Analisa Proteksi Over Current Relay Pada Jaringan Tegangan Menengah 20KV Di PELINDO 1 Cabang Belawan

by Faisal Irsan

Submission date: 25-Jan-2024 10:01AM (UTC+0700)
Submission ID: 2277905220
File name: 7821-17616-2-PB.pdf (1.2M)
Word count: 5305
Character count: 29813

R E L E
(Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro
Vol. 4, No. 1, Juli 2021, ISSN 2622 – 7002

Analisa Proteksi *Over Current Relay* Pada Jaringan Tegangan Menengah 20KV Di PELINDO 1 Cabang Belawan

Faisal Irsan Pasaribu[1], Indra Roza[2], CA Siregar[3], Faisal Akbar Sitompul[4]
[1,4] Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
[2] Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Harapan Medan
[3] Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan, 20238[1,3,4]
Jl. H. M. Joni No. 70 C Medan, 20216[2]
e-mail: faisalirsan@umsu.ac.id

Abstrak—Adapun analisis ini dibuat dikarenakan pada PT. Pelindo 1 Cabang Belawan sering mengalami pemadaman dikarenakan faktor perawatan dan juga gangguan yang di sebabkan oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Maka dari itu analisis proteksi ini diangkat untuk meminimalisir kerusakan pada peralatan - peralatan distribusi akibat gangguan hubung singkat yang terjadi.Ruang lingkup dari penulisan ini pun untuk menentukan nilai arus hubung singkat dan menentukan nilai *setting* peralatan proteksi menggunakan *over current relay* agar dapat mengetahui dan memahami arus hubung singkat serta penentuan nilai peralatan proteksi yang tepat sehingga dapat diterapkan nilai arus *setting* pada peralatan proteksi yang menjangkau relay lain agarperalatan – peralatan distribusi milik PT. Pelindo 1 Cabang Belawan dapat bekerja dengan baik. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan lama waktu relay bekerja saat terjadi gangguan arus hubung singkat serta mengetahui koordinasi relay incoming dan outgoing dan perbandingan besar nilai arus gangguan 1 fasa dilapangan dengan hasil analisa. Dari hasil penelitian, didapat bahwa arus gangguan hubung singkat terbesar 1 fasa adalah sebesar 603, 2 A. Sedangkan untuk koordinasi *over current relay* tidak dalam kondisi baik yang dimana hasil perhitungan kecepatan waktu kerja relay di sisi *incoming* sebesar 0, 117 detik dan sisi *outgoing* BICT sebesar 0, 119 detik. Hasil perhitungan dengan data yang ada dilapangan tidak dalam kondisi yang sesuai (terdapat perbedaan), sehingga dapat di simpulkan bahwa nilai *setting over current relay* PT. Pelindo 1 dilakukan penyettingan ulang, dan setelah dilakukannya penyettingan ulang, hingga saat ini relay proteksi masih dalam keadaan baik.

Kata kunci : Sistem Proteksi, *Over Current Relay*, Jaringan Tegangan Menengah , Koordinasi

Abstract—*The analysis is made because at PT. Pelindo 1 Belawan Branch often experiences blackouts due to maintenance factors and also disturbances caused by irresponsible people. Therefore this protection analysis is appointed to minimize damage to distribution equipment due to short circuit disturbances that occur. The scope of this paper is to determine the value of short circuit current and determine the setting value of protection equipment using over current relays in order to know and understand the current short circuit and determining the value of the appropriate protection equipment so that the setting current values can be applied to the protection equipment that reaches other relays so that the distribution equipment belonging to PT. Pelindo 1 Belawan Branch can work well. This research was conducted to determine the length of time the relay works when there is a short circuit current disturbance and to determine the coordination of incoming and outgoing relays and the comparison of the magnitude of the value of the 1-phase fault current in the field with the results of the analysis. From the research results, it is found that the largest single phase short circuit fault current is 603.2 A. Meanwhile, the over current relay coordination is not in a good condition, where the results of the calculation of the relay working time speed on the incoming side 0, 117 seconds and the outgoing BICT side. equal to 0, 119 seconds. The results of calculations with the existing data in the field are not in suitable conditions (there are differences), so it can be concluded that the setting value of the over current relay of PT. Pelindo 1 has been resetting, and after resetting it, until now the protection relay is still in good condition.*

Keywords : *Protection System, Over Current Relay, Medium Voltage Network, Coordination*

I. PENDAHULUAN

Pada sebuah sistem kelistrikan seringkali terjadi gangguan yang menyebabkan pemadaman aliran listrik bahkan kerusakan pada alat-alat kelistrikan. Gangguan ini bisa terjadi di bagian mana saja misalnya jaringan distribusi listrik. Gangguan ini bisa disebabkan oleh binatang, sambaran petir bahkan *setting* dari sistem proteksi yang salah dan tentu saja hal ini akan mempengaruhi keandalan sistem penyalurannya.

Copyright© 2021 RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro. This is an open acces article under the CC-BY-SA lisence (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Adapun penelitian ini dibuat dikarenakan pada jaringan distribusi PT. Pelindo 1 Cabang Belawan sering mengalami pemadaman dikarenakan faktor perawatan dan juga gaangguan yang di sebabkan oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Maka dari itu analisis proteksi ini diangkat untuk meminimalisir kerusakan pada peralatan - peralatan distribusi akibat gangguan hubung singkat yang terjadi.Dalam hal ini bisa saja terjadi ketidakhandalan suatu proteksi ataupun perbedaan nilai *setting* proteksi *Overcurrent relay*. Sehingga saat ada perubahan nilai beban menyebabkan sistem proteksi aktif dan mendeteksi kenaikan beban yang juga menaikkan nilai arus sebagai gangguan, maka jaringan distribusi akan otomatis padam.

Terkadang hal ini jarang diperhatikan karena penamabahan jumlah beban yang hanya sedikit. Namun lama kelamaan beban akan menumpuk dan menyebabkan nilai *setting Overcurrent relay* sudah tidak relevan lagi. Sehingga diperlukan nilai *setting*relay yang memenuhi syarat yakni selektivitas, sensitivitas, reliabilitas dan kecepatan, (I Nurmalasari, dkk. 2016), (D. Tetap, 2017).

II. STUDI PUSTAKA

A. *Sistem Proteksi*

Secara umum sistem proteksi yaitu cara untuk mencegah atau membatasi kerusakan peralatan tehadap gangguan, sehingga kelangsungan penyaluran tenaga listrik dapat dipertahankan. Sistem proteksi penyulang tegangan menengah ialah pengamanan yang terdapat pada sel-sel tegangan menengah di Gardu Induk dan pengaman yang terdapat pada jaringan tegangan menengah, (N. P. Putra, H. Purnomo, and T. Utomo, 2015) Penyulang tegangan menengah ialah penyulang tenaga listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan tenaga listrik tegangan menengah (3.3 kV – 20 kV), (I Roza, FI Pasaribu, MF Siregar, Syafriwel. 2019),yang terdiri dari :

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

Persyaratan terpenting dari sistem proteksi yaitu :

A. Kepekaan Proteksi (*sensitivity*)

Pada prinsipnya relay harus cukup peka sehingga dapat mendeteksi gangguan di kawasan pengamanannya, termasuk kawasan pengamanan cadangan-jauhnya, meskipun dalam kondisi yang memberikan deviasi yang minimum. Untuk relay arus-lebih hubung-singkat yang bertugas pula sebagai pengaman cadangan jauh bagi seksi berikutnya, relay itu harus dapat mendeteksi arus gangguan hubung singkat dua fasa yang terjadi diujung akhir seksi berikutnya dalam kondisi pembangkitan minimum, (A. Nugoho and T. Sukmadi, 2017).

Sebagai pengaman peralatan seperti motor, generator atau trafo, relay yang peka dapat mendeteksi gangguan pada tingkatan yang masih dini sehingga dapat membatasi kerusakan.(FI Pasaribu, I Roza, 2020). Bagi peralatan seperti tsb diatas hal ini sangat penting karena jika gangguan itu sampai merusak besi laminasi stator atau inti trafo, maka perbaikannya akan sangat sukar dan mahal.

B. Keandalan Proteksi (*Reliability*)

Ada 3 aspek dalam keandalan sistem proteksi, yaitu:

a. Dependability

Yaitu tingkat kepastian bekerjanya (Keandalan kemampuan bekerjanya).Pada prinsipnya pengaman harus dapat diandalkan bekerjanya (dapat mendeteksi dan melepaskan bagian yang terganggu), tidak boleh gagal bekerja. Dengan kata lain perkataan *dependability*-nya harus tinggi, (ES. Nasution, FI Pasaribu, dkk.,2015).

b. Security

Yaitu tingkat kepastian untuk tidak melakukan kesalahan bekerja (keandalan untuk tidak melakukan kesalahan bekerja). Kesalahanbekerja adalah kerja yang semestinya tidak harus dilakukan, misalnya karena lokasi gangguan di luar kawasan pengamanannya atau sama sekali tidak ada gangguan atau kerja yang terlalu cepat atau terlalu lambat. Kesalahanbekerja mengakibatkan pemadaman yang sebenarnya tidak perlu terjadi. Jadi pada prinsipnya pengaman tidak boleh salah kerja, dengan lain perkataan *security*-nya harus tinggi.

c. Availabilty

Yaitu perbandingan antara waktu di mana pengaman dalam keadaan berfungsi/siap kerja dan waktu total dalam operasinya. Dengan relay elektromekanis, jika rusak/tidak berfungsi, tidak diketahui segera. Baru diketahui dan diperbaiki atau diganti. Disamping itu, sistem proteksi yang baik juga juga dilengkapi dengan kemampuan mendeteksi terputusnya sirkit trip, sirkit sekunder arus, dan sirkit sekunder tegangan serta hilangnya tegangan serta hilangnya tegangan searah (*DC voltage*), dan memberikan alarm sehingga bisa diperbaiki, sebelum kegagalan proteksi dalam gangguan yang sesungguhnya, benar-benar terjadi. Jadi *availability* dan keandalannya tinggi, (F. O. Suryaadmaja, S. Handoko, and B. Winardi, 2017).

C. Selektifitas Proteksi (*Selectivity*)

Pengaman harus dapat memisahkan bagian sistem yang terganggu sekecil mungkin yaitu hanya seksi atau peralatan yang terganggu saja yang termasuk

Copyright© 2021 REE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro. This is an open acces article under the CC-BY-SA lisence (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro, Vol. 4, No. 1, Juli 2021
ISSN 2622 – 7002 (online), Hal 18 – 26, DOI: https://doi.org/10.30596/rele.v4i1.7821

dalam kawasan pengamanan utamanya.Pengamanan sedemikian disebut pengaman yang selektif.

Jadi relay harus dapat membedakan apakah, (S. Bahri, 2012) :

1. Gangguan terletak di kawasan pengamanan utamanya dimana ia harus bekerja cepat.
2. Gangguan terletak di seksi berikutnya dimana ia harus bekerja dengan waktu tunda (sebagai pengaman cadangan) atau menahan diri untuk tidak trip.
3. Gangguannya diluar daerah pengamanannya, atau sama sekali tidak ada gangguan, dimana ia tidak harus bekerja sama sekali.

Untuk itu relay-relay, yang didalam sistem terletak secara seri, di koordinir dengan mengatur peningkatan waktu (*time grading*) atau peningkatan setting arus (*current grading*), atau gabungan dari keduanya.

D. Kecepatan Proteksi (*speed*)

Untuk memperkecil kerugian/kerusakan akibat gangguan, maka bagian yang terganggu harus dipisahkan secepat mungkin dari bagian sistem lainnya. Waktu total pembebasan sistem dari gangguan adalah waktu sejak munculnya gangguan, sampai bagian yang terganggu benar-benar terpisah dari bagian sistem lainnya. Kecepatan itu penting untuk :

1. Menghindari kerusakan secara *thermis* pada peralatan yang dilalui arus gangguan serta membatasi kerusakan pada alat yang terganggu,(FI Pasaribu, MLFazawi, 2021).
2. Mempertahankan kestabilan sistem.
3. Membatasi ionisasi (busur api) pada gangguan disaluran udara yang akan berarti memperbesar kemungkinan berhasilnya penutupan balik PMT (*reclosing*) dan mempersingkat *dead time*nya (interval waktu antara buka dan tutup).

Untuk menciptakan selektifitas yang baik, mungkin saja suatu pengaman terpaksa diberi waktu tunda (td) namun waktu tunda tersebut harus sesingkat mungkin (seperlunya saja) dengan memperhitungkan resikonya, (F. O. Suryaadmaja, S. Handoko, and B. Winardi, 2017).

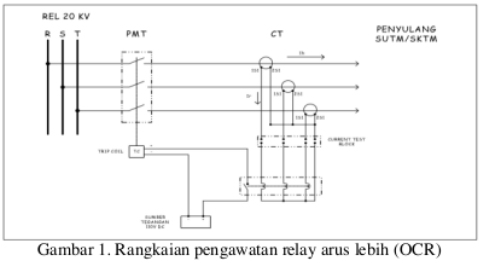
B. Gangguan Arus Hubung Singkat

Gangguan hubung singkat yang mungkin terjadi di dalam jaringan (sistem kelistrikan) ada 3, yaitu

1. Gangguan hubung singkat 3 fasa
2. Gangguan hubung singkat 2 fasa, dan
3. Gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah

C. Relay Arus Lebih (Over Current Relay)

Relay Arus Lebih (*OCR*) bekerjanya berdasarkan adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai pengaman tertentu dalam jangka waktu tertentu, sehingga relayini dapat dipakai sebagai pola pengaman arus lebih. Prinsip kerja relay arus lebih yang bekerjanya berdasarkan besaran arus lebih akibat adanya gangguan hubung singkat dan memberikan perintah trip ke PMT sesuai dengan karakteristik waktunya sehingga kerusakan alat akibat gangguan dapat dihindari, (K. J. Aryamantara, I. A. Giriantari, and I. Sukerayasa, 2018), (IB. Y. Husodo, 2014).



Gambar 1. Rangkaian pengawatan relay arus lebih (OCR)

Cara kerjanya dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Pada kondisi normal arus beban (Ib) mengalir pada SUTM / SKTM dan oleh trafo arus besaran arus ini di transformasikan ke besaran sekunder (Ir). Arus (Ir) mengalir pada kumparan relay tetapi karena arus ini masih lebih kecil dari pada suatu harga yang ditetapkan (*setting*), maka relay tidak bekerja.
2. Bila terjadi gangguan hubung singkat, arus (Ib) akan naik dan menyebabkan arus (Ir) naik pula, apabila arus (Ir) naik melebihi suatu harga yang telah ditetapkan (diatas *setting*), maka relay akan bekerja dan memberikan perintah trip pada *tripping coil* untuk bekerja dan membuka PMT, sehingga SUTM / SKTM yang terganggu dipisahkan dari jaringan.

Adapun bentuk fisik dari *Over Current relay* dan *Ground Fault Relay* yang digunakan adalah sebagai berikut:


Gambar 2. *Over Current Relay* dan *Ground Fault Relay* tipe Sepam

Copyright© 2021 RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro. This is an open acces article under the CC-BY-SA lisence (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

D. Koordinasi Relay Arus Lebih (Over Current Relay)

Hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat, pada tahap selanjutnya dipergunakan untuk menentukan nilai setelan arus lebih, terutama nilai setelan *Tms (Time Multiple Setting)* dari *OCR* dari jenis *inverse*, (E. S., and M. Nurdin, 2015). Di samping itu setelah nilai setelan relay didapatkan, nilai–nilai arus gangguan hubung singkat pada setiap lokasi gangguan yang diasumsikan dipakai untuk memeriksa kerja *OCR*, apakah masih dapat dinilai selektif atau nilai setelan harus diubah ke nilai lain yang memberikan kerja relay yang lebih selektif atau didapatkan kerja selektifias yang optimum (relay bekerja tidak terlalu lama tetapi menghasilkan selektifitas yang baik), (W. Wijana, I. K. Wijaya, and I. M. Mataram, 2018). Sedangkan untuk setelan relay arus beban lebih dihitung di *incoming* trafo, artinya:

1. Untuk relay arus beban lebih yang terpasang dipenyulang dihitung berdasarkan arus beban maksimum yang mengalir dipenyulang tersebut. Minimum dari relay arus lebih (terutama di penyulang) tidak lebih kecil dari 0.3 detik. Pertimbangan ini diambil agar relay tidak sampai trip lagi akibat arus *inrush* dari trafo – trafo distribusi ketika penyulang PMT penyulang tersebut dimasukan.
2. Untuk *OCR* yang terpasang di*incoming* trafo dihitung berdasarkan arus nominal trafo tersebut. Relay*inverse* diset sebesar 1.05 – 1.1 x I beban, *definit* diset sebesar 1.2 – 1.3 x I beban. Persyaratan lain yang harus dipenuhi adalah bahwa penyetelan waktu minimum dari relay arus lebih (terutama dipenyulang) tidak lebih kecil dari 0.3 detik. Pertimbangan ini diambil agarrelay tidak sampai trip lagi akibat arus *inrush* dari trafo-trafo distribusi ketika penyulang PMT penyulang tersebut dimasukan.

Setelan *OCR*

Penyetelan relay *OCR* pada sisi primer dan sisi sekunder transformator tenaga terlebih dahulu harus dihitung arus nominal *transformator* tenaga. Arus setting untuk relay *OCR* baik pada sisi primer maupun pada sisi sekunder *transformator* tenaga adalah:

I*set* (*prim*)= 1.05 x Inominal trafo

Nilai tersebut adalah nilai primer, Untuk mendapatkan nilai setelan sekunder yang dapat disetkan pada relay *OCR*, maka harus dihitung dengan menggunakan *ratio* trafo arus (*CT*) yang terpasang pada sisi primer maupun sisi sekunder *transformator* tenaga.

$$I_{set\ (sek)} = I_{set\ (pri)} x \frac{1}{Ratio\ CT} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

E. Penyetelan GFR Melalui Tahanan Rendah

Penyetelan *GFR* pada Sistem Pentanahan Melalui Tahanan Rendah yaitu :

1. *Ground Fault Relay (GFR)* pada SUTM
   I*set* = 10% x Io
   I*set* = Penyetelan arus relay
   Io=Arus gangguan terkecil (ujung penyulang)
2. *Ground Fault Relay* (GFR) pada SKTM
   I*set* = ks x IsCE
   I*set* = Penyetelan arus
   IsCE = Arus kapasitif saluran terpanjang operasinya
   Ks = Faktor keamanan digunakan 1.2 – 1.5.
   ,(K. Nanggalo, 2016)

F. Penyetelan GFR pada sistem Pentanahan Melalui Tahanan Tinggi

Pada sistem ini arus gangguan satu fasa ke tanah besarnya hanya 23*A* dan tidak jauh dengan kapasistansi ke tanah.Artinya arus kapasistansi ke tanah tidak dapat diabaikan terhadap arus resistif.

Adapun relay yang digunakan adalah relay gangguan tanah berarah. Relay ini sangat sensitif dengan karakteristik waktu tertentu. Relay ini mendapat suplai dari arus urutan nol tegangan urutan nol. Setelan minimum relay gangguan ini adalah 1*A*.

Jika Isminimum masih bisa menyebabkan relay bekerja adalah 1.25 x I*set*, (I Roza, FI Pasaribu, MF Siregar, Syafriwel. 2019).Maka tahanan gangguan Rf maksimum yang masih menyebabkan relay bekerja sekitar 8500 *ohm*. Jadi akibat sentuhan ranting pohon atau kawat putus menyentuh tanah diharapkan relay bekerja.

III. METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi : PT. PELINDO 1 CABANG BELAWAN, jalan Kapten R. Surlian No.1 Belawan sumatera Utara 20411 dengan data sebagai berikut:

Tabel 1. Data kabel penghantar

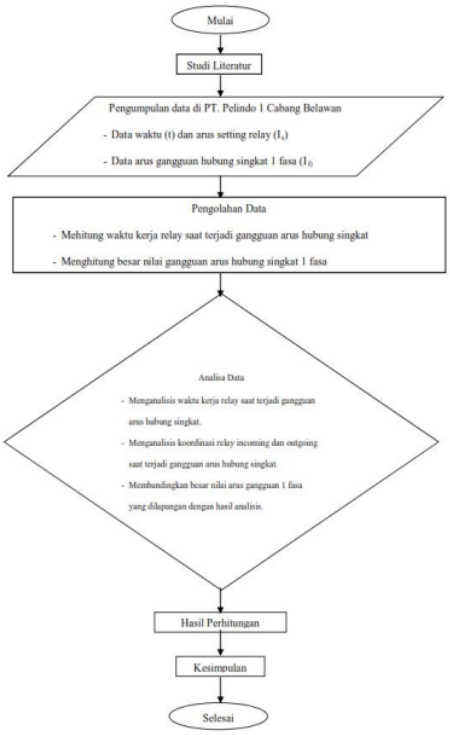
ITEM	URAIAN	SATUAN
TIPE	N2XSEBY	-
LUAS PENAMPANG	3 x 95	mm^2
IMPEDANSI	0,3096	Ohm/km

Tabel 2. Data Proteksi

SETTING							
OCR				GFR			
I >	Curve; tms>	I >>	Curve, tms>>	Io >	Curve; tms>	Io >>	Curve; tms>>
200A	SIT; 0,12 s	500A	Deft; 100ms	25A	SIT; 0,2 s	160A	Deft; 5 s
100A	SIT; 0,12 s	200A	Deft; 100ms	20A	UIT; 300ms	10A	Deft; 400ms

Copyright© 2021 REKE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro. This is an open acces article under the CC-BY-SA lisence (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro, Vol. 4, No. 1, Juli 2021
ISSN 2622 – 7002 (online), Hal 18 – 26, DOI: https://doi.org/10.30596/rele.v4i1.7821



Gambar 3. *Flowchart Penelitian*

Adapun langkah – langkah yang harus diketahui dalam melaksanakan suatu penelitian antara lain sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan penelitian.
2. Menghubungkan laptop ke Sepam pada cubicle SM6.
3. Membuka aplikasi *setting* relay pada laptop, kemudian mencatat data yang hasil settingan yang ada di lapangan.
4. Melakukan perhitungan *setting* relay dengan menggunakan data yang telah tercatat.
5. Melihat perbandingan data hasil perhitungan proteksi dan data di lapangan.
6. Melakukan *setting* ulang data di lapangan.
7. Selesai.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat*

Gangguan hubung singkat yang mungkin terjadi di dalam jaringan (sistem kelistrikan) ada 3 yaitu, (S. Bah 2012):

1) Gangguan hubung singkat 3 fasa
2) Gangguan hubung singkat 2 fasa
3) Gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah

Perhitungan Gangguan Hubung Singkat ini dihitung besarnya berdasarkan panjang penyulang, yaitu diasumsikan terjadi di 0%, 25%,50%,75% dan 100% panjang penyulang.

Menghitung Impedansi Sumber

Data Hubung Singkat di bus sisi *primer* (150kV) di Gardu Induk PLN Medan Labuhan adalah sebesar 2,962 MVA. Maka impedansi sumber (XS) adalah:

$$Xs = \frac{\text{kV sisi primer trafo}^2}{\text{MVA hubung singkat di bus primer}} = \frac{150^2}{2{,}962} = 7{,}59\ Ohm$$

Untuk mengetahui Impedansi di sisi sekunder, yaitu di bus sisi 20 kV maka:

$$Xs = \frac{\text{kV sisi sekunder trafo}^2}{\text{kV sisi primer trafo}^2}\ x\ \text{Xs (sisi } primer) = \frac{20^2}{150^2}\ x\ 2{,}962 = 0{,}134\ Ohm$$

Menghitung Reaktansi Trafo

Besarnya reaktansi trafo tenaga satu di Gardu Induk PLN Medan Labuhan adalah 12,50 %, agar dapat mengetahui besarnya nilai reaktansi urutan positif, negatif dan reaktansi urutan nol dalam ohm, maka perlu dihitung dulu besar nilai ohm pada 100 % nya.

Besarnya nilai ohm pada 100 % yaitu:

$$Xt(pada\ 100\%) = \frac{\text{kV sisi sekunder}^2}{\text{MVA trafo}} = \frac{20^2}{60} = 6{,}667\ Ohm$$

Nilai reaktansi trafo tenaga:

- Reaktansi urutan positif,negatif (Xt1 = Xt2)

Xt = 12.50% x 6,667 = 0,833 Ohm

- Reaktansi urutan nol (Xt0)

Karena trafo daya yang mensuplai penyulang PLN mempunyai hubungan Ynyn0 yang tidak mempunyai belitan delta di dalamnya, maka besarnya Xt0 berkisar antara 9 s.d. 1. Xt1, dalam perhitungan ini diambil nilai Xt0 lebihkurang 10. Xt1.

Jadi Xt0 = 10 x 0,833 = 8.33 ohm.

Menghitung Impedansi Penyulang

INDONESIA I CABANG BELAWAN hanya menggunakan satu buah tipe kabel yaitu XLPE 95 mm^2.

Tabel 3. Data penghantar

Panjang Penyulang	**4 km**	
N2XSEBY 95 mm²	R	jX
Z1 ohm/km	0.3096	0.3464
Z0 ohm/km	0.4576	1.6339

Dengan demikian, nilai impedansi penyulang untuk lokasi gangguan dengan jarak 0% sampai 100% panjang penyulang, sebagai berikut :

$Z_1 = Z_2$ (XLPE 95 mm^2 = 100% x 4 km x (0.3096 + j0.3464) Ω = 1.2384 + j1.3856 Ohm

Z_0 (XLPE 95 mm^2) = 100% x 4 km x (0.4576 + j1.6339) Ω = 1.8304 + j6.5356 Ohm

Copyright© 2021 RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro. This is an open acces article under the CC-BY-SA lisence (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Tabel 4. Impedansi Penyulang

	Z1=Z2		Z0	
	R	jX	R	jX
0%	0	0	0	0
25%	0,3096	0,3464	0,4576	1,6339
50%	0,6192	0,6928	0,9152	3,2678
75%	0,9288	1,0392	1,3728	4,9017
100%	1,2384	1,3856	1,8304	6,5356

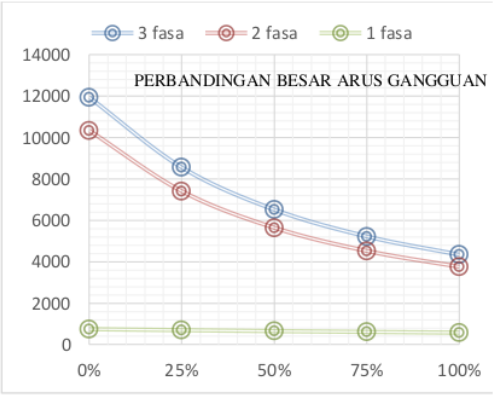
Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat

Setelah mendapatkan impedansi ekivalen sesuai dengan lokasi gangguan, selanjutnya perhitungan arus gangguan hubung singkat dapat dihitung dengan menggunakan rumus dasar seperti dijelaskan sebelumnya, hanya saja impedansi ekivalen mana yang dimasukkan ke dalam rumus dasar tersebut adalah tergantung dari jenis gangguan hubung singkatnya, dimana gangguan hubung singkat tersebut bisa gangguan hubung singkat 3 fasa, 2 fasa atau 1 fasa ke tanah.

Dengan hasil perhitunganArus Gangguan Hubung Singkat ini, (3 Fasa, 2 Fasa dan 1 Fasa ketanah),dapat digunakan untuk penyetelan Relay Arus Lebih dan Relay Gangguan Tanah. Maka dapat dibuat suatu perbandingan besarnya arus gangguan terhadap titik gangguan (lokasi gangguan pada penyulang yang dinyatakan dalam %) dengan menggunakan tabel berikut ini.

Tabel 5. Perbandingan besarnya arus gangguan

Panjang Penyulang (%)	Jarak (m)	Arus Hubung Singkat (A)		
		3 fasa	2 fasa	1 fasa
0	0	11941	0	0
25	1000	8557	25	1000
50	2000	6518	50	2000
75	3000	5223	75	3000



Gambar 3. Grafik Perbandingan Besar arus gangguan di Penyulang

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa besarnya arus gangguan hubung singkat di pengaruhi oleh jarak titik gangguan, semakin jauh jarak titik gangguan maka semakin kecil arus gangguan hubung singkatnya dan sebaliknya.Selain itu dapat dilihat bahwa arus gangguan hubung singkat terbesar adalah arus gangguan hubung singkat 3 fasa, apabila ditinjau dari gangguan terhadap fasa.

B. Penyetelan Relay Arus Lebih dan Relay Gangguan Tanah

Diketahui Pada penyulang PELINDO 1 CABANG BELAWAN trafo arus yang terpasang pada *incoming* mempunyai rasio 200/5 Ampere dan arus beban maksimum tersebut sebesar 200 A dan relay arus lebih dengan karakteristik standard *Inverse (normaly inverse)*, pada penyulang mempunyai rasio100/5 Ampere, dan arus beban maksimum tersebut sebesar 100 A dan relay arus lebih dengan karakteristik standard Inverse *(normaly inverse)*.

C. Perhitungan Waktu Trip Relay Proteksi

Setelah didapat nilai arus gangguan hubung singkat tiga fasa, dua fasa dan satu fasa, maka langkah selanjutnya adalah menghitung waktu trip relay proteksi berdasarkan setting yang telah ditetapkan sebelumya.

Fungsi dari perhitungan waktu trip relay proteksi ini adalah untuk mengetahui apakah preralatan proteksi bisa berkoordinasi dengan baik antara satu dengan yang lainnya, (ES. Nasution, FI Pasaribu, dkk.,2015).

Rumus umtuk melakukan perhitungan waktu *trip*relay proteksi tergantung dari kurva yang digunakan, antara lain:

a) Normaly Invers

Waktu trip relay proteksi menggunakan kurva *Normaly Invers* adalah:

$$t = \frac{0,14}{Ihs^{0,02}-1}.tms$$

b) Very Invers

Waktu trip relay proteksi menggunakan kurva *Very Invers* adalah:

$$t = \frac{13,5}{Ihs-1}.tms$$

c) Extremely Invers

Waktu trip relay proteksi menggunakan kurva *Extremely Invers* adalah:

$$t = \frac{80}{Ihs^{2}-1}.tms$$

d) Long Time Invers

Waktu trip relay proteksi menggunakan kurva *Long Time Invers* adalah:

$$t = \frac{120}{Ihs-1}.tms$$

Dimana:

t = waktu trip relay (detik)

I_{hs} = Nilai arus gangguan hubung singkat (*ampere*)

Tms = *time multiple setting* pada peralatan proteksi

Copyright© 2021 REE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro. This is an open acces article under the CC-BY-SA lisence (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro, Vol. 4, No. 1, Juli 2021
ISSN 2622 – 7002 (online), Hal 18 – 26, DOI: https://doi.org/10.30596/rele.v4i1.7821

Untuk data setting peralatan proteksi sebelum di*resetting*dapat dijabarkan sesuai tabel 4.14 sebagai berikut:

Tabel 6. Data Peralatan Proteksi PE6

NO	KODE PROTEKSI	LOKASI	MERK
1	*INCOMING* PLN	*POWER HOUSE*	Schneider
2	*OUT GOING TO BICT*	SGB	Schneider

Tabel 7. Data *Setting* Proteksi Sebelum Penelitian

SETTING							
	OCR				GFR		
I >	*Curve; tms>*	I >>	*Curve, tms>>*	Io >	*Curve; tms>*	Io >>	*Curve; tms>>*
20 0A	SIT: 0,12 s	50 0A	Deft:10 0ms	25 A	SIT: 0,2 s	16 0A	Deft: 5 s
10 0A	SIT: 0,12 s	20 0A	Deft: 100ms	20 A	UIT: 300ms	10 A	SIT: 400ms

1. Waktu trip relay untuk gangguan 3 fasa

Untuk menghitung waktu trip relay, kita harus menghitung arus *setting* dan *Time Multiple Setting (TMS)* terlebih dahulu dengan rumus sebagai berikut:

a. Hitungan arus setting :

OCR PADA *INCOMING* PLN

I beban = 200 Ampere CT = 200/5

$I_{set(primer)} = 1.05 \times I_{beban}$

$I_{set(primer)} = 1.05 \times 200$

$I_{set(primer)} = 210$ A

OCR PADA *OUT GOING* BICT

I beban = 100 Ampere CT = 100/5

$I_{set(primer)} = 1.05 \times I_{beban}$

$I_{set(primer)} = 1.05 \times 100$

$I_{set(primer)} = 105A$

GFR PADA *INCOMING*PLN

I beban = 200 Ampere CT = 200/5

$I_{set(primer)} = 8\% \times I_{gangguan\ terkecil}$

$I_{set(primer)} = 0.08 \times 578.52$

$I_{set(primer)} = 46,2816A$

GFR PADA *OUT GOING* BICT

I beban = 200 Ampere CT = 200/5

$I_{set(primer)} = 10\% \times I_{gangguan\ terkecil}$

$I_{set(primer)} = 0.1 \times 578,52$

$I_{set(primer)} = 57,852A$

Nilai arus merupakan nilai setelan pada sisi *primer*, sedangkan nilai yang akan disetkan pada relay adalah nilai sekundernya. Oleh karena itu dihitung menggunakan nilai rasio trafo arus yang terpasang.

Besarnya arus pada sekundernya adalah:

OCR PADA *INCOMING* PLN

$$Isekunder = Iset(primer) \times \frac{1}{Ratio\ CT}$$

$$Isekunder = 210 \times \frac{5}{200}$$

$Isekunder = 4,7$ Ampere dibulatkan menjadi = 5 *Ampere*

OCR PADA *OUT GOING TO* BICT

$$Iset(sek) = Iset(primer) \times \frac{1}{Ratio\ CT}$$

$$Iset(sek) = 105 \times \frac{5}{100}$$

$Iset(sek) = 5,25$ *Ampere* dibulatkan menjadi = 5 *Ampere*

GFR PADA*INCOMING* PLN

$$Iset(sek) = Iset(primer) \times \frac{1}{Ratio\ CT}$$

$$Iset(sek) = 46,2816 \times \frac{5}{200}$$

$Iset(sek) = 1,15704$ *Ampere*

GFR PADA OUT *GOING TO* BICT

$$Iset(sek) = Iset(primer) \times \frac{1}{Ratio\ CT}$$

$$Iset(sek) = 57,852 \times \frac{5}{100}$$

$Iset(sek) = 2,8926$ *Ampere*

b. Hitungan nilai *TMS* :

OCR PADA *INCOMING* PLN

$$TMS = \frac{t \times \left(\frac{If}{Is}\right)^{0,02} - 1}{0,14}$$

$$TMS = \frac{0,12 \times \left(\frac{11941}{210}\right)^{0,02} - 1}{0,14}$$

$TMS = 0.072144$ detik

OCR PADA *OUT GOING TO* BICT

$$TMS = \frac{t \times \left(\frac{If}{Is}\right)^{0,02} - 1}{0,14}$$

$$TMS = \frac{0,12 \times \left(\frac{11941}{105}\right)^{0,02} - 1}{0,14}$$

$TMS = 0.085116$detik

GFR PADA*INCOMING* PLN

$$TMS = \frac{t \times \left(\frac{If}{Is}\right)^{0,02} - 1}{0,14}$$

$$TMS = \frac{0,2 \times \left(\frac{578,52}{46,2816}\right)^{0,02} - 1}{0,14}$$

$TMS = 0.074017416$detik

*GFR*PADA *OUT GOING TO* BICT

$$TMS = \frac{t \times \left(\frac{If}{Is}\right)^{0,02} - 1}{13,5}$$

Copyright© 2021 RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro. This is an open acces article under the CC-BY-SA lisence (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

$$TMS = \frac{0{,}3\ x\left(\frac{578{,}52}{57{,}852}\right)^{0{,}02} - 1}{13{,}5}$$

$$TMS = 0.001047301\text{detik}$$

Kemudian, untuk menghitung waktu trip relay per arus gangguan per peralatan proteksinya, dengan rumus sebagai berikut.

1. Waktu trip relay untuk gangguan 3 fasa

- *INCOMING* PLN

$t_{0\%} = \frac{0{,}14}{Ihs3ph^{0{,}02}-1}.tms$

$= \frac{0{,}14}{11941^{0{,}02}-1}.0.072144$

$= 0.043891\text{detik}$

- *OUT GOING TO* BICT

$t_{0\%} = \frac{0{,}14}{Ihs3ph^{0{,}02}-1}.tms$

$= \frac{0{,}14}{11941^{0{,}02}-1}.0.085116$

$= 0.03091852\text{detik}$

Perhitungan di atas adalah perhitungan waktu trip relay untuk arus gangguan dengan jarak 0%, sementara untuk jarak arus gangguan 0%-100% perhitungan waktu trip relay dapat dijabarkan sebagai berikut:

Tabel 8. Perbandingan waktu trip gangguan 3 fasa

Arus Gangguan	Waktu Trip Gangguan 3 fasa	
PANJANG %	*INCOMING* PLN	*OUT GOINGTO* BICT
0%	0.043891	0.030918523
25%	0.044666	0.031694425
50%	0.045304	0.032332033
75%	0.045825	0.032853472
100%	0.046262	0.033289599

2. Waktu trip relay untuk gangguan 2 fasa

- *INCOMING* PLN

$t_{0\%} = \frac{0{,}14}{Ihs3ph^{0{,}02}-1}.tms$

$= \frac{0{,}14}{10341^{0{,}02}-1}.0.072144$

$= 0.04422\text{detik}$

- *OUT GOING TO* BICT

$t_{0\%} = \frac{0{,}14}{Ihs3ph^{0{,}02}-1}.tms$

$= \frac{0{,}14}{10341^{0{,}02}-1}.0.085116$

$= 0.031252861\text{detik}$

Perhitungan di atas adalah perhitungan waktu trip relay untuk arus gangguan dengan jarak 0%, sementara untuk jarak arus gangguan 0%-100% perhitungan waktu trip relay dapat dijabarkan sebagai berikut.

Tabel 9. Perbandingan waktu trip 2 fasa

Arus Gangguan	Waktu Trip Gangguan 2 fasa	
PANJANG %	INCOMING PLN	OUT GOING TO BICT
0%	0.04422	0.031252861
25%	0.045	0.032031135
50%	0.04564	0.032670711
75%	0.04617	0.033193469
100%	0.0466	0.033630815

3. Waktu trip relay untuk gangguan 1 fasa

- *INCOMING* PLN

$t_{0\%} = \frac{0{,}14}{Ihs3ph^{0{,}02}-1}.tms$

$= \frac{0{,}14}{748{,}76^{0{,}02}-1}.0.072144$

$= 0.0505$ detik

- *OUT GOING TO* BICT

$t_{0\%} = \frac{0{,}14}{Ihs3ph^{0{,}02}-1}.tms$

$= \frac{0{,}14}{748{,}76^{0{,}02}-1}.0.085116$

$= 0.037526553\text{detik}$

Perhitungan di atas adalah perhitungan waktu trip relay untuk arus gangguan dengan jarak 0%, sementara untuk jarak arus gangguan 0%-100% perhitungan waktu trip relay dapat dijabarkan sebagai berikut:

Tabel 10. Perbandingan waktu trip 1 fasa

Arus Gangguan	Waktu Trip Gangguan 1 fasa	
PANJANG %	*INCOMING* PLN	*OUT GOING TO* BICT
0%	0.0505	0.037526553
25%	0.05067	0.037700799
50%	0.05084	0.037863719
75%	0.05099	0.038016671
100%	0.05113	0.03816089

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa waktu kerja relay di penyulang lebih cepat di banding waktu kerja di *incoming*. Selain daripada itu dapat dilihat jarak lokasi gangguan mempengaruhi besar kecilnya selisih waktu.Semakin jauh jarak lokasi gangguan maka semakin besar selisih waktu antara waktu kerja relay di penyulang dengan waktu kerja relay di *incoming* dan begitu juga sebaliknya Ini bertujuan memberi kesempatan pada relay di penyulang untuk bekerja terlebih dahulu sebagai pengaman utama. Apabila terjadi gangguan hubung singkat di penyulang danrelay di *incoming* bekerja sebagai pengaman cadangan (*back-up protection*) apabila relay di penyulang tidak bekerja. Dapat dilihat juga dari tabel diatas bahwa waktu kerja relay untuk gangguan 3fasa lebih cepat dibandingkan waktu kerja relay untuk gangguan 2fasa pada titik gangguan tertentu, dengan kata lain besar - kecilnya arus gangguan mempengaruhi cepat lambatnya waktu kerja relay,

Copyright© 2021 REKE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro. This is an open acces article under the CC-BY-SA lisence (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro, Vol. 4, No. 1, Juli 2021
ISSN 2622 – 7002 (online), Hal 18 – 26, DOI: https://doi.org/10.30596/rele.v4i1.7821

apabila ditinjau berdasarkan fasa. Semakin besar arus gangguan maka semakin cepat waktu kerja relay dan begitu juga sebaliknya.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian tersebut didapatkan kesimpulan Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa nilai arus gangguan hubung singkat terbesar terjadi pada arus gangguan tiga fasa yang terletak di busbar 20kV sebesar 11941 A dan gangguan tekecil adalah gangguan antar fasa yang terjadi di ujung penyulang besar 578.52 A. Arus hubung singkat di pengaruhi oleh jarak titik gangguan, semakin jauh jarak titik gangguan maka semakin kecil arus gangguan hubung singkatnya, begitu pula sebaliknya.

Sistem proteksi yang baik harus dapat molakalisir gangguan secara cepat dan efisien, dimana relay yang pertama kali bekerja harus lah relay yang paling dekat dengan gangguan. Setelan *OCR* dan *recloser* bergantung pada nilai arus setelan *Tms* dan karakteristik kurva yang dimana kecepatan waktu yang di dapat sebesar *TMS* sisi *incoming* PLN = 0,072144 detik dan *TMS* sisi *out going*BICT = 0,085116 detik. Setelan tiap peralatan tidak sama disesuaikan dengan letak peralatan tersebut di jaringan.

Hasil perbandingan waktu trip gangguan terbesar di sisi *incoming* adalah sebesar 0.043891 detik dan sisi *out going* BICT adalah sebesar0.030918523 detik. Hasil perhitungan dengan data *existing* di lapangan masih dalam kondisi yang sesuai dengan perbedaan yang tidak terlalu jauh, sehingga dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan *setting* pada *Overcurrent Relay (OCR) – Ground Fault Relay (GFR)* yang ada di lapangan dalam kondisi baik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. Nurmasari, Nurwijayanti, and Hindardi, 2016, "Analisa Pemilihan Relay Proteksi Pada Panel Listrik Untuk Studi Kasus Tegangan Menengah 20kV," pp. 1–11.

[2] N. P. Putra, H. Purnomo, and T. Utomo, 2015, "Analisis Koordinasi Relay Arus Lebih Pda Incoming dan Penyulang 20 kV Gardu Induk Sengkaling Menggunakan Pola Non Kaskade".

[3] D. Tetap, 2017, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. Palembang, "ANALISA SISTEM PROTEKSI RELAY SEPAM PADA FEEDER A08 DI GARDU INDUK MSS TAL PT . BUKIT ASAM (PERSERO). TBK," pp. 54–64.

[4] I Roza, FI Pasaribu, MF Siregar, Syafriwel. 2019. Analysis of OCR Setting and GFR 20 kV Power Transformer Substation Kualanamu North Sumatra, JOURNAL ONLINE JARINGAN PENGAJIAN SENI BINA (JOJAPS) ,Vol 15 (Paper 14), 116-121.

[5] A. Nugoho and T. Sukmadi, 2017, "Koordinasi Over Current Relay (Ocr) Sisi Incoming 1 Dengan Ocr Sisi Outgoing Kls 03 Pada Gi Kalisari," *Transmisi*, vol. 19, no. 3, p. 114, doi: 10.14710/transmisi.19.3.114-119.

[6] FI Pasaribu, I Roza, 2020 "Design of control system expand valve on water heating process air basket," IOPScience, Vol 821, https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/821/1/012050.

[7] F. O. Suryaadmaja, S. Handoko, and B. Winardi, 2017, "Evaluasi Koordinasi Setting Relay Proteksi OCR Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 kV PT Apac Inti Corpora Semarang dengan ETAP 12.6. 0," *Transient*, vol. 5, no. 3, pp. 279–286.

[8] S. Bahri, 2012 "Analisa Hubungan Singkat Satu Fasa Ketanah Untuk Koordinasi Setting Ground Fault Relay (GFR) Pada Penyulang Feeder 20 Kv (GI Batu Sangkar Feeder Tigo Jangko) oleh," vol. 12, no. 1.

[9] FI Pasaribu, Muhammad Lutfi Fazawi, 2021, Penentuan Hot Point dan Monitoring Peralatan Menggunakan Thermal Imager Fluke Dengan Metode Thermovisi, JESCE (Journal Of Electrical and System Control Enggineering), 4(2), 113-128.

[10] K. J. Aryamantara, I. A. Giantari, and I. Sukerayasa, 2018, "Analisis Hubung Singkat Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 kV Penyulang Kedonganan," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 2, p. 213, doi: 10.24843/mite.2018.v17i02.p06.

[11] E. S., and M. Nurdin, 2015 "Koordinasi Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Distribusi 20 kV Pauh Limo," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, p. 140, 2015, doi: 10.25077/jnte.v4n2.144.

[12] K. Nanggalo, 2016, "ANALISA PERHITUNGAN SETTING OVER CURRENT RELAY PADA TRANSFORMATOR DAYA AREA LUKIT Over Current Relay SPAJ used is type 140 C is one of the types of protection relays reserves . Used by Malacca Strait SA to keep the transformer PT-101 with a voltage rating," vol. 5, no. 1, pp. 72–79.

[13] FI Pasaribu, I Roza, 2020 "Design of control system expand valve on water heating process air basket," IOPScience, Vol 821, https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/821/1/012050.

Copyright© 2021 RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro. This is an open acces article under the CC-BY-SA lisence (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Analisa Proteksi Over Current Relay Pada Jaringan Tegangan Menengah 20KV Di PELINDO 1 Cabang Belawan

ORIGINALITY REPORT

15%	%	15%	%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Ah Sulhan Fauzi, Kuni Nadliroh. "Performance of Petroleum Car Engines Around The Railway", Procedia of Engineering and Life Science, 2021 Publication	2%
2	Andry E.P Ismail, Taufik Ismail Yusuf, Ervan Hasan Harun. "Studi Koordinasi Relai Arus Lebih dan Gangguan Tanah pada Penyulang Gardu Induk 20 kV Marisa", Jurnal Teknik, 2018 Publication	2%
3	Lila Bismala, Yayuk Hayulina Manurung. "Student satisfaction in e-learning along the COVID-19 pandemic with importance performance analysis", International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE), 2021 Publication	2%
4	Paulo Berlanga Neto. "Simplificação automática de sentenças com ênfase no	1%

método split-and-rephrase", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2021
Publication

---

5 Indri Safitri, Gunawan Gunawan, Agus Adhi Nugroho. "Analisa Koordinasi Setting Proteksi Over Current Relay (OCR) Outgoing 20 kV dan Recloser pada Trafo II 60 MVA Feeder RBG 01 di Gardu Induk 150 kV Rembang", Elektrika, 2020 — 1 %
Publication

---

6 Muhammad Budi Rahayu Widodo, Ontoseno Penangsang, Adi Soeprijanto, Indri Suryawati. "Fault Location Detection Using Impedance and Impulse Injection on 20 kV Distribution System Wonokromo Base on Geographic Information System", 2021 The 4th International Conference on Software Engineering and Information Management, 2021 — 1 %
Publication

---

7 Taryo. "ANALISA SETTING OVER CURRENT RELAY DAN GROUND FAULT RELAY PADA PENYULANG BABAKAN GARDU INDUK BABAKAN KABUPATEN CIREBON", Jurnal Teknik AMATA, 2022 — 1 %
Publication

8	Brajhan Tabra-Verastegui, Luis Casas-Dionisio, Deyby Huamanchahua. "Automated System of Pre-hispanic Camellones to Reduce Crop Damage Due to the Extreme Weather Event of Frost", 2022 International Conference on Mechanical Engineering and Power Engineering (MEPE), 2022 Publication	1 %
9	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 %
10	Winarso Dsl, Gema Romadhona, Itmi Hidayat Kurniawan. "Pemanfaatan Energi Inersia Fly Wheel untuk Menstabilkan Tegangan Keluaran Generator DC Shunt", Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto), 2023 Publication	<1 %
11	Yenni Afrida, Jeckson Jeckson, Ancolo. "Analisis Gangguan Earth Fault pada Penyulang Hujan Gardu Induk Teluk Betung", Electrician, 2021 Publication	<1 %

12	Trisna Wati, Yuli Prasetyo, Santi Triwijaya, Sandy Prakoso. "Analisis Penerapan Zig Zag Transformator pada Ungrounded System", JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering), 2021 Publication	<1 %
13	Babeș-Bolyai University Publication	<1 %
14	M A Siregar, W S Damanik, A H Harahap. "Karakteristik Unjuk Kerja Pump As Turbine (PAT) Menggunakan Satu Pompa Hisap", Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil), 2021 Publication	<1 %
15	Muhammad Zaky Isdy, Tamal Basak, Fadhilla Nina. "STUDY OF GROUND FAULT PROTECTION SYSTEM IN THE MEDIUM VOLTAGE PANEL OF THE MAIN POWERHOUSE AT THE AIRPORT", Journal of Airport Engineering Technology (JAET), 2023 Publication	<1 %
16	Ayu Dini Megantari, Syaifudin Syaifudin, Endang Dian Setioningsih. "Design of Phototherapy Radiometer with a Measurement Stability Improvement", Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics, 2021 Publication	<1 %

17	Ir. Denny Richard Pattiapon, MT. "TINJAUAN PENGAMAN GARDU DISTRIBUSI 37A TERHADAP LEDAKAN TRAFO DI SKIP DALAM PALDAM", JURNAL SIMETRIK, 2017 Publication	<1 %
18	Asri Indah Lestari, Taufik Barlian, Wiwin A Oktaviani. "Analisis Kedip Tegangan Akibat Gangguan Hubung Singkat pada Sistem Jaringan Distribusi 20 KV di Penyulang Kenari Gardu Induk Seduduk Putih", Electrician, 2019 Publication	<1 %
19	Jacob Rikumahu, Denny Pattiapon, Marselin Jamlaay. "PERANCANGAN PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM TENAGA LISTRIK PADA GARDU HUBUNG POKA", JURNAL SIMETRIK, 2019 Publication	<1 %
20	Erfan Djati Widodo, Denny Irawan, Rini Puji Astutik. "ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI RELAY ARUS LEBIH PADA SISTEM KELISTRIKAN PT. PETROKIMIA GRESIK PABRIK AMUREA 2 BERBASIS ALGORITMA GENETIKA", E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika, 2021 Publication	<1 %
21	Vica Claudia Meylinda, Agung Cahyadi Putra, Deny Hamdani, Umar Khayam et al. "Designing Harmonic Filters on LED Lamp	<1 %

Loads to Reduce Odd Order THD", 2023 4th International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS), 2023
Publication

---

22 Arzul, Ija Darmana, Erliwati, Adiv Rama Salvayer, Tris Safri Yetno. "Analysis of Characteristics Over Current Relay and Ground Fault Relay on Feeder Rayon Tabing", MATEC Web of Conferences, 2018 <1%
Publication

---

23 Frima Setyawan Nur Rohman, Ahmadan Ainul Fikri, Ahmad nur Fuad, Rahmat Rohim, Rifki Firmansyah. "Telemetri Flowmeter Menggunakan RF Modul 433MHz", Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA, 2017 <1%
Publication

---

24 Whilly Harsono, Riyanarto Sarno, Shoffi Izza Sabilla. "Recognition of Original Arabica Civet Coffee based on Odor using Electronic Nose and Machine Learning", 2020 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic), 2020 <1%
Publication

---

25 Widhiada, I. Wayan, C.G. Indra Partha, and Yuda A.P. Wayan Reza. "Simulation of a <1%

Differential-Drive Wheeled Mobile Lego Robot Mindstorms NXT", Applied Mechanics and Materials, 2015.

Publication

Exclude quotes	Off	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	Off		