

SKRIPSI
ANALISIS PEMILIHAN PEMUTUS TENAGA (PMT)
DI GARDU INDUK MERAH MATA BORANG



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan didepan dewan penguji
28 Februari 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

RAFLESIA GANEPI

13 2017 053

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2022

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS PEMILIHAN PEMUTUS TENAGA (PMT) DI GARDU INDUK
MERAH MATA BORANG



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan didepan dewan penguji
28 Februari 2022

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
RAFLESIA GANEPI
132017053

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Taufik Barlian, S.T, M.Eng
NIDN : 021801720

Penguji 1

Feby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN : 0207038101

Pembimbing 2

Wiwin A. Oktaviani S.T.,M.Sc
NIDN : 0021073001

Penguji 2

Bengawan Alfaresi, S.T., M.T
NIDN : 0205118504

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Kes. Ahmad Roni, M.T., IPM.
NIDN : 0227077004

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Taufik Barlian, S.T., M.Eng.
NIDN : 02180172

PERNYATAAN

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

Palembang, 28 Januari 2022

Yang membuat pernyataan



Raflesia Ganepi

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Jangan pernah membuat orang tua kita kecewa oleh diri kita.
- Jika kau ingin memenangkan sesuatu, jika kau ingin sukses, dengarkan kata hatimu. Jika hatimu tak mampu menjawab, pejamkan matamu serta pikirkan orang tuamu. Dan semua rintangan teratasi, dan semua masalah lenyap dalam sekejap. Kemenangan akan menjadi milikmu sendiri, Hanya milikmu.
- Jika menginginkan sesuatu, jangan pernah takut untuk mencoba.
- Jangan pernah meninggalkan shalat sesungguhnya shalat mencegah dari perbuatan keji dan mungkar.
- Kaya harta namun miskin hati tidak akan menemukan kedamaian di dunia ini atau di akhirat.
- Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.
- Usaha tanpa do'a adalah sia - sia
- Hasil tidak pernah mengkhianati proses.

PERSEMBAHAN

- Tuhan Ku Allah Swt., Dan Nabiku Muhammad Saw.
- Pembimbing Skripsi Ku Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng dan Ibu Wiwin A. Oktaviani S.T., M.Sc
- Orang Tuaku Yang Senantiasa Menasehatiku Dan Mendoakanku.
- Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Dan Staff Universitas Muhammadiyah Palembang.

Sahabatku, Serta Seluruh Teman-Teman Teknik Elektro Terutama Angkatan 2017 Yang Selalu Mendukung Dan Berjuang Bersama.

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat serta karunia-Nya, yang mana penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“ANALISIS PEMILIHAN PEMUTUS TENAGA (PMT) DI GARDU INDUK MERAH MATA BORANG”** yang disusun guna syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

1. Bapak Taufik Barlian S.T., M.Eng, selaku Pembimbing I
2. Ibu Wiwin A. Oktaviani S.T., M.Sc, selaku Pembimbing II

serta tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Kedua orang tua, ayahanda Rahadaian Yamin dan ibunda Diana beserta Nenek dan Kakak-Kakak sepupuku terlebih lagi yang sudah mendukung baik berbentuk moril ataupun material dan doa yang tidak ada surutnya.
2. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Kepada PT. PLN (PERSERO) khususnya Gardu Induk Talang Ratu
7. Sahabat seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi ini, Romi, Nabillah yang sudah berjuang bersama pada penyelesaian skripsi ini.

Yang sudah memberi bantuan kepada Penulis secara moril peneliti secara material pada penyelesaian skripsi ini, semoga amal baik yang diberi pada peneliti memperoleh imbalan yang sesuai dari Allah ta'ala. Peneliti sadar bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna, karenanya kritikan serta masukan dari pembaca

akan peneliti terima dengan sangat senang hati. Semoga skripsi Ini bisa memberikan manfaatnya terlebih lagi untuk penulis serta secara umum untuk rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 28 Januari 2022

Penulis,

Rafflesia Ganepi

ABSTRAK

Proteksi sistem tenaga listrik adalah masalah dalam tegangan dan arus yang mengamankan pengoperasian peralatan, salah satu parameter yang menunjukkan baiknya proteksi dalam beroperasi. Tujuan dari analisis pemilihan PMT adalah untuk proteksi arus gangguan hubung singkat dan menghitung besaran sesuai panjang penyulang yang mengalami gangguan, titik gangguan, impedansi sumber, reaktansi urutan transformator, impedansi urutan penyulang serta ekivalen jaringan, penggunaan PMT guna mematikan busur api akibat arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah, 2 fasa, 3 fasa, tegangan urutan setiap jenis gangguan. Hasil dari penghitungan memperlihatkan arus gangguan hubungan singkat paling besar bagi tiap jenis gangguan pada panjang total saluran 8,7 km

Kata Kunci : Sistem Proteksi, Gangguan Hubung Singkat, Penyulang.

ABSTRACT

Protection in operation. The purpose of the PMT selection analysis is to protect short circuit fault currents and calculate the magnitude based on the length of the faulty feeder, fault point, source impedance, transformer sequence reactance, feeder sequence impedance and network equivalent, using PMT to turn off arcs due to fault currents. Short 1 phase to ground, 2 phase, 3 phase, voltage sequence any kind of fault. The calculated results show the maximum short-circuit fault current for each type of fault at a total line length of 8.7 km.

Keywords: Protection System, Short Circuit Interference, Feeder.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pemutus Tenaga (PMT)	4
2.2. Klasifikasi Pemutus tenaga (PMT) Berdasarkan Mediana.....	5
2.2.1. Pemutus tenaga (PMT) dengan menggunakan Gas SF6.....	6
2.2.2. Pemutus Tenaga (PMT) Dengan Udara.....	6
2.2.3. Pemutus Tenaga (PMT) Dengan Media Minyak.....	7
2.3. Fungsi Bagian Utama Dan Fungsi Kerja Pemutus Tenaga.....	8
2.3.1. Fungsi Bagian utama Pemutus Tenaga (PMT).....	8
2.3.2. Fungsi Bagian pemutus Tenaga PMT Dengan Media minyak.....	11
2.3.3. Pemutus Tenaga (PMT) Dengan Media udara Hembus.....	18
2.4. Pemeliharaan Pemutus Tenaga Listrik	24
2.4.1. Pengukuran Tahanan Isolasi	24
2.4.2. Pengukuran Tahanan Kontak.....	25
2.4.3. Pengukuran Keserempatan PMT.....	26
2.4.4. Pengukuran Tahanan Pentanahan	27
2.5. Gangguan Hubung Singkat Pada Sistem Distribusi Listrik.....	27
BAB III METODE PENELITIAN	32

3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan	32
3.2. Tahapan Penelitian	33
3.3. Diagram Flowchart	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Data Perhitungan Arus Hubung Singkat	35
4.1.1. Single Line Diagram Gardu Induk Borang	35
4.1.2. Single Line Diagram Penyulang Kenten	36
4.1.3. Data Penghantar Tegangan 70kv Penyulang Kenten.....	36
4.1.4. Data Transformator	37
4.2. Perhitungan Voltage Sag Penyulang Kenten.....	38
4.2.1. Perhitungan Impedansi Sumber	38
4.2.2. Perhitungan Impedansi Penyulang	39
4.2.3. Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan.....	40
4.2.4. Perhitungan Arus Hubung Singkat	40
4.3. Perhitungan Voltage Sag Penyulang Kenten.....	42
BAB V PENUTUP	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur PMT dengan media Gas SF ₆	6
Gambar 2.2. terjadinya bunga api pada PMT Gas SF ₆	9
Gambar 2.3. Terjadinya pemutusan busur api listrik	13
Gambar 2.4. PMT Dengan Menggunakan Banyak Minyak.....	14
Gambar 2.5. Pemadam busur api listrik dengan udara hembus	20
Gambar 3.1. Flowchart Penelitian.....	33
Gambar 4.1. <i>Single line diagram</i> gardu induk GI Borang	35
Gambar 4.2. Single line diagram	36
Gambar 4.3. Struktur sumber Penyulang.....	38
Gambar 4.4 Name plat PMT gas SF ₆	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. penyulang di wilayah kenten	37
Tabel 4.2. Tabel Data Transformator.....	37
Tabel 4.3. Panjang saluran di titik gangguan dengan panjang saluran 8,7 km.....	38
Tabel 4.4. Impedansi penyulang dengan panjang total saluran 8,7 km.....	40
Tabel 4.5. Impedansi ekivalen dengan panjang total saluran 8,7 km.....	40
Tabel 4.6. Arus gangguan hubung singkat saluran 8,7 km.....	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Listrik tentu sangat diperlukan guna menunjang produktifitas sehari hari, listrik salah satu sumber energi yang tak dapat di pisahkan dari kehidupan manusia modern, dikarenakan kebutuhan listrik yang tinggi di kalangan masyarakat tentu akan membuat PT.PLN berusaha untuk memenuhi permintaan energi tersebut hingga dapat di nikmati oleh setiap golongan masyarakat. Hal ini menjadikan ketersediaan energi listrik menjadi suatu hal penentu kemajuan suatu daerah, namun tak setiap daerah selalu mempunyai tempat untuk membangkitkan ataupun menghasilkan energi listrik, namun hanya daerah tertentu saja yang tidak mempunyai masalah teknis sedangkan pemakain listrik yang di butuhkan oleh masyarakat luas meliputi wilayah pembangkit hingga pelosok pelosok wilayah yang jauh dari pembangkit ataupun sumber listrik, maka penyaluran tenaga listrik membutuhkan penanganan secara teknis dengan memanfaatkan jaringan Transmisi yang berperan sangat penting dalam proses penyaluran dari pusat listrik hingga ke pusat beban.

Namun ketersediaan listrik juga kita juga harus memperhatikan keamanan (*safety*) jaringan listrik agar tak mengganggu kebutuhan akan listrik terlebih dalam Transmisinya, sistem proteksinya juga harus di perhatikan demi kelangsungan dan keamanan terhadap sistem pendistribusian listrik, pengamanan pada distribusi harus di perhatikan dengan serius, karena dalam perencanaanya, pendistribuisan ini mempunyai indikator penting serta dalam kondisi yang tidak tetap dengan kontinyu hingga kemudian mesti disesuaikan dengan perubahan pada perihal rancangan serta pengaturan peralatan penyokong.

Sistem proteksi memiliki fungsi memberi keamanan bagi peralatan listrik dari hal-hal yang dapat menjadikannya rusak akibat gangguan dari alam maupun rusak secara mekanis dan mengamankan area-area sistem yang terganggu serta mengupayakan agar dapat di perbaiki secepat mungkin di daerah tersebut,

sehingga kestabilannya dapat terpelihara dan mengmankan kehidupan manusia dan hewan dari bahaya listrik.

Bila merujuk pada pengertian Sesuai *IEV (International Electrotechnical Vocabulary)* 441-14-20 disebut bahwasanya Circuit Breaker (CB) ataupun Pemutus Tenaga (PMT) ialah insturmen saklar ataupun switching mekanis yang dapat menutup serta memberikan aliran maupun menyekat arus beban pada keadaan yang normal dan dapat menutup, memberikan aliran Pada kurun waktu tertentu serta mendapat arus beban pada spesifik keadaan yang tidak normal ataupun terdapat gangguan misalnya keadaan short circuit ataupun hubungan singkat. Dikarenakan perannya yang begitu utama pada saat memproteksi terhadap bahaya listrik terhadap kenyamanan dan kestabilan pendistribusian listrik penulis mengangkat judul “*ANALISIS PEMILIHAN PEMUTUS TENAGA (PMT) DI GARDU INDUK MERAH MATA BORANG*” untuk menganalisa keamanan dan kelayakan terhadap gangguan pada gardu induk tersebut.

1.2 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini yakni:

1. Menentukan karakteristik pemilihan PMT gas SF₆ yang akan digunakan pada gardu induk 150 kV Borang.
2. Mengetahui apakah Pemutus tenaga PMT layak beoperasi setelah di lakukan pengujiannya
3. Mengetahui kapasitas PMT gas SF₆ yang akan digunakan dengan menganalisa gangguan arus hubung singkat yang terjadi pada gardu induk 150 kV Borang.

1.3 Batasan masalah

Supaya tak menyimpang dari masalah yang di hadapkan maka batasan masalah dari penelitian ini yakni:

1. Pemutus tenaga (PMT) di Area jaringan gardu induk 150 kVBorang.
2. PMT gas SF₆ yang digunakan pada gardu induk 150 kV Borang.

1.4. Sistematika Penulisan

Pada penulisan tugas akhir ini peneliti membagi ke dalam beberapa bab diantaranya:

BAB 1 PENDAHULUAN

Meliputi Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Sistematika Penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Di dalamnya terdapat tinjauan umum beragam publikasi yang berhubungan dengan persoalan yang dikaji, selaku bahan perbandingan dari hasil analisa serta pembahasan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Berisi terkait Lokasi Penelitian, Data Parameter, Peralatan serta cara kerja.

BAB 4 ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Di dalamnya terdapat penjelasan hasil penelitian yang dilangsungkan melalui penjelasan pemikiran peneliti.

BAB 5 PENUTUP

Mencakup Kesimpulan serta Saran

DAFTAR PUSTAKA

- Arka, G., Mudiana, N., & Abasana, G. (2014). Studi Analisa Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa Ke Tanah Pada SUTT 150 kV Untuk Setting Relay OCR (Aplikasi GI PIP - Pauh Limo). *Jurnal Teknik Elektro ITP Volume 3 No. 2*, 95-104.
- Cekdin, C., & Barlian, T. (2013). *Transmisi Daya Listrik*. Yogyakarta: Andi.
- Dugan, R., McGranaghan, M., Santoso, S., & Beaty, H. (2002). *Electrical Power Systems Quality Second Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Hartono, B., Soleh, C., & Hidayat, T. (2016). Implementasi Perbaikan Kualitas Tegangan Akibat Voltage Sags Unbalance Menggunakan DVR di Gardu Induk Gresik. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri (SENATI)*, (pp. B.122-B.127).
- Kume, J., Lisi, F., & Silimang, S. (2016). Analisa Gangguan Hubung Singkat Saluran Kabel Bawah Tanah Tegangan 20 kV Penyulang SL 3GI Teling Manado. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer Vol. 5 No. 4*, 46-52.
- Marsudi, D. (2016). *Operasi Sistem Tenaga Listrik Jilid 3*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Muluk, N., Warsito, A., & Juningtyastuti. (2017). Simulasi Pemulihan Kedip Tegangan Akibat Gangguan Arus Hubung Singkat Menggunakan Dynamic Voltage Restorer (DVR). *TRANSIENT, VOL. 6, NO. 3 ISSN: 2302-9927, 317, 316-322*.
- Mulya, R., Hakim, L., & Despa, D. (2016). Pemodelan Saluran Udara Untuk Menghitung Impedansi Urutan dengan Metode Carson pada Penyulang Katu Gardu Induk Menggala PT. PLN (Persero) Distribusi Lampung. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Vol. 10 No. 2*, 117-128.

- Nakhoda, Y. I., & Hasan, F. R. (2008). Perbaikan Kualitas Tegangan Menggunakan Kompensasi Dynamic Voltage Restorer (DVR) dan Distribution Static Compensator (D-STATCOM) Dengan Software PSCAD/EMTDC Power Simulation. *Seminar Nasional Teknoin*, (pp. E- 135 - E-143). Yogyakarta.
- Rianty, E. (2018). *Analisis dan Perhitungan Index Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV Pada Penyulang Tenggara di PT. PLN (Persero) Rayon Ampera Dengan Metode FMEA*. Palembang: Skripsi Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Sankaran, C. (2001). *Power Quality*. London: CRC Press.
- Suswanto, D. (2009). *Sistem Distribusi Tenaga Listrik Edisi Pertama*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Syahputra, R. (2017). *Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik*. Yogyakarta: LP3M UMY Yogyakarta.
- Wiharya, C., Suyono, H., & Hasanah, R. N. (2014). Analisis Voltage Sag Pada Sistem Tenaga Listrik PT. Petrochina International Ltd. Sorong. *Jurnal EECCIS Vol. 1, No. 1*, 55-60
- Keputusan Direksi, PT.PLN (perero). *Himpunan buku pedoman pemeliharaan peralatan primer gardu Induk*. Nomor 0520-2.K/DIR/2014