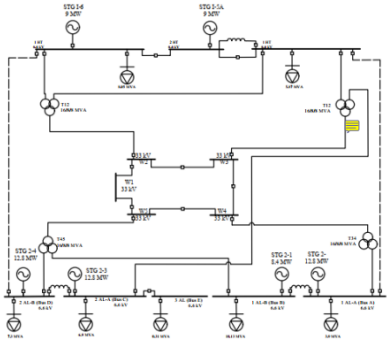
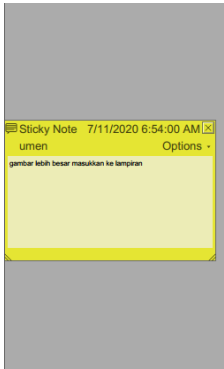
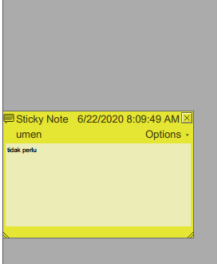


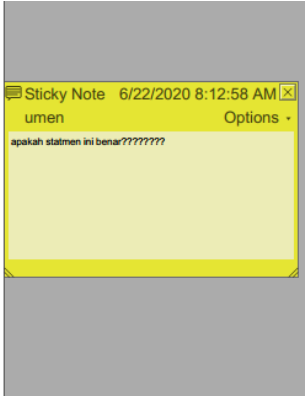
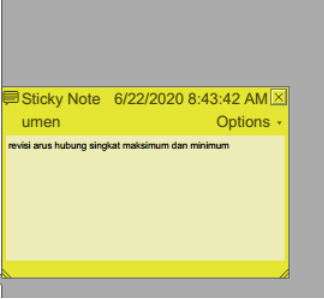


DAFTAR REVISI / PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Afif Al Asyad
NRP : 07111640007002
Judul Proposal Tugas Akhir : Evaluasi kegagalan koordinasi proteksi akibat hubung singkat pada kelistrikan pt pertamina ru v balikpapan
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Margo Pujiantara, MT.
: DrDr. Dimas Anton Asfani, ST., MT., Ph. D

Bab / Halaman	Uraian	Keterangan
	<p>Dosen</p> <ul style="list-style-type: none">● DrIr. Margo Pujiantara, MT.● DrIr. Ni Ketut Aryani, MT.● Dr.Eng. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.● Dimas Anton Asfani, ST., MT., Ph.D.● Dr. Dimas Fajar Uman Putra, ST., MT. <p>Uraian Revisi</p> <p>Tulisan bus pada abstrak, jangan huruf besar. Nomor halaman pd daftar isi dirapikan. Hal.33 bab 2. antara judul dg tulisan dibawahnya harus ada spasi. 2.1.2 Gangguan Hubung Singkat Simer! Tabel 4. 4 Arus Hubung Singkat Maksimum 4 Cycle (terpotong). Tabel 4. 6 Arus Hubung Singkat Minimum 30 Cycle(terpotong). 4.3.1 Koordinasi Rele Arus Lebih Gangguan Fasa Tipikal 1 (terpotong). Gambar 3. 1 Sistem Kelistrikan PT Pertamina RU V Balikpapan Pada tanggal 18 Juli 2019 terjadi hubung singkat antar fasa di SS (spasi) Perhatikan penulisan rumus dg subscript. Kesimpulan terlalu banyak. Penulisan daftar pustaka hrs konsisten dan dibuat rata kanan</p> <p>Lampiran</p> <p>Tidak ada lampiran</p> <p>Hasil Revisi Dilaporkan Kepada</p> <p>Pembimbing</p>  <p style="text-align: center;">gambar 3. 1 Sistem Kelistrikan PT Pertamina RU V Balikpapan</p> <p>Dosen</p> <ul style="list-style-type: none">● DrIr. Margo Pujiantara, MT.● DrIr. Ni Ketut Aryani, MT.● Dr.Eng. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.● Dimas Anton Asfani, ST., MT., Ph.D.● Dr. Dimas Fajar Uman Putra, ST., MT. <p>Uraian Revisi</p> <p>Lampiran</p> <p>Buku Berkas Lampiran</p> <p>Hasil Revisi Dilaporkan Kepada</p> <p>Dosen yang bersangkutan</p> <p style="text-align: center;"><i>Halaman ini sengaja dikosongkan</i></p>  	



Bab / Halaman	Uraian	Keterangan
	<p>4.2 Arus Hubung Singkat Data mengenai arus hubung singkat dibutuhkan dalam pengaturan rele proteksi arus lebih gangguan fasa dan rele diferensial. Data hubung singkat dibedakan menjadi dua, diantaranya :</p> <ul style="list-style-type: none">• Hubung Singkat Maksimum, arus hubung singkat 3 fasa• Hubung Singkat Minimum, arus hubung singkat 2 fasa (antar L-L) <p>Berikut merupakan uraian dari data arus hubung singkat yang dibutuhkan</p> <p>4.2.1 Arus Hubung Singkat untuk Koordinasi Rele Arus lebih Dalam perhitungan <i>setting</i> rele arus lebih gangguan fasa, diperlukan data arus hubung singkat yang melewati rele. Dikarenakan PT Pertamina RU V Balikpapan memiliki sumber yang menyebar di beberapa area untuk menyuplainya. Maka akan terdapat perbedaan nilai arus hubung singkat yang berbeda tergantung lokasi gangguan yang terjadi. Arus hubung singkat maksimum atau arus hubung singkat 3 fasa digunakan untuk menentukan <i>time dial</i> dari rele proteksi arus lebih dalam waktu <i>inverse</i>. Berdasarkan <i>cycle</i>, arus maksimum (I_{scmax}) dapat dibedakan menjadi :</p> <ul style="list-style-type: none">• I_{scmax} 30 cycle, digunakan ketika rele beroperasi pada waktu ≤ 0.1 detik• I_{scmax} 4 cycle, digunakan ketika rele beroperasi kurang dari ≤ 0.1 detik <p>Pada kondisi 4 cycle (<i>transien</i>) sampai kondisi 30 cycle (<i>steady state</i>) motor-motor masih memberikan arus kontribusi sehingga nilai arus hubung singkat dapat berbeda. Arus hubung singkat minimum (I_{scmin}) atau arus hubung singkat</p> <p>Arus hubung singkat minimum (I_{scmin}) atau arus hubung singkat antar L-L (<i>Line to Line</i>) dalam 30 cycle (<i>steady state</i>). 6 Pembangkit mensuplai PT Pertamina RU V 5 Balikpapan pada tanggal 18 Juli 2019 ketika terjadi gangguan pada SS 73A. Nilai arus hubung singkat minimum digunakan untuk menentukan nilai <i>pickup</i> kurva rele arus lebih dalam waktu <i>definite</i> (instan) sehingga rele dapat bekerja sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan ketika terjadi gangguan. Berikut merupakan data arus hubung singkat maksimum 4 dan 30 cycle, hubung singkat minimum 30 cycle yang melewati setiap tipikal: Tabel 4. 4 Arus Hubung Singkat Maksimum 4 Cycle</p> <p>26</p>  	<p>1. Sudah direvisi (Hal i dan iii)</p> <p>2. Sudah direvisi (Halaman vii)</p> <p>3. Sudah direvisi (Bab 2/Hal 5)</p> <p>4. Sudah direvisi (Bab 2/Hal 6)</p> <p>5. Sudah direvisi (Bab 4/Hal 23, 24, dan 26)</p>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

Gedung B, C & Aj Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
 Telp. (031) 5947302, 5994251-55 (Ext.1206, 1239) Fax. (031) 5931237
 Email: elits@ee.its.ac.id - Website: its.ac.id/telekro

Bab / Halaman	Uraian	Keterangan
	6. Gambar 3. 1 Sistem Kelistrikan PT Pertamina RU V Balikpapan Pada tanggal 18 Juli 2019 terjadi hubung singkat antar fasa di SS (spasi) Perhatikan penulisan rumus dg subscript	6. Sudah direvisi (Bab 3/Hal 13)
	7. Kesimpulan terlalu banyak	7. Sudah direvisi (Bab 5/Hal 121)
	8. Penulisan daftar pustaka harus konsisten dan dibuat rata kanan	8. Sudah direvisi (Hal 119)
	9. Halaman 13 Gambar lebih besar dimasukan ke Lampiran	9. Sudah direvisi (Hal 123)
	10. Halaman 22 hapus "Halaman yang dikosongkan" (tidak perlu)	10. Sudah direvisi (Halaman 20)
	11. Halaman 26 membenarkan statement mengenai arus hubung singkat maksimum dan minimum	11. Sudah direvisi (Hal 22)
	12. Revisi Arus Hubung Singkat Maksimum dan Minimum	12. Sudah direvisi (Hal 23)

Surabaya, 11 July 2020 .
 Dosen Penguji/Pembimbing,

REKAPITULASI PERSETUJUAN REVISI UJIAN TUGAS AKHIR PERIODE WISUDA BULAN SEPTEMBER 2020			
SAMPAI DENGAN RABU, 22 JULI 2020 JAM 15.00 WIB			
Cap waktu	Nama Dosen	Nama Mahasiswa	Dengan ini menyatakan bahwa revisi mahasiswa diatas telah selesai dan di setuju
2020/07/14 9:13:08 AM GMT+7	Dimas Anton Asfani, ST., MT., Ph.D.	07111640007002 (Afif Al Asyad)	Setuju
2020/07/13 6:02:05 PM GMT+7	Dimas Fajar Uman Putra, S.T., M.T.Dr.	07111640007002 (Afif Al Asyad)	Setuju
2020/07/15 12:48:29 PM GMT+7	Margo Pujiantara, Ir., MT.,Dr.	07111640007002 (Afif Al Asyad)	Setuju

LAMPIRAN -1

Tulisan bus pada Abstract sudah diperbaiki

ABSTRAK

PT. Pertamina RU 5 Balikpapan merupakan perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam industri pengolahan minyak, untuk menjaga kontinuitas sistem produksi dibutuhkan suatu sistem koordinasi proteksi yang cepat dan tepat. Pada tanggal 18 juli 2019, terjadi gangguan hubung singkat pada *substation* 73A di PT Pertamina RU 5 Balikpapan yang mengakibatkan 3 unit mengalami *shutdown* dikarenakan terjadi kesalahan koordinasi proteksi yang mengakibatkan penurunan tegangan dalam waktu yang singkat (*voltage sag*) pada beberapa bus utama (*main bus*), sehingga motor-motor yang disuplai oleh bus utama tersebut mengalami trip secara tiba tiba dan akhirnya mengganggu proses produksi. Berdasarkan problematika tersebut, maka dibutuhkanlah suatu evaluasi koordinasi proteksi pada sistem tersebut. Pada tugas akhir ini dilakukan analisa sistem koordinasi proteksi pada kelistrikan PT Pertamina RU 5 Balikpapan di sisi beban, sisi *ring bus*, dan sisi hubung singkat pada kasus yang terjadi. Hasil koordinasi proteksi ini difokuskan pada gangguan arus lebih, gangguan tanah, dan juga proteksi pada sisi *ring bus* yang menghubungkan bus-bus utama pada sistem

Kata kunci: Rele, Hubung Singkat, Koordinasi Proteksi

ABSTRACT

PT. Pertamina RU 5 Balikpapan is a Badan Usaha Milik Negara (BUMN) company engaged in the oil processing industry, to maintain the continuity of the production system requires a fast and precise protection coordination system. On July 18, 2019, there was a short circuit interruption on the 73A substation at PT Pertamina RU 5 Balikpapan which resulted in 3 units shutdown due to protection coordination errors that resulted in a short voltage drop (voltage sag) on several main buses, so the motorcycles supplied by the main bus trip and eventually disrupt the production process. Based on these problems, an evaluation of the coordination of protection in the system is needed. In this final project, an analysis of the protection coordination system on the PT Pertamina RU 5 Balikpapan electricity system on the load side, the bus ring side, and the short circuit side in the case occurred. The results of this protection coordination are focused on overcurrent disturbance, ground disturbance, and also protection on the side of the ring bus that connects the main buses to the system

Keywords: Rele, Short Circuit, Protection Coordination

LAMPIRAN -2

Nomot halaman pada daftar isi sudah dirapikan

DAFTAR ISI	
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Metodologi	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
1.5 Relevansi	4
BAB 2 KOORDINASI PROTEKSI PADA SISTEM INDSUTRI	5
2.1 Gangguan pada Sistem Kelistrikan Industri	5
2.1.1 Gangguan Hubung Singkat (Short Circuit)	5
2.1.2 Gangguan Hubung Singkat Simeri	5
2.1.3 Gangguan Hubung Singkat Asimetri	6
2.1.4 Gangguan Beban Lebih (Overload)	6
2.2 Arus Hubung Singkat (Short Circuit)	6
2.2.1 Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	6
2.2.2 Hubung Singkat Antar Fasa	7
2.2.3 Hubung Singkat Tiga Fasa	7
2.3 Rele dan Koordinasi Proteksi Rele	7
2.3.1 Rele Sistem Industri	8
2.3.2 Koordinasi Proteksi	11
BAB 3 SISTEM KELISTRIKAN PT. PERTAMINA RU V	
BALIKPAPAN	13
3.1 PT Pertamina RU V Balikpapan	13
3.2 Distribusi PT Pertamina RU V Balikpapan	13

3.3 Pembebanan dan Pembangkitan PT Pertamina RU V Balikpapan	15
3.4 Sistem Proteksi PT Pertamina RU V Balikpapan pada tanggal 18 juli 2019	16
BAB 4 HASIL SIMULASI DAN SETTING RELE PROTEKSI PADA PT. PERTAMINA RU V BALIKPAPAN	21
4.1 Pemilihan Tipikal Koordinasi Proteksi	21
4.1.1 Tipikal koordinasi rele arus lebih gangguan fasa	21
4.1.2 Tipikal koordinasi rele gangguan tanah	21
4.1.3 Tipikal koordinasi rele diferensial	22
4.2 Arus Hubung Singkat	22
4.2.1 Arus Hubung Singkat untuk Koordinasi Rele Arus lebih	23
4.2.2 Arus Hubung Singkat untuk Koordinasi Rele Diferensial	25
4.3 Koordinasi Rele Arus Lebih Gangguan Fasa	25
4.3.1 Koordinasi Rele Arus Lebih Gangguan Fasa Tipikal 1	25
4.3.2 Koordinasi Rele Arus Lebih Gangguan Fasa Tipikal 2	31
4.3.3 Koordinasi Rele Arus Lebih Gangguan Fasa Tipikal 3	37
4.3.4 Koordinasi Rele Arus Lebih Gangguan Fasa Tipikal 4	44
4.4 Koordinasi Rele Gangguan Tanah	51
4.4.1 Koordinasi Rele Gangguan Tanah Tipikal 1	51
4.4.2 Koordinasi Rele Gangguan Tanah Tipikal 2	56
4.5 Koordinasi Rele Diferensial	61
4.5.1 Koordinasi Rele Diferensial Tipikal 1	62
4.5.2 Koordinasi Rele Diferensial Tipikal 2	71
4.5.3 Koordinasi Rele Diferensial Tipikal 3	82
4.5.4 Koordinasi Rele Diferensial Tipikal 4	93
4.5.5 Koordinasi Rele Diferensial Tipikal 5	104
4.6 Rangkuman Setting Koordinasi Rele	115
BAB 5 PENUTUP	121
5.1 Kesimpulan	121
5.2 Saran	122
DAFTAR PUSTAKA	123
xiii	
LAMPIRAN	125
BIODATA PENULIS	135

LAMPIRAN -3

Spasi antara judul dan tulisan bawah telah diperbaiki Telah diperbaiki

BAB 2 KOORDINASI PROTEKSI PADA SISTEM INDSTRITRI

Untuk menjaga kontinuitas produksi pada sistem kelistrikan industri, dibutuhkan proteksi yang baik pada sistem yang terinstalasi. Salah satu titik berat dalam sistem proteksi instalasi kelistrikan industri adalah koordinasi antara rele satu dengan yang lainnya dan cepat tidaknya untuk melokalisasi gangguan yang terjadi agar tidak membuat sistem atau unit yang lain mengalami gangguan. Koordinasi proteksi yang baik dapat membatasi durasi lamanya gangguan yang diakibatkan gangguan dari luar (eksternal), kesalahan pengoperasian, dan kerusakan peralatan yang terjadi pada sistem [3]

2.1 Gangguan pada Sistem Kelistrikan Industri

Gangguan yang terjadi pada sistem kelistrikan industri dapat dibedakan menjadi dua, yaitu gangguan temporer dan gangguan permanen. Gangguan temporer (sementara) merupakan gangguan yang dapat diatasi dengan mengisolasi peralatan yang mengalami gangguan pada sistem sehingga tidak merambat ke daerah yang lebih jauh. Sedangkan gangguan permanen merupakan gangguan yang disebabkan karena besarnya arus yang mengalir pada sistem dengan waktu yang relatif singkat sehingga bisa merusak peralatan pada sistem. Gangguan temporer merupakan gangguan yang banyak terjadi dalam dunia kelistrikan dibandingkan dengan gangguan permanen sehingga dibutuhkan koordinasi proteksi yang tepat untuk mengatasi dan mengisolasi daerah gangguan tersebut [4].

Beberapa gangguan yang terjadi pada skala industri adalah sebagai berikut:

2.1.1 Gangguan Hubung Singkat (*Short Circuit*)

Gangguan hubung singkat akan menimbulkan arus yang sangat besar dan akan membahayakan peralatan. Nilai tegangan internal mesin sinkron dan impedansi peralatan sistem akan mempengaruhi besar arus saat terjadi gangguan hubung singkat [5]. Gangguan hubung singkat dapat dibedakan menjadi dua, antara lain:

2.1.2 Gangguan Hubung Singkat Simeri

Gangguan hubung singkat simetri merupakan gangguan hubung singkat yang akan mempengaruhi ke tiga fasa (R-S-T) sehingga sistem

5

LAMPIRAN -4

Typo sudah dibenarkan menjadi

2.1.2 Gangguan Hubung Singkat Simeri?

2.1.2 Gangguan Hubung Singkat Simeri

Gangguan hubung singkat simetri merupakan gangguan hubung singkat yang akan mempengaruhi ke tiga fasa (R-S-T) sehingga sistem

5

LAMPIRAN -5

Tabel yg terpotong sudah diperbaiki :

Tabel 4.4 Arus hubung singkat Maksimum 4 cycle

cycle, hubung singkat minimum 30 cycle yang melewati setiap tipikal:

Tabel 4. 4 Arus Hubung Singkat Maksimum 4 Cycle

Tipikal	ID Rele	Lokasi Gangguan	Arus Hubung Singkat 3 fasa (4 cycle)
1	R-70MA2	SS73A	19.44 kA
	R-70MA	SS70MA	18.94 kA
	R-1AL16	SS70MA	27.89 kA
2	R-GM-2-02A	Motor GM-2-02A	17.91 kA

23

Tipikal	ID Rele	Lokasi Gangguan	Arus Hubung Singkat 3 fasa (4 cycle)
	R-63MB	SS63MB	21,22 kA
	R-2A108	SS63MB	29.46 kA
	R-2AL01	Bus 2AL-A (Bus C)	9.16 kA

Tabel 4.6 Arus hubung singkat minimum 30 cycle

Tabel 4. 6 Arus Hubung Singkat Minimum 30 Cycle

Tipikal	ID Rele	Lokasi Gangguan	Arus Hubung Singkat 2 fasa (30 cycle)
1	R-70MA2	SS73A	9.33 kA
	R-70MA	SS70MA	9.51 kA
	R-1AL16	SS70MA	11.6 kA
2	R-GM-2-02A	Motor GM-2-02A	10.28 kA
	R-63MB	SS63MB	11.27 kA

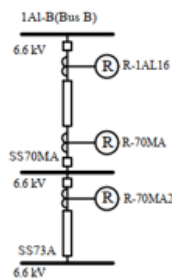
24

Tipikal	ID Rele	Lokasi Gangguan	Arus Hubung Singkat 2 fasa (30 cycle)
3	R-2A108	SS63MB	13.49 kA
	R-2AL01	Bus 2AL-A (Bus C)	1.66 kA
	R-Q232	Sisi Primer T-23	1.39 kA
	R-2AL05	Bus 2AL-A (Bus C)	6.24 kA
	R-1AL21	Bus 1AL-A (Bus B)	3.41 kA

Koordinasi Rele Arus lebih gangguan fasa tipikal 1

gambar dari tipikal 1:

25



LAMPIRAN -6

Spasi pada bagian SS73A sudah diperbaiki :

Pada tanggal 18 Juli 2019 terjadi hubung singkat antar fasa di SS73A yang mengakibatkan tiga unit mengalami shutdown. Salah satu faktor yang melatarbelakangi hal tersebut terjadinya kegagalan koordinasi proteksi ini adalah kegagalan sistem proteksi yang terinstal pada sistem. Oleh karena itu, Tugas Akhir ini akan mencari *setting* koordinasi proteksi yang cocok agar kejadian ini tidak terulang kembali dengan menemukan parameter evaluasi koordinasi rele yang akan disimulasikan menggunakan *software* Etap 12.5

LAMPIRAN -7

Kesimpulan Telah diperbaiki :

1. Hubung Singkat pada tanggal 18 Juli 2019 di PT Pertamina RU mengakibatkan tiga unit mengalami *shutdown*, diantaranya Unit HCU, Unit NHT-PLF, dan Unit HVU ComFac.
2. Untuk Mengatasi kasus 18 Juli 2019 dilakukan evaluasi koordinasi proteksi rele arus lebih gangguan tanah, rele gangguan tanah, dan rele diferensial pada sisi *ring bus*
3. Ketika terjadi hubung singkat pada SS73A, pada kondisi *existing* terjadi kesalahan koordinasi proteksi dengan rincian R-70MA2(0.711s), R-70MA(0.3s), R-1AL16(0.3s), hasil *resetting* menunjukkan R-70MA2 (0.1s), R70MA(0.3s), dan R-1AL16(0.3s) sehingga hasil *resetting* dapat mengatasi kesalahan koordinasi proteksi tersebut
4. Ketika terjadi hubung singkat gangguan fasa pada pada motor GM-2-02A, pada kondisi *existing* R-GM-2-02A tidak trip, R-263MB(0.3s), R-2A108(0.3s), hasil *resetting* menunjukkan R-GM-2-02A(0.1s), R-63MB(0.3s), R-2AL08(0.3s), sehingga hasil *resetting* memperbaiki *setting* dari Rele R-GM-2-02A sehingga memperbaiki kesalahan koordinasi proteksi tersebut
5. Ketika terjadi hubung singkat pada *Main Bus* 2AL-A, kondisi *existing* menyebabkan kegagalan koordinasi proteksi dengan *feeder* yang dibawahnya dan tidak mempertimbangkan CTI dengan rincian R-2AL01(3.17s), R-2AL05(3.87s), R-Q232(3.87s), hasil *resetting* menunjukkan R-2AL01(0.3s), R-2AL05(0.5s), R-Q232(1.03s) sehingga hasil *resetting* ini dapat memperbaiki kesalahan koordinasi tersebut

