Studi Proteksi Sistem Tenaga Listrik Pada Trafo 1600 kVA Menggunakan Current Relay IWU 2-3

by Faisal Irsan

Submission date: 25-Jan-2024 01:38PM (UTC+0700)
Submission ID: 2278041282
File name: Listrik_Pada_Trafo_1600_kVA_Menggunakan_Current_RelayIWU_2-3.pdf (649.93K)
Word count: 4007
Character count: 22841

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Url: https://ceredindonesia.or.id/index.php/mesil
Vol. 2, No.2, Desember 2021, Hal 28 - 39

Studi Proteksi Sistem Tenaga Listrik Pada Trafo 1600 kVA Menggunakan Current Relay IWU 2-3

Elvy Sahnur Nasution[1], Faisal Irsan Pasaribu[2], M. Habib Hidayat[3]
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 110-112, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Medan, Sumatera Utara
Email: elvysahnur@umsu.ac.id

ABSTRAK
Seiring dengan perkembangan jaringan sistem tenaga yang dari waktu ke waktu semakin besar maka diperlukan cara-cara yang lebih efektif yang bisa di gunakan untuk memproteksi sistem dari gangguan. Sistem proteksi pertama yang dilakukan untuk mengamankan sistem adalah dengan menggunakan sekering. Kemudian disusul dengan menggunakan rele beban lebih ataupun tegangan kurang yang kemudian diikuti oleh berkembangnya sistem proteksi dengan rele arus lebih. PT. Charoen Pokphand Indonesia KIM 2 Medan, mendapatkan suplai dari PLN dengan kapasitas daya listrik 4670 kVA yang terdiri dari 5 buah trafo 1600 kVA. Masing-masing trafo dipasang Over Current Relay (OCR) sebagai proteksi trafo terhadap gangguan jalur distribusi sisi sekunder unit trafo. *Setting* rele saat ini 4A, Dengan kapasitas trafo 1600 kVA pada tegangan primer sebesar 20.000 kV dan tegangan sekunder 400 Volt, dipasang sebuah OCR (*Over current relay)* yang digunakan untuk memproteksi trafo dari gangguan *short circuit* antar fasa yang terdapat pada beban berkapasitas 827,385 kW. Pada jalur sisi sekunder trafo yang terhubung ke beban dipasang sebuah CT (*Current Transformer*) dengan ratio 2500:5 dan CB (*Circuit Breaker)* dengan nilai In sebesar 1500 A. Dari hasil perhitungan di atas terlihat bahwa data yang ada di lapangan masih dalam kondisi yang sesuai, sehingga dapat di simpulkan bahwa secara keseluruhan seting OCR yang ada di lapangan masih dalam kondisi baik.

Kata kunci: Sistem Proteksi, OCR dan Trafo 1600 Kva

ABSTRACT
Along with the development of the power system network which is getting bigger from time to time, more effective ways are needed that can be used to protect the system from interference. The first protection system that is done to secure the system is by using a fuse. Then followed by using an overload relay or under voltage relay which was followed by the development of a protection system with an overcurrent relay. PT. Charoen Pokphand Indonesia KIM 2 Medan, gets supplies from PLN with an electric power capacity of 4670 kVA consisting of 5 1600 kVA transformers. Each transformer is installed with Over Current Relay (OCR) as transformer protection against disturbances in the distribution line of the secondary side of the transformer unit. 4A current relay setting, With a transformer capacity of 1600 kVA at a primary voltage of 20,000 kV and a secondary voltage of 400 volts, an OCR (Over current relay) is installed which is used to protect the transformer from short circuit interruptions between phases contained in a load with a capacity of 827.385 kW. On the secondary side of the transformer connected to the load, a CT (Current Transformer) is installed with a ratio of 2500: 5 and a CB (Circuit Breaker) with an In value of 1500 A. From the results of the above calculations, it can be seen that the data in the field is still in a suitable condition, so it can be concluded that the overall OCR settings in the field are still in good condition.

Keywords: Protection System, OCR and Transformer 1600 kVA

1. PENDAHULUAN

PT. Charoen Pokphand Indonesia Tbk (CPIN) bergerak dalam bidang pakan ternak, pengembangbiakan dan budidaya ayam pedaging bersama dengan pengolahannya, makanan olahan, pelestarian ayam dan daging sapi termasuk unit *cold storge*, penjualan pakan unggas, ayam dan daging sapi, dan bahan dari sumber hewani di dalam wilayah Negara republik Indonesia maupun di luar negara sejauh diizinkan oleh undang-undang yang telah ditetapkan. Perusahaan mulai beroprasi secara komersial pada tahun 1972. *Grand Tribute Corporation* adalah entitas induk utama perusahaan dan anak perusahaan.

