

p.ISSN 2303-212X
e.ISSN 2503-5398

Jurnal DESIMINASI TEKNOLOGI



Diterbitkan Oleh :
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

JURNAL
DESIMINASI TEKNOLOGI

VOL. 8

NOMOR 2

HAL.: 90 - 165

JULI 2020

JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

VOLUME 8 NOMOR 2

p-ISSN 2303-212X

e-ISSN 2503-5398

JULI 2020

DAFTAR ISI

Halaman

**ANALISIS PERUBAHAN KONFIGURASI JARINGAN RADIAL KE SPINDEL
OPEN – LOOP PENYULANG JERUK DAN PENYULANG KOMERING**

*Imam Tarmizi, Yuslan Basir, Dyah Utari Y.W. (Dosen Teknik Elektro UTP).....*90 – 99

**RANCANGAN DESAIN EKSPERIMEN TAGUCHI
DALAM PEMBUATAN BIOETANOL DARI JERAMI PADI**

*Selvia Aprilyanti, Madagaskar (Dosen Teknik Industri UTP).....*100 – 105

**PENGARUH PEMAKAIAN AIR RAWA TERHADAP
KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON**

*Indra Syahrul Fuad, Bazar Asmawi (Dosen Teknik Sipil UTP).....*106 – 112

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGADUK BUBUR SUMSUM
DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK UNTUK INDUSTRI RUMAH TANGGA**

*Rita Maria Veranika, M. Amin Fauzie, Sukarmansyah, Utomo Mandala Ilham (Dosen Teknik Mesin UTP).....*113 – 123

PEMBUATAN ALAT MESIN BUBUT MINI DARI KAYU

*Ilham Yunus, Hermanto MZ, Azhari (Dosen Teknik Industri UTP).....*124 – 131

**PEMANFAATAN LIMBAH TISU SEBAGAI PENGISI POLIMER RESIN
DENGAN METODE SEDERHANA**

*Zuul Fitriana Umari (Dosen Teknik Sipil UTP).....*132 – 136

**ANALISIS PERENCANAAN SUMBER DAYA MANUSIA BERDASARKAN
STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI) DALAM KONSTRUKSI BANGUNAN
(Studi Kasus Pembangunan Rumah Keluarga Deta Itzala)**

*Tolu Tamalika (Dosen Teknik Industri UTP).....*137 – 143

EVALUASI PASCA HUNI ASRAMA MAHASISWA UNIVERSITAS SRIWIJAYA

*Andy Budiarto, Aditha Maharani Ratna (Dosen Arsitektur UTP).....*144 – 150

**ANALISA KELAYAKAN TERMINAL C DI JALAN NAWAWI AL HAJ
DESA TANJUNG BARU KECAMATAN BATURAJA TIMUR**

*Ferry Desromi (Dosen Teknik Sipil Univ. Baturaja).....*151 – 160

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

*Roni Syaputra, Hazairin Samaullah, M. Husni Syahbani (Dosen Teknik Elektro UTP).....*161 – 165

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas berkah dan rahmat-Nya sehingga jurnal ilmiah *Desiminasi Teknologi* dapat dikenal pada lingkungan Fakultas Teknik dan civitas akademika teknik di seluruh Indonesia.

Jurnal *Desiminasi Teknologi* disusun dari berbagai penelitian dan kajian dosen dan atau mahasiswa internal Fakultas Teknik UTP dan dosen atau mahasiswa dari fakultas Teknik di luar Universitas Tridianti Palembang yang memiliki penelitian untuk dipublikasikan. Jurnal ini terdiri dari berbagai rumpun ilmu teknik, diantaranya: Teknik Sipil, Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Industri, Arsitektur dan teknik lainnya.

Pada edisi kali ini, Jurnal Desiminasi Teknologi telah memasuki terbitan Volume 8 Nomor 2 edisi Juli 2020, dan kami beritahukan juga bahwa Jurnal Desiminasi Teknologi telah terdaftar secara elektronik dengan nomor e.ISSN 2503-5398.

Segala kritik dan saran yang bersifat membangun, sangat kami harapkan untuk perbaikan penulisan jurnal ini di masa mendatang dan kepada semua pihak yang ikut terlibat dalam proses penerbitan jurnal ini, kami ucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya.

Palembang, Juli 2020

Redaksi

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

Roni Syaputra²⁰, Hazairin Samaullah²¹, M. Husni Syahbani²²

Email Korespondensi: syaputraroni@yahoo.co.id

Abstrak: Pada tulisan ini akan dilakukan analisis peristiwa arc flash. Tujuannya untuk menentukan insiden energi yang berpotensi hadir selama peristiwa arc flash serta lama waktu dari terjadinya energi arc flash. Analisis ini disimulasikan dan diamati dengan menggunakan perangkat lunak ETAP 12.6.0. Permasalahan kali ini dilakukukan pengamatan pada one line diagram dengan cara mengatur nilai short circuit pada SS#1B S.Gerong di PT. Pertamina RU-III Plaju yang berpengaruh dalam penentuan nilai bahaya listrik ketika terjadi *arc flash*. Dalam simulasi ini mengamati adanya nilai *arc flash* pada one line diagram di Penyulang Bekasap 6 semua parameter bus 2, bus3, bus 4, bus 5, bus 6, bus 7, bus 8, bus 9, bus 21, bus RCL-38-BD-01, bus RCL-EOR-1, bus RCL-EOR-2, bus RCL-38-BE-10. Sebelum melakukan pengamatan pada short circuit, maka terlebih dahulu melakukan studi pengamatan dalam pengaturan daya pada power grid yang terdiri dari 3 fasa dan 1 fasa, setelah itu didapatkan nilai short circuit dan dapat menganalisa nilai arc flash yang dicari dalam tingkat kategori skala 0-4. Setelah mengetahui nilai kateogori bahayanya maka akan dapat menentukan alat perlindungan diri dalam bekerja dan label peringatan bahaya arc flash agar dapat menghindari resiko kecelakaan bagi pekerja.

Kata kunci: *arc flash*, *short circuit*, Etap 12.6.0, alat perlindungan diri, label bahaya *arc flash*

Abstract: In this paper we will analyze the arc flash event. The aim is to determine the incident energy that is potentially present during the arc flash event and the length of time from which the arc flash energy occurs. This analysis was simulated and observed using ETAP 12.6.0 software. The problem this time was to observe the one line diagram by setting the short circuit value on SS # 1B S.Gerong at PT. Pertamina RU-III Plaju influential in determining the value of electrical hazards when arc flash occurs. In this simulation observes the arc flash value on the one line diagram in Penyasap 6 all the parameters of bus 2, bus3, bus 4, bus 5, bus 6, bus 7, bus 8, bus 9, bus 21, bus RCL-38-BD -01, bus RCL-EOR-1, bus RCL-EOR-2, bus RCL-38-BE-10. Before making observations on short circuits, first conduct an observational study in power settings on a power grid consisting of 3 phases and 1 phase, after which the short circuit values are obtained and can analyze the arc flash values sought in the 0-4 scale category level. After knowing the value of the hazard category it will be able to determine self-protection tools at work and the arc flash warning label in order to avoid the risk of accidents for workers.

Keywords: *arc flash*, *short circuit*, Etap 12.6.0, personal protective equipment, the arc flash hazard label

²⁰ Alumni Program Studi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang.

^{21,22} Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang.

PENDAHULUAN

Sistem proteksi merupakan suatu sistem pengaman terhadap peralatan listrik. Pengamanan peralatan akan aktif jika adanya gangguan teknis, gangguan alam, kesalahan operasi dan penyebab lainnya. Pada setiap sistem proteksi di Industri harus mampu bekerja sesuai dengan tujuan dan kemampuan serta fungsinya, yang akan ditentukan terhadap jenis gangguan yang sedan terjadi. Jika terjadi sebuah gangguan dan proteksi tidak mampu bekerja, akan mengakibatkan kerugian yang besar. Kerugian tersebut mencakup dari segi kerusakan yang lebih luas terhadap peralatan instalasi itu sendiri maupun tidak lancarnya penyaluran tenaga listrik. Untuk

menyempurnakan koordinasi proteksi diperlukan pengaturan proteksi, dengan memperhitungkan dan meninjau bahaya busur api (*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*.

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. PT. Pertamina RU-III Plaju, mengharapkan tercapainya nilai tersebut dengan pengaturan dan besarnya energi yang memenuhi standart NFPA 70 E, yang dapat menghindarkan pekerja terkena dampak bahaya kerusakan dan kebakaran dari peralatan-peralatan kelistrikan di SS#1B S.Gerong di PT. Pertamina RU-III Plaju.

METODOLOGI PERANCANGAN

Arc Flash

Arc flash merupakan ledakan panas, gas panas, dan logam cair yang diakibatkan oleh *short circuit* pada peralatan yang memiliki sumber tegangan. Adanya beda tegangan pada kontak dapat menyebabkan *arc flash* melalui sebuah proses ionisasi, deionisasi dan emisi. Pada hasil emisi thermis dan emisi medan tinggi akan memperkuat proses ionisasi, sehingga perpindahan muatan antar kontak terus berlangsung.

Arc flash merupakan total energi yang dilepaskan ketika terjadi gangguan hubung singkat. Energi dilepaskan melalui udara mengalir ke konduktor lain atau mengalir ke tanah. Dan ketika manusia berada di dekat dengan *arc flash*, akan menyebabkan cedera serius dan bahkan kematian dapat terjadi. Berbagai faktor yang dapat menentukan cedera akibat *arc flash* adalah adanya penaruh suhu, lama waktu pengaman ketika memutuskan dan kedekatan kaum pekerja dengan sumber *arc flash*.

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.

Simulasi *arc flash* dapat dilakukan dan diamati dengan bantuan *software* ETAP. Setelah melakukan penelitian dan analisa terhadap penelitian ini diharapkan dapat mengetahui nilai reduksi bahaya energi *arc flash* terhadap pekerja yang harus ditetapkan alat pelindung diri yang disesuaikan dengan kategori besarnya energi *arc flash* serta mengacu pada standart NFPA 70 E.

RUMUS PENCARIAN ENERGI ARC FLASH

Pencarian persamaan nilai *arc flash* pada perhitungan besar energi yang terjadi pada saat terjadinya peristiwa *arc flash* adalah sebagai berikut :

$$E_n = (4.184).C_f.10^{(K_1-K_2+1.08.\log(I_a)+0.0011G)} \cdot \left(\frac{t}{0.20}\right) \cdot \left(\frac{610^3}{D^2}\right)$$

Dimana :

E_n : Energi dalam J/Cm^2

C_f : Faktor kalkulasi, 1.0 untuk tegangan lebih dari 1 kV dan 1.5 untuk dibawah 1 kV

K_1 : -0.792 untuk konfigurasi terbuka dan -0.555 untuk konfigurasi tertutup

K_2 : 0 untuk tidak netral dan sistem HRG dan -0.133 untuk sistem netral

I_a : Magnitude arus busur api

G : Jarak antar konduktor (mm)

t : Durasi busur api

X : Jarak eksponen

RUMUS PENCARIAN DURASI WAKTU TERJADINYA ARC FLASH

$$t = \frac{E.(0.20).4.1667}{(4.184).C_f.10^{(K_1+K_2+1.08.\log(I_a)+0.0011G)} \cdot \left(\frac{t}{0.20}\right) \cdot \left(\frac{610^3}{D^2}\right)}$$

Dimana :

E : Energi dalam Cal/Cm^2

C_f : Faktor kalkulasi, 1.0 untuk tegangan lebih dari 1 kV dan 1.5 untuk dibawah 1 kV

K_1 : -0.792 untuk konfigurasi terbuka dan -0.555 untuk konfigurasi tertutup

K_2 : 0 untuk tidak netral dan sistem HRG dan -0.133 untuk sistem netral

I_a : Magnitude arus busur api

G : Jarak antar konduktor (mm)

t : Durasi busur api

X : Jarak eksponen

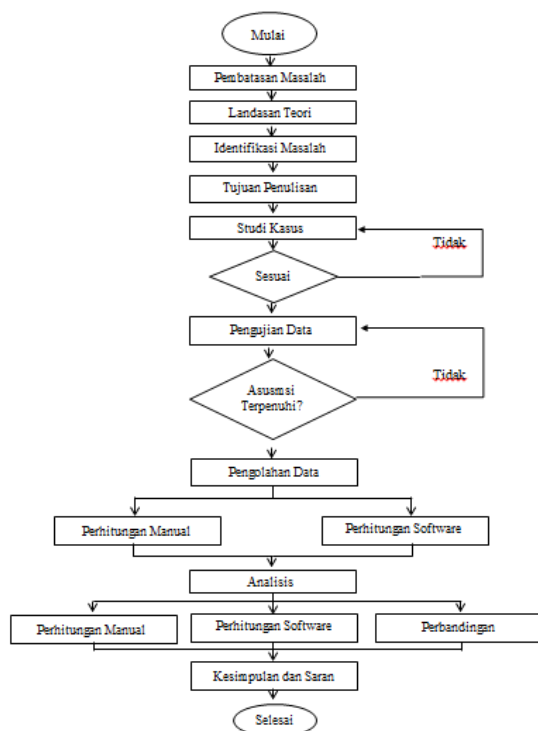
KATEGORI ARC FLASH

Menurut standart IEEE 1584-2002 terdapat beberapa kategori yang didasarkan kepada besarnya energy dalam satuan cal/cm²:

- A. Kategori 0: besar energi dari 0-1.2 cal/cm²
- B. Kategori 1: besar energi lebih dari 1.2 cal/cm² sampai 5 cal/cm²
- C. Kategori 2: besar energi lebih dari 5 cal/cm² sampai 8 cal/cm²
- D. Kategori 3: besar energi lebih dari 8 cal/cm² sampai 25 cal/cm²
- E. Kategori 4: besar energi lebih dari 25 cal/cm² sampai 40 cal/cm²

LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

Setelah mengetahui software dan rumus yang dibutuhkan, simulasi arc flash dimulai dengan membuat perencanaan pengerjaan dari mulai proses studi kasus hingga analisis. Perencanaan pengerjaan itu dapat di lukiskan dalam diagram alur seperti yang di bawah ini.



Gambar 1 Diagram perencanaan Simulasi Arc Flash

PEMBAHASAN

Pencarian nilai durasi waktu terjadinya *arc flash* akan di bahas pada sub-bab ini berdasarkan data yang di dapat dari perusahaan. Nilai yang akan di cari adalah energi *arc flash* pada setiap bus dan durasi waktu terjadinya *arc flash*. Adapun mengenai bus-bus yang akan dianalisis adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Bus yang Akan Dilakukan Analisis Busur Api

No.	Bus ID	Level Tegangan
1	1B-B-1	6.9kV
2	1B-B-2	6.9kV
3	2B-B-1	6.9kV
4	2B-B-2	6.9kV
5	8B-B-1	6.9kV
6	8B-B-2	6.9kV
7	9B-B-1	6.9kV
8	9B-B-2	6.9kV

Pada perhitungan busur api menggunakan standar IEEE 1584-2002, yang harus diketahui adalah data mengenai arus gangguan *bolted* dan FCT (*fault clearing time*) pada tiap bus yang dianalisis. Berikut rekapitulasi hasil nilai FCT dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Data arus gangguan bolted (Isc bolted) dan FCT

No.	Bus ID	Tegangan (kV)	Isc bolted (kA)	FCT (det)
1	1B-B-1	6.9kV	11.05	0.360
2	1B-B-2	6.9kV	11.79	0.400
3	2B-B-1	6.9kV	11.05	0.200
4	2B-B-2	6.9kV	11.79	0.200
5	8B-B-1	6.9kV	11.05	0.200
6	8B-B-2	6.9kV	11.79	0.200
7	9B-B-1	6.9kV	11.05	0.050
8	9B-B-2	6.9kV	11.79	0.050

Dari tabel 2, maka akan dapat dicari arus *arc flash*, energi insiden, dan jarak kerja dengan menggunakan metode standar IEEE 1548-2002. Hasil simulasi tersebut dapat dilihat dari tabel 3 di bawah ini:

Tabel 2. Data hasil simulasi menggunakan standar IEEE 1584-2002

No.	Bus ID	Arus Raging (kA)	Energi Insiden(cal/cm ²)	Kategori Bahaya
1	1B-B-1	10,690	6,487	2

No.	Bus ID	Arus Rasing (kA)	Energi Insiden(cal/cm ²)	Kategori Bahaya
2	1B-B-2	13,13	7,734	2
3	2B-B-1	12,23	3,234	1
4	2B-B-2	12,16	3,287	1
5	8B-B-1	14,6	3,234	1
6	8B-B-2	13,38	3,867	1
7	9B-B-1	13,71	0,901	0
8	9B-B-2	14,45	0,966	0

Salah satu rincian perhitungan busur api menggunakan standar IEEE 1584-2002 dapat dilihat sebagai berikut:

Perhitungan arus *arcing* (I_a):

$$\log(I_A) = 0,00402 + 0,983 \log(I_B)$$

$$\log(I_A) = 0,00402 + 0,983 \log(11,05)$$

$$\log(I_A) = 1,029$$

$$I_A = 10,690 \text{ kA}$$

Perhitungan Energi Insiden (E):

$$E_n = 10^{K1+K2+1,081 \log(I_a)+0,0011 G}$$

$$E_n = 10^{-0,555+0+1,081 \times 1,029+0,0011 \times 153}$$

$$E_n = 5,316 \text{ J/cm}^2$$

$$E = 4,184 \times C_f \times E_n \times \left(\frac{t}{0,2}\right) \times \left(\frac{610^x}{D^x}\right)$$

$$E = 4,184 \times 1 \times 5,316 \times \left(\frac{0,360}{0,2}\right) \times \left(\frac{610^{0,973}}{910^{0,973}}\right)$$

$$E = 4,184 \times 1 \times 5,316 \times 1,8 \times 0,678$$

$$E = 27,144 \text{ J/cm}^2$$

$$E = 27,144 / 4,184$$

$$E = 6.487 \text{ cal/cm}^2$$

Perhitungan jarak batas perlindungan (D):

$$D_B = \sqrt[0,973]{4,184 \times C_f \times E_n \times \left(\frac{t}{0,2}\right) \times \left(\frac{610^x}{E_B}\right)}$$

$$D_B = \sqrt[0,973]{4,184 \times 1 \times 5,316 \times \left(\frac{0,360}{0,2}\right) \times \left(\frac{610^{0,973}}{5}\right)}$$

$$D_B = \sqrt[0,973]{4,184 \times 1 \times 5,316 \times 1,8 \times 102,602}$$

$$D_B = 5174,63 \text{ mm} = 16,977 \text{ ft}$$

PENENTUAN KATEGORI PPE (PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT)

Berdasarkan hasil perhitungan nilai insiden energi *arc flash* diatas kita bisa mengelompokkan kategori energi busur api dan menentukan APD yang digunakan untuk kerja aman pada setiap bus. Berikut merupakan *personal protective equipment* (PPE) sesuai standar IEEE 1584-2002.

Tabel 4. Personal Protective Equipment (PPE) standar IEEE 1584-2002

Insident Energy		Hazart Risk Category	Required Minimum Arc Rating of PEE (cal/cm)	Class Color
From	To			
0	1.2	0	N/A	
1.2	4.0	1	4	
4.0	8.0	2	8	
8.0	25.0	3	25	
25.0	40.0	4	40	

Semakin besar energi *arc flash* yang ditimbulkan juga akan mempengaruhi jenis kategori alat perlindungan diri yang akan digunakan pekerja pada saat perawatan atau perbaikan pada peralatan bertegangan.

KESIMPULAN

Pada *one line diagram* di SS#1B S.Gerong semua parameter bus 01-B-1 L, 01-B-1 R, 02-B-1 L, 02-B-1 R, 08-B-1 A, 08-B-1 B, 09-B-1 A, 09-B-1 B telah memenuhi kategori *arc flash* yang telah ada dalam teori *arc flash* sesuai kategori standart IEEE 1584-2002. Pada parameter bus tidak ada ditemukan tingkat bahaya *arc flash* pada kategori 4.

Pada parameter bus, 09-B-1 A, 09-B-1 B dalam kategori bahaya listrik tingkat 0, sedangkan bus 02-B-1 L, 02-B-1 R, 08-B-1 A, 08-B-1 B dalam kategori bahaya listrik tingkat 1, pada 01-B-1 L, 01-B-1 R dalam kategori bahaya listrik tingkat 2 hasil itu diperoleh dari perhitungan besar energi dan durasi waktu terjadinya *arc flash* menggunakan software ETAP 12.6 sehingga dapat menentukan standar alat pelindung diri pekerja dan label *arc flash* agar dapat terhindar dari bahaya *arc flash* yang ditimbulkan oleh *short circuit* yang bekerja di daerah tersebut.

Berdasarkan data yang didapatkan pada tabel 4 mengenai data *bus* dan perhitungan energi busur api, dapat disimpulkan bahwa semakin besar arus gangguan maka semakin besar arus *arching* yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anantassia, Sari dan Deniswara Syahda Adrianto, Arc Flash Hazard Analysis di 13,8 kV Central Duri dan Bekasap Main Substation PT Chevron Pacific Indonesia dengan Menggunakan Software Etap 11.0.0. Pekanbaru, 2014.
- Jatmiko, Priyo. Training Basic PLC. Kartanagari. Jakarta, 2015.
- Marsudi, Djiteng. Pembangkitan Energi Listrik. Erlangga. Jakarta, 2005.
- NFPA 70E., "Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces 2009 Edition", NFPA 70E-2009.
- Prasongko, Firman Aji, Margo Pujiantara dan Ontoseno Penangsang, Analisis dan Reduksi Bahaya Arc Flash Pada Sistem Kelistrikan, Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya, 2012.
- Sumanto. Teori Transformato. Andi Offset. Yogyakarta, 1996.
- Wildan, Muhammad, Teguh Yuwono dan Ontoseno Penangsang. *Pengaruh Kedip Tegangan dan Koordinasi Relai Arus Lebih pada Pabrik Semen*. Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya, 2012.
- Workplace Safety Awareness Council, "ArcHandout", Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor.