

**ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR
DAN FILTER HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN MX MALL
MENGUNAKAN ETAP POWER STATION**

SKRIPSI



**Disusun Oleh :
ISOM ACHMADI
05.12.020**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR DAN FILTHER HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN MX MALL MENGUNAKAN ETAP POWER STATION

SKRIPSI

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mencapai gelar Sarjana Teknik*

Disusun oleh :

ISOM ACHMADI

NIM : 05.12.020

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

Diperiksa dan Disetujui,



Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
NIP.Y.1018500108

Dosen Pembimbing II

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP.Y.1018800190

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014**

**ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR
DAN FILTER HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN MX MALL
MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION**

Isom Achmadi

05.12.020

Dosen Pembimbing 1 : Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE

Dosen Pembimbing 2 : Ir. Choirul Saleh, MT

Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik S-1

Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo Km 2 Malang

Email : isecahmadi@gmail.com

Abstrak

Kota Malang selain berlabel kota pendidikan juga sedang menuju kota yang penuh perkembangan, dari sumber daya manusia maupun dari pembangunannya. Khususnya bidang pariwisata dan dunia hiburan. Di dalam dunia hiburan tersebut, di Kota Malang semakin banyak bermunculan mall yang mendukung teknologi mencakup dunia kelistrikan. Salah satu permasalahan kualitas daya adalah permasalahan harmonisa, harmonisa ini sangat mengganggu bahkan merugikan sistem bila melebihi batas standart yang ditetapkan.

Sistem kelistrikan MX Mall Malang disuplai oleh PLN sebesar 20KV. Kualitas yang baik untuk sebuah Mall sangat diperlukan, karena sangat mendukung di tiap pelanggan/tenant yang terdiri dari berbagai macam aktifitas. Banyak hal yang dapat menimbulkan turunnya faktor daya ($\cos \phi$) dan harmonisa. Turunnya daya ke beban dapat mempengaruhi kerja suatu sistem, sehingga sistem tersebut terjadi gangguan dan tidak dapat bekerja secara maksimal. Data yang diberikan oleh pihak MX Mall Malang bertujuan untuk mengemalisa apakah ada penurunan daya maupun harmonisa yang terjadi di ruang lingkup MX Mall Malang.

Dengan penempatan kapasitor di Fantasia, Maharaja dan NAV sudah memperbaiki tegangan yang semula 0.94pu naik untuk fantasia (0.95pu), Maharaja (0.95pu) dan NAV (0.95). Penempatan kapasitor di tenant Ametist juga memperbaiki faktor daya yang semula 0.84 menjadi 0.96. Dengan pemasangan filter harmonisa, VTHD di tenant Fantasia(13.71%) turun menjadi (1.71%), Maharaja(11.35%) turun menjadi (4.43%) dan Nav(7.04%) turun menjadi (4.68%)

Kata Kunci : Kapasitor dan Harmonisa

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan limpahan rezekinya serta member kekuatan, ketabahan, kesabaran, bimbingan dan perlindungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini yang berjudul **“ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR DAN FILTER HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN MX MALL MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION”**. Pembuatan skripsi ini disusun guna memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang strata satu di Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam penyusunan skripsi penulis banyak mendapatkan dukungan moriil maupun materiil, saran dan dorongan semangat dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Intitut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nahkoda selaku Dosen Wali
4. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Dosen Pembimbing
5. Bapak Ir. Choirul Saleh, MT selaku Dosen Pembimbing
6. Orang Tuaku yang selalu member bimbingan, semangat dan doa

Akhir kata, penulis mohon maaf kepada semua pihak yang bilamana selama penyusunan skripsi ini membuat kesalahan baik disengaja maupun tidak disengaja dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Malang, Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR GRAFIK.....	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Kontribusi.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Daya Elektrik.....	4
2.2 Faktor Daya.....	4
2.2.1 Daya Dalam Sistem Tenaga Listrik.....	5
2.3 Kapasitor.....	6
2.3.1 Pengertian Kapasitor.....	6
2.3.2 Fungsi Kapasitor.....	6
2.3.3 Kapasitor Bank.....	7
2.3.4 Pengaruh Pemasangan Kapasitor Shunt.....	7
2.4 Optimal Capacitor Placement.....	8
2.5 Harmonisa.....	9
2.5.1 Pengertian Harmonisa.....	9
2.5.2 Efek Harmonisa.....	10
2.5.3 Pengaruh Harmonisa.....	10
2.5.4 Standart Harmonisa.....	13
2.5.5 Penghilang Harmonisa.....	14

BAB III PERBAIKAN KUALITAS DAYA

3.1 Faktor Daya.....	17
----------------------	----

3.1.1	Faktor Daya Aktif, Reaktif dan Nyata	17
3.1.2	Sifat Faktor Daya	20
3.2	Sifat Beban Listrik	22
3.2.1	Beban Resistif	22
3.2.2	Beban Induktif	22
3.2.3	Beban Kapasitif	23
3.3	Sumber Daya Untuk Perbaikan Faktor Daya	24
3.3.1	Koreksi Faktor Daya Dengan Kapasitor	24
3.4	Metode Perhitungan	25
3.5	Daya Reaktif Pada Filter Pasif	25
3.5.1	Faktor Kualitas pada Filter Pasif	26
3.6	ETAP Power Station	28
3.6.1	Perangkat Lunak Etap Power Station	28
3.6.2	Analisa Aliran Daya Metode Newton Raphson	31
3.6.3	Penempatan OCP menggunakan ETAP Power Station	32
3.6.4	Algoritma Simulasi ETAP Power Station	32
3.6.5	Flowchart Simulasi	33
BAB IV SIMULASI DAN HASIL		
4.1	Sistem Kelistrikan MX Mall	35
4.2	Sistem Kelistrikan MX Mall dengan Menggunakan ETAP	36
4.3	Single Line Setelah Pemasangan OCP dan Filter Harmonisa	36
4.4	Analisis Load Flow Sebelum Pemasangan OCP dan Filter Harmonisa	38
4.5	Hasil Analisis Pemasangan Kapasitor	39
4.5.1	Optimal Capacitor Placement	39
4.5.2	Perbandingan Sebelum dan Sesudah Pemasangan OCP	39
4.5.3	Rugi-rugi Daya	41
4.6	Hasil Analisis Pemasangan Filter Harmonisa	42
4.6.1	Pemasangan Filter Harmonisa	42
4.6.2	Perbandingan Sebelum dan Sesudah Pemasangan Filter	42
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
45		

DAFTAR TABEL

2.1	Batas Tegangan Distorsi dari IEEE 519.....	13
2.2	Batasan Distorsi Harmonisa Arus 0.12KV – 69KV.....	13
2.3	Batasan Distorsi Harmonisa Arus 69KV – 161KV.....	14
2.4	Batasan Distorsi Harmonisa Arus $> 161KV$	14
4.1	Data Trafo di MX Mall.....	37
4.2	Data Pengukuran Beban di MX Mall.....	37
4.3	Data Saluran Kabel.....	38
4.4	Load Flow Sebelum Optimal Kapasitor dan Filter Harmonisa.....	38
4.5	Besaran dan Jumlah Kapasitor setelah OCP.....	39
4.6	Perbandingan Tegangan Sebelum dan Sesudah Pemasangan Kapasitor.....	39
4.7	Perbandingan PF Sebelum dan Sesudah Pemasangan Kapasitor.....	40
4.8	Perbandingan Daya Aktif dan Reaktif Sebelum dan Sesudah OCP.....	41
4.9	Besaran Filter type High Pass-Damped.....	42
4.10	Perbandingan VTHD sebelum dan sesudah Filter harmonisa.....	43

DAFTAR GAMBAR

2.1	Gelombang Terdistorsi Akibat Harmonisa.....	9
2.2	Pemasangan Filter Harmonisa	15
2.3	Series Active Power Filter.....	15
2.4	Shunt Active Power Filter	16
2.5	Jenis-jenis Filter Pasif.....	16
3.1	Arah Aliran Arus Listrik.....	17
3.2	Penjumlahan Trigonometri daya aktif, reaktif dan semu	18
3.3	Diagram Faktor Daya	19
3.4	Faktor Daya Leading	21
3.5	Segitiga Daya untuk Beban Kapasitif	21
3.6	Faktor Daya Lagging	21
3.7	Segitiga Daya untuk Beban Induktif	22
3.8	Arus dan Tegangan pada Beban Resistif.....	22
3.9	Arus, tegangan dan GGL induksi-diri pada beban induktif.....	23
3.10	Arus, tegangan dan GGL induksi-diri pada beban kapasitif.....	23
3.11	Komponen Filter Pasif.....	26
3.12	Software ETAP Power Station.....	29
3.13	Flowchart Simulasi.....	34
4.1	Single Line Diagram MX Mall Malang	35
4.2	Single Line MX Mall setelah pemasangan OCP dan Filter.....	36
4.2	Single Line MX Mall setelah pemasangan OCP dan Filter.....	36

DAFTAR GRAFIK

4.1 Perbandingan Tegangan Sebelum dan Sesudah pemasangan OCP	40
4.2 Perbandingan PF sebelum dan sesudah pemasangan OCP	41
4.3 Rugi-rugi Daya.....	42
4.4 Perbandingan VTHD sebelum dan sesudah pemasangan Filter Harmonisa	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin meningkatnya aktivitas dan pertumbuhan di Kota Malang berdampak pada tingginya aktifitas dan nilai ekonomi warga Kota Malang dan sekitarnya. Dengan adanya MX Mall ini dapat menjadi alternatif mall yang ada di Kota Malang dan dapat bersaing dengan mall-mall lainnya. Energi listrik yang digunakan pada MX Mall ini cukup besar, dikarenakan banyaknya beban pemakaian dan beban peralatan yang ada di MX MALL tersebut. Beban-belan ini diikuti permintaan daya reaktif yang tinggi yang dapat menyebabkan drop tegangan sedangkan beban *nonlinier* memiliki bentuk gelombang yang *non sinusoidal* karena telah terdistorsi oleh arus harmonisanya yang timbul oleh berbagai peralatan seperti komputer, mesin pembuat kopi, mesin pembuat roti, mesin pendingin (freezer) dan peralatan lainnya. Pada beban *nonlinier* (peralatan elektronika) selalu terdapat konverter berupa penyearah yang mengkonversikan tegangan bolak-balik ke tegangan searah untuk operasi komponen elektronika sehingga itu merupakan sumber arus harmonisa bagi beban listrik.

Energi listrik yang diharapkan tidak sesuai dengan kualitas yang memadai, karena meningkatnya kerugian energi listrik dan tingginya tingkat kandungan harmonisa yang terdapat pada beban listrik atau pada sistem operasi kelistrikan, sehingga dapat menyebabkan kualitas daya sistem menjadi lebih buruk, menggunakan energi listrik menjadi tidak efisien oleh karena banyaknya beban pada sistem kelistrikan MX Mall Malang terdapat drop tegangan dan kandungan harmonisa yang besar.

PT. Mutiara Citra Sentosa adalah pengembang dan owner dari MX Mall Malang terletak di Jalan Veteran No. 8 Kota Malang. Sumber tenaga yang digunakan MX Mall dipasok 1 feeder PLN, yaitu PLN Unit Dinoyo, Kota Malang. Berdasarkan Kondisi ini maka pada penyusunan skripsi ini dilakukan analisis penempatan bank kapasitor dan filter harmonisa dengan menggunakan software etap power station. Dari hasil simulasi ini dapat diketahui kualitas

tegangan, rugi-rugi daya, pemakaian energi listrik pada sistem kelistrikan MX Mall Kota Malang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah yang didapat yaitu :

1. Bagaimana cara menentukan letak bank kapasitor yang optimal pada sistem kelistrikan di MX Mall ?
2. Bagaimana pengaruh pemasangan filter harmonisa untuk mengurangi harmonisa pada tenant di MX Mall ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan adalah :

1. Untuk mengetahui besarnya tegangan dan faktor daya sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor di MX Mall
2. Mengoptimalkan penyaluran daya sebelum dan sesudah pemasangan Filter Harmonisa di MX Mall

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam menyusun skripsi ini adalah :

1. Analisa dilakukan dengan membahas tentang penempatan optimal bank kapasitor dan filter harmonisa pada sistem kelistrikan MX Mall
2. Pemodelan simulasi menggunakan ETAP 7.0.0 yaitu single-line diagram, kapasitor bank dan filter harmonisa
3. Pembahasan kapasitor bank dan filter hamonisa hanya mencakup tenant tertentu saja di MX Mall

1.5 Kontribusi

Analisis penempatan kapasitor ini diharapkan di sebuah sistem kelistrikan dapat memaksimalkan kinerja penyaluran sehingga dapat menghasilkan hasil yang maksimal dan menghasilkan output yang maksimal pula, sedangkan filter harmonisa didesain dengan tujuan untuk mengurangi amplitudo satu atau lebih

frekuensi dari sebuah tegangan atau arus. Dengan pemasangan filter harmonisa pada suatu sistem tenaga listrik yang mengandung sumber harmonisa, maka penyebaran arus harmonisa ke seluruh jaringan dapat ditekan sekecil mungkin. Disisi lain filter harmonisa pada frekuensi fundamental dapat mengkompensasi daya reaktif yang digunakan untuk memperbaiki faktor daya sistem.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penyusunan skripsi ini meliputi :

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Bab ini berisikan tentang teori-teori pustaka yang dipakai waktu penelitian. Teori ini diambil dari buku literatur dan internet

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini mempunyai isi yaitu prosedur penelitian yang dilakukan menggunakan data di lapangan dan melakukan simulasi menggunakan *software ETAP POWER STATION*

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan yaitu analisa penentuan letak kapasitor dan filter harmonisa dengan software ETAP. Dengan digambarkan single line diagram dan dianalisa menggunakan software ETAP akan mendapatkan hasil dan analisa hasil sebelum dan setelah dikombinasi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Menguraikan tentang kesimpulan dan saran-saran yang diperoleh dari hasil analisa data

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Daya Elektrik

Kualitas daya listrik sangat mempengaruhi oleh penggunaan jenis-jenis beban tertentu, salah satunya beban non linier. Dengan adanya pengoperasian beban seperti ini maka akan menghasilkan kualitas daya, sehingga banyak kerugian-kerugian. Untuk mendapatkan kualitas daya yang baik, yaitu dilakukan power quality guna menentukan langkah serta upaya yang tepat untuk mengurangi kualitas tegangan yang buruk. Contohnya menggunakan alat kompensasi sehingga kerugian dapat diminalkan agar kualitas tenaga listrik dapat optimal sehingga kegiatan dapat terjaga.

Keseimbangan daya reaktif yang dihasilkan dan digunakan harus dapat dipertahankan agar tidak terjadi perubahan tegangan. Bila besaran tegangan ini mengalami perubahan, maka daya reaktif pada simpul tersebut tidak dapat dipertahankan lagi. Ini perlu aliran daya reaktif pada sistem.

Dua macam daya reaktif yaitu : daya reaktif induktif dan daya reaktif kapasitif, dimana keduanya dimiliki tanda yang berlawanan. Daya reaktif kapasitif adalah daya yang dibutuhkan oleh kapasitor yang tidak menghasilkan kerja, tetapi tersimpan dalam bentuk energy magnetis atau energy kapasitif.

Daya reaktif dan induktif adalah daya listrik yang dibutuhkan untuk menghasilkan medan magnet yang dibutuhkan alat-alat seperti motor induksi, transformator dan sebagainya.

2.2 Faktor Daya

Faktor daya atau yang biasa disebut $\cos \theta$ adalah perbandingan antara daya nyata (kW) dengan daya semu (kVA). Faktor daya juga diidefinisikan sebagai cosines dari sudut beda fasa antara tegangan dan arus dimana arus *leading* atau *lagging* terhadap tegangan.

$$\text{Faktor Daya} : \frac{\text{Daya Nyata (kW)}}{\text{Daya Semu (kVA)}}$$

Faktor daya yang baik adalah faktor daya yang bernilai besar. Berdasarkan teori, faktor daya dapat mencapai 100% tapi dalam kenyataan faktor daya tidak dapat mencapai 100% tanpa ada peralatan untuk mengkoreksi faktor daya tersebut.

2.2.1 Daya Dalam Sistem Tenaga Listrik

Hal yang harus diperhatikan dalam sistem tenaga listrik adalah sistem yang tetap (konstan), yaitu tegangan dan frekuensi harus tetap konstan, karena berhubungan dengan daya. Ada tiga daya yaitu :

a. Daya Aktif

Secara umum daya aktif dinyatakan oleh persamaan

$$P = [V][I] \cos \phi$$

Dimana : V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

P : Daya rata-rata yang disebut juga daya aktif (Watt)

b. Daya Reaktif (*Reactive Power*)

Daya reaktif adalah daya yang timbul karena adanya pembentukan medan magnet pada beban-beban induktif (VAR)

Persamaan daya reaktif adalah :

$$Q = [V][I] \sin \phi$$

Dimana : V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

Q : Daya Reaktif (VAR)

c. Daya Semu (*Apparent Power*)

Daya semu merupakan penjumlahan secara vektoris antara daya aktif

dan daya reaktif. Daya semu dinyatakan sebagai berikut :

$$S = [V][I]$$

Dimana : V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

S : Daya Nyata (VA)

2.3 Kapasitor

2.3.1 Pengertian Kapasitor^[1]

Menurut Hutaeruk dalam buku Transmisi Daya Listrik, kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan arus listrik di dalam medan listrik sampai batas waktu tertentu dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan arus listrik. Kapasitor disebut juga kondensator. Kata “kondensator” pertama kali disebut oleh Alessandro Volta seorang ilmuwan Italia pada tahun 1782 (dari bahasa Italia “condensatore”), yaitu kemampuan alat untuk menyimpan suatu muatan listrik.

Seperti halnya resistor, kapasitor juga tergolong ke dalam komponen pasif elektronika. Adapun cara kerja kapasitor dalam sebuah rangkaian elektronika adalah dengan cara mengalirkan arus listrik menuju kapasitor. Apabila kapasitor sudah penuh terisi arus listrik, maka kapasitor akan mengeluarkan muatannya dan kembali mengisi lagi. Begitu seterusnya.

Pada beberapa tahun yang lalu kapasitor terbuat dari alumunium murni yang dipisahkan tiga atau lebih lapisan kertas yang dilapisi bahan kimia. Kapasitor yang telah mengalami perkembangan begitu cepat selama 30 tahun terakhir karena bahan dielektrik yang digunakan lebih efisien serta teknologi pembuatan kapasitor yang lebih baik.

2.3.2 Fungsi Kapasitor

Setiap komponen elektronika memiliki fungsi tersendiri, demikian pula dengan *fungsi kapasitor*. Berikut ini adalah *fungsi kapasitor* yang terdapat dalam sebuah rangkaian/sistem elektronika.

1. Sebagai kopling antara rangkaian yang satu dengan rangkaian yang lain (pada power supply).
2. Sebagai filter/penyaring dalam rangkaian power supply.
3. Sebagai frekuensi dalam rangkaian antena.
4. Untuk menghemat daya listrik pada lampu neon.
5. Menghilangkan bouncing (loncatan api) bila dipasang pada saklar untuk menyimpan arus/tegangan listrik.

6. Untuk arus DC berfungsi sebagai isolator/penahan arus listrik, sedangkan untuk arus AC berfungsi sebagai konduktor/melewatkan arus listrik.
7. Perata tegangan DC pada pengubah AC to DC. Pembangkit gelombang AC atau oscilator, dan sebagainya.

2.3.3 Kapasitor Bank

Kapasitor Daya berdasarkan tegangan yang akan dibagi menjadi dua yaitu :

- Low Voltage Capacitor Bank. Memiliki tegangan kerja dibawah 1 kV – 440 V
- High Voltage Capacitor Bank. Memiliki tegangan kerja diatas 1 kV

Kapasitor daya berdasarkan pemasangannya dibagi menjadi :

- Kapasitor Seri. Dipasang secara seri dengan sumber tegangan dan terhubung paralel dengan beban, pada umumnya digunakan sebagai kompensasi dari reaktansi jaringan
- Kapasitor Shunt. Dipasang secara paralel dengan sumber tegangan. Umumnya dipasang pada beban untuk memperbaiki factor daya dan sebagai suplai daya reaktif pada beban

2.3.4 Pengaruh Pemasangan Kapasitor Shunt

Dengan dipasangnya kapasitor shunt pada jaringan distribusi akan dapat memperbaiki profil tegangan, memperbaiki faktor daya dan menaikkan kapasitas sistem serta dapat mengurangi rugi saluran.

Ada dua cara dalam pemakaian kapasitor shunt :

- Kapasitor Tetap
Kapasitor tetap adalah kapasitor untuk kompensasi daya reaktif yang kapasitasnya tetap dan selalu terpasang jaringan.
- Kapasitor Saklar
Kapasitor saklar adalah kapasitor untuk kompensasi daya reaktif yang dapat dihubungkan dan dilepaskan dari jaringan

2.4 Optimal Capacitor Placement ^[3]

Kapasitor shunt mampu mengimbangi kebutuhan var, akan tetapi ukuran kapasitor, lokasi, metode, koreksi daya, meminimalkan total biaya instalasi dan pertimbangan biaya hal-hal penting yang perlu dioptimalkan. ETAP menyediakan aplikasi seperti *Optimization Capacitor Placement (OCP)*.

Disinilah ETAP OCP unggul dalam modul. Ini adalah alat simulasi yang sangat kuat dirancang khusus untuk aplikasi ini. Modul OCP menginginkan anda untuk menempatkan kapasitor untuk tegangan dan dukungan koreksi faktor daya dan meminimalkan total biaya. Interface grafis canggih menyediakan fleksibilitas untuk mengontrol proses penempatan kapasitor, pendekatan penghitungan secara tepat dan otomatis, menentukan lokasi terbaik untuk kapasitor bank.

Kemampuan modul OCP adalah sebagai berikut :

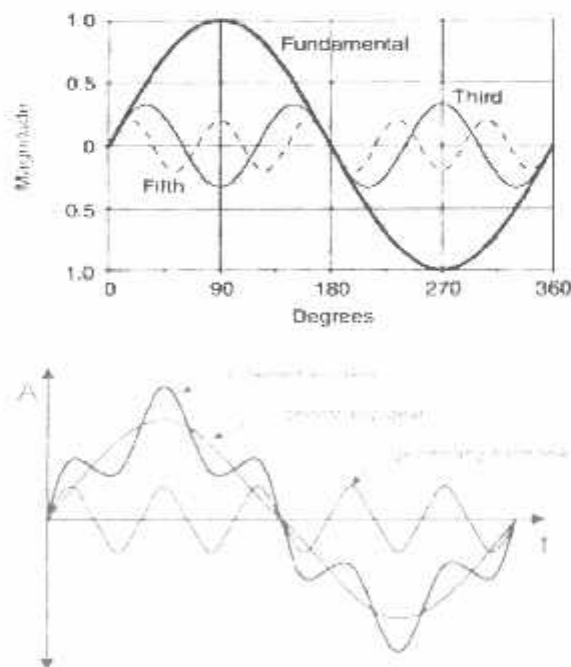
- Fitur Utama
 - a. Hitung biaya yang paling efektif lokasi instalasi dan ukuran bank terbaik
 - b. Minimalkan instalasi total dan biaya operasi
 - c. Pertimbangkan support tegangan dan koreksi faktor daya
 - d. Evaluasi model control kapasitor
 - e. Memungkinkan peninjauan dampak kapasitor dalam sistem
 - f. Menggunakan teknik optimal yang paling maju
- Kemampuan
 - a. Antarmuka menggunakan grafis yang canggih
 - b. Mudah digunakan masukan dan keluaran
 - c. Seketika menampilkan kapasitor baru
 - d. Kecepatan dan control presisi
 - e. Aliran daya terpadu
 - f. Standart Kristal laporan
- *Plotting*
 - a. Mengurangi rugi selama periode perencanaan
 - b. Operasi kapasitor biaya selama periode perencanaan
 - c. Hasil selama periode perencanaan

- Laporan
 - a. Capacitor properties
 - b. Kapasitor lokasi dan ukuran
 - c. Memuat hasil arus untuk beban maksimum, rata-rata dan minimum
 - d. Branch kapasitas terpasang
 - e. Ringkasan biaya

2.5 Harmonisa

2.5.1 Pengertian Harmonisa [4]

Harmonisa dijelaskan oleh William D. Stevenson di dalam buku Analisis Sistem Tenaga Listrik adalah sebagai penyimpan gelombang sinusoidal yang berhubungan dengan arus dan tegangan amplitudo dan frekuensi yang berbeda. Perubahan bentuk dari gelombang arus dan tegangan yang disebabkan harmonisa akan mengganggu sistem distribusi listrik dan menurunkan kualitas daya sistem. Dalam sistem tenaga listrik, harmonisa dapat dijelaskan sebagai gelombang distorsi secara periodic pada kondisi ready state disebabkan adanya interaksi antara gelombang sinus sistem pada frekuensi fundamental dengan komponen gelombang lainnya yang merupakan frekuensi kelipatan interger dari frekuensi fundamental.



Gambar 2.1

2.5.2 Efek Harmonisa

Efek yang timbul pada sistem tenaga listrik tergantung pada sumber harmonisa, letak sumber harmonisa, karakteristik jaringan listrik. Harmonisa menimbulkan pengaruh seperti : *Overvoltage, peralatan menjadi panas, isolasi menjadi panas.*

2.5.3 Pengaruh Harmonisa ^[4]

a. Pengaruh Harmonisa pada Komponen Listrik

Sumber utama harmonisa adalah beban non linier. Beban-beban non linier adalah jenis beban yang memiliki bentuk gelombang yang keluarnya tidak sebanding dengan masukannya, artinya gelombang arus maupun tegangan keluar tidak sama dengan gelombang masuknya. Hal ini dijelaskan juga oleh William D. Stevenson dalam buku Analisis Sistem Tenaga Listrik.

- Penyearah

Ada dua jenis penyearah, yaitu :

1. Penyearah tak terkendali (diode)
2. Penyearah terkendali (thyristor)

- Konduktor

Konduktor adalah media yang dipakai untuk mentransferkan energi listrik. Arus harmonisa dapat menyebabkan rugi-rugi pada kawat penghantar bertambah. Hal ini dikarenakan pada konduktor yang terdapat impedansi hambatan, yang meningkatkan arus. Arus harmonisa yang mengalir tersebutlah yang menyebabkan panas. Panas tersebut semakin lama akan mengurangi daya hantarnya, sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan rugi-rugi daya dan menurunkan efisiensi.

- Transformator

Pada transformator, yang mengalami kerugian daya adalah kumparan primer, kumparan skunder dan inti besi. Telah diketahui bahwa arus harmonisa menambah kerugian daya pada penghantar yang berbentuk panas. Gabungan

dari rugi-rugi tembaga dan inti besi akan menyebabkan transformator menjadi *overheating*.

b. Pengaruh Harmonisa pada Sistem Tenaga Listrik

Harmonisa merupakan suatu fenomena yang timbul akibat pengoperasian beban listrik non linear, yang merupakan sumber terbentuknya gelombang frekuensi tinggi. Tingkat kecacatan seringkali dinyatakan dengan THD (*Total Harmonic Distortion*). THD merupakan nilai prosentase antara total komponen harmonisa dengan komponen fundamentalnya. Semakin besar resiko kerusakan peralatan akibat harmonisa yang terjadi pada arus maupun tegangan. Nilai THD yang diijinkan secara internasional maksimal berkisar 5% dari tegangan atau arus frekuensi fundamentalnya.

Untuk mencari nilai THD dari *tegangan* dapat digunakan persamaan :

$$THD_V = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_n^2}}{V_i}$$

Untuk mencari nilai THD dari *arus* dapat digunakan persamaan :

$$THD_I = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots + I_n^2}}{I_i}$$

Pada sistem tenaga listrik, harmonisa dapat disebabkan peralatan-peralatan berikut ini:

1. Konverter

Kebanyakan beban yang menimbulkan cacat gelombang adalah beban-beban yang mengandung converter. Contoh yang umum adalah :

- Lampu *fluorescent*
- Komputer
- Perangkat dapur (Mixer, Mesin pembuat kopi, Freezer)
- UPS, Charger Baterai, dan lain-lain

2. Tanur busur listrik (*Electric Arc Furnace*)

Tanur busur listrik adalah elemen beban yang tidak linier dan inilah yang menyebabkan timbulnya arus harmonisa yang cukup besar pada jaringan yang terhubung dengan tanur busur listrik. Penggunaan tanur listrik seringkali menimbulkan gangguan terhadap jaringan. Gangguan tersebut antara lain :

- Distorsi harmonisa
- Kedip tegangan
- Guncangan frekuensi
- Ketidakeimbangan tegangan

3. Transformator

Menjaga tegangan supply agar terbentuk sinusoidal diperlukan jalur khusus untuk arus harmonisa ketiga dan biasanya didapat dengan menggunakan belitan hubungan delta. Untuk alasan ekonomis, transformator biasanya dirancang dengan memakai beban inti yang memiliki sifat-sifat magnetis yang baik.

4. Mesin-mesin Berputar

Generator sinkron dan motor induksi secara umum menghasilkan sejumlah harmonisa. Pada generator sinkron, harmonisa disebabkan oleh kejenuhan dan distribusi fluks yang tidak sinusoidal.

c. Pengaruh Harmonisa pada Kapasitor Bank

Kapasitor bank biasanya pada sistem tenaga listrik bidang komersial untuk memperbaiki faktor daya yang rendah. Kapasitor bank didesain untuk beroperasi pada tegangan maksimum 110% dari rating tegangan 135% dari rating tegangan kVar. Ketika harmonisa arus dan tegangan muncul, rantingnya seringkali terlampaui dan menimbulkan gangguan.

2. Tanur busur listrik (*Electric Arc Furnace*)

Tanur busur listrik adalah elemen beban yang tidak linier dan inilah yang menyebabkan timbulnya arus harmonisa yang cukup besar pada jaringan yang terhubung dengan tanur busur listrik. Penggunaan tanur listrik seringkali menimbulkan gangguan terhadap jaringan. Gangguan tersebut antara lain :

- Distorsi harmonisa
- Kedip tegangan
- Guncangan frekuensi
- Ketidakseimbangan tegangan

3. Transformator

Menjaga tegangan supply agar terbentuk sinusoidal diperlukan jalur khusus untuk arus harmonisa ketiga dan biasanya didapat dengan menggunakan belitan hubungan delta. Untuk alasan ekonomis, transformator biasanya dirancang dengan memakai beban inti yang memiliki sifat-sifat magnetis yang baik.

4. Mesin-mesin Berputar

Generator sinkron dan motor induksi secara umum menghasilkan sejumlah harmonisa. Pada generator sinkron, harmonisa disebabakan oleh kejenuhan dan distribusi fluks yang tidak sinusoidal.

c. Pengaruh Harmonisa pada Kapasitor Bank

Kapasitor bank biasanya pada sistem tenaga listrik bidang komersial untuk memperbaiki faktor daya yang rendah. Kapasitor bank didesain untuk beroperasi pada tegangan maksimum 110% dari rating tegangan 135% dari rating tegangan kVar. Ketika harmonisa arus dan tegangan muncul, rantingnya seringkali terlampaui dan menimbulkan gangguan.

2.5.4 Standart Harmonisa

Standart harmonisa yang digunakan adalah **standart IEEE 519 – 1992**. Ada 2 kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi distorsi harmonisa. Yang pertama adalah batasan harmonisa arus, yang kedua adalah harmonisa tegangan. Untuk standart harmonisa arus, ditentukan oleh rasio ISC / IL. THD_V adalah presentasi jumlah total tegangan yang terdistorsi oleh harmonisa terhadap frekuensi fundamentalnya dan THD_I adalah presentasi jumlah total arus yang terdistorsi oleh harmonisa terhadap frekuensi fundamentalnya.

Perhitungannya berbeda tiap negara, tergantung standart yang dipakai.

Tabel 2.1
Batas Tegangan Distorsi dari IEEE 519

Tegangan Bus Pada <i>Point Of Common Coupling</i> (PCC)	Distorsi Tegangan Individual (%)	THD (%)
Dibawah 69 kV	3	5
69 kV to 137.9 kV	1.5	2.5
138 kV dan ke atas	1	1.5

Tabel 2.2
Batasan Distorsi Harmonisa Arus 0,12 Kv – 69 Kv

ISC / IL	Urutan Harmonik [h(%)]					TDD (%)
	<11	11<17	17<23	23<35	35	
<20	4	2	1.5	0.6	0.3	5
20<50	7	3.5	2.5	1	0.5	8
50<100	10	4.5	4	1.5	0.7	12
100<1000	12	5.5	5	2	1	15
>1000	15	7	6	2.5	1.4	20

Tabel 2.3

Batasan Distorsi Harmonisa Arus 69 Kv – 161 Kv

ISC / IL	Urutan Harmonik [h(%)]					TDD (%)
	<11	11<17	17<23	23<35	35	
<20	2	1	0.75	0.3	0.15	2.5
20<50	3.5	1.75	1.25	0.5	0.25	4
50<100	5	2.25	2	0.75	0.35	6
100<1000	6	2.75	2.5	1	0.5	7.5
>1000	7.5	3.5	3	1.25	0.7	10

Tabel 2.4

Batasan Distorsi Harmonisa Arus > 161 Kv

ISC / IL	Urutan Harmonik [h(%)]					TDD (%)
	<11	11<17	17<23	23<35	35	
<50	2	1	0.75	0.3	0.15	2.5
>50	3	1.5	1.15	0.45	0.22	3.75

ISC : Arus hubung singkat pada PCC

IL : Arus beban pada pada PCC

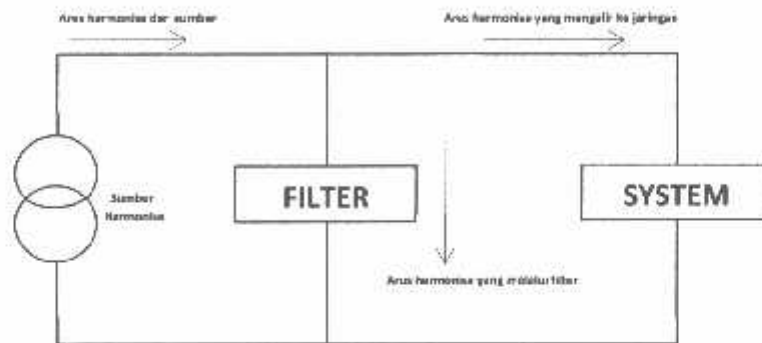
TDD : Total Distorsi (%)

2.5.5 Penghilang Harmonisa

Gangguan harmonisa yang cukup besar dapat mengakibatkan kualitas listrik menjadi jelek. Dalam usaha meredam gangguan harmonisa tersebut ke bagian lain dalam sistem listrik adalah cara memasang Filter Harmonisa. Obyek utama filter harmonisa adalah untuk menurunkan satu amplitude atau lebih arus dan tegangan pada frekuensi tertentu. Pada saat digunakan untuk mencegah frekuensi tertentu dari pemasukan komponen atau bagian sistem tenaga sangatlah mungkin menggunakan rangkaian penyaring (filter) yang berisi induktor parallel dan kapasitor dimana memberikan impedansi yang besar untuk frekuensi yang relevan.

- **Filter Harmonisa**

Tujuan pemasangan filter harmonisa adalah untuk mereduksi amplitude frekuensi tertentu dari sebuah tegangan arus. Dengan penambahan filter harmonisa tersebut yang mengandung sumber harmonisa maka penyebaran arus harmonisa keseluruh jaringan dapat ditekan sekecil mungkin.



Gambar 2.2

Pemasangan Filter harmonisa

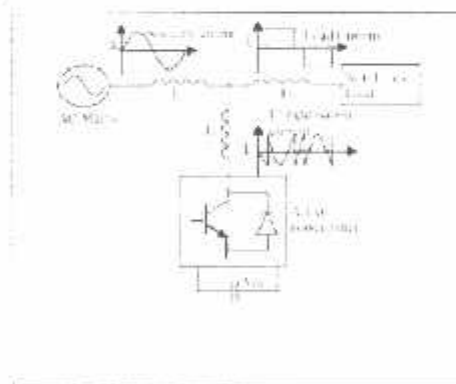
- **Tipe Filter**

Ada dua tipe dasar dari filter :

- a. **Filter aktif**

Dibagi menjadi dua bagian yaitu :

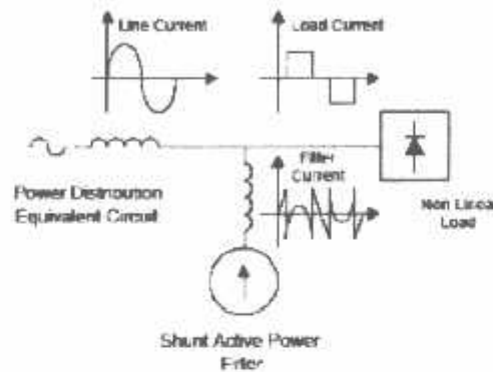
- 1) *Series Active Power Filter*, dirancang untuk memfilter tegangan harmonisa yang disebabkan beban harmonisa dari sumber tegangan.



Gambar 2.3

Series Active Power Filter

- 2) *Shunt Active Power Filter*, dalam kaitannya dengan bentuk fungsi shunt active power filter memiliki inductor pada sisi AC output dan kapasitor pada sisi DC dengan nilai tegangan DC yang konstan.



Gambar 2.4

Shunt Active Power Filter

b. Filter pasif

Jenis-jenis filter pasif yang umum beserta konfigurasi dan plot impedansinya. Secara umum filter pasif dapat dibedakan dalam tiga jenis :

- 1) *Single - tuned / Band Pass Filter* (Filter Penalaan Tunggal)
- 2) *Double - tuned / Double Band Pass Filter* (Filter Penalaan ganda)
- 3) *High Pass Filter Type*



Gambar 2.5

Jenis-jenis Filter Pasif

BAB III PERBAIKAN KUALITAS DAYA

3.1 Faktor Daya

a. Faktor Daya Aktif, Reaktif dan Nyata ^[2]

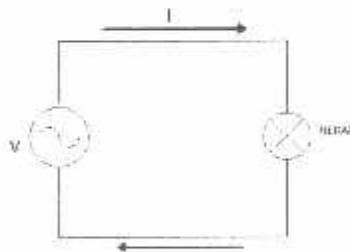
Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dijelaskan juga di dalam buku Operasi Sistem Tenaga Listrik oleh Marsudi Djiteng yaitu daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan watt atau *Horsepower* (HP), Horsepower merupakan satuan listrik dimana 1 HP setara dengan 746 watt atau lbf/second. Sedangkan watt merupakan unit daya listrik dimana 1 watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 volt.

Daya dinyatakan dalam P, tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besar daya dinyatakan :

$$P = V \times I$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \text{Cos } \phi$$

$$P = \text{Watt}$$



Gambar 3.1
Arah aliran arus listrik

- Daya Aktif (P)

Daya Aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Misalnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain-lain.

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi$$

Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja

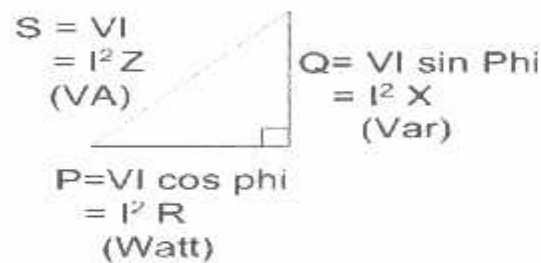
- Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk *fluks* medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain-lain. Satuan daya reaktif adalah *Var*.

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$$

- Daya Nyata (S)

Daya Nyata (*Apparent Power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan *rms* dan arus *rms* dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan reaktif. Satuan daya nyata adalah VA.



Gambar 3.2

Penjumlahan Trigonometri daya aktif, reaktif dan semu

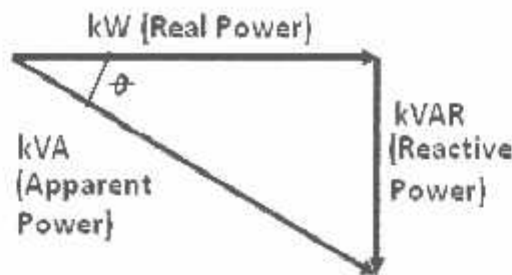
$$S = P + jQ, \text{ mempunyai nilai/besar dan sudut}$$

$$S = S < \phi$$

$$S = \sqrt{P^2 + \sqrt{Q^2} < \phi}$$

- Segitiga Daya

Segitiga Daya merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan matematika antara tipe-tipe daya yang berbeda (*Apparent Power, Active Power dan Reactive Power*) berdasarkan prinsip trigonometri



Gambar 3.3
Diagram Faktor Daya

Dimana Berlaku Hubungan :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \cos \phi$$

$$P = S / \cos \phi$$

$$Q = S / \sin \phi$$

Faktor Daya ($\cos \phi$) dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (watt) dan daya nyata (VA) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang bisanya dinyatakan dalam $\cos \phi$.

$$\begin{aligned} \text{Faktor Daya} &= \text{Daya Aktif (P)} / \text{Daya Nyata (S)} \\ &= \text{kW} / \text{kVA} \\ &= V.I \cos \phi / V.I \\ &= \cos \phi \end{aligned}$$

Faktor daya memiliki nilai range 0 – 1 dan dapat dinyatakan juga dalam persen. Faktor daya yang bagus bernilai mendekati satu.

$$\begin{aligned} \tan \phi &= \text{Daya Reaktif (Q)} / \text{Daya Aktif (P)} \\ &= \text{kVAR} / \text{kW} \end{aligned}$$

Karena komponen daya aktif umumnya konstan (komponen kVA dan kVAR berubah sesuai dengan faktor daya) maka dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Daya Reaktif (Q)} = \text{Daya Aktif (P)} \times \tan \phi$$

Beberapa keuntungan meningkatkan faktor daya :

1. Tagihan listrik menjadi kecil (PLN akan member denda ketika pf lebih kecil dari 0,85)

2. Kapasitas distribusi sistem akan semakin meningkat
3. Mengurangi rugi-rugi pada sistem
4. Adanya peningkatan tegangan karena daya meningkat

Jika pf lebih kecil dari 0,85 maka kapasitas daya aktif (kW) yang digunakan dalam akan berkurang, kapasitasnya akan terus menurun seiring menurunnya pf sistem kelistrikan. Akibat menurunnya pf maka akan menimbulkan persoalan diantaranya :

1. Membesarnya penggunaan daya listrik kWh karan rugi-rugi
2. Membesarnya penggunaan daya listrik kVAR
3. Mutu listrik menjadi rendah karena jatuh tegangan (*voltage drop*)

Beberapa strategi untuk koreksi faktor daya :

1. Meminimalkan operasi dari beban motor yang ringan atau tidak bekerja
2. Menghindari operasi dari peralatan listrik diatas tegangan rata-ratanya
3. Mengganti motor-motor yang sudah tua dengan energi efisien motor. Meskipun dengan energi efisien motor, bagaimanapun faktor daya dipengaruhi beban yang variasi. Motor ini harus dioperasikan sesuai kapasitas rata-ratanya untuk memperoleh faktor daya tinggi
4. Memasang kapasitor pada jaringan AC untuk menurunkan medan dari daya reaktif

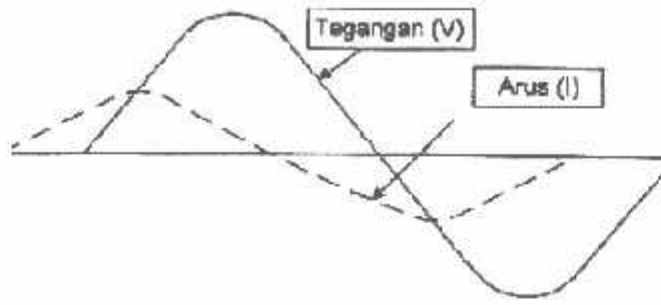
Selain itu, pemasangan Kapasitor dapat menghindari :

1. Trafo kelebihan beban (*overload*), sehingga memberikan tambahandaya yang tersedia
2. *Voltage drops* pada *line ends*
3. Kenaikan arus / suhu pada kabel, sehingga mengurangi rugi-rugi

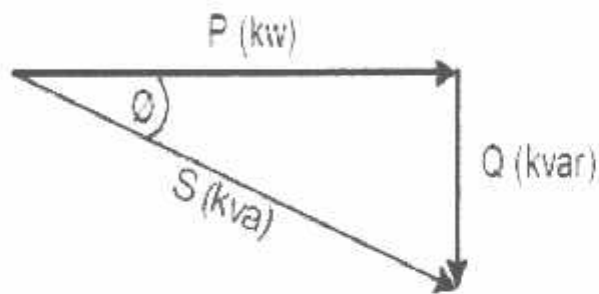
b. Sifat Faktor Daya

• Faktor Daya “Leading”

Apabila arus mendahului tegangan, maka faktor itu dikatakan leading. Ini terjadi apabila bebannya bersifat kapasitif, seperti kapasitor, generator sinkron dan motor sinkron.



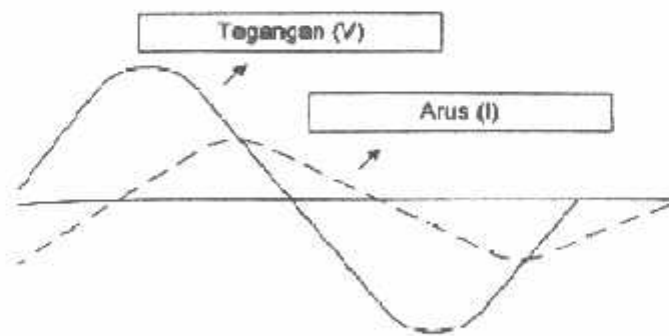
Gambar 3.4
Faktor Daya "Leading"



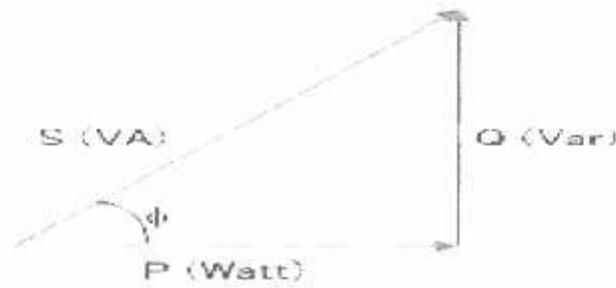
Gambar 3.5
Segitiga Daya untuk Beban Kapasitif

- **Faktor Daya "Lagging"**

Apabila arus tertinggal dari tegangan, maka faktor daya itu dikatakan lagging. Faktor daya ini terjadi apabila beban induktif, seperti motor induksi (AC) dan transformator



Gambar 3.6
Faktor Daya "Lagging"



Gambar 3.7

Segitiga Daya untuk Beban Induktif

3.2 Sifat Beban Listrik ^[5]

Dalam jurnal ilmiah oleh I Putu Agus H dan Titiek Suheta dalam membahas kapasitor di Pabrik Eratex Djaja, suatu rangkaian listrik selalu dijumpai suatu sumber atau beban. Bila sumber DC, maka sifat beban hanya bersifat resistif murni, karena frekuensi sumber DC adalah nol.

Reaktansi induksi akan menjadi nol yang berarti bahwa induktor tersebut akan *short circuit*. Reaktansi Kapasitif akan menjadi tak terhingga yang berarti kapasitif tersebut akan *open circuit*. Jadi sumber DC akan mengakibatkan beban-beban induktif dan beban kapasitif tidak akan berpengaruh pada rangkaian. Bila sumber listrik AC maka beban dibedakan menjadi 3 bagian sebagai berikut :

3.2.1 Beban Resistif

Beban resistif yang merupakan suatu resistor murni, contoh lampu pijar, pemanas. Beban ini hanya menyerap daya aktif dan tidak menyerap daya reaktif sama sekali. Tegangan dan arus se-fasa. Secara matematis dinyatakan :

$$R = V / I$$



Gambar 3.8

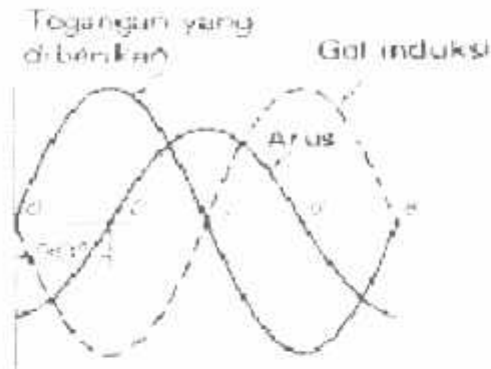
Arus dan Tegangan pada Beban Resistif

3.2.2 Beban Induktif

Beban induktif adalah beban yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada sebuah inti besi, contohnya : motor-motor listrik, induktor dan

transformator. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “lagging”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan daya reaktif (kVAR). Tegangan mendahului arus sebesar ϕ° . Secara matematis dinyatakan :

$$X_L = 2\pi f \cdot L$$



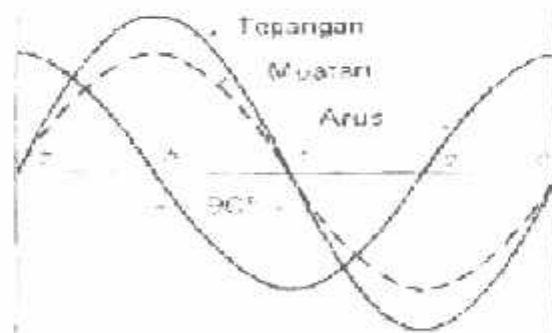
Gambar 3.9

Arus, Tegangan dan GGL induksi-diri pada beban induktif

3.2.3 Beban Kapasitif

Beban Kapasitif adalah beban yang mengandung suatu rangkaian kapasitor. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “leading”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan daya reaktif (kVAR). Arus mendahului tegangan sebesar ϕ° . Secara matematis dinyatakan :

$$X_C = 1 / 2\pi f C$$



Gambar 3.10

Arus, Tegangan dan GGL induksi-diri pada beban kapasitif

3.3 Sumber Daya Untuk Perbaikan Faktor Daya

Pada umumnya berupa beban induktif dengan faktor daya 80% seperti yang terlihat cosines dari sudut yang dibentukkan antara arus dan tegangan terima V_t dikenal sebagai faktor daya (*power factor*)

Bila komponen arus I yang sefasa dan tidak sefasa masing-masing dikalikan dengan tegangan diterima maka dapatkan hubungan antara daya aktif (P), daya reaktif (Q) dan daya semu (S) maupun Apparent Power

3.3.1 Koreksi Faktor Daya dengan Kapasitor

Ketika daya beban dari sistem distribusi bertambah, faktor daya sistem biasanya turun. Pertambahan beban dan penurunan faktor daya akan menimbulkan situasi sebagai berikut :

1. Masalah regulasi tegangan
2. Peningkatan rugi sistem
3. Penalti faktor daya dalam kontrak
4. Penurunan kapasitas filter

Selain meningkatkan faktor daya sistem, kapasitor juga memberikan drop tegangan. Arus *leading* di kapasitor bisa menyebabkan kenaikan tegangan di dalam sistem. Karena itu, harus hati-hati agar tidak menyebabkan kenaikan tegangan terlalu banyak atau memberikan terlalu banyak arus *leading*. Kapasitor distribusi bisa juga mengurangi rugi saluran sistem, selama faktor daya sistem tidak dipaksa dalam mode *leading*. Kapasitas yang ukurannya benar dan penempatannya benar bisa mengurangi rugi saluran sistem, karena itu bisa menutup biaya instalasi.

Fasilitas daya besar (*bulk power*) harus menggunakan beberapa kapasitasnya untuk membawa arus kVAR induktif ke sistem distribusi. Aliran arus reaktif resultan bisa menimbulkan loss pada fasilitas daya besar dan menimbulkan biaya yang tidak semestinya. Generator bisa menimbulkan daya reaktif akan menghantarkan beban induktif ke pusat distribusi dan dapat menghemat kapasitas generator untuk menghasilkan daya riil.

3.4 Metode Perhitungan ^[6]

ETAP power station menggunakan algoritma untuk penempatan kapasitor yang optimal. Algoritma genetic adalah teknik optimasi berdasarkan teori seleksi alam. Mulai genetic algoritma dengan generasi solusi dengan keanekaragaman untuk mewakili karakteristik dari ruang pencarian secara keseluruhan. Dengan mutasi dan crossover, karakteristik yang baik dan yang dibawah untuk generasi berikutnya, solusi optimal dapat dicapai melalui generasi berulang.

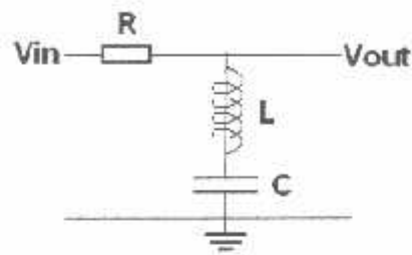
Penempatan kapasitor optimal menggunakan metode nilai sekarang untuk melakukan perbandingan alternatif dan biaya operasi yang meliputi pemeliharaan, penyusutan dan tabungan kerugian penurunan. Tujuan dari penempatan kapasitor yang optimal adalah untuk meminimalkan biaya sistem, biaya ini dapat diukur dengan cara :

1. Biaya tetap instalasi kapasitor
2. Biaya kapasitor pembelian
3. Biaya operasi kapasitor bank (pemeliharaan dan penyusutan)
4. Biaya rugi daya nyata

3.5 Daya Reaktif (VAR) Pada Filter Pasif

Pada filter pasif terdapat komponen resistor (R), induktor (L) dan kapasitor (C). Dengan adanya induktor dalam filter ini maka tegangan kapasitor pada frekuensi fundamental akan naik. Hal ini disebabkan reaktansi induktor akan mengurangi nilai reaktansi kapasitor, akibatnya reaktansi total akan semakin kecil sehingga akan menaikkan arus yang melewati kapasitor. Semakin meningkatnya arus yang melewati kapasitor, maka tegangan kapasitorpun akan semakin meningkat dan biasanya bisa mencapai nilai yang tidak diinginkan. Sebagai contoh, induktor dengan reaksi sepersepuluh ($\frac{1}{10}$) dari reaktansi kapasitor akan meningkatkan tegangan kapasitor pada frekuensi fundamental sebesar 11%. Sedangkan ANSI *capacitor rating* hanya mengijinkan *overvoltage* yang terjadi sebesar 10%. Jika tegangan operasi lebih kecil daripada tegangan kapasitor, karena peningkatan tegangan kapasitor maka rating bank (daya reaktif untuk mengkompensasi faktor daya) biasanya akan lebih kecil dari nilai yang tertulis. Oleh karena itu, daya reaktif (VAR) nyata pada filter akan sama dengan daya

reaktif (VAR) yang tertulis dikali kuadrat rasio dari tegangan kapasitor dan tegangan operasi dengan induktor.



Gambar 3.11
Komponen Filter Pasif

Daya reaktif nyata VAR_{act} pada filter pasif dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$X = \sqrt{R^2 + (X_C + X_L)^2}$$

$$V_C = V_{BUS} \times \frac{X_C}{X}$$

$$VAR_{act} = VAR_{rating} \times \left(\frac{V_C}{V_{rating}} \right)^2$$

Keterangan :

- X_C dan X_L = Reaktansi Fundamental (Ohm)
- X = Impedansi total (Ohm)
- V_C = Tegangan Kapasitor (Volt)
- V_{rating} = Rating Tegangan (Volt)
- VAR_{rating} = Daya reaktif yang tertulis (VAR)
- VAR_{act} = Daya reakti nyata (VAR)

3.5.1 Faktor Kualitas (Q) pada Filter Pasif

Filter pasif paralel pada frekuensi yang menyebabkan reaktansi, induktif dan kapasitif yang sama. Sedangkan karakteristik penalaan filter dapat dijelaskan dari faktor kualitas (Q). Kualitas dari filter (Q) menentukan ketajaman penalaan. Filter dengan Q tinggi di tala secara tajam pada salah satu frekuensi harmonisa yang lebih rendah, dengan nilai Q yang umum antara 30 sampai 60. Filter dengan Q yang lebih rendah biasanya bernilai 0,5 sampai 5 dan memiliki impedansi yang rendah pada jangkauan frekuensi yang lebar. Apabila filter digunakan untuk

mengelminasi harmonisa yang lebih tinggi, maka filter yang digunakan adalah *High Pass Filter*.

Pada filter penalaan tunggal, faktor kualitas Q didefinisikan sebagai perbandingan antara induktansi atau kapasitansi pada saat resonansi dengan resistansi yang terpasang seri

$$Q = \frac{X_n}{R}$$

Pada keadaan resonansi, filter pasif akan lebih efektif lagi apabila VAR_{rating} yang sudah ditentukan di distribusikan sesuai dengan prosentase arus harmonisa yang terbentuk didalam sistem. Hal ini disebabkan THD untuk VAR_{rating} yang terdistribusi sesuai dengan prosentase harmonisa sehingga cenderung lebih kecil daripada VAR_{rating} yang terdistribusi merata pada masing-masing orde filter. Sistem ditentukan oleh VAR_{rating} , filter pasif dipengaruhi oleh faktor kualitas Q , semakin tinggi faktor kualitas Q yang digunakan, maka komponen harmonisa yang terduksi akan jatuh lebih besar diandingkan filter pasif yang menggunakan faktor kualitas Q yang rendah.

Sebuah filter Pass Band (PB) didefinisikan sebagai pembatas sebuah frekuensi dimana reaktasi penyaring resistennya, sudut impedansinya adalah 45° dan modul impedansinya $\sqrt{2R}$ kualitas faktor dan Pass Band terkait dengan :

$$Q = \frac{\omega_n}{PB}$$

Dalam orde mengungkapkan impedansi filter Q dan δ setelah dihubungkan dari persamaannya berlaku :

$$Z_1 = R + j \left(\omega_L - \frac{1}{\omega_C} \right)$$
$$\omega = \omega_n (1 + \delta)$$

Dimana :

$$\omega_n = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Sebuah reaktansi induktor atau kapasitor dalam ohm di frekuensi tuned adalah :

$$X_0 = \omega_n L = \frac{1}{\omega_n C} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$Q = \frac{X_0}{R}$$

$$C = \frac{1}{\omega_n X_0} = \frac{1}{\omega_n R Q}$$

$$L = \frac{X_0}{\omega_n} = \frac{R Q}{\omega_n}$$

3.6 ETAP Power Station Simulation

3.6.1 Perangkat Lunak ETAP Power Station [7]

Dalam Penduan Sistem Tenaga Listrik Universitas Indonesia, ETAP (Electric Transient and Analysis Program) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan data real-time atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara real-time. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik. Analisa tenaga listrik yang dapat dilakukan ETAP antara lain :

- a. Analisa aliran daya
- b. Analisa hubung singkat
- c. Arc Flash Analysis
- d. Analisa kestabilan transien, dll.

Dalam menganalisa tenaga listrik, suatu single line diagram merupakan notasi yang disederhanakan untuk sebuah sistem tenaga listrik tiga fasa. Sebagai ganti dari representasi saluran tiga fasa yang terpisah, digunakanlah sebuah konduktor. Hal ini memudahkan dalam pembacaan diagram maupun dalam analisa rangkaian. Elemen elektrik contohnya pemutus rangkaian, transformator, kapasitor, busbar maupun konduktor lain dapat ditunjukkan dengan menggunakan simbol yang telah distandardisasi untuk diagram saluran tunggal. Elemen pada diagram tidak mewakili ukuran fisik atau lokasi dari peralatan listrik, tetapi merupakan konvensi umum untuk mengatur diagram dengan urutan kiri-ke-kanan yang sama, atas-ke-bawah, sebagai saklar atau peralatan lainnya diwakili.



Gambar 3.12
Program ETAP Power Station

Aliran daya atau disebut juga *Load Flow* bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran daya yang berupa pengaruh dari variasi beban dan rugi-rugi transmisi pada aliran daya dan juga mempelajari adanya tegangan jatuh di sisi beban.

Aliran daya pada suatu sistem tenaga listrik secara garis besar adalah suatu peristiwa daya yang mengalir berupa daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) dari suatu sistem pembangkit (sisi pengirim) melalui suatu saluran atau jaringan transmisi hingga sampai ke sisi beban (sisi penerima). Pada kondisi ideal, maka daya yang diberikan oleh sisi pengirim akan sama dengan daya yang diterima beban. Namun pada kondisi real, daya yang dikirim sisi pengirim tidak akan sama dengan yang diterima beban. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa hal:

1. Impedansi di saluran transmisi.

Impedansi di saluran transmisi dapat terjadi karena berbagai hal dan sudah mencakup resultan antara hambatan resistif, induktif dan kapasitif. Hal ini yang menyebabkan rugi-rugi daya karena terkonversi atau terbuang menjadi energy lain dalam transfer energi.

2. Tipe beban yang tersambung jalur.

Ada 3 tipe beban, yaitu resistif, induktif, dan kapasitif. Resultan antara besaran hambatan kapasitif dan induktif akan mempengaruhi P.F. sehingga mempengaruhi perbandingan antara besarnya daya yang ditransfer dengan yang diterima. Sedangkan untuk melakukan kalkulasi aliran daya, terdapat 3 metode yang biasa digunakan.

1. Accelerated Gauss-Seidel Method

- Hanya butuh sedikit nilai masukan, tetapi lambat dalam kecepatan perhitungan.

$$[P + jQ] = [V^T] [Y_{BUS}] [V^*]$$

2. Newton Raphson Method

- Cepat dalam perhitungan tetapi membutuhkan banyak nilai masukan dan parameter.
- First Order Derivative digunakan untuk mempercepat perhitungan.

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta V \end{bmatrix}$$

3. Fast Decoupled Method

- Dua set persamaan iterasi, antara sudut tegangan, daya reaktif dengan magnitude tegangan.
- Cepat dalam perhitungan namun kurang presisi
- Baik untuk sistem radial dan sistem dengan jalur panjang

$$\begin{aligned} [\Delta P] &= [J_1] [\Delta \delta] \\ [\Delta Q] &= [J_4] [\Delta V] \end{aligned}$$

3.6.2 Analisa Aliran Daya Metode *Newton Raphson* [7]

Dalam Panduan Sistem Tenaga Listrik Universitas Indonesia, metode yang umum digunakan dan banyak dipakai untuk mendapatkan penyelesaian aliran daya adalah metode *Newton Raphson*. Dimana metode ini bila dibandingkan dengan metode-metode yang lain seperti *Gauss-Seidel* mempunyai waktu hitung cepat

Secara matematis persamaan aliran daya *Newton Raphson* dapat diselesaikan dengan menggunakan koordinat retanguler, koordinat polar atau bentuk hybrid (gabungan antara bentuk kompleks dengan bentuk polar). Dalam pembahasan skripsi ini menggunakan bentuk polar.

Hubungan antara arus I_p dengan tegangan simpul V_q pada suatu jaringan dengan simpul n dapat dituliskan :

$$I_p = \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_{pq}$$

Injeksi daya simpul p adalah :

$$\begin{aligned} S_p &= P_p - jQ_p = V_p * I_p \\ &= V_p * \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_{pq} \end{aligned}$$

Dalam penyelesaian aliran daya dengan *Newton Raphson* bentuk persamaan aliran daya yang dipilih adalah polar, dimana tegangan dinyatakan dalam bentuk polar, yaitu :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ M & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix}$$

Proses perhitungan akan berulang sampai selisih daya nyata dan daya reaktif antara yang dijadwalkan dengan daya yang dihitung, yaitu ΔP dan ΔQ untuk semua simpul mendekati nilai toleransi atau perhitungan iterasi mencapai konvergen.

3.6.3 Penempatan Optimal Kapasitor (OCP – Optimal Capacitor Placement) Menggunakan ETAP Power Station

ETAP Power Station adalah program analisis sistem power grafik. ETAP menggunakan teknik algoritma sistem untuk penempatan optimal kapasitor.

Sistem daya pada ETAP beroperasi pada sistem daya lag, karena beban dan perangkat pengirimannya (saluran dan transmisi) bersifat induktif. Karena itu, sistem daya membutuhkan aliran VAR tambahan. Ini mengurangi kapasitas sistem, meningkatkan rugi-rugi dan mengurangi tegangan.

Untuk menempatkan kapasitor shunt di dalam sistem, beberapa tugas yang harus dijalankan :

1. Menentukan ukuran bank di KVAR
2. Menentukan lokasi koneksi
3. Menentukan sebuah metode sistem
4. Menentukan tipe koneksi

Meminimalkan biaya sekaligus menentukan ukuran dan lokasi kapasitor secara matematis adalah sebuah masalah optimisasi. Karena itu, perlu menggunakan sebuah pendekatan optimisasi. Modul ETAP power station untuk Optimal Capacitor Placement adalah alat simulasi yang baik dan didesain untuk palikasi optimisasi. Modul OCP membantu menempatkan kapasitor untuk dukungan tegangan dan koreksi sistem daya, sekaligus meminimalkan biaya totalnya. Interface grafik memberikan stabilitas dalam mengontrol proses penempatan optimal kapasitor dan mempermudah pandangannya secara grafis. Pendekatan perhitungan presisi bisa secara otomatis menentukan lokasi dan ukuran bank yang terbaik. Selain itu pendekatan tersebut juga melaporkan release kapasitas cabang dan juga melaporkan penghematan selama periode planning terkait dengan reduksi rugi VAR.

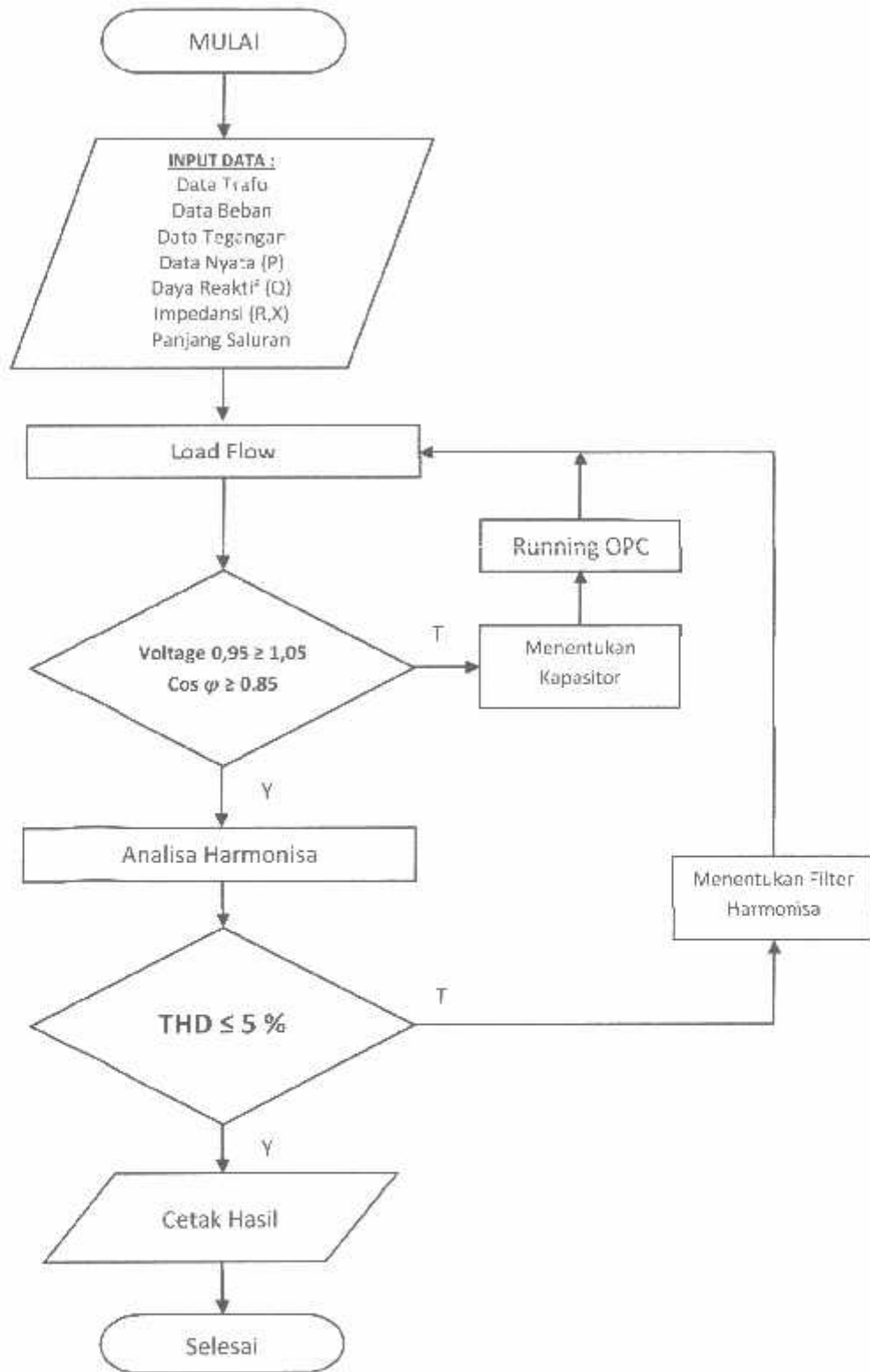
3.6.4 Algoritma Simulasi ETAP Power Station

1. Mulai
2. Memasukkan Data : Data Trafo (kV), Data Beban (A), Data Tegangan (V), Kabel (Panjang Penghantar, Diameter)
3. Mengecek Data Parameter

4. Menjalankan Load Flow
5. Mengecek apakah :
 - power factor* Kapasitor ($\cos \varphi \geq 0.85$)
 - Tegangan : ($0.95 < 1.05$ pu)
6. Menjalankan proses Optimal Capacitor Placement (OCP)
7. Mengecek apakah terjadi “error report” :
 - Apabila “Y” : Kembali Cek Data Parameter lagi (kembali ke 3)
 - Apabila “T” : Ke Proses Selanjutnya
8. Penempatan tempat dan nilai kapasitor
9. Cek harmonisa
10. Mengecek apakah :
 - Filter Harmonisa : THD $< 5\%$
11. Mengecek apakah terjadi “error report” :
 - Apabila “Y” : Kembali Cek Data Parameter lagi (kembali ke 3)
 - Apabila “T” : Ke Proses Selanjutnya
12. Dilakukan cetak hasil
13. Selesai

3.6.5 Flowchart Simulasi

Dibawah ini adalah flowchart yang menunjukkan *undervoltage* agar nilai tegangan dapat kembali pada batas-batas yang diijinkan dalam sebuah sistem.

