Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (3) 2025, Page: 30496-30503

Studi Analisis Koordinasi Recloser Dengan Fuse Cut Out Sebagai Pengaman Terhadap Gangguan Arus Lebih Pada Penyulang ULP PLN Lubuk Alung

Asdiwar Puspita Yodi, Yani Ridal, Budiman
Program Sarjana Teknik Elektro
Corresponding Author: yodiasdiwarpuspita@gmail.com, yani.ridaldg@gmail.com, budiman.yulianti@gmail.com

Published: October , 2025

ABSTRACT

In the 20 kV distribution network, disturbances often occur, one of which is a short-circuit fault. Calculations were carried out for single-phase, two-phase, and three-phase faults at 25%, 50%, and 75% points along the distribution line, as well as for faults on the distribution transformer. The analysis results show that the coordination between the recloser and the Fuse Cut Out (FCO) is functioning properly. At the 25% fault point (0.4 km), the fault currents were 11,060.34 A (single-phase), 24,673.07 A (two-phase), and 52,486.36 A (three-phase), with a recloser trip time of 0.1 milliseconds. At the 50% fault point (0.8 km), the fault currents were 5,530.17 A (single-phase), 12,336.53 A (two-phase), and 24,568.08 A (three- phase), with a recloser trip time of 0.03 milliseconds. At the 75% fault point (1.2 km), the fault currents were 3,686.78 A (single-phase), 8,224.35 A (two-phase), and 16,495.71 A (three-phase), with a recloser trip time of 0.01 milliseconds. For faults occurring at the distribution transformer, only a single-phase fault current of 0.4402 A was observed. With this current magnitude and an FCO rating of 3 A, the FCO operates faster. The pickup current and Time Multiplier Setting (TMS) adjustments comply with SPLN 64-1:1992 standards. The recloser delay times of 1.2 s, 0.3 s, and 0.1 s have been properly set to ensure that the recloser does not trip before the FCO during downstream faults, thereby maintaining proper protection coordination within the distribution system.

***Keywords**: Protection Coordination, Recloser, Fuse Cut Out, Overcurrent Fault, Distribution System.*

ABSTRAK

Dalam jaringan distribusi 20 kV sering terjadi gangguang, salah satunya adalah gangguan arus hubung singkat. Perhitungan dilakukan terhadap gangguan satu fasa, dua fasa, dan tiga fasa pada titik 25%, 50%, dan 75% dari panjang saluran distribusi, serta gangguan pada trafo distribusi. Hasil analisis menunjukkan bahwa koordinasi antara recloser dan FCO sudah berjalan dengan baik. Pada titik gangguan Pada titik gangguan 25% di 0,4 kms, memiliki gangguan 1 fasa 11.060,34 A dengan, 2 fasa 24.673,07 A, 3 fasa 52.486,36 A, dengan waktu trip recloser 0,1 milidetik, titik gangguan 50% di 0,8 kms, memiliki gangguan 1 fasa 5530,17 A, dengan. 2 fasa 12.336,53 A, 3 fasa 24.568,08 A, , dengan waktu trip recloser 0,03 milidetik, dan titik gangguan 75% di 1,2 kms, memiliki gangguan 1 fasa 3686,78 A dengan. 2 fasa 8224,35 A, 3 fasa 16.495,71 A, dengan waktu trip recloser 0,01 milidetik Pada gangguan trafo distribusi, hanya memiliki gangguan 1 fasa 0,4402 A, dengan nilai arus gangguan sebesar itu dan FCO rating 3 A, maka FCO bekerja lebih cepat, Penyetelan Arus Pickup dan TMS Memenuhi Standar SPLN Penyetelan arus pickup recloser dengan delay time 1,2 detik, 0,3 detik, dan 0,1 detik serta nilai TMS telah disesuaikan dengan standar SPLN 64-1:1992. Penyesuaian ini memastikan bahwa recloser tidak trip sebelum FCO saat terjadi gangguan downstream, sehingga koordinasi proteksi tetap terjaga.

Kata Kunci: Koordinasi Proteksi, Recloser, Fuse Cut Out, Gangguan Arus Lebih, Sistem Distribusi.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

PT. PLN sebagai satu-satunya BUMN yang berwenang dalam pembangkit dan pendistribusian listrik berusaha memberikan pelayanan yang memuaskan kepada semua pelanggannya mengingat kebutuhan masyarakat terhadap tenaga listrik dari waktu ke waktu semakin meningkat.Perusahaan Listrik Negara atau PT. PLN (Persero) merupakan salah satu bentuk perusahaan yang bergerak di bidang jasa.

PT. PLN (Persero) dikelola oleh pihak pemerintah. PT PLN (Persero) didirikan dengan tujuan untuk melayani pelanggan dalam hal ketenagalistrikan dan juga untuk memperoleh laba sehingga kegiatan perusahaan dapat terus berjalan. Kegiatan utama perusahaan ini meliputi pendistribusian tenaga listrik dengan berbagai kebutuhan yang berbeda mulai dari pemakaian untuk rumah tangga, sosial, dan industri. Listrik telah menjadi bagian dalam aktifitas manusia, hal ini dapat dilihat dari pemakaian sebagian besar alat penunjang kegiatannya menggunakan listrik. Kebutuhan energi listrik akan semakin bertambah dan meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan berkembangnya berbagai bidang yang terjadi di masyarakat.

Dalam sistem distribusi tenaga listrik, keandalan dan kontinuitas penyaluran daya menjadi prioritas utama. Salah satu penyebab utama gangguan adalah arus lebih yang dapat terjadi akibat korsleting, beban lebih, atau faktor eksternal seperti cuaca ekstrem. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan sistem proteksi yang andal, salah satunya adalah kombinasi recloser dan Fuse Cut Out (FCO).Recloser berfungsi sebagai pengaman otomatis yang dapat memutus aliran listrik sementara dan menyambungkannya kembali setelah gangguan hilang. Sementara itu, FCO digunakan sebagai pengaman permanen untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada jaringan. Agar kedua perangkat ini bekerja optimal, koordinasi antara keduanya menjadi krusial.

Di ULP PLN Lubuk Alung, penyulang merupakan bagian penting dari jaringan distribusi, terutama untuk melayani beban rumah tangga dan pelanggan kecil. Namun, koordinasi yang kurang baik antara recloser dan FCO dapat menyebabkan pemadaman yang tidak diperlukan (nuisance trip), mengurangi keandalan sistem. Oleh karena itu, penelitian Koordinasi Recloser Dengan Fco(Fuse Cut Out) Sebagai Pengaman Terhadap Gangguan Arus Lebih Pada Penyulang ULP PLN Lubuk Alung

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk menganalisis koordinasi antara *recloser* dan *fuse cut out* (FCO) sebagai sistem proteksi terhadap gangguan arus lebih pada jaringan distribusi 20 kV di ULP PLN Lubuk Alung. Data diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara teknis, dan dokumen PLN seperti *single line diagram*, impedansi jaringan, serta pengaturan *recloser* dan FCO. Analisis dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung arus hubung singkat gangguan satu, dua, dan tiga fasa pada titik 25%, 50%, dan 75% panjang saluran menggunakan parameter impedansi urutan positif, negatif, dan nol. Hasil perhitungan dibandingkan dengan SPLN 64-1:1992 dan IEC 60255 untuk menilai kesesuaian arus *pickup* dan *Time Multiplier Setting* (TMS). Evaluasi koordinasi dilakukan melalui kurva waktu–arus untuk memastikan FCO bekerja lebih dahulu pada gangguan permanen, sementara *recloser* menangani gangguan sementara. Validasi hasil dilakukan dengan membandingkan nilai perhitungan terhadap data lapangan dan karakteristik pabrikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koordinasi recloser pada fuse cut out penyulang yang diamati berasal dari GI Pariaman dan menyuplai beban ke berbagai daerah melalui trafo distribusi 20kV. Jalur distribusi dibagi ke dalam tiga section utama yang masing-masing dilindungi oleh perangkat proteksi seperti recloser dan fuse cut out (FCO). Perangkat recloser terletak di Tanah Tumbuh (REC Tanah Tumbuh), sedangkan fuse cut out banyak tersebar di sepanjang penyulang, terutama pada sisi primer trafo distribusi.

