

ANALISA SETTING PROTEKSI ARUS LEBIH PADA JARINGAN 20 KV

¹⁾Rustam, ²⁾Hamzah Hilal, ³⁾Baskoro Pandawa A
¹⁾³⁾ Magister Teknik Elektro, Konsentrasi Tenaga Listrik
Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, Indonesia
rustamcenge@gmail.com
²⁾Badan Pengkajian dan Perekayasaan Teknologi(BPPT)
taura889@yahoo.com

ABSTRAK

Peralatan proteksi sangat memegang peranan penting untuk mengatasi gangguan arus lebih. Peralatan proteksi yang terpasang harus dikoordinasikan untuk menentukan operasi relai pada setiap gangguan. Peralatan yang digunakan adalah relai Vamp 40 yang akan menginstruksi pemutusan tenaga untuk membuka bila terjadi gangguan. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung besar arus hubungan singkat, menentukan setting peralatan proteksi serta membandingkannya dengan seting yang terpasang dilapangan. Dengan menghitung besar arus hubungan singkat, dapat ditentukan setting arus dan waktu pada peralatan proteksi. Hasil perhitungan dan keadaan dilapangan masih dapat dikategorikan sempurna karna arus yang mengalir pada beban yang pada settingan awal 42A telah dirubah menjadi 60A sehingga tidak menimbulkan lagi trip pada panel MVMDP.

Kata kunci : hubungan singkat, proteksi arus lebih.

ABSTRACT

Protection equipment plays an important role to overcome overcurrent interference. The installed protection equipment must be coordinated to determine the operation of the relay for each interference. The equipment used is the Vamp 40 relay which will instruct the power cut to open if a fault occurs. This study aims to calculate the amount of short circuit current, determine the setting of protection equipment and compare it with the settings installed in the field. By calculating the magnitude of the short circuit current, the current and time settings on the protection device can be determined. Concerns and field conditions can still be categorized as perfect because the current flowing in the load in the initial setting 42A has been changed to 60A so that it does not cause a trip on the MVMDP panel.

Keywords: short circuit, overcurrent protection.

PENDAHULUAN

Distribusi tegangan menengah memiliki peranan penting dalam pendistribusian tenaga listrik. Sistem distribusi tegangan menengah memiliki area luas dan dekat dengan konsumen sehingga rentan terjadi gangguan - gangguan yang dapat menyebabkan terganggunya sistem distribusi, hal ini tentu sangat merugikan, selain menyebabkan kerusakan alat, jenis gangguan dapat menyebabkan terganggunya kontinuitas distribusitenaga listrik

Hal ini dilakukan untuk mengurangi kerusakan peralatan – peralatan akibat gangguan yang dapat diisolasi dari sistim tenaga listrik. Dengan diisolasinya bagian yang teganggu dari sistim tenaga listrik maka tidak akan mengganggu bagian sistim tenaga listrik yang lainnya, Panel MVDP (*Medium Voltage Distribution Panel*) mensuplay daya dari beberapa trafo tenaga untuk disuplai ke gedung Office 3 Danayasa Distric 8, Jakarta Selatan. Dibutuhkan setting relai penyulang yang tepat pada relai tersebut agar dapat bekerja dan berkoordinasi dengan baik dengan *relai Incoming*, pada sistim proteksi proteksi penyulang digunakan relai proteksi arus lebih dan gangguan tanah. Dalam perencanaan dan penyetingannya dibutuhkan spesifikasi peralatan listrik dan setting relai yang digunakan.

Dalam perencanaan sistem proteksi, maka untuk mendapatkan suatu sistem proteksi yang baik diperlukan persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

- a. Sensitif, suatu Relai proteksi bertugas mengamankan suatu alat atau suatu bagian

tertentu dari suatu sistem tenaga listrik, alat atau bagian sistem yang termasuk dalam jangkauan pengamanannya. Relai proteksi mendeteksi adanya gangguan yang terjadi di daerah pengamanannya dan harus cukup sensitif untuk mendeteksi gangguan tersebut dengan rangsangan minimum dan bila perlu hanya mentripping pemutus tenaga (PMT) untuk memisahkan bagian sistem yang terganggu.

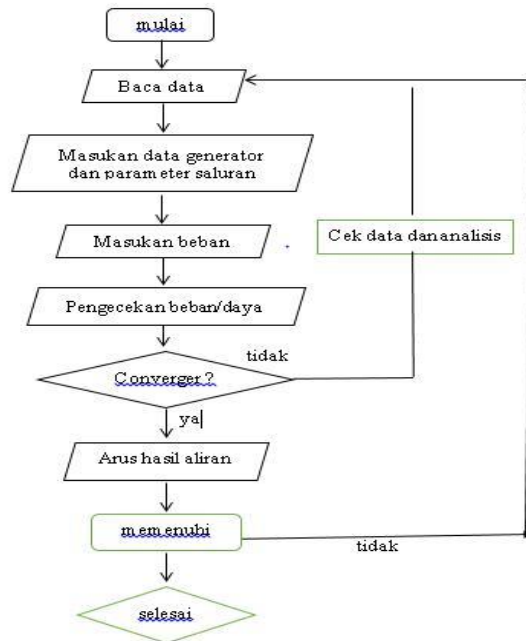
b. Selektif, selektivitas dari relai proteksi adalah suatu kualitas kecermatan pemilihan dalam mengadakan pengamanan. Bagian yang terbuka dari suatu sistem oleh karena terjadinya gangguan harus sekecil mungkin, sehingga daerah yang terputus menjadi lebih kecil. Relai proteksi hanya akan bekerja selama kondisi tidak normal atau gangguan yang terjadi di daerah pengamanannya dan tidak akan bekerja pada kondisi normal atau pada keadaan gangguan yang terjadi diluar daerah pengamanannya.

Cepat, makin cepat relai proteksi bekerja, tidak hanya dapat memperkecil kemungkinan akibat gangguan, tetapi dapat memperkecil kemungkinan meluasnya akibat yang ditimbulkan oleh gangguan.

Andal, dalam keadaan normal atau sistem yang tidak pernah terganggu relai proteksi tidak bekerja selama berbulan-bulan mungkin bertahun-tahun, tetapi relai proteksi bila diperlukan harus dan pasti dapat bekerja, sebab apabila relai gagal bekerja dapat mengakibatkan kerusakan yang lebih parah pada peralatan yang diamankan atau mengakibatkan bekerjanya relai lain sehingga daerah itu mengalami pemadaman yang lebih luas..

METODOLOGI PENELITIAN

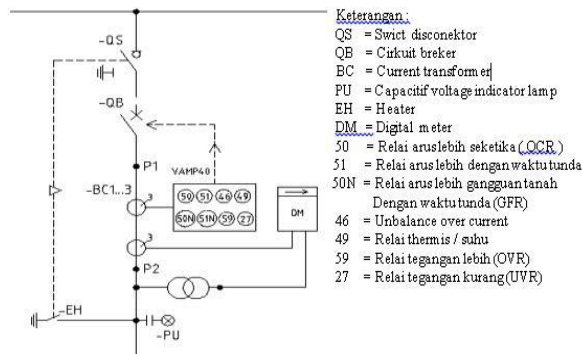
Data penelitian akan diambil dengan melakukan studi literatur, dan juga dengan menggunakan alat ukur arus yang dipakai adalah sverker. Pengukuran aliran arus digunakan untuk menentukan berapa daya yang mengalir pada beban. Selain melakukan studi literature juga dilakukan perhitungan dengan rumus baku untuk mengetahui besaran arus yang mengalir pada beban. Setelah kita mengetahui aliran arus pada beban pertama dalam keadaan normal. Selanjutnya kita lakukan pengujian aliran arus pada beban kedua yang menyebabkan trip/gangguan disebabkan karena aliran arusterlalu besar pada beban kedua. Penyebab gangguan /trip adalah karena settingan relai proteksinya lebih rendah dari arus yang mengalir pada beban kedua.



Gambar 1. Flowchart alir proses penelitian

Setting Proteksi

Secara umum sistem proteksi merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu instalasi tenaga listrik, selain untuk melindungi peralatan utama bila terjadi gangguan hubung singkat, sistem proteksi juga harus dapat mencegah atau membatasi daerah yang terganggu dan memisahkan daerah yang tidak terganggu, sehingga gangguan tidak meluas dan kerugian yang timbul akibat gangguan tersebut dapat di minimalisasi. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2. Sistem setting proteksi, Office 3 Danayasa pada MVDP

Relai berfungsi sebagai alat pengendali untuk dapat merasakan adanya keadaan abnormal atau gangguan. Kemudian dari keadaan tersebut, relai dapat memberikan keputusan untuk melepaskan sistem dari sumber tegangan atau meneruskan informasi ke sistem yang lain seperti alarm. Informasi keadaan abnormal pada relai tersebut di dapat dari *Current Transformer (CT)*. Dalam sistem proteksi tenaga listrik, Relai yang sering digunakan adalah *Over Current Relay (OCR)*. *Over Current Relay (OCR)* adalah Relai perlindungan yang bekerja bila arus yang mengalir pada saluran melebihi arus yang dipilih pada relai arus lebih tersebut.

Proteksi terdiri atas seperangkat peralatan yang merupakan sistem yang terdiri atas komponen-komponen sebagai berikut :

Relai, sebagai alat perasa untuk mendeteksi adanya gangguan yang selanjutnya memberi perintah trip kepada Pemutus Tenaga (PMT).

Trafo arus dan/atau trafo tegangan sebagai alat yang mentransfer besaran listrik primer dari sistem yang diamankan ke Relai (besaran listrik skunder).

Pemutus tenaga untuk memisahkan bagian sistem yang terganggu.

Baterai beserta alat pengis (bateray charger) sebagai sumber tenaga untuk bekerjanya relai, peralatan bantu tripping.

Karakteristik relai arus lebih

Koordinasi relai arus lebih untuk mendapatkan selektifitas terutama dilakukan dengan penyetelan waktu kerja relai, disamping itu juga karena adanya perbedaan arus pada sisi hilir dan sisi hulunya. Karakteristik yang dipakai pada Vamp 40 ini adalah standar inverse

Standar Inverse, karakteristik arus waktu tunda terbalik (*Normal Inverse*) kecepatan pemutusannya dipengaruhi oleh besaran arus gangguan. Dengan arus gangguan kecil, relai akan aktif dengan waktu pemutusan yang lama dan juga sebaliknya, relai ini baik sekali digunakan sebagai pengaman, karena waktu pemutusannya sangat cepat. Keuntungan relai ini akan berkurang bila diterapkan pada jaringan yang arus gangguan diujung dan dipangkal hampir tidak berbeda, sehingga waktu kerja relai sama, hal ini terjadi pada jaringan yang jauh dari sumber dari sumber pembangkit atau pada sistem tenaga listrik yang diketanahkan melalui tahanan, baik tahanan rendah maupun tahanan tinggi, kekurangan lain dari relai ini adalah tidak cocok dipakai pada sistem tenaga listrik yang pembangkitnya sangat berubah-ubah. Pada saat kapasitas pembangkitnya kecil, arus gangguan menjadi kecil sehingga waktu kerja relai menjadi lama, waktu kerja relai ini memenuhi rumus berikut :

$$t \propto \frac{0,14.Tms}{I^2} \quad (1)$$

dimana: t = Waktu kerja relai (sekon)

Tms = Faktor pengali waktu.

I = Besarnya arus gangguan hubungan singkat (A)

I_{set} = Nilai settingan arus primer (A)

Setting Relai Arus Lebih

Pada sebuah sistem tegangan menengah *Medium Voltage Main Distribution Panel* (MVMDP) di gedung office 3 Senopati, Jakarta Selatan dipasangkan sebuah relai sebagai alat proteksi. Relai yang terpasang pada panel tegangan menengah 20kV berfungsi sebagai relai utama. Setelan arus lebih dihitung berdasarkan arus beban yang mengalir di incoming panel tegangan menengah 20kV. Nilai setting arus lebih dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

a. Setting arus :

I_{set} (primer) = $1,05 \times I$ beban

dimana : I beban = besarnya arus saat beban puncak tersebut.

Setting waktu (Tms) :

Nilai setting untuk Tms dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$t = \frac{0.14 * Tms}{\left(\frac{Ifault}{Iset} \right)^{0.02} - 1}$$

(2)

I fault = Arus gangguan hubung singkat (A)

Selain sebagai nilai yang disetkan pada relai, nilai setting waktu (Tms) ini juga dapat digunakan untuk pemeriksaan waktu kerja dari relai tersebut, baik dihitung secara manual maupun dengan menggunakan rumus kurva waktu vs arus. Kurva waktu vs arus bermacam-macam sesuai desain pabrik pembuat relai tersebut.

Pemeriksaan Waktu Kerja Relai Arus Lebih (OCR)

Hasil perhitungan setelan relai arus lebih masih harus diperiksa waktu kerjanya, untuk mengetahui waktu kerja relai dilokasi gangguan tertentu. Pemeriksaan ini dilakukan terutama pada relai arus lebih dari jenis standard (normal) inverse. Lamanya waktu kerja inverse ini ditentukan oleh besarnya arus gangguan yang mengalir pada relai, makin besar arus gangguan yang mengalir pada relai maka makin cepat kerja relai tersebut menutup kontakannya yang kemudian mentripkan, pemeriksaan waktu kerja relai ini dilakukan pada relai yang terpasang di panel incoming tegangan menengah (MVMDP) 20kV, agar dapat diketahui selisih waktu terjadi gangguan hubung singkat dipanel incoming tegangan menengah (MVMDP) 20kV, perhitungannya bisa menggunakan rumus dasar :

$$t = \frac{0.14 * Tms}{\left(\frac{Ifault}{Iset} \right)^{0.02} - 1}$$

Supaya dapat dianalisa dengan baik, maka sebaiknya pemeriksaan selektifitas waktu kerja relai dilakukan pada lokasi setiap gangguan yang berbeda, sehingga akan terlihat pada lokasi mana relai tersebut tidak bekerja sesuai dengan yang kita inginkan. Selain diperiksa selektifitas waktu kerjanya, perlu juga dihitung selisih waktu kerja antara relai yang terpasang pada gardu induk PLN Office 3 Danayasa Senopati, Jakarta Selatan dengan relai yang terpasang pada sisi panel incoming tegangan menengah (MVMDP) 20kV Office 3 Danayasa Senopati, Jakarta Selatan.

Data yang diperlukan dalam penelitian di Office 3 Senopati Jakarta Selatan.

1. Data setting PLN

Table 1. Data setting PLN

Spesifikasi	Nilai Setting	Keterangan
Merk Relay	Mikom	
Type	P123	
Data Terpasang	2180 kVA	
CT Terpasang	3 x 75/5A	

Sumber : Gardu PLN untuk Office 3 Danayasa Senopati Jakarta Selatan 2018

Tabel 2. Data setting relai proteksi Vamp 40

Spesifikasi	Nilai Setting	Aktual Setting	Keterangan
Merk Relay	Vamp – 40		
Voltage	20 Kv		
I nominal	42 A	42 A	Is (arus setting)

Daya	1450 kVA		
Rasio CT	300/5 A	0.06 det	Tms (Times setting)
Karakteristik	Standart Inverse		

Data spesifikasi panel

Tabel 3. Data Spesifikasi panel tegangan menengah

No	Description	Technical Data	Merk	Type
1	Switch Disconnector	3PH, 24kV, 630A, 20KA	ABB	SFG24K
2	Direct Bushing Insulator	3PH, 24KV, 630A, 20KA	ABB	-
3	MV SF6 Circuit Breaker C/W	24kV, 630A, 16KA, Fixed Type	ABB	HD4/S
4	Motor Gear For CB	220 VAC, 50Hz	ABB	M
5	Closing Coil For CB	220VAC, 50Hz	ABB	MC

4. Data trafo

Tabel 4. Data spesifikasi trafo

Spesifikasi	Type	Nilai <i>Setting</i>	Keterangan
Merk	Trafoindo		
Frekuensi		50 Hz	

Daya		2.000 kVA	
Tegangan		20 kV / 380 V	
Arus Normal (In)		3.200 A	
Impedansi (Z%)		6 %	
Vektor Group	Dyn-5		
Quantity			2 Unit

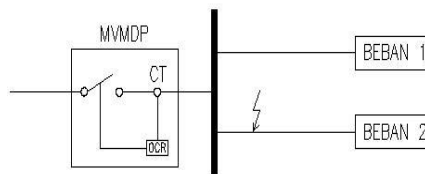
Data pemakaian beban

Tabel 5. Data pemakaian beban bulan jauari 2018

Hari / Tanggal	IEC	Is (A)	Tms (sec)	D (kVA)	V (kV)	Gangguan
Jum'at 01/01/2018	Normal	42	0.06	1450	20	
Senin						
04/01/2018	Normal	42	0.06	1450	20	
Selasa	Normal	42	0.06	1450	20	
05/01/2018						
Rabu	OCR	60	0.065	1450	20	OCR
06/01/2018	Normal	60	2	2180	20	
Kamis						
07/01/2018	Normal	60	2	2180	20	
Jum'at	Normal	60	2	2180	20	
08/01/2018						

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian beban 1 dengan alat ukur sverker pada saat pemakaian dalam kondisi normal dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3. Gangguan hubungan singkat pada panel MVMDP

Tabel 6. Hasil pengujian arus pada beban pemakaian 1

R (A)	S (A)	T (A)	3Fasa	Cos p	V (kVA)	A (A)	Ket
83.292	84.736	83.936	251.964	0.8	201.571	6	Normal
77.704	82.080	81.824	241.608	0.8	193.286	6	Normal
224.965	229.816	231.250	686.031	0.86	593.406	18	Normal
385.961	396.632	397.010	1.179.603	0.84	988.264	29	Normal

Sumber : Proyek Office 3 Danayasa Senapati, Jakarta Selatan.

Berdasarkan rumus dalam kondisi normal :

a. $I \square KVA$

$$3 \quad \frac{I \square}{\sqrt{3} \square 20kV} \quad \frac{201}{.57} = 6 \text{ A}$$

34.
640

$$\text{b.} \quad \begin{array}{l} \text{KVA} \\ I \square \frac{193.286}{34.640} = 6 \text{ A} \\ I \square \frac{\quad}{3 \sqrt{3} \square 20kV} \end{array}$$

$$\text{c.} \quad \begin{array}{l} \text{KVA} \\ I \square \frac{593.406}{34.640} = 18 \text{ A} \\ I \square \frac{\quad}{3 \sqrt{3} \square 20kV} \end{array}$$

$$\text{d.} \quad \begin{array}{l} \text{KVA} \\ I = 29 \quad I \frac{988.264}{34.640} \text{ A} \\ I \square \frac{\quad}{3 \sqrt{3} \square 20kV} \end{array}$$

Dari hasil pengujian arus dari beban pertama dari sampai dengan pengujian keempat aliran arus masih normal dan tidak trip. Karna setting arus pada relay proteksi Vamp 40 adalah 42A.

Tabel 7. Data setting relai proteksi Vamp 40

Spesifikasi	Nilai Setting	Aktual Setting	Keterangan
Merk Relay	Vamp – 40		
Voltage	20 kV		
I nominal	42 A	42 A	Is (arus setting)
Daya	1450 kVA		
Rasio CT	300/5 A	0.06 det	Tms (Times setting)
Karakteristik	Standart Inverse		

Perhitungan beban pada saat pemakaian 2 untuk pemakaian Chiller.dapat dilihat pada table 7.

Tabel 7. Hasil pengujian arus pada beban pemakaian 2

R (A)	S (A)	T (A)	3Fasa	Cos p	V (kVA)	A	Ket
90.435	94.051	95.721	280.207	0.8	224.165	7	Normal
493.732	493.732	493.732	1.481.196	0.82	1.214.581	35	Normal
779.760	783.886	783.057	2.346.703	0.67	1.572.292	46	Trip

Berdasarkan rumus dalam kondisi normal :

$$a. I \square \frac{KVA}{\sqrt{3} \square 20kV} \quad I \square \frac{224.165}{34.640} = 7 \text{ A}$$

$$b. \quad \square \frac{1.214.581}{34.640} = 35 \text{ A}$$

$$I \square \frac{\quad}{\sqrt{3} \square 20kV}$$

$$c. \quad I \square \frac{KVA}{\sqrt{3} \square 20kV} \quad \square \frac{1.572.292}{34.640}$$

= 46 A

Dari hasil pengujian pemakain beban ke dua terjadi trip pada tegangan 46 A. Pada settingan relay proteksinya Vamp 40 arus settinganya 42A. Makanya terjadi trip karna beban kedua sudah melebihi setting arus proteksi Vamp 40. Untuk mencegah terjadinya over current maka disepakati antara owner dan kontrak tor untuk mensetting ulang relay proteksi Vamp 40 seperti table dibawah ini :

Tabel 8. Perubahan data setting relay proteksi Vamp 40

Spesifikasi	Nilai Setting	Aktual Setting	Keterangan
Merk Relay	Vamp - 40		
Voltage	20 kV		
I nominal	60 A	60 A	Is (arus setting)
Daya	2180 kVA		
Rasio CT	300/5 A	2	Tms (Times setting)
Karakteristik	Standart Inverse		

Setelah adanya perubahan setting relay Vamp 40 maka gangguan/trip sudah tidak terjadi lagi.

Tabel 9. Data pemakaian beban bulan jauari 2018 setelah perubahan setting relay.

Hari / Tanggal	IEC	Is	Tms	D	V	Gangguan
Jum'at 01/01/2018	Normal	42 A	0.06	1450 kVA	20 kV	
Senin 04/01/2018	Normal	42 A	0.06	1450 kVA	20 kV	
Selasa 05/01/2018	Normal	42 A	0.06	1450 kVA	20 kV	
Rabu 06/01/2018	Normal	60 A	2	21800 kVA	20 kV	
Kamis 07/01/2018	Normal	60 A	2	2180 kVA	20 kV	
Jum'at 08/01/2018	Normal	60 A	2	2180 kVA	20 kV	

KESIMPULAN

Hasil pengukuran arus yang mengalir pada beban dengan menggunakan alatsverker pada beban pertama didapat arus beban yang mengalir adalah dengan empat kali pengujian 6A pada pengujian pertama, 6 A pada pengujian kedua, 18A padapengujian ketiga dan 29 A pada pengujian keempat. Arus yang mengalir pada beban pertama ini tidak menyebabkan gangguan trip karna setingan pada relai proteksinya adalah 42 A.

Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018

Hasil pengukuran arus yang mengalir pada beban kedua adalah: pengukuran pertama 7A, pengukuran ke dua adalah 35A, dan pengukuran ke tiga adalah 46A. hasil pengukuran pada beban kedua ini mengindikasikan terjadinya gangguan/trip disebabkan arus yang mengalir melebihi dari pada setingan pada relai proteksi yaitu sebesar 42A. Untuk menjaga terjadinya gangguan/trip pada relai proteksi disepati sama owner dan kontraktor untuk menaikkan daya pada settingan relai proteksi dari 1450 kVA menjadi 2180 kVA. Setelah dinaikan daya pada jaringan distribusi menjadi 2180 kVA sudah tidak ada lagi gangguan / trip di relai proteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Aslimari, Ganefri Jakarta, Zaidel Hamdi, Jakarta 2007, Teknik Transmisi Tenaga Listrik.
- [2]. PT.PLN (Persero) Pusdiklat 2009 ; Dasar Proteksi Tegangan Tinggi : PT.PLN (persero) Operasi dan Pemeliharaan
- [3]. PT.ABB Sakti Industri, MV AIS Secondary Switchgear.
- [4]. A S Pabla, Jakarta ; Erlangga 1986, Sistem Distribusi Daya Listrik.
- [5]. PT. PLN (Persero).2006. Materi Pelatihan Kursus Proteksi Distribusi. Bandung Departement Pendidikan Nasional ; Tahun 2008, Aslimeri, Ganefri, Zaidel Hamdi, Sudaryono – Jakarta ; Teknik Transmisi Tenaga Listrik.
- [6]. A.N. Afandi, Operasi Sistem Tenaga Listrik berbasis EDSA. Penerbit Gava Media 2010