

ANALISA SISTEM PROTEKSI OVER CURRENT RELAY PADA MOTOR DRAFT FAN SISI SEKUNDER (6kV) DI PLTU KEBAN AGUNG

Amirullah
PLTU Keban Agung Lahat
Amirullah@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini adalah penelitian di lingkungan kerja, dimana penelitian ini berupaya untuk menganalisis system proteksi over current relay pada motor draft fan sisi sekunder (6kV) di PLTU Keban Agung. Subjek penelitian ini adalah motor draft fan sisi sekunder (6kV) di PLTU Keban Agung yang memiliki 2 buah draft fan pada masing-masing unit. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa pada penyulang motor draft fan setelah relay pada transformator primer sebesar 88.2 Ampere dan setelah relay pada transformator sekunder sebesar 4.41 Ampere. Arus gangguan 3 fasa yang diasumsikan terjadi pada 25%, 50%, 75% dan 100% dari panjang penyulang yaitu sebagai berikut, pada 25% sebesar 440.1 A. 50% sebesar 232.6 A. 75% sebesar 157.5 A dan 100% sebesar 119.3 A, artinya semakin dekat lokasi gangguan dengan gardu induk, maka semakin besar arus gangguan yang terjadi. Waktu kerja relay arus lebih yang diasumsikan terjadi dari lokasi gangguan 25%, 50%, 75% dan 100% dari panjang penyulang yaitu. Pada 25% sebesar 0,29 detik, 50% sebesar 0,50 detik, 75% sebesar 0,84detik dan pada 100% sebesar 1,61 detik artinya semakin dekat lokasi gangguan dengan gardu induk, maka waktu pemutusannya pun semakin cepat bila di bandingkan dengan lokasi gangguan yang ada di ujung penyulang. Dari hasil analisa perhitungan *setting* relay arus lebih yang dilakukan dan setelah membandingkan dengan *setting* relay yang terpasang di gardu induk PLTU Keban Agung disimpulkan bahwa, *setting* relay yang terpasang masih bekerja dalam batas toleransinya.

Kata Kunci: Sistem Proteksi, *Over Current Relay*, *Motor Draft Fan*

PENDAHULUAN

Motor draft fan adalah suatu peralatan motor listrik yang berfungsi untuk menghisap atau menghembuskan udara di ruang *boiler* pada sistem di PLTU dengan menggunakan tenaga atau daya listrik. Salah satu gangguan yang sering terjadi pada *motor draft fan* adalah gangguan arus lebih dan hubungan singkat. Untuk melindungi *motor draft fan* dari kedua gangguan tersebut, maka diperlukan suatu sistem proteksi yang memenuhi persyaratan-persyaratan dari suatu sistem operasi yaitu: kecepatan reaksi dan selektifitas. Sistem proteksi merupakan beberapa peralatan yang saling berhubungan dan bekerja sama untuk tujuan pengamanan. Salah satu peralatan pada sistem proteksi yang paling penting adalah *relay*. Untuk *pengaman motor draft fan* terhadap arus lebih dan hubungan singkat, *relay* yang digunakan adalah *relay* arus lebih. Untuk memenuhi kecepatan reaksi dan selektifitas maka *relay* arus lebih yang digunakan untuk pengamanan *motor draft fan* harus disetel

(*setting*) secara tepat.

Penyetelan *relay* arus lebih meliputi penyetelan arus dan waktu. Penyetelan arus harus disesuaikan dengan kapasitas maksimum *motor draft fan* yang akan diamankan dan tata cara penyetelan disesuaikan dengan tipe *relay* yang digunakan, sedangkan penyetelan waktu disesuaikan dengan daerah (*zone*) kedudukan dari *motor draft fan* tersebut. Penelitian ini dilakukan melalui studi kasus pada sisi sekunder *motor draft fan* daya 6kv di PLTU Keban Agung.

TINJAUAN PUSTAKA

Motor Draft Fan

Motor Draft Fan adalah suatu motor atau alat listrik yang di gunakan untuk memutar *fan*, yang kemudian untuk di manfaatkan sebagai penghisap atau penghembus udara di ruang *boiler*.