Seiring dengan perkembangan jaringan sistem tenaga yang dari waktu ke waktu semakin besar maka diperlukan cara-cara yang lebih efektif yang bisa di gunakan untuk memproteksi sistem dari gangguan. Sistem proteksi pertama yang dilakukan untuk mengamankan sistem adalah dengan menggunakan sekering. Kemudian disusul dengan menggunakan rele beban lebih ataupun tegangan kurang yang kemudian diikuti oleh berkembangnya sistem proteksi dengan rele arus lebih. Sebelum teknologi jenis- jenis rele lain berkembang, rele arus lebih inilah rele proteksi yang pertama dan paling sederhana yang banyak digunakan untuk memproteksi jaringan sistem tenaga listrik. Dalam perkembangan waktu rele proteksi ini kemudian berkembang mulai dari penerapan sederhana menggunakan satu rele hingga beberapa rele yang diatur secara bertingkat berdasarkan besarnya arus gangguan yang berbeda-beda sesuai letak gangguan. Proteksi arus bertingkat ini dimaksudkan agar rele-rele tersebut bisa mengatasi gangguan secara diskriminatif sesuai dengan letak gangguan. Disamping itu faktor lain yang perlu di perhatikan agar sebuah rele arus lebih dapat bekerja secara tepat dan stabil maka perbedaan antara arus hubung singkat minimum dengan arus beban maksimum harus cukup besar. Hal tersebut diperlukan agar rele arus lebih tersebut tidak boleh bekerja terhadap arus beban lebih maksimum. Pada dasarnya rele arus lebih dapat diklasifikasikan atas dua kategori, yaitu rele arus lebih biasa atau non-direksional dan rele arus lebih yang dilengkapi dengan elemen arah.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka penulis mengambil judul penelitian "*Studi Proteksi Sistem Tenaga Listrik Pada Trafo 1600 kVA Menggunakan Current Relay IWU 2-3"*

2. LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Dasar Proteksi

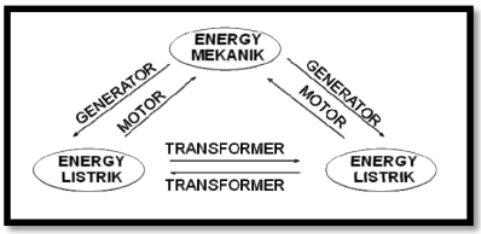
Secara umum pengertian dari proteksi ialah cara untuk mencegah atau membatasi kerusakan peralatan terhadap gangguan, sehingga kelangsungan penyaluran tenaga listrik dapat dipertahankan. Tegangan menengah ialah pengaman yang terdapat pada sel-sel tegangan menengah. Penyulang tegangan menengah ialah penyulang tenaga listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan tenaga listrik tegangan menengah (6 kV-20 kV) yang terdiri dari :

- Saluran udara tegangan menengah (SUTM)
- Saluran kabel tegangan menengah (SKTM)

2.2. Transformator

Transformer merupakan suatu peralatan listrik yang berfungsi untuk memindahkan dan mengubah tenaga listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya, dengan frekuensi yang sama dan perbandingan transformasi tertentu melalui sesuatu gandeng magnet. Tranformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, dimana perbandingan tegangan antara sisi perimer dan sisi sekunder berbandung lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya.

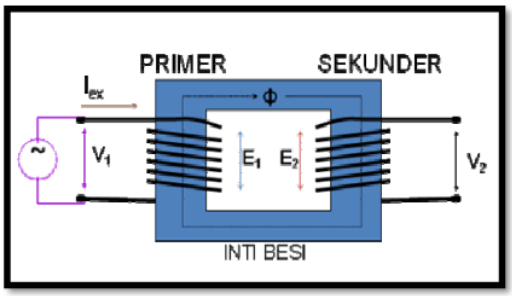
Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Url: https://ceredindonesia.or.id/index.php/mesil
Vol. 2, No.2, Desember 2021, Hal 28 - 39



Gambar 2. Transformator Energi

2.3. Perinsip Kerja Transformator

Transformator terdiri atas dua buah kumparan yang bersifat induktif. Kedua kumparan ini terpisah secara elektris namun berhubungan secara magnetis melalui jalur yang memiliki reluktansi rendah. Apa bila kumparan perimer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak balik, maka fluks bolak balik akan muncul di dalam inti yang di laminasi. Karena kumparan tersebut membentuk jaringan tertutup, maka mengalirlah arus perimer. Akibat adanya fluks di kumparan primer, maka di kumparan primer terjadi induksi dan terjadi pula induksi di kumparan sekunder karena pengaruh induksi dari kumparan primer atau disebut sebagai induksi bersama yang menyebabkan timbulnya fluks magnet di kumparan sekunder. Maka mengalirlah arus sekunder jika rangkaian sekunder dibebani, sehingga energi listrik dapat ditranfer keseluruhan.



Gambar 2. Rangkaian transformer

Berdasarkan hukum Faraday yang menyatakan magnitude dari electromotive force (emf) proporsional terhadap perubahan fluks terhubung dan hukum Lenz yang menyatakan arah dari emf berlawanan dengan arah fluks sebagai reaksi perlawanan dari perubahan fluks tersebut didapatkan persaman :

$$e = -\left(\frac{d\Psi}{dt}\right) \quad (2.1)$$

Dimana :

e = emf sesaat *(instantaneous* emf)
Ψ = fluks terhubung (*linked* flux)

Dan pada transformer ideal yang dieksitasi dengan sumber sinusoidal berlaku persamaan:

$$E = 44{,}4 \times \Phi_m \times N \times f \quad (2.2)$$

Dimana :

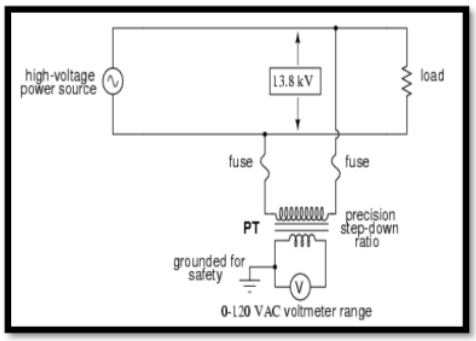
E = Tegangan (rms)
N = jumlah lilitan

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Url: https://ceredindonesia.or.id/index.php/mesil
Vol. 2, No.2, Desember 2021, Hal 28 - 39

Φm = fluks puncak (peak flux)
f = frekuensi

2.4. Potential Transformator

Transformer juga dapat digunakan dalam sistem instrumentasi listrik. Karena transformer kemampuan untuk meningkatkan atau turun tegangan dan arus, dan listrik isolasi yang mereka berikan, mereka dapat berfungsi sebagai cara untuk menghubungkan peralatan listrik tegangan tinggi, sistem tenaga arus tinggi. Misalkan kita ingin secara akurat mengukur tegangan 13,8 kV sebuah power sistem.

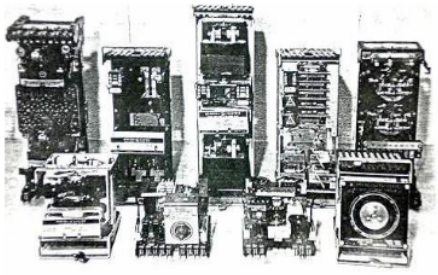


Gambar 3. Aplikasi Instrumentasi Potensi transformator skala tegangan tinggi ke nilai aman diterapkan pada voltmeter konvensional.

Potensial transformer dirancang untuk memberikan seakurat tegangan rasio *stepdown* . Untuk membantu dalam regulasi tegangan yang tepat, beban seminimal mungkin, voltmeter dibuat untuk memiliki impedansi masukan yang tinggi sehingga menarik sedikit arus dari PT. Seperti yang anda lihat,pada gambar 2.3 sumbu telah terhubung secara seri dengan gulungan primer PT, untuk keselamatan dan kemudahan memutus tegangan dari PT.

2.5. *Tipikal Relay Proteksi Dan Sistem Rele*

Relay tipe solidstate memiliki keunggulan dalam akurasi waktu, sensor frekuensi, dan untuk sistem yang butuh keputusan logic yang lebih dari satu, seperti proteksi ‘pilot’. Solidstate umumnya digunakan pada sistem tenaga tegangan rendah dimana rele dan PMT keduanya merupakan satu kesatuan.



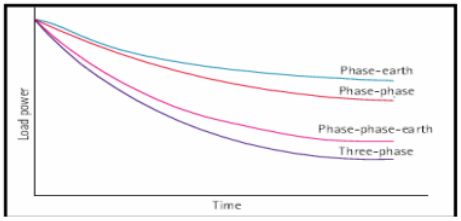
Gambar 4. Tipikal representatip rele proteksi yang dipergunakan bagi proteksi sistem tenaga.

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Url: https://ceredindonesia.or.id/index.php/mesil
Vol. 2, No.2, Desember 2021, Hal 28 - 39

2.6. Kecepatan

Fungsi utama dari suatu sistem proteksi adalah mengisolir gangguan dari sistem tenaga sesegera mungkin yang dapat dilakukan. Tujuan utamanya adalah untuk menjaga kontinyuitas suplai dengan cara memutuskan setiap gangguan sebelum gangguan tersebut menyebabkan sistem kehilangan sinkronisasinya, yang akan mengakibatkan penghentian operasi pembangkit. Pembebanan pada sistem akan menghasilkan pergesran fasa antara tegangan pada berbagai titik pembebanan dan karenanya dapat meningkatkan probabilitas kehilangan sinkronisasi pada saat sistem mengalami guncangan akibat adanya gangguan. Semakin cepat gangguan diisolir semakin besar.

kemungkinan pembebanan sistem. Dalam Gambar 2.10 diperlihatkan tipikal relasi antara pembebanan sistem dan waktu pemutusan gangguan untuk berbagai tipe gangguan. Dapat dilihat bahwa, gangguan fasa memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap stabilitas sistem bila dibanding dengan gangguan tanah. Oleh karena itu diperlukan waktu pemutusan yang lebih cepat.



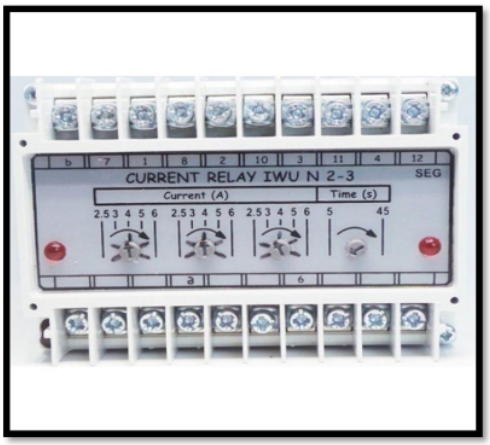
Gambar 5. Tipikal besar daya yang dapat ditransmisikan sebagai fungsi dari waktu pemulihan.

Tidak cukup hanya untuk menjaga stabilitas sistem, kerusakan yang tidak diharapkan harus pula dihindari. Daya rusak dari semburan akibat gangguan membawa arus yang sangat besar yang dapat mengakibatkan konduktor tembaga terbakar atau melelehkan laminasi inti transformator atau mesin-mesin elektrik dalam waktu singkat. Meski lokasinya jauh dari sumber gangguan itu sendiri, arus gangguan yang sangat besar dapat menimbulkan kerusakan pada pembangkit bilamana gangguan ini dibiarkan lebih dari beberapa menit. Terlihat bahwa peralatan proteksi harus beroperasi sesegera mungkin. Kecepatan menjadi hal penting, namun pertimbangan ekonomis tetap menjadi perhatian. Oleh karena alasan tersebut, sistem distribusi yang tidak begitu terpengaruh oleh kecepatan operasi sistem proteksi biasanya menggunakan metoda perbedaan waktu pada sistem proteksinya, namun pada sistem transmisi EHV memerlukan peralatan proteksi yang memiliki kecepatan operasi tingggi, pertimbangan penentuan kecepatan operasi hanya dipengaruhi oleh faktor kebenaran operasi relay.

2.7. Relay Arus Lebih (Over Current Relay)

Relay arus lebih bekerja berdasarkan adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai pengaman yang telah ditentukan dan dalam jangka waktu yang telah ditetapkan. Relay arus lebih akan *pick up* jika besar arus melebihi nilai *setting*. Pada proteksi tranformator daya, relay arus lebih digunakan sebagai tambahan bagi relay differensial untuk memberikan tanggapan terhadap gangguan luar. Relay ini digunakan untuk mengamankan peralatan terhadap gangguan hubungan singkat antar fasa, hubung singkat satu fasa ke tanah dan beberapa hal dapat digunakan sebagai pengaman beban lebih.

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Url: https://ceredindonesia.or.id/index.php/mesil
Vol. 2, No.2, Desember 2021, Hal 28 - 39



Gambar 6. Over current rele IWU 2-3

Unit BFI dilengkapi dengan independen atas (f>) dan di bawah pengawasan frekuensi (frekuensi yang diukur secara terus-menerus dibandingkan dengan nilai referensi yang ditetapkan.Untuk pengawasan frekuensi, durasi siklus dievaluasi sehingga pengukuran hamper tidak tergantung pada harmonik.

3. METODOLOGI PENILITIAN

3.1. Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk melakukan penelitian Studi Proteksi Sistem Tenaga Listrik Pada Trafo 1600 KVA Menggunakan Current Relay IWU 2-3, antara lain :

- Sistem instalasi tenaga kelistrikan di PT Charoen Pokphand Indonesia KIM 2 Medan
- Data total beban di PT Charoen Pokphand Indonesia KIM 2 Medan

3.2. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan observasi sistem tenaga listrik di PT Charoen Pokphand Indonesia serta melakukan studi terhadap hal-hal yang berkaitan dengan penelitian penulis. Pengambilan data ini dilakukan sebagai pembanding antara data primer dengan data yang dimiliki pihak perusahaan.
Data yang diperlukan meliputi :

- Data sistem kelistrikan (*Single Line Diagram*) PT Charoen Pokphand Indonesia.
- Data jumlah beban.
- Data penggunaan rasio CT dan Over Current Relay

3.3. Pengolahan Data

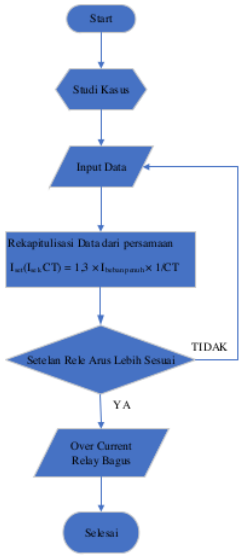
Pengolahan data dilakukan dengan metode dan rumusan – rumusan yang berkaitan dengan apa yang akan di analisa. Jika pada saat proses pengolahan data dirasa kurang lengkap maka dilakukan proses pengumpulan data ulang guna melengkapi kekurangan data yang diolah.

