

# PENERAPAN SKEMA POTT ECHO DENGAN WEAK INFEED UNTUK DISTANCE RELAY DALAM MENINGKATKAN KEANDALAN AUTORECLOSE PADA GI RADIAL UJUNG DI ULTG PANGKALAN BUN

Ale Septila Sakti<sup>1)</sup>, dan Eka Nuryanto Budisusila<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup> Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Jl. Kaligawe Raya No 4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112

e-mail: aleseptilasakti@gmail.com

## ABSTRACT

*This study examines the implementation of the Permissive Overreach Transfer Trip (POTT) Echo scheme with the activation of the Weak-End Infeed (WEI) function on distance protection systems in a 150 kV transmission network to enhance protection reliability and selectivity, especially at substations with weak infeed currents. Before WEI activation, the protection system experienced delays or failures in detecting faults, particularly for faults in zone 2, where the relay tripped with a delay instead of achieving a desired reclose, thereby extending the Transmission Line Outage Duration (TLOD). After WEI activation, test results showed that the relay provided an instantaneous trip response, and the autoreclose function operated after 1000 ms, significantly reducing TLOD. The success of the echo signal ensured smooth communication between relays, supporting efficient protection coordination. Moreover, the selectivity function remained intact. The implementation of this scheme has proven to enhance the reliability of the protection system, offering a more stable and responsive solution for addressing the challenges posed by weak infeed currents.*

**Keywords:** POTT, Echo, Weak-End Infeed, Distance Protection, Autoreclose

## ABSTRAK

*Penelitian ini membahas implementasi skema Permissive Overreach Transfer Trip (POTT) Echo dengan aktivasi fungsi Weak-End Infeed (WEI) pada sistem proteksi jarak di jaringan transmisi 150 kV untuk meningkatkan keandalan dan selektivitas proteksi, khususnya di gardu induk dengan arus infeed lemah. Sebelum aktivasi WEI, sistem proteksi mengalami keterlambatan atau kegagalan dalam mendeteksi gangguan, terutama pada gangguan di zona 2, di mana relay memicu trip dengan waktu tunda, meskipun reclose diharapkan, sehingga memperpanjang durasi gangguan (Transmission Line Outage Duration - TLOD). Setelah aktivasi WEI, hasil pengujian menunjukkan bahwa relay memberikan respon trip instan, dan fungsi autoreclose dapat bekerja setelah 1000 ms, mengurangi TLOD secara signifikan. Keberhasilan sinyal echo memastikan komunikasi antar relay berjalan lancar, mendukung koordinasi proteksi yang efisien. Selain itu, fungsi selektivitas tetap terjaga. Penerapan skema ini terbukti meningkatkan keandalan sistem proteksi, memberikan solusi yang lebih stabil dan responsif dalam menghadapi tantangan arus infeed lemah.*

**Kata Kunci:** POTT, Echo, Weak-End Infeed, Proteksi Jarak, Autoreclose

## I. PENDAHULUAN

SALURAN Udara Tegangan Tinggi (SUTT) merupakan jalur utama yang menghubungkan pusat pembangkitan dengan pusat beban. Sepanjang jalurnya SUTT terbentang bebas sehingga sangat rentan terhadap gangguan. Gangguan yang dominan pada SUTT merupakan gangguan temporer sehingga pola autoreclose dapat diterapkan pada saat terjadi gangguan. Pada SUTT *Distance Relay* (relay jarak) merupakan relay pengaman utama (main protection) yang berfungsi untuk mendeteksi gangguan antar fasa atau 1 fasa terhadap tanah. Selain itu *Distance Relay* juga berfungsi sebagai pengaman cadangan (backup) jauh terhadap proteksi utama penghantar di depannya. *Distance relay* bekerja berdasarkan perbandingan nilai impedansi. *Distance relay* akan bekerja bila impedansi yang diukur dari besaran arus CT (current transformer) dan tegangan dari CVT (capacitive voltage transformer) lebih kecil dari impedansi yang di setting [1].

Berbagai pola pengamanan yang diaplikasikan terhadap *Distance Relay* beragam sesuai kebutuhan yang

mana diantaranya pola PUTT (*Permissive Undereach Transfer Trip*), POTT (*Permissive Undereach Transfer Trip*), *blocking* dll. Hal ini berguna meningkatkan keandalan sistem proteksi yang mana harus memenuhi persyaratan yaitu kepekaan (*sensitivity*), keandalan (*reliability*), Selektifitas (*selectivity*) dan kecepatan (*speed*). Untuk memenuhi persyaratan tersebut, pada sistem proteksi SUTT 150 KV di sistem KALSELTENG telah diterapkan intertripping dengan pola PUTT dengan konfigurasi sumber tenaga (*infeed*) pada sistem KALSELTENG terkonsentrasi pada satu Gardu Induk (GI), sedangkan GI di ujung saluran lainnya memiliki sumber tenaga yang relatif kecil (*weak infeed*). Kondisi ini dapat menyebabkan intertripping pola PUTT tidak berfungsi secara optimal [2].

Pada ULTG Pangkalan Bun terdapat 7 Gardu Induk yaitu GI Sampit, GI Bagendang, GI Kuala Pembuang, GI Pangkalan Banteng, GI Pangkalan Bun, GI Sukamara dan GI Nangabulik. Dari beberapa GI tersebut terdapat 3 GI Ujung pada sistem radial yaitu GI Kuala Pembuang, GI Sukamara dan GI Nangabulik yang mana ketiga GI tersebut sangat rawan terkena

gangguan dikarenakan hanya menerima satu sumber saja tanpa adanya backup (jika terjadi gangguan di sisi lain). Salah satu permasalahan yang dihadapi di GI ujung yaitu fenomena *weak infeed* atau *weak source* yang mana ketika GI sumber dan GI ujung mengalami gangguan pada transmission line. Ketika mengalami gangguan (contoh: petir) maka pada GI sumber dapat merasakan gangguan dikarenakan GI sumber masih menerima sumber tenaga dari pembangkit di dekat GI sementara pada GI ujung gangguan tersebut tidak dirasakan dikarenakan tenaga listrik yang masuk ke GI ujung sangat lemah dan hampir tidak terasa, sehingga relay tidak merasakan gangguan dan hal ini dapat memicu padam jika GI sumber merasakan gangguan pada Zone 2 dan tidak menerima sinyal *receive* pada GI Ujung dan sesuai dengan setting gangguan zone 2 maka perintah trip dilaksanakan setelah 400ms waktu tunda setelah GI sumber menerima gangguan.

Bertolak dari permasalahan tersebut maka diperlukan adanya solusi yang dapat mengurangi atau menghilangkan gangguan berupa *weak infeed* agar mencegah relay tidak merasakan gangguan sehingga ketika terjadinya gangguan, kedua GI dapat responsif dalam mengantisipasi gangguan dan kerugian akibat gangguan lebih lanjut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kinerja intertripping pola PUTT yang telah diimplementasikan pada sistem kelistrikan di wilayah ULTG Pangkalan Bun, khususnya pada ketiga GI Ujung yaitu GI Kuala Pembuang, GI Sukamara, dan GI Nangabulik. Mengaktifkan skema POTT ECHO dengan *weak infeed* sebagai upaya *preventif* dalam menjaga keandalan sistem proteksi pada sistem transmisi (SUTT) sehingga dapat menurunkan kinerja TLOD (*Transmission Line Outage Duration*).

## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Distance Relay (Relay Jarak)

Relay jarak adalah relay penghantar yang prinsip kerjanya berdasarkan pengukuran impedansi penghantar. Impedansi penghantar yang dirasakan oleh relay adalah hasil bagi tegangan dengan arus dari sebuah sirkuit.

Pada dasarnya relay jarak memberikan tripping seketika untuk gangguan pada kawasan zone-1, yang mencakup sekitar 80 % dari panjang saluran. Sedangkan untuk gangguan di luar daerah zone-1 relay akan trip dengan waktu tunda. Untuk kehandalan sistem diperlukan fasilitas teleproteksi agar gangguan sepanjang saluran dapat ditripkan dengan seketika pada kedua sisi ujung saluran. Pola ini dapat digambarkan sebagai berikut :

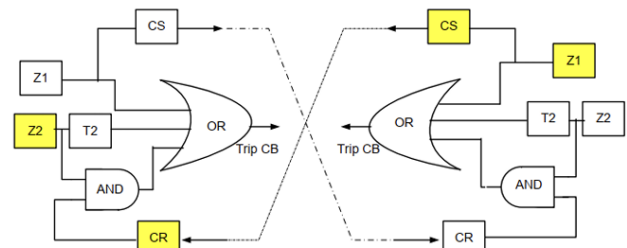
#### a. Pola PUTT (*Permissive Underreach Transfer Trip*)

Pola ini umumnya dioperasikan/ diterapkan pada relay jarak sebagai proteksi untuk saluran transmisi

panjang dan menengah dengan mengirimkan sinyal carrier pada relay GI lawan pada saat gangguan zone 1. Serta kondisi trip seketika (zone -1) terjadi pada dua kondisi yaitu:

- Gangguan pada zone-1
- Relay mendeteksi gangguan pada zone-2 dan menerima sinyal carrier dari GI lawan

Sehingga diagram logikanya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Pola PUTT

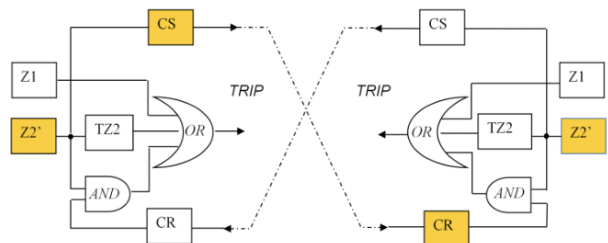
(Sumber : PT.PLN (Persero) P3B Jawa Bali, 2013)

#### b. Pola POTT (*Permissive Overreach Transfer Trip*)

Pola POTT umumnya diterapkan pada saluran transmisi dengan panjang pendek dan menengah dengan mengirimkan sinyal carrier pada relay GI lawan pada saat gangguan zone 2. Serta kondisi trip seketika (zone -1) terjadi pada dua kondisi yaitu:

- Gangguan pada zone-1
- Relay mendeteksi gangguan pada zone-2 dan menerima sinyal carrier dari GI lawan

Sehingga diagram logikanya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Pola POTT

(Sumber : PT.PLN (Persero) P3B Jawa Bali, 2013)

### B. Autoreclose

Pada SUTET/SUTT sering terjadi gangguan yang bersifat temporary, dimana gangguan akan hilang setelah trip-nya PMT. Untuk menjaga kesinambungan pelayanan ke konsumen pada kondisi terjadinya gangguan temporary serta mempertahankan stabilitas sistem, maka dipasanglah autorecloser. Autorecloser merupakan peralatan yang berfungsi menginisiasi perintah close ke PMT setelah melalui ketentuan seting pada Autorecloser dan perintah logic input dari relay jarak maupun relay diferensial penghantar serta mempertimbangkan kondisi PMT [1].

### C. Weak Infeed

Skema proteksi Infeed Lemah digunakan dalam sistem tenaga listrik untuk memastikan deteksi dan isolasi kesalahan yang andal, terutama dalam situasi di mana sumber daya (infeed) lemah, yang berarti sumber tersebut tidak dapat menyuplai arus gangguan yang cukup untuk mengaktifkan perangkat proteksi tradisional. Skema ini sangat penting untuk menjaga stabilitas sistem dan mencegah kerusakan pada peralatan ketika proteksi konvensional mungkin gagal mendeteksi gangguan karena tingkat arus gangguan yang rendah [3]. Gambar 3. merupakan konfigurasi weak infeed.



Gambar 3. Konfigurasi Jaringan GI Radial Ujung - Weak In-feed operasi dua penghantar  
(Sumber : PT.PLN (Persero) UIP3B Sumatra, 2019)

Kondisi gangguan di zone 2 GI A pada salah satu atau dua penghantar dengan pola PUTT, GI tidak mendeteksi gangguan karena mengalami weak infeed. Sehingga GI A trip sesuai setting waktu tunda tZ2 basic (400-800 ms) dan AR (*Autoreclose*) tidak bekerja (gambar 3a). Untuk gangguan di satu penghantar saja, distance relay di GI B akan bekerja zone 1 setelah PMT di GI A trip (gambar 3b).

#### D. Penerapan skema teleproteksi pada sistem GI radial ujung di ULTG Pangkalan Bun

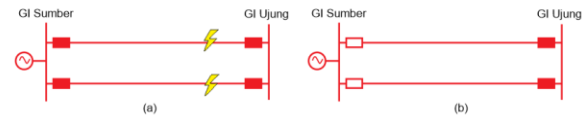
Pada peta jaringan transmisi 150 kV Unit Pelaksana Transmisi (UPT) Palangkaraya seperti pada gambar 2.9. wilayah kerja ULTG Pangkalan Bun terdiri dari 7 gardu induk pada sistem radial dan 3 diantaranya terletak pada ujung sistem (GI Kuala Pembuang, GI Nangabulik, GI Sukamara).



Gambar 4. Peta Jaringan Transmisi 150 kV UPT Palangkaraya  
(Sumber : PT.PLN (Persero) UPT Palangkaraya, 2024)

Skema teleproteksi PUTT yang telah diterapkan pada GI radial ujung pada ULTG Pangkalan Bun bekerja berdasarkan deteksi gangguan di zona proteksi *underreach*, pada zona 1 relay jarak, yang mencakup

80-90% dari panjang saluran transmisi tersebut. Skema PUTT ini dirancang untuk mempercepat pelepasan gangguan melalui pengiriman sinyal izin (*permissive*) dari relay yang mendeteksi gangguan. Namun penerapannya pada gardu induk radial dengan kondisi weak infeed menghadapi beberapa tantangan seperti yang digambarkan pada gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5. Penerapan skema PUTT pada kondisi weak infeed di ULTG Pangkalan Bun

Pada kondisi ketika terjadi gangguan pada kedua line yang bersifat temporer (petir) dimana gangguan berada pada zone 1 GI ujung, Relay pada GI ujung tidak merasakan adanya gangguan karena hilangnya sumber tegangan hal ini disebabkan adanya fenomena *weak infeed* yang dapat menyebabkan pemutus tenaga (PMT) gagal trip serta tidak bisa mengirim sinyal izin (*permissive*) ke GI Sumber untuk melakukan *autoreclose*. Sinyal dari GI ujung ini pada skema PUTT sangat diperlukan untuk melakukan *autoreclose* sehingga kehandalan sistem dapat tetap terjaga.

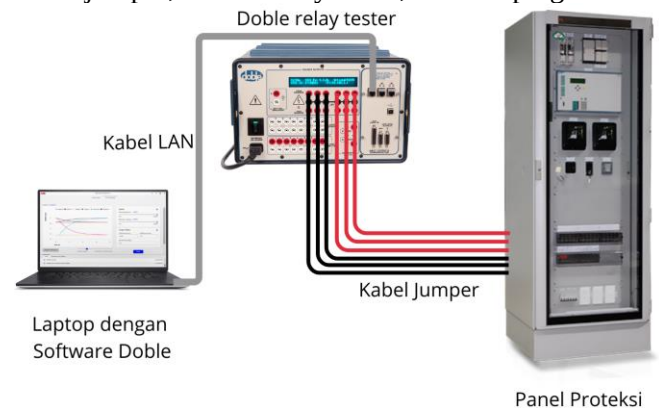
### III. METODE PENELITIAN

### A. Model Penelitian

Penelitian ini adalah studi kasus yang dilaksanakan di ULTG Pangkalan Bun, dengan fokus pada 3 GI ujung yaitu GI Kuala Pembuang, GI Sukamara, dan GI Nangabulik. Model penelitian ini melibatkan pengujian dan evaluasi penerapan skema POTT dengan *Weak In-feed* pada *distance relay* melalui pengaktifan skema tersebut, modifikasi *setting relay*, dan simulasi gangguan. Tujuannya adalah untuk memastikan keandalan dan efektivitas skema proteksi ini dalam menghadapi berbagai kondisi gangguan.

### B. Alat dan Bahan yang digunakan

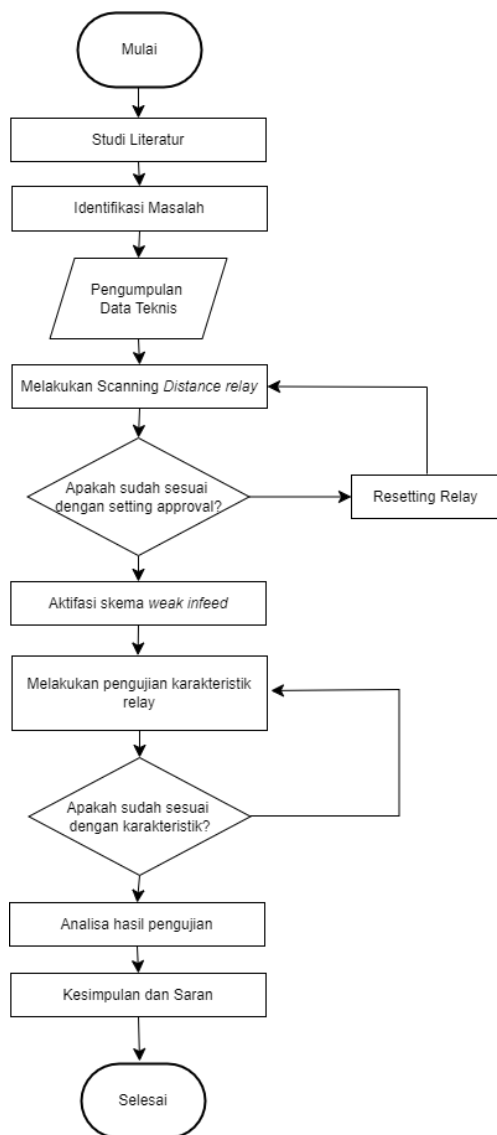
Pada penelitian ini *hardware* dan *software* yang digunakan antara lain laptop yang sudah terinstall aplikasi PCM600 dan double, kabel LAN, kabel power, kabel jumper, double relay tester, dan test plug.



Gambar 6. Konfigurasi hardware

### C. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan, gambar 7 menunjukkan alur penelitian atau *flowchart* berikut.



Gambar 7. Flowchart Penelitian

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Data Spesifikasi dan Setting Distance Relay

Relay yang digunakan di ketiga gardu induk adalah tipe ABB RED670. Berikut adalah gambar dan spesifikasi teknis dari relay ABB RED670.



Gambar 8. Relay ABB RED670

TABEL I  
SPESIFIKASI RELAY ABB RED670 DI KETIGA GI UJUNG ULTG  
PANGKALAN BUN

| No. | Gardu Induk    | Merk | Tipe   | CT Ratio | PT Ratio   | S/N                  |
|-----|----------------|------|--------|----------|------------|----------------------|
| 1   | Kuala Pembuang | ABB  | RED670 | 1200/1   | 150000/100 | T1911128<br>T1911129 |
| 2   | Sukamara       | ABB  | RED670 | 1200/1   | 150000/100 | T1911087<br>T1911088 |
| 3   | Nangabulik     | ABB  | RED670 | 1200/1   | 150000/100 | T1940026<br>T1940027 |

TABEL II  
DATA SETTING RELAY SEBELUM AKTIVASI WEAK INFEED

| No                       | Fungsi     | Keterangan             | Setting                                                                                                           |
|--------------------------|------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GI Kuala Pembuang</b> |            |                        |                                                                                                                   |
| 1.                       | ZCRWPSCH   | Kode untuk weak infeed | OFF                                                                                                               |
| 2.                       | ZCPSCH     | Skema logic komunikasi | Set Operation = on<br>Set Scheme = Permissive UR<br>Set tCoord = 0 ms<br>Set tSendMin = 0.1s                      |
| 3.                       | ZMQAPDIS:3 | Setting zone 3         | Operation X1 = Forward<br>R1 = 71.42<br>X0 = 24.07<br>R0 = 178.96<br>RFPE = 58.82<br>OperationPE = 163.40<br>= On |
| <b>GI Sukamara</b>       |            |                        |                                                                                                                   |
| 1.                       | ZCRWPSCH   | Kode untuk weak infeed | OFF                                                                                                               |
| 2.                       | ZCPSCH     | Skema logic komunikasi | Set Operation = on<br>Set Scheme = Permissive UR<br>Set tCoord = 0 ms<br>Set tSendMin = 0.1s                      |
| 3.                       | ZMQAPDIS:3 | Setting zone 3         | Operation X1 = Forward<br>R1 = 42.17<br>X0 = 9.48<br>R0 = 235.83<br>RFPE = 78.44<br>OperationPE = 180.42<br>= On  |
| <b>GI Nangabulik</b>     |            |                        |                                                                                                                   |
| 1.                       | ZCRWPSCH   | Kode untuk weak infeed | OFF                                                                                                               |
| 2.                       | ZCPSCH     | Skema logic komunikasi | Set Operation = on<br>Set Scheme = Permissive UR<br>Set tCoord = 0 ms<br>Set tSendMin = 0.1s                      |
| 3.                       | ZMQAPDIS:3 | Setting zone 3         | Operation X1 = Forward<br>R1 = 46.95<br>X0 = 10.56<br>R0 = 262.54<br>RFPE = 87.33<br>OperationPE = 157.46<br>= On |

TABEL III  
DATA SETTING RELAY SESUDAH AKTIVASI WEAK INFEED

| No                       | Fungsi     | Keterangan             | Setting                                                                                                         |
|--------------------------|------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GI Kuala Pembuang</b> |            |                        |                                                                                                                 |
| 1.                       | ZCRWPSCH   | Kode untuk weak infeed | ON                                                                                                              |
| 2.                       | ZCPSCH     | Skema logic komunikasi | Set Operation = on<br>Set Scheme = Permissive OR<br>Set tCoord = 0 ms<br>Set tSendMin = 0.1s                    |
| 3.                       | ZMQAPDIS:3 | Setting zone 3         | Operation = Reverse<br>X1 = 13.39<br>R1 = 4.51<br>X0 = 33.56<br>R0 = 11.03<br>RFPE = 163.40<br>OperationPE = On |
| <b>GI Sukamara</b>       |            |                        |                                                                                                                 |
| 1.                       | ZCRWPSCH   | Kode untuk weak infeed | ON                                                                                                              |
| 2.                       | ZCPSCH     | Skema logic komunikasi | Set Operation = on<br>Set Scheme = Permissive OR<br>Set tCoord = 0 ms<br>Set tSendMin = 0.1s                    |
| 3.                       | ZMQAPDIS:3 | Setting zone 3         | Operation = Reverse<br>X1 = 11.14<br>R1 = 8.82<br>X0 = 62.32<br>R0 = 20.73<br>RFPE = 180.42<br>OperationPE = On |
| <b>GI Nangabulik</b>     |            |                        |                                                                                                                 |
| 1.                       | ZCRWPSCH   | Kode untuk weak infeed | ON                                                                                                              |
| 2.                       | ZCPSCH     | Skema logic komunikasi | Set Operation = on<br>Set Scheme = Permissive OR<br>Set tCoord = 0 ms<br>Set tSendMin = 0.1s                    |
| 3.                       | ZMQAPDIS:3 | Setting zone 3         | Operation = Reverse<br>X1 = 10.10<br>R1 = 7.99<br>X0 = 56.49<br>R0 = 18.79<br>RFPE = 157.46<br>OperationPE = On |

3. Melakukan resetting distance zone 3 menjadi 30% line dengan mode reverse (untuk blocking weak infeed)

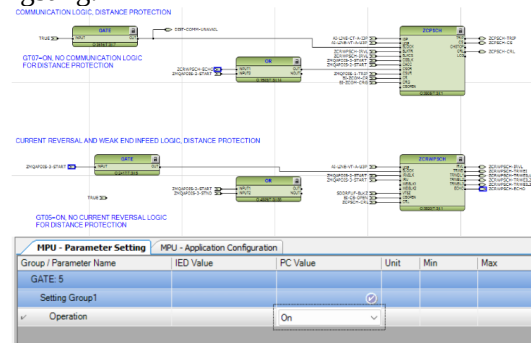
Menggunakan 30% dari panjang saluran untuk Zone 3 adalah praktik umum dalam skema proteksi dengan Weak-End Infeed. Ini memberikan proteksi yang cukup sensitif untuk mendeteksi gangguan di arah reverse, tetapi tidak terlalu luas sehingga memicu operasi trip yang tidak diperlukan.

| Group / Parameter Name | IED Value | PC Value | Unit  | Min  | Max     |
|------------------------|-----------|----------|-------|------|---------|
| ZMQAPDIS:3             |           |          |       |      |         |
| Setting Group1         |           |          |       |      |         |
| Operation              |           | On       |       |      |         |
| OperationDir           |           | Reverse  |       |      |         |
| X1                     | 13.39     |          | Ohmip | 0.10 | 3000.00 |
| R1                     | 4.51      |          | Ohmip | 0.01 | 1000.00 |
| X0                     | 33.56     |          | Ohmip | 0.10 | 9000.00 |
| R0                     | 11.03     |          | Ohmip | 0.01 | 3000.00 |
| RFPE                   | 163.40    |          | Ohmip | 0.10 | 9000.00 |
| OperationPE            |           | On       |       |      |         |

Gambar 11. Konfigurasi Setting Zone 3

4. Mengubah logic weak infeed

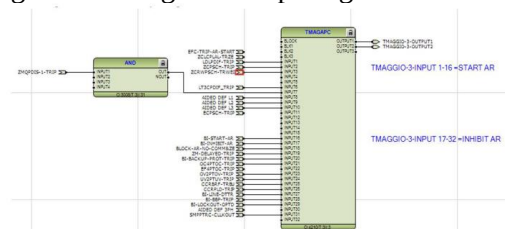
Pada perubahan ini, Zone 3 yang sebelumnya digunakan untuk memulai proteksi diubah menjadi fungsi untuk pemblokiran (blocking) gangguan yang tidak terdeteksi di GI ujung (yang lemah) dan menggantinya dengan sinyal echo. Sinyal echo ini kemudian digunakan sebagai input untuk skema proteksi jarak jauh (POTT), sehingga relay di GI sumber tetap bisa bekerja dengan baik meskipun relay di GI ujung tidak mendeteksi gangguan secara langsung.



Gambar 12. Konfigurasi Logic Weak Infeed

5. Mengkonfigurasi logic autoreclose (AR)

Melakukan pengaktifan mode logic autoreclose (AR) dengan modif logic AR trip fungsi weak infeed



Gambar 13. Konfigurasi Logic Autorecloser (AR)

## B. Proses Penerapan Setting Skema Weak Infeed

Proses setting skema weak infeed dilakukan dengan menggunakan laptop yang telah terinstal software ABB (PCM600) dan melakukan proses aktivasi skema weak infeed. berikut adalah langkah-langkah yang perlu dilakukan.

1. Mengaktifkan dan Mengkonfigurasi WEI

| Group / Parameter Name | IED Value | PC Value    | Unit | Min   | Max    |
|------------------------|-----------|-------------|------|-------|--------|
| ZCRWPSCH:1             |           |             |      |       |        |
| GlobalBaseSet          |           | 1           |      | 1     | 12     |
| Setting Group1         |           |             |      |       |        |
| CurRev                 |           | On          |      |       |        |
| iPickUpRev             | 0.020     |             | s    | 0.000 | 60.000 |
| iDelayRev              | 0.060     |             | s    | 0.000 | 60.000 |
| iEI                    |           | Echo & Trip |      |       |        |
| iPickUp(EI)            | 0.010     |             | s    | 0.000 | 60.000 |
| UPPc                   | 35        |             | %UB  | 10    | 90     |
| UPPc                   | 35        |             | %UB  | 10    | 90     |

Gambar 9. Pengaktifan WEI pada Software ABB (PCM600)

2. Mengkonfigurasi Skema dari PUTT menjadi POTT

Perbedaan skema POTT dengan PUTT yaitu untuk POTT elemen yang mengirim sinyal teleproteksi adalah elemen overreaching (pickup zone 2) sedangkan PUTT menggunakan elemen underreaching (pickup zone 1).

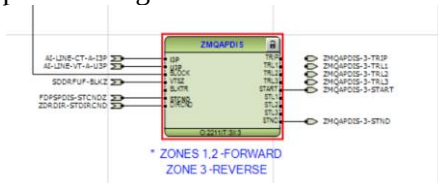
| Group / Parameter Name | IED Value | PC Value      | Unit | Min   | Max    |
|------------------------|-----------|---------------|------|-------|--------|
| ZCPSCH:1               |           |               |      |       |        |
| Setting Group1         |           |               |      |       |        |
| Operation              |           | On            |      |       |        |
| SchemeType             |           | Permissive OR |      |       |        |
| tCoord                 | 0.000     |               | s    | 0.000 | 60.000 |
| tSendMin               | 0.100     |               | s    | 0.000 | 60.000 |

Gambar 10. Perubahan Skema Setting PUTT menjadi POTT



### 6. Mengkonfigurasi logic zone 3

Pada logic zone 3 dilakukan konfigurasi dengan menghapus semua trip dan menyisakan Z3 start untuk input blocking weak infeed.



Gambar 14. Konfigurasi Logic Zone 3

### C. Pengujian Relay

Pengujian relay dilakukan untuk mengetahui hasil dari resetting dan aktivasi skema weak infeed berjalan sesuai dengan yang diinginkan dan optimal dalam memproteksi gangguan.

TABEL 4. 1.  
HASIL SIMULASI PENGUJIAN

| No  | Simulasi<br>G1 (A) | Simulasi<br>G1 (B)                | TRIP<br>PMT |         | A/R     |         | Indikasi                               | KET<br>(ECHO) |
|-----|--------------------|-----------------------------------|-------------|---------|---------|---------|----------------------------------------|---------------|
|     |                    |                                   | GI<br>A     | GI<br>B | GI<br>A | GI<br>B |                                        |               |
| 1.  | Z1<br>PH-N         | PMT<br>Open                       | ✓           | N/A     | ✓       | N/A     | ZONE 1 TRIP<br>PH-N                    | OK            |
| 2.  | Z1<br>PH-PH        | PMT<br>Open                       | ✓           | N/A     | ✓       | N/A     | ZONE 1 TRIP<br>PH-PH                   | OK            |
| 3.  | POTT Z2<br>PH-N    | PMT<br>Open                       | ✓           | N/A     | ✓       | N/A     | ZONE 2 AIDED<br>TRIP PH-N              | OK            |
| 4.  | POTT Z2<br>PH-PH   | PMT<br>Open                       | ✓           | N/A     | ✓       | N/A     | ZONE 2 AIDED<br>TRIP PH-PH             | OK            |
| 5.  | POTT Z2<br>PH-N    | PMT<br>Close +<br>Z3<br>PH-N      | X           | X       | X       | X       | PICK UP PH-N                           | BLOCK         |
| 6.  | POTT Z2<br>PH-PH   | PMT<br>Close +<br>Z3<br>PH-PH     | X           | X       | X       | X       | PICK UP PH-PH                          | BLOCK         |
| 7.  | POTT Z2<br>PH-N    | PMT<br>Close +<br>NOT Z3<br>PH-PH | ✓           | X       | ✓       | X       | Z2 AIDED TRIP<br>PH-N                  | OK            |
| 8.  | POTT Z2<br>PH-PH   | PMT<br>Close +<br>NOT Z3<br>PH-PH | ✓           | X       | ✓       | X       | Z2 AIDED TRIP<br>PH-PH                 | OK            |
| 9.  | Z1<br>PH-N         | PMT<br>Close +<br>Z3<br>PH-N      | ✓           | X       | ✓       | X       | Z1 TRIP PH-N                           | BLOCK         |
| 10. | Z1<br>PH-PH        | PMT<br>Close +<br>Z3<br>PH-PH     | ✓           | X       | ✓       | X       | Z1 TRIP PH-PH                          | BLOCK         |
| 11. | Z1<br>PH-N         | PMT<br>Close +<br>NOT Z3<br>PH-PH | ✓           | X       | ✓       | X       | ZONE 1, ZONE 2<br>AIDED TRIP PH-<br>N  | OK            |
| 12. | Z1<br>PH-PH        | PMT<br>Close +<br>NOT Z3<br>PH-PH | ✓           | X       | ✓       | X       | ZONE 1, ZONE 2<br>AIDED TRIP PH-<br>PH | OK            |

Dengan dilakukan aktivasi Weak-End Infeed (WEI), sistem proteksi dapat secara signifikan menurunkan Transmission Line Outage Duration (TLOD). Hal ini terjadi karena fungsi WEI memastikan bahwa relay proteksi tetap dapat mendeteksi dan merespon gangguan dengan cepat, bahkan di gardu induk yang memiliki arus infeed lemah. Tanpa WEI, gangguan yang terjadi di ujung dengan sumber arus rendah berisiko tidak terdeteksi secara memadai, yang dapat memperpanjang durasi pemulihan karena relay mungkin gagal melakukan trip atau membutuhkan waktu lebih lama untuk bereaksi. Namun, dengan aktivasi WEI, relay dapat bekerja lebih andal, memberikan respon trip instan yang didukung oleh sinyal echo dari ujung lawan, yang memungkinkan

fungsi autoreclose untuk aktif lebih cepat. Akibatnya, gangguan dapat diatasi dan saluran dipulihkan dalam waktu yang lebih singkat, sehingga TLOD dapat dikurangi secara efektif.

Jika dikaitkan dengan data gangguan yang terjadi pada tanggal 28 April 2024 karena adanya pengaruh fenomena weak infeed sehingga menyebabkan kedua PMT Trip di sisi GI Bagendang pada pukul 00:42 WIB dan berhasil dinormalkan pada pukul 01:10 WIB. Kejadian ini menyebabkan GI Kuala Pembuang padam 3.08 MW selama 28 menit. Dengan aktivasi fungsi weak infeed dan penerapan skema POTT Echo kejadian seperti ini diharapkan tidak terjadi lagi dan relay dapat reclose sesuai dengan waktu setting yakni setelah 1000 ms. Dengan keberhasilan fungsi autoreclose, aktivasi WEI secara langsung meningkatkan kinerja keseluruhan sistem proteksi. Sistem menjadi lebih andal dalam mendeteksi dan mengatasi gangguan, sehingga meminimalkan dampak pemadaman pada pelanggan.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan dilakukannya aktivasi skema *POTT Echo* dengan fungsi *Weak-End Infeed (WEI)* secara signifikan meningkatkan keandalan sistem proteksi. Relay dapat memberikan respon trip instan, dan fungsi autoreclose dapat aktif setelah 1000ms sehingga dapat mengurangi durasi gangguan (*TLOD*) secara efektif.
2. Keberhasilan sinyal echo memastikan komunikasi yang andal antara relay di GI Sumber dan GI Lawan, mendukung koordinasi proteksi yang efisien. Ini memungkinkan relay untuk bekerja secara selektif, memblokir gangguan di Zone 3 yang tidak memerlukan tindakan trip.
3. Secara keseluruhan, penerapan WEI dan skema *POTT Echo* mengoptimalkan fungsi proteksi jarak, memastikan respon yang cepat dan terkoordinasi, serta memenuhi kebutuhan untuk menjaga keandalan jaringan transmisi 150 kV.

Sebaiknya dalam pemeliharaan rutin yang dilakukan 2 tahun sekali nanti dilakukan pengecekan dan pengujian ulang mengenai perubahan setting distance relay dan Apabila terdapat perubahan jalur transmisi untuk zona distance relay sebaiknya segera dilakukan update setting agar sistem proteksi sesuai dengan data terkini dan tetap andal dan bekerja sesuai dengan apa yang diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT.PLN (Persero) P3B Jawa Bali, “Pedoman dan Petunjuk Sistem Proteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali,” Jakarta, 2013.
- [2] J. Pitono, Implementasi Intertripping Pola Weak Infeed (WI) pada SUTT 150 kV Sistem Kelistrikan Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah, Semarang:

Universitas Diponegoro, 2011.

- [3] PT.PLN (Persero) UIP3B Sumatera, “Skema POTT Echo (Weak Infeed + CB Open) Distance Relay GE Type D60 Untuk Keandalan Autoreclose GI Radial Ujung - Segmen Line Charging,” Pekanbaru, 2019.
- [4] N. Rochmadi, “Resetting Teleproteksi Distance Relay Tipe MICOM P442 Merk Areva Bay Padalarang II di Gardu Induk 150 kV Bandung Utara,” Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2021.
- [5] N. Benedicta, Analisa Scanning Setting Proteksi Distance Relay pada Penghantar 150kV Gardu Induk Garuda Sakti ke Gardu Induk Balai Pungun, Pekanbaru: Buku Tugas Akhir UIN Suska Riau, 2021.
- [6] M. Ardianto, Analisa Sistem Proteksi Distance Relay SUTT GI Randu Garut Kaliwungu 1, Semarang: Universitas Semarang, 2021.
- [7] PT.PLN (Persero), “Berita Acara Penetapan Aset Tahun 2024,” PLN UIP3B Kalimantan, Banjarbaru, 2024.
- [8] PT.PLN (Persero), “FOISSEAM PLN,” PT.PLN (Persero), Jakarta, 2023-2024.