Gambar 1
Motor Draft Fan

Relay Proteksi

Relay proteksi berfungsi untuk mengamankan peralatan listrik dari kondisi kerja yang kurang normal atau kondisi gangguan. Jika terjadi kondisi tidak normal pada peralatan yang diproteksi maka sistem *relay proteksi* yang digunakan akan merasakan kondisi tadi dan kemudian memberi tanda bahaya atau mengerjakan pemutus CB (*Circuit Breaker*).

Jika dirumuskan maka fungsi relay proteksi adalah sebagai berikut :

1. Membunyikan alarm sebagai tanda adanya gangguan dan memberikan informasi mengenai jenis gangguan yang terjadi pada sistem.
2. Membuat semimum mungkin bahaya kerusakan pada peralatan-peralatan lain.
3. Memblok *relay-relay* lain agar tidak bekerja untuk suatu kondisi tertentu.

Untuk melaksanakan fungsi di atas maka *relay proteksi* harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Dapat diandalkan (*reliable*)
2. Selektif
3. Waktu kerja relay cepat
4. Peka (sensitif)
5. Ekonomis dan sederhana

| Jenis Pengaman | Persyaratan |
|---|---|
| 1. Pencegahan gangguan isolasi a. Karena sutja petir b. Karena beban lebih c. Karena bahan pendingin | <i>Arrester</i> <i>Relay Termis</i> <i>Thermometer</i> , Indikator aliran |
| 2. Pengaman terhadap gangguan dari dalam a. Perlindungan terhadap hubung singkat fasa. | <i>Relay Bruchhloz</i> , <i>Relay arus lebih waktu</i> , <i>Relay diferensial</i> |

Tabel 1
Contoh Pengaman

Penyebab Kegagalan Proteksi

Sistem proteksi tidak dapat sempurna walaupun sudah diusahakan pemilihan jenis relay yang baik dan penyetelan yang baik, tetapi adakalanya masih gagal bekerja.

Hal yang menimbulkan kegagalan pengaman dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Kegagalan pada *relay* sendiri.
- b. Kegagalan suplai arus ke *relay*. Rangkaian suplai ke *relay* tersebut terbuka atau terhubung singkat.
- c. Kegagalan sistem suplai arus daerah untuk tripping pemutus tenaga. Hal ini dapat disebabkan baterai lemah karena kurang perawatan, terbukanya atau terhubung singkat rangkaian arus searah.
- d. Kegagalan pada pemutus tenaga. Kegagalan ini dapat disebabkan karena kumparan trip tidak menerima suplai, kerusakan mekanis ataupun kegagalan pemutusan arus karena besarnya arus hubung singkat melampaui kemampuan dari pemutus tenaganya.

Karena adanya kemungkinan kegagalan pada sistem pengaman maka harus dapat diatasi yaitu dengan penggunaan pengaman cadangan (*Back Up Protection*).

Jenis-Jenis Relay

1. Relay Elektro Magnetik

Relay ini di bangun dengan komponen listrik, mekanik dan magnetik, dan memiliki coil operasi dan kontak mekanis. Oleh karna itu ketika *coil* diaktifkan oleh sistem *supplay*, kontak mekanik ini akan dibuka atau ditutup. Jenis *supplay* nya bisa AC atau DC.

2. Solid State Relay (SSR)

Solid State Relay menggunakan komponen *solid state* untuk melakukan operasi *switching* tanpa memindahkan bagian apapun, karna energi kontrol yang diperlukan jauh lebih rendah dibandingkan dengan daya *output* yang akan di kontrol oleh *relay* ini yang menghasilkan daya lebih tinggi bila dibandingkan dengan *relay elektromagnetik*.

3. Relay Hibrida

Relay ini terdiri dari *relay* elektromagnetik dan komponen elektronik. Biasa nya bagian input berisi rangkaian elektronik yang melakukan perbaikan dan

fungsi kontrol lain nya, dan bagian *output* termasuk *relay elektromagnetik*.