3.4. Analisis

Analisa data merupakan salah satu langkah penting dalam penelitian, terutama bila digunakan sebagai generalisasi atau simpulan tentang masalah yang diteliti. Dalam melakukan analisa nantinya, akan dilakukan dengan menggunakan metode persamaan, yaitu

persamaan dasar daya listrik. Dalam metode ini besarnya In (arus nominal) di PT Charoen Pokphand Indonesia akan diperoleh dengan memperhitungkan daya trafo dan tegangan kerjanya. Disisi lain, penulis akan melakukan analisa *setting* ampere yang efisien sebagai tolak ukur over current relay dalam melakukan proteksi trafo di PT Charoen Pokphand Indonesia.

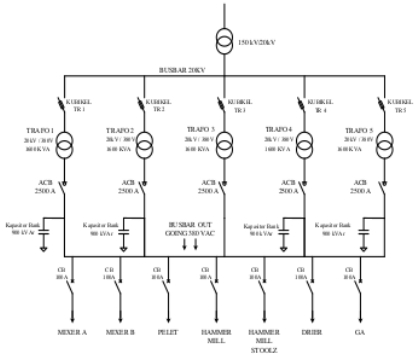
3.5. *Metodologi Pengambilan Data*



Gambar 7. Diagram alir studi

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

PT. Charoen Pokphand Indonesia KIM 2 Medan, mendapatkan suplai dari PLN dengan kapasitas daya listrik 4670 KVA yang terdiri dari 5 buah trafo 1600 KVA. Masing-masing trafo dipasang Over Current Relay (OCR) sebagai proteksi trafo terhadap gangguan jalur distribusi sisi sekunder unit trafo. *Setting* rele arus lebih saat ini adalah sebesar 4 A, dan akan dilakukan analisa kesesuian arus setting *over current relay* berdasarkan data-data yang penulis gunakan.



Gambar 8. Diagram satu garis sistem tenaga di PT. Charoen Pokphand Indonesia

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Url: https://ceredindonesia.or.id/index.php/mesil
Vol. 2, No.2, Desember 2021, Hal 28 - 39

Data dari penelitian yang akan dianalisa adalah data dari *single line diagram* area PT. Charoen Pokphand Indonesia KIM 2 Medan, yang diawali dengan perhitungan beban maksimum, menghitung arus ganguan yang mengalir pada transformator daya pada keadaan normal, serta menghitung arus dengan pembebanan yang ditetapkan adalah sebesar 110%. Data transformator daya yang digunakan di PT. Charoen Pokphand Indonesia KIM 2 Medan.

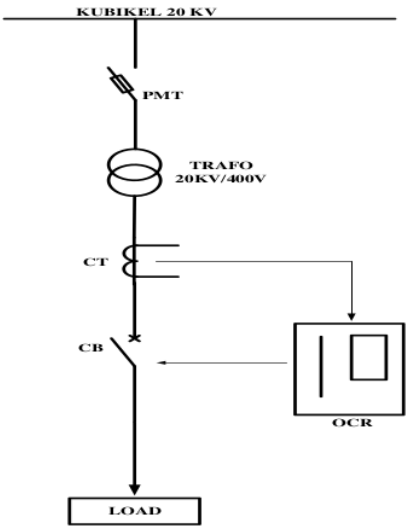
- Transformator Daya Merk : UNINDO, STANDARD IEC 76/SPLN-50
- Rated Capacity : 1600 KVA
- Phase : 3 Phasa
- Frequency : 50 Hz
- Impedance Voltage : 6%
- Nominal Current (A) : - Primary = 46,2 Ampere -Secondary = 2309,4 A
- Nominal Voltage (V) : - Primary = 20000 Volt - Secondary = 400 Volt
- Cooling System : ONAN
- Type Of Oil : Mineral – Oil
- Temperature Rise (°C) : - Oil = 60 - Winding = 65
- Insulation Level : 125 Kv

Data beban yang digunakan diperusahaan PT Charoen Pokphand Indonesia KIM 2 Medan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 1. Data Beban Pada *Transformator*

Nama	Volt	Arus Rata-rata (Ampere)	Daya Total (KW)	Cos Phi
Transformator 1	390	1441	827.385	0.85
Transformator 2	390	1323	759.633	0.85
Transformator 3	388	1200	693.540	0.85
Tranformator 4	388	1253	732.592	0.87
Tranformator 5	392	1173	720.611	0.88

