

**ANALISA *ARC FLASH* PADA SISTEM KELISTRIKAN
FEEDER 6.6KV SWITCHGEAR 01-B-1 SS#1B S.GERONG
DI PT. PERTAMINA RU-III PLAJU**



SKRIPSI

**Disusun untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat Guna Mencapai
Gelar Sarjana Strata-1 Program Studi Teknik Elektro
Universitas Tridinanti Palembang**

Oleh :

RONI SYAPUTRA

1523110516

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

2020

**ANALISA *ARC FLASH* PADA SISTEM KELISTRIKAN
FEEDER 6.6KV SWITCHGEAR 01-B-1 SS#1B S.GERONG
DI PT. PERTAMINA RU-III PLAJU**



SKRIPSI

**Disusun untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat Guna Mencapai
Gelar Sarjana Strata-1 Program Studi Teknik Elektro
Universitas Tridianti Palembang**

Oleh :



RONI SYAPUTRA

1523110516


**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Roni Syaputra
Nomor Pokok : 1523110516
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata-1
Judul Skripsi : *Analisa Arc Flash Pada Sistem kelistrikan Feeder 6.6kv Switchgear 01-B-1 SS#1B S.Gerong Di PT. Pertamina RU-III Plaju.*

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. H. Hazairin Samaulah, M.Eng.

Pembimbing II



M. Husni Syahbani, ST .MT.

Mengetahui :

~~Dekan,~~


Ir. H. Ishak Effendi, MT.

Palembang, Mei 2020
Ketua Program Studi,



Ir. H. Herman, MT.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Roni Syaputra
Nomor Pokok : 1523110516
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata-1
Judul Skripsi : *Analisa Arc Flash* Pada Sistem kelistrikan Feeder 6.6kV Switchgear 01-B-1 SS#1B S.Gerong Di PT. Pertamina RU-III Plaju.

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri yang didampingi oleh pembimbing I dan pembimbing II dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Tridinanti sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Februari 2020

Penulis,



Roni Syaputra

LEMBAR PERSEMBAHAN

Yang Utama Dari Segalanya

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada ALLAH SWT, karena atas rahmat dan hidayahNya saya diizinkan untuk menimba ilmu dan menjadi bermanfaat dan berguna dengan ilmu yang saya pelajari, terutama dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat.

kupersembahkan karya tulisku ini untuk semua orang yang saya cintai dan kusayangi.

- Kedua Orang Tuaku
- Keluarga Besar Yang Telah Memberikan Doa dan Motivasi
- Sahabat-Sahabat Seperjuangan dan Almamaterku
- Semua Yang Mendoakanku

ABSTRAK

Salah satu bahaya listrik adalah arc flash. Arc flash merupakan ledakan panas, gas panas, dan logam cair yang diakibatkan oleh short circuit (hubung singkat) pada peralatan yang terhubung atau memiliki sumber tegangan. Studi short circuit diperlukan dalam analisis peristiwa arc flash. Tujuan dari analisis ini untuk menentukan insiden energi yang berpotensi hadir selama peristiwa arc flash serta lama waktu dari terjadinya energi arc flash. Pada pembahasan skripsi ini dilakukan simulasi dan pengamatan dengan menggunakan perangkat lunak ETAP 12.6.0. Dalam simulasi ini akan dilakukan pengamatan nilai arc flash pada one line diagram di SS#1B S.Gerong semua parameter bus 1B-B-1, bus 1B-B-2, bus 2B-B-1, bus 2B-B-2, bus 8B-B-1, bus 8B-B-2, bus 9B-B-1, bus 9B-B-2 dengan menggunakan nilai short circuit.

Kata kunci : Arc flash, Short circuit, bahaya arc flash.

ABSTRACT

One of the electrical hazards is the arc flash. Arc flash is an explosion of heat, hot gas, and liquid metal that is caused by a short circuit (short circuit) on equipment that is connected or has a voltage source. Short circuit studies are needed in the analysis of arc flash events. The purpose of this analysis is to determine the energy incident that is potentially present during the arc flash event and the length of time from which the arc flash energy occurs. In this thesis discussion, simulation and observation are carried out using ETAP 12.6.0 software. In this simulation, an arc flash value will be observed in one line diagram in SS # 1B S. Drive all parameters of bus 1B-B-1, bus 1B-B-2, bus 2B-B-1, bus 2B-B-2, bus 8B-B-1, bus 8B-B-2, bus 9B-B-1, bus 9B-B-2 using the short circuit value.

Keywords: Arc flash, Short circuit, arc flash hazard.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan dan hidayah-Nya lah penulisan Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya, dengan judul **“ANALISA ARC FLASH PADA SISTEM KELISTRIKAN FEEDER 6.6KV SWITCHGEAR 01-B-1 SS#1B S.GERONG DI PT. PERTAMINA RU-III PLAJU”**. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat di dalam mata kuliah yang diberikan kepada mahasiswa jurusan Teknik Elektro.

Dalam penulisan Skripsi ini, penulis mengalami berbagai macam kendala, namun berkat karunia-Nya dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan karena masih terbatasnya pengetahuan yang penulis miliki, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dan memotivasi dari pembaca demi kesempurnaan Skripsi ini.

Dengan terselesaikannya Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. H. Ishak Effendi, M.T. Dekan fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang
2. Ir. H. Herman, M.T. Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Tridinanti Palembang
3. Muhammad Helmi, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Tridinanti Palembang
4. Terkhusus Prof. Dr. H. Hazairin Samaullah, M.Eng. selaku dosen pembimbing pertama dalam penulisan skripsi yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, dan bantuannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Terkhusus M. Husni Syahbani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua dalam penulisan skripsi yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, dan bantuannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Kedua orang tua dan seluruh anggota keluarga penulis atas segala do'a, semangat serta dorongan dalam melancarkan pembuatan laporan ini.

7. Seluruh staff dan pengajar Teknik Elektro Universitas Tridinanti Palembang
8. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan laporan ini.

Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua baik sekarang maupun untuk masa yang akan datang.

Palembang, Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	
.....	
viii	
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem Proteksi.....	4
2.2 Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik.....	4
2.2.1 Gangguan Beban Lebih.....	5
2.2.2 Gangguan Hubung Singkat.....	5
2.3 Relai Pengaman Sistem Tenaga Listrik.....	7
2.3.1 Prinsip Kerja Relai Pengaman.....	7
2.3.2 Konsep Dasar Daerah Relai Pengaman.....	8
2.4 Relai Arus Lebih (OCR).....	9
2.5 Jenis Relai Berdasarkan Karakteristik Waktu.....	
9	
2.6 Teori <i>Arc Flash</i>	
12	
2.7 Rumus Pencarian Energi <i>Arc Flash</i>	
13	
2.8 Rumus Dasar Pencarian Durasi Waktu Terjadinya <i>Arc Flash</i>	
13	
2.9 Kategori <i>Arc Flash</i>	
14	
2.10 Karakter Pakaian Pelindung <i>Arc Flash</i>	
14	

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Objek Penelitian.....	17
3.2 Alat Penelitian.....	17
3.3 Lokasi Penelitian.....	18
3.4 Langkah-langkah Penelitian.....	19
3.5 Objek Penelitian.....	22
3.5.1 Peralatan Pemutus Rangkaian.....	22
3.5.1.1 Circuit Breaker.....	22
3.5.1.2 Relai.....	22
3.5.2 Instrumen Pengukuran.....	22
3.5.3 Parameter Bus.....	23
3.6 Identifikasi Data.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Pemodelan Sistem Kelistrikan SS#1B PT. Pertamina RU-III.....	26
4.2 Analisa Busur Api (Arc Flash).....	27
4.3 Perhitungan Busur Api.....	28
4.4 Penentuan Kategori PPE (Personal Protective equipment).....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Skema Dasar Daerah Relai Pengaman.....	8
Gambar 2.2. Karakteristik Waktu Seketika.....	10
Gambar 2.3. Karakteristik Waktu Tertentu.....	10
Gambar 2.4. Karakteristik Waktu Terbalik.....	11
Gambar 3.1 Diagram langkah-langkah Penelitian.....	21
Gambar 4.1. One Line diagram SS#1B dalam Kondisi Normal.....	27
Gambar 4.2. Kategori Alat Pelindung Diri ada Peralatan Bertegangan.....	39
Gambar 4.3. PPE Kategori 2 pada Bus 1B-B-1.....	40
Gambar 4.4. PPE Kategori 2 pada Bus 1B-B-2.....	42
Gambar 4.5. PPE Kategori 2 pada Bus 2B-B-1.....	43
Gambar 4.6. PPE Kategori 2 pada Bus 2B-B-2.....	44
Gambar 4.7. PPE Kategori 2 pada Bus 8B-B-1.....	46
Gambar 4.8. PPE Kategori 2 pada Bus 8B-B-2.....	47
Gambar 4.9. PPE Kategori 2 pada Bus 9B-B-1.....	48
Gambar 4.10. PPE Kategori 2 pada Bus 9B-B-2.....	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Karakteristik Pakaian Pelindung.....	15
Tabel 4.1. Bus yang akan dilakukan Analisa Busur Api.....	28
Tabel 4.2. Data Arus Gangguann bolted (Isc bolted) dan FCT.....	29
Tabel 4.3. Data Hasil simulasi Menggunakan standar IEEE 1584-2002.....	29
Tabel 4.4. Personal Protective Equipment standar IEEE 1584-2002.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Konsultasi Pembimbing I
- Lampiran 2 Lembar Konsultasi Pembimbing II
- Lampiran 3 Data simulasi short circuit Etap 12.6
- Lampiran 4 Data simulasi *Arc Flash* di Etap 12.6

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di PT PERTAMINA (Persero) RU III Plaju mempunyai 3 Generator Utama yang masing-masing berkapasitas 31 MW namun yang beroperasi secara normal hanya 2 Generator, suplai listrik dari Powerstation 2 ini mencakup seluruh wilayah kerja Kilang dan perumahan, yang seluruhnya berkapasitas sekitar 27 MW, dengan beban tersebut, membuat tingkat bahaya dalam sistem kelistrikannya semakin meningkat, dalam hal ini adalah adanya bahaya *arc flash* (busur api). Oleh sebab itu, demi menjaga keamanan dan keselamatan pekerja dari bahaya *arc flash*, maka perlu diketahui besarnya energi yang di hasilkan.

Berdasarkan standar IEEE 1584-2002 dan Standar NFPA 70E-2004 menetapkan fenomena *arc flash* sebagai kondisi yang berbahaya berhubungan dengan pelepasan energi yang disebabkan busur api. Energi akan dilepaskan melalui udara ke phase lain, netral, atau mengalir ke tanah.

Simulasi ini akan dilakukan dengan bantuan *software* ETAP. Dari hasil analisa tersebut diharapkan syarat dari kategori besarnya energi *arc flash* dapat terpenuhi pada kelistrikan di sistem kelistrikan feeder 6.6kv *switchgear* 01-b-1 SS#1B S.Gerong di PT. Pertamina RU-III Plaju. Pada tanggal 13 September 2019 terjadi *arc flash* di area SS#1B S.Gerong Saluran.

Feeder SS#1B ini menyuplai beban utama yang dibangkitkan melalui Trafo TR-01-A/B1, yang bebannya adalah motor-motor listrik bertegangan 6.6kV yang menjadi penggerak utama pada pabrik RFCCU. Terjadinya *arc flash* pada saluran tersebut menyebabkan *shutdown* dan *blackout* pabrik RFCCU. Keadaan ini tentu mengakibatkan kerugian yang sangat besar bagi perusahaan, karena proses produksi yang terhambat. Sebagai tindakan pencegahan diperlukan studi analisis tentang *arc flash* pada sistem kelistrikan tegangan menengah 6,6 kV di area SS#1B S.gerong PT. Pertamina Plaju karena pada studi-studi sebelumnya belum ada yang menganalisis tentang bahaya *arc flash* dan mengklasifikasi kategori

besar energy *arc flash* serta menentukan pakaian pelindung guna mereduksi bahaya *arc flash* sesuai dengan kategorinya di PT Pertamina Plaju. Maka dari itu penulis tertarik membahas “ANALISA ARC FLASH PADA SISTEM KELISTRIKAN FEEDER 6.6KV SWITCHGEAR 01-B-1 SS#1B S.GERONG DI PT. PERTAMINA RU-III PLAJU”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Berapa besar energi *arc flash* dan lama durasi terjadinya *arc flash* di SS#1B S.Gerong di PT. Pertamina RU-III Plaju.
2. Bagaimana cara mengklasifikasi *arc flash* dari segi kategori energi yang dihitung, alat perlindungan diri, dan pembuatan label peringatan bahaya energi *arc flash* di SS#1B S.Gerong di PT. Pertamina RU-III Plaju

1.3 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini, pembahasan masalah dibatasi pada batasan-batasan sebagai berikut:

1. Analisis alat pelindung hanya untuk kategori *arc flash* sesuai standar NFPA 70 E.
2. Analisis yang dilakukan di bandingkan dengan bantuan hitungan manual.
3. Label bahaya dibuat melalui software bantu yang sama dengan analisa *arc flash* yaitu ETAP 12.6.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam rancang bangun alat ini adalah:

1. Untuk mengetahui berapa besar energi dan lama durasi *arc flash* yang terjadi di S.Gerong di PT. Pertamina RU-III Plaju.
2. Mensimulasikan dan menganalisis sistem kelistrikan dari segi kategori energi yang terhitung, peralatan perlindungan diri dengan bantuan label peringatan bahaya energi *arc flash* di SS#1B S.Gerong di PT. Pertamina RU-III Plaju.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir ini sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi uraian singkat mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, metode penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini memuat teori-teori penunjang yang berhubungan dengan penelitian studi aliran daya listrik dan penelitian-penelitian sebelumnya.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bagian ini berisikan tentang sumber data, bahan dan alat penelitian, prosedur penelitian, dan batasan kajian dari penelitian. Selain itu juga terdapat program untuk menganalisis pada Identifikasi Bahaya Listrik Melalui Analisis *Arc Flash* serta tahapan-tahapan mengenai pengumpulan data yang dibutuhkan untuk menganalisis.

BAB IV PEMBAHASAN

Bagian ini berisi penjelasan dari permasalahan *arc flash* dan tingkat bahaya listrik yang dihasilkan oleh *arc flash* dengan rencana penelitian dan hasil analisis simulasi dari program bantu pada penelitian ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dari tahapan-tahapan tersebut diatas maka pada bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran-saran yang telah dikemukakan berdasarkan hasil Identifikasi Bahaya Listrik melalui Analisis *Arc Flash* di SS#1B S.Gerong di PT. Pertamina RU-III Plaju.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marsudi, Djiteng. *Pembangkitan Energi Listrik*. Erlangga. Jakarta, 2005.
- [2] Sumanto. *Teori Transformato*. Andi Offset. Yogyakarta, 1996.
- [3] Prasongko, Firman Aji, Margo Pujiantara dan Ontoseno Penangsang, *Analisis dan Reduksi Bahaya Arc Flash Pada Sistem Kelistrikan*, Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya, 2012.
- [4] Jatmiko, Priyo. *Training Basic PLC*. Kartanagari. Jakarta, 2015.
- [5] Wildan, Muhammad, Teguh Yuwono dan Ontoseno Penangsang. *Pengaruh Kedip Tegangan dan Koordinasi Relai Arus Lebih pada Pabrik Semen*. Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya, 2012.
- [6] Alawiy, Muhammad Taqiwyuddin. *Proteksi Sistem Tenaga Listrik Seri Rele Elektromagnetis*. Fakultas Teknik Elektro Universitas Islam Malang, 2006.
- [7] <http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/07/relay-arus-lebih.html>
- [8] Affandi, Irfan. *Analisa Setting Relai Arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah Pada Penyulang Sadewa Di Gi Cawang*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia Jakarta, 2009.
- [9] Workplace Safety Awareness Council, "ArcHandout", Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor.
- [10] Tinsley, Wallace & Hodder, Michael. *A Practical Approach to Arc Flash Hazard Analysis and Reduction*. IEEE Transactions On Industry Applications, Vol. 41, No. 1, 2005.
- [11] NFPA 70E., "Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces 2009 Edition", NFPA 70E-2009.
- [12] Nurhidayat, Yahya. *Analisis dan Mitigasi Bahaya Arc Flash Pada Sistem Kelistrikan PT. LINDE Indonesia*. Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya, 2016.
- [13] <https://media.neliti.com/media/publications/194441-ID-analisa-arc-flash-pada-sistem-kelistrika.pdf>