4. Relay Thermal

Relay ini didasarkan pada efek panas, yang berarti kenaikan suhu sekitar dari batas, mengarahkan kontak untuk beralih dari satu posisi keposisi lain. Ini terutama di gunakan untuk melindungi motor dan terdiri dari elemen bimetal seperti sensor suhu dan elemen kontrol. *Thermal overload relay* adalah contoh yang tepat dari *relay* ini.

5. Reed Relay

Reed Relay terdiri dari sepasang strip magnetik (juga disebut sebagai *reed* atau buluh) yang di segel dalam tabung gelas. Reed ini bertindak baik sebagai anker dan pisau kontak. Medan magnet yang diterapkan pada coil melilit tabung ini yang membuat reed ini bergerak sehingga operasi *switching* dilakukan. Berdasarkan dimensi, relay ini di klarifikasikan sebagai *relay* tipe *hermetis*, tertutup dan terbuka. Lebih lanjut tergantung pada kisaran operasi beban, relay adalah dari jenis daya mikro, rendah, menengah dan tinggi.

6. Relay Arus Lebih (Over Current Relay)

Adalah suatu rangkaian peralatan *relay* pengaman yang memberikan respon terhadap kenaikan arus yang melebihi harga arus yang telah ditentukan pada rangkaian yang diamankan, sehingga bila terjadi gangguan maka pengaman proteksi pada *relay* arus lebih akan bekerja berdasarkan karakteristik operasinya.

METODE PENELITIAN

Dalam proses penelitian ini terdapat prosedur yang dilalui secara bertahap antara lain sebagai berikut :

1. Memasukkan data daya trafo, tegangan operasi transformator, panjang penyulang, ratio CT, panjang penyulang
2. Menghitung *impedansi* sumber, *reaktansi trafo*.
3. Menentukan *impedansi feeder* untuk lokasi gangguan sejarak 25%, 50%, 75% dan 100% panjang.
4. Menentukan *impedansi ekivalen* sesuai *impedansi feeder*.
5. Menghitung hubung singkat 3 ϕ yang diasumsikan pada panjang 25%, 50%, 75% dan 100% dari panjang *feeder*.
6. Menghitung arus penyetelan *relay*.
7. Menentukan besar waktu operasi.

8. Memasukkan data arus gangguan hubung singkat yang telah diasumsikan sesuai dengan panjang *feeder* dan menentukan penyetelan waktu *relay*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyulang Motor Draft Fan

Adapun data-data yang diambil dari Gardu Induk PLTU Keban Agung yang berhubungan dengan perhitungan arus gangguan hubung singkat 3 fasa serta penyettingan *relay* arus lebih pada penyulang motor draft fan adalah sebagai berikut:

- Hubung singkat *relay* daya 13 kV Gardu Induk PLTU Keban Agung
- Trafo tenaga 30 MVA 13/6 kV
- *Reaktansi Trafo* 10 %
- *Impedansi Saluran* (0,2162 + j 0,3305)
- Panjang Penyulang 71,487 KMS
- *Setting CT* di Penyulang 100 / 5 A
- Arus beban pada penyulang 84 A

Impedansi Sumber

Data Hubung Singkat di Bus 13 kV Gardu Induk PLTU Keban Agung adalah sebesar 30 MVA, maka didapat:

$$Z_{SC} = \frac{13^2}{30} = 5,6 \Omega$$

Perlu diingat bahwa *Impedansi* sumber ini adalah nilai *Ohm* pada sisi 13 kV, karena arus gangguan hubung singkat yang akan dihitung adalah gangguan hubung singkat di sisi 6 kV, maka *Impedansi Sumber* tersebut harus dikonversikan dulu kesisi 6 kV, maka di dapat:

$$Z_S (\text{sisi kV}) = \frac{6^2}{13^2} \times 5,6 = 1,19 \Omega$$

Reaktansi Trafo

Reaktansi trafo tenaga 30 MVA adalah sebesar 6,20%, nilai dalam *Ohm* didapat *reaktansi trafo* sebesar :