4.1. Singel Line Diagram *Over Current Relay*



Gambar 9. *Single line diagram* instalasi *over current relay* pada unit *transformator* 5

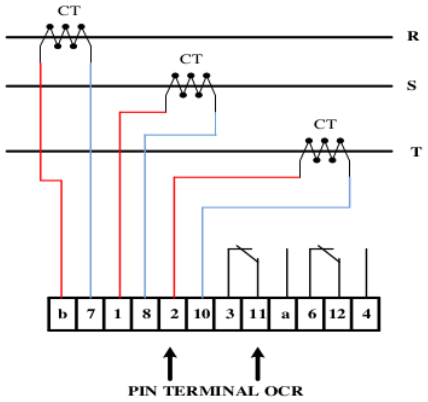
Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN : 2723-7052**
Url: https://ceredindonesia.or.id/index.php/mesil
Vol. 2, No.2, Desember 2021, Hal 28 - 39

Dengan kapasitas trafo 1600 KVA pada tegangan primer sebesar 20.000 KV dan tegangan sekunder 400 volt, dipasang sebuah OCR (*Over current relay)* yang digunakan untuk memproteksi trafo dari gangguan *short circuit* antar fasa yang terdapat pada beban berkapasitas 827,385 KW. Pada jalur sisi sekunder trafo yang terhubung ke beban dipasang sebuah CT (*Current Transformer*) dengan ratio 2500:5 dan CB (*Circuit Breaker)* dengan nilai In sebesar 1500A.

- Pemasangan CT pada Busbar 400V

Pemasangan CT pada instalasi tenaga merupakan solusi untuk menambahkan proteksi. Terlihat pada gambar dibawah ini bagaimana konstruksi sebuah CT dipasang.

Cara pemasangannya yaitu sisi primer CT dihubungkan dengan busbar di panel MDP. Sedangkan sisi sekunder yang mengeluarkan arus maksimal 5A dihubungkan dengan OCR seperti gambar berikut:



Gambar 10. Rangkaian pemasangan CT pada terminal OCR

Pada gambar 4.3 diatas terlihat 3 buah CT dipasang pada busbar 3 fasa yaitu fasa R, fasa S, dan fasa T. 3 buah CT yang dipasang kemudian dihubungkan pada pin terminal OCR, dengan ketentuan sebagai berikut.

- CT 1 yang terpasang pada fasa R, sisi primer dipasang pada pin b dan sisi sekundernya dipasang pada pin 7
- CT 2 yang terpasang pada fasa S, sisi primer dipasang pada pin 1 dan sisi sekunder dipasang pada pin 8
- CT 3 yang terpasang pada fasa T, sisi primer dipasang pada pin 2 dan sisi sekunder dipasang pada pin 10

4.2. Analisis Arus Gangguan Hubung Singkat

Analisis ini dilakukan untuk menentukan *setting* rele arus lebih. Kondisi operasi normal yang dirasakan oleh rele sebagai adanya gangguan arus lebih adalah pada saat motor *start*. Kondisi operasi normal terberat yang diperhitungkan dalam analisis unjuk kerja sistem pengaman arus lebih adalah pada saat motor terbesar *start*. Kondisi operasi motor start ini merupakan keadaan tiga fasa seimbang. Oleh karena itu analisis unjuk kerja rele terhadap operasi start motor adalah unjuk kerja rele arus lebih gangguan fasa. Jika motor mengalami start yang berat karena dikopel dengan beban yang memiliki torsi cukup besar, maka waktu start yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan nominal dapat menjadi lebih lama. Penyetelan waktu rele arus lebih dipenyulang motor seharusnya 25-30 detik dengan kurva karakteristik rele arus lebih jenis seketika (instantenous) yang bekerja terlebih dahulu jika

terjadi gangguan hubung singkat. Menurut IEEE Std C37.96-2000 memberikan standar bahwa selisih waktu start 5-10 detik dan 5 detik untuk motor dengan waktu start lebih dari 10 detik. Dengan ketentuan ini, maka waktu kerja rele di penyulang motor yang diinginkan terhadap operasi start adalah 30 detik.

Rele arus lebih jenis waktu seketika digunakan sebagai pelindung dari gangguan hubung singkat di penyulang motor. Berdasarkan IEEE Std C37.96-2000, rele ini dapat diset antara 165% - 250% dari arus rotor terkunci (*Locked Rotor Current*/ LRA). Namun biasanya ditambahkan sebesar 10% - 25% sebagai faktor aman ketika setting arus dihitung. Namun penyetelan arus tersebut diusahakan tidak terlalu jauh dibandingkan arus kontribusi maksimum motor ketika terjadi gangguan hubung singkat.

Pada skripsi ini menggunakan standar ANSI/IEEE sehingga untuk mendapatkan baik waktu kerja rele maupun nilai TMS tiap kurva rele dapat menggunakan persamaan.

$$\mathbf{T} = \left(\frac{\boldsymbol{A}}{\boldsymbol{Mp-1}} + \boldsymbol{B}\right) \times \boldsymbol{TMS}$$

M adalah pembagian dari arus gangguan hubung singkat pada sisi sekunder trafo arus (CT) terhadap setting arus (MTVC – *Multiple of Tap Value Current*). Sedangkan untuk konstanta A, B dan p untuk masing-masing karakteristik di atas dapat dilihat pada tabel (2.3).

Perhitungan arus setting dan TMS masing-masing rele arus lebih waktu terbalik yang dikombinasikan dengan rele arus lebih waktu seketika dipenyulang motor jalur trafo 1 dapat diuraikan dengan persamaan (2.4).

Untuk beban motor pada trafo 1, $I_{beban\ penuh}$ = 1441 A.

Ratio perbandingan trafo arus (*Current Transformer/CT)* = 2500/5.

$I_{set}(I_{sek}\ CT)$ = 1,3 × $I_{beban\ penuh}$ × 1/CT
= 1,3 × 1441 × 1/(2500/5)
= 3,7466

Maka rele arus lebih dapat diset pada tap = 4, yang mendekati dari nilai 3,7466. Besarnya arus start beban motor pada trafo 1 adalah 1441 A pada sisi primer trafo trafo arus dan 2.88 A pada sisi sekunder trafo arus.

Waktu kerja rele yang diinginkan terhadap operasi beban motor adalah 30 detik sehingga nilai TMS dengan menggunakan kurva karakteristik rele arus lebih jenis *long time inverse* diperoleh :

$$\text{TMS} = \frac{t}{\left[\left(\frac{5{,}61}{Istart/Iset}\right)^{2.09} - 1\right]} + 2{,}18$$

$$= \frac{30}{\left[\left(\frac{5{,}61}{2{,}88/4}\right)^{2.09} - 1\right]} + 2{,}18$$

TMS = 2,60

Dipilih nilai 3 detik

4.3. Koordinasi Setelan Relai Proteksi

Pada perhitungan setelan relai arus lebih OCR dimulai dari sisi primer, selanjutnya *feeder* arsitek, dan *outgoing* trafo (sisi sekunder trafo).

- Setelan arus lebih pada sisi primer

Setelan arus lebih pada sisi primer harus dikoordinasikan dengan penyetelan OLR (*Thermal Overload Relay*). Sesuai dengan data teknik, didapatkan bahwa daya kontrak di PT Charoen Pokphand Indonesia KIM 2 Medan adalah sebesar 4670 KVA yang terdiri dari 5 unit trafo. Untuk memfokuskan penelitian, penulis hanya mengambil 1 unit trafo sebagai acuan dalam melakukan penelitian., yaitu trafo 1. Trafo 1 merupakan jalur yang memiliki

pembebanan terbesar dari unit trafo lainnya, yaitu sebesar 1441 ampere dengan daya 827.385 kw. Maka arus daya kontrak dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_{\text{Daya kontrak}} = \frac{\text{P Pelanggan}}{\sqrt{3}\times V}$$
$$= \frac{4670}{\sqrt{3x400}}$$
$$= \frac{4670}{692{,}820} = 6{,}740 \text{ A}$$

Dengan persamaan (2.32) maka Iset untuk relai adalah :

$$I_{Set} = 1{,}8 \times I_{\text{Daya kontrak}}$$
$$= 1{,}8 \times 6{,}740$$
$$= 12{,}132 \text{ A}$$

Nilai setelan ini adalah nilai setelan untuk sisi primer, untuk nilai setelan di sisi sekunder dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$I_{S\,OCR} = \frac{\text{I set}}{\text{Rasio CT}}$$, dimana Rasio CT = 2500:5 =500
$$= \frac{12{,}132}{500}$$
=24,264 atau setara dengan 25 Ampere.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan pengujian yang telah dilakukan dapat dikatakan bahwa :

- Dari hasil perhitungan di atas, nampak bahwa data yang ada di lapangan masih dalam kondisi yang sesuai (perbedaannya tidak terlalu jauh), sehingga dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan setting OCR yang ada di lapangan masih dalam kondisi baik.
- Untuk menghitung arus setting digunakan arus nominal/arus beban puncak dan nilai ratio Current transformer (CT) yang terpasang, hal ini mengikuti persamaan $I_{set}(I_{sek}$ CT) $= 1{,}3 \times I_{\text{beban penuh}} \times 1/\text{CT}$.
- Setelan relai berdasarkan perhitungan yang dibuat menggunakan karakteristik *long time inverse*, dimana hal ini dikarenakan waktu kerja rele di penyulang motor yang diinginkan terhadap operasi start adalah 30 detik.
- Over current relay IWU 2-3 bekerja dengan cara melakukan proteksi pada trafo dari arus lebih sisi sekunder, dimana waktu (TMS) rele bekerja bervariasi sesuai kebutuhan waktu dan nilai setting proteksi yang telah diatur.

