
dengan :

- Isc = Arus hubung singkat (kA)
- V₀ = Tegangan antar fasa transformator pada kondisi tanpa beban (V)
- R total = Resistansi total (Ω)
- X total = Reaktansi total (Ω)

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis koordinasi proteksi CB Q1 pada MDP (Main Distribution Panel) Transformator T1 100 kVA 400v 50 Hz dengan Circuit Breaker Q6 (Sup Distribution Panel) untuk beban motor pompa suppressor 3 dan koordinasi proteksi CB Q1 untuk Transformator T1 100 kVA 400v 50 Hz dengan CB Q11 untuk Feeder 220V dan CB Q18 untuk Heater BL#1. Analisa proteksi untuk kedua kasus tersebut menggunakan program Ecodial. Langkah pertama memodelkan atau menggambar

diagram sistem instalasi motor pada program Ecodial. Selanjutnya dilakukan sebuah simulasi analisis koordinasi proteksi antar CB jaringan sisi atas dengan jaringan sisi bawahnya. Tahap terakhir setelah diperoleh hasilnya, analisa bentuk kurve karakteristik antar CB jaringan sisi atas dengan CB jaringan sisi bawah. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir simulasi koordinasi proteksi

III. ANALISA KOORDINASI PROTEKSI

Berdasarkan skala jaringan komputer dibagi atas 4 jenis, antara lain : LAN (*Local Area Network*), MAN (*Metropolitan Area Network*), WAN (*Wide Area Network*). Dalam perancangan desain, jaringan komputer dibagi berdasarkan topologi antara lain : Topologi Bus, Topologi Star, Topologi Tree, Topologi Ring, Topologi Mesh, Topologi Extended Star.

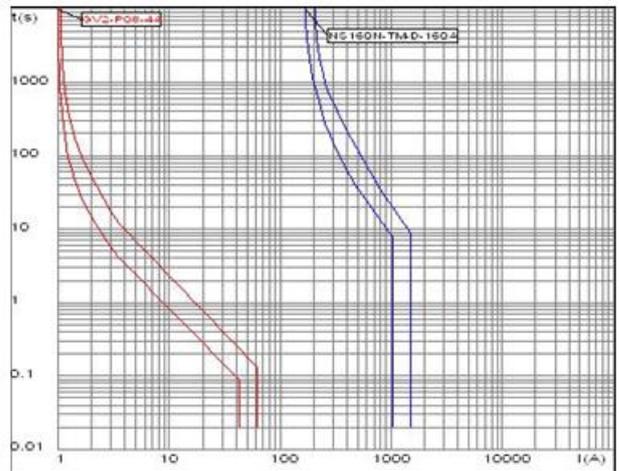
Fungsi utama peralatan proteksi atau perlindungan adalah melepaskan atau memisahkan peralatan yang terganggu dari sistem keseluruhannya guna memperkecil kerusakan yang dapat terjadi dan sebanyak mungkin mempertahankan kontinuitas penyediaan tenaga listrik. Peralatan pengaman harus melakukannya dalam waktu yang secepatnya sehingga seluruhnya dilaksanakan secara otomatis dan selektif terhadap segala jenis gangguan yang mungkin terjadi. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka peralatan proteksi harus mempunyai koordinasi yang baik sehingga mutu pelayanan energi listrik dapat terjaga.

A. Koordinasi proteksi antara CB Q1 pada bagian transformator dengan CB Q6 untuk Supressor 3

a. Mengalami diskriminasi total, yaitu pada saat terjadi arus gangguan di bawah 3200 A, maka CB NT-10-H2 yang akan bekerja sesuai setting waktunya. Dapat dilihat pada Gambar 4

b. Arus gangguan sebesar 5000 A, maka sesuai setting arusnya maka CB NT-10-H2 bekerja terlebih dahulu, namun jika ada kerusakan atau sebab lain maka CB NW-32-H1 akan bekerja sesuai waktu tundanya.

c. Arus gangguan di atas 10.000 A maka CB NT-10-H2 akan bekerja seketika sesuai settingannya. Sedangkan CB NW-32-H1 baru akan bekerja.



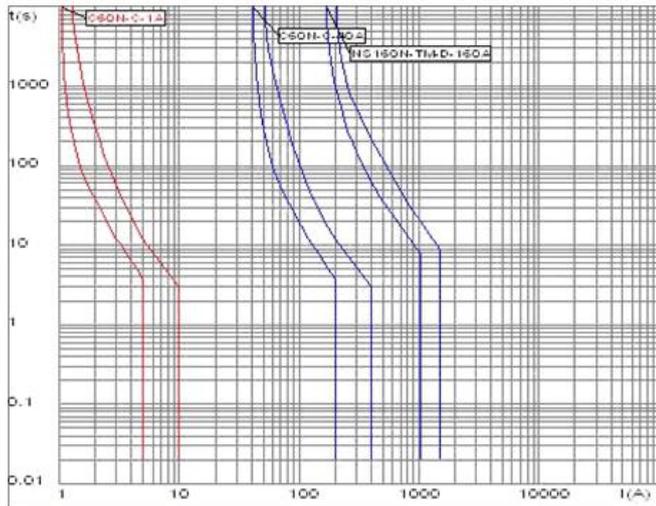
Gambar 4. Koordinasi antara CB Transformator dengan CB pada bagian panel MDP

B. Koordinasi antara CB Q1 pada bagian transformator dengan CB Q11 untuk Feeder 220V dan CB Q18 untuk Heater BL#1.

a. Mengalami diskriminasi total, yaitu pada saat terjadi arus gangguan di bawah 1000 A, maka CB NS-400-N yang akan bekerja sesuai setting waktunya. Dapat dilihat pada Gambar 5

b. Arus gangguan sebesar 1000 A, maka sesuai setting arusnya maka CB NS-400-N bekerja terlebih dahulu, namun jika ada kerusakan atau sebab lain maka CB NT-10-H2 akan bekerja sesuai waktu tundanya.

c. Arus gangguan di atas 5000 A maka CB NS-400-N akan bekerja seketika sesuai settingannya. Sedangkan CB NT-10-H2 baru akan bekerja



Gambar 5. Koordinasi antara CB Transformator dengan CB pada bagian panel MDP

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisa pengujian software ecodial terhadap kasus koordinasi proteksi pada instalasi motor pada Proteksi Instalasi Listrik pada Terminal Loading Area (TLA), Lapangan Minyak dan Gas Bumi Senipah dapat disimpulkan beberapa hal :

1. Koordinasi proteksi antara CB Q1 pada bagian transformator dengan CB Q6 untuk Supressor 3 diskriminasi total, yaitu pada saat terjadi arus gangguan di bawah 3200 A.
2. Arus gangguan sebesar 5000 A maka CB NT-10-H2 bekerja, namun jika ada kerusakan atau sebab lain maka CB NW-32-H1 akan bekerja sesuai waktu tundanya.

3. Arus gangguan di atas 10.000 A, maka CB NT-10-H2 akan bekerja.

4. Koordinasi antara CB Q1 pada bagian transformator dengan CB Q11 untuk Feeder 220V dan CB Q18 untuk Heater BL#1 mengalami diskriminasi total pada saat terjadi arus gangguan di bawah 1000 A.

5. Arus gangguan sebesar 1000 A maka CB NS-400-N bekerja, namun jika ada kerusakan atau sebab lain maka CB NT-10-H2 akan bekerja sesuai waktu tundanya.

6. Arus gangguan di atas 5000 A maka CB NS-400-N akan bekerja, sedangkan CB NT-10-H2 baru akan bekerja

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J William D. Stevenson, Jr."Analisis Sistem Tenaga Listrik",Penerbit Erlangga, 1993.
- [2] P. Van Harten, Ir.Setiawan, "Instalasi Listrik Arus Kuat Jilid 1,2,3", Penerbit Bina Cipta, 1992.
- [3] A.N. Afandi, 'EDSA : Software Aplikasi Tenaga Listrik,Penerbit', Graha Ilmu, 2010.
- [4] Keith Brown, Herminio, Farookh Shokooh, Gary Donner "Interactive Simulation of Power Systems: ETAP applications and techniques", Page(s): 1930-1941,IEEE ,1990.
- [5] Arrillaga, N.R. Watson "Computer Modelling of Electrical Power Systems", second edition, ISBN: 978-0-471-87249-8 , John Wiley and Sons, 2001.
- [6] Glenn W. Stagg and Ahmed H. El-Abiad, "Computer Methods in Power System Analysis", McGraw-Hill ,1968.
- [7] M.A.Pai, "Computer Techniques in Power System Analysis", second edition, ISBN: 0-07-059363-9, Tata McGraw Hill,2005