

# Studi Koordinasi Proteksi Rele Arus Lebih dan *Ground Fault* Pada Sistem Eksisting PT. VICO Indonesia, Kalimantan Timur.

Edo Yanuwirawan, Margo Pujiantara, dan R. Wahyudi

Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

*e-mail:* margo@ee.its.ac.id<sup>[1]</sup>, edo\_250193@yahoo.com, wahyudi@ee.its.ac.id<sup>[2]</sup>

**Abstrak**--Perusahaan VICO Indonesia adalah suatu perusahaan asing yang bergerak dibidang pengolahan minyak dan gas bumi di Kalimantan Timur, Indonesia. VICO Indonesia memiliki 4 Lapangan pengolahan minyak dan gas yaitu Muara Badak, Nilam, Semberah, dan Mutiara, sehingga di VICO Indonesia pasti mempunyai 4 plan sistem kelistrikan disetiap area tersebut. Di VICO Indonesia sering terjadi *Black Out* (Sistem Kelistrikan Mati) biasanya diakibatkan Karena gangguan interkoneksi disalah satu area di VICO itu sendiri, sehingga jika satu area terganggu maka area lain juga ikut terganggu. Namun dalam pelayanannya, peralatan pengaman yang dimiliki oleh VICO Indonesia masih belum terkoordinasi dengan baik. Dari hasil plot koordinasi kurva arus waktu kondisi *existing* dapat diketahui bahwa terdapat *misscoordination* dan *overlapping*. Melalui hasil analisis dan perhitungan manual direkomendasikan penyetelan *pick up* rele arus lebih dan penyetelan *gridding time* rele. Rele yang perlu disetel ulang adalah rele arus lebih gangguan fasa (*Over Current Relay*) dan rele arus lebih gangguan tanah (*Ground Fault Relay*). Maka dilakukan evaluasi koordinasi proteksi menggunakan *software* ETAP 12.6 yang ada seperti pengaman arus lebih (*Over Current Relay*) dan rele pengaman gangguan tanah (*Ground Fault Relay*) serta menggambarkan kurva karakteristik arus waktu pada perusahaan VICO Indonesia. Analisis koordinasi kurva proteksi ini diharapkan dapat mencegah atau membatasi kerusakan jaringan beserta peralatannya.

**Kata Kunci**--Kontinuitas, Koordinasi, Gangguan, Keandalan, Rele Pengaman

## I. PENDAHULUAN

Perusahaan VICO Indonesia adalah suatu perusahaan asing yang bergerak dibidang pengolahan minyak dan gas bumi di Kalimantan Timur, Indonesia. VICO Indonesia memiliki 4 Lapangan pengolahan minyak dan gas yaitu Muara Badak, Nilam, Semberah, dan Mutiara, sehingga di VICO Indonesia pasti mempunyai 4 plan sistem kelistrikan disetiap area tersebut. Suatu sistem kelistrikan yang baik harus didukung dengan tingkat keandalan dan kontinuitas listrik yang bagus pula. Kontinuitas pasokan daya pada suatu industri sangat diperlukan untuk menjamin terlaksananya proses produksi. Apabila sistem kelistrikan industri tersebut mengalami gangguan maka proses produksi pada industri tersebut dapat berhenti beroperasi dan menimbulkan kerugian yang cukup besar. Gangguan yang terjadi juga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada peralatan yang

mendukung proses produksi. Oleh karena itu, diperlukan adanya sistem proteksi untuk mengamankan peralatan dari gangguan yang mungkin terjadi.

Rele pengaman merupakan peralatan listrik yang dirancang untuk mulai pemisahan bagian sistem tenaga listrik atau untuk mengoperasikan sinyal bila terjadi gangguan di sistem [1]. Rele pengaman dengan kemampuan selektif yang baik dibutuhkan untuk mencapai keandalan sistem yang tinggi karena tindakan pengaman yang cepat dan tepat akan dapat mengisolir gangguan seminimal mungkin [2]. Rele pengaman beroperasi saat muncul arus gangguan dan menggerakkan pemutus tenaga (PMT) sehingga aliran daya pada saluran tersebut terputus. Setelan dari rele pengaman yang tidak tepat dapat mengakibatkan PMT memutus rangkaian tidak tepat, sehingga kontinuitas dan keandalan sistem kelistrikan terganggu salah satunya terjadi padam listrik total [2].

## II. TEORI PENUNJANG

### A. Penyebab Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik

Dalam sistem tenaga listrik tiga fasa, gangguan-gangguan yang dapat menyebabkan timbulnya arus berlebih yang mungkin terjadi diantaranya gangguan beban lebih (*overload*), gangguan hubung singkat (*short circuit*), dan gangguan tegangan lebih.

#### Gangguan Beban Lebih (*Overload*)

Gangguan beban lebih dikarenakan adanya arus yang mengalir melebihi kapasitas suatu peralatan listrik dan pengaman yang terpasang. Gangguan ini terjadi karena arus yang mengalir melebihi arus nominal yang diizinkan  $I > I_{nom}$  [1]. Pada saat gangguan ini terjadi arus yang mengalir melebihi dari kapasitas peralatan listrik. Bila gangguan ini dibiarkan terus menerus, maka dapat merusak peralatan listrik yang dialiri arus tersebut.

#### Gangguan Hubung Singkat (*Short Circuit*)

Gangguan-gangguan yang timbul karena adanya gangguan hubung singkat antara lain :

1. Kerusakan pada peralatan yang berada dekat dengan gangguan yang disebabkan oleh arus-arus yang besar, arus tidak seimbang maupun tegangan-tegangan rendah.
2. Stabilitas daya pada sistem menurun.
3. Kontinuitas pelayanan listrik ke beban dapat terhenti apabila gangguan hubung singkat tersebut sampai mengakibatkan *circuit breaker* (CB) bekerja sehingga terjadi pemadaman listrik.

#### Gangguan Tegangan Lebih

Gangguan tegangan lebih terjadi apabila ada kelainan dalam sistem. Gangguan tegangan lebih dapat terjadi antara lain karena :

1. Gangguan petir, Bunga api listrik (electrical discharge) diudara, antara awan dengan awan atau awan dengan bumi / tanah merupakan gelombang berjalan dan Tegangan lebih (*over voltage*), Gelombang sambaran petir dapat diklasifikasikan sebagai berikut [1] :
2. Gangguan surja hubung, diantaranya adalah penutupan saluran yang tidak serempak pada saat pemutusan tiga fasa, penutupan saluran kembali dengan cepat, pelepasan beban akibat gangguan, penutupan saluran yang semula tidak masuk ke dalam sistem dan sebagainya. Jadi tegangan lebih akibat proses switching berkisar antara 1,1 pu sampai 4,25 pu [1].

**B. Perhitungan Arus Hubung Singkat**

Suatu sistem tenaga listrik apabila terjadi gangguan hubung singkat dibiarkan berlangsung maka akan timbul pengaruh yang tidak diinginkan pada sistem, antara lain :

1. Rusaknya peralatan sistem tenaga listrik yang berada dekat dengan gangguan yang disebabkan oleh arus-arus yang besar, arus-arus tak seimbang atau tegangan-tegangan rendah yang terhubung dengan arus hubung singkat.
2. Kemungkinan terjadinya ledakan pada peralatan-peralatan yang mengandung minyak isolasi saat terjadi gangguan hubung singkat dan yang mungkin menimbulkan kebakaran sehingga dapat membahayakan operator atau manusia dan peralatan yang lain.
3. Suatu sistem yang terkena gangguan dapat terpisah dari sistem interkoneksi. Maka, pengamanan sistem harus dilakukan disetiap peralatan sistem listrik.

Hubung Singkat Tiga Fasa ke Tanah

$$I_{sc3} = \frac{V_{LN}}{X_1} \tag{1}$$

Hubung Singkat Antar Fasa

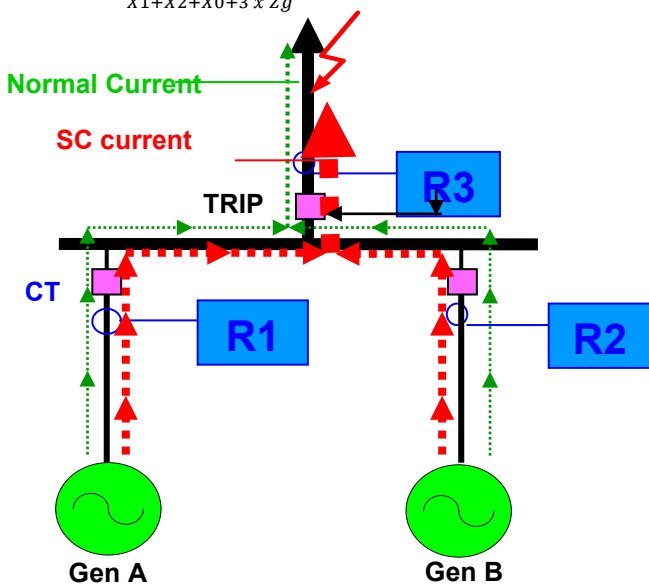
$$I_{sc2} = \frac{V_{LL}}{X_1 + X_2} = \frac{\sqrt{3} \times V_{LN}}{2 \times X_1} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times I_{sc3} \approx 0.866 I_{sc3} \tag{2}$$

Hubung Singkat Fasa ke Netral

$$I_{sc1} = \frac{V_{LL}/\sqrt{3}}{Z_{sc} + Z_{LN}} \tag{3}$$

Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah

$$I_{sc0} = \frac{3V_{LN}}{X_1 + X_2 + X_0 + 3 \times Z_g} \tag{4}$$



Gambar 1. Arah Aliran Arus Ketika Terjadi Hubung Singkat [2]

**C. Rele Gangguan Tanah ( Ground Fault Relay)**

Rele gangguan tanah merupakan rele pengamanan arus lebih yang dilengkapi dengan *zero sequence current filter*. Rele gangguan tanah bekerja untuk mengamankan gangguan satu fasa dan dua fasa ke tanah.

$$5 - 10\% \times I_{scL-G} \leq I_{set} \leq 50\% I_{scL-G} \tag{12}$$

Dengan  $I_{scL-G}$  merupakan arus hubung singkat satu fasa ke tanah.

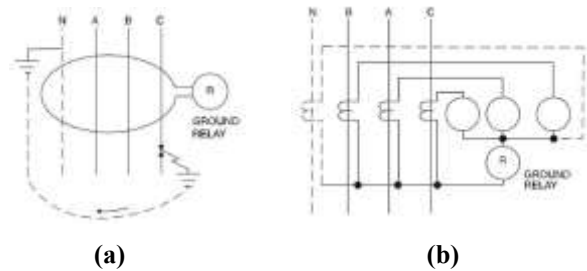
Pengaman rele ini akan aktif jika arus sisa  $I_{res} = I_a + I_b + I_c$  yang mengalir naik melebihi setelah *threshold* [3,4].

Simetri

$$I_r = I_a + I_b + I_c = 0 \tag{13}$$

Asimetri

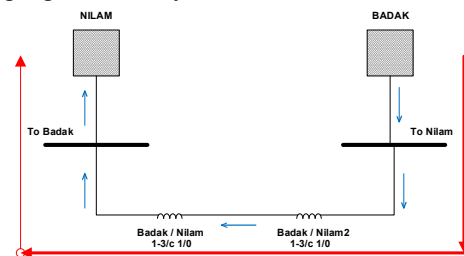
$$I_r = I_a + I_b + I_c = 3I_{a0} \tag{14}$$



Gambar 2 (a) Rangkaian Zero Sequence Current Filter; (b) Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah

**III. SISTEM KELISTRIKAN PT. VICO INDONESIA**

PT. VICO Indonesia memiliki sistem kelistrikan yang besar dan cukup kompleks. Pada perusahaan ini ada 4 sistem kelistrikan yang tersebar berdasarkan 7 lapangan produksi minyak yaitu Badak, Nilam, Samberah, Mutiara, Pamaguan, Beras, dan Lempake. Kegiatan usaha inti pada VICO Indonesia adalah memproduksi minyak dan gas, dan maka dari itu pasti butuh pembangkitan listrik untuk peralatan listrik yang ada seperti motor, generator, dll. PT. VICO Indonesia melayani kebutuhan suplai daya ke beban – bebanya, di Lapangan Badak dan Nilam dengan mengoperasikan 4 TG (*Turbine Generator*) masing – masing 2.5 MW dan 4 DG (*Diesel Generator*) sebagai cadangan pembangkitan. Sistem distribusi yang digunakan dengan tegangan distribusi 4.16 Kv dan tegangan 0.38 Kv untuk tegangan rendahnya.



Gambar 3 Single Line Diagram PT. VICO Indonesia

**A. Jumlah Total Pembangkitan, Pembebanan dan Demand**

Tabel 1 Jumlah Total Pembangkitan, Pembebanan dan Demand

|                              | MW     | Mvar  | MVA    | %PF    |
|------------------------------|--------|-------|--------|--------|
| <b>Source (swingbus)</b>     | 7.7    | 4.247 | 9.625  | 80     |
| <b>Source (non swingbus)</b> | 7.398  | 3.641 | 7.882  | 81.81  |
| <b>Total Motor Load</b>      | 4.639  | 2.235 | 2.924  | 90.39  |
| <b>Total Static Load</b>     | 10.45  | 4.982 | 12.111 | 90.11  |
| <b>Total Demand</b>          | 15.098 | 7.888 | 17.507 | 80.905 |
| <b>Apparent Losses</b>       | 0.009  | 0.671 | -      | -      |

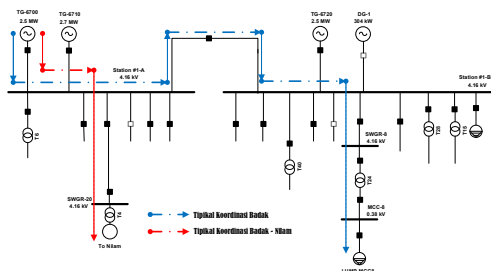
IV. HASIL SIMULASI DAN ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI PT. VICO INDONESIA

A. Pemodelan dan Analisis Sistem Kelistrikan PT. VICO Indonesia

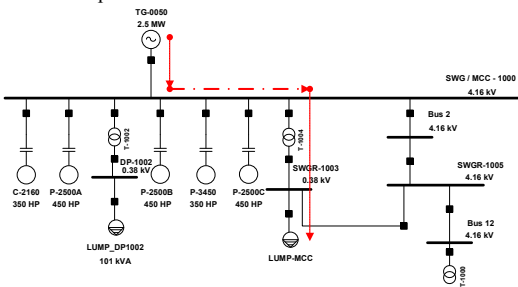
Pemodelan sistem kelistrikan pada PT. VICO Indonesia dilakukan dengan cara menggambarkan *single line diagram* pada *software* simulasi ETAP 12.6. Untuk membuat *single line diagram* di *software* ETAP 12.6 dibutuhkan data-data peralatan yang meliputi data yang meliputi generator, transformator, motor, kabel, bus, rele *eksisting* dan sistem pentanahan.

Setelah pemodelan selesai, dilanjutkan dengan melakukan analisis aliran daya untuk mengetahui kondisi sistem pada saat steady state. Dengan analisis aliran daya (*load flow*) ini dapat diketahui aliran daya, tegangan bus, faktor daya tiap *feeder*, pembebanan bus, pembebanan transformator dan rugi-rugi daya listrik.

B. Pemilihan Tipikal Koordinasi Setting Rele Pengaman pada PT. VICO Indonesia.



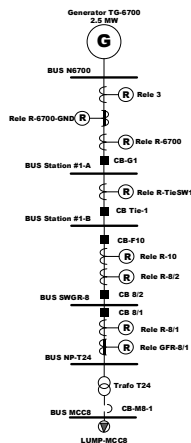
Gambar 4 Tipikal Koordinasi Badak dan Badak – Nilam



Gambar 5 Tipikal Koordinasi Nilam

C. Koordinasi Rele Arus Lebih Fasa Tipikal Badak

Koordinasi pengaman sistem kelistrikan Badak dari generator TG-6700 sampai transformator T24. Pemilihan tipikal ini atas dasar saluran terpanjang dari generator menuju beban yang ada di Badak. Pada tipikal ini juga dicantumkan koordinasi dengan *sync bus*. Rele pengaman yang dikoordinasikan ada 7 rele, yaitu LVCB-M8-1, Rele R8/1, Rele R-8/2, Rele R10, Rele R-TieSW1, Rele R-6700, dan Rele 3.



Gambar 6 Model Single Line Diagram Tipikal Badak

Dari analisis *existing* dapat diketahui bahwa *setting* rele masih perlu disempurnakan agar bisa didapatkan koordinasi rele pengaman yang tepat. Perhitungan ulang *setting* rele adalah sebagai berikut :

**LVCB – M8 – 1**

- Manufacture : Merlin Gerlin
- Model : STR 58U
- Sensor ID : 2500 Ampere
- Rating Plug : 1250 Ampere (0.5 Multiple)

**Long Time**

LT Pickup :  
 $1.05 \times FLA \text{ Sekunder T24} < Iset < 1.4 \times FLA \text{ Sekunder T24}$   
 $1.05 \times 1140 < Iset < 1.4 \times 1140$

$1197 < Iset < 1596$

$1197 < Iset < 1596$

$\frac{1250}{1250} < Tap < \frac{1250}{1250}$

$0.9576 < Tap < 1.2768$

(Range : 0.4 ; 0.45 ; 0.5 ; 0.55 ; 0.6 ; 0.65 ; 0.7 ; 0.8 ; 0.9 ; 1.0)

Dipilih Tap = 0.98

Iset = 1225 A

Dipilih LT Band = 15

**Short Time**

ST Pickup :  
 $1.6 \times FLA \text{ Sekunder T24} < Iset < 0.8 \times Isc \text{ Min Bus MCC} - 8$   
 $1.6 \times 1140 < Iset < 0.8 \times 17110$

$1824 < Iset < 13688$

$1824 < Iset < 13688$

$\frac{1250}{1250} < Tap < \frac{1250}{1250}$

$1.4592 < Tap < 10.9504$

(Range : 1.25 ; 1.5 ; 2 ; 2.5 ; 3 ; 4 ; 6 ; 8 ; 10 ; 12)

Dipilih Tap = 1.5

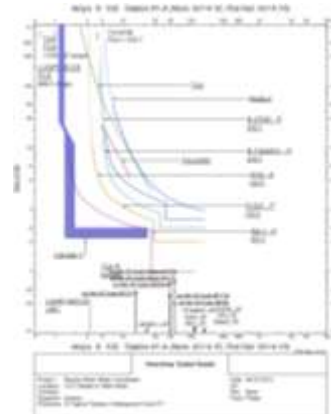
Iset = 1875 A

Dipilih ST Band = 0.4 s

Dengan cara yang sama akan didapatkan setting untuk Rele R-8/1, Rele R-8/2, Rele R10, Rele R-Tie SW1, Rele R-6700, Rele 3 :

Tabel 2 Data *Resetting* Peralatan Pengaman Tipikal Badak

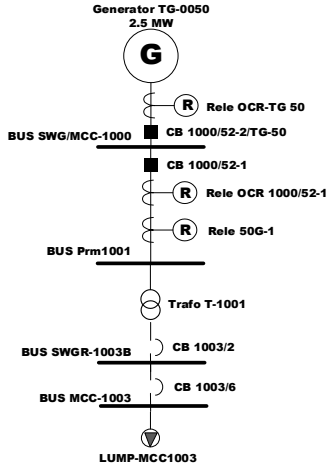
| ID Peralatan Pengaman | Manufaktur    | Model                | CT atau Sensor  | Setting  |  |                           |
|-----------------------|---------------|----------------------|-----------------|--|--|---------------------------|
|                       |               |                      |                 | Overcurrent  | Instantaneous                              |                           |
| LVCB-M8-1             | Merlin Gerlin | STR 58U              | Sensor : 2500 A | LTPI Band : 15<br>STPI Band : 0.4  | Tidak Ada                                  |                           |
| Rele R-8/1            | GE- Multilin  | SR-750/700           | 200/5           | Curve Type : IAC- Inverse<br>Pickup Range : 0.05-20 MCT Sec<br>Tap : 0.7 | Pickup Range : 0.05-20 MCT Sec<br>Tap : 13 | Delay (Sec) : 0.1         |
| Rele R-8/2            | GE- Multilin  | SR-750/700           | 400/5           | Curve Type : IAC- Inverse<br>Pickup Range : 0.05-20 MCT Sec<br>Tap : 0.8 | Pickup Range : 0.05-20 MCT Sec<br>Tap : 7  | Delay (Sec) : 0.3         |
| Rele R10              | GE- Multilin  | SR-750/700           | 400/5           | Curve Type : IAC- Inverse<br>Pickup Range : 0.05-20 MCT Sec<br>Tap : 0.8 | Pickup Range : 0.05-20 MCT Sec<br>Tap : 7  | Delay (Sec) : 0.3         |
| Rele R-TieSW1         | GE- Multilin  | SR-750/700           | 1200/5          | Curve Type : IAC- Inverse<br>Pickup Range : 0.05-20 MCT Sec<br>Tap : 0.8 | Pickup Range : 0.05-20 MCT Sec<br>Tap : 7  | Delay (Sec) : 0.5         |
| Rele R-6700           | GE- Multilin  | SR-750/700           | 600/5           | Curve Type : IAC- Inverse<br>Pickup Range : 0.05-20 MCT Sec<br>Tap : 0.8 | Pickup Range : 0.05-20 MCT Sec<br>Tap : 7  | Delay (Sec) : 0.7         |
| Rele 3                | ABB           | CO (Circuit Opening) | 600/5           | Curve Type : CB- Inverse<br>Pickup Range : 2.5-10 Sec -3A<br>Tap : 4.5   | Pickup Range :<br>Tap : 7                  | Delay (Sec) : Tidak Aktif |



Gambar 7 Kurva TCC Resetting Pengaman Arus Lebih Fasa Tipikal Badak

**D. Koordinasi Rele Arus Lebih Fasa Tipikal Nilam**

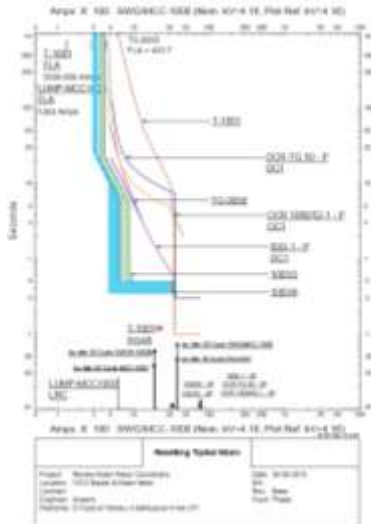
Koordinasi pengaman sistem kelistrikan Nilam dari generator TG-0050 sampai transformator T-1001. Pemilihan tipikal ini atas dasar saluran terpanjang dari Nilam itu sendiri. Rele pengaman yang dikoordinasikan ada 5 rele yaitu LVCB-1003/6, LVCB-1003/2, Rele 50G-1, Rele OCR 1000/52-1, dan Rele OCR-TG 50.



Gambar 8 Model Single Line Diagram Tipikal Nilam

Tabel 4 Data *Resetting* Peralatan Pengaman Tipikal Nilam

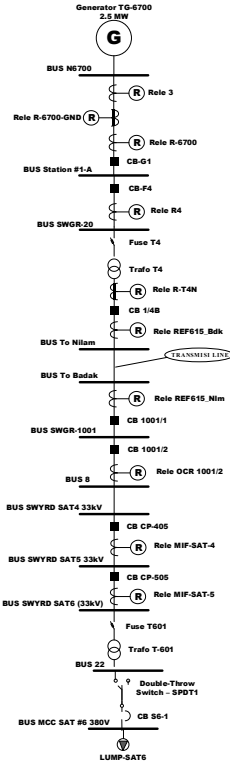
| ID Peralatan Pengaman | Relé          |                | CT atau Sensor  | Setting      |                        |              |                   |
|-----------------------|---------------|----------------|-----------------|--------------|------------------------|--------------|-------------------|
|                       | Manufaktur    | Model          |                 | Overcurrent  | Instantaneous          |              |                   |
| LVCB 1003/6           | Merlin Gerlin | STR SSU        | Sensor : 3000 A | LTPU         | 1                      | Tidak Ada    |                   |
|                       |               |                |                 | LTPU Band    | 15                     |              |                   |
|                       |               |                |                 | STPU         | 2                      |              |                   |
|                       |               |                |                 | STPU Band    | 0.5                    |              |                   |
| LVCB 1003/2           | Moeller       | IZM-U          | Sensor : 4000 A | LTPU         | 0.94                   | Tidak Ada    |                   |
|                       |               |                |                 | LTPU Band    | 15                     |              |                   |
|                       |               |                |                 | STPU         | 2.2                    |              |                   |
|                       |               |                |                 | STPU Band    | 0.4                    |              |                   |
| Rele 50G-1            | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 200 / 5         | Curve Type   | ANSI-Extremely Inverse | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec |
|                       |               |                |                 | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec      | Tap          | 17.5              |
|                       |               |                |                 | Tap          | 2.25                   | Delay (Sec)  | 0.1               |
|                       |               |                |                 | Time Dial    | 4.61                   |              |                   |
| Rele OCR 1000/52-1    | GE - Multilin | SR - 745       | 300 / 5         | Curve Type   | IAC - Inverse          | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec |
|                       |               |                |                 | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec      | Tap          | 11.5              |
|                       |               |                |                 | Tap          | 1.59                   | Delay (Sec)  | 0.1               |
|                       |               |                |                 | Time Dial    | 14                     |              |                   |
| Rele OCR-TG 50        | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 600 / 5         | Curve Type   | IAC - Inverse          | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec |
|                       |               |                |                 | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec      | Tap          | 6                 |
|                       |               |                |                 | Tap          | 0.8                    | Delay (Sec)  | 0.3               |
|                       |               |                |                 | Time Dial    | 22.6                   |              |                   |



Gambar 9 Kurva TCC Resetting Pengaman Arus Lebih Fasa Tipikal Nilam

**E. Koordinasi Rele Arus Lebih Fasa Tipikal Badak - Nilam**

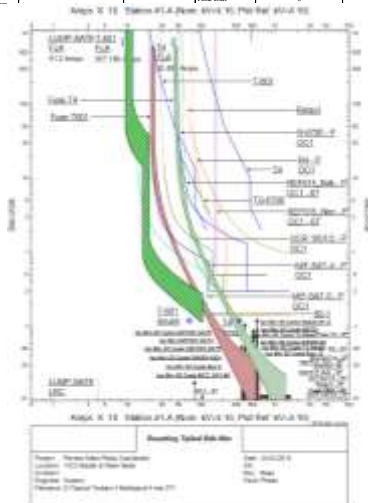
Koordinasi pengaman sistem kelistrikan dari generator Badak ke Beban Nilam, mulai generator TG-6700 sampai transformator T-601. Pemilihan tipikal ini merupakan jalur terpanjang dari sistem kelistrikan Badak ke Nilam. Rele pengaman yang dikoordinasikan adalah LVCB S6-1, Rele MIF-SAT-5, Rele MIF-SAT-4, Rele 1001/2, Rele REF615\_Nlm, Rele REF615\_Bdk, Rele R4, Rele R-6700, dan Rele 3.



Gambar 10 Model Single Line Diagram Tipikal Badak - Nilam

Tabel 5 Data *Resetting* Peralatan Pengaman Tipikal Badak - Nilam

| ID Peralatan Pengaman | Relé             |                            | CT atau Sensor | Setting      |                   |              |                   |
|-----------------------|------------------|----------------------------|----------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|
|                       | Manufaktur       | Model                      |                | Overcurrent  | Instantaneous     |              |                   |
| LVCB S6-1             | General Electric | EC-1 AK-15-25-30 (ISM 150) | Sensor : 800 A | LTPU         | 1.45              | Tidak Aktif  |                   |
|                       |                  |                            |                | LTPU Band    | 1C-Min            |              |                   |
|                       |                  |                            |                | STPU         | 2.5               |              |                   |
|                       |                  |                            |                | STPU Band    | 20-Max            |              |                   |
| Rele MIF-SAT-5        | GE - Multilin    | SR - 750 / 760             | 15 / 5         | Curve Type   | IAC - Inverse     | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec |
|                       |                  |                            |                | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec | Tap          | 10.15             |
|                       |                  |                            |                | Tap          | 1.05              | Delay (Sec)  | 0.14              |
|                       |                  |                            |                | Time Dial    | 0.8               |              |                   |
| Rele MIF-SAT-4        | GE - Multilin    | SR - 750 / 760             | 30 / 5         | Curve Type   | IAC - Inverse     | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec |
|                       |                  |                            |                | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec | Tap          | 5.45              |
|                       |                  |                            |                | Tap          | 0.85              | Delay (Sec)  | 0.3               |
|                       |                  |                            |                | Time Dial    | 2.7               |              |                   |
| Rele OCR 1001/2       | GE - Multilin    | SR - 750 / 760             | 30 / 5         | Curve Type   | IAC - Inverse     | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec |
|                       |                  |                            |                | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec | Tap          | 6                 |
|                       |                  |                            |                | Tap          | 1.2               | Delay (Sec)  | 0.5               |
|                       |                  |                            |                | Time Dial    | 2.73              |              |                   |
| Rele REF615_Nlm       | ABB              | REF 545                    | 100 / 5        | Curve Type   | Normal Inverse    | Pickup Range | 0.05 - 40 XCT Sec |
|                       |                  |                            |                | Pickup Range | 0.05 - 40 XCT Sec | Tap          | 2                 |
|                       |                  |                            |                | Tap          | 6                 | Delay (Sec)  | 0.5               |
|                       |                  |                            |                | Time Dial    | 0.05              |              |                   |
| Rele REF615_Bdk       | ABB              | REF 545                    | 100 / 5        | Curve Type   | Normal Inverse    | Pickup Range | 0.05 - 40 XCT Sec |
|                       |                  |                            |                | Pickup Range | 0.05 - 40 XCT Sec | Tap          | 2.5               |
|                       |                  |                            |                | Tap          | 0.7               | Delay (Sec)  | 0.5               |
|                       |                  |                            |                | Time Dial    | 0.05              |              |                   |
| Rele R4               | GE - Multilin    | SR - 750 / 760             | 400 / 5        | Curve Type   | IAC - Inverse     | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec |
|                       |                  |                            |                | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec | Tap          | 5.5               |
|                       |                  |                            |                | Tap          | 1.95              | Delay (Sec)  | 0.14              |
|                       |                  |                            |                | Time Dial    | 3.3               |              |                   |
| Rele R-6700           | GE - Multilin    | SR - 750 / 760             | 600 / 5        | Curve Type   | IAC - Inverse     | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec |
|                       |                  |                            |                | Pickup Range | 0.05 - 20 XCT Sec | Tap          | 7                 |
|                       |                  |                            |                | Tap          | 0.8               | Delay (Sec)  | 0.3               |
|                       |                  |                            |                | Time Dial    | 4.23              |              |                   |
| Rele 3                | ABB              | CO (Circuit Opening)       | 600 / 5        | Curve Type   | COB - Inverse     | Pickup Range |                   |
|                       |                  |                            |                | Pickup Range | 2.5 - 10 Sec - 5A | Tap          |                   |
|                       |                  |                            |                | Tap          | 4.5               | Delay (Sec)  |                   |
|                       |                  |                            |                | Time Dial    | 6                 |              |                   |



Gambar 11 Kurva TCC Resetting Pengaman Arus Lebih Fasa Tipikal Badak - Nilam

**F. Koordinasi Rele Arus Lebih Gangguan ke Tanah Tipikal Badak**

**Relay GFR-8/1**

Manufacturer : GE - Multilin  
 Model : SR 750 / 760  
 Curve Type : Definite Time  
 CT Ratio : 50 / 5  
 Isc L-G NP-T24 : 37 A (4.16 kV)

Instantaneous Pickup

$$5 - 10\% \times I_{sc\ L-G\ NP - T24} \leq I \gg 50\% \times I_{sc\ L-G\ NP - T24}$$

$$5 - 10\% \times 37 \leq I \gg 50\% \times 37$$

(Range : 0.05 sampai 20 ×CT Sec)

Dipilih I = 4 A

$$Tap = \frac{I_{set}}{CT\ Primary} = \frac{4}{50} = 0.08$$

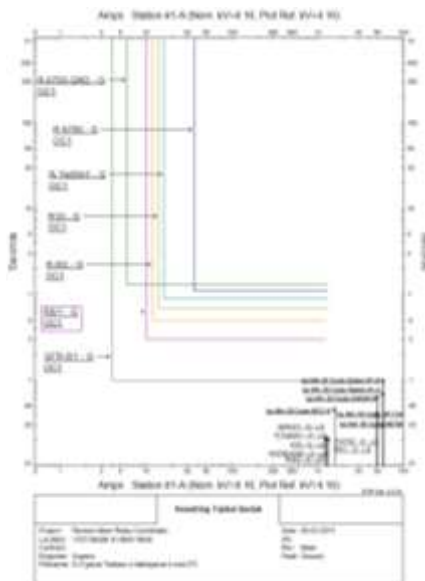
Time Delay

Dipilih Time Delay = 0.1 s

Dengan cara yang sama akan didapatkan setting untuk Rele R8/1, Rele R8/2, Rele R10, Rele R-TieSW1, Rele R-6700, Rele R-6700-GND:

Table 6 Data Resetting Peralatan Pengaman Tipikal Badak

| ID Peralatan Pengaman | Rele          |                |                | Setting  |                                 |              |                  |
|-----------------------|---------------|----------------|----------------|--|---------------------------------|--------------|------------------|
|                       | Manufaktur    | Model          | CT atau Sensor | Overcurrent  | Instantaneous                   | Pickup Range | Tap              |
| Rele R8/1             | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 50 / 5         | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.08    | Delay (Sec): 0.1 |
| Rele R-8/1            | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 200 / 5        | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.05    | Delay (Sec): 0.3 |
| Rele R-8/2            | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 100 / 5        | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.12    | Delay (Sec): 0.5 |
| Rele R10              | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 100 / 5        | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.14    | Delay (Sec): 0.7 |
| Rele R-TieSW1         | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 100 / 5        | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.16    | Delay (Sec): 0.9 |
| Rele R-6700           | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 600 / 5        | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.06    | Delay (Sec): 0.3 |
| Rele R-6700-GND       | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 50 / 5         | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.12    | Delay (Sec): 0.5 |

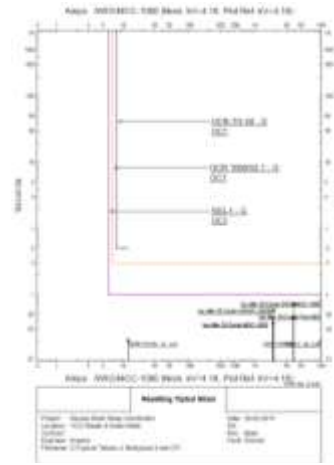


Gambar 12 Resetting Kurva TCC Arus Lebih Gangguan ke Tanah Tipikal Badak

G. Koordinasi Rele Arus Lebih Gangguan ke Tanah Tipikal Nilam

Table 7 Data Resetting Peralatan Pengaman Tipikal Nilam

| ID Peralatan Pengaman | Rele          |                |                | Setting  |                                 |              |                  |
|-----------------------|---------------|----------------|----------------|--|---------------------------------|--------------|------------------|
|                       | Manufaktur    | Model          | CT atau Sensor | Overcurrent  | Instantaneous                   | Pickup Range | Tap              |
| Rele 50G-1            | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 100 / 5        | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.06    | Delay (Sec): 0.1 |
| Rele OCR 1000/52-1    | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 100 / 5        | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.07    | Delay (Sec): 0.3 |
| Rele OCR-TG60         | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 100 / 5        | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.08    | Delay (Sec): 0.5 |

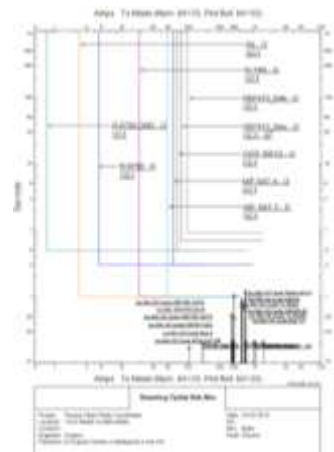


Gambar 13 Resetting Kurva TCC Arus Lebih Gangguan ke Tanah Tipikal Nilam

H. Koordinasi Rele Arus Lebih Gangguan ke Tanah Tipikal Badak – Nilam

Table 8 Data Resetting Peralatan Pengaman Tipikal Badak – Nilam

| ID Peralatan Pengaman | Rele          |                |                | Setting  |                                 |              |                  |
|-----------------------|---------------|----------------|----------------|--|---------------------------------|--------------|------------------|
|                       | Manufaktur    | Model          | CT atau Sensor | Overcurrent  | Instantaneous                   | Pickup Range | Tap              |
| Rele MIF-SAT-5        | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 15 / 5         | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 3.333   | Delay (Sec): 0.1 |
| Rele MIF-SAT-4        | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 30 / 5         | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 2       | Delay (Sec): 0.3 |
| Rele OCR 1001/2       | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 30 / 5         | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 2.3333  | Delay (Sec): 0.5 |
| Rele REF415_Nlm       | ABB           | REF 545        | 100 / 5        | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.8     | Delay (Sec): 0.7 |
| Rele Ref415_Bdk       | ABB           | REF 545        | 100 / 5        | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 1       | Delay (Sec): 0.9 |
| Rele R-TAN            | GE - Multilin | C60            | 50 / 5         | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.37    | Delay (Sec): 0.1 |
| Rele R4               | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 50 / 5         | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.185   | Delay (Sec): 0.1 |
| Rele R-6700G          | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 600 / 5        | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.06    | Delay (Sec): 0.3 |
| Rele R-6700GND        | GE - Multilin | SR - 750 / 760 | 50 / 5         | Curve Type: Off<br>Pickup Range: Off<br>Tap: Off<br>Time Dial: Off | Pickup Range: 0.05 - 20 XCT Sec | Tap: 0.12    | Delay (Sec): 0.5 |



Gambar 14 Resetting Kurva TCC Arus Lebih Gangguan ke Tanah Tipikal Badak – Nilam

V. KESIMPULAN

- Hasil plot koordinasi kurva arus waktu existing PT. VICO Indonesia memperlihatkan bahwa banyak rele yang terjadi miss-coordination dan overlapping antara rele utama dan rele backup. Hal ini mengakibatkan selektifitas rele kurang baik dalam melokalisir gangguan pada sistem, sehingga menyebabkan padam total (black out) pada pabrik PT. VICO Indonesia.
- Setting Existing rele pengaman arus lebih fasa tidak mempertimbangkan Damage Curve pada trafo dan kurva

*starting* Generator, sehingga bisa merusak peralatan jika mengenai beban penuh atau *full load*.

3. *Setting Existing* rele pengaman arus lebih fasa tidak mempertimbangkan *FLA (Full Load Ampere)* trafo dan beban dibawahnya sehingga ketika ada arus maksimal pada saat trafo *energize* atau motor *starting*, rele menganggap itu sebagai gangguan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahyudi R, "Diktat Kuliah Pengaman Sistem Tenaga Listrik", Teknik Elektro ITS, Surabaya, 2004
- [2] Vico Indonesia, 4S Production Renewal Plan People Process Safety, Power Generation – Sistem Proteksi, Muara Badak, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, 2008
- [3] Carey C, Robert G H, Louie J P, IEEE Std 242-2001™, "*IEEE Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems*", The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., New York, Ch. 15, 2001
- [4] Prêve, Christophe, "*Protection for Electrical Network*", ISTE Ltd., London, Ch. 7, 9, 2006