

## OPTIMALISASI PROTEKSI RELAI ARUS LEBIH PENYULANG KEMUNING PADA GARDU VBRA DI PT PLN (PERSERO) UP3 BEKASI UID JAWA BARAT

Rendya Maulida Ratipramesti<sup>1</sup>, Insani Abdi Bangsa<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang  
Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Kab Karawang, Jawa Barat, 41361  
(0267) 641177

E-mail: [rendya.maulida18165@student.unsika.ac.id](mailto:rendya.maulida18165@student.unsika.ac.id)<sup>1</sup>, [Iabdi.bangsa@ft.unsika.ac.id](mailto:Iabdi.bangsa@ft.unsika.ac.id)<sup>2</sup>

### ABSTRACT

*Protection system is a way that can be done to prevent and minimize the occurrence of damage from disturbances that will occur so that the distribution of electrical energy can be detected immediately. Overcurrent relays are equipment used in protection systems and can signal excess current so that they can detect disturbances in the form of short circuits which can result in damage to equipment in the electricity distribution system, especially at distribution substations. Furthermore, in the distribution of electricity, there are frequent disturbances in the feeder, so the continuity of the distribution of electricity must always be maintained. However, these feeders often experience disturbances, causing random events in the electricity distribution system, resulting in a trip to one feeder line with many distribution substations. Therefore, in terms of optimizing the distribution of electricity, an adequate protection system is absolutely necessary to overcome the occurrence of overcurrent. Optimization of the protection system carried out at the Kemuning feeder VBRA substation, namely by knowing the cause of the disturbance, performing network recovery at distribution substations, checking VBRA substations, repairing and setting overcurrent relays at VBRA substations, and conducting field trip tests for overcurrent relays at VBRA substations. So that the results obtained that the overcurrent relay can work properly when there is a disturbance in the form of an overcurrent.*

**Keywords:** Protection System, Overcurrent Relay, Fault, VBRA Substation

### ABSTRAK

Sistem Proteksi merupakan suatu cara yang dapat dilakukan untuk mencegah dan meminimalisasi terjadinya kerusakan dari gangguan yang akan terjadi, sehingga dalam pendistribusian energi listrik dapat segera terdeteksi. Relai arus lebih merupakan peralatan yang digunakan pada sistem proteksi dan dapat meng sinyalir arus berlebih, sehingga dapat mendeteksi adanya gangguan berupa hubung singkat yang dapat berakibat rusaknya alat pada sistem pendistribusian listrik khususnya pada gardu distribusi. Selanjutnya, dalam pendistribusian listrik sering terjadinya gangguan pada penyulang, sehingga kontinuitas pendistribusian tenaga listrik tersebut harus selalu dijaga. Namun penyulang tersebut sering mengalami gangguan, sehingga menyebabkan adanya kejadian secara acak dalam sistem pendistribusian listrik, sehingga mengakibatkan terjadi *trip* pada satu *line* penyulang dengan banyak gardu distribusi. Oleh sebab itu, dalam hal pengoptimalisasian pendistribusian listrik, sistem proteksi yang memadai sangat mutlak diperlukan untuk mengatasi terjadinya arus berlebih. Optimalisasi sistem proteksi yang dilakukan pada gardu VBRA penyulang Kemuning yaitu dengan mengetahui penyebab terjadinya gangguan, melakukan *recovery* jaringan pada gardu distribusi, pengecekan gardu VBRA, perbaikan dan *setting* relai arus lebih pada gardu VBRA serta melakukan uji *trip* lapangan relai arus lebih pada gardu VBRA. Sehingga didapatkan hasil bahwa relai arus lebih sudah dapat bekerja dengan baik saat terjadi gangguan berupa arus lebih.

**Kata kunci:** Sistem Proteksi, Relai Arus Lebih, Gangguan, Gardu VBRA.

### 1. PENDAHULUAN

Listrik adalah sebuah energi listrik yang sangat diperlukan oleh masyarakat dalam kehidupan, selain itu merupakan penunjang komoditi strategis dalam perekonomian di Indonesia, karena digunakan secara luas oleh masyarakat terutama dalam hal keperluan penerangan. Proses penyediaan tenaga listrik, dapat dibedakan secara jelas tiga proses penyampaian tenaga listrik, yaitu pembangkitan, transmisi dan distribusi yang dapat dianggap sebagai produksi, pengangkutan dan penjualan eceran tenaga listrik (Hajar & Pratama, 2018). Berkembangnya teknologi

yang dialami akhir-akhir ini, menyebabkan dalam hal penyediaan listrik harus terpenuhi lebih baik dari sebelumnya. Hal tersebut dikarenakan, seluruh kegiatan yang dilakukan manusia menggunakan tenaga listrik. Pada pelaksanaannya, penyaluran atau pendistribusian energi listrik berpotensi terjadi gangguan hubung singkat fasa-fasa, fasa-tanah dan akan menjadi gangguan permanen (Husodo & Muhalan, 2017).

Energi listrik dapat dibangkitkan dan disalurkan menuju pusat beban secara berkelanjutan, ekonomis, aman dan efisien dengan keandalan yang

tinggi apabila dilengkapi dengan sistem pengamanan yang memadai. Sehingga sistem pengamanan sangat penting, tanpa adanya sistem pengamanan, gangguan dapat terjadi pada sistem pendistribusian listrik pada gardu distribusi, baik eksternal maupun internal hal tersebut akan sulit untuk diatasi dengan baik. Sehingga diperlukan pengamanan pada sistem pendistribusian listrik yaitu berupa relai proteksi sebagai pengamanan (Sunitra, Asmar & Kurniawan 2019).

Pelayanan terhadap pengguna listrik yaitu pelanggan Perusahaan Listrik Negara (PLN) serta pendistribusian listrik, terus dilakukan oleh PLN Hal tersebut dilakukan guna memperbaiki, serta meningkatkan mutu listrik di Indonesia. Gangguan yang hampir sering terjadi dalam pendistribusian listrik yaitu terjadinya gangguan pada penyulang, yang mana kontinuitas pendistribusian tenaga listrik tersebut harus selalu dijaga. Namun yang sering terjadi penyulang tersebut sering mengalami gangguan sehingga menyebabkan adanya kejadian secara acak dalam sistem berupa terganggunya fungsi peralatan, cuaca ekstrim, peningkatan beban dan lepasnya peralatan yang tersambung ke sistem, sehingga dapat mengakibatkan *trip* pada satu *line* penyulang yang terdiri dari banyak gardu distribusi. Hal tersebut apabila terjadi akan merugikan PLN dan pelanggan. Gangguan dapat berupa arus lebih yang disebabkan adanya gangguan berupa hubung singkat antar fasa. Oleh sebab itu, dalam memberikan rasa nyaman kepada pelanggan, peralatan yang digunakan harus dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan karakteristiknya. Oleh sebab itu, dalam hal pengoptimalisasian ketersediaan dan pendistribusian energi listrik, sistem proteksi yang memadai sangat mutlak diperlukan untuk mengatasi terjadinya arus berlebih, sehingga dibutuhkan adanya relai arus lebih yang akan mencegah atau membatasi saat terjadi gangguan, serta dapat memberikan perintah *trip* pada Pemutus Tenaga (PMT) pada gardu distribusi (Dewangga, 2017).

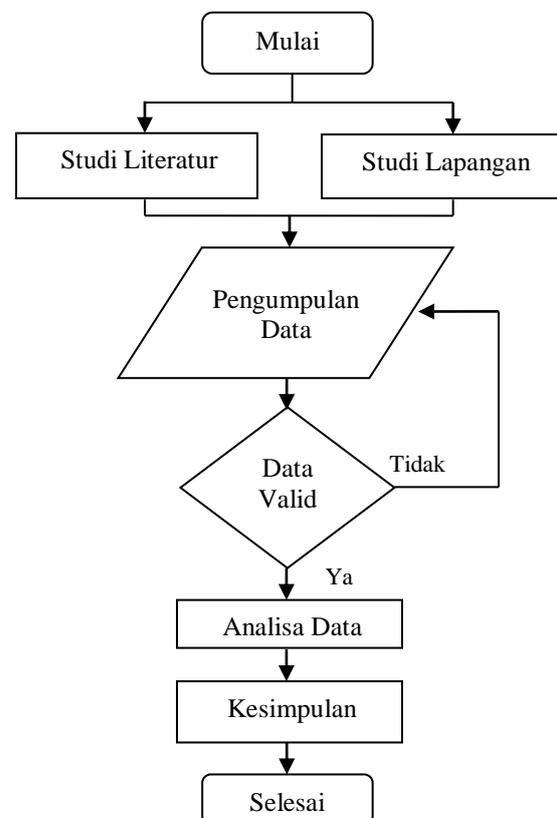
Adapun penelitian yang dilakukan oleh (Aziz & Febrianti, 2019) dengan judul “Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bugaran Palembang” berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil berupa semakin besar titik gangguan yang disebabkan oleh jarak, maka akan mempengaruhi arus yang dapat terjadi berupa arus gangguan, sedangkan gangguan berupa hubung singkat akan semakin kecil, apabila tempat terjadi gangguan jauh, hal tersebut berlaku juga sebaliknya. Oleh sebab itu, dapat diketahui besar maupun kecil-nya selisih waktu dipengaruhi tempat terjadinya gangguan. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh (Slamet, 2020) dengan judul “Optimalisasi Relai OCR dan GFR Gardu Induk Teluk Lembu Dalam Meminimalisir *Sympathetic Trip* Penyulang 20 kV” penelitian dilakukan

bertujuan untuk mendapatkan nilai optimal pada relai arus lebih berupa *setting* relai, hal tersebut dilakukan supaya *sympathetic trip* tidak terjadi secara terus-menerus. Metode yang dilakukan yaitu kondisi setelah maupun sebelum interkoneksi pada pembangkit tambahan.

Berdasarkan pendahuluan dan penelitian terdahulu, peneliti tertarik membahas permasalahan tersebut dengan judul “Optimalisasi Proteksi Relai Arus Lebih Penyulang Kemuning pada Gardu VBRA Di PT PLN (Persero) UP3 Bekasi UID Jawa Barat.”

## 2. METODE

Penelitian yang dilakukan pada kerja praktik ini, dilaksanakan di PT PLN (Persero) UP3 Bekasi UID Jawa Barat, yang membawahi 6 Unit Layanan Pelanggan (ULP) salah satunya adalah ULP Prima Bekasi. Pengambilan data dilakukan di gardu distribusi VBRA ULP Prima Bekasi. Kerja praktik ini dimulai pada tanggal 01 Juli sampai dengan 31 Agustus 2021, kemudian dilakukan pengolahan dan pengkajian pada data-data yang telah diperoleh. Penelitian dilakukan dengan sistematis melalui beberapa tahapan yang dilakukan, hal tersebut diperlihatkan pada *flowchart*.



**Gambar 1.** Flowchart Penelitian

Berdasarkan gambar, yang terdapat pada gambar 1, tahapan proses penelitian dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Literatur dan Studi Lapangan
  - a. Studi Literatur

Studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan mengumpulkan data dan mengkaji data dari berbagai sumber referensi seperti jurnal, skripsi, buku dan *Standard Operating Procedure* (SOP) yang berkaitan dengan judul penelitian, selain itu diperlukan membaca dan mencatat beberapa referensi untuk dijadikan bahan referensi yang berkaitan dengan judul penelitian (Rahayu, 2018). Studi literatur bertujuan untuk mengungkapkan berbagai teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang sedang diteliti sebagai bahan rujukan atau referensi yang berguna dalam pembahasan hasil penelitian (Kemal, Nurpulaela & Saragih, 2022).

#### b. Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan sebuah metode pembelajaran yang dilaksanakan dengan melakukan beberapa pengumpulan data secara langsung melalui proses pengamatan, mencatat atau mengajukan pertanyaan-pertanyaan. Pada saat proses berlangsung yaitu metode studi lapangan, penulis berada langsung di lapangan (Supriyadi, 2017). Studi lapangan dirancang untuk memberikan kesempatan untuk memeriksa permasalahan di lapangan dan memberikan kesempatan untuk berpartisipasi dalam kegiatan yang sedang berlangsung di lapangan (Syardiansyah, 2018).

### 2. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini, dilaksanakan secara langsung pada gardu VBRA ULP Prima yang merupakan aset dari di PT PLN (Persero) UP3 Bekasi UID Jawa Barat. Adapun pengumpulan data yang diperoleh dengan cara sebagai berikut:

- a. Wawancara dilakukan untuk mengetahui dan dan memperoleh data dengan metode tanya jawab dalam upaya memperoleh data yang akurat dari sumber yang tepat (Prasanti, 2018). Berdasarkan hal tersebut, penulis melakukan wawancara dengan staf PLN yang bertanggung jawab terhadap sistem proteksi di PT PLN (Persero) UP3 Bekasi UID Jawa Barat. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan banyak informasi mengenai optimalisasi proteksi relai arus lebih pada penyulang kemuning.

### 3. Data Valid

Data valid dimaksudkan adalah apabila semua data yang didapat dari studi literatur, studi lapangan dan pengumpulan data sudah sesuai dan lengkap dengan penelitian yang ingin dibahas, maka dapat melakukan *step* selanjutnya yaitu analisa data, namun apabila data yang ingin didapatkan belum sesuai atau lengkap, maka harus melakukan proses

studi literatur, studi lapangan dan pengumpulan data kembali.

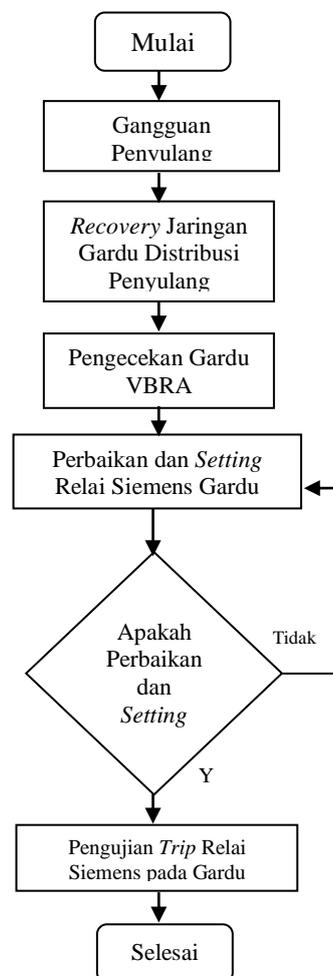
### 4. Analisis Data

Analisa data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah analisa deskriptif dan kuantitatif. Data yang yang didapatkan dari hasil penelitian, selanjutnya diolah sesuai dengan kebutuhan penulisan dan dianalisa sesuai kebutuhan. Hasil dari pendekatan sederhana akan ditampilkan dalam bentuk pejabaran narasi dan tabel sesuai kebutuhan (Syardiansyah, 2018).

### 5. Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini dimaksudkan, setelah melakukan serangkaian proses metode penelitian dari permasalahan yang didapat, maka akan didapatkan sebuah kesimpulan.

*Flowchart* optimalisasi proteksi relai arus lebih penyulang Kemuning pada gardu VBRA di PT PLN (Persero) UP3 Bekasi UID Jawa Barat diperlihatkan pada gambar.



**Gambar 2.** *Flowchart* Optimalisasi Proteksi Relai Arus Lebih Gardu VBRA

## 3. PEMBAHASAN

### 3.1 Gardu VBRA

Gardu VBRA merupakan salah satu aset yang dimiliki oleh PT PLN (Persero) UP3 Bekasi UID Jawa Barat, gardu VBRA tersebut merupakan

tempat untuk meletakkan kubikel dan peralatan listrik lainnya. Gardu VBRA juga merupakan salah satu gardu distribusi tegangan menengah 20 kV yang menyuplai listrik kepada pelanggan tegangan menengah yaitu pabrik. Gardu VBRA berdasarkan *Single Line Diagram* yang dimiliki oleh PT PLN (Persero) UP3 Bekasi UID Jawa Barat terdapat sistem proteksi relai Siemens dan PMT pada arah *outgoing* gardu VBRA. Kubikel dan gardu VBRA diperlihatkan pada gambar.



Gambar 3. Kubikel Gardu VBRA



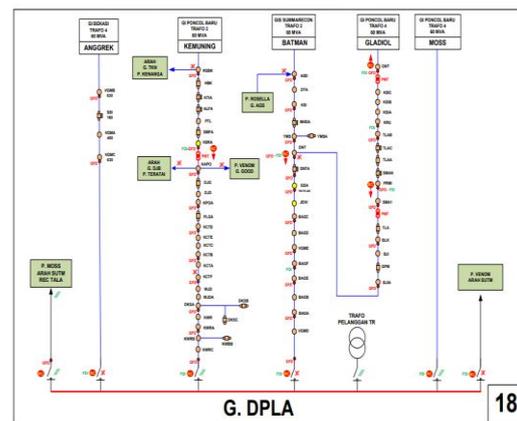
Gambar 4. Gardu VBRA



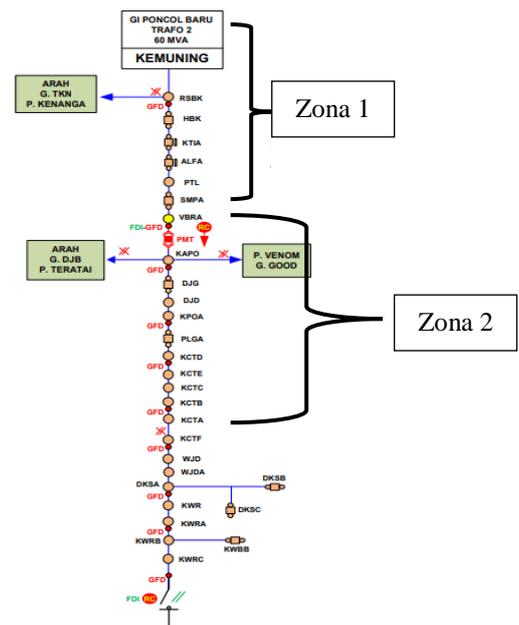
Gambar 5. Pintu Gardu VBRA

### 3.2 Single Line Diagram Gardu VBRA

*Single Line Diagram* adalah sebuah gambar listrik yang merepresentasikan komponen-komponen sistem instalasi listrik yang diwakilkan oleh simbol-simbol dan menggambarkan bagaimana komponen-komponen berhubungan (Suwanda, 2019). Jika dilihat pada *Single Line Diagram*, Gardu VBRA tergambar di dalam *Single Line Diagram* yang dimiliki oleh PT PLN (Persero) UP3 Bekasi UID Jawa Barat. Letak gardu VBRA yang terdapat di dalam *Single Line Diagram* yang dimiliki oleh PT PLN (Persero) UP3 Bekasi UID Jawa Barat diperlihatkan pada gambar.



Gambar 6. Single Line Diagram



Gambar 7. Single Line Diagram Penyulang Kemuning

Berdasarkan gambar 7, merupakan *single line diagram* penyulang Kemuning, dalam satu *line* penyulang Kemuning terdiri dari banyak gardu distribusi baik Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) ataupun Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) yang diindikasikan dengan warna. Gardu VBRA terdapat pada penyulang Kemuning dengan indikasi warna kuning, yang menandakan bahwa gardu tersebut merupakan gardu distribusi SKTM. *Incoming* gardu VBRA adalah gardu SMPA dan *outgoing* gardu VBRA adalah gardu KAPO. *Incoming* dan *outgoing* gardu VBRA akan terlihat pada pintu kubikel untuk memudahkan pelayanan teknik pada saat melakukan pemeliharaan gardu VBRA, *manuver* dan gangguan lainnya.

PLN memiliki sistem penamaan pada satu *line* penyulang yaitu zona 1 dan zona 2. Zona 1 yaitu dari GI Poncol Baru sampai dengan gardu SMPA, sedangkan zona 2 yaitu dari gardu VBRA sampai dengan gardu KCTA. PMT dipasang di gardu

VBRA, pada arah *outgoing* gardu VBRA yaitu gardu KAPO. Relai akan menerima besaran arus dari *current transformer* kemudian membandingkan dengan nilai *setting* relai, apabila berupa arus berlebih maka relai akan men-*trigger tripping coil* dan memberikan perintah *trip* pada PMT. Sehingga apabila terjadi gangguan arus lebih, hanya gardu distribusi zona 2 saja yang padam dan tidak sampai pada zona 1. Hal tersebut dikarenakan PLN berusaha menjaga zona 1 yang langsung terhubung dengan Gardu Induk (GI). Apabila gangguan tersebut sampai terdeteksi oleh relai yang berada di GI, maka kinerja PLN akan menjadi berkurang. Selain itu, apabila gangguan tembus sampai ke GI maka satu *line* penyulang Kemuning akan mengalami pemadaman dan hal tersebut akan merugikan PLN.

### 3.3 Relai Siemens

Relai Siemens yang terpasang pada gardu VBRA menerima besaran arus dari *current transformer*, kemudian relai Siemens akan membandingkan besaran arus tersebut dengan nilai *setting* pada relai Siemens. Apabila arus tersebut melebihi nilai *setting* maka, akan terjadi *trip* pada gardu distribusi zona 2. Nilai *setting* pada relai Siemens terhadap arus lebih tidak lebih dari 400 A, hal tersebut dikarenakan nilai *setting* tersebut dimiliki oleh GI. Relai Siemens dapat melakukan *trip* apabila terjadi gangguan tanah (*ground fault*). Namun pada pembahasan ini, akan lebih memaparkan cara kerja dari relai Siemens yang disebabkan adanya arus lebih. Relai terpasang pada kubikel gardu VBRA yaitu arah *outgoing* gardu VBRA yang merupakan gardu KAPO, relai yang terpasang merupakan relai Siemens.



Gambar 8. Relai Siemens

### 3.4 Gangguan Penyulang Kemuning

Gangguan terjadi pada penyulang Kemuning, yang mana pada penyulang Kemuning terpasang relai Siemens pada gardu VBRA. Gangguan yang terjadi, mengakibatkan terjadi *trip* dan tembus sampai ke proteksi relai di GI yaitu zona 1 sehingga, satu *line* penyulang Kemuning yang terdiri dari banyak gardu distribusi mengalami pemadaman.

Tindakan cepat yang dilakukan PLN dalam mengatasi terjadi gangguan yang mengakibatkan *trip* pada satu *line* penyulang Kemuning yaitu, berkomunikasi dengan bagian Dispatcher, unit pelaksana menuju gardu yang bermasalah dan melakukan *recovery* jaringan terhadap gardu distribusi yang tidak terindikasi gangguan dengan proses *manuver*. Berikut adalah data gangguan penyulang Kemuning:

Gangguan	: 06 Agustus 2021
Unit Layanan Pelanggan (ULP)	: Bekasi Kota
Gardu Induk (GI)	: Poncol Baru
Penyulang	: Kemuning
Tegangan Kerja	: 20 kV
Jenis Jaringan	: SKTM
Lama Padam	: 102 Menit
Relai Kerja	: OCM RST

Tabel 1. Data Gangguan Penyulang Kemuning

Waktu		Faktor Penyebab Gangguan	Keterangan dan Lokasi Gangguan
Masuk	Keluar		
13.28	15.10	Kubikel	Indikasi gangguan ledakan di gardu KAPO

Tabel 2. Data Arus Gangguan Penyulang Kemuning

IR	Arus Gangguan			Beban Padam	
	IS	IT	IN	I(A)	P(MW)
3132	4892	4537	284	135	4,671

Gangguan terjadi pada penyulang Kemuning, diindikasikan adanya ledakan kubikel pada gardu KAPO, yang mana letak gardu KAPO berdasarkan *single line diagram* berada pada zona 2 dan seharusnya proteksi relai pada gardu VBRA merasakan adanya gangguan berupa arus lebih dan memberikan perintah *trip* ke PMT, sehingga terjadi pemadaman hanya pada zona 2. Namun yang terjadi, akibat ledakan kubikel pada gardu KAPO, proteksi relai pada gardu VBRA tidak bekerja dengan baik, sehingga mengakibatkan gangguan tersebut tembus sampai ke proteksi relai di GI dengan relai yang bekerja adalah *Over Current Moment (OCM) RST*. Selain itu, *Fault Detector Indicator (FDI)* pada gardu VBRA tidak menyala, berguna sebagai lampu indikator terjadinya arus berlebih. Hal tersebut perlu dilakukan pengecekan pada kubikel di gardu VBRA, yaitu pada proteksi relai arah *outgoing* gardu VBRA. Akibat dari gangguan yang terjadi pada gardu KAPO dan proteksi relai pada gardu VBRA tidak berjalan, maka PLN harus segera melakukan

recovery jaringan pada gardu distribusi yang tidak terindikasi gangguan.

### 3.5 Recovery Jaringan Gardu Distribusi Penyulang Kemuning

Gangguan yang terjadi pada tanggal 06 Agustus 2021 relai yang berada pada gardu VBRA tidak bekerja, sehingga terjadi *trip* sampai ke GI pada pukul 13.28. Piket pengatur Bekasi 5 memerintahkan ke unit petugas Bekasi Kota untuk mengisolir dengan mengeluarkan PMT gardu VBRA arah gardu KAPO. Selanjutnya Piket Pengatur Bekasi 5 segera melakukan *recovery* jaringan dengan proses *manuver* pada segmen jaringan yang tidak terindikasi gangguan melalui pasokan cadangan (penyulang Moss - GI Poncol Baru/4).

**Tabel 3.** *Recovery* Jaringan Gardu Distribusi Penyulang Kemuning

Waktu	Durasi (dari trip sampai Gardu Menyala)	Status	Keterangan	Indikasi
14.11	43 menit	18 gardu padam	Penyulang Moss masuk ke penyulang Kemuning dari gardu DPLA sampai gardu WJD	Dalam investigasi
14.16	48 menit	17 gardu padam	Supply tegangan penyulang Kemuning masuk dari GI Poncol Baru sampai ke gardu RSBK	Dalam investigasi
14.35	67 menit	11 gardu padam	Supply tegangan penyulang Kemuning masuk dari gardu RSBK sampai gardu VBRA	Ada ledakan di gardu KAPO

**Tabel 4.** Lanjutan

Waktu	Durasi (dari trip sampai Gardu Menyala)	Status	Keterangan	Indikasi
-------	---	--------	------------	----------

14.40	72 menit	2 gardu padam	Penyulang Moss masuk dari gardu WJD sampai gardu DJD	Ada ledakan di gardu KAPO
-------	----------	---------------	--	---------------------------

15.10	102 menit	-	Penyulang Moss masuk dari gardu DJD sampai gardu KAPO	Ada ledakan di gardu KAPO (normal)
-------	-----------	---	---	------------------------------------

Berdasarkan Tabel 3 merupakan tindakan *recovery* jaringan dengan proses *manuver* pada gardu distribusi yang tidak terindikasi gangguan. Membutuhkan waktu 102 menit melakukan *recovery* jaringan penyulang Kemuning. Durasi 102 menit juga merupakan lama pemadaman gardu DJD dan gardu KAPO, sampai proses penormalan selesai dilakukan. Pada tabel 3 yaitu bagian indikasi terdapat keterangan “tahap investigasi”, pada tahap tersebut unit petugas belum mengetahui terjadi ledakan kubikel pada gardu KAPO saat terjadi *trip*, sehingga petugas melakukan proses *manuver* pada gardu yang tidak terjadi gangguan. Lalu unit petugas tetap mencari gardu distribusi penyebab *trip* dengan berkomunikasi pada bagian *Distpacher* dan pelanggan memberitahu kepada pihak PLN bahwa terjadi ledakan kubikel pada gardu KAPO. Hal tersebut tidak terdeteksi oleh bagian *Ditspacher* dikarenakan pada gardu KAPO, tidak terdapat *Fault Detector Indicator* (FDI). Sehingga bagian *Distpacher* tidak dapat mendeteksi ledakan kubikel pada gardu KAPO. Unit petugas saat sudah mengetahui terjadi ledakan kubikel pada gardu KAPO, melanjutkan proses *manuver* pada gardu distribusi yang tidak terindikasi gangguan. Selanjutnya, unit petugas melakukan pengecekan dan memperbaiki gardu KAPO, karena terdapat kerusakan pada *incoming* gardu KAPO. Sehingga membutuhkan waktu 102 menit hingga gardu KAPO normal kembali.

### 3.6 Pengecekan Gardu VBRA

Pengecekan gardu VBRA dilakukan pada tanggal 24 Agustus 2021, pengecekan dilakukan karena relai di gardu VBRA pada zona 2 tidak bekerja dengan baik. Oleh sebab itu, untuk pengoptimalan relai pada gardu VBRA, perlu dilakukan pengecekan pada gardu VBRA. Pengecekan gardu VBRA diperlihatkan pada gambar.



**Gambar 9.** Pengecekan Tegangan pada *Wiring Relay* ke *Tripping Coil*



**Gambar 10.** Pengecekan *Wiring Relay* ke *Tripping Coil*



**Gambar 11.** Pengecekan *Wiring Relay* ke *Current Transformer*



**Gambar 12.** Pengecekan *Wiring* ke *PMT*

Tahap pertama dilakukan pengecekan tegangan pada *wiring relay* ke *tripping coil*, dengan menggunakan multimeter digital. Pengecekan tegangan pada *wiring relay* ke *tripping coil* berguna untuk mengetahui terdapat tegangan atau tidak pada *wiring* tersebut. Hasil yang didapat setelah dilakukan pengecekan tegangan pada *wiring relay* ke *tripping coil* adalah posisi *off* atau tidak ada tegangan. Selanjutnya dilakukan pengecekan pada *wiring relay*

ke *tripping coil*. Hasil yang didapat yaitu terdapat kesalahan *wiring relay* ke *tripping coil*, sehingga saat dilakukan pengecekan pada multimeter digital tidak terdapat tegangan, oleh sebab itu *wiring relay* ke *tripping coil* perlu diperbaiki. Tahap kedua dilakukan pengecekan pada *wiring relay* ke *current transformer*. Setelah dilakukan pengecekan, terjadi kesalahan pada *wiring relay* ke *current transformer* sehingga perlu diperbaiki. Tahap ketiga dilakukan pengecekan pada *wiring* ke *PMT*. Setelah dilakukan pengecekan, tidak terjadi kesalahan pada *wiring* ke *PMT*.



**Gambar 13.** Pengecekan *PMT* pada Gardu *VBRA*

Tahap selanjutnya dilakukan pengecekan *PMT* pada gardu *VBRA*, hal tersebut dikhawatirkan terjadi masalah pada *PMT*. Dikarenakan *PMT* tidak melakukan *trip* saat terjadi gangguan. Maka *PMT* dibuka, setelah dibuka dan dilakukan pengecekan, tidak terjadi masalah atau kerusakan pada *PMT*. Sehingga *PMT* dalam keadaan aman atau tidak rusak.



**Gambar 14.** Pengecekan Relai Siemens pada Gardu *VBRA*

Tahap selanjutnya dilakukan pengecekan pada relai Siemens yang terpasang pada gardu *VBRA*. Setelah dilakukan pengecekan, terjadi kerusakan pada relai Siemens. Kerusakan tersebut karena kesalahan pada *wiring relay* ke *tripping coil* dan *wiring relay* ke *current transformer*, sehingga relai tidak dapat bekerja saat terjadi gangguan. Faktor lain yaitu pemakaian dari relai Siemens yang sudah lama, maka relai akan diganti dengan yang baru.

### 3.7 Perbaikan dan *Setting* Relai Siemens Gardu *VBRA*

Perbaikan pada gardu VBRA, dilakukan dengan perbaikan *wiring relay*, mengganti relai yang lama dengan yang baru pada gardu VBRA dan melakukan *setting* ulang relai Siemens pada gardu VBRA.

#### 1. Perbaikan Proteksi Relai Gardu VBRA



**Gambar 15.** Perbaikan *Wiring Relay* ke *Tripping Coil*

Berdasarkan gambar 15 merupakan perbaikan *wiring relay* ke *tripping coil*. Perbaikan tersebut dilakukan karena pada saat dilakukan pengecekan tegangan *wiring relay* ke *tripping coil* tidak terdapat adanya tegangan atau dalam keadaan *off*. Terjadi kesalahan penempatan *wiring relay* ke *tripping coil* pada terminal kabel. Perbaikan dilakukan dengan merubah posisi *wiring relay* ke *tripping coil* pada terminal kabel yang sebenarnya.



**Gambar 16.** Perbaikan *Wiring Relay* ke *Current Transformer*

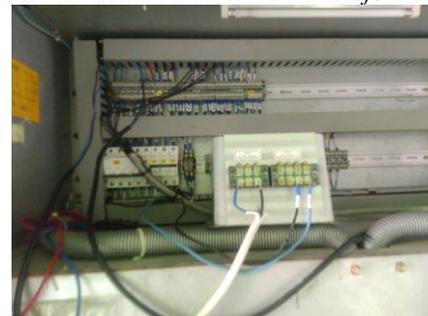


**Gambar 17.** *Wiring Relay* ke *Current Transformer* Salah Penempatan



**Gambar 18.** *Wiring Relay* ke *Current Transformer* Benar Penempatan

Perbaikan *wiring relay* ke *current transformer* dilakukan karena terjadi kesalahan penempatan *wiring relay* ke *current transformer*. Hal tersebut merupakan salah satu faktor relai tidak bekerja dengan baik. Perbaikan dilakukan dengan memindahkan kabel nomor 21 ke terminal kabel nomor 19. Selanjutnya dengan memindahkan kabel nomor 18 ke terminal kabel nomor 16 dan yang terakhir memindahkan kabel nomor 15 ke terminal kabel nomor 13. Pergeseran kabel pada terminal kabel terlihat pada gambar 18. Terminal kabel bagian atas adalah arah relai dan terminal kabel bagian bawah adalah arah *current transformer*.



**Gambar 19.** Pemasangan *Temporary Power Supply*



**Gambar 20.** Relai Siemens Baru

Pemasangan *Temporary power supply* dilakukan setelah proses perbaikan *wiring relay* telah selesai diperbaiki, hal tersebut berguna untuk *back up* tegangan. Pemasangan *temporary power supply* tersebut sebagai cadangan saat listrik padam atau pengganti *supply* utama, diharapkan dengan

pemasangan *temporary power supply* relai tidak ikut padam. Setelah dilakukan pemasangan *temporary power supply*, relai yang lama diganti dengan relai yang baru yaitu dengan tetap menggunakan merek Siemens.

## 2. Setting Relai Siemens pada Gardu VBRA

Setting relai Siemens pada PT PLN (Persero) UP3 Bekasi UID Jawa Barat mengikuti *Standar Operasional Prosedure* (SOP) yang telah ditetapkan. Secara garis besar SOP *setting* relai Siemens sebagai berikut:

- a. Me-reset Gangguan.
- b. Measurement Arus dan Tegangan.
- c. Melihat Gangguan.
- d. Setting Current Transformer Ratio.
- e. Mengaktifkan atau Menonaktifkan Proteksi.
- f. Setting Over Current Relay (OCR) dan Over Current Relay Moment (OCRM).
- g. Setting Element Ground Fault Relay (GFR) dan Element Ground Fault Relay (GFRM).
- h. Setting Thermal Overload.

## 3.8 Data Uji Trip Lapangan Relai Siemens pada Gardu VBRA

Data uji trip lapangan relai Siemens pada gardu VBRA didapatkan saat relai bekerja terhadap gangguan. Gangguan terjadi pada tanggal 25 Agustus 2021 yang menyebabkan terjadinya *trip* pada zona 2, karena adanya gangguan arus lebih. Hal tersebut menyebabkan relai Siemens sudah bekerja dengan baik dan terjadi pemadaman pada zona 2, namun tidak menyebabkan pemadaman pada zona 1. Data uji trip lapangan relai Siemens saat terjadi gangguan arus lebih, diperlihatkan pada tabel.

**Tabel 5.** Data Uji Trip Lapangan Relai Siemens

History Relai Siemens	Nilai History Relai Siemens
I <sub>a</sub>	0,393 kA
I <sub>b</sub>	0,390 kA
I <sub>c</sub>	0,391 kA
I <sub>n</sub>	0,000 kA
I <sub>g</sub>	0,000 kA
V <sub>a</sub>	0,000 kV
V <sub>b</sub>	0,000 kV
V <sub>c</sub>	0,000 kV
Frekuensi	49,89 Hz
Phase Current Transformer Ratio Primer	400 A
Phase Current Transformer Ratio Secunda	5,00a
Delay OCM	0,00 s

Delay OC

0,100 s

Berdasarkan tabel 4 merupakan data uji *trip* lapangan relai Siemens di gardu VBRA saat terjadi gangguan. Indikasi gangguan pada relai Siemens adalah terjadinya arus lebih. Data uji *trip* lapangan relai Siemens dapat dilihat pada *history* yang terdapat pada relai Siemens. Jika dilihat pada tabel 4 besar *phase current transformer ratio primer* dan *secunder* adalah 400/5. Berdasarkan observasi langsung di lapangan *setting relay* Siemens pada gardu VBRA adalah 352 A (terjadi *trip*).

Jadi *current transformer* akan merasakan arus sebesar 400/5 A dan arus gangguan yang datang pada fasa 1, fasa 2 dan fasa 3 (nilai terdapat pada tabel 4) akan dirasakan oleh *current transformer*. Selanjutnya relai Siemens akan menerima besaran arus gangguan yang dirasakan dari *current transformer* dan relai akan membandingkan dengan nilai *setting*. Apabila arus gangguan tersebut melebihi nilai *setting* relai Siemens, maka relai akan *men-trigger tripping coil* dan memberikan perintah *trip* pada PMT. Data uji *trip* lapangan relai Siemens menandakan bahwa relai Siemens pada gardu VBRA sudah dapat bekerja dengan baik saat terjadi gangguan. Tindakan cepat yang dilakukan PLN adalah melakukan *recovery* jaringan dengan proses *manuver* pada gardu distribusi yang tidak terindikasi gangguan dan melakukan penormalan gardu distribusi yang terindikasi gangguan.

Gangguan dapat terjadi secara tidak terduga, PLN berusaha untuk meminimalisasi pemadaman pada gardu distribusi dan kerugian yang terjadi. Tindakan PLN untuk menghindari pemadaman dan kerugian yang terjadi yaitu, memasang proteksi pada zona 2, sehingga saat terjadi gangguan hanya zona 2 yang padam, satu *line* penyulang tidak mengalami pemadaman. Hal tersebut mengartikan bahwa energi yang tidak terjual terselamatkan.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan di PT PLN (Persero) UP3 Bekasi UID Jawa Barat, mengenai optimalisasi proteksi relai arus lebih penyulang Kemuning pada gardu VBRA, maka dapat diambil beberapa kesimpulan.

1. Gangguan yang terjadi pada penyulang Kemuning diindikasikan adanya ledakan kubikel pada gardu KAPO yang berada pada zona 2, proteksi relai pada gardu VBRA tidak bekerja dengan baik, sehingga mengakibatkan gangguan tersebut tembus sampai ke proteksi relai di GI dan satu *line* penyulang Kemuning mengalami pemadaman.
2. Proses *recovery* jaringan merupakan kegiatan pemulihan pada segmen jaringan yang tidak terindikasi gangguan, proses *recovery* jaringan pada penyulang Kemuning membutuhkan waktu 102 menit hingga keadaan kembali normal.

3. Pengoptimalan relai pada gardu VBRA dilakukan dengan cara pengecekan pada gardu VBRA yaitu pengecekan tegangan pada *wiring relay* ke *tripping coil*, pengecekan *wiring relay* ke *tripping coil*, *wiring relay* ke *current transformer*, *wiring* ke PMT, PMT dan relai Siemens.
4. Hasil pengecekan pada gardu VBRA, didapatkan hasil yaitu perbaikan pada *wiring relay* ke *tripping coil*, *wiring relay* ke *current transformer*, pemasangan *temporary power supply* dan mengganti relai Siemens.
5. Hasil perbaikan pada gardu VBRA didapatkan berupa data hasil uji *trip* lapangan relai Siemens hal tersebut, menandakan bahwa relai Siemens sudah dapat bekerja dengan baik saat terjadi gangguan, sehingga dengan bekerjanya relai di zona 2, PLN berusaha meminimalisasi gangguan yang tidak terduga, maka energi yang tidak terjual terselamatkan.

#### PUSTAKA

- Aziz, A., & Febrianti, I. K. (2019). *Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran*. Jurnal Ampere, 4(2), 332-344.
- Dewangga, A. S. (2017). *Studi Koordinasi Proteksi Rele Arus Lebih, Diferensial Dan Ground Fault Pada Pt. Linde Indonesia, Cilegon*, Skripsi Online. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hajar, I., & Pratama, M. H., (2018). *Analisa Nilai Saidi Saifi Sebagai Indeks Keandalan Penyediaan Tenaga Listrik pada Penyulang Cahaya PT. PLN (Persero) Area Ciputat*. Jurnal Energi & Kelistrikan, 10(1), 70-77.
- Husodo, B. Y., & Muhalan (2017). *Studi Analisa Perhitungan dan Pengaturan Relai Arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah pada Kubikel Cakra 20 kV di PT XYZ*. Jurnal Teknik Elektro, 6(2), 91-100.
- Kemal, F. M., Nurpulaela, L., & Saragih, Y. (2022). *Analisis Call Completion Success Rate (CCSR) 3G WCDMA Studi Kasus Site Pedurenan Bekasi*. Jurnal POLELEKTRO, 11(1), 111-115.
- Prasanti, D., (2018). *Penggunaan Media Komunikasi Bagi Remaja Perempuan dalam Pencarian Informasi Kesehatan*. Jurnal Lontar, 6(1), 13-21.
- Rahayu, R. S., (2018). *Studi Literatur: Peranan Bahasa Inggris untuk Tujuan Bisnis dan Pemasaran*. Jurnal Pemasaran Kompetitif, 1(4), 149-158.
- Slamet, T. R. (2020). *Optimalisasi Relai OCR dan GFR Di Gardu Induk Teluk Lembu Dalam Meminimalisasir Sympathetic Trip Penyulang 20 kV (Studi Kasus: PT. PLN (Persero) Gardu Induk Teluk Lembu Pekanbaru)*, Skripsi

Online. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

- Sunitra, A. A. A., Asmar, & Kurniawan, R. (2019). *Analisis Koordinasi Sistem Proteksi Pada Penyulang Lalang PLTD Padang Belitung Timur*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat 2019, 73-78.
- Supriyadi, (2017). *Community of Practitioners: Solusi Alternatif Berbagai Pengetahuan Antar Pustakawan*. Journal Undip Lentera Pustaka, 2(2), 83-93.
- Suwanda, I., (2019). *Kajian Gangguan Harmonisasi dan Simulasi Perbaikan Sistem Kelistrikan Di Gedung Rektorat Politeknik Negeri Ketapang*. Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah, 11(2), 114-128.
- Syardiansyah, (2018). *Eksplorasi Kemanfaatan Field Study Bagi Peningkatan Kompetensi Mahasiswa (Studi Kasus Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Samudra)*. Jurnal Samudra Ekonomi Dan Bisnis, 9(1), 11-20.