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{6^2}{60} = 0,6 \Omega$$

Dan selanjutnya dihitung *reaktansi trafo* yang telah diketahui yaitu 6,20%

$$X_{t1} = 6,20 \% \times 0,6 \Omega = 0,0372 \Omega$$

Impedansi Feeder

Dari data *Impedansi* yang didapat di

jaringan sebesar $0,2162 + j 0,3305 \Omega/\text{KM}$ untuk Z1 dan Z2 maka *Impedansi Feeder* untuk lokasi gangguan sejarak 25%, 50%, 75%, 100%:

| Lokasi % Panjang Penyulang | Impedansi Feeder |
|----------------------------|-------------------|
| 25 % | $3,86 + j 5,90$ |
| 50 % | $7,72 + j 11,81$ |
| 75 % | $11,60 + j 17,72$ |
| 100 % | $15,45 + j 23,62$ |

Tabel 2
Impedensi Feeder

Impedansi Ekuivalen Jaringan

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = j 0,15 + j 0,8184 + Z_1 \text{ feeder} \\ = j 0,97 + Z_1 \text{ feeder}$$

Karena lokasi gangguan diasumsikan terjadi pada 25%, 50%, 75%, dan 100% panjang *Feeder*, maka Z_{1eq} (Z_{2eq}) yang didapat adalah:

| Lokasi % Panjang Penyulang | Impedansi Ekuivalen Jaringan |
|----------------------------|------------------------------|
| 25 % | $3,86 + j 6,87$ |
| 50 % | $7,72 + j 12,78$ |
| 75 % | $11,60 + j 18,69$ |
| 100 % | $15,45 + j 24,59$ |

Tabel 3
Impedansi Ekuivalen Jaringan

Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa

| Lokasi % Panjang Penyulang | Impedansi Feeder |
|----------------------------|-------------------|
| 25 % | $3,86 + j 6,87$ |
| 50 % | $7,72 + j 12,78$ |
| 75 % | $11,60 + j 18,69$ |
| 100 % | $15,45 + j 24,59$ |

Tabel 4
Gangguan Hubung Singkat 3 fasa

Setelan Relay Arus Lebih

Pada penyulang *motor draft fan* ini mempunyai arus beban sebesar 84 Ampere, *ratio trafo* arusnya 100/5 serta relay arus lebih yang digunakan adalah jenis normal (*standard*) *inverse*, maka:

Setelan arus:

$$I_{set}(\text{pri}) = 1,05 \times 84 \text{ A} \\ = 88,2 \text{ A} \\ I_{set}(\text{sek}) = 88,2 \times \frac{5}{100} \\ = 4,41 \text{ A}$$

Setelan Waktu (T_{ms}):

$$T_{ms} = \frac{0,3 \times \left\{ \left(\frac{440,1}{88,2} \right)^{0,02} - 1 \right\}}{0,14} = 0,07$$

Waktu Kerja Relay Berdasarkan Hubungan Singkat 3 Fasa

| Lokasi % Gangguan 3 Fasa | Waktu Kerja Relay (t) |
|--------------------------|-----------------------|
| 25 % | 0,29 |
| 50 % | 0,50 |
| 75 % | 0,84 |
| 100 % | 1,61 |

Tabel 5
Waktu Kerja Relay Berdasarkan Hubungan Singkat 3 Fasa

Analisa

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan untuk sistem proteksi dengan relay arus lebih untuk pengamanan sekunder *transformator* 30 MVA 13/6 kV. Gangguan arus lebih dapat diantisipasi dengan menggunakan sistem proteksi, dengan menggunakan *relay* arus lebih. Penyetelan (*setting*) *relay* arus lebih meliputi penyetelan arus dan waktu. **Ratio CT** pada sisi sekunder *transformator* yakni 100/5 A. Beban rata-rata tertinggi pada penyulang *motor draft fan* yaitu 84 A, sehingga di dapat arus setelan *relay* sebesar 88,2 A. Waktu operasi yang ditentukan tidak lebih kecil dari 0,3 s sehingga penyetelan waktu yang didapat adalah 0,07.

Arus gangguan 3 fasa yang terjadi pada penyulang diasumsikan pada 25% dari panjang penyulang yaitu sebesar 440,1 A. Pada 50% dari panjang penyulang yaitu sebesar 232,6 A. Pada 75% dari panjang penyulang yaitu sebesar 157,5 A dan pada 100% dari panjang penyulang yaitu sebesar 119,3 A.

Penentuan waktu operasi *relay* arus lebih pada sekunder *transformator* 30 MVA/ sisi 6 KV waktu operasi 0,3 s, setelah setelan waktu di dapat yaitu sebesar 0,07. Maka dapat kita hitung waktu kerja *relay* arus lebih di penyulang merapi sesuai dengan lokasi arus gangguan 3 fasa yang diasumsikan pada 25%, 50%, 75% dan 100% dari panjang penyulang. *Relay* arus lebih akan beroperasi pada waktu 0,29 detik, jika arus gangguan sebesar 440,1 A atau 25% dari panjang penyulang.

Berdasarkan hasil dari perhitungan yang dilakukan terdapat beberapa hasil yang berbeda atau tidak sesuai dengan data yang diperoleh dari Gardu Induk PLTU Keban Agung. Hal ini bisa terjadi karena sistem perhitungan yang berbeda, yang dimana pada

perhitungan ini hanya menggunakan data *nameplate transformer* sedangkan pada realisasinya dilakukan pengukuran terhadap transformator agar mendapat data yang lebih akurat.

KESIMPULAN

Dari pembahasan pada bab IV mengenai analisa perhitungan *setting relay* arus lebih maka penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa :

1. Pada penyulang *motor draft fan* setelan *relay* pada *transformator primer* yaitu sebesar 88.2 A dan pada sekunder yaitu sebesar 4.41 A.
2. Arus gangguan 3 fasa yang diasumsikan terjadi pada 25%, 50%, 75% dan 100% dari panjang penyulang yaitu sebagai berikut, pada 25% sebesar 440.1 A. 50% sebesar 232.6 A. 75% sebesar 157.5 A dan 100% sebesar 119.3 A. Semakin dekat lokasi gangguan dengan gardu induk, maka semakin besar arus gangguan yang terjadi
3. Waktu kerja *relay* arus lebih yang diasumsikan terjadi dari lokasi gangguan 25%, 50%, 75% dan 100% dari panjang penyulang yaitu. Pada 25% sebesar 0,29 detik, 50% sebesar 0,50 detik, 75% sebesar 0,84detik dan pada 100% sebesar 1,61 detik. Semakin dekat lokasi gangguan dengan gardu induk, maka waktu pemutusannya pun semakin cepat bila di bandingkan dengan lokasi gangguan yang ada di ujung penyulang.
4. Dari hasil analisa perhitungan *setting relay* arus lebih yang dilakukan dan setelah membandingkan dengan *setting relay* yang terpasang di gardu induk PLTU Keban Agung disimpulkan bahwa, *setting relay* yang terpasang masih bekerja dalam batas toleransinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A dan S. Kuwahara. 1993. *Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Jilid II*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Arismunandar, A dan S. Kuwahara. 2004. *Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Jilid III*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita

Affandi, Irfan. 2009. *Analisa Setting Relay Arus Lebih dan Relay Gangguan Tanah Pada Penyulang Sadewa di GI Cawang*. Depok: Universitas Indonesia

Panjaitan, Bonar. 2012. *Praktik-praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Andi

Samaulah, Hazairin. 2004. *Dasar-Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik*. Palembang: Unsri

Sarimun, Wahyudi. 2012. *Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Depok: Garamond

Siswadi, Purnomo. 2018. *Buku Pengetahuan Kelistrikan PLTU Keban Agung 2x135MW*

Zuhal. 1995. *Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama