

**ANALISA PENGARUH TEKANAN GAS SF6 TERHADAP LAJU BUSUR  
API PADA PEMUTUS TENAGA (PMT) DI GARDU INDUK TALANG RATU  
PT.PLN (PERSERO) PALEMBANG**



**LAPORAN AKHIR**

**Disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Disusun oleh :  
RAHMAN SUTIYONO  
0611 3031 0161**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2014**

**ANALISA PENGARUH TEKANAN GAS SF6 TERHADAP LAJU BUSUR  
API PADA PEMUTUS TENAGA (PMT) DI GARDU INDUK TALANG RATU  
PT.PLN (PERSERO) PALEMBANG**



**LAPORAN AKHIR**

**Disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III**

**Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik**

**Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Disusun oleh :**

**RAHMAN SUTIYONO**

**0611 3031 0161**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Ir. Kasmir, M.T.**  
**NIP. 19651110 199203 1 028**

**Drs. Indrawasih, M.T.**  
**NIP. 19600426 198603 1 002**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi  
Teknik Listrik**

**Ir. Ali Nurdin, M.T.**  
**NIP. 19621207 199103 1 001**

**Herman Yani, ST. M.Eng.**  
**NIP. 19651001 19903 1 006**

**INTISARI**  
**Analisa Pengaruh Tekanan Gas SF<sub>6</sub> Terhadap Laju Busur Api Pada**  
**Pemutus Tenaga (PMT) Di Gardu Induk Talang Ratu**  
**PT.PLN (Persero) Palembang**  
**(2014 : x i + 52 Halaman + Daftar Gambar + Daftar Tabel + Lampiran )**

---

**RAHMAN SUTIYONO**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK**  
**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

e-mail : rahman.sutiyono@gmail.com

*Pembuatan laporan akhir ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tekanan gas SF<sub>6</sub> terhadap busur api yang terjadi akibat arus gangguan ataupun arus normal pada waktu pemutusan tenaga listrik berlangsung. Busur api yang timbul saat terjadi pemutusan PMT bersifat dapat merusak peralatan terutama PMT itu sendiri. Oleh karena itu Gas SF<sub>6</sub> yang dipakai sebagai media isolasi pada PMT bertujuan untuk meredam terjadinya proses busur api.*

*Analisis yang dilakukan adalah untuk mengetahui besarnya arus gangguan yang dapat terjadi pada Gardu Induk Talang Ratu dan perhitungan peredaman kecepatan busur api terhadap tekanan gas SF<sub>6</sub> pada PMT. Hasil dari analisis yang didapat besarnya arus gangguan pada sisi 20 kV pada PMT Penyulang Surabaya dengan gangguan 3 Fasa, 2 Fasa dan 1 Fasa ke tanah dengan jarak gangguan 2 Km dari dari panjang penyulang keseluruhan 4,545 Km yaitu sebesar 2477,52 Ampere, 2145,6 Ampere dan 284,49 Ampere.*

*Serta tekanan gas-SF<sub>6</sub> pada PMT memiliki pengaruh terhadap kecepatan busur api dimana pada tekanan 0,64 Mpa kecepatan busur api pada saat terjadi gangguan secara berurutan sebesar :143,84 cm/s, 124,7 cm/s, 16,47 cm/s dan berkurang kecepatannya jika tekanan dinaikan menjadi 0,7 Mpa yaitu menjadi : 114,08 cm/s, 98,9 cm/s, dan 13,06 cm/s. Kemudian ini menunjukkan bahwa semakin besar tekanan gas SF<sub>6</sub> maka semakin turun laju kecepatan busur api yang terjadi pada waktu pemutusan.*

**Kata Kunci** : Gardu Induk, PMT, Gas SF<sub>6</sub>

## ABSTRACT

### Influence Analysis of SF6 Gas Pressure Against Rate Of Electrical Arc At Circuit Breaker (CB) In Talang Ratu Substation

PT.PLN (Persero) Palembang

(2014: xi + 52 Page + List of Figures + List of Tables + Appendix)

---

**RAHMAN SUTIYONO**

**ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT OF ELECTRICAL  
ENGINEERING STUDY PROGRAM STATE POLYTECHNIC OF  
SRIWIJAYA**

e-mail : rahman.sutiyono@gmail.com

*Preparation of final report aims to analyze the effect of the SF6 gas pressure caused by the arcing fault current at the time or the normal flow of electricity disconnection takes place. Arcing that occurs when termination occurs PMT can be especially damaging equipment CB itself. Therefore, SF6 gas is used as an insulating medium in the CB aims to reduce the occurrence of the arc process.*

*Analysis is conducted to determine the magnitude of the fault current that can occur at the substation Gutter Queen and the calculation of the damping rate of the arc SF6 gas pressure in the CB. The results obtained from the analysis of the magnitude of the fault current on the 20 kV feeders in Surabaya with impaired CB 3 Phase, 2 Phase and 1-Phase to ground with a distance of 2 km from the disruption of the entire feeder length is equal to 2477.52 Km 4.545 Ampere, 2145.6 Ampere Ampere and 284.49.*

*SF6 gas pressure and the CB has an influence on the speed of the arc where the velocity pressure of 0.64 MPa arcing in the event of interference in sequence of: 143.84 cm / s, 124.7 cm / s, 16.47 cm / s and decelerates when the pressure increased to 0.7 MPa which becomes: 114.08 cm / s, 98.9 cm / s, and 13.06 cm / s. Then this indicates that the greater the SF6 gas pressure drop rate of speed then the arcing that occurs at the time of termination.*

**Keywords:** Substation, CB, SF6-Gas

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir tepat pada waktunya. Laporan ini disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro PrograGm Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya dengan judul **“Analisa Pengaruh Tekanan Gas SF6 Terhadap Laju Busur Api Pada Pemutus Tenaga (PMT) Di Gardu Induk Talang Ratu PT.PLN (Persero) Palembang”**

Penulis menyadari tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak mungkin Laporan Akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak R.D. Kusumanto, S.T, M.M, selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Ali Nurdin, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Ir. Siswandi, MT, selaku Seketaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Herman Yani, S.T, M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
5. Bapak Ir. Kasmir, M.T, selaku Pembimbing I.
6. Bapak Drs. Indrawasih, M.T, selaku Pembimbing II.
7. Bapak M. Gany Saputra, selaku Supervisor GI Talang Ratu Palembang.
8. Bapak Alfian Candra, Fikri Romadhon, Mulyono dan Suwanto, selaku Operator GI Talang Ratu Palembang. Terima kasih buat semuanya dan penulis tidak akan melupakan apa yang pernah Bapak-bapak berikan dan semoga suatu saat kita dapat menjadi teman satu tim kerja.
9. Bapak / Ibu dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Di dalam pembuatan Laporan Akhir ini penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan, untuk itulah penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Akhirnya Penulis berharap semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, 30 Juni 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.3.1 Tujuan .....	2
1.3.2 Manfaat .....	2
1.4 Pembatasan Masalah .....	3
1.5 Metode Penulisan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Umum .....	5
2.2 Pengertian Pemutus Tenaga (PMT) .....	6
2.3 Fungsi Bagian Utama PMT .....	7
2.4 Klasifikasi PMT .....	9
2.4.1 Berdasarkan Besar/Kelas Tegangan .....	9
2.4.2 Berdasarkan Jumlah Mekanik dan Penggerak .....	10
2.4.3 Berdasarkan Media Isolasi .....	11
2.5 Gas Sulphur Hexa Flourida (SF <sub>6</sub> ) .....	19
2.6 Sistem Penggerak .....	20
2.7 Proses Terjadinya Busur Api .....	22
2.8 Mekanisme Kerja PMT .....	24
2.8.1 Pembukaan jaringan .....	24
2.8.2 Penutupan Jaringan .....	25
2.9 Gangguan Jaringan Transmisi .....	25
2.9.1 Perhitungan arus gangguan .....	26
2.9.2 Perhitungan Impedansi .....	26
2.9.3 Perhitungan Impedansi Trafo Tenaga di Gardu Induk .....	29
2.9.4 Impedansi Penyulang .....	29
2.9.5 Perhitungan Z <sub>0</sub> ekivalen .....	30
2.9.6 Pengaruh Tekanan terhadap Kecepatan Busur Api .....	31

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1 Sistem Kelistrikan Pada GI Talang Ratu .....	33
3.2 Peralatan dan Perlengkapan pada GI Talang Ratu .....	33
3.2.1 Transformator Daya .....	34
3.2.2 Pemutus Tenaga (PMT) .....	35
3.2.3 PMS .....	38
3.2.4 Current Trafo (CT) .....	38
3.2.5 Over Current Relay (OCR) .....	39
3.2.6 Lightning Arester (LA) .....	39
3.2.7 Penyulang di Gardu Induk Talang Ratu .....	40
3.2.8 Panel Kontrol .....	40
3.3 Pemutus Tenaga pada Gardu Induk Talang Ratu .....	41
3.4 Flow Chart Prosedur Pembuatan Laporan .....	42
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1 Umum .....	43
4.2 Perhitungan Arus Gangguan .....	43
4.3 Analisa Kecepatan Busur Api pada PMT gas-SF6 .....	48
4.4 Pembahasan .....	50
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Jaringan sistem tenaga listrik .....	5
Gambar 2.2 Sistem proteksi jaringan .....	6
Gambar 2.3 PMT <i>Single Pole</i> .....	10
Gambar 2.4 PMT <i>Three Pole</i> .....	11
Gambar 2.5 Pemadaman busur api pada PMT minyak .....	12
Gambar 2.6 Oil Circuit Breaker .....	12
Gambar 2.7 Pemadaman busur api pada PMT <i>Air Blast</i> .....	14
Gambar 2.8 Proses pemadaman busur api media vakum .....	14
Gambar 2.9 Vacum circuit breaker .....	15
Gambar 2.10 SF <sub>6</sub> Circuit Breaker .....	16
Gambar 2.11 Proses pemadaman busur api pada SF <sub>6</sub> .....	16
Gambar 2.12 PMT Satu Katup 245 kV dengan Gas SF <sub>6</sub> .....	17
Gambar 2.13 Sistem pegas pilin (helical) .....	21
Gambar 2.14 Sistem pegas gulung (scroll) .....	21
Gambar 2.15 Diagram mekanisme operasi PMT SF <sub>6</sub> dynamic .....	22
Gambar 2.16 Pembentukan Busur Api .....	22
Gambar 4.1 <i>One line</i> penyulang 20 kV GI Talang Ratu .....	43
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Tekanan Gas-SF <sub>6</sub> Terhadap Laju Busur Api .....	51
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Laju Busur Api .....	51

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Karakteristik urutan nol (zero sequence) dari variasi elemen pada system tenaga listrik .....	30
Tabel 2.2 Perbandingan kecepatan busur api terhadap tekanan .....	31
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan .....	48