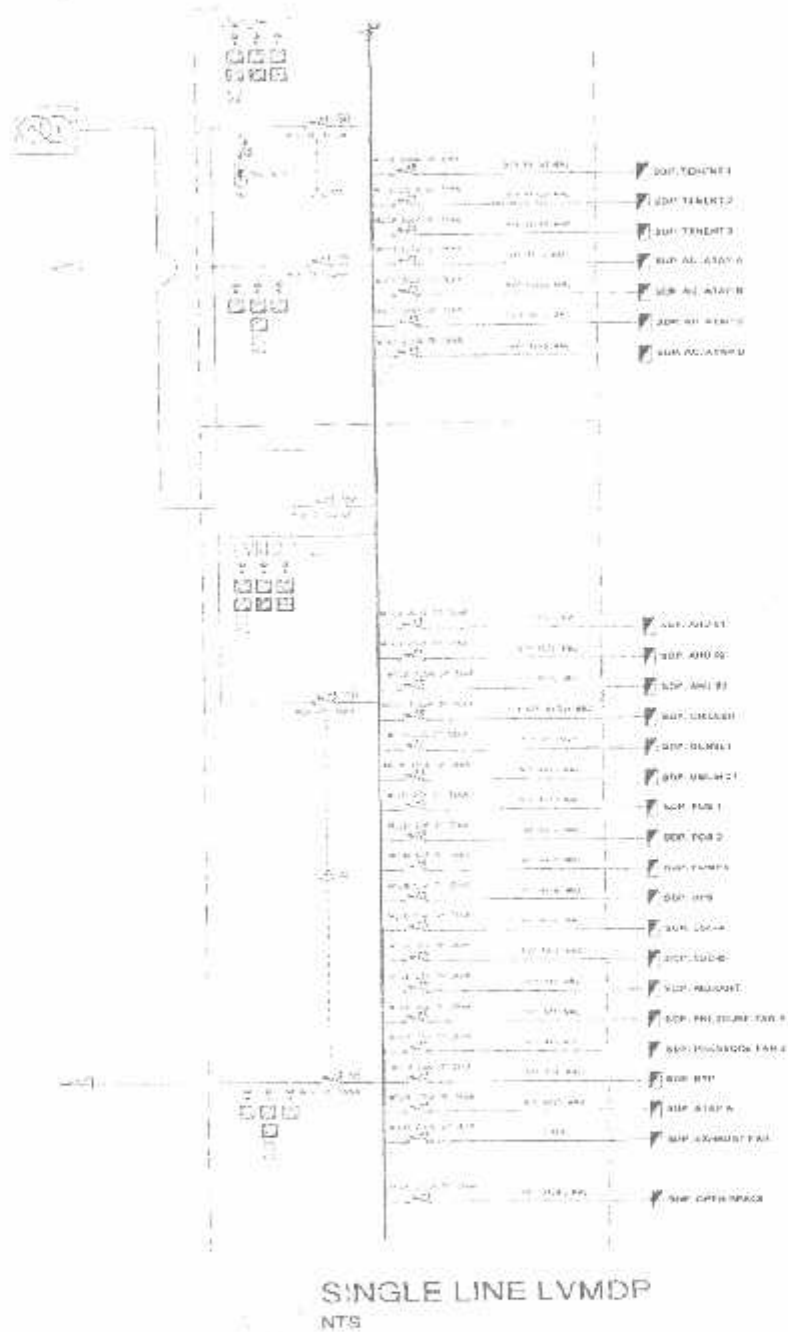


Gambar 3.13
Flowchart Simulasi

BAB IV SIMULASI DAN HASIL

4.1 Sistem kelistrikan MX Mall

Berikut ini adalah single line diagram yang ada di MX Mall sebelum pemasangan kapasitor dan filter harmonisa :

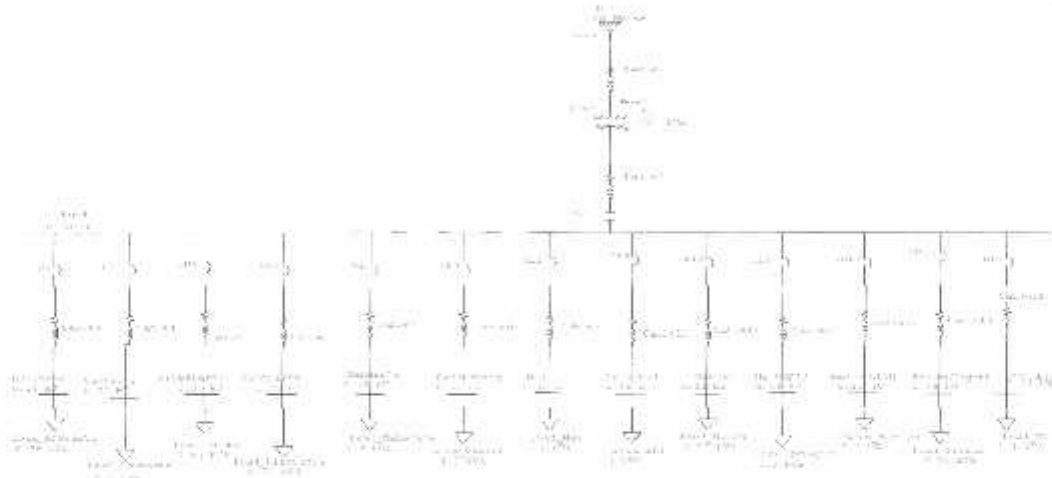


Gambar 4.1

Single Line Diagram MX Mall Malang

4.2 Sistem kelistrikan MX Mall dengan Menggunakan ETAP Power Station [8]

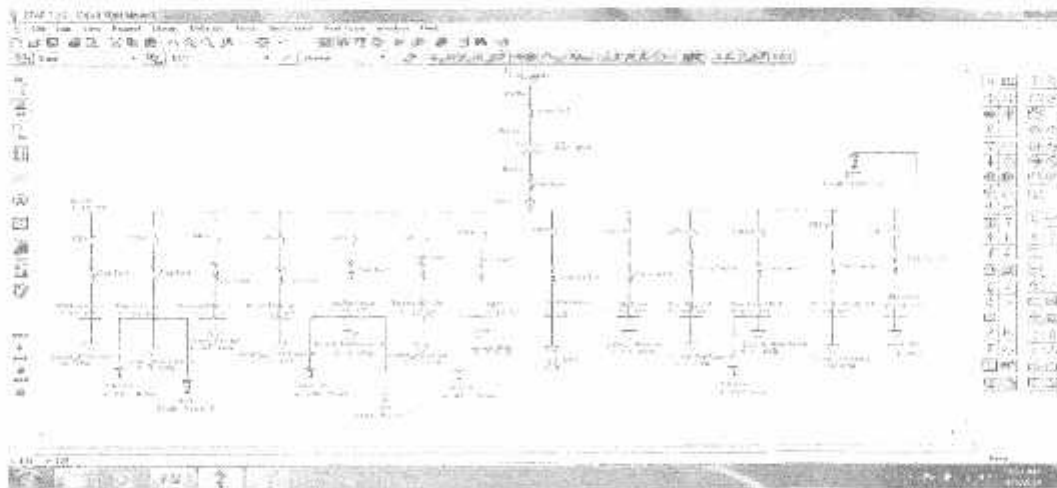
Untuk simulasi awal menggunakan software *ETAP Power Station*, Sistem yang digunakan adalah Optimal Placement Capacitor dan Filter Harmonisa. Yaitu sistem yang terdiri atas sumber tegangan, kapasitor bank, impedansi saluran yang ada dalam MX Mall Malang.



Gambar 4.2

Single Line MX Mall sebelum pemasangan OCP dan Filter Harmonisa

4.3 Single line setelah pemasangan OCP dan Filter Harmonisa



Gambar 4.3

Single Line MX Mall sesudah pemasangan OCP dan Filter Harmonisa

Tabel 4.1

Data Trafo Pada MX Mall Malang

Trafo	Rating					Adjusted	Type
	kVA	Prim. kV	Sec. kV	%Z	X/R	%Z	
	400	20	0.380	6.75	3.09	6.75	Std Pos. Seq.

Tabel 4.2

Data Pengukuran Beban di MX Mall Malang

No	Tenant	kVA	kW	kVar
1	KDS Resto	0.96	0.816	0.506
2	Game Fun Fantasia	5.5	4.73	2.397
3	Prime Resto	0.63	0.535	0.332
4	Disc Tarra	0.71	0.611	0.362
5	Maharaja	5.1	4.752	2.494
6	Bakers king	4.2	3.654	2.071
7	Nav	5.21	4.816	2.659
8	BRI teras	1	0.87	0.493
9	Hatchi Bistro	0.95	0.836	0.451
10	My KopiO	5.3	4.77	2.31
11	Ametist	9.1	7.644	4.938
12	Frozen Yogurt	0.74	0.651	0.351
13	XO Suki	1.1	0.99	0.479

Tabel 4.3
Data Saluran Kabel

Kabel			Impedansi (%)	
	Bus	Bus	R	X
Kabel 1	1	2	6.5	6.74
Kabel 2	3	4	0.96	2.7
Kabel 3	4	KDS	178	7.86
Kabel 4	4	Fantasia	81	90
Kabel 5	4	Prime	230	130
Kabel 6	4	Disc tarra	490	190
Kabel 7	4	Maharaja	135	11
Kabel 8	4	Bakers King	69	1.24
Kabel 9	4	NAV	135	24
Kabel 10	4	Teras BRI	130	73.74
Kabel 11	4	Hatchi Bistro	86.3	3.73
Kabel 12	4	My-KopiO	2.84	110
Kabel 13	4	Ametist	2.372	2.282
Kabel 14	4	Frozen	134	8.2
Kabel 15	4	XO suki	150	13.4

4.4 Analisis Load Flow sebelum Pemasangan Kapasitor dan Filter Harmonisa

Tabel 4.4
Load Flow Sebelum Optimal Kapasitor dan Filter Harmonisa

No	Tenant / Bus	Voltage (pu)	PF%	VTHD %
1	KDS Resto	0.97	0.85	3.05
2	Game Fun Fantasia	0.94	0.89	13.71
3	Prime Resto	0.97	0.85	3.55
4	Disc Tarra	0.96	0.86	4.61
5	Maharaja	0.94	0.88	11.35
6	Bakers king	0.97	0.87	2.91
7	Nav	0.94	0.86	7.04
8	BRI teras	0.97	0.87	2.85
9	Hatchi Bistro	0.98	0.88	2.94
10	My KopiO	0.97	0.88	3.74
11	Ametist	0.98	0.84	3.27
12	Frozen Yogurt	0.98	0.88	2.87
13	XO Suki	0.97	0.90	2.92

Diketahui pada tabel 4.3 hasil load flow untuk tegangan mengalami critical $0.94 pu$ pada Fantasia, Maharaja dan NAV. Faktor daya paling rendah berada di tenant Ametist sebesar 0.84. Kandungan Harmonisa terbesar ada di tenant Fantasia sebesar 13.71%.

4.5 Hasil Analisis Pemasangan Kapasitor

4.5.1 Optimal Capacitor Placement

Dari hasil perhitungan OCP pada ETAP power station maka didapat penentuan dan letak kapasitor sebagai berikut :

Tabel 4.5

Besaran dan Jumlah Kapasitor setelah OCP

Tenant	Besar Kapasitor (kVar)	Jumlah Kapasitor
Game Fantasia	1.5	1
Maharaja	1.4	1
Nav	1.7	1
Ametist	2.9	1

4.5.2 Perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan OCP

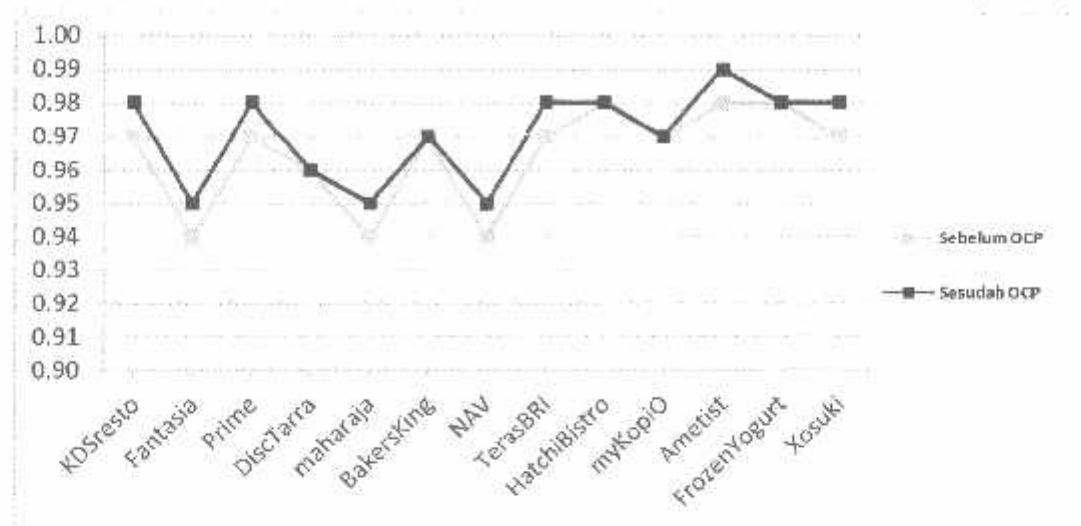
Hasil OCP pada 3 tenant tersebut didapat perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor sebagai berikut :

Tabel 4.6

Perbandingan Tegangan sebelum dan sesudah pemasangan OCP

No	Tenant / Bus	Voltage (pu)	
		Sebelum	Sesudah
1	KDS Resto	0.97	0.98
2	Game Fun Fantasia	0.94	0.95
3	Prime Resto	0.97	0.98
4	Disc Tarra	0.96	0.96
5	Maharaja	0.94	0.95
6	Bakers king	0.97	0.97
7	Nav	0.94	0.95
8	BRI teras	0.97	0.98
9	Hatchi Bistro	0.98	0.98
10	My KopiO	0.97	0.97
11	Ametist	0.98	0.99
12	Frozen Yogurt	0.98	0.98
13	XO Suki	0.97	0.98

Dalam Tabel 4.5 untuk Fantasia, Maharaja dan NAV yang sebelumnya under voltage / *Critical Report* (0.94pu), sesudah pemasangan OCP maka menjadi normal (marginal).



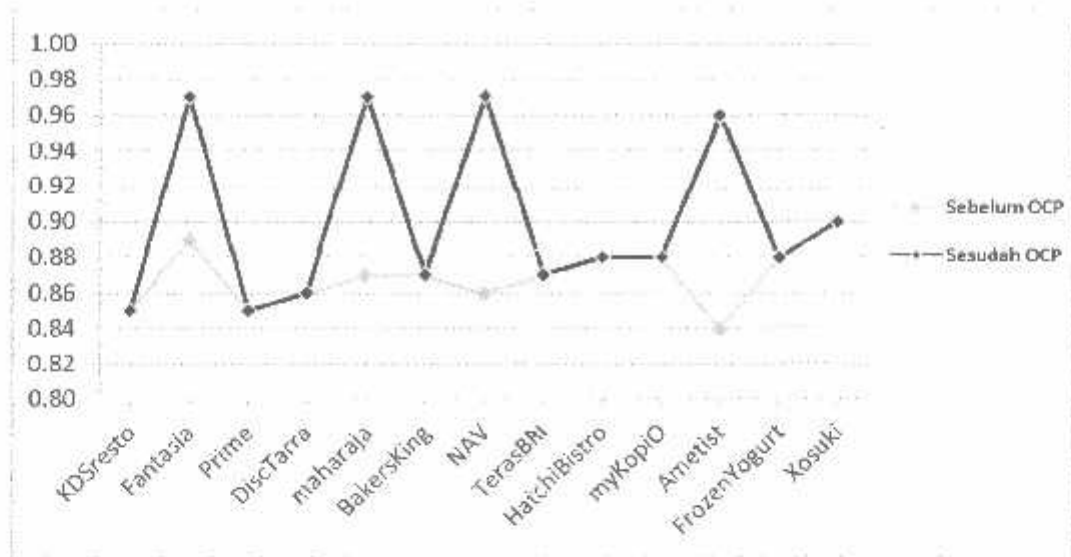
Grafik 4.1 Perbandingan tegangan sebelum dan sesudah pemasangan optimal kapasitor

Tabel 4.7

Perbandingan PF ($\text{Cos } \varphi$) sebelum dan sesudah pemasangan OCP

No	Tenant / Bus	PF (%)	
		Sebelum	Sesudah
1	KDS Resto	0.85	0.85
2	Game Fun Fantasia	0.89	0.97
3	Prime Resto	0.85	0.85
4	Disc Tarra	0.86	0.86
5	Maharaja	0.87	0.97
6	Bakers king	0.87	0.87
7	Nav	0.86	0.97
8	BRI teras	0.87	0.87
9	Hatchi Bistro	0.88	0.88
10	My KopiO	0.88	0.88
11	Ametist	0.84	0.96
12	Frozen Yogurt	0.88	0.88
13	XO Suki	0.90	0.90

Dalam Tabel 4.6, faktor daya yang tidak memenuhi standart dibawah 0.85 adalah tenant Ametist sebesar 0.84. Setelah pemasangan OCP, maka semua tenant tidak ada yang mengalami gangguan atau power faktor dibawah standart 0.85.



Grafik 4.2 Perbandingan PF sebelum dan sesudah pemasangan optimal kapasitor

4.5.3 Rugi-rugi Daya

Untuk mengetahui hasil kompensasi yang lebih baik maka hasil dari kedua alat kompensasi ini dapat dibandingkan.

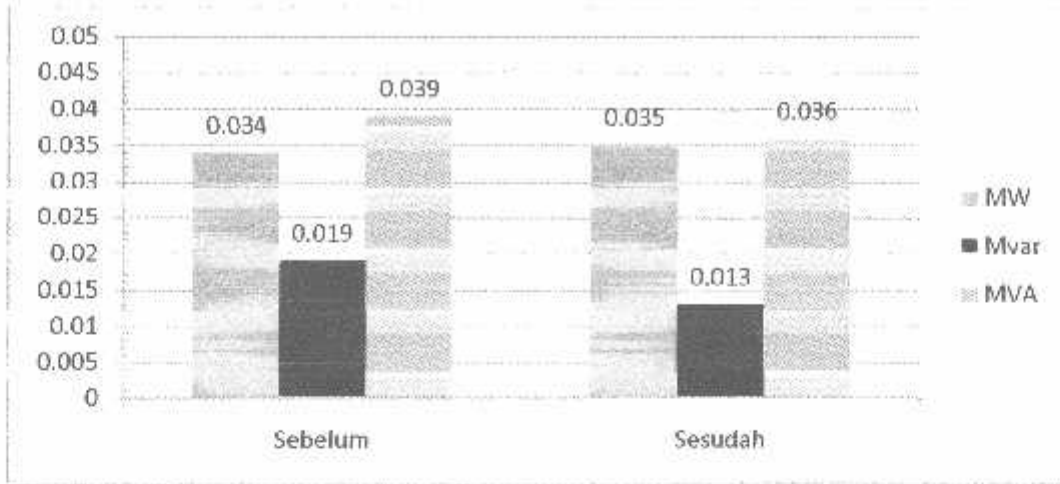
Tabel 4.8

Perbandingan Daya Aktif dan Reaktif sebelum dan sesudah pemasangan OCP

	MW	Mvar	MVA
Sebelum OCP	0.034	0.019	0.039
Sesudah OCP	0.035	0.013	0.036

Berdasarkan tabel 4.7 dapat diketahui berapa besar kenaikan daya aktif, penurunan daya reaktif, penurunan losses serta kenaikan daya semu dengan memperhatikan :

- Daya Aktif = $0.035 - 0.034$
= $0.001 \text{ MW} = 1 \text{ KW}$
- Daya Reaktif = $0.013 - 0.019$
= -0.006 Mvar
- Daya Semu = $-0.039 - 0.036$
= $-0.003 \text{ MVA} = 3 \text{ kVA}$



Grafik 4.3 Rugi-rugi Daya

4.6 Hasil Analisis Pemasangan Filter Harmonisa

4.6.1 Pemasangan Filter *High Pass-Damped*

Dari hasil data pada ETAP power station, kandungan Harmonisa hampir semua diatas standart yaitu melebihi 5 %. Kandungan harmonisa tertinggi ada di tenant Fantasia sebesar 13.71 %. Untuk itu, dengan software ETAP power station dapat ditentukan besaran filter harmonisa pada MX Mall tersebut.

Tabel 4.9

Besaran Filter tipe High Pass-Damped

Tenant	kV	kVAR	μ F	X1	Q Fact	Max I
HF8 Fantasia	0.38	7.8	143.3	0.072	40	200
HF9 Maharaja	0.38	24	440.9	0.042	40	200
HF10 Nav	0.38	9.2	169	0.07	40	200

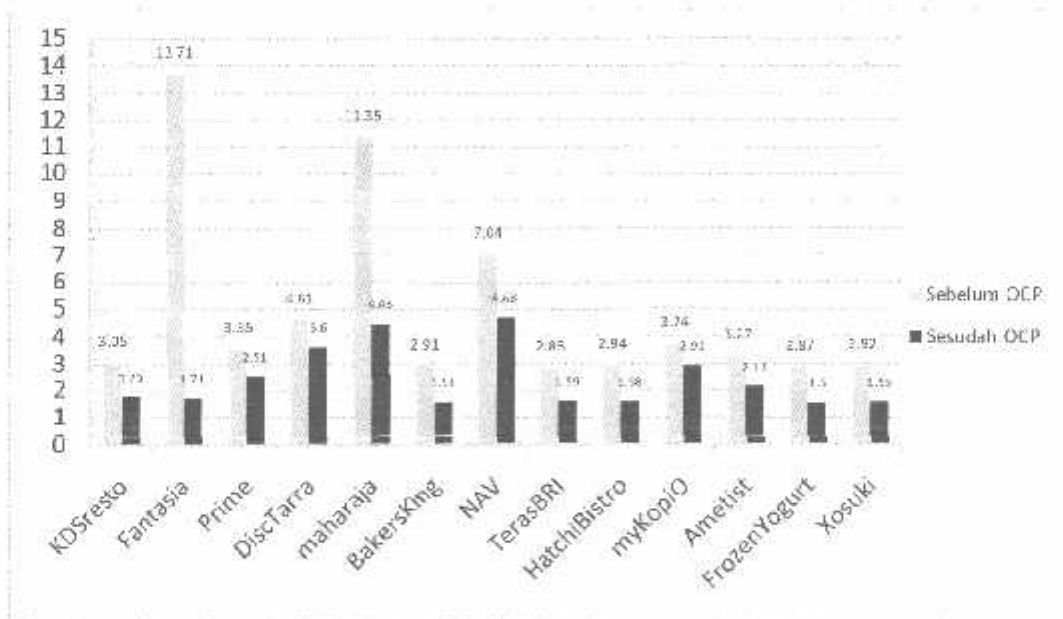
4.6.2 Perbandingan Pemasangan *High Pass-Damped* sebelum dan sesudah

Setelah pemasangan filter harmonisa, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.10

Perbandingan VTHD sebelum dan sesudah pemasangan filter harmonisa

No	Tenant / Bus	VTHD (%)	
		Sebelum	Sesudah
1	KDS Resto	3.05	1.75
2	Game Fun Fantasia	13.71	1.71
3	Prime Resto	3.55	2.51
4	Disc Tarra	4.61	3.60
5	Maharaja	11.35	4.43
6	Bakers king	2.91	1.51
7	Nav	7.04	4.68
8	BRI teras	2.85	1.59
9	Hatchi Bistro	2.94	1.58
10	My KopiO	3.74	2.91
11	Ametist	3.27	2.11
12	Frozen Yogurt	2.87	1.50
13	XO Suki	2.92	1.55



Grafik 4.4 Perbandingan VTHD sebelum dan sesudah filter harmonisa

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis mengenai penempatan optimal kapasitor dan filter harmonisa pada MX Mall dengan menggunakan ETAP *Power Station* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kapasitor yang optimal diletakkan di empat titik tenant yaitu Fantasia (1.5 kVar), Maharaja (1.4 kVar), NAV (1.7 kVar) dan Ametist sebesar 2.9 kVar.
2. Pemasangan Filter Harmonisa dilakukan di tenant Fantasia, Maharaja dan Nav.
3. Dengan penempatan kapasitor di Fantasia, Maharaja dan NAV sudah memperbaiki tegangan yang semula 0.94pu naik untuk Fantasia (0.95pu), Maharaja (0.95pu) dan NAV (0.95pu).
4. Penempatan kapasitor di tenant Ametist juga memperbaiki faktor daya yang semula 0.84 menjadi 0.96.
5. Dengan pemasangan filter harmonisa VTHD di tenant Fantasia(13.71%) turun menjadi (1.71%), Maharaja(11.35%) turun menjadi (4.43%) dan Nav(7.04%) turun menjadi (4.68%)

5.2 Saran

Penentuan letak dan kapasitas kapasitor serta filter harmonisa pada software ETAP power station perlu dikembangkan dan diaplikasikan dalam menganalisis saluran yang sudah ada serta menjadi koreksi dari data-data yang tersedia. Agar kondisi tegangan pada MX Mall tetap diatas 0.95pu sampai maksimum 1.05pu dan harmonisanya tidak melebihi 5% agar tidak merugikan pihak MX Mall itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hutaauruk, T. S. 1997. *Transmisi Daya Listrik*. Yayasan PUIL. Jakarta : Erlangga
- [2] Djileng, Marsudi. 1990. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta : ISTN
- [3] C. Pravin and Dr. Marwan B. 2011. "*Minimizing cost and power loss by Optimal Placement of Capacitor using ETAP*". USA : The Institut of Electrical and Electronics Engineers, Inc
- [4] Stevenson, William D. 1996. *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta : Erlangga
- [5] I Putu Agus Didik H dan Titiiek Suheta. 2012. "*Jurnal Ilmiah Pemasangan Kapasitor Bank di Pabrik PT. Eratex Djaja, Tbk Probolinggo*". Surabaya : Institut Teknologi Aditama Surabaya.
- [6] Ghifari, A, Agung Warsito. 2012. "*Studi Harmonisa Pengaruh Kapasitor Bank Pada Sistem Kelistrikan PT. Chandra Asri Petrochemical, Tbk*". Semarang : Universitas Diponegoro
- [7] Laboratorium Sistem Tenaga Listrik. 2011. *PANDUAN SISTEM TENAGA LISTRIK, JAKARTA* : Universitas Indonesia
- [8] Manual Book PT. Mutiara Citra Sentosa - @MX MALL
- [9] PT. IKANINDO. 2010. *AS BUILT DRAWING MEKANIKAL – ELEKTRIKAL MXMALL*, Malang : PT. IKANINDO
- [10] ETAP User Guide. Operation Technology, Inc



LAMPIRAN



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. DNI (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, Kri 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : ISOM ACHMADI
2. NIM : 05.12.020
3. Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1
4. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
5. Judul : **ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR DAN FILTER HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN MX MALL MENGGUNAKAN ETAP POWER STATION**

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :
Hari : Kamis
Tanggal : 14 Agustus 2014
Dengan Nilai : 78.75 (B+) *af*

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP. P. 1030100358

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST, MT
NIP. Y. 1030800417

Anggota Penguji

Penguji I

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209

Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP. P. 1030100371



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang Strata Satu (S-1) yang Diselenggarakan pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 14 Agustus 2014

Telah Dilakukan Perbaikan Skripsi Oleh :

Nama : ISOM ACHMADI

NIM : 05.12.020

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Judul Skripsi : "ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR DAN FILTER HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN MX MALL MENGGUNAKAN ETAP POWER STATION"

No	Materi Perbaikan	Paraf Penguji
1	Penulisan Rumusan Masalah disamakan dengan Tujuan	
2	Melampirkan Data Single Line Diagram dari MX Mall	
3	Metode perhitungan yang digunakan di dalam ETAP Power Station	
4	Penulisan tinjauan pustaka tidak mencantumkan nomor dari Daftar Pustaka yang digunakan	

Anggota Penguji,

Dosen Penguji I

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP.Y.1038900209

Dosen Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP.P. 1030100371

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
NIP.Y.1018500108

Dosen Pembimbing II

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP.Y.1018800190



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formullr 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 : ISOM ACHMADI
NIM : 0512020
Perbaikan meliputi : skripsi

1. Seyogyanya tujuan diperbaiki sesuai dengan yg di power point.
2. Harap dilampirkan single line diagram aslinya dari MX Mall.?

3.

Malang, 14/08/2014

()



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 : ISOM ACHMADI
NIM : 05.12.020
Perbaikan melalui :

- Pembahasan Rumusan Masalah di samakan dengan bab 1
- Pembahasan Tinjauan Pustaka tidak mencantumkan No-Index dari daftar pustaka yg di gunakan.
- metode penelitian yg di gunakan.
- Bab 4 tabel / grafik line diagram dari No. mal. No. 1000 - di lampirkan juga orisinalnya!

Malang,


(Ni Puji Agustina)



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

NAMA : Isom Achmadi
NIM : 05.12.020
Dosen Pembimbing I : Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
Judul Skripsi : "ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR DAN FILTER HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN MX MALL MENGGUNAKAN ETAP POWER STATION"

No.	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	Jumat, 25-04-2014		Konsultasi Data Dari MX Mall Malang	
2	Sabtu, 26-04-2014		Konsultasi Bab I dan Bab II	
3	Kamis, 21-05-2014		Konsultasi Bab III	
4	Senin, 02-06-2014		Seminar Progress	
5	Kamis, 10-07-2014		Koreksi Kapasitor dan Harmonisa pada ETAP	
6	Rabu, 16-07-2014		ACC Seminar Hasil	
7	Selasa, 05-08-2014		Revisi Kapasitor pada ETAP	
8	Selasa, 12-08-2014		ACC Ujian Skripsi	

Malang, *Agustus* 2014

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
NIP.Y.1018500108



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

NAMA : Isom Achmadi
NIM : 05.12.020
Dosen Pembimbing I : Ir. Choirul Saleh, MT
Judul Skripsi : "ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR DAN
FILTER HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN MX MALL
MENGUNAKAN ETAP POWER STATION"

No.	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	Jumat, 25-04-2014		ACC Bab I dan II	
2	Sabtu, 31-05-2014		Revisi tentang BAB III	
4	Senin, 02-06-2014		Seminar Progress	
5	Rabu, 25-06-2014		Koreksi Kapasitor (OCP) dan Harmonisa pada ETAP	
6	Rabu, 15-07-2014		ACC Seminar Hasil	
7	Senin, 11-08-2014		Revisi Power Faktor pada BAB IV	
8	Selasa, 12-08-2014		ACC Ujian Skripsi	

Malang, ... Agustus ... 2014

Dosen Pembimbing II

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP.Y.1018800190



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

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

PT. 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

nomor Surat : ITN-070/EL-FTI/2014

tema : -

jenis : BIMBINGAN SKRIPSI

ditujukan kepada : Yth. Bapak/Ibu Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa

Nama : ISOM ACHMADI
Nim : 0512020
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Genap Tahun Akademik 2013-2014 "

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui

Direktur Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP. P 1030100358



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

ampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

epada : Yth. Bapak/Ibu **Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN Malang

Yang bertanda tangan dibawah

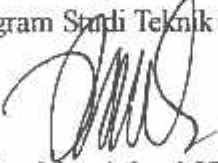
Nama : **ISOM ACHMADI**
Nim : **0512020**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

**"ANALISA PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR DAN FILTER
HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN MX MALL MENGGUNAKAN
SOFTWARE ETAP POWER STATION"**

Demikian permohonan kami buat dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Mengethui
tua Program Studi Teknik Elektro S-1


M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

Hormat Kami


ISOM ACHMADI
NIM. 0512020



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

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

PT. 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

Nomor Surat : ITN-070/EL-FTI/2014

Tempiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Ditujukan kepada : Yth. Bapak/Ibu Ir. Choirul Saleh, MT

Dosen Teknik Elektro S-1

ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa

Nama : **ISOM ACHMADI**
Nim : **0512020**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Genap Tahun Akademik 2013-2014 "

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui

Dua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP. P 1030100358



jumlah : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

nama : Yth. Bapak/Ibu **Ir. Choirul Saleh, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN Malang

Yang bertanda tangan dibawah

Nama : **ISOM ACHMADI**
Nim : **0512020**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

"ANALISA PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR DAN FILTER HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN MX MALL MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION"

Demikian permohonan kami buat dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui

Program Studi Teknik Elektro S-1

A. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358

Hormat Kami

ISOM ACHMADI

NIM. 0512020


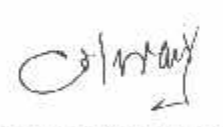


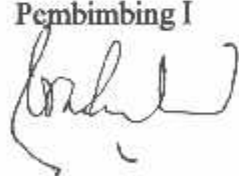


PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik**

1.	Nim	: 0512020	
2.	Nama	: ISOM ACHMADI	
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Energi Listrik	
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat
	02 April 2014	09:00	III.1.4
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	ANALISA PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR DAN FILTER HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN MX MALL MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION	
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian		
7.	Catatan :		
	Catatan :		
	Persetujuan judul Skripsi		
8.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III
	 (.....)	 (.....)	 (.....)
	Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S1	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs	
	 M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P 1030100358	Pembimbing I  (.....)	Pembimbing II (.....)

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ISOM ACHMADI

NIM : 05.12.020

Program Studi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Energi Listrik S-1

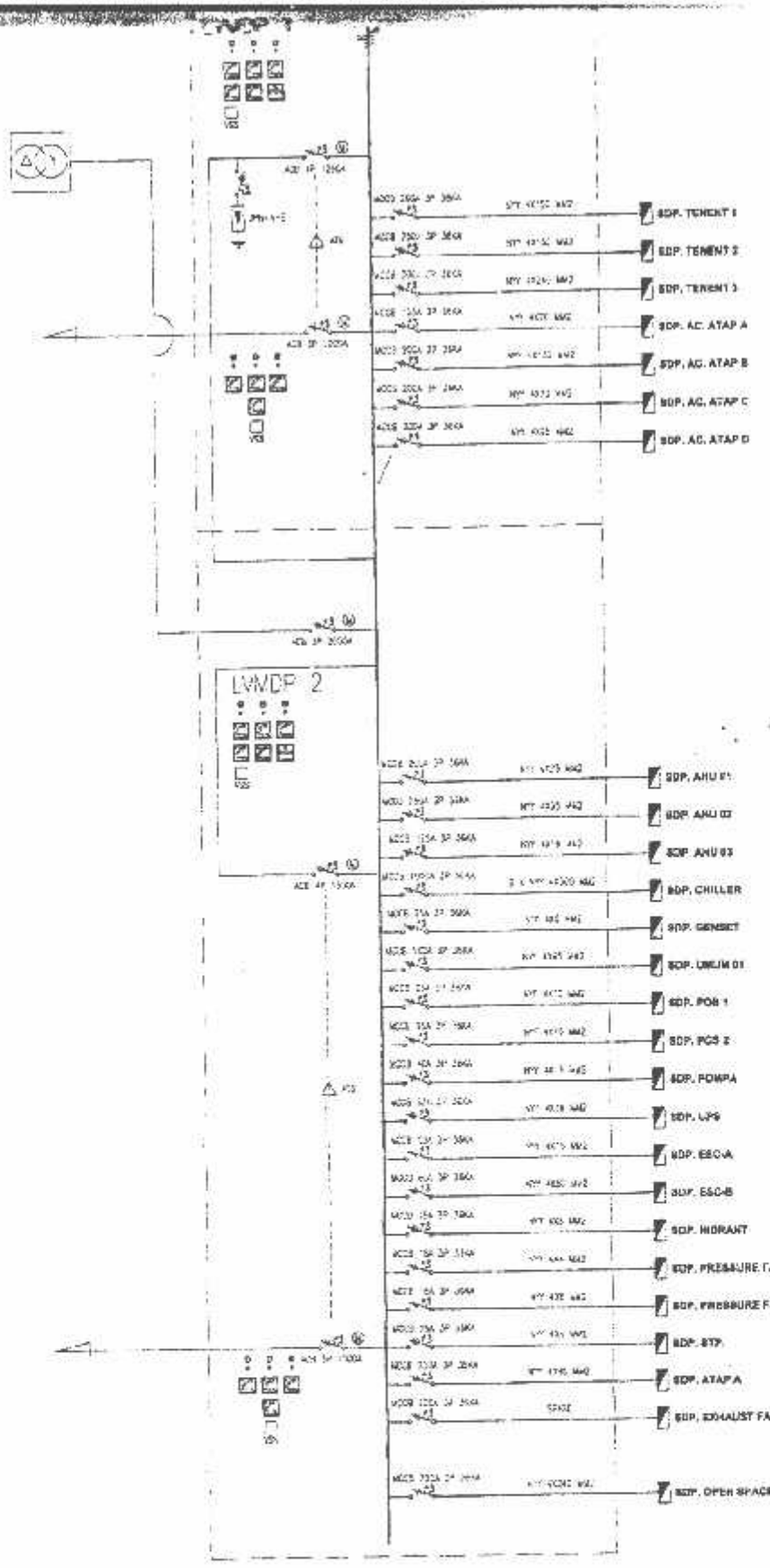
Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya saya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

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

Malang, September 2014

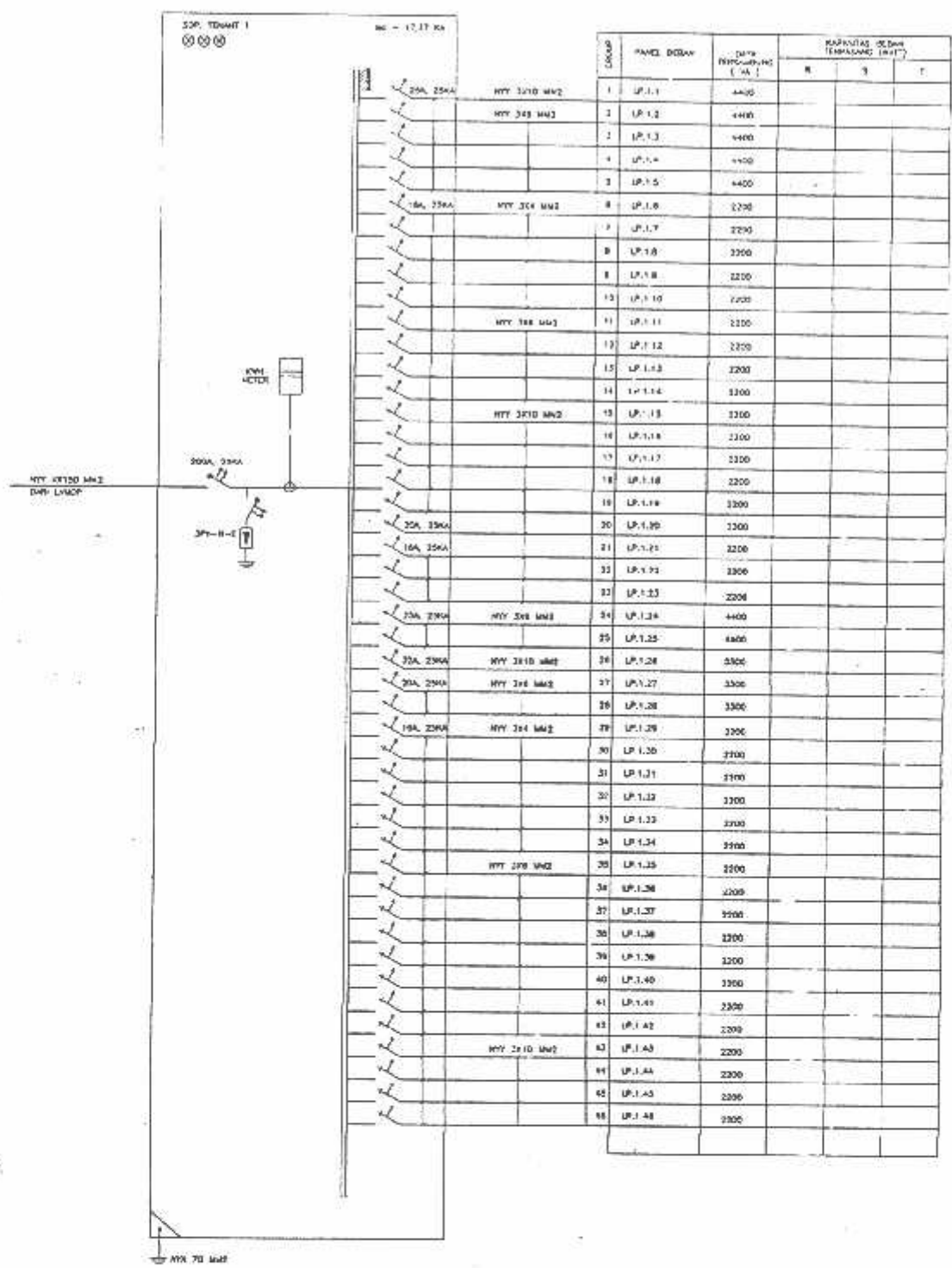
Yang membuat pernyataan,


ISOM ACHMADI



SINGLE LINE LVMDP
NTS

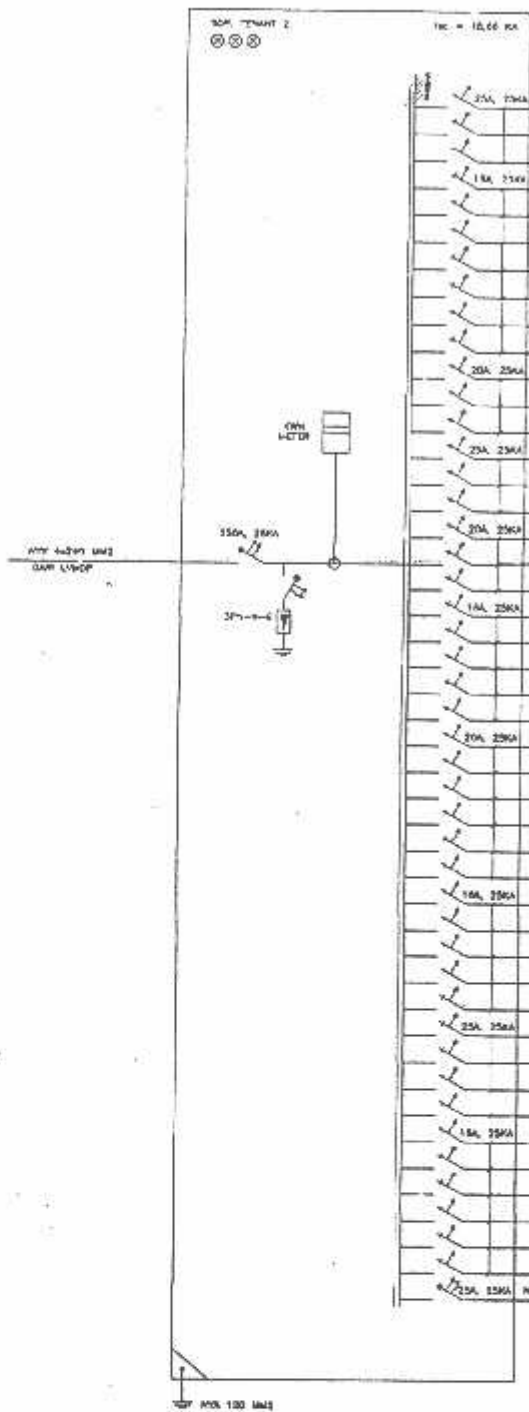
		PT. PERKASA BANGUNAN INDONESIA ENGINEERING & CONSULTING LVMDP	
PROJECT / CLIENT MUTIARA SCUD MALANG		PROJECT / LOCATION 1. MUTIARA - 1	
PROJECT / NO. DRAWING LVMDP - 01		PROJECT / DATE 2023	
PROJECT / SCALE 1:1		PROJECT / SHEET NO. 01	
PROJECT / SHEET NO. 01		PROJECT / SHEET NO. 01	



LOKASI	PANEL DIBAWA	MVA MVA/FASE/NO	KAPUTAS (DIBAWA TERKAWAL)		
			R	S	T
1	LP.1.1	4400			
2	LP.1.2	4400			
3	LP.1.3	4400			
4	LP.1.4	4400			
5	LP.1.5	4400			
6	LP.1.6	2200			
7	LP.1.7	2200			
8	LP.1.8	2200			
9	LP.1.9	2200			
10	LP.1.10	2200			
11	LP.1.11	2200			
12	LP.1.12	2200			
13	LP.1.13	2200			
14	LP.1.14	2200			
15	LP.1.15	2200			
16	LP.1.16	2200			
17	LP.1.17	2200			
18	LP.1.18	2200			
19	LP.1.19	2200			
20	LP.1.20	2200			
21	LP.1.21	2200			
22	LP.1.22	2200			
23	LP.1.23	2200			
24	LP.1.24	4400			
25	LP.1.25	4400			
26	LP.1.26	3300			
27	LP.1.27	3300			
28	LP.1.28	3300			
29	LP.1.29	2200			
30	LP.1.30	2200			
31	LP.1.31	2200			
32	LP.1.32	2200			
33	LP.1.33	2200			
34	LP.1.34	2200			
35	LP.1.35	2200			
36	LP.1.36	2200			
37	LP.1.37	2200			
38	LP.1.38	2200			
39	LP.1.39	2200			
40	LP.1.40	2200			
41	LP.1.41	2200			
42	LP.1.42	2200			
43	LP.1.43	2200			
44	LP.1.44	2200			
45	LP.1.45	2200			
46	LP.1.46	2200			
47	LP.1.47	2200			
48	LP.1.48	2200			

○ SINGLE LINE SDP.TENANT 1
NTS

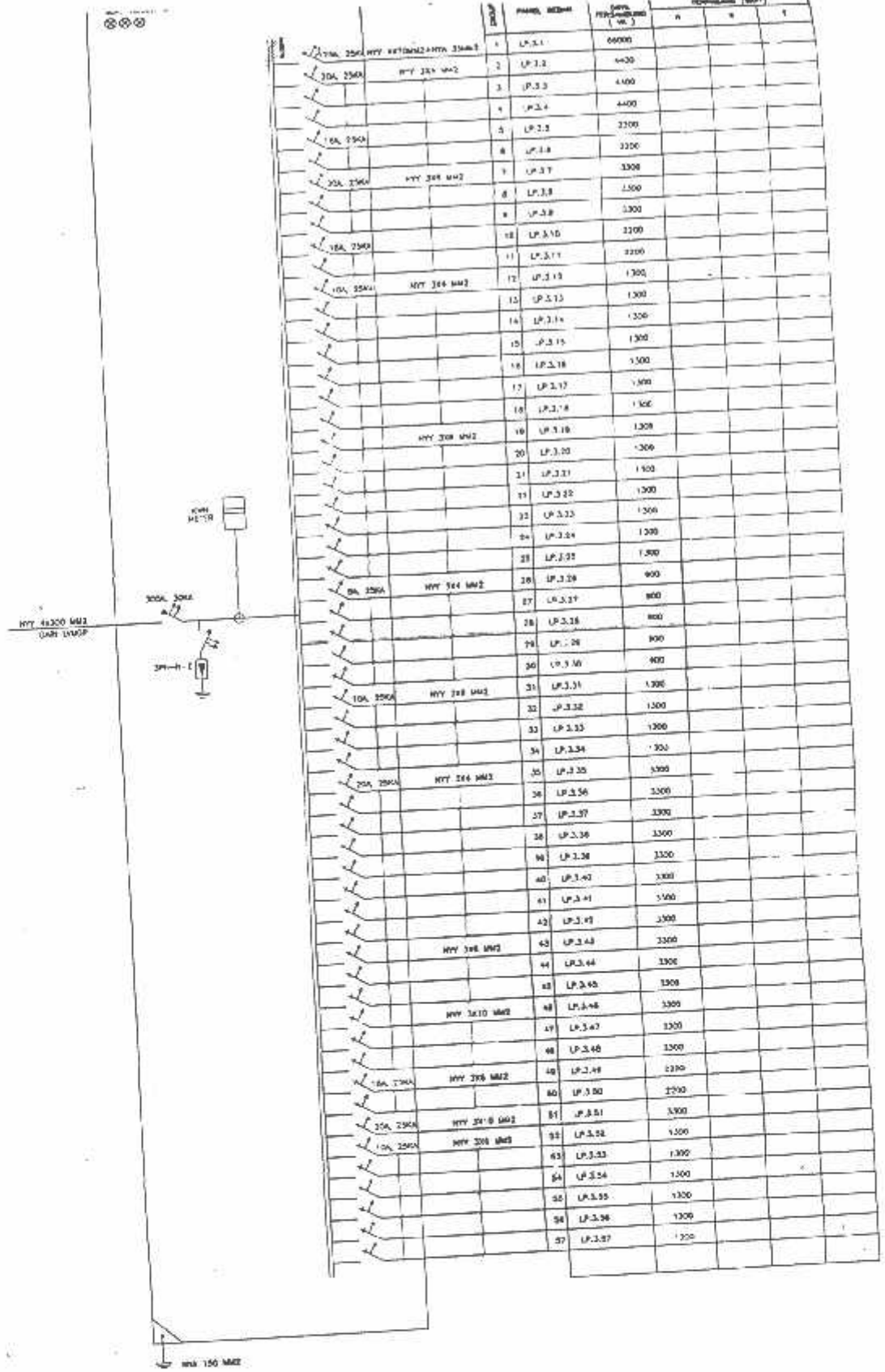
NO	REVISI/REVISI	REVISI	REVISI
PROJEK / PROJEK			
MUTARA SQUARE			
MALANG			
LOKASI / LOCATION			
JL. VETERAN - MALANG			
PEMILIK/OWNER			
PT. MUTARA CITRA SENTOSA			
KONSULTAN STRUKTUR/ENG. CONSULTAN			
KONSULTAN MBE/MEK. CONSULTANT			
KONTRAKTOR MEP			
PT. IKANINDO			
MAMPA GAMBAR/DRAWING TITLE			
SINGLE LINE			
SDP. TENANT			
NO	REVISI	REVISI	REVISI
MUTARA SQUARE			
MALANG			
LOKASI / LOCATION			
JL. VETERAN - MALANG			
PEMILIK/OWNER			
PT. MUTARA CITRA SENTOSA			
KONSULTAN STRUKTUR/ENG. CONSULTAN			
KONSULTAN MBE/MEK. CONSULTANT			
KONTRAKTOR MEP			
PT. IKANINDO			
MAMPA GAMBAR/DRAWING TITLE			
SINGLE LINE			
SDP. TENANT			
NO	REVISI	REVISI	REVISI
MUTARA SQUARE			
MALANG			
LOKASI / LOCATION			
JL. VETERAN - MALANG			
PEMILIK/OWNER			
PT. MUTARA CITRA SENTOSA			
KONSULTAN STRUKTUR/ENG. CONSULTAN			
KONSULTAN MBE/MEK. CONSULTANT			
KONTRAKTOR MEP			
PT. IKANINDO			



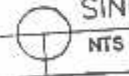
NO. UNIT	PANEL DESAIN	DAYA TERANG, KC (VA)	KAPASITAS BEBAN (WATT)		
			1	2	3
1	LP.2.1	4400			
2	LP.2.2	4400			
3	LP.2.3	4400			
4	LP.2.4	2200			
5	LP.2.5	2200			
6	LP.2.6	2200			
7	LP.2.7	2200			
8	LP.2.8	2200			
9	LP.2.9	2200			
10	LP.2.10	2200			
11	LP.2.11	3200			
12	LP.2.12	3200			
13	LP.2.13	3200			
14	LP.2.14	4400			
15	LP.2.15	4400			
16	LP.2.16	4400			
17	LP.2.17	3200			
18	LP.2.18	3200			
19	LP.2.19	3200			
20	LP.2.20	2200			
21	LP.2.21	2200			
22	LP.2.22	2200			
23	LP.2.23	2200			
24	LP.2.24	2200			
25	LP.2.25	3200			
26	LP.2.26	3200			
27	LP.2.27	3200			
28	LP.2.28	3200			
29	LP.2.29	3200			
30	LP.2.30	3200			
31	LP.2.31	2200			
32	LP.2.32	2200			
33	LP.2.33	2200			
34	LP.2.34	2200			
35	LP.2.35	2200			
36	LP.2.36	4400			
37	LP.2.37	4400			
38	LP.2.38	4400			
39	LP.2.39	4400			
40	LP.2.40	2200			
41	LP.2.41	2200			
42	LP.2.42	2200			
43	LP.2.43	2200			
44	LP.2.44	2200			
45	LP.2.45	2200			
46	LP.2.46	40 x 440			

SINGLE LINE SDP.TENANT 2
 NTS

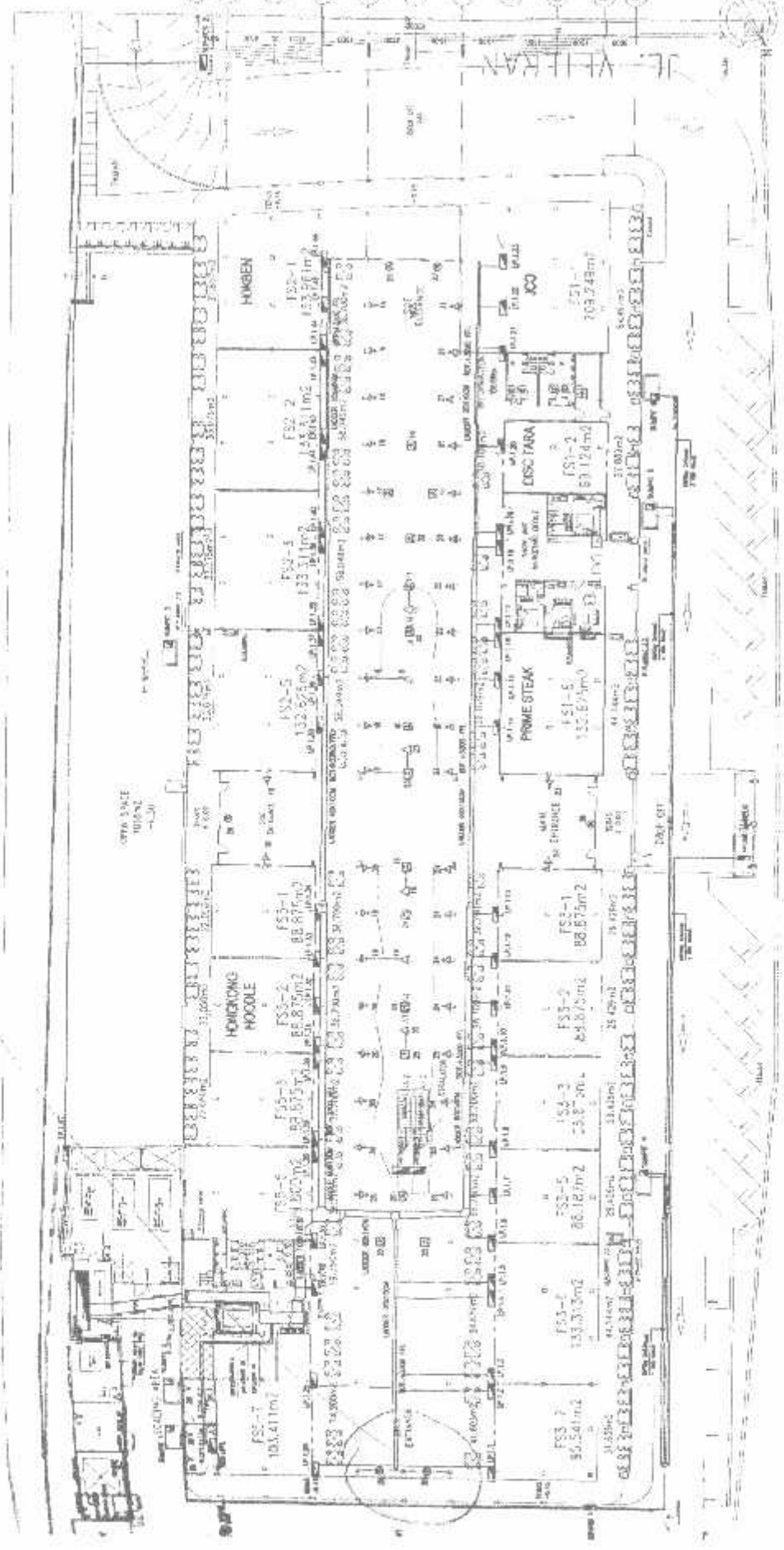
PT. IKANINDO <small>PT. IKANINDO JALAN SUDIRMAN NO. 100 SURABAYA 60155</small>	
KONSULTAN STRUKTUR/DWG. CIVIL/ELC	
KONSULTAN MCA/EAE CONSULTANT	
KONTRAKTOR MEP	
HAKA GAMBAR/DRAWING TITLE SINGLE LINE SDP.TENANT 2	
NO. DESAIN 000	REVISI 01
TANGGAL/DATUM 17-03-2011	DESAIN HANDAN
DESAIN ANDI S.	CHECK HERY S.
KONSULTAN YAN T. J.	KONSULTAN VINCENT
M. J.	S.



SINGLE LINE SDP.TENANT 3

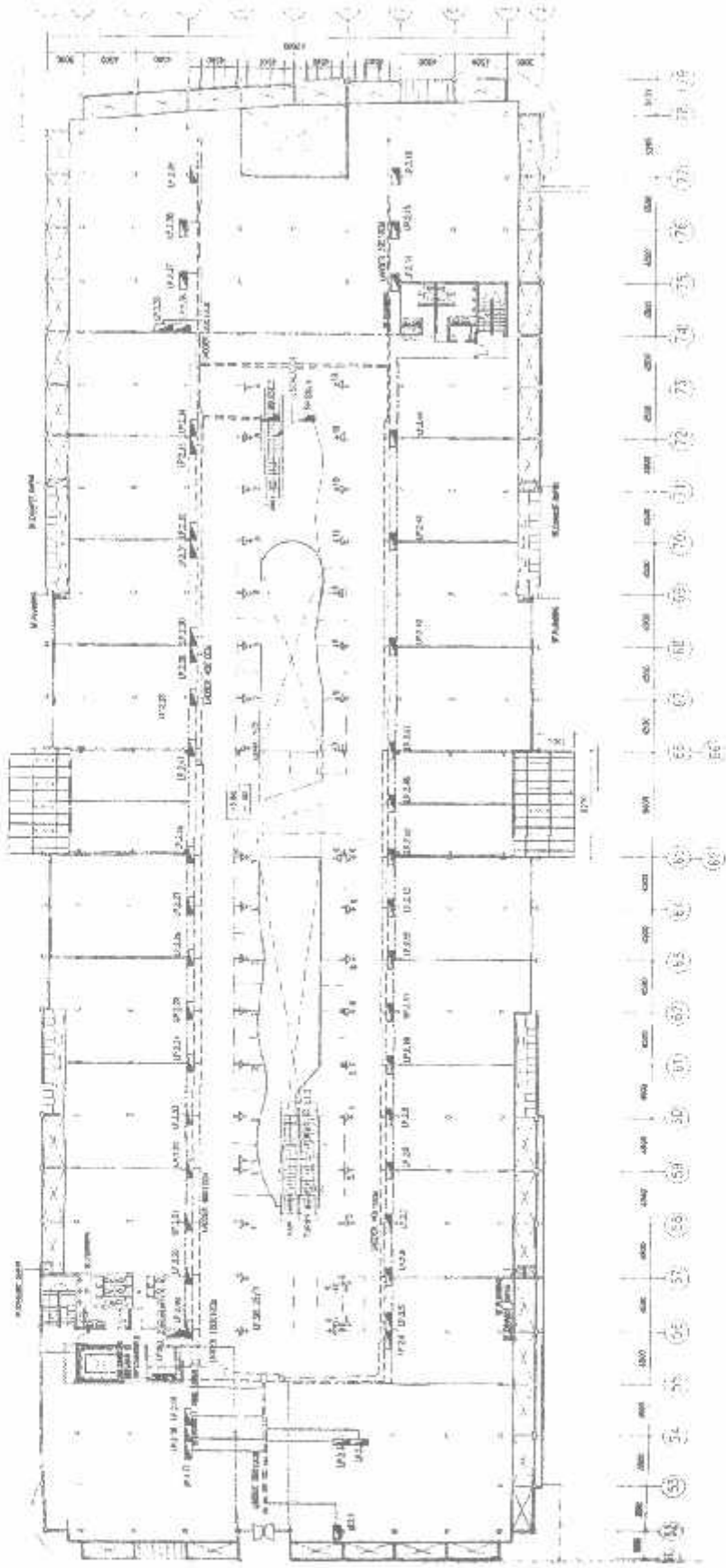


MUTIARA SQUARE MALANG		DI MUTIARA CITRA SENTOSA KAWASAN STRUKTUR/RUB. CONSULTAN	
LOKASI / LOCATION JL. VETERAN - MALANG		KONSULTAN MEE/MAE CONSULTAN	
PELUK/OWNER		KONTRAKTOR MEO	
NTS			
NAMA GAMBAR/DOKUMEN: TITEL		SINGLE LINE SDP. TENANT 3	
NO. GAMBAR	REVISI	REVISI	REVISI
NTS	005	006	007
TANGGAL/DATE		17-05-2011	
DISAUBAH	PAUSAH		
OPERENSA	ANG 3.		
OPERUBAH	HEP 3		
KOROSI/AN	YAN 3.		
REKENDAH	YAN 3.		
PERUBAH	YAN 3.		
REKENDAH	YAN 3.		
PERUBAH	YAN 3.		
NO. GAMBAR	REVISI	REVISI	REVISI
E3	005	006	007

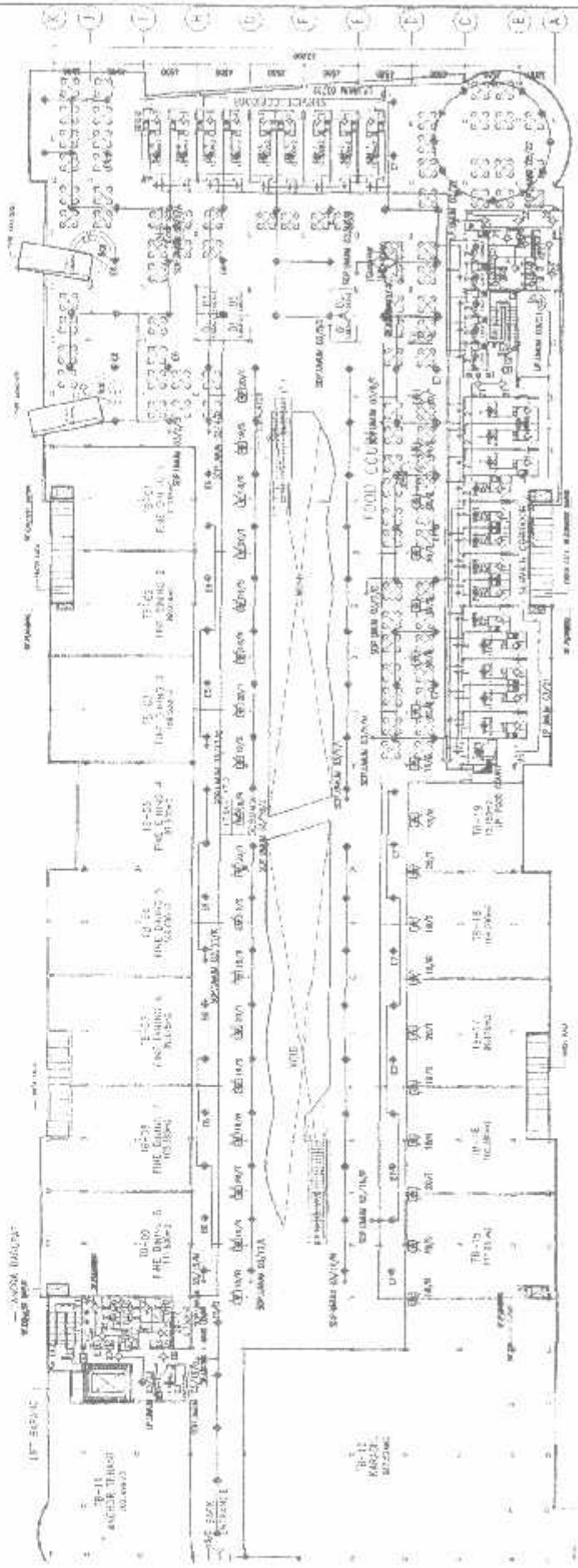


DENAH LANTAI 1
0 5 10M

1. CIBOGG

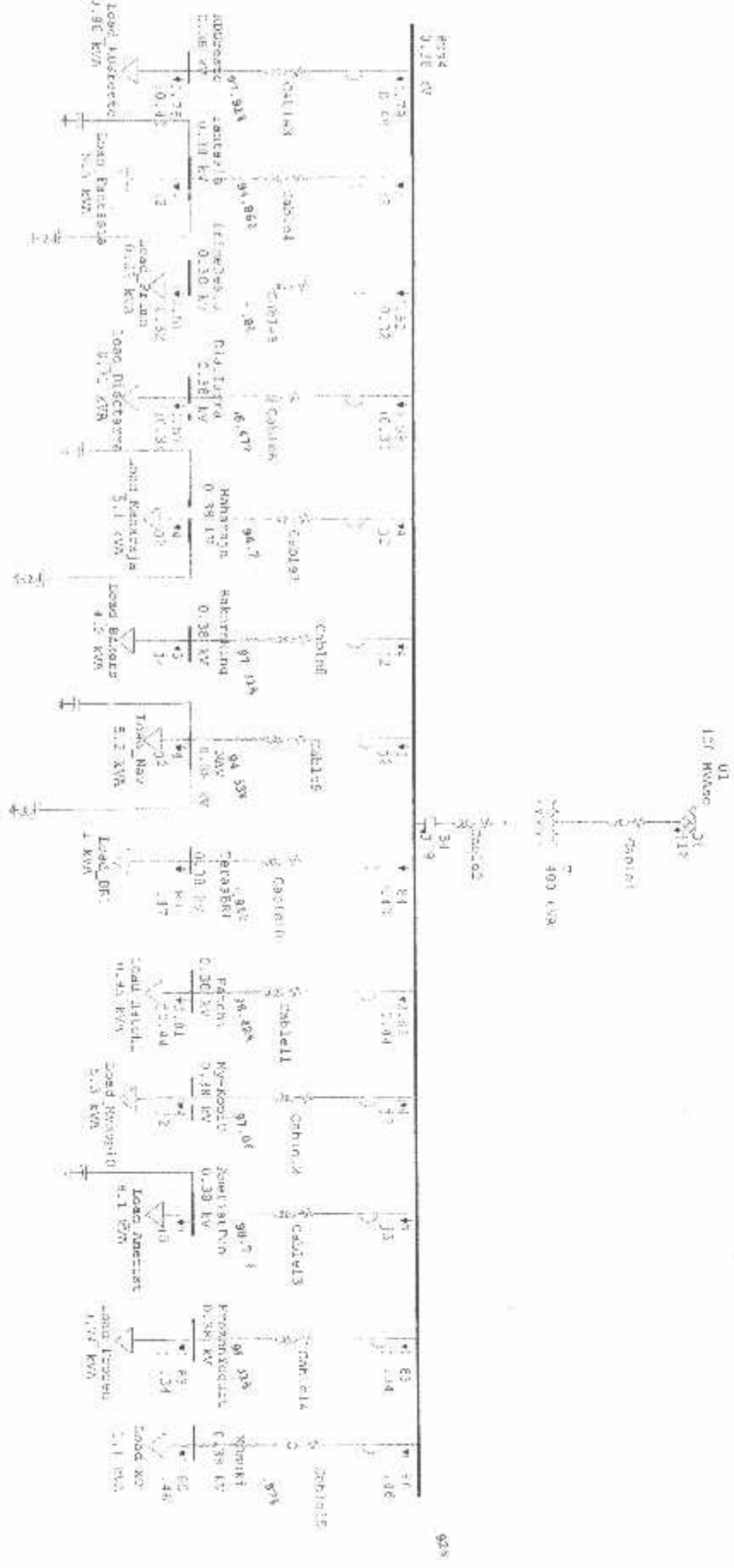


DENAH LT. 2
 0 5 10M



DENAH LT. 3
 0 5 10M

One-Line Diagram - OLVI (Load Flow Analysis)



File: skripsi_isom

Study Case: LF

LOAD FLOW REPORT

Bus ID	Voltage			Generation		Load		Bus ID	Load Flow			XFMR	
	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar		MW	Mvar	Amp	% PF	% Tap
Pub	0.380	98.724	-0.6	0	0	0.007	0.005	Bus4	-0.007	-0.005	13.6	84.0	
King	0.380	97.206	0.0	0	0	0.003	0.002	Bus4	-0.003	-0.002	6.2	87.0	
	20.000	100.000	0.0	0.034	0.019	0	0	Bus2	0.034	0.019	1.1	86.7	
	20.000	99.999	0.0	0	0	0	0	Bus1	-0.034	-0.019	1.1	86.7	
								Bus3	0.034	0.019	1.1	86.7	
	0.380	99.511	-0.3	0	0	0	0	Bus4	0.034	0.019	59.4	86.9	
								Bus2	-0.034	-0.019	59.4	86.9	
	0.380	98.925	-0.5	0	0	0	0	Bus3	-0.034	-0.019	59.4	87.2	
								KDSresto	0.001	0.000	1.4	85.3	
								Fantasia	0.005	0.002	7.9	89.3	
								PrimeResto	0.001	0.000	0.9	85.0	
								DiscTaru	0.001	0.000	1.0	86.2	
								Maharaja	0.004	0.002	7.3	88.9	
								HakerKing	0.004	0.002	6.2	87.5	
								NAV	0.004	0.002	7.5	86.8	
								TerasBRI	0.001	0.000	1.5	87.0	
								Hatchi	0.001	0.000	1.4	88.1	
								My-KopiO	0.004	0.002	7.8	88.4	
								AuctistPub	0.007	0.005	13.6	84.0	
								Frozen Yogurt	0.001	0.000	1.1	88.1	
								XJnsuka	0.001	0.000	1.6	90.2	
ra	0.380	96.465	-0.3	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	1.0	86.0	
a	0.380	94.859	-1.5	0	0	0.004	0.002	Bus4	-0.004	-0.002	7.9	90.0	
Yogurt	0.380	98.310	-0.4	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	1.1	88.0	
	0.380	98.421	-0.4	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	1.4	88.0	
sto	0.380	97.911	-0.2	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	1.4	85.0	
ja	0.380	94.757	0.5	0	0	0.004	0.002	Bus4	-0.004	-0.002	7.3	88.0	
peO	0.380	97.064	-2.6	0	0	0.004	0.002	Bus4	-0.004	-0.002	7.8	90.0	
	0.380	94.533	0.4	0	0	0.004	0.002	Bus4	-0.004	-0.002	7.5	86.0	
esto	0.380	97.798	-0.5	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	0.9	85.0	
RI	0.380	97.912	-0.5	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	1.5	87.0	
i	0.380	97.874	-0.3	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	1.6	90.0	

Regulated bus (voltage regulated bus (voltage controlled or swing type machine connected to it))
 Mismatch bus (indicates a bus with a load mismatch of more than 0.1 MVA)

n:
l:
#:
e: skripsi_isom

Study Case: LF

Alert Summary Report**% Alert Settings**