5.2. Saran

Penelitian ini masih menngunakan alat manual yaitu kalkulator dan software manual yaitu microsoft Excel, sebaiknya penelitian selanjutnya menngunakan MATLAB atau ETAP.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Zulkarnaini, Saiful, Suwandi A, 2016 *"Analisa Perhitungan Setting Over current Relay Pada Transformator Daya Area Lukit Di Emp Malacca Strait SA"*.
[2]. *Agung* Nugroho. *2015 "Evaluasi Koordinasi Setting Relay Proteksi OCR Pada jarigan Distribusi Daya Pemakaian Sendiri di PT Indonesia Power Unit pembangkit Semarang Tambak Lorok Blok I Dengan Etap 7.5*.
[3]. Surati. 2015*." Analisis Perhitungan Arus dan Wsktu Pada Relay Arus Lebih (OCR) sebagi Peroteksi Trafo Daya Di Gardu Induk Cawang Lama Jakarta",*

[4]. Fajar Pranayuda. 2012*"Analisis Penyetelan Proteksi Arus Lebih Penyulang Cimalaka di gardu Induk 70 kV Sumedang"*
[5]. Indra Baskara,I W. Sukerayasa, W.G.Ariastina. 2015 *"Studi Koordinasi Peralatan proteksi OCR dan GFR Pada Penyulang Tibubeneng* "
[6]. Khalik AI Ridha. 2016 *Evaluasi Koordinasi Relay Arus Lebih (OCR) dan Gangguan Tanah (GFR) Pada Gardu Induk Garuda Sakti Pekanbaru"*
[7]. A.Kurniati,2011 *"Analisa relay arus lebih dan relay gangguan tanah pada sadewa GL cawing".*

Studi Proteksi Sistem Tenaga Listrik Pada Trafo 1600 kVA Menggunakan Current Relay IWU 2-3

ORIGINALITY REPORT

3%	%	3%	%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Evinur Fauziyah, Irwanto Irwanto. "ANALISIS SISTEM PROTEKSI GENERATOR MENGGUNAKAN OVER CURRENT RELAY DI PT. INDONESIA POWER", D'computare: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 2022 Publication	<1%
2	Mentari Oniva Mulya, Efrida Lubis, Risnawati Risnawati. "Pengaruh Pupuk Organik Cair (POC) Batang Pisang dan Kompos Kulit Jengkol terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Lobak Putih (Raphanus sativus L.)", Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan, 2022 Publication	<1%
3	Ir. Denny Richard Pattiapon, MT. "TINJAUAN PENGAMAN GARDU DISTRIBUSI 37A TERHADAP LEDAKAN TRAFO DI SKIP DALAM PALDAM", JURNAL SIMETRIK, 2017 Publication	<1%

4	Jarot Suhardi, Misbah Misbah. "INFORMASI ARUS DAN SUHU TRAFO 150/20 KV PADA GARDU INDUK SEGOROMADU BERBASIS MIKROKONTROLER DAN SMS", E-Link : Jurnal Teknik Elektro dan Informatika, 2020 Publication	<1 %
5	"Digital Conversion on the Way to Industry 4.0", Springer Science and Business Media LLC, 2021 Publication	<1 %
6	S.J. Chiang, C.Y. Yen, K.T. Chang. "A multimodule parallelable series-connected PWM voltage regulator", IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2001 Publication	<1 %
7	Yenni Afrida, Jeckson Jeckson, Ancolo. "Analisis Gangguan Earth Fault pada Penyulang Hujan Gardu Induk Teluk Betung", Electrician, 2021 Publication	<1 %
8	Jacob Rikumahu, Denny Pattiapon, Marselin Jamlaay. "PERANCANGAN PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM TENAGA LISTRIK PADA GARDU HUBUNG POKA", JURNAL SIMETRIK, 2019 Publication	<1 %

9	Melkhianus Hendrik Pentury. "Pengaruh Formulasi Tepung Mangrove (*Bruguiera gymnorrhiza*) dan Tepung Wortel (*Daucus carota*) terhadap Nilai Gizi dan Organoleptik Nugget Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)", Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan, 2020 Publication	<1%
10	Marina Rajagukguk. "IMPLEMENTASI ASSOCIATION RULE MINING UNTUK MENENTUKAN POLA KOMBINASI MAKANAN DENGAN ALGORITMA APRIORI", JURNAL FASILKOM, 2020 Publication	<1%
11	Nina Purnasari, Apriani Simanjuntak, Anjeli Sultana, Lusiana Marniati Manik, Sumber Rahmat Halawa. "Pengaruh Ukuran Perusahaan, GPM, Risiko Bisnis terhadap Struktur Modal pada Perusahaan Manufaktur di BEI", Owner (Riset dan Jurnal Akuntansi), 2020 Publication	<1%

Exclude quotes	Off	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	Off		