

**SETTING WAKTU RELAY OCR (OVER CURRENT RELAY) DI
PENYULANG KENARI 20 KV GARDU INDUK SEDUDUK PUTIH
PALEMBANG**



SKRIPSI

**Disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan S1
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

KUKUH RAHMADI PUTRA

13 2016 131

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

2020

SKRIPSI
SETTING WAKTU RELAY OCR (OVER CURRENT RELAY) DI PENYULANG
KENARI 20 KV GARDU INDUK SEDUDUK PUTIH PALEMBANG



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan
14 Agustus 2020

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
KUKUH RAHMADI PUTRA

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc
NIDN. 0002107302

Penguji 1

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

Pembimbing 2

Muhammad Hurairah, S.T., M.T
NIDN. 0228098702

Penguji 2

Ir. Eliza, M.T
NIDN. 0209026201

Menyetujui
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T
NIDN. 0227077004

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro

Taufik Barlian, S.T., M.Eng
NIDN. 0218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, Agustus 2020

Yang membuat pernyataan



Kukuh Rahmadi Putra

MOTTO

➤ Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh.

(Andrew Jackson)

➤ Gagal coba lagi, gagal coba lagi, karna kita tidak tau berapa jatah gagal yang harus dihabiskan untuk sebuah keberhasilan.

(Kukuh Rahmadi Putra)

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT,

Tugas Akhir ini ku persembahkan kepada:

- Ayah dan Ibu tercinta
- Saudara kandungku
- Semua keluarga besarku
- Dosen pembimbing I dan II
- Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas muhammadiyah Palembang

ABSTRAK

Sistem proteksi berfungsi untuk mengamankan peralatan listrik terhadap kemungkinan kerusakan akibat gangguan, melokalisir daerah-daerah sistem yang terganggu sekecil mungkin dan berusaha secepat mungkin untuk mengatasi daerah yang terganggu tersebut, sehingga stabilitas sistem dapat terjaga dan menghindarkan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik, *Relay* sebagai salah satu bagian penting dalam sistem pengamanan jaringan transmisi harus mempunyai kemampuan mendeteksi adanya gangguan, pada semua keadaan yang kemudian memisahkan bagian sistem yang terganggu tersebut. Penelitian dengan judul “setting waktu relay OCR (*over current relay*) di penyulang kenari 20 kv gardu induk seduduk putih Palembang” memiliki rumusan masalah bagaimana perhitungan nilai setting *relay* di penyulang kenari Gardu induk seduduk putih Palembang. Adapun tujuan dari analisa setting waktu *relay* OCR (*over current relay*) di penyulang kenari 20 kv gardu induk seduduk putih Palembang yaitu menghitung nilai setting waktu kerja *relay* ocr di penyulang kenari dan mensimulasikannya menggunakan software ETAP dan mensimulasikan gangguan hubung singkat di penyulang Kenari Gardu Induk 70 kV Seduduk Putih Palembang menggunakan *software* ETAP.

Metode penelitian yang dilakukan dalam penyelesaian penyusunan penelitian ini berupa Studi literatur untuk mempelajari landasan teori yang akan digunakan sebagai dasar dan acuan untuk mengelolah data yang ada, serta untuk mengumpulkan data yang diperlukan, mengolah data dan melakukan analisis. Pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan dan simulasi menggunakan *software* etap 12.6,

Berdasarkan data hasil perhitungan waktu kerja *relay* ocr di sisi *incoming* 0,99 detik dan waktu kerja *relay* di sisi *outgoing* 0,124 detik sedangkan hasil simulasi dengan menggunakan *software* ETAP 12.6 menunjukkan terdapat selisih waktu kerja ocr sebesar 0,1 dan 0,01 berturut-turut untuk sisi *incoming* dan sisi *outgoing*, besarnya arus gangguan yang didapat dari simulasi didapat arus gangguan 3 fasa terbesar 4684 Ampere, arus gangguan 2 fasa terbesar 4061Ampere, dan arus gangguan 1 fasa terbesar 3031 Ampere . dari hasil simulasi menggunakan ETAP 12.6 menunjukkan bahwa nilai nilai perhitungan waktu kerja *relay* menunjukkan koordinasi yang lebih baik.

Kata Kunci : Hubung Singkat, *relay* arus lebih, ETAP Power Station 12.6.0

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan lancar dengan judul “**SETTING WAKTU RELAY OCR (OVER CURRENT RELAY) DI PENYULANG KENARI 20 KV GARDU INDUK SEDUDUK PUTIH PALEMBANG**” tepat pada waktunya. Adapun tujuan dari penulisan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Srata I Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Dalam penulisan Skripsi ini penulis banyak menerima bantuan berupa masukan - masukan berupa saran dan kritik, Serta bimbingan yang membangun dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu **Wiwini A. Oktaviani, S.T., M.Sc.**, selaku Pembimbing I
2. Bapak **Muhammad Huraerah, S.T., M.T.** , selaku Pembimbing II

Yang telah memberikan banyak masukan bimbingan, pengarahan dan nasehatnya kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini. Dalam menyelesaikan Skripsi ini, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung, melancarkan serta membantu hingga Skripsi ini dapat diselesaikan, terutama kepada :

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Ibu Wiwin A. Oktaviani, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing 1 yang sangat luar biasa dengan seluruh ilmu nya, memberikan kritik dan saran

yang berguna dalam mengerjakan skripsi ini, dan selalu memberikan solusi yang sangat berharga pada penulisan skripsi ini.

5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Seluruh Karyawan, Staff, Tim Pelayanan Teknik dan Tenaga Outsourcing di lingkungan PT. PLN (Persero) Gardu Induk Seduduk putih Palembang.
7. Teman-teman seangkatan di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Demikianlah, Skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi teman-teman mahasiswa Program Studi Teknik Elektro dan terkhusus bagi penulis sendiri.

Palembang, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

| | halaman |
|--|-------------------------------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | Error! Bookmark not defined. |
| PERNYATAAN | iii |
| MOTTO | iv |
| ABSTRAK | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| BAB 1 | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 4 |
| 1.4 Sistematika Penelitian | 4 |
| BAB 2 | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Sistem Tenaga Listrik | 5 |
| 2.1.1 Transmisi | 7 |
| 2.1.2 Distribusi | 8 |
| 2.1.3 Sistem Distribusi Sekunder (Jaringan Tegangan Rendah 380/220V) | 11 |
| 2.2 Transformator | 12 |
| 2.3 Daya Listrik | 13 |
| 2.3.1 Daya semu | 13 |
| 2.3.2 Daya Aktif | 13 |
| 2.3.3 Daya Reaktif | 14 |
| 2.3.4 Rugi daya | 14 |

| | |
|---|----|
| 2.4 Gangguan Hubung Singkat | 15 |
| 2.4.1 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah | 16 |
| 2.4.2 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa | 17 |
| 2.4.3 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa | 17 |
| 2.4.4 Akibat Gangguan pada hubung singkat | 18 |
| 2.5 Menghitung Impedansi | 19 |
| 2.5.1 Impedansi Sumber | 19 |
| 2.5.2 Impedansi Transformator | 19 |
| 2.5.3 Impedansi Penyulang | 19 |
| 2.5.4 Impedansi Ekuivalen Jaringan | 20 |
| 2.6 Sistem Proteksi <i>Relay</i> | 20 |
| 2.6.1 <i>Relai</i> OCR | 21 |
| 2.6.2 Koordinasi OCR | 23 |
| 2.6.3 <i>relay</i> waktu seketika (<i>Instantaneous relay</i>) | 24 |
| 2.6.4 <i>Relay</i> arus lebih waktu tertentu (<i>Definite time relay</i>) | 25 |
| 2.6.5 <i>Relay</i> arus lebih waktu terbalik (<i>Inverse time</i>) | 25 |
| 2.6.6 Fungsi Proteksi | 26 |
| 2.7 E T A P (<i>Electrical Transient Analysis Program</i>) | 26 |
| 2.7.2 Standar simbol ETAP | 27 |
| BAB 3 | 28 |
| METODOLOGI PENELITIAN | 28 |
| 3.1 Diagram Fishbone | 28 |
| 3.2 Diagram Alir | 29 |
| 3.3 Gambaran Umum Gardu Induk Seduduk Putih Palembang | 30 |
| 3.4 Single line diagram gardu induk seduduk putih | 30 |
| 3.5 Single line diagram penyulang kenari gardu induk seduduk putih | 31 |
| 3.6 Langkah-Langkah Penelitian | 32 |
| BAB 4 | 33 |
| DATA DAN ANALISIS | 33 |
| 4.1 Data | 33 |

| | |
|--|----|
| 4.2 Simulasi Gangguan Hubung Singkat | 35 |
| Dari simulasi ini dapat diketahui gangguan hubung singkat 1fasa, 2fasa dan 3fasa dari gambar 4.1 merupakan hasil simulasi dari software ETAP 12.6. | 35 |
| 4.3 Setting OCR Antara Sisi <i>Incoming</i> Terhadap Sisi Penyulang | 36 |
| 4.3.1 Simulasi Setting <i>relay</i> OCR | 36 |
| 4.4 Perhitungan Setting OCR | 37 |
| 4.4.2 <i>Setting relay</i> arus lebih sisi <i>incoming</i> | 37 |
| 4.5 Analisis Arus Gangguan Penyulang Kenari | 40 |
| 4.6 Analisa Setting Waktu Kerja Relay OCR | 41 |
| BAB 5 | 42 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | 42 |
| 5.1 Kesimpulan | 42 |
| 5.2 Saran | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA | 43 |
| LAMPIRAN | 47 |

DAFTAR GAMBAR

| | halaman |
|--|---------|
| Gambar 2. 1 Rangkaian Sistem Tenaga Listrik | 5 |
| Gambar 2. 2 Proses penyaluran tenaga listrik sampai pelanggan | 6 |
| Gambar 2. 3 Sistem Tenaga Listrik | 6 |
| Gambar 2. 4 Skema Saluran Sistem Radial | 9 |
| Gambar 2. 5 Skema Saluran <i>Tie Line</i> | 9 |
| Gambar 2. 6 Skema Saluran Sistem <i>Loop</i> | 10 |
| Gambar 2. 7 Skema Saluran Sistem <i>Spindel</i> | 10 |
| Gambar 2. 8 Skema Saluran Sistem Cluster | 11 |
| Gambar 2. 9 Hubungan tegangan menengah ke tegangan rendah dan konsumen | 11 |
| Gambar 2. 10 Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah | 16 |
| Gambar 2. 11 Gangguan hubung singkat dua fasa | 17 |
| Gambar 2. 12 Gangguan hubung singkat tiga fasa | 18 |
| Gambar 2. 13 Hubungan Relai Dalam Sistem Tenaga Listrik | 19 |
| Gambar 2. 14 Prinsip kerja <i>OCR</i> | 22 |
| Gambar 2. 15 Karakteristik Rele OCR standar IEC 60255 | 22 |
| Gambar 2. 16 Karakteristik relai waktu seketika | 24 |
| Gambar 2. 17 Karakteristik relai waktu <i>definite</i> | 25 |
| Gambar 2. 18 Karakteristik relai waktu inverse | 25 |
| Gambar 3. 1 fishbone | 28 |
| Gambar 3. 2 diagram alir | 29 |
| Gambar 3. 3 single line diagram gardu induk seduduk putih | 30 |
| Gambar 3. 4 single line diagram penyulang kenari | 31 |
| Gambar 4. 1 hasil simulasi gangguan hubung singkat | 37 |
| Gambar 4. 2 grafik gangguan hubung singkat | 40 |
| Gambar 4. 3 kurva relay ocr | 41 |

DAFTAR TABEL

| | halaman |
|--|---------|
| Tabel 4. 1 Data transformator gardu induk seduduk putih | 33 |
| Tabel 4. 2 Data ocr gardu induk seduduk putih | 34 |
| Tabel 4. 3 Reaktansi penghantar tegangan 20 kV | 34 |
| Tabel 4. 4 Perhitungan arus hubung singkat | 39 |
| Tabel 4. 5 Hasil simulasi waktu kerja relay sisi <i>incoming</i> dan sisi <i>outgoing</i> . | 36 |
| Tabel 4. 6 Hasil perhitungan waktu kerja relay sisi <i>incoming</i> dan sisi <i>outgoing</i> . | 39 |
| Tabel 4. 7 Hasil perbandingan simulasi dan perhitungan setting waktu kerja relay arus lebih pada sisi <i>incoming</i> dan sisi <i>outgoing</i> | 39 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gangguan-gangguan dalam sistem operasi tenaga listrik sering terjadi dan mengakibatkan penyaluran tenaga listrik ke konsumen terganggu. Gangguan merupakan sebuah keadaan dimana suatu sistem tenaga listrik yang sedang beroperasi mengalami keadaan yang tidak normal dan dapat mengganggu kontinuitas dari pelayanan tenaga listrik. Gangguan yang terjadi di dalam peralatan listrik mengakibatkan suatu kerusakan yang menyebabkan aliran arus listrik keluar dari saluran yang seharusnya. Gangguan selalu dapat ditimbulkan oleh hubung singkat antar fasa atau hubung singkat fasa ke tanah. Gangguan-gangguan sering dialami oleh jaringan yang terpasang di alam terbuka seperti saluran udara tegangan menengah 20 KV, yang mengakibatkan penyaluran tenaga listrik menjadi terganggu atau mengalami pemadaman untuk menghindari kerusakan tersebut dan untuk menjaga kontinuitas maupun kestabilan sistem maka dipasanglah peralatan proteksi seperti rele arus lebih OCR (Over Current Relay) (Nugroho & Sukmadi, 2017).

Sistem proteksi berfungsi untuk mengamankan peralatan listrik terhadap kemungkinan kerusakan akibat gangguan, membatasi daerah-daerah sistem yang terganggu sekecil mungkin dan berusaha secepat mungkin untuk mengatasi daerah yang terganggu tersebut, sehingga *stabilitas* sistem dapat terjagadengan baik untuk mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

Relay merupakan salah satu bagian terpenting dalam sistem pengamanan jaringan transmisi, *relay* harus mempunyai kemampuan mendeteksi adanya gangguan sehingga dapat memisahkan daerah yang terganggu tersebut dan dapat meminimalkan kerusakan pada bagian yang terganggu serta mencegah gangguan meluas ke jaringan lain yang tidak terganggu, Sebagai langkah utama dalam mengatasi adanya gangguan biasanya dipakai selain relai jarak yaitu

relay arus lebih dan relai gangguan tanah. Dalam fungsinya sebagai sistem proteksi, evaluasi kinerja *relay* arus lebih atau (OCR) dan *relay* gangguan tanah atau *ground fault relay* (GFR) tersebut harus dilakukan secara berkelanjutan. Keandalan sebuah sistem proteksi sangat dituntut demi terjaganya kontinuitas penyaluran energi listrik. Untuk itu diperlukan koordinasi antar komponen penunjang sistem proteksi (GFR)(Dermawan & Nugroho, n.d.).

Penggunaan (OCR), *relay* proteksi ini sangat penting terutama untuk mengatasi terjadinya gangguan hubung singkat. *relay* ini memerintahkan pemutus (PMT) untuk *trip* apabila terjadi gangguan hubung singkat. Selain itu juga dapat disebabkan oleh kurang terkoordinasinya penyetelan *relay* antara *outgoing* gardu hubung dengan penyulang *ekspres feeder* yang mensuplai gardu hubung tersebut, Pada penyulang 20 kV biasanya pemadaman disebabkan oleh gangguan hubung singkat, Jika penyetelan (OCR) di sisi *incoming* atau di *outgoing* kurang baik, dapat menyebabkan pemadaman total (*black out*). Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan mengevaluasi setting *relay* proteksi pada penyulang distribusi 20 kV gardu induk seduduk putih, sehingga saling terkoordinasi dengan baik dan diharapkan jika terjadi gangguan pada salah satu penyulang 20 kV maka tidak akan membawa *black out* pada penyulang yang lain(Nurdin et al., 2015).

(OCR) memainkan peran penting dalam operasi perlindungan sistem distribusi tenaga listrik yaitu sebagai peralatan yang mensinyalir adanya arus lebih yang melebihi *setting* (Tjahjono et al., 2015) Baik yang disebabkan oleh adanya gangguan hubung singkat atau *overload*, Gangguan tersebut dapat merusak peralatan sistem tenaga listrik dalam wilayah proteksi.

Gangguan hubung singkat yang terjadi akan menimbulkan arus hubung singkat yang cukup besar, oleh karena itu diperlukan adanya suatu analisis terhadap parameter-parameter yang berlaku pada sistem tenaga listrik jika gangguan hubung singkat tersebut terjadi, dan diperlukan suatu simulasi dengan menggunakan software *Electric Transient Analysis Program* (ETAP) *power station* untuk meneliti perubahan arus selama terjadinya gangguan hubung singkat.

Menurut(Subari & Kusumastuti, n.d.) Proteksi merupakan perlindungan terhadap peralatan listrik yang bertujuan untuk menghindari dari kerusakan peralatan listrik dan juga untuk stabilias tenaga listrik tetap terjaga. Bagian dari sitem proteksi adalah trafo arus atau trafo tegangan, pengawatan, dan sumber AC/DC. Trafo arus terbagi menjadi dua fungsi yaitu sebagai pengukuran dan proteksi. Salah satu *relay* yang digunakan yaitu (OCR), *relay* proteksi harus bekerja sesuai dengan yang direncanakan untuk dapat merasakan atau mendeteksi adanya gangguan atau mulai merasakan adanya ketidak normalan pada bagian sistem tenaga listrik dan segera secara otomatis memberi perintah untuk membuka pemutus tenaga untuk memisahkan bagian dari sistem yang terganggu sehingga sistem lainnya tetap dapat beroperasi secara normal. Permasalah tersebut perlu dilakukan penelitian analisis setting waktu OCR di penyulang Kenari Gardu Induk Seduduk Putih PT. PLN, untuk mensimulasikan gangguan hubung singkat pada sistem kelistrikan di Unit Gardu Induk Seduduk Putih menggunakan program ETAP Power Station 12.6.

Berdasarkan uraian diatas, tugas akhir ini melakukan setting waktu OCR (over current relay) dengan menggunakan simulasi etap 12.6. Pada penyulang Kenari di gardu induk 70 kv seduduk putih Palembang.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penyusunan penelitian ini adalah :

1. Menghitung nilai nilai setting waktu kerja *relay* OCR di penyulang kenari dan mensimulasikannya menggunakan software ETAP
2. Mensimulasikan gangguan hubung singkat pada penyulang Kenari Gardu Induk 70 kV Seduduk Putih Palembang menggunakan software ETAP.
3. Sebagai pengamanan dari gangguan hubung singkat antar fasa dengan menggunakan over current *relay* OCR (over current *relay*) dan juga pengaman transformator daya pada Gardu Induk 70 kV Seduduk Putih Palembang.

1.3 Batasan Masalah

Dari permasalahan yang telah disebutkan diatas maka hanya akan dibatasi pada menghitung dan menganalisis penyetelan over current *relay* proteksi OCR dan menguji hasil perhitungan waktu setting over current *relay*OCR menggunakan Aplikasi ETAP 12.6

1.4 Sistematika Penelitian

Sistematika penelitian pada laporan ini agar dapat memudahkan penyusunannya maka sistematikanya dibuat sebagai berikut:

BAB 1: PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan latar belakang, tujuan ,batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi mengenai teori dasar dari sistem tenaga listrik, perangkat proteksi, gangguan hubung singkat, perhitungan arus gangguan, OCR(*over current relay*)dan software ETAP.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi mengenai metode penelitian dan berisi data-data dari Gardu Induk Seduduk Putih Palembang yang diperlukan dalam penelitian. Serta diagram *fishbone* mengenai proses pembuatan penelitian yang berawal dari pengumpulan data dan dilanjutkan dengan melakukan simulasi ETAP 12.6 menghitung gangguan hubung singkat serta *setting* waktu kerja OCR.

BAB 4 : HASIL DAN ANALISIS

Bab ini akan membahas tentang simulasi aplikasi software ETAP 12.6. dan perhitungan arus hubung singkat serta setting waktukerja OCR.

BAB 5 : PENUTUP

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari pembahasan dan perhitungan gangguan hubung singkat dan waktu kerja over current *relay* arus lebih serta saran yang di perlukan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- ardiansyah. (2010). *Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*.
- Azmi, A., & Hamdani, E. (2016). *Koordinasi Rele Pada Jaringan Transmisi 150 Kv. 3, 5*.
- Badaruddin, B., & Firdianto, F. A. (2016). Analisa Minyak Transformator Pada Transformator Tiga Fasa Di Pt X. *Jurnal Teknologi Elektro, 7(2)*.
<https://doi.org/10.22441/jte.v7i2.828>
- Dasman. (2016). Studi Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa Ke Tanah Pada Sutt 150 Kv (Aplikasi Gi Pip – Pauh Limo). *Jurnal Teknik Elektro Itp,5*, 113–119.
- Dermawan, E., & Nugroho, D. (N.D.). *Analisa Koordinasi Over Current Relay Dan Ground Fault Relay Di Sistem Proteksi Feeder Gardu Induk 20 Kv Jababeka. 14(2), 6*.
- Hidayat, A. W. (2013). Analisa Setting Rele Arus Lebih Dan Rele Gangguan Tanah Pada Penyulang Topan Gardu Induk Teluk Betung. *Electrician, 7(3)*, 108–115. <https://doi.org/10.23960/elc.v7n3.116>
- Hidayat, A. W., Gusmedi, H., Hakim, L., & Despa, D. (2013). *Analisa Setting Rele Arus Lebih Dan Rele Gangguan Tanah Pada Penyulang Topan Gardu Induk Teluk Betung. 7(3), 8*.
- Iswara, I. K. W., Arjana, G. D., & Wijaya, W. A. (2015). Analisa Setting Relai Pengaman Akibat Rekonfigurasi Pada Penyulang Blahbatuh. *Jurnal Spektrum, 2(2)*, 74–78.

- Kosasih. (2017). *Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta 2017*. 14.
- Kurniawan, N. (2017). *Analisa Perhitungan Efisiensi Transformator Daya 7.5 Mva Di Pt. Pupuk Sriwijaya Iii Palembang* (P. 45).
- Nova, T., & Syahrial, S. (2013). Perhitungan Setting Rele Ocr Dan Gfr Pada Sistem Interkoneksi Diesel Generator Di Perusahaan “X “. *Reka Elkomika*, *I(1)*, Article 1.
<https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaelkomika/article/view/114>
- Nugroho, A., & Sukmadi, T. (2017). Koordinasi Over Current Relay (Ocr) Sisi Incoming 1 Dengan Ocr Sisi Outgoing Kls 03 Pada Gi Kalisari. *Transmisi*.
- Nurdin, M., Syafii, & Erliwati. (2015). *Koordinasi Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Distribusi 20 Kv Gi Pauh Limo. Vol 4 ,No 2*.
- Pranayuda, F., Solichan, A., & Prasetyo, M. T. (2012). Analisis Penyetelan Proteksi Arus Lebih Penyulang Cimalaka Di Gardu Induk 70 Kv Sumedang. *Media Elekrika*, *5(2)*, Article 2.
<https://doi.org/10.26714/me.5.2.2012.%P>
- Priyono, S., Juningtyastuti, J., & Sukmadi, T. (2011). *Koordinasi Sistem Proteksi Trafo 30 Mva Di Gardu Induk 150 Kv Krapyak* [Other, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik]. <http://eprints.undip.ac.id/25638/>
- Putra, E. (2015). Analisis Koordinasi Setting Relay Pengaman Akibat Uprating Transformator Di Gardu Induk Gianyar. *E-Journal Spektrum Vol. 2,Vol. 2,*.

- Qoyyimi, T. (2017). Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Penyulang Tegalsari Surabaya Dengan Metode Impedansi Berbasis Gis (Geographic Information System). *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Subari, A., & Kusumastuti, D. H. (N.D.). *Setting Relay Differensial Pada Gardu Induk Kaliwungu Guna Menghindari Kegagalan Proteksi*. 6.
- Subianto, S. (2016). Studi Sistem Proteksi Rele Diferensial Pada Transformator Pt. Pln (Persero) Keramasan Palembang. *Jurnal Surya Energy*, 1(1), 30–38.
- Susanto, D. (2009). *Sistem Tenaga Listrik*.
- Syahputra, P., & Umy, M. (N.D.). *Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik*. 45.
- Tjahjono, A., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kusnal Faizin, A., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Priyadi, A., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Pujiantara, M., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Hery Purnomo, M., & Institut Teknologi Sepuluh Nopember. (2015). Optimal Coordination Of Overcurrent Relays In Radial System With Distributed Generation Using Modified Firefly Algorithm. *International Journal On Electrical Engineering And Informatics*, 7(4), 691–710. <https://doi.org/10.15676/Ijeei.2015.7.4.12>
- Wanda Ariesta, A. A. N., Dyana Arjana, I. G., & Indra Partha, T. G. (2018). Perencanaan Setting Pengaman Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 Kv Dengan Dibangunnya Gis Tanah Lot. *Jurnal Spektrum*, 5(2), 54. <https://doi.org/10.24843/Spektrum.2018.V05.I02.P07>

Widianto, F., Supardi, A., & Budiman, A. (N.D.). *Analisis Gangguan Hubung Singkat Tiga Fase Pada Sistem Distribusi Standar Ieee 13 Bus Dengan Menggunakan Program Etap Power Station 7.0. 14(02), 11.*