

SKRIPSI

**PENGGUNAAN *RECLOSER* UNTUK MENGATASI GANGGUAN
HUBUNG SINGKAT PADA SUTM 20 KV PENYULANG SANGGRAHAN 10
DI PT. PLN (PERSERO) UP3 MAGELANG**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Pada Program Strata-1 Pada Program Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik



Disusun Oleh:

Bagus Suryo Triadji

20170120040

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2019

**PENGUNAAN *RECLOSER* UNTUK MENGATASI GANGGUAN
HUBUNG SINGKAT PADA SUTM 20 KV PENYULANG SANGGRAHAN 10
DI PT. PLN (PERSERO) UP3 MAGELANG**

Bagus Suryo Triadji

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Bantul, Yogyakarta
E-mail: bagussuryo729@gmail.com

ABSTRAK

Jaringan Distribusi Sistem Udara Tegangan Menengah pada Penyulang Sanggrahan 10 yang sering mengalami terjadinya gangguan temporer akibat sentuhan pada saat hujan / angin, binatang yang mengakibatkan pengaman arus lebih bekerja. Sebelum *recloser* yang ada dimasukkan kembali, harus mencari bagian sisi yang terganggu dan diperbaiki. Bila gangguan temporer tempat terjadinya gangguan pulih kembali dan lokasi gangguan tidak diketemukan. Untuk mengatasi gangguan temporer digunakan *recloser*.

Recloser berfungsi untuk mengamankan dan meminimalisir gangguan yang terjadi sampai ujung di Penyulang Sanggrahan 10. *Recloser* bekerjanya hampir sama dengan *circuit breaker* yang dilengkapi dengan peralatan yang dapat menutup balik otomatis setelah membuka dan menutup kembali. Pada Penyulang Sanggrahan 10, *recloser* waktu pembukaan pertama dan kedua *disetting* secara seketika, sehingga jika terjadi gangguan maka proteksi lain tidak bekerja dan tidak memberikan kesempatan FCO putus. Selanjutnya *disetting inverse time* guna mempersilahkan relai utama bekerja terlebih dahulu guna mendeteksi gangguan yang terjadi. Bila gangguan temporer *recloser* membuka dan menutup kembali sehingga tidak mengalami pemadaman sampai di ujung. Bila gangguan permanen maka *recloser* akan membuka dan mengunci (*lock out*). *Recloser disetting* masih bekerja untuk arus gangguan terkecil pada Penyulang Sanggrahan 10 dan tidak boleh bekerja untuk arus gangguan maksimum karena akan mengganggu kinerja proteksi yang ada. Manfaat digunakannya *recloser*, bila terjadi gangguan temporer untuk menghindari mencari lokasi gangguan yang sulit dicari.

Kata kunci : recloser, gangguan temporer, gangguan permanen

1. PENDAHULUAN

PLN sebagai Perusahaan Listrik Negara berusaha untuk mensuplai energi listrik yang ada dengan seoptimal mungkin seiring dengan semakin meningkatnya konsumen energi listrik. Indikator penentuan kualitas pelayanan tenaga listrik ke masyarakat adalah keandalan sistem distribusi. Namun dalam proses penyalurannya terdapat kendala yaitu sistem jaringan yang panjang sehingga rawan terjadi gangguan dan menyebabkan berkurangnya tingkat keandalan. Maka diperlukan suatu pengamanan yang memisahkan daerah yang mengalami gangguan dari sumber dan untuk menutup kembali.

Pada dasarnya gangguan yang sering terjadi pada sistem distribusi saluran 20 kV dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu gangguan dari dalam sistem dan gangguan dari luar sistem. Gangguan yang berasal dari luar sistem disebabkan oleh sambaran petir (surja petir), manusia, binatang, cuaca dan lain-lain. Sedangkan gangguan yang datang dari dalam sistem dapat berupa hubung singkat, kegagalan fungsi peralatan jaringan, kerusakan dari peralatan jaringan, kerusakan

peralatan pemutus beban dan kesalahan pada alat pendeteksi.

Untuk mengatasi hal ini dibutuhkan suatu sistem proteksi pada sistem distribusi. Dengan sistem proteksi ini diharapkan setiap kerugian yang diakibatkan oleh gangguan yang terjadi dapat diminimalisir. Apabila terjadi gangguan maka dituntut agar pemadaman tidak terlalu lama. Melihat hal tersebut, perlu dilakukannya tindakan yang cepat dalam penyelesaian masalah gangguan. Salah satu caranya adalah dengan pemasangan *recloser* atau pemutus balik otomatis (PBO).

Recloser adalah alat pengamanan arus gangguan lebih yang diatur untuk memutus dan menutup kembali secara otomatis, terutama untuk membebaskan dari gangguan yang bersifat temporer. Dengan demikian *recloser* akan masuk kembali sesuai penyetelannya sehingga jaringan akan aktif kembali secara otomatis. Pada gangguan yang bersifat temporer, *recloser* akan membuka dan menutup kembali bila gangguan telah hilang. Bila gangguan permanen, maka *recloser* akan membuka kontak dan mengunci

(*lock out*). Apabila gangguan telah dihilangkan, maka *recloser* dapat menutup kembali.

2. DASAR TEORI

2.1 Pengertian Sistem Distribusi

Sistem distribusi merupakan sistem penyaluran tenaga listrik dari sumber daya sampai ke pusat beban. Listrik dibangkitkan dari pusat-pusat tenaga listrik oleh transformator penaik tegangan (*step up transformer*) dinaikkan tegangannya kemudian disalurkan ke saluran transmisi 150 kV.

Sampai di Gardu Induk melalui transformator penurun tegangan (*step down transformer*) untuk diturunkan tegangannya kemudian melewati SUTM 20 kV, Kemudian diturunkan tegangannya dalam transformator distribusi menjadi TR 380/220 volt yang selanjutnya disalurkan ke rumah-rumah atau pelanggan melalui sambungan rumah.

2.2 Sistem Radial Penyulang 20 kV

Model jaringan listrik yang digunakan PT PLN (Persero) Distribusi UP3 Magelang untuk menyalurkan aliran listrik ke konsumen yaitu sistem radial.

Sistem distribusi dengan pola radial seperti Gambar 2.2 adalah sistem distribusi yang paling sederhana dan ekonomis.

Dikatakan radial karena jaringan ini ditarik secara radial dari gardu menuju beban/konsumen. Jaringan ini terdiri dari saluran utama dan saluran cabang. Proses pengaliran listrik ke beban yaitu dengan memasang transformator sedekat mungkin dengan beban. Transformator dipasang untuk menurunkan tegangan agar dapat dikomsumsi oleh pelanggan. Jika beban jauh dari saluran utama dan saluran cabang maka ditarik lagi saluran tambahan yang ditarik dari saluran tersebut.

Keuntungan dari sistem radial adalah konfigurasinya yang tidak rumit serta biaya instalasi yang lebih murah dibandingkan dengan sistem yang lain. Kelemahan sistem radial yaitu *drop voltages* sangat besar jika terjadi gangguan pada sistem maka dapat mengakibatkan jatuhnya sebagian atau keseluruhan dari sistem.

2.3 Proteksi Sistem Jaringan Distribusi

Pada saat terjadi gangguan pada sistem tenaga listrik, misalnya

adanya arus lebih, tegangan lebih dan sebagainya, maka perlu diambil suatu tindakan untuk mengatasi kondisi gangguan tersebut. Jika dibiarkan, gangguan itu akan meluas keseluruh sistem sehingga bisa menyebabkan rusaknya semua peralatan sistem tenaga listrik yang ada. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan suatu sistem proteksi. Salah satu komponen yang penting untuk pengaman tenaga listrik adalah Relay proteksi (*Protective Relay*).

Relay Proteksi adalah piranti yang direncanakan untuk mendeteksi bila terjadi suatu gangguan pada peralatan listrik. Bila gangguan itu muncul maka relay proteksi akan secara otomatis memberikan perintah untuk membuka *Circuit Breaker* agar bagian yang terganggu dapat dipisahkan dari sistem yang normal.

2.4 Gangguan

Yang dimaksud dengan gangguan dalam operasi sistem tenaga listrik adalah keadaan yang terjadi akibat adanya gangguan hubung singkat yang menyebabkan arus yang besar, sehingga menyebabkan putusnya aliran daya listrik. Untuk bagian sistem yang

tidak dilengkapi PMT misalnya yang diamankan dengan sekering, maka gangguan adalah kejadian yang menyebabkan putusnya hubungan (bekerjanya) sekering.

Ditinjau dari sifatnya, Jika gangguannya adalah temporer maka *recloser* akan membuka dan menutup kembali sesuai *setting* yang telah ditentukan, *recloser* tidak akan membuka tetap (*lock out*). Sedangkan jika gangguannya permanen maka setelah *recloser* membuka dan menutup sebanyak *setting* yang telah ditentukan kemudian *recloser* akan membuka tetap (*lock out*).

2.5 Relay Arus Lebih

Relay arus lebih atau yang lebih dikenal dengan *over current relay* adalah peralatan proteksi yang banyak dipakai di instalasi listrik, termasuk pada instalasi tegangan tinggi. Relay arus lebih pada instalasi tegangan tinggi digunakan untuk mengamankan / melokalisir sirkuit yang mengalami gangguan antar fasa (*phase to phase*) atau fasa ke tanah (*phase to ground*). Prinsip kerja OCR adalah ketika terjadi gangguan fasa ke tanah maka besarnya arus gangguan akan termonitor melalui CT (*current*

transformer) yang kemudian akan diteruskan melalui rangkaian sekunder CT menuju relay proteksi. Relay proteksi akan membaca besarnya arus gangguan. Jika arus gangguan melebihi *setting* relay, maka relay akan bekerja memberi perintah pada *Circuit Breaker* sehingga daerah terganggu terputus dari sirkuit yang sehat.

2.6 Pengertian Recloser

Recloser adalah suatu rangkaian listrik yang terdiri dari pemutus tenaga dan kontrol elektronik yang berfungsi untuk mendeteksi arus lebih karena gangguan hubung singkat. Jika gangguannya adalah temporer maka *recloser* akan membuka dan menutup kembali sesuai *setting* yang telah ditentukan, *recloser* tidak akan membuka tetap (*lock out*). Sedangkan jika gangguannya permanen maka setelah *recloser* membuka dan menutup sebanyak *setting* yang telah ditentukan kemudian *recloser* akan membuka tetap (*lock out*). *Recloser* ini akan bekerja kembali jika gangguan telah dihilangkan oleh petugas. Bentuk *recloser* dapat dilihat pada gambar 2.8.



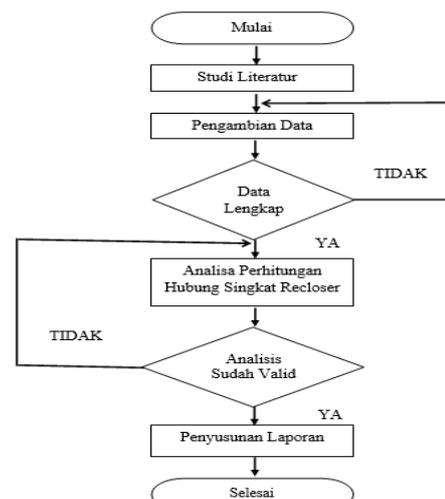
Gambar 2.8. *Recloser*

Recloser berguna untuk mengisolasi gangguan agar tidak bertambah ke sistem yang lebih besar lagi sehingga peralatan listrik tidak mudah rusak. Prinsip kerja *recloser* pada dasarnya hampir sama dengan pemutus.

3. RANCANG BANGUN

3.1 Alur Penelitian

Berikut ini adalah *flow chart* penelitian gangguan hubung singkat pada *recloser* yang dilakukan untuk penulisan skripsi :



Gambar 3.1. *Flow Chart* Penelitian

1. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan sebagai dasar teori dalam melakukan penelitian berdasarkan tentang tema yang diambil. Studi literatur yang digunakan meliputi buku, artikel, serta naskah publikasi yang berhubungan dengan tema sebagai bahan referensi analisa.
2. Pengambilan Data
Pengambilan data dilakukan di PT PLN (Persero) UP3 Magelang untuk dijadikan sebagai bahan analisa pada penulisan tugas akhir ini.
3. Pengujian
Pengujian dilakukan untuk menguji nilai *settingrecloser* berdasarkan data yang diperoleh untuk mengetahui waktu kerja terhadap arus gangguan hubung singkat yang dirasakan serta menganalisis gangguan yang terjadi padadata lapangan selama 2018.
4. Analisa Data
Data – data yang diperoleh berdasarkan penelitian dan pengambilan data dari PT PLN (Persero) UP3 Magelang

kemudian dianalisa dengan perhitungan dan analisa perhitungan arus hubung singkat *recloser* pada penyulang.

5. Penyusunan Laporan
Pembuatan laporan sebagai dokumen hasil penelitian yang telah dilakukan.

3.2 Lokasi Penelitian

Pada penelitian untuk menulis skripsi, maka dilakukan penelitian di PT PLN (Persero) UP3 Magelang yang beralamat di Jl. Ahmad Yani No.14, Panjang, Magelang Utara, Kota Magelang, Jawa Tengah 59155

3.3 Peralatan Pendukung Penelitian

Peralatan yang didukung melakukan penelitian untuk skripsi sebagai berikut:

- a. Perangkat Keras (*Hardware*)
 1. Laptop Asus yang digunakan untuk menyimpan data dari penelitian
 2. Smartphone Oppo a57 yang digunakan untuk mencatat dari proses penelitian.
- b. Perangkat Lunak (*Software*)

1. Microsoft Office 2013 yang digunakan untuk mengetik laporan skripsi.
2. Microsoft Excel 2013 yang digunakan untuk pengolahan data laporan skripsi. Dari data yang diperoleh sudah berupa data hasil lapangan dan rumus yang digunakan serta satuan/ketentuan sesuai SPLN
3. *Single Line Diagram* yang didapat di *dispatcher* area Magelang untuk mengetahui feeder Penyulang Sanggrahan 10 sampai ujung yang digunakan penelitian serta posisi *recloser* yang digunakan berada.

3.4 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dan pengambilan data untuk laporan skripsi yang dilakukan di PT. PLN (Persero) UP3 Magelang pada tanggal 17 Desember 2018 sampai 7 Januari 2019.

4. HASIL DAN ANALISA

4.1 Sistem Penyulang Sanggrahan 10

Pada proyek akhir ini membahas tentang penggunaan *recloser* pada penyulang sanggrahan 10 di PT PLN (Persero) Area Magelang. Penyulang Sanggrahan 10 mengalirkan listrik daerah Mertoyudan dan sekitarnya. Untuk menjaga kontinuitas dan keandalan penyaluran listrik di Penyulang Sanggrahan 10 dari gangguan jaringan SUTM. Menggunakan 1 unit *Recloser*, untuk meminimalisir gangguan di jaringan SUTM pada Penyulang Sanggrahan 10.

4.2 Data Gangguan Pada Penyulang Sanggrahan 10

Data gangguan didapatkan dengan mencatat setiap gangguan yang terjadi selama tahun 2018 yang dilaksanakan oleh petugas setempat. Sebagai acuan untuk evaluasi koordinasi dari peralatan proteksi dan penggunaan *recloser* dalam mengamankan gangguan hubung singkat.

4.3 Setting Arus Recloser Pada Penyulang Sanggrahan 10

Dalam menentukan *setting recloser*, hal-hal yang harus diperhatikan adalah data *setting* relay proteksi pada Gardu Induk dan arus hubung singkat yang mungkin

terjadi pada lokasi *recloser* dipasang (lokasi terletak dititik 50% panjang penyulang) dan dititik terjauh gangguan penyulang.

4.3.1 Perhitungan Arus *Setting Recloser*

Untuk menghitung arus gangguan hubung singkat hal yang perlu dilakukan mengetahui data penyulang dan mengatur arus beban premier pada *recloser*.

Maka *recloser* tidak bekerja (*trip*). Namun apabila arus beban melonjak naik melebihi *setting* arus *recloser*, maka *recloser* bekerja (*trip*). Jadi dari *recloser* sampai ujung jaringan mengalami padam, namun *outgoing feeder* sampai *recloser* menyala.

4.3.2 Perhitungan Impedansi Sumber

Untuk menghitung arus gangguan hubung singkat pada sistem penyulang sanggrahan 10, pertama dihitung besar impedansi sumber.

Nilai dari ohm ini merupakan impedansi pada sisi 150 kV, maka perlu dikonversikan dahulu ke sisi 20 kV. Karena arus gangguan hubung singkat yang akan dihitung adalah gangguan hubung singkat disisi 20 kV, maka Impedansi

Sumber tersebut harus dikonversikan dulu ke sisi 20 kV.

4.3.3 Perhitungan Impedansi Trafo Tenaga

Impedansi urutan positif trafo adalah impedansi bocor trafo. Besarnya impedansi urutan positif sama dengan impedansi urutan negatif. Impedansi suatu trafo adalah harga reaktansinya, Sedangkan tahanannya diabaikan karena nilai sangat kecil.

4.3.4 Perhitungan Impedansi Penyulang / Saluran

Impedansi hantaran yang akan dihitung tergantung dari besarnya impedansi feeder km dari kawat penyulang itu sendiri (Penyulang Sanggrahan), Menurut data teknis dari kawat penghantar A3C 240 dan A3C 150 pada sistem distribusi 20 Kv.

4.3.5 Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan

Perhitungan yang dilakukan disini adalah perhitungan besarnya nilai impedansi ekuivalen positif, negatif, nol dari titik gangguan sampai ke sumber. Karena dari sejak sumber ke titik gangguan impedansi yang terbentuk adalah tersambung seri maka perhitungan impedansi urutan positif (Z_{1eq}) dan impedansi

urutan negatif (Z_{2eq}) dapat langsung dengan cara menjumlahkan impedansi tersebut, sedangkan untuk perhitungan (Z_{0eq}) dimulai dari titik gangguan sampai ke trafo tenaga yang netralnya ditanahkan dengan tahanan NGR.

4.3.6 Perhitungan Arus Hubung Singkat

Setelah mendapatkan Impedansi dengan lokasi gangguan, selanjutnya perhitungan arus gangguan hubung singkat dapat dihitung dengan menggunakan rumus dasar, hanya saja Impedansi ekuivalen mana yang dimasukkan ke dalam rumus dasar tersebut adalah tergantung gangguan hubung singkatnya.

4.4 *Setting* Waktu Kerja *Recloser* Pada Penyulang Sanggrahan 10

Setting waktu *recloser* dilakukan untuk menentukan kerja *recloser* sampai diujungnya. Adapun *setting* waktu yang dilakukan, yaitu :

1. Seketika
2. Seketika

Gunanya : *recloser* bekerja dengan operasi cepat untuk mengantisipasi akibat dari

gangguan temporer. Sehingga jika terjadi gangguan maka proteksi lainnya tidak bekerja dan tidak memberikan kesempatan FCO / sekering putus. *Recloser* dengan operasi lambat digunakan sebagai koordinasi dengan pengaman yang berada disisi hilir.

3. Inverse time

4. Inverse time

Gunanya : Apabila terjadi gangguan temporer gunanya sebagai koordinasi dengan pengaman FCO yang berada dibawahnya. Dengan memberikan kesempatan relai utama bekerja terlebih dahulu.

4.5 Analisa Koordinasi Proteksi Pada Penyulang Sanggrahan 10

Evaluasi koordinasi proteksi perlu dilakukan untuk mengetahui apakah kerja peralatan proteksi tersebut masih selektif, Karena adanya perubahan di jaringan yang dapat berupa penggantian kawat penghantar dan adanya perubahan jumlah beban. Selain itu evaluasi ini juga memperhitungkan histori gangguan dari penyulang tersebut yang akan menjadi landasan dalam

pemberian saran hasil evaluasi tersebut.

Dari data analisa gangguan yang terjadi pada penyulang Sanggrahan 10 ini dapat terlihat bahwa koordinasi peralatan proteksi jaringan dari gangguan hubung singkat sudah selektif dalam mengatasi gangguan yang terjadi. Dimana saat terjadi gangguan di sisi hilir *recloser*, pada sisi hulu *recloser* masih dapat terus beroperasi. Maka dapat diambil kesimpulan bahwa koordinasi peralatan proteksi dapat berjalan seperti yang sudah di perhitungkan, bahwa PMT dan *recloser* di penyulang 20 kV tidak akan trip bersamaan.

4.6 Sistematis Penggunaan *Recloser* Pada Penyulang Sanggrahan 10

Penggunaan *Recloser* terhadap gangguan temporer untuk memisahkan jaringan dari sistem secara cepat serta memperkecil daerah pemadaman sekecil mungkin. Secara sistematis cara kerja *recloser* sebagai berikut :

1. Pada saat normal arus dan daya listrik mengalir dengan normal.
2. Saat ada gangguan baik gangguan temporer atau

permanen maka arus yang lewat akan membuka *recloser*.

3. Untuk gangguan temporer, *recloser* akan menutup kembali sesuai *settingan* waktu yang telah ditentukan kemudian arus dan daya listrik akan berjalan normal kembali.
4. Untuk gangguan permanen, *recloser* akan menutup membuka kembali sebanyak berapa kali *settingan recloser* tersebut kemudian *lock out*.
5. Jika gangguan permanen sudah dihilangkan petugas maka *recloser* dapat bekerja lagi.

4.7 Analisa Penggunaan *Recloser* Pada Penyulang Sanggrahan 10

Penggunaan *Recloser* pada jaringan SUTM untuk memisahkan jaringan dari sistem secara cepat serta memperkecil daerah pemadaman sekecil mungkin. *Recloser* dipasang pada jaringan SUTM, karena pada jaringan SUTM sering mengalami gangguan hubung singkat yang bersifat temporer. *Recloser* berfungsi untuk menormalkan kembali jaringan SUTM atau memperkecil daerah

pemadaman yang disebabkan oleh gangguan temporer. *Recloser* berguna sebagai pengaman jaringan SUTM sehingga dapat melokalisasi / mengurangi daerah yang terganggu oleh gangguan temporer. Untuk jelasnya sebagai contoh kerja *recloser* terhadap gangguan temporer yang terjadi pada penyulang sanggrahan 10.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Fungsi *Recloser* terhadap gangguan temporer, apabila gangguan sesaat tersebut sudah hilang, maka *Recloser* akan masuk kembali, dengan interval waktu reclose dari *setting*nya, sehingga jaringan akan tetap normal.
2. Pada Penyulang Sanggrahan 10, *recloser* waktu pembukaan pertama dan kedua *disetting* secara seketika, sehingga jika terjadi gangguan maka proteksi lain tidak bekerja dan tidak memberikan kesempatan FCO / sekering putus.
3. *Recloser* Pada Penyulang Sanggrahan 10 *disetting* inverse time guna

mempersilahkan relai utama bekerja terlebih dahulu guna mendeteksi gangguan yang terjadi.

4. *Recloser* *disetting* masih bekerja untuk arus gangguan terkecil pada Penyulang Sanggrahan 10.
5. *Recloser* tidak boleh bekerja untuk arus gangguan maksimum karena akan mengganggu kinerja proteksi yang ada di Penyulang Sanggrahan 10.

5.2 SARAN

1. Dengan berkembangnya jaringan distribusi, maka sebaiknya pemeliharaan *setting recloser* ditinjau dalam kurun waktu tertentu sehingga meningkatkan mutu kinerja proteksi yang ada.
2. Penggunaan *recloser* dalam mengatasi gangguan temporer dapat berguna untuk meningkatkan mutu keandalan sistem jaringan SUTM pada Penyulang Sanggrahan 10 di PT PLN (Persero) UP3 Magelang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ady,S. 2005. *Sistem Pengaman Tenaga Listrik*. Universitas Sumatra Utara: Medan.
- Djiteng, M. 2006.*Operasi Sistem Tenaga Listrik*, edisi II. Jakarta : Graha Ilmu.
- Fajrian, R. 2015. *Analisa Koordinasi Proteksi Overcurrent Relay Pada Jaringan Distribusi SUTM 20 kV dengan Menggunakan Software ETAP*.Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Hardiansyah, A.2016. *Analisis Koordinasi Proteksi Pada Jaringan Distribusi Radial*.
- Hazairin, Samaulan.2004. *Dasar-Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik*. Polsri: Padang.
- Pandjaitan, Bonar.2012. *Praktik-Praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta : Penarbit ANDI.
- Sarimun, N., Wahyudi.2012. *Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Garamnond, Trilogi Communication.
- Setiyawan, A. 2017. *Analisis Koordinasi Proteksi Pada PT. PLN (PERSERO) Gardu Induk Wonosobo Menggunakan Software Aplikasi ETAP*.Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Supanggah, Y. 2017. *Analisis Koordinasi Proteksi Rele OCR Pada Sistem Kelistrikan Plant 8 PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk*. Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Supriyadi, Edy.2000. *Sistem Proteksi Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Adi Cita.
- Syahputra, R. 2012. “*Distributed Generation: State of the Arts dalam Penyediaan Energi Listrik*”. LP3M UMY, Yogyakarta.
- Syahputra, R. 2012. “Fuzzy Multi-Objective Approach for the Improvement of Distribution Network Efficiency by Considering DG”. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 4, No. 2, pp. 57-68.

- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. 2012. "Reconfiguration of Distribution Network with DG Using Fuzzy Multi-objective Method". *International Conference on Innovation, Management and Technology Research (ICIMTR)*, May 21-22, 2012, Melacca, Malaysia.
- Syahputra, R. 2013. "A Neuro-Fuzzy Approach For the Fault Location Estimation of Unsynchronized Two-Terminal Transmission Lines". *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 5, No. 1, pp. 23-37.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. 2014. Optimization of Distribution Network Configuration with Integration of Distributed Energy Resources Using Extended Fuzzy Multi-objective Method. *International Review of Electrical Engineering (IREE)*, 9(3), pp. 629-639.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. 2014. Performance Analysis of Wind Turbine as a Distributed Generation Unit in Distribution System. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 6, No. 3, pp. 39-56.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. 2014. "Optimal Distribution Network Reconfiguration with Penetration of Distributed Energy Resources". *Proceeding of 2014 1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) 2014*. UNDIP Semarang, pp. 388 - 393.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. 2015. Performance Improvement of Radial Distribution Network with Distributed Generation Integration Using Extended Particle Swarm Optimization Algorithm. *International Review of Electrical Engineering (IREE)*, 10(2). pp. 293-304.
- Syahputra, R. 2015. "Teknologi dan Aplikasi Elektromagnetik". LP3M UMY, Yogyakarta.
- Syahputra, R., Soesanti, I. 2015. "Control of Synchronous Generator in Wind Power Systems Using Neuro-Fuzzy Approach". *Proceeding of International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE)*

2015, UNESA Surabaya, pp. 187-193.

Syahputra, R., Soesanti, I. 2015. Power System Stabilizer model based on Fuzzy-PSO for improving power system stability. 2015 *International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture, and Industrial Automation (ICAMIMIA)*, Surabaya, 15-17 Oct. 2015 pp. 121 - 126.

Syahputra, R. 2016. "*Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik*". LP3M UMY, Yogyakarta.

_____, 2005. *Analisa penggunaan Recloser 3 Fasa Pada Jaringan Distribusi 20kV*. Semarang : PT. PLN (Persero) APJ SEMARANG.