Perhitungan Arus Gangguan 1 Phasa

Untuk melakukan perhitungan arus gangguan pada titik gangguan 25% dari panjang saluran 1,6 kms, maka di dapatkan titik gangguan pada 0,4 kms dengan rumus sebagai berikut :

25 % I_F

$$1\ Fasa = \frac{V_F\ /\sqrt{3}}{(Z_1+Z2+Z0)\cdot L}$$

$$= \frac{20.000/\sqrt{3}\ \angle\ 0^\circ}{(0{,}4430 + j0{,}3865) + (0{,}4430 + j0{,}3865) + (0{,}8541 + j1{,}1796) \times 0{,}4}$$

$$= \frac{11547 \angle\ 0^\circ}{(1{,}7401 + j1{,}9526) \times 0{,}4}$$

$$= \frac{11547 \angle\ 0^\circ}{(2{,}61 \angle 48.29) \times 0{,}4}$$

$$= \mathbf{11060{,}34} \angle\ -48{,}29\ \mathbf{A}$$

Untuk melakukan perhitungan arus gangguan pada titik gangguan 50% dari panjang saluran 1.6 kms, maka di dapatkan titik gangguan pada 0,8 kms dengan rumus sebagai berikut :

50 % I_F

$$1\ Fasa = \frac{V_F\ /\sqrt{3}}{(Z_1+Z2+Z0)\cdot L}$$

$$= \frac{20.000/\sqrt{3}\ \angle\ 0^\circ}{(0{,}4430 + j0{,}3865) + (0{,}4430 + j0{,}3865) + (0{,}8541 + j1{,}1796) \times 0{,}8}$$

$$= \frac{11547 \angle\ 0^\circ}{(1{,}7401 + j1{,}9526) \times 0{,}8}$$

$$= \frac{11547 \angle\ 0^\circ}{(2{,}61 \angle 48.29) \times 0{,}8}$$

$$= \mathbf{5530{,}17} \angle -48{,}29\ \mathbf{A}$$

Untuk melakukan perhitungan arus gangguan pada titik gangguan 75% dari panjang saluran 1,6 kms, maka di dapatkan titik gangguan pada 1,2 kms dengan rumus sebagai berikut :

75% I_F

$$1\ Fasa = \frac{V_F\ /\sqrt{3}}{(Z_1+Z2+Z0)\cdot L}$$

$$= \frac{20.000/\sqrt{3}\ \angle\ 0^\circ}{(0{,}4430 + j0{,}3865) + (0{,}4430 + j0{,}3865) + (0{,}8541 + j1{,}1796) \times 1{,}2}$$

$$= \frac{11547 \angle\ 0^\circ}{}$$

$$\equiv (1{,}7401 + j1{,}9526) \times 1.2$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{(2{,}61 < 48.29) \times 1{,}2}$$

$$= \mathbf{3686{,}78} < -48{,}29 \ \mathbf{A}$$

Perhitungan Arus Gangguan 2 Phasa

Untuk melakukan perhitungan arus gangguan pada titik gangguan 25% dari panjang saluran 1.6 kms, maka di dapatkan titik gangguan pada 0,4 kms dengan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{25\%}\ I_F$$

$$2\,Fasa = \frac{V_F\ /\sqrt{3}}{(Z1+Z2)\cdot L}$$

$$= \frac{20.000/\sqrt{3}\ -}{(0{,}4430 + j0{,}3865) + (0{,}4430 + j0{,}3865) \times 0{,}4}$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{(0{,}8860 + j0{,}773) \times 0{,}4}$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{(1{,}17 < 41{,}10) \times 0{,}4}$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{0{,}468 < 41{,}10}$$

$$= \mathbf{24.673{,}07} < -41{,}10\ A$$

Untuk melakukan perhitungan arus gangguan pada titik gangguan 50% dari panjang saluran 1,6 kms, maka di dapatkan titik gangguan pada 0,8 kms dengan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{50\%}\ I_F$$

$$2\,Fasa = \frac{V_F\ /\sqrt{3}}{(Z1+Z2)\cdot L}$$

$$= \frac{20.000/\sqrt{3}\ -}{(0{,}4430 + j0{,}3865) + (0{,}4430 + j0{,}3865) \times 0{,}8}$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{(0{,}8860 + 0{,}773) \times 0{,}8}$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{(1{,}17 < 41{,}10) \times 0{,}8}$$

$$= \frac{11547}{0{,}936 < 41{,}10}$$

$$= \mathbf{12.336{,}53} < -41{,}10\mathbf{A}$$

Untuk melakukan perhitungan arus gangguan pada titik gangguan 75% dari panjang saluran 1,6 kms, maka di dapatkan titik gangguan pada 1,2 kms dengan rumus sebagai berikut :

$$75\%\, I_F$$

$$2\,Fasa = \frac{V_F/\sqrt{3}}{(Z1+Z2)\cdot L}$$

$$= \frac{20.000/\sqrt{3}}{(0{,}4430 + j0{,}3865) + (0{,}4430 + j0{,}3865) \times 1{,}2}$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{(0{,}8860 + 0{,}773) \times 1.2}$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{(1{,}17 < 41{,}10) \times 1{,}2}$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{1.404 < 41{,}10}$$

$$= \mathbf{8224,35} < -41.10\,\mathbf{A}$$

Perhitungan Arus Gangguan 3 Phasa

Untuk melakukan perhitungan arus gangguan pada titik gangguan 25% dari panjang saluran 1,6 kms, maka di dapatkan titik gangguan pada 0,4 kms dengan rumus sebagai berikut :

$$25\%\, I_F 3\,Phasa = \frac{V_F\sqrt{3}}{Z \times L}$$

$$= \frac{20.000/\sqrt{3}}{(0{,}4430 + j0{,}3865) \times 0{,}4}$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{0{,}1772 + j0{,}1546}$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{0{,}23 < 41{,}10}$$

$$= \mathbf{52486,36} < -41{,}10\mathbf{A}$$

Untuk melakukan perhitungan arus gangguan pada titik gangguan 50% dari panjang saluran 1,6 kms, maka di dapatkan titik gangguan pada 0,8 kms dengan rumus sebagai berikut :

$$50\%\, I_F 3\,Phasa = \frac{V_F/\sqrt{3}}{Z \times L}$$

$$= \frac{20.000/\sqrt{3}}{(0{,}4430 + j0{,}3865) \times 0{,}8}$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{0{,}3544 + j0{,}3092}$$

$$= \frac{11547 < 0^{\circ}}{0{,}47 < 40{,}10}$$

$$= \mathbf{24.568{,}08} < -40{,}10\ A$$

Gangguan Hubung Singkat Recloser

Tabel 1. Gangguan Hubung Singkat Pada Recloser

Titik Gangguan (%)	Jarak (kms)	Arus Gangguan 1 Fasa (A)	Arus Gangguan 2 Fasa (A)	Arus Gangguan 3 Fasa (A)	Waktu Trip Recloser (s)
25%	0,4	11060,34	24.673,07	52.486,36	0,1
50%	0,8	5530,17	12.336,53	24.568,08	0,03
75%	1,2	3686,78	8224,35	16.495,71	0,01

Arus gangguan menurun seiring dengan meningkatnya jarak gangguan dari sumber.

Pada titik gangguan 25% (0,4 kms), arus gangguan tercatat sangat tinggi baik untuk gangguan 1 fasa (11.060 A), 2 fasa (24.673 A), maupun 3 fasa (52.486 A). Sementara pada titik 75% (1,2 kms), arus gangguan jauh lebih kecil: 3.686 A (1 fasa), 8.224 A (2 fasa), dan 16.495 A (3 fasa). Hal ini menunjukkan bahwa semakin jauh lokasi gangguan, semakin besar total impedansi saluran, sehingga arus gangguan berkurang.

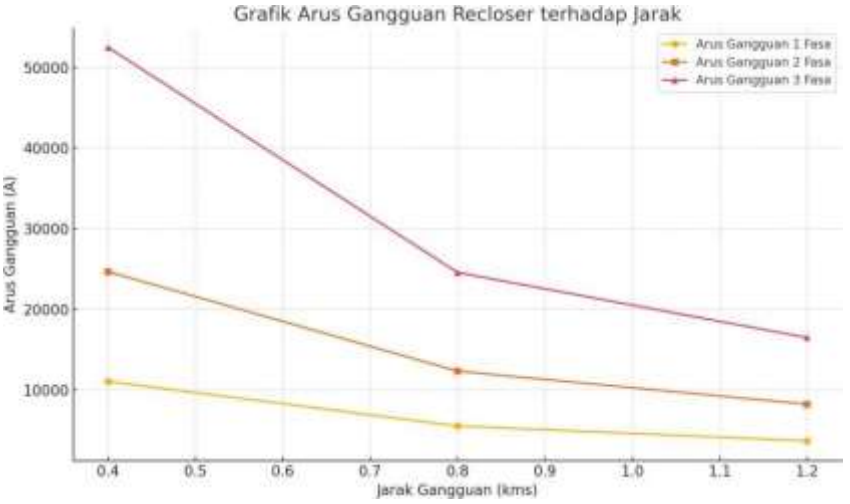
Recloser merespons lebih cepat terhadap gangguan dengan arus lebih kecil.

Waktu trip recloser diatur berdasarkan kurva inverse-time, sehingga waktu kerja recloser menjadi lebih cepat saat arus gangguan lebih kecil. Terlihat bahwa waktu trip adalah 0,1 detik pada 25%, 0,03 detik pada 50%, dan 0,01 detik pada 75%. Ini membuktikan bahwa karakteristik inverse time bekerja efektif dan relevan dalam sistem proteksi.

Gangguan 3 fasa memberikan dampak arus terbesar di seluruh titik gangguan.

Dibandingkan dengan gangguan 1 fasa dan 2 fasa, gangguan 3 fasa menghasilkan arus yang paling besar karena melibatkan ketiga konduktor secara langsung. Oleh karena itu, peralatan proteksi perlu disetel dengan mempertimbangkan kemungkinan gangguan jenis ini.

Gambar 1. Grafik Arus Gangguan Terhadap Jarak



Dari grafik di gangguan di atas dapat di simpulkan semakin jauh gangguan yang terjadi, maka semakin kecil arus gangguannya.

Gambar 2. Grafik Arus Gangguan Terhadap Jarak

No.	Nama Trafo	Daya (kVA)	Jenis Gangguan	Arus Gangguan A	FCO Rating (A)	Proteksi Bekerja
1	TPH-T 151	100 kVA	1 Fasa	± 2738,85	3,18 A	FCO bekerja cepat

Sistem proteksi FCO pada trafo TPH-T 151 100 kVA terbukti berfungsi dengan baik dalam menangani gangguan satu fasa dengan arus sekitar 3,18 A. FCO memutus arus gangguan dengan cepat, yang menunjukkan bahwa pemilihan rating fuse telah dilakukan dengan tepat berdasarkan perhitungan arus gangguan dari trafo. Hal ini mendukung prinsip selektivitas dan keandalan sistem distribusi listrik, di mana proteksi harus tepat waktu dan tidak mengganggu peralatan lain**.**

Koordinasi Selektif Recloser dan FCO Terbukti Efektif

Berdasarkan analisis TCC (Time Current Characteristic), recloser dan FCO dapat bekerja secara selektif dalam merespons gangguan arus lebih. Recloser akan melakukan proteksi awal dengan fungsi auto- reclose untuk gangguan sementara, sementara FCO akan bekerja sebagai back- up atau pemutus permanen untuk gangguan tetap.

Penyetelan Arus Pickup dan TMS Memenuhi Standar SPLN

Penyetelan arus pickup recloser dengan delay time 1,2 detik, 0,3 detik, dan 0,1 detik serta nilai TMS telah disesuaikan dengan standar SPLN 64-1:1992. Penyesuaian ini memastikan bahwa recloser tidak trip sebelum FCO saat terjadi gangguan downstream, sehingga koordinasi proteksi tetap terjaga.

FCO Bekerja pada Zona Proteksi yang Lebih Lokal

FCO dirancang untuk memproteksi beban atau trafo distribusi secara lokal. Hal ini terbukti dari waktu trip FCO yang lebih lambat dibanding recloser untuk arus gangguan yang sama, namun tetap lebih cepat jika gangguan terjadi tepat di downstream FCO. Koordinasi Meningkatkan Keandalan dan Mengurangi Pemadaman Penggunaan recloser dengan fungsi auto-reclose yang didukung oleh FCO sebagai pemutus akhir gangguan tetap memberikan peningkatan keandalan sistem distribusi. Pelanggan tidak mengalami pemadaman akibat gangguan sementara, dan area gangguan dapat diisolasi lebih tepat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan koordinasi antara *Recloser* dan *Fuse Cut Out* (FCO) pada penyulang 20 kV ULP PLN Lubuk Alung, diperoleh bahwa arus gangguan menurun seiring dengan bertambahnya jarak titik gangguan dari sumber. Pada titik gangguan 25% (0,4 km), arus gangguan mencapai 11.060,34 A untuk gangguan satu fasa, 24.673,07 A untuk dua fasa, dan 52.486,36 A untuk tiga fasa, dengan waktu kerja *recloser* 0,1 milidetik. Pada titik 50% (0,8 km), nilai arus gangguan berkurang menjadi 5.530,17 A, 12.336,53 A, dan 24.568,08 A, dengan waktu kerja 0,03 milidetik. Sedangkan pada titik 75% (1,2 km), arus gangguan semakin kecil, yaitu 3.686,78 A, 8.224,35 A, dan 16.495,71 A, dengan waktu kerja *recloser* 0,01 milidetik. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin jauh lokasi gangguan dari sumber, semakin besar impedansi saluran sehingga arus gangguan semakin menurun. Pada gangguan di sisi transformator distribusi, tercatat arus satu fasa sebesar 2.738,85 A; dengan rating FCO sebesar 3 A, peralatan ini bekerja lebih cepat dibandingkan *recloser*. Selain itu, penyetelan arus *pickup* dan *Time Multiplier Setting* (TMS) telah disesuaikan dengan standar SPLN 64- 1:1992, dengan waktu tunda masing-masing 1,2 detik, 0,3 detik, dan 0,1 detik. Pengaturan ini memastikan bahwa *recloser* tidak bekerja sebelum FCO pada gangguan *downstream*, sehingga koordinasi proteksi berjalan efektif

dan sistem distribusi tetap andal.

DAFTAR PUSAKA

Arif, N., Yusuf, F., & Hamdani, R. (2021). Studi koordinasi proteksi recloser dan FCO pada penyulang distribusi 20 kV menggunakan ETAP. *Jurnal Teknik Energi*, 9(2), 79–86.

Azizah, F., Fithriani, Y., & Aritonang, R. (2021). Evaluasi koordinasi over current relay dan fuse cut out pada penyulang Pangsuma. *Jurnal Teknik Elektro UNTAN*, 10(3), 187–194.

IEEE Transactions on Power Delivery. (2010, 23 Desember). *Analytical and simulation methods for recloser and fuse coordination* (pp. 2209–2212).

IET Generation, Transmission & Distribution. (2018, 27 April). *Case study on optimization of protection device coordination.*

Nurfadilla, A., Mustaruddin, & Fauzi, F. (2021). Analisis koordinasi recloser dan fuse cut out pada feeder Express Mangkutana Out Kalaena dengan bantuan software ETAP. *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) Politeknik Negeri Ujung Pandang.*

Prakoso, R. (2015). *Sistem proteksi tenaga listrik.* Pustaka Pelajar.

Rashid, M. A., Rahman, M. M., & Ali, M. H. (2019). Coordination of fuse and recloser for distribution system protection using TCC curve. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 34(2), 689–698.

Santoso, D., Nurhadi, & Prasetyo, R. (2020). Evaluasi koordinasi recloser dan fuse cut out pada sistem distribusi 20 kV. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi*, 12(1), 45–52.

Setiaputri, R. D. (2023). Penggunaan FCO sebagai proteksi pada jaringan SUTM 20 kV (Studi kasus penyulang Cipinang). *Prosiding SNEKTI 2023.*

Shiddiq, M. A. (2022). *Koordinasi proteksi OCR, recloser, dan FCO pada penyulang GI Purbalingga* [Skripsi, Universitas Jenderal Soedirman].

SPLN 64-1:1992. (1992). *Rekomendasi penyetelan rele arus lebih untuk jaringan distribusi tegangan menengah.* Jakarta: Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi.

Sutrisno, A. (2018). Koordinasi recloser dan fuse pada jaringan distribusi. *Jurnal Teknik Energi Listrik*, 10(3), 211–218.

Usuf, A. S. (2012). Analisis gangguan arus lebih pada sistem distribusi 20 kV. *Jurnal Teknologi Elektro*, 5(2), 101–110.

Wafie, M. A. (2022). *Analisis koordinasi proteksi OCR, GFR, recloser, dan FCO pada penyulang di PLN GI Wonosobo* [Skripsi, Universitas Jenderal Soedirman].