

SKRIPSI

ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH PADA PANEL INDUK 2 DI PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG DENGAN SOFTWARE ETAP POWER STATION



Disusun Oleh

KHAIRUN KAMAL

07. 12. 021

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH PADA PANEL INDUK 2 DI
PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG DENGAN
SOFTWARE ETAP POWER STATION**

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik*

Disusun oleh :

KHAIRUN KAMAL

07.12.021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. Y. 1018800189

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir.M.Abd.Hamid,MT
NIP. Y. 1018800188

Ir.Teguh Herbasuki,MT
NIP.Y.1038900209

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH PADA PANEL INDUK 2 DI PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG DENGAN SOFTWARE ETAP POWER STATION

Khairun Kamal
0712021

Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jln. Raya Karanglo Km 2 Malang
ayyub@pesmafirdaus.com

Dosen Pembimbing : 1. Ir.M.Abd.Hamid,MT
2. Ir.Teguh Herbasuki,MT

Abstrak

Salah satu penunjang dalam kehidupan manusia modern adalah listrik, dimana listrik sudah menjadi kebutuhan primer untuk beraktifitas dan produksi. Karena kebutuhan listrik yang semakin meningkat dan kebakaran sering terjadi karena listrik, maka dibutuhkan cara untuk pencegahan terjadinya busur api (arc flash) yang diakibatkan oleh beda potensial. Makalah ini akan menganalisa dan mitigasi panel induk 2 di PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG dengan menggunakan program ETAP powerstation. Hasilnya simulasi menunjukkan bahwa perubahan nilai pada kategori 0 dan kategori 1 ini tergantung jarak flash protection boundarynya dan lama OCRnya bekerja.

Kata kunci: *Etap, Arc flash, Flash protection boundary, simulasi, menganalisa, mitigasi.*

Abstract

One of proponent in the modern human life is the electric, where electric has become a primary requiemment for the production activity and proceed. because the necessaries electric rises and many burned a way to prevent happen because of electric, then we need for prevention to happen arc flash couse potency distrinction. this working paper will analyse and mitigation primary panel 2 in PT MUSTIKA BAHAN JAYA LUMAJANG to have the disporall of programme ETAP powerstation. the indicated effect is change of value in category 0 and category 1 to agree with distance in this flash protection boundary and OCR is working long

Key Word: *Etap, arc flash, flash protection boundary, simulation, analyse, mitigation and OCR.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Metodologi Penelitian.....	2
1.7 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Arc Flash.....	5
2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Arc Flash(busur api).....	7
2.3 Panas yang Ditimbulkan Busur Api Listrik.....	9
2.4 Menjalankan dan Membuka Arc Flash.....	11
2.4.1 Memasukkan Data Arc Flash Untuk Sebuah Bus.....	11
2.4.2 Menjalankan Analisis Arc Flash.....	14
BAB III ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH	
3.1 Etap Power Station.....	17
3.2 Alat-Alat yang Digunakan.....	18
3.2.1 Motor Induksi Tiga Phasa.....	18

3.3	Analisa Arc Flash.....	20
3.3.1	BUS 1 dan 4.....	20
3.3.1.1	BUS 1.....	20
3.3.1.2	BUS 4.....	23
3.3.1.3	Short Circuit Study Case.....	26
3.4	Mitigasi Arc Flash.....	31
3.4.1	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Arc Flash.....	31
3.4.2	Mitigasi yang Dilakukan Ketika Terjadi Arc flash.....	32
3.5	Flowchart Pemecahan Masalah Secara umum.....	34
3.5.1	Simulasi.....	34

BAB IV HASIL SIMULASI

4.1	Single Line Diagram.....	35
4.2	Simulasi Arc Flash.....	36

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran.....	44

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Medan Listrik Diantara Dua Elektroda.....	5
Gambar 2.2	Busur Api Diantara Dua Elektroda.....	7
Gambar 2.3	Arc flash(Busur Api) Di Antara Kedua Kontak Pemutus Tenaga.....	10
Gambar 2.4	Bus Editor Rating.....	12
Gambar 2.5	Bus Editor Arc Flash.....	13
Gambar 2.6	Short Circuit Study Case.....	15
Gambar 2.7	ANSI Short Circuit.....	16

Gambar 3.1	Bus 1 Info Editor.....	20
Gambar 3.2	Bus 1 Rating Editor.....	21
Gambar 3.3	Bus 1 Arc Flash Editor.....	22
Gambar 3.4	Bus 4 Info Editor.....	23
Gambar 3.5	Bus 4 Rating Editor.....	24
Gambar 3.6	Bus 4 Arc Flash Editor.....	25
Gambar 3.7	Short Circuit Study Case Info.....	26
Gambar 3.8	Short Circuit Study Case Standard.....	27
Gambar 3.9	Short Circuit Study Case Arc Flash.....	28
Gambar 3.10	Short Circuit Study Case AF Data.....	29
Gambar 3.11	Overcurrent Relay Editor Out Put.....	30
Gambar 3.12	Current Transformer(CT) Editor Rating.....	31
Gambar 3.13	Flowchart.....	34
Gambar 4.1	Single line diagram panel induk 2 PT.MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG.....	35
Gambar 4.2	Setelah menjalankan arc flash.....	36
Gambar 4.3	Peringatan busur api dan bahaya sengatan pada bus 1.....	41
Gambar 4.4	Busur api dan bahaya sengatan pada bus 4.....	42

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Semakin berkembangnya teknologi semakin banyak permasalahan yang dihadapi. Salah satu masalah yang sering terjadi di perusahaan adalah resiko kebakaran yang diakibatkan oleh arc flash, penyebab terjadinya adalah karena pada waktu pemutusan atau penghubungan suatu rangkaian sistem tenaga listrik maka pada PMT akan terjadi busur api (arc flash), hal tersebut terjadi karena pada saat kontak PMT dipisahkan, beda potensial diantara kontak akan menimbulkan medan elektrik diantara kontak tersebut. Arus yang sebelumnya mengalir pada kontak akan memanaskan kontak dan menghasilkan emisi termis pada permukaan kontak. Sedangkan medan elektrik menimbulkan emisi medan tinggi pada kontak katoda (K). Kedua emisi ini menghasilkan elektron bebas yang sangat banyak dan bergerak menuju kontak anoda (A). Elektron-elektron ini membentur molekul netral media isolasi dikawasan positif, benturan-benturan ini akan menimbulkan proses ionisasi. Kondisi ini yang terjadi pada panel induk 2 di PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG.

Untuk memadamkan busur api tersebut perlu dilakukan usaha-usaha yang dapat menimbulkan proses deionisasi, jika pengurangan partikel bermuatan karena proses deionisasi lebih banyak daripada penambahan muatan karena proses ionisasi, maka busur api akan padam. Ketika busur api padam, di sela kontak akan tetap ada terpaan medan elektrik. Jika suatu saat terjadi terpaan medan elektrik yang lebih besar daripada kekuatan dielektrik media isolasi kontak, maka busur api akan terjadi lagi.

Program yang dipakai untuk menganalisa dan mitigasi arc flash menggunakan program etap power station, program ini memudahkan bagi penggunaanya untuk menganalisa dan mitigasi arc flash karena telah tersedia programnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka penulis akan merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apa penyebab terjadinya arc flash (busur api) pada panel induk 2 di PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG
2. Bagaimana cara mengatasi/pencegahan terjadinya arc flash?

Dari permasalahan di atas maka judul skripsi ini berjudul:

ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH PADA PANEL INDUK 2 DI PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG DENGAN SOFTWARE ETAP POWER STATION

1.3 Batasan Masalah

dalam pembuatan tugas laporan akhir ini, penulis akan membatasi masalah yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Penulis hanya menganalisa dan mitigasi arc flash pada panel induk 2 di PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG
2. Analisa dan mitigasi hanya menggunakan program etap power station
3. Data hanya diambil pada panel induk 2 di PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG

1.4 Tujuan penelitian

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan di atas maka, tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah

1. Menganalisa dan mitigasi arc flash pada panel induk 2 di PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mencegah kebakaran yang diakibatkan arc flash di PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG

1.6 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Kajian literatur
yaitu kajian pustaka untuk mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang ada, yang berhubungan dengan permasalahan.
2. Pengumpulan Data
Bentuk data yang digunakan adalah :
 - @ Data kuantitatif, yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka.
 - @ Data kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini single line diagram PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG
3. Menganalisa data-data yang telah dikumpulkan pada panel induk 2 PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG dengan kapasitas 197 kVA
4. Proses mitigasi arc flash pada panel induk 2 PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG
5. Menguji panel induk 2 PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG sebelum pencegahan arc flash dan sesudah pencegahan arc flash
6. Kesimpulan
Menarik kesimpulan dari hasil analisa data

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika dari pembahasan didalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 : KAJIAN PUSTAKA

Berisi tentang landasan teori mengenai permasalahan yang berhubungan dengan analisa yang dilakukan.

BAB 3 : PERANCANGAN, ANALISA DAN MITIGASI

Dalam bab ini berisi mengenai analisa sistem dan mitigasi arc flash baik soft ware maupun alat yang diperlukan untuk menganalisa dan mitigasi arc flash.

BAB 4 : ANALISIS SISTEM DAN SIMULASI

Bab ini berisi tentang data dan hasil simulasi menggunakan software etap power station.

BAB 5 : PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran

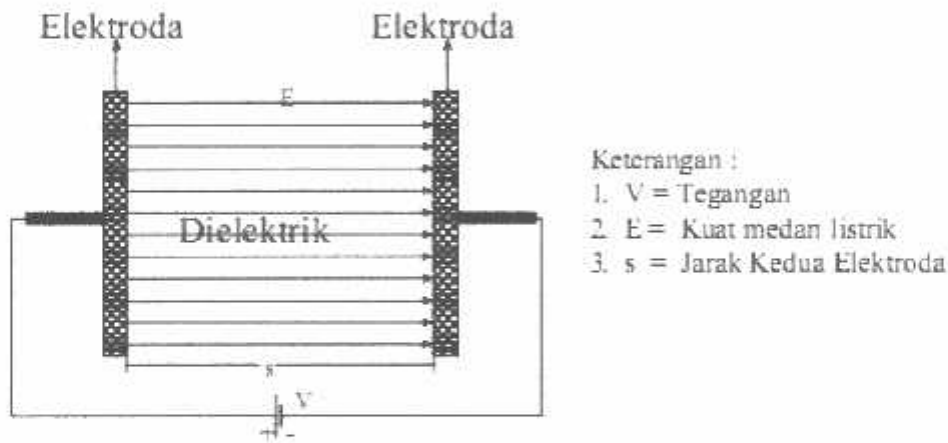
DAFTAR PUSTAKA

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Arc Flash

Bahan isolasi atau dielektrik adalah suatu bahan yang memiliki daya hantar arus yang sangat kecil atau hampir tidak ada. Bila bahan isolasi tersebut berubah sifat menjadi konduktif atau dengan kata lain, bahan isolasi tersebut bisa menghantarkan arus listrik, maka bahan isolasi tersebut sudah tembus listrik (breakdown). Proses berubahnya sifat isolator menjadi konduktif akan dijelaskan di bawah ini. Pada Gambar 2.1, ditunjukkan dua elektroda sejajar yang dipisahkan dengan bahan dielektrik, dimisalkan udara. Apabila elektroda dihubungkan ke sumber, maka akan timbul medan listrik di antara kedua elektroda tersebut. Kuat medan listrik pada setiap titik di antara kedua elektroda adalah sama.



Gambar 2.1

Medan Listrik Diantara Dua Elektroda

Hubungan antara tegangan (V), kuat medan listrik (E) dan jarak kedua elektroda

(s) adalah:

$$E = \frac{V}{s} \left(\frac{\text{volt}}{\text{cm}} \right)$$

Pada udara terdapat banyak atom/atom netral. Atom/atom netral tersebut memiliki jumlah elektron dan proton yang sama. Elektron pada atom netral terikat dengan inti atom netral, sehingga elektron tersebut tidak terlepas dari lintasannya. Medan listrik yang timbul akan memberi gaya kepada elektron/elektron supaya terlepas dari ikatannya dan menjadi elektron bebas. Dengan kata lain, medan listrik merupakan suatu beban yang menekan dielektrik agar berubah sifat dari isolator menjadi konduktor. Setiap dielektrik mempunyai batas kekuatan untuk memikul terpaan medan listrik. Jika terpaan medan listrik yang dipikulnya lebih besar dari batas kekuatannya dan terpaan berlangsung cukup lama, maka dielektrik akan menghantarkan arus listrik atau dielektrik tersebut gagal melaksanakan fungsinya sebagai isolator. Dalam hal ini, dielektrik disebut telah rusak atau tembus listrik (*breakdown*). Kekuatan dielektrik adalah kuat medan listrik tertinggi yang dapat dipikul oleh suatu dielektrik tanpa menyebabkan dielektrik tersebut tembus listrik (*breakdown*).

Setelah bahan dielektrik tersebut terjadi tembus listrik dan sumber tegangan tidak dilepaskan, maka medan listrik di antara kedua elektroda akan tetap ada. Sehingga kejadian tembus listrik tersebut akan berlanjut menjadi arc flash (busur api).

Jadi arc flash (busur api) akan terjadi setelah ada kejadian tembus listrik yang mendahuluinya, dengan syarat :

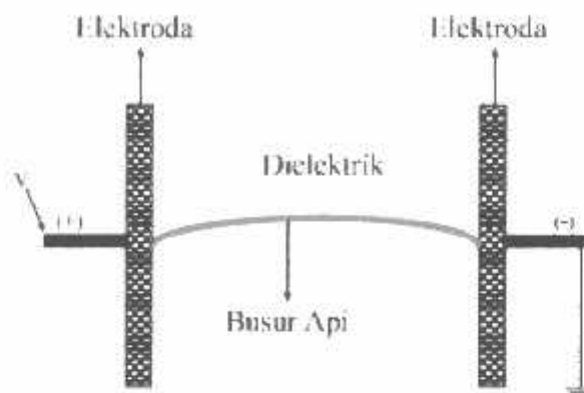
1. Terpaan medan listrik harus lebih besar dari besar atau sama dengan kekuatan

dielektrik bahan isolasi tersebut.

2. Lama terpaan harus berlangsung lebih lama.

Jadi secara singkat, arc flash (busur api) dapat diartikan sebagai proses perpindahan muatan yang terjadi di antara kedua elektroda dan yang melalui bahan dielektrik, dimana bahan dielektrik tersebut telah berubah sifat dari isolasi menjadi konduktor.

Gambar di bawah menunjukkan arc flash(busur api) yang terjadi di antara dua elektroda.



Gambar 2.2

Busur api diantara dua elektroda

2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Arc Flash(busur api)

Arc flash(busur api) yang terjadi tidaklah terlepas dari beberapa faktor yang mempengaruhinya. Adapun faktor/faktor tersebut adalah :

1. Beda Potensial.
2. Jarak Antar Kedua Elektroda.
3. Bentuk Permukaan Elektroda.
4. Pengaruh Benda Lain Di Antara Kedua Elektroda.

Berikut akan dijelaskan secara singkat masing/masing pengaruh terjadinya arc flash(busur api) di atas.

1. Beda Potensial

Pada awal telah dijelaskan apabila di antara kedua elektroda sejajar diberikan sumber tegangan, maka akan timbul medan listrik di antara kedua elektroda sejajar tersebut yang besarnya sama dengan persamaan 2.1. Medan

listrik yang terjadi di antara kedua elektroda akan menerpa bahan isolasi yang juga berada di antara kedua elektroda. Dimana medan listrik tersebut berbanding lurus dengan tegangan, dan berbanding terbalik dengan jarak antara kedua elektroda. Semakin besar tegangan yang diberikan di antara kedua elektroda, maka semakin besar pula medan listrik yang timbul. Apabila kuat medan listrik yang menerpa bahan isolasi melebihi kekuatan dielektriknya, maka bahan isolasi tersebut akan tembus listrik yang berlanjut menjadi busur api.

2. Jarak Antar Kedua Elektroda

Seperti pada persamaan 2.1, semakin dekat jarak antara kedua elektroda, maka medan listrik yang ditimbulkan juga akan semakin besar. Apabila kuat medan listrik yang menerpa bahan isolasi lebih besar dari kekuatan dielektrik bahan isolasi tersebut, maka bahan isolasi akan tembus listrik yang berlanjut menjadi busur api.

3. Bentuk Permukaan Elektroda

Bentuk permukaan dari elektroda akan mempengaruhi terjadinya busur api. Berikut akan dijelaskan secara singkat pengaruh dari bentuk permukaan elektroda tersebut. Apabila di antara dua buah elektroda sejajar diberikan sumber tegangan, maka akan timbul medan listrik di antara kedua elektroda sejajar tersebut. Garis/garis yang menghubungkan kedua elektroda disebut garis/garis medan listrik. Garis/garis medan listrik tersebut sering juga disebut sebagai garis/garis gaya listrik.

4. Pengaruh Benda Lain Di Antara Kedua Elektroda

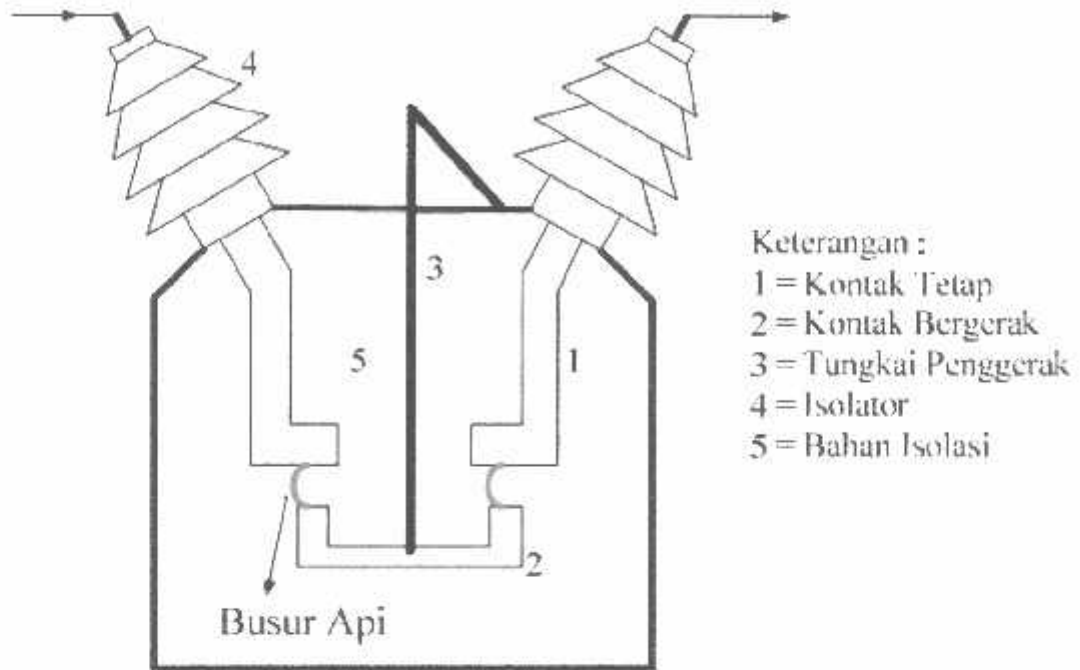
Apabila di antara dua elektroda plat sejajar diberikan sumber tegangan, maka dielektrik yang berada di antara kedua elektroda plat akan diterpa medan listrik. Jika dimisalkan dielektrik tersebut adalah udara, maka bisa saja di antara kedua elektroda plat tersebut terdapat suatu benda yang bersifat konduktif. Dengan demikian, antara elektroda plat dan benda lain tersebut akan timbul medan listrik. Kuat medan listrik yang timbul antara elektroda plat dengan benda lain tersebut relatif besar karena jarak antara elektroda plat dengan benda lain

relatif dekat, sehingga kejadian tembus listrik bisa terjadi di antara elektroda plat dengan benda lain dan berlanjut menjadi busur api. Busur api yang terjadi antara elektroda plat dengan benda lain tersebut akan mempengaruhi daerah yang belum terjadi busur api, sehingga lama kelamaan di antara kedua elektroda plat akan terjadi busur api.

2.3 Panas Yang Ditimbulkan Busur Api Listrik

Pemutus tenaga (circuit breaker) memiliki 2 kontak yaitu kontak tetap dan kontak bergerak. Pada keadaan normal atau pada saat pemutus tenaga bekerja, kontak tetap dan kontak bergerak dalam keadaan tertutup. Pada saat pemutus tenaga bekerja, arus listrik yang disalurkan dari pusat pembangkit ke beban akan mengalir melalui kontak/kontak pemutus tenaga tersebut. Arus listrik ini disebut arus sistem. Pada keadaan tidak normal atau saat terjadi gangguan pada sistem, pemutus tenaga akan membuka kontak/kontaknya untuk membuka rangkaian sistem. Pada saat kontak/kontak pemutus tenaga ini membuka, akan terjadi busur api di antara kontak/kontaknya.

Gambar 2.3 berikut menunjukkan busur api yang terjadi di antara kontak/kontak pemutus tenaga pada saat kontak terbuka.



Gambar 2.3

Arc flash(Busur Api) di antara kedua kontak pemutus tenaga

Busur api yang terjadi mempunyai nilai tahanan atau resistansi. Besarnya nilai tahanan dari busur api tersebut adalah :

$$R \sim \rho \frac{L}{A}$$

Dalam hal ini:

R= Tahanan Busur Api(Ω)

P=Tahanan Jenis Busur Api(Ω m)

L =Panjang Busur Api(m)

A =Luas Penampang Busur Api(m^2)

Oleh karena arc flash(busur api) mempunyai tahanan, maka busur api akan menimbulkan panas di antara sela kedua kontak pemutus tenaga.

Energi Panas yang ditimbulkan oleh arc flash(busur api) adalah :

$$H = I^2 \cdot R \cdot t$$

Dalam hal ini:

H =Energi Panas Busur Api(joule)

I =Arus Sistem(ampere)

R =Tahanan Busur Api(Ω)

t =Lama Busur Api Terjadi(detik)

Busur api yang terjadi akan menimbulkan panas di antara sela kedua kontak/kontak pemutus tenaga, memanaskan isolasi yang berada di antara sela kontak/kontak tersebut.

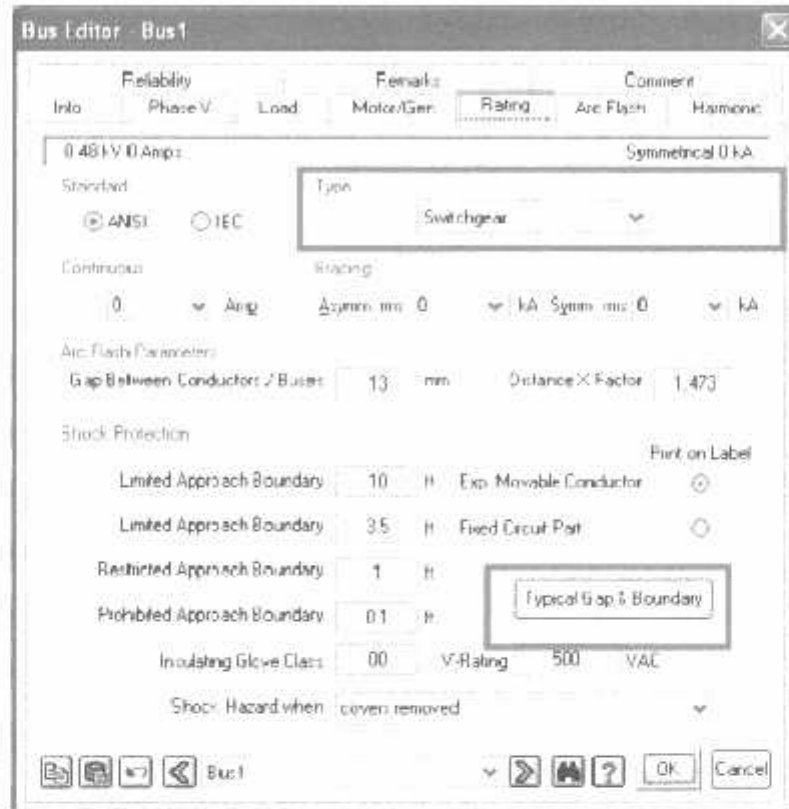
2.4 Menjalankan Dan Membuka Arc Flash

2.4.1 Memasukkan data arc flash untuk sebuah bus

ETAP Arc Flash memiliki gap peralatan tipikal dan X-factor yang dibangun kedalam halaman rating busi ini. Kita bisa mengambil keuntungan dari nilai tipikal ini untuk mengerjakan sebuah kalkulasi Arch Flash.

- Membuka editor untuk bus 1 dan masuk ke halaman rating bus dan memilih jenis peralatan yang direpresentasikan oleh bus. Ini bisa menjadi peralatan yang dicakup seperti MCC atau Switchgears atau open air equipment (tidak dimasukkan dalam sebuah box). Ketika anda telah memilih jenis peralatan, pilih nilai Gap & Boundary tipikal dengan
-

mengklik tombol “Typical Gap and Boundary”. Ini akan membawa semua gap yang dibutuhkan dan informasi faktor x dan batas pendekatan sebagaimana didefinisikan oleh NFPA 70E



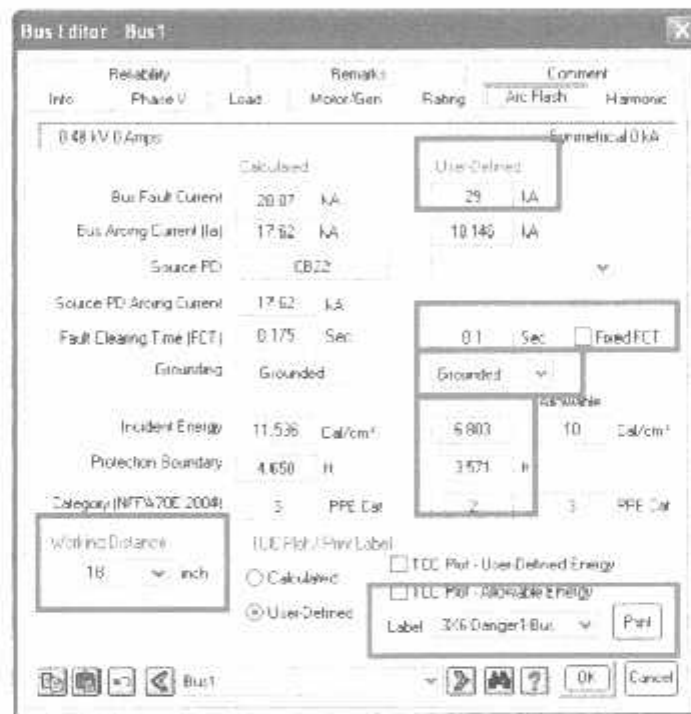
Gambar 2.4

Bus Editor Rating

- Menuju halaman Arc Flash dan memilih jarak kerja. Ini didefinisikan sebagai jarak dari torso orang dan menghadap ke peralatan yang berenergi (biasanya 18 inci untuk peralatan tegangan rendah). Anda juga mendefinisikan jenis grounding sistem feeder peralatan (misal, transformer grounding / source grounding seperti ground solid atau delta). Anda tidak tahu grounding sistem, mengasumsikan sistem ini di-ungrounded akan menghasilkan hasil-hasil konservatif (default). Anda bisa merubah grounding sistem terdefinisi user default dengan memilihnya

dari drop list. ETAP juga bisa dikonfigurasi untuk secara otomatis menentukan grounding sistem.

- Memasukan User Defined Bolted Fault Current. Jika anda tahu bagaimana ini akan mengambil alat protektif untuk membersihkan arc, masukkan informasi ini ke User Defined Arc Fault Clearing Time (FCT). Ini bisa digunakan untuk memodelkan alat proteksi flash khusus. Opsi FCT tetap akan mengijinkan anda untuk mendefinisikan bus mana yang memiliki arc flash khusus.
- Memilih perhitungan User Defined Arc Flash (dengan memilih box radio input Used Defined) dan anda akan mendapatkan energi yang datang, batas proteksi flash dan level bahaya/resiko menurut NFPA 70E 2004.



Gambar 2.5

Bus Editor Arc Flash

- Pilih template label arc flash yang anda inginkan dan klik pada tombol print. Sebuah Crystal report viewer window akan terbuka dengan sebuah

label yang siap untuk mencetak. Halaman bus arc flash akan mengijinkan kita untuk mendapatkan hasil Arc Flash segera.

2.4.2 Menjalankan analisis arc flash

ETAP memberi anda kemampuan mengerjakan sebuah kalkulasi cepat menggunakan nilai user defined atau ini juga menghitung parameter yang dibutuhkan untuk anda secara otomatis. Opsi ini hanya digunakan jika anda ingin mengerjakan skenario "what if" dengan cepat atau anda hanya memiliki satu atau dua bus untuk menganalisa dan anda tidak ingin mengerjakan kalkulasi short circuit tingkat sistem.

Kalkulasi global bisa dilakukan dengan dasar nilai-nilai yang didefinisikan user atau hasil perhitungan sistem. Ini akan memberi anda fleksibilitas untuk bagian-bagian dari sistem dimana anda mungkin kehilangan parameter yang dibutuhkan

- Kalkulasi global arc flash membutuhkan informasi sebagaimana dibutuhkan untuk menjalankan kalkulasi hubung singkat tiga fase. Ini juga meminta anda untuk memilih jenis peralatan, gap, jarak kerja, dan grounding sistem seperti dalam kasus user user defined
 - Anda perlu memilih bus yang anda ingin fault. Anda juga bisa mengerjakan ini melalui infopage dari editor kasus studi Hubung Singkat (SC) sebagaimana ditunjukkan dalam leaflet Hubung Singkat
 - Selanjutnya, anda harus memilih metode analisis dari SC Study case Arch Flash. Ini bisa NFPA atau IEEE 1584. Metode IEDD adalah model yang lebih akurat dan diset default.
-



Gambar 2.6

Short circuit study case

- Langkah selanjutnya membutuhkan seleksi arc fault clearing time (FCT). Default diset sebagai determinasi otomatis dari FCT dari karakteristik arus waktu device protektif star (TCC) dari device protektif. Dalam sebagian besar kasus, solusi yang paling konservatif dicapai dengan memilih sebuah TCC hanya untuk feeder utama PD karena mereka membutuhkan waktu yang lebih lama untuk beroperasi. Jika anda tidak memilih sebuah TCC untuk bus ini, ETAP akan menggunakan FCT terdefinisi user dari halaman bus Arc Flash. ETAP akan mempertimbangkan sebuah device yang terhubung langsung ke bus dan mengangkat waktu clearing yang paling panjang dalam kasus ada beberapa jalur feeder ke bus.
- Opsi sisanya yang dipilih bisa ditinggalkan sebagai default dan menjelaskan sendiri. Anda bisa memilih untuk meng-update hasil perhitungan global kembali ke halaman Arc Flash dari bus ini. Anda bisa

BAB III

ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH

3.1. Etap Power Station

ETAP Power Station adalah software untuk power system yang bekerja berdasarkan plant (project). Software ini dapat melakukan penggambaran single line diagram secara grafis dan mengadakan beberapa analisa/ studi yakni Load Flow (aliran daya), Short Circuit (hubung singkat), motor starting, harmonisa, transient stability, protective device coordination, cable derating dan arc flash. ETAP Power Station juga menyediakan fasilitas library yang akan mempermudah desain suatu system kelistrikan. Library ini dapat diedit atau ditambahkan dengan informasi peralatan bila perlu.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam bekerja dengan ETAP Power Station adalah:

#One Line Diagram, menunjukkan hubungan antar komponen/ peralatan listrik sehingga membentuk suatu system kelistrikan.

#Library, informasi mengenai semua peralatan yang akan dipakai dalam system kelistrikan. Data elektrik maupun mekanis dari peralatan yang detail/ lengkap dapat mempermudah dan memperbaiki hasil simulasi/ analisa.

#Standar yang dipakai, biasanya mengacu pada standar IEC atau ANSI, frekuensi system dan metode yang dipakai.

#Study Case, berisikan parameter yang berhubungan dengan metode studi yang dilakukan dan format hasil analisa

3.2 Alat-Alat Yang Digunakan

3.2.1 motor induksi tiga phasa

Tabel 3.1
Motor Induksi Tiga Phasa

Subpanel	nama mesin	Kw	Hp	F (Hz)	Teg(V)	Arus (A)	Rpm	cosØ	berat
moulding 1	motor 1.1	5,5	7,5	50	220/380	10.07/11.5	3000	0,8	
	motor 1.2	5,5	7,5	50	220/380	10.07/11.5	3000	0,8	
	motor 1.3	5,5	7,5	50	220/380	10.07/11.5	3000	0,8	
	motor 2	11	14,5	50	380/660	21.0/20.0	3000	0,88	
	motor 3	0,37	0,5	50	220/380	3,2	700	0,88	
	motor 4	3	4	50	220/380	11.6/6.6	1500	0,85	
moulding 2	motor 1.1	4	5,4	50	220/380	8,2	3000	0,88	
	motor 1.2	4	5,4	50	220/380	8,2	3000	0,88	
	motor 2.2	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 2.3	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 3	3	4	50	220/380	11.6/6.6	1500	0,85	
	motor 4	0,37	0,5	50	220/380	3,2	700	0,88	
moulding 3	motor 1.1	4	5,4	50	220/380	8,2	3000	0,88	
	motor 1.2	4	5,4	50	220/380	8,2	3000	0,88	
	motor 2.2	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 2.3	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 3	3	4	50	220/380	11.6/6.6	1500	0,85	
	motor 4	0,37	0,5	50	220/380	3,2	700	0,88	
moulding 4	motor 1.1	4	5,4	50	220/380	8,2	3000	0,88	
	motor 1.2	4	5,4	50	220/380	8,2	3000	0,88	
	motor 2.2	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 2.3	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 3	3	4	50	220/380	11.6/6.6	1500	0,85	

	motor 4	0,37	0,5	50	220/380	3,2	700	0,88	
moulding 5	motor 1.1	5,5	7,5	50	220/380	10.07/11.5	3000	0,8	
	motor 1.2	5,5	7,5	50	220/380	10.07/11.5	3000	0,8	
	motor 1.3	5,5	7,5	50	220/380	10.07/11.5	3000	0,8	
	motor 2	11	14,5	50	380/660	21.0/20.0	3000	0,88	
	motor 3	0,37	0,5	50	220/380	3,2	700	0,88	
	motor 4	3	4	50	220/380	11.6/6.6	1500	0,85	
moulding 6	motor 1.1	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 1.2	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 1.3	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 1.4	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 1.5	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 1.6	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 2	11	14,5	50	380/660	21.0/20.0	3000	0,88	
	motor 3	3	4	50	220/380	11.6/6.6	1500	0,85	
	motor 4	0,37	0,5	50	220/380	3,2	700	0,88	
moulding 7	motor 1.1	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 1.2	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 1.3	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 1.4	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 1.5	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 1.6	7,5	10	50	220/380	15	2890	0,9	
	motor 2	11	14,5	50	380/660	21.0/20.0	3000	0,88	
	motor 3	3	4	50	220/380	11.6/6.6	1500	0,85	
	motor 4	0,37	0,5	50	220/380	3,2	700	0,88	
sawmil utara									
VACCUM SAWMILL	motor 1	15	20	50	380/660	29	1500		
	motor 2	4,7	5,5	50	380/660	12.0/6.9	3000		

	motor 3	4	5	50	220/380	11.43/6.62	1500		
	motor 4	15	20	50	380/660	29	2920		130
REMAIND	motor 1	5,5	7,5	50	220/380	20.4/11.8	2350	0,84	51
	motor 2	4,7	5,5	50	380/660	12.0/6.9	3000		
cros cut	motor 1 x 16	15	20	50	380/660	29	2920		130
ben saw	motor 1 x 24	3	4	50	220/380	11.6/6.6	1500	0,85	
blower	motor 1	30	40	50	380/660	59,5	1455		
moulding 1234	motor 1	30	40	50	380/660	59,5	1455		

3.3 Analisa Arc Flash

3.3.1 BUS 1 dan 4

3.3.1.1 BUS 1



Gambar 3.1

Bus 1 Info Editor

Data info pada bus 1 diisi nominal kvnya sebesar 0,38,connection 3 phasa dan load diversity factor min:80% dan max:125%.

Reliability		Remarks		Comment		
Info	Phase V	Load	Motor/Gen	Rating	Arc Flash	Harmonic
0.38 kV 600 Amps						Symmetrical 0 kA
Standard		Type				
<input checked="" type="radio"/> ANSI <input type="radio"/> IEC		Panelboard				
Continuous		Bracing				
600		4wp		Asym rms 0		kA, Sym rms 0
kA						
Arc Flash Parameters						
Gap Between Conductors / Busbar				25	mm	Distance X Factor
						1.54
Shock Protection						
Print on Label		Limited Approach Boundary		10	ft	Exp. Movable Conductor
		<input checked="" type="radio"/> Limited Approach Boundary <input type="radio"/> Restricted Approach Boundary <input type="radio"/> Prohibited Approach Boundary		3.5	ft	Fixed Circuit Part
				1	ft	
				0.1	ft	
Insulating Glove Class		00	V-Rating	500	VAC	
Shock Hazard when covers removed						
<input checked="" type="checkbox"/> Automatically Update Arc Flash and Shock Protection Data						

Gambar 3.2

Bus 1 Rating Editor

Data rating pada bus 1 diisi standard ansi,type panelboard,continous 600 Amparc flash parameters:25 mm dan shock protection: limited approach boundary 3,5 ft,restricted boundary 1 ft dan prohibited approach boundary 0,1 ft dan V-Rating 500 VAC



Gambar 3.3

Bus 1 Arc Flash Editor

Data arc flash pada bus 1 diisi calculated: bus fault current 1,641 kA data ini secara otomatis terisi setelah rangkaian jadi dan datanya dimasukkan, bus arcing current 1,332 kA data ini secara otomatis terisi setelah rangkaian jadi dan datanya dimasukkan. Dengan perubahan waktu terjadinya arc flash berpengaruh pada terjadinya incident energi dan flash protection boundary. flash protection boundary dan incident energi akan bertambah panjang ketika waktu bertambah panjang, karena makin lama waktu yang ditempuh maka akan memperpanjang jalur yang dilewatinya, working distancenya 18 inci karena tegangannya rendah.

3.3.1.2 BUS 4

Bus Editor - Bus4

Reliability		Remarks			Comment	
Info	Phase V	Load	Motor/Gen	Rating	Arc Flash	Harmonic
20 kV 600 Amps					Asymmetrical 0 kA	
Info						
ID:	Nominal kV:			20	<input type="radio"/> In Service <input type="radio"/> Out of Service	
Bus Voltage				Connection		
	% V	kV	Angle	3 Phase		
Initial	100	20	0	1 Phase 2W		
Operating	0	0	0	1 Phase 2W		
Equipment				Load Diversity Factor		
Tap #				Min	Max	
				80 %	125 %	
Name				Classification		
Description				Zone	Area	
				1	1	

Buttons: [OK] [Cancel]

Gambar 3.4

Bus 4 Info Editor

Data info pada bus 1 diisi nominal kvnya sebesar 20kv,connection 3 phasa dan load divensity factor min:80% dan max: 125%.

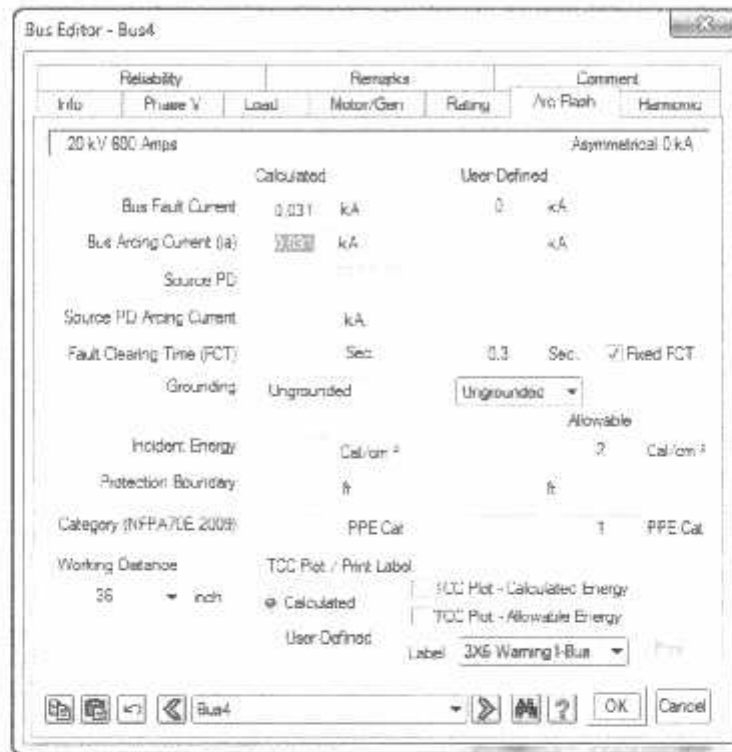
Bus Editor - Bus4

Reliability		Remarks		Comment		
Info	Phase V	Load	Motor/Gen	Rating	Arc Flash	Harmonic
20 kV 600 Amps					Asymmetrical 0 kA	
Standard		Type				
<input checked="" type="radio"/> ANSI <input type="radio"/> IEC		Panelboard				
Continuous		Bracing				
600 Amp		Asym. max 0 kA		Peak 0 kA		
Arc Flash Parameters						
Shock Protection						
Print on Label		Limited Approach Boundary		10 ft	Exp. Movable Conductor	
		Limited Approach Boundary		6 ft	Fixed Grid Part	
		Restricted Approach Boundary		2,58 ft	<input type="button" value="Typical Data"/>	
		Prohibited Approach Boundary		0,8 ft	<input type="button" value="Data Options"/>	
Insulating Glove Class		3	V-Rating	26500	VAC	
Shock Hazard when		covers removed				
<input checked="" type="checkbox"/> Automatically Update Arc Flash and Shock Protection Data						

Gambar 3.5

Bus 4 Rating Editor

Data rating pada bus 4 diisi standard ansi, type panelboard, continuous 600 Amp dan shock protection: limited approach boundary 6ft, restricted boundary 2,58 ft dan prohibited approach boundary 0,8 ft, insulating glove class 3 dan V-Rating 26500 VAC

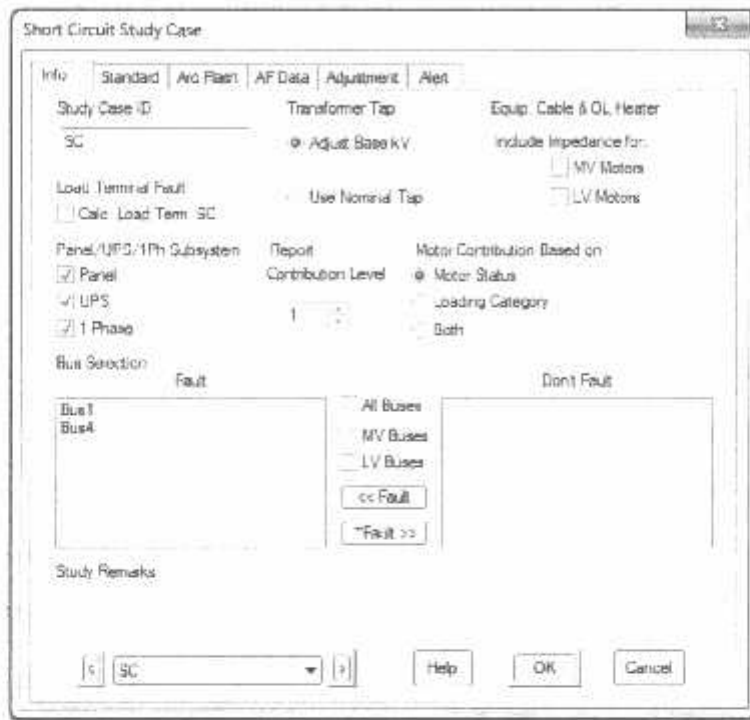


Gambar 3.6

Bus 4 Arc Flash Editor

Data arc flash pada bus 4 diisi calculated: bus fault current 0,031 kA data ini secara otomatis terisi setelah rangkaian jadi dan datanya dimasukkan, bus arcing current 0,031kA data ini secara otomatis terisi setelah rangkaian jadi dan datanya dimasukkan. Dengan perubahan waktu terjadinya arc flash berpengaruh pada terjadinya incident energi dan flash protection boundary. flash protection boundary dan incident energi akan bertambah panjang ketika waktu bertambah panjang, karena makin lama waktu yang ditempuh maka akan memperpanjang jalur yang dilewatinya, working distancenya 36 inci karena tegangannya tinggi

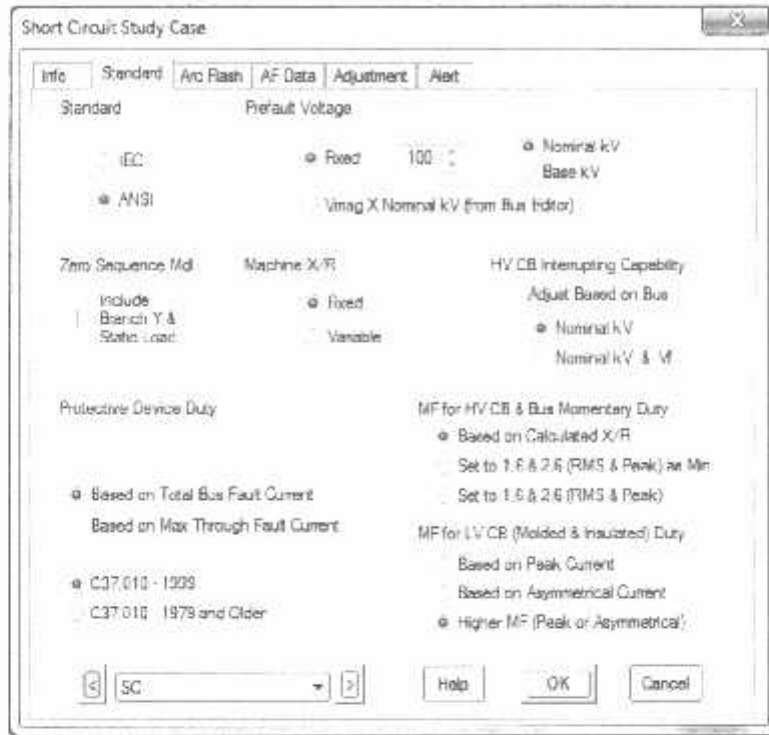
3.3.1.3 Short Circuit Study Case



Gambar 3.7

Short Circuit Study Case Info

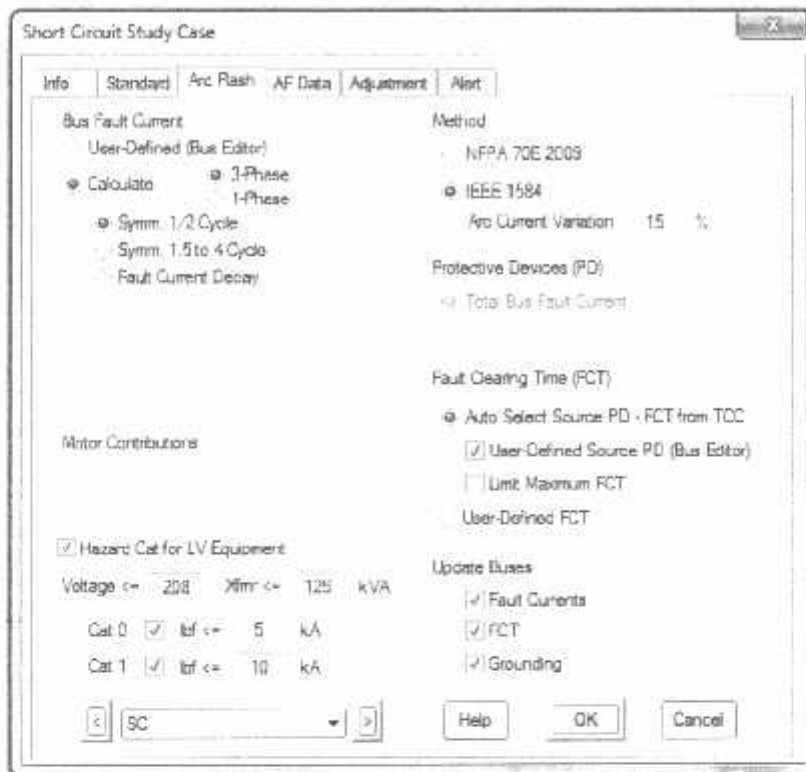
Short circuit study case info, bus selection untuk menjalankan arc flash bus1 dan bus 4 harus diposisi fault.



Gambar 3.8

Short Circuit Study Case Standard

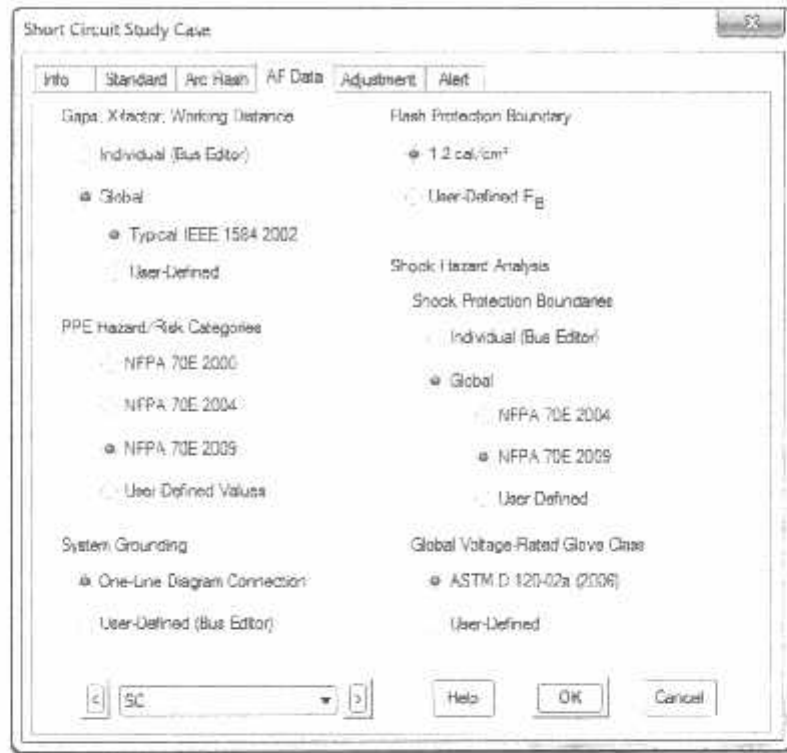
Short circuit study case standard, standard yang dipakai adalah ANSI, prefault voltage: fixed, machine X/R: fixed, HV CB interrupting capability: nominal Kv, protective device duty dipilih based on total bus current.



Gambar 3.9

Short Circuit Study Case Arc Flash

Short circuit study case arc flash, bus fault current dipilih calculate karena tegangan yang akan kita gunakan bisa dijadikan tiga fasa dan satu fasa. 3 fasa dan symm. 1/2 cycle inilah data calculate yang dipilih. method yang digunakan adalah IEEE 1584 dengan arc current variationnya 15%, Fault Clearing Time (FCT) menggunakan auto select source PD - FCT from TCC: user defined source PD (bus editor), update busesnya: Fault Currents, FCT, Grounding.



Gambar 3.10

Short Circuit Study Case AF Data

Short circuit study case AF Data, working distance global: typical IEEE 1584 2002, flash protection boundary 1,2 cal/cm², shock hazard analysis global: NFPA 70E 2009, system grounding: one-line diagram connection dan global voltage-rated glove class: ASTM D 120-02a(2006).

3.3.1.3 Overcurrent relay editor

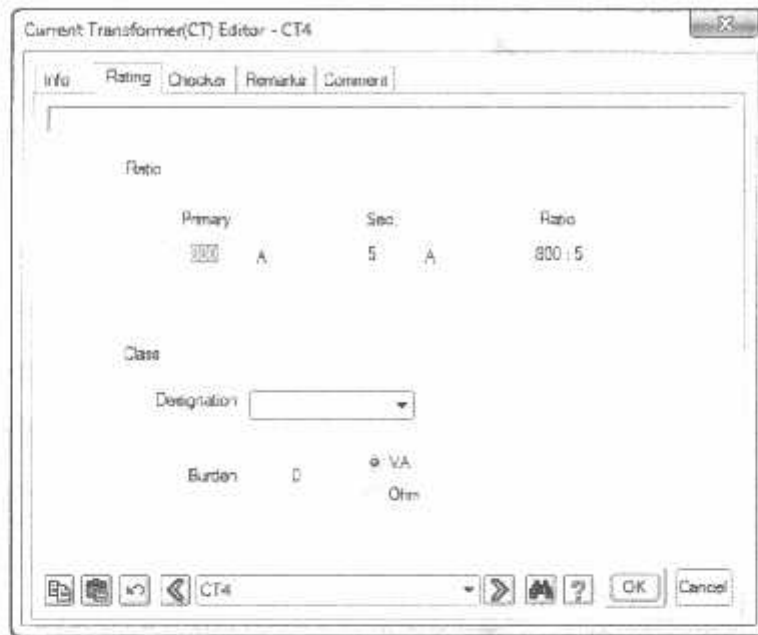


Gambar 3.11

Overcurrent Relay Editor Out Put

Overcurrent relay editor,device:LVCB,ID:CB1-12.Dan OCR pickupnya diisi sesuai besar CBnya.

3.3.1.4 Current Transformer(CT) Editor



Gambar 3.12

Current Transformer(CT) Editor Rating

Current Transformer Rating. Ratio Primarynya:800 A dan Secundernya:5A sesuai ketentuan perusahaan PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG. Jadi Rationya: 800:5.dan setiap Current Transformer yang ada disetiap CB data yang dimasukkan sama.

3.4 Mitigasi Arc Flash

3.4.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Arc Flash(busur api)

Arc flash(busur api) yang terjadi tidaklah terlepas dari beberapa faktor yang mempengaruhinya. Adapun faktor/faktor tersebut adalah :

1. Beda Potensial.

Pada awal telah dijelaskan apabila di antara kedua elektroda sejajar diberikan sumber tegangan, maka akan timbul medan listrik di antara kedua elektroda sejajar tersebut. Medan listrik yang terjadi di antara kedua elektroda akan menerpa bahan isolasi yang juga berada di antara kedua elektroda.

2. Jarak Antar Kedua Elektroda.

semakin dekat jarak antara kedua elektroda, maka medan listrik yang ditimbulkan juga akan semakin besar. Apabila kuat medan listrik yang menerpa bahan isolasi lebih besar dari kekuatan dielektrik bahan isolasi tersebut, maka bahan isolasi akan tembus listrik yang berlanjut menjadi busur api.

3. Bentuk Permukaan Elektroda.

Apabila di antara dua buah elektroda sejajar diberikan sumber tegangan, maka akan timbul medan listrik di antara kedua elektroda sejajar tersebut. Garis/garis yang menghubungkan kedua elektroda disebut garis/garis medan listrik. Garis/garis medan listrik tersebut sering juga disebut sebagai garis/garis gaya listrik.

4. Pengaruh Benda Lain Di Antara Kedua Elektroda.

Apabila di antara dua elektroda plat sejajar diberikan sumber tegangan, maka dielektrik yang berada di antara kedua elektroda plat akan diterpa medan listrik. Jika dimisalkan dielektrik tersebut adalah udara, maka bisa saja di antara kedua elektroda plat tersebut terdapat suatu benda yang bersifat konduktif. Dengan demikian, antara elektroda plat dan benda lain tersebut akan timbul medan listrik.

3.4.2 Mitigasi Yang dilakukan Ketika Terjadi Arc Flash

Untuk memadamkan arc flash(busur api) tersebut perlu dilakukan usaha-usaha yang dapat menimbulkan proses deionisasi, antara lain dengan cara sebagai berikut:

1. Meniupkan udara ke sela kontak, sehingga partikel-partikel hasil ionisasi diijauhkan dari sela kontak.
 2. Menyemburkan minyak isolasi kebusur api untuk memberi peluang yang lebih besar bagi proses rekombinasi.
 3. Memotong busur api dengan tabir isolasi atau tabir logam, sehingga memberi peluang yang lebih besar bagi proses rekombinasi.
 4. Membuat medium pemisah kontak dari gas elektronegatif, sehingga elektron-
-

elektron bebas tertangkap oleh molekul netral gas tersebut.

Jika pengurangan partikel bermuatan karena proses deionisasi lebih banyak daripada penambahan muatan karena proses ionisasi, maka busur api akan padam. Ketika busur api padam, di sela kontak akan tetap ada terpaan medan elektrik. Jika suatu saat terjadi terpaan medan elektrik yang lebih besar daripada kekuatan dielektrik media isolasi kontak, maka busur api akan terjadi lagi.

3.5 Flowchart Pemecahan Masalah Secara Umum

3.5.1 Simulasi

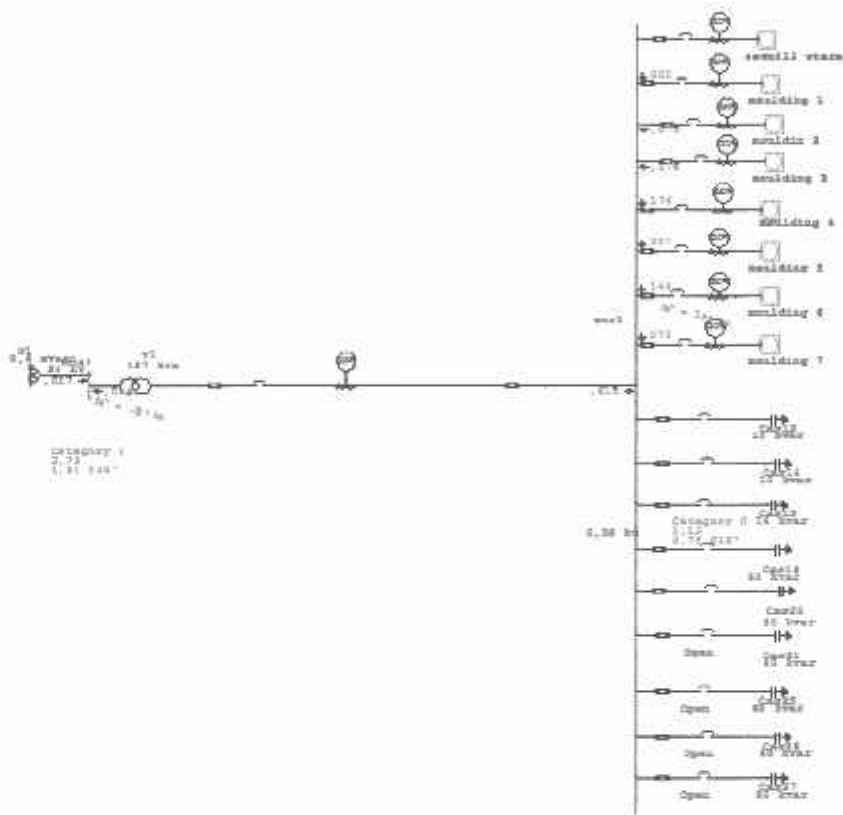


Gambar 3.13

flowchart

BAB IV
HASIL SIMULASI

4.1 single line diagram



Gambar 4.1

Single line diagram panel induk 2 PT.MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG

Bus 1	0.380	Panel board	25	1.641	10.000	3.500	1.000	0.100	2.0
Bus 4	20.000	Panel board			10.000	6.000	2.500	0.800	3.0

Pada tabel 4.1 menunjukkan data input yang ada pada bus 1 dan bus 4 dan batas perlindungan untuk bus 1 adalah 2.00 cal/cm^2 dan untuk bus 4 adalah 3.00 cal/cm^2 .

Tabel 4.2

Data input bus dan motor

Bus					Initial Voltage	
ID	type	Nom.kv	Base kv	Sub-sys	%Mag	Ang
Bus 1	Load	0.380	0.380	1	1.90	0
Bus 4	SWNG	20.000	20.000	1	100.00	0
Moulding1	Load	0.380	0.380	1	1.90	0
Moulding2	Load	0.380	0.380	1	1.90	0
Moulding3	Load	0.380	0.380	1	1.90	0
Moulding4	Load	0.380	0.380	1	1.90	0
Moulding5	Load	0.380	0.380	1	1.90	0
Moulding6	Load	0.380	0.380	1	1.90	0
Moulding7	Load	0.380	0.380	1	1.90	0
Sawmill utara	Load	0.380	0.380	1	1.90	0
Vacum	Load	0.380	0.380	1	1.90	0

sawmill						
---------	--	--	--	--	--	--

Pada tabel 4.2 menunjukkan tegangan awal masing2 bus dan motor.tegangan awal pada bus 4 mencapai 100%.

Tabel 4.3

Tingkat resiko bahaya

No	Hazard/risk level	Category ID	Cal/cm ²
1	0	Cat 0	1.20
2	1	Cat 1	4.00
3	2	Cat 2	8.00
4	3	Cat 3	25.00
5	4	Cat 4	40.00

Pada tabel 4.3 ini menunjukkan tingkat resiko bahaya setiap level dan kategori.pembahasan disini Cuma mengambil cat 0 dan cat 1 dengan tingkat bahaya 1.20 cal/cm² dan 4.00.

Tabel 4.4

Cabang koneksi

CKT/Branch		Connected Bus ID		impedence		
ID	type	From bus	To Bus	R	X	Z
T1	2WXFMR	Bus 4	Bus 1	838.92	3322.11	3426.40
CB3	TieBreaker	Bus 1	Sawmill utara			
CB5	TieBreaker	Bus 1	Moulding1			

CB7	TieBreaker	Bus 1	Moulding2			
CB8	TieBreaker	Bus 1	Moulding3			
CB10	TieBreaker	Bus 1	Moulding4			
CB11	TieBreaker	Bus 1	Moulding5			
CB12	TieBreaker	Bus1	Moulding6			
CB13	TieBeaker	Bus 1	Moulding7			
CB47	TieBreaker	Sawmil utara	Vacum sawmill			

Pada tabel 4.4 menunjukkan tiap2 cabang motor induksi dilengkapi dengan CB sebagai pengaman.

Tabel 4.5

Metode perhitungan arc flash

Bus Arc Flash Result			
Total Bolted(KA)	Total Arcing(KA)	Fault Clearing Time (cycle)	Total incident Energy (cal/cm ²)
1.641	1.332	12.0	0.752

Arc fault at bus : Bus 1
 Solution method :1/2 cycle
 Nominal kv :0.380
 Base kv :0.380
 Prefault voltage :100% of nominal bus kv

System grounding :grounded

Working distance :18 inches

Hazard risk level :0

Flash protection boundary:1.13 ft

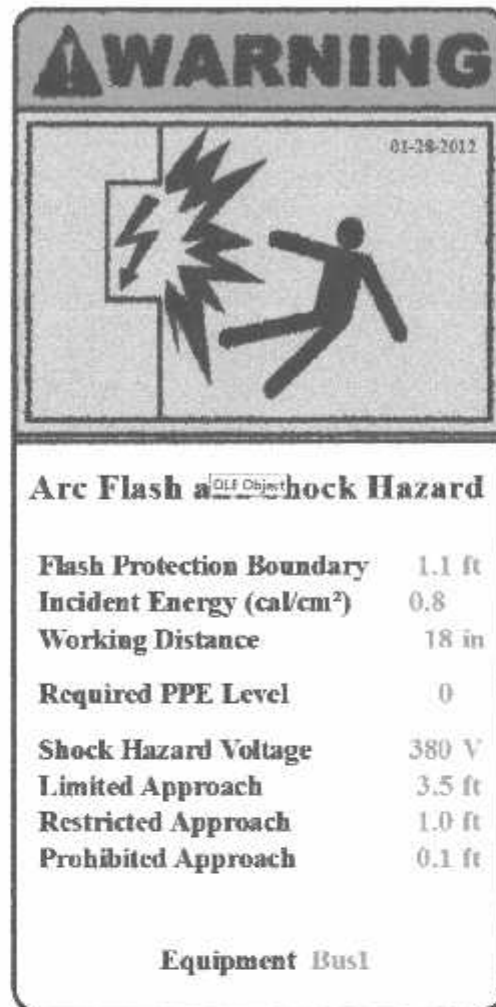
Pada tabel 4.5 menunjukkan total incident energy sebesar 0,752 cal/cm²,tingkat resiko bahaya 0 dan batas perlindungan busur api adalah 1.13 ft.metode perhitungan ini hanya untuk bus 1.Working distancenya 18 inches karena tegangan rendah.

Tabel 4.6

Ringkasan incident energi

Bus			Total Fault Current(KA)		Arc Flash Analysis result			
ID	Nom.k v	Type	Bolte d	Arcin g	FCT	Incident E (cal/cm ²)	FPB (ft)	Hazar d Risk Level
Bus 1	0.380	Panelboard	1.641	1.332	12.000	0.752	1.13	0
Bus 4	20.000	Panelboard	0.031	0.031	300.00 0	1.913	3.79	1

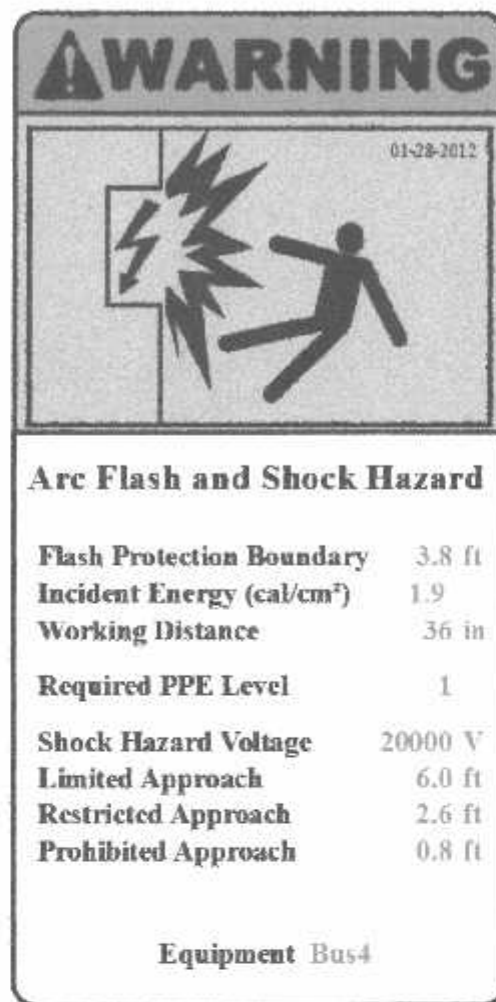
Pada tabel 4.7 menunjukkan FCT pada bus 1 sebesar 12,000 dan bus 4 sebesar 300,000,incident pada bus 1 adalah 0,752 cal/cm² dan bus 4 adalah 1,913 cal/cm².Resiko tingkat bahaya pada bus 1 adalah 0 dan resiko tingkat bahaya bus 4 adalah 1.



Gambar 4.3

Peringatan busur api dan bahaya sengatan pada bus 1

Pada gambar 4.17 menunjukkan bus 1 wilayah aman sesuai prosedur gambar diatas dan dibawah prosedur gambar diatas ini maka sangat berbahaya bagi pekerja karena mengakibatkan bahaya busur api dan bahaya sengatan. Untuk tegangan rendah maka working distancenya 18 in.



Gambar 4.4

Busur api dan bahaya sengatan pada bus 4

Pada gambar 4.18 menunjukkan bus 1 wilayah aman sesuai prosedur gambar diatas dan dibawah prosedur gambar diatas ini maka sangat berbahaya bagi pekerja karena mengakibatkan bahaya busur api dan bahaya sengatan. Untuk tegangan tinggi maka working distancenya 36 in.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisa arc flash dapat ditarik beberapa kesimpulan:

(a) 18 inches ini secara otomatis tampil di working distancenya karena tegangan yang masuk adalah tegangan rendah. Dan working distancenya akan tampil 36 inches apabila tegangan yang masuk adalah tegangan tinggi.

(b) Nilai flash protection boundary dan lama waktu kerja OCRnya akan berpengaruh pada nilai kategori 0 dan kategori 1 dan incident energinya jga berpengaruh

(c) Batas perlindungan untuk bus 1 adalah 2.00 cal/cm^2 dan bus 4 adalah 3.00 cal/cm^2

(d) Tegangan awal pada bus 4 mencapai 100%, karena tegangan yang mengalir di bus 4 membutuhkan tegangan yg besar untuk mensuplay tegangan di bus 1 dan beban.

(e) Tingkat resiko bahaya pada cat 0 dan level 0 adalah $1,20 \text{ cal/cm}^2$ dan cat 1 dan level 1 adalah 4.00 cal/cm^2 .

(f) Total incident energy yang terjadi pada bus 1 sebesar $0,752 \text{ cal/cm}^2$ dan pada bus 4 sebesar $1,9 \text{ cal/cm}^2$.

(g) Batas perlindungan busur api pada bus 1 sebesar 1,13 ft dan pada bus 4 sebesar 3,8 ft, batas keamanan pekerja diatas ini apabila dibawah ini maka resiko terkena busur api akan besar.

5.2 Saran

Setelah melakukan penyusunan skripsi ini penulis mempunyai beberapa masukan untuk dikembangkan yaitu:

1. Untuk lebih mudah analisa digunakan etap versi terbaru,karena viturnya yang lengkap.
 2. Untuk lebih memahami tentang arc flash ini maka diharapkan adanya pelatihan tentang arc flash dikampus ini.
 3. Menganalisa dan mitigasi arc flash yang terjadi diperusahaan lebih mudah menggunakan program etap ini.
-

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jhoni, "Pengaruh Busur Api" . Universitas Sumatra Utara, Medan, 2011
- [2] A. Wilson Robert and Inshaw Cristopher, "Arc Flash Hazard Analysis And Mitigation". Spokane, WA, 2004
- [3] A Pumomo, "Single Line Diagram Panel Induk 2". PT. MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG, 2007
- [4] ITN, "Panduan Etap" Malang, 2011
- [5] Application of Existing Tecnologies to Reduce Arc Flash Hazard; Jim Buff and Karl Zimmerman, Schwitzer Engineering Laboratories; SEL; 2006.
- [6] IEEE 1584 Guide for Performing Arc Flash Hazard Calculations
- [7] Electrical Arc Flash Hazard Analysis and Mitigation for Taranaki Combined Cycle Power Station; Frank Anthony, Sam Viscovic and Chin Choo, Arc Flash Forum, 2012

LAMPIRAN



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417836 Fax. (0341) 417834 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**


NAMA : KHAIRUN KAMAL
NIM : 07.12.021
JURUSAN : Teknik Elektro S-1
KONSENTRASI : Teknik Energi Listrik S1
MASA BIMBINGAN: 24 Desember 2011 s/d 24 Juni 2012
JUDUL : ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH PADA PANEL
INDUK 2 DI PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG
DENGAN SOFTWARE ETAP POWER STATION

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :


Hari : Kamis
Tanggal : 16 Februari 2012
Dengan Nilai : 81,25 (A) *pr*

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua Majelis Penguji


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y.1018800189

Sekretaris Majelis Penguji


Dr. Eng. Aryuanto S, ST, MT
NIP.P.1030800417

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I


Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y.1028400082

Dosen Penguji II


Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y.1028700172



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan ujian skripsi jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Komputer dan Informatika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : KHAIRUN KAMAL
NIM : 07.12.021
JURUSAN : Teknik Elektro S-1
KONSENTRASI : Teknik Energi Listrik
MASA BIMBINGAN : 24 Desember 2011 s/d 24 Juni 2012
JUDUL : ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH PADA PANEL INDUK 2 DI PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG DENGAN SOFTWARE ETAP POWER STATION

Tanggal	Uraian	Paraf
Penguji I 16 - 02 - 2012	BAB IV disempurnakan	
	Gambar dari 4-3 sampai 4-16 jadi lampiran	
	Kesimpulan point 2 dibuang	
Penguji II 16- 02 - 2012	Usahakan mencari hasil output dari perusahaan bersangkutan.dan dibandingkan hasilnya dengan output dari etap	

Disetujui,

Dosen Penguji I

Bambang Prio Hartono,ST,MT
 NIP.Y.1028400082

Dosen Penguji II

Ir. Eko Nurcahyo
 NIP.Y.1028700172

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Ir. M. Abd. Hamid, MT
 NIP. Y. 1018800188

Dosen Pembimbing II

Ir. Teguh Herbasuki, MT
 NIP.Y.1038900209

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Khairun Kamal**

NIM : **07.12.021**

Program Studi : **Teknik Elektro S-1**

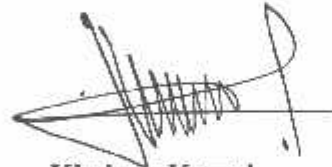
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik S-1**

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 18 maret2012

Yang membuat Pernyataan,



Khairun Kamal

07.12.021



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Khairun Kawal.
NIM : 0712021
Perbaikan meliputi :

BAB IV disempurnakan

keA Benubari tidak ada

- kesimpulan point 2 Dibuang

Malang.

(_____)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : KHAIKUN KAMAL
NIM : 0712021
Perbaikan meliputi :

- Alasan variasi line ~~data~~ output & perubahan yg bersangkutan. dan ditunjukkan hasilnya dg output & ETAP

Malang, 16-02-2012

()
TEKO.N



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : KHAIRUN KAMAL
Nim : 07.12.021
Masa Bimbingan : 24 NOVEMBER 2011 s/d 24 MEI 2012 ⁰⁴
Judul Skripsi : ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH PADA PANEI
INDUK 2 DI PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG
DENGAN SOFTWARE ETAP POWER STATION

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang
Dosen Pembimbing 1

Ir. M. Abd. Hamid, MT
NIP. Y. 1018800188

Form S-4b



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : KHAIRUN KAMAL
Nim : 07.12.021
Masa Bimbingan : 24 NOVEMBER 2011 s/d 24 MEI 2012 *24*
Judul Skripsi : ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASHI PADA PANEL
INDUK 2 DI PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG
DENGAN SOFTWARE ETAP POWER STATION

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.			<i>[Signature]</i>
2.			<i>[Signature]</i>
3.			<i>[Signature]</i>
4.			<i>[Signature]</i>
5.			<i>[Signature]</i>
6.			<i>[Signature]</i>
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang
Dosen Pembimbing, 2

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Raya Karanglo, Km. 2
MALANG

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak / Ibu ,
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Khairun Kamal
Nim : 07.12.021
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

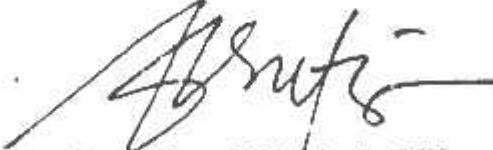
Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

**ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH PADA PANEL INDUK 2
DI PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG
DENGAN SOFTWARE ETAP POWER STATION**

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Tugas Akhir Sarjana Teknik.
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak kami
Ucapkan terima kasih.

Malang, 16 November 2011

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. Y. 1018900189

Hormat Kami,


Khairun Kamal

*) coret yang tidak perlu

Form S-3a



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari Mahasiswa:

Nama : Khairun Kamal
Nim : 07.12.021
Semester : Sembilan
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S1

Dengan ini menyatakan bersedia/tidak bersedia *) Membimbing skripsi dari Mahasiswa tersebut, dengan judul:

**ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH PADA PANEL INDUK 2
DI PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG
DENGAN SOFTWARE ETAP POWER STATION**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, 16 November 2011

Kami yang membuat pernyataan,

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209

Catatan:

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/I yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut
*) coret yang tidak perlu



Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak / Ibu,
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Khairun Kamal
Nim : 07.12.021
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik


Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

**ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH PADA PANEL INDIUK 2
DI PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG
DENGAN SOFTWARE ETAP POWER STATION**

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Tugas Akhir Sarjana Teknik.
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Malang, 16 November 2011

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. Y. ~~1018800189~~

Hormat Kami,


Khairun Kamal

*) coret yang tidak perlu

Form S-3a



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari Mahasiswa:

Nama : Khairun Kamal
Nim : 07.12.021
Semester : Sembilan
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik Si

Dengan ini menyatakan bersedia/tidak bersedia *) Membimbing skripsi dari Mahasiswa tersebut, dengan judul:

**ANALISA DAN MITIGASI ARC FLASH PADA PANEL INDUK 2
DI PT MUSTIKA BAHANA JAYA LUMAJANG
DENGAN SOFTWARE ETAP POWER STATION**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, 16 November 2011

Kami yang membuat pernyataan,

Ir. M. Abd. Hamid, MT
NIP. Y. 1018800188

Catatan:

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/1 yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut
*) coret yang tidak perlu

Form S-3b



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Berdungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 12 Desember 2011

Nomor : ITN- 914/LTA/2/11
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Sdr/i. **IR. TEGUH HERBASUNI, MI**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan hormat
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
Untuk Mahasiswa :

Nama : KHAIRUN KAMAL
Nim : 0712021
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi-Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/i selama masa waktu (enam) 6 bulan, terhitung mulai
tanggal :

24 November 2011 s/d 24 Mei 2012

Sebagai satu syarat untuk menempuh ujian Sarjana Teknik,
Jurusan Teknik Elektro S-1,
Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

[Signature]
Yusuf Ismail Nakhoda, MT

Nip. Y.1018800189

Tembusan Kepada Yth :

1. Mahasiswa Yang Berangkutan
2. Arsip

Form. S 4a



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 12 Desember 2011

Nomor : ITN- 915/I.TA/2/11
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI
Kepada : Yth. Sdr/L. **IR. M. ABDUL HAMID, M.I**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan hormat
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
Untuk Mahasiswa :

Nama : KHAIRUN KAMAL
Nim : 0712021
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/i selama masa waktu (enam) 6 bulan, terhitung mulai
tanggal :

24 November 2011 s/d 24 Mei 2012

Sebagai satu syarat untuk menempuh ujian Sarjana Teknik,
Jurusan Teknik Elektro S-1,
Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

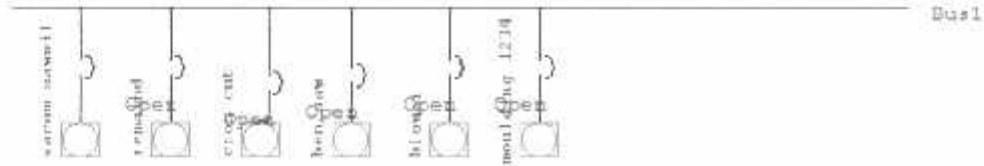
(Signature)
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Nip. Y. 1018800189

Tembusan Kepada Yth :

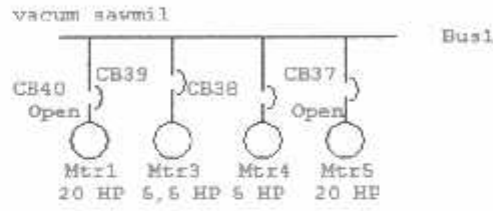
1. Mahasiswa Yang Berangkutan
2. Arsip

Form S 4a

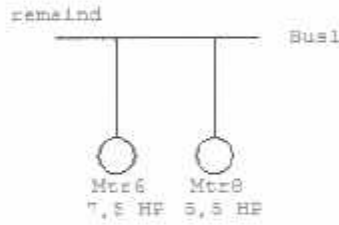
sawmill utara



Composite Motor Sawmill Utara

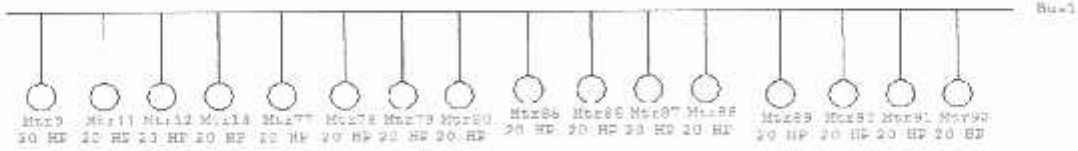


Motor vacuum sawmill

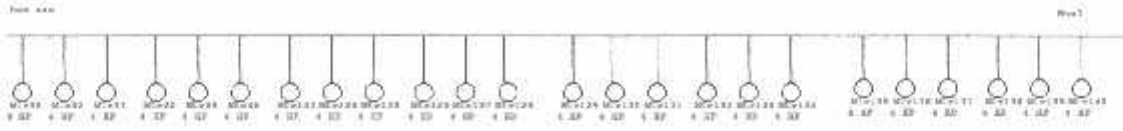


Motor remaind

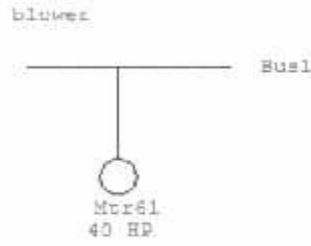
cross cut



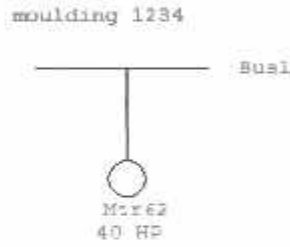
Motor cross cut



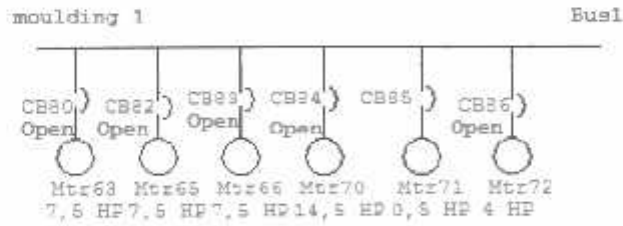
Motor ben saw



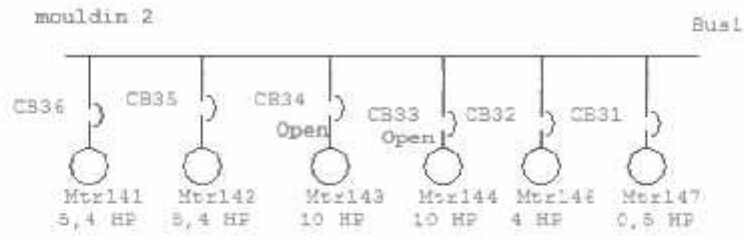
Motor blower



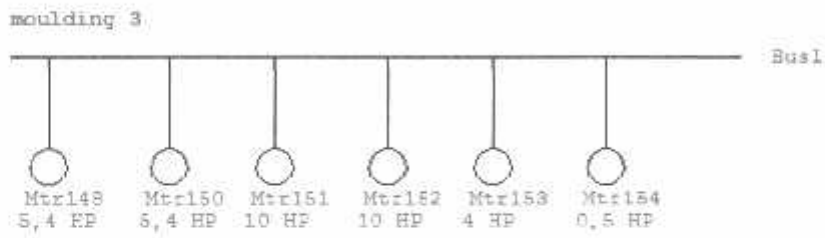
Motor moulding 1234



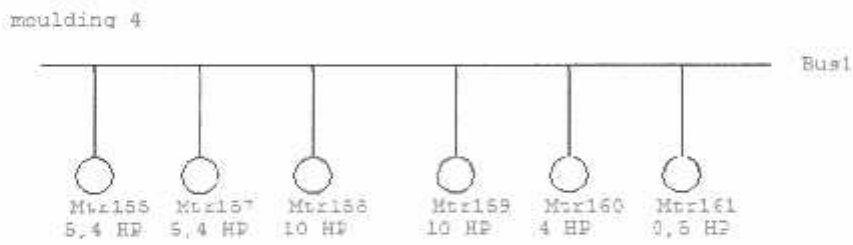
Motor moulding 1



Motor moulding 2

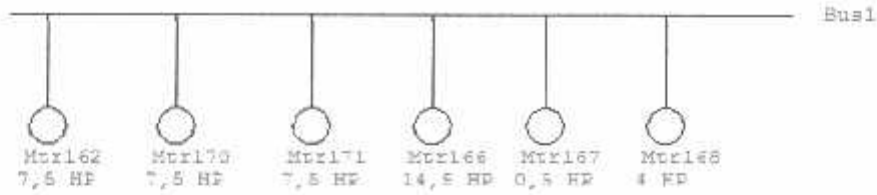


Motor moulding 3



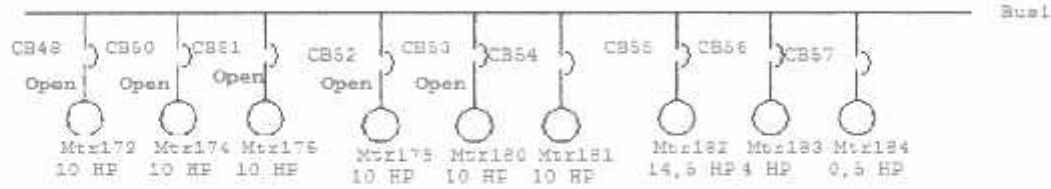
Motor moulding 4

moulding 5



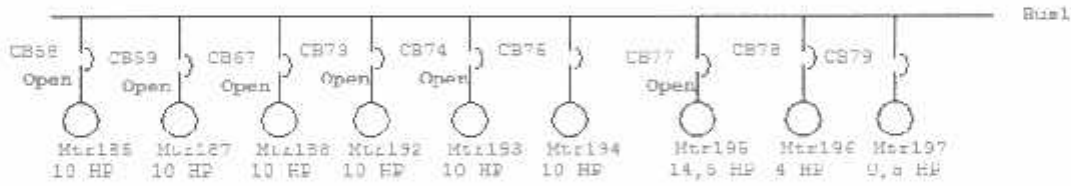
Motor moulding 5

moulding 6



Motor moulding 6

moulding 7



Motor moulding 7