6. Ketika terjadi hubung singkat pada *Main Bus* 1AL-A, kondisi *existing* menunjukkan R-1AL21(0.5s), R-1AL13(0.7s), R-Q252(7.3s), hasil *resetting* menunjukkan R-1AL21(0.5s), R-1AL13(0.7s), R-Q252(1.03s) sehingga hasil *resetting* ini lebih cepat dari koordinasi sebelumnya
7. Ketika terjadi hubung singkat gangguan tanah pada SS73A, terjadi kesalahan koordinasi proteksi pada kondisi *existing* dengan rincian R-70MA2(1s), R-70MA(0.1s), R-1AL16(0.1s), R-1AL13(0.5s), hasil *resetting* menunjukkan R-70MA2(0.1s), R-70MA(0.3s), R-1AL16(0.3s), R-1AL13(0.5s), sehingga hasil *resetting* dapat mengatasi masalah kegagalan koordinasi tersebut
8. Ketika terjadi hubung singkat gangguan tanah pada motor GM-2-02A, terjadi kesalahan koordinasi proteksi dengan rincian R-GM-2-02A(0.5s), R-63MB(0.053s), R-2AI08(0.1s), R-2AL05(0.5s), hasil *resetting* menunjukkan R-GM-2-02A(0.1s), R-63MB(0.3s), R-2AI08(0.3s), R-2AI05(0.5s), sehingga hasil *resetting* ini dapat memperbaiki kesalahan koordinasi tersebut
9. Hasil *setting* Rele Diferensial R-Dif W1(0.74pu, 70%), R-Dif W2(1.7pu, 70%), R-Dif W3(1.8pu, 100%). R-Dif W4(2.5pu, 100%), dan R-Dif W5(1.5pu, 100%)
10. Setting Rele diferensial harus mempertimbangkan kondisi ketika gangguan eksternal dan gangguan internal

LAMPIRAN -8

Daftar Pustaka Telah diperbaiki :

DAFTAR PUSTAKA

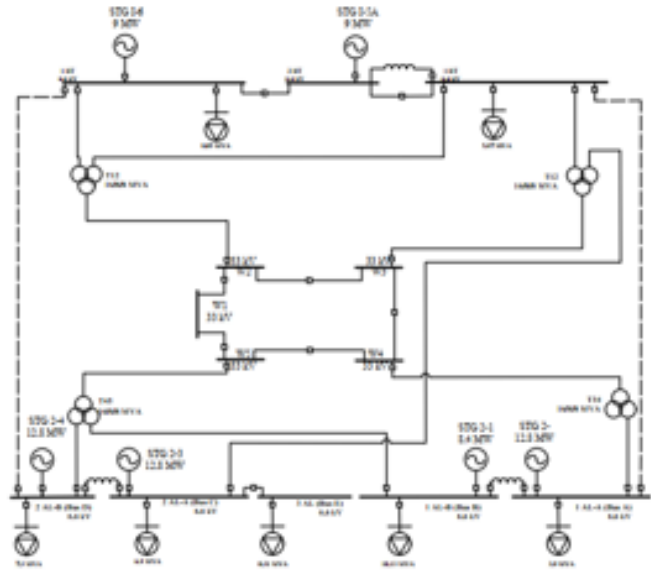
- [1] P. M. Anderson, *Power system protection*. New York: McGraw-Hill, 1999.
- [2] A. R. Prayuga, I. S. Hernanda, and J. A. R. Hakim, "ANALISA PENGARUH KOORDINASI PERALATAN PROTEKSI TERHADAP KARAKTERISTIK VOLTAGE SAG DI PT. PUPUK KALTIM (PKT) BONTANG," vol. 1, no. 1, p. 6, 2012.
- [3] "IEEE Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems," p. 751.
- [4] T. Gonen, "Modern Power System Analysis, Second Edition," p. 725.
- [5] J. D. Glover, M. S. Sarma, and T. Overbye, "Power System Analysis and Design, Fifth Edition," p. 850.
- [6] J. L. Blackburn and T. J. Domin, "Protective Relaying: Principles and Applications," p. 638, 2006.
- [7] "MiCOM P342, P343, P344, P345, P346 & P391 Generator Protection Relay Technical Manual." ALSTOM, 2010.
- [8] "MiCOM P141, P142, P143, P144 & P145 Feeder Management Relay Technical Manual." AREVA, 2009.
- [9] "MiCOM P120/P121/P122/P123 Overcurrent Relays Technical Guide." AREVA, 2009.
- [10] "MiCOM P220/P225 Motor Protection Relays Technical Manual." Schneider Electric, 2012.
- [11] "GE Multilin B30 Bus Differential System." GE, 2017.

LAMPIRAN -9

Gambar yang lebih besar sudah dipindahkan ke lampiran

LAMPIRAN

Lampiran 1. Sistem Kelistrikan PT Pertamina RU V Balikpapan



125

LAMPIRAN -10

Gambar yang lebih besar sudah dipindahkan ke lampiran

Area	Peralatan	Deskripsi	Suplai Power
	GM-4-03A	Stripper reflux pump	1 AL
	GM-4-04A	Stripper bottom pump	1 AL
PLF	GM-5-01B	Reaktor prod Sep. pump	1 AL

- Unit HVU II dan Com Fac

Peralatan kritikan yang mengalami gangguan pada Plant 2 ditunjukkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 3. 6 Peralatan kritikal yang mengalami gangguan di HVU II dan Com Fac

Area	Peralatan	Deskripsi	Suplai Power
HVU	Ea-2-12	LVGO cooler	SS63A
Com-Fac	KM-35-02	LVGO cooler	SS63A

LAMPIRAN -11

Statement telah diperbaiki :

. Secara umum arus hubung singkat yang terjadi pada kelistrikan industry dapat dibedakan menjadi :

- Hubung Singkat Maksimum, arus hubung singkat 3 fasa $\frac{1}{2}$ cycle pola operasi pembangkitan maksimum
- Hubung Singkat Minimum, arus hubung singkat 2 fasa (antar L-L) pola operasi pembangkitan minimum

LAMPIRAN -12

Arus hubung singkat telah diperbaiki :

Tabel 4. 1 Arus Hubung Singkat Maksimum 4 Cycle

Tipikal	ID Rele	Lokasi Gangguan	Arus Hubung Singkat 3 fasa (4 cycle)
1	R-70MA2	SS73A	19.44 kA
	R-70MA	SS70MA	18.94 kA
	R-1AL16	SS70MA	27.89 kA
2	R-GM-2-02A	Motor GM-2-02A	17.91 kA
	R-63MB	SS63MB	21,22 kA
	R-2AI08	SS63MB	29.46 kA
3	R-2AL01	Bus 2AL-A (Bus C)	9.16 kA
	R-Q232	Sisi Primer T-23	4.16 kA
	R-2AL05	Bus 2AL-A (Bus C)	5.39 kA
4	R-1AL21	Bus 1AL-A (Bus B)	5.2 kA
	R-Q252	Sisi Primer T-45	3.69 kA
	R-1AL13	Bus 1AL-A (Bus B)	7.85 kA

Tabel 4. 2 Arus Hubung singkat Maksimum 30 cycle

Tipikal	ID Rele	Lokasi Gangguan	Arus Hubung Singkat 3 fasa (30 cycle)
1	R-70MA2	SS73A	13.57 kA
	R-70MA	SS70MA	13.89 kA
	R-1AL16	SS70MA	18.01 kA
2	R-GM-2-02A	Motor GM-2-02A	13.5 kA
	R-63MB	SS63MB	15.34 kA
	R-2AI08	SS63MB	19.1 kA
3	R-2AL01	Bus 2AL-A (Bus C)	5.87 kA
	R-Q232	Sisi Primer T-23	4.16 kA
	R-2AL05	Bus 2AL-A (Bus C)	2.86 kA
4	R-1AL21	Bus 1AL-A (Bus B)	5.7 kA
	R-Q252	Sisi Primer T-45	2.56 kA
	R-1AL13	Bus 1AL-A (Bus B)	3.21 kA

Tabel 4. 3 Arus Hubung Singkat Minimum 30 Cycle

Tipikal	ID Rele	Lokasi Gangguan	Arus Hubung Singkat 2 fasa (30 cycle)
1	R-70MA2	SS73A	9.33 kA
	R-70MA	SS70MA	9.51 kA
	R-1AL16	SS70MA	11.6 kA
2	R-GM-2-02A	Motor GM-2-02A	10.28 kA
	R-63MB	SS63MB	11.27 kA

Tipikal	ID Rele	Lokasi Gangguan	Arus Hubung Singkat 2 fasa (30 cycle)
	R-2A108	SS63MB	13.49 kA
3	R-2AL01	Bus 2AL-A (Bus C)	1.66 kA
	R-Q232	Sisi Primer T-23	1.39 kA
	R-2AL05	Bus 2AL-A (Bus C)	6.24 .kA
4	R-1AL21	Bus 1AL-A (Bus B)	3.41 kA
	R-Q252	Sisi Primer T-45	1.24 kA
	R-1AL13	Bus 1AL-A (Bus B)	3.1 kA

Hasil setting rele dari arus hubung singkat yang sudah diperbaiki

ID Rele	Manufacture	Rasio CT	Setting Rele			
			Kode Ansi	Parameter	Existing	Resetting
R-70MA2	ALSTOM P142	600/5	51	Jenis Kurva	IEC-EI	IEC-SI
				Pickup	1.2	0.8
				Iset	720 A	480 A
				Time Dial	0.3	0.25
			50	Pickup	10	3
				Iset	6000 A	1800 A
R-70MA	ALSTOM P142	600/1	51	Jenis Kurva	IEC-SI	IEC-SI
				Pickup	1.05	1
				Iset	630 A	600 A
				Time Dial	1.2	0.8
			50	Pickup	13.333	4
				Iset	8000 A	2400 A
R-1AL16	ALSTOM P142	1250/5	51	Jenis Kurva	IEC-SI	IEC-SI
				Pickup	0.504	0.48
				Iset	630	600
				Time Dial	1.2	0.8
			50	Pickup	6.4	3.5
				Iset	8000 A	2400 A
R-GM-2-02A	ALSTOM P124	30/5	51	Jenis Kurva		IEC-LTI
				Pickup		1
				Iset		30 A
				Time Dial		0.5
			50	Pickup		15
				Iset		450 A
R-63MB	ALSTOM P142	600/1	51	Jenis Kurva	IEC-SI	IEC-VI
				Pickup	1.05	1
				Iset	630 A	600 A
				Time Dial	1.2	0.8
			50	Pickup	13.333	4
				Iset	8000 A	2400 A
R-2AL08	ALSTOM P142	600/5	51	Jenis Kurva	IEC-SI	IEC-SI
				Pickup	0.504	0.48
				Iset	630 A	600 A
				Time Dial	1.2	0.8
			50	Pickup	6.4	1.92
				Iset	8000 A	2400 A
R-2AL01	ALSTOM P122	1000/1	51	Jenis Kurva	IEC-SI	IEC-SI
				Pickup	0.735	0.8
				Iset	735 A	800 A
				Time Dial	0.75	0.5
			50	Pickup	4.8	1.3
				Iset	4800	1300
R-2AL05	ALSTOM P142	1500/5	51	Jenis Kurva	IEC-SI	IEC-VI
				Pickup	0.98	1
				Iset	1470	1500 A
				Time Dial	0.6	0.7
			50	Pickup	2	1.5
				Iset	3000 A	2250
R-Q232	ALSTOM P142	500/1	51	Jenis Kurva	IEC-SI	IEC-SI
				Pickup	0.59	0.6

ID Rele	Manufacture	Rasio CT	Setting Rele			
			Kode Ansi	Parameter	Existing	Resetting
			50	Iset	295 A	300 A
				Time Dial	0.6	0.325
				Pickup	5	2.2
				Iset	2500 A	1100 A
				Time Delay	0.1	0.1
R-1AL21	ALSTOM P122	1000/1	51	Jenis Kurva	IEC-SI	IEC-SI
				Pickup	0.735	0.8
				Iset	735 A	800 A
			50	Time Dial	0.475	0.5
				Pickup	2.5	1
				Iset	2500 A	1000 A
Time Delay	0.5	0.5				
R-1AL13	ALSTOM P343	1500/5	51	Jenis Kurva	IEC-SI	IEC-VI
				Pickup	0.965	1
				Iset	965 A	1500 A
			50	Time Dial	0.4	0.7
				Pickup	2.704	2.3
				Iset	2704	2300 A
Time Delay	0.7	0.7				
R-Q252	ALSTOM P142	500/1	51	Jenis Kurva	IEC-SI	IEC-SI
				Pickup	0.59	0.6
				Iset	295 A	300 A
			50	Time Dial	0.6	0.12
				Pickup	5	2.77
				Iset	2500	1385 A
Time Delay	0.1	2.77				

Tabel 4. 4 Rangkuman setting Rele Gangguan Tanah

ID Rele	Manufacture	Rasio CT	Setting Rele			
			Kode Ansi	Parameter	Existing	Resetting
R-70MA2	ALSTOM P142	600/5	51G	Jenis Kurva	DT	DT
				Pickup	0.08	0.8
				Iset	48 A	480 A
				Time Dial	1	0.1
R-70MA	ALSTOM P142	600/1	51G	Jenis Kurva	DT	DT
				Pickup	0.3	0.8
				Iset	180 A	480
				Time Dial	0.1	0.3
R-1AL16	ALSTOM P142	1250/5	51G	Jenis Kurva	DT	DT
				Pickup	0.3	0.4
				Iset	375 A	500 A
				Time Dial	0.1	0.3
R-1AL13	ALSTOM P343	1000/5	51G	Jenis Kurva	DT	DT
				Pickup	0.5	0.5
				Iset	500	500 A
				Time Dial	1.5	0.5
R-1AL21	ALSTOM P122	1000/5	51G	Jenis Kurva	DT	DT
				Pickup	0.4	0.5
				Iset	400	500 A
				Time Dial	2	0.1
R-GM-2-02A	ALSTOM P142	30/5	51G	Jenis Kurva	DT	DT
				Pickup	0.5	15
				Iset	15 A	450 A
				Time Dial	0.5	0.1
R-63MB	ALSTOM P142	600/5	51G	Jenis Kurva	CO2-STI	DT
				Pickup	0.3	0.8
				Iset	180 A	480
				Time Dial	1	0.3
R-2AL08	ALSTOM P142	1250/5	51G	Jenis Kurva	DT	DT
				Pickup	0.3	0.4
				Iset	375	500
				Time Dial	1	0.3
R-2AL05	ALSTOM P343	600/5	51G	Jenis Kurva	DT	DT
				Pickup	0.133	0.3
				Iset	200	450
				Time Dial	0.5	0.5
R-2AL01	ALSTOM P122	1000/1	51G	Jenis Kurva	DT	DT
				Pickup	0.2	0.5
				Iset	200	500 A
				Time Dial	0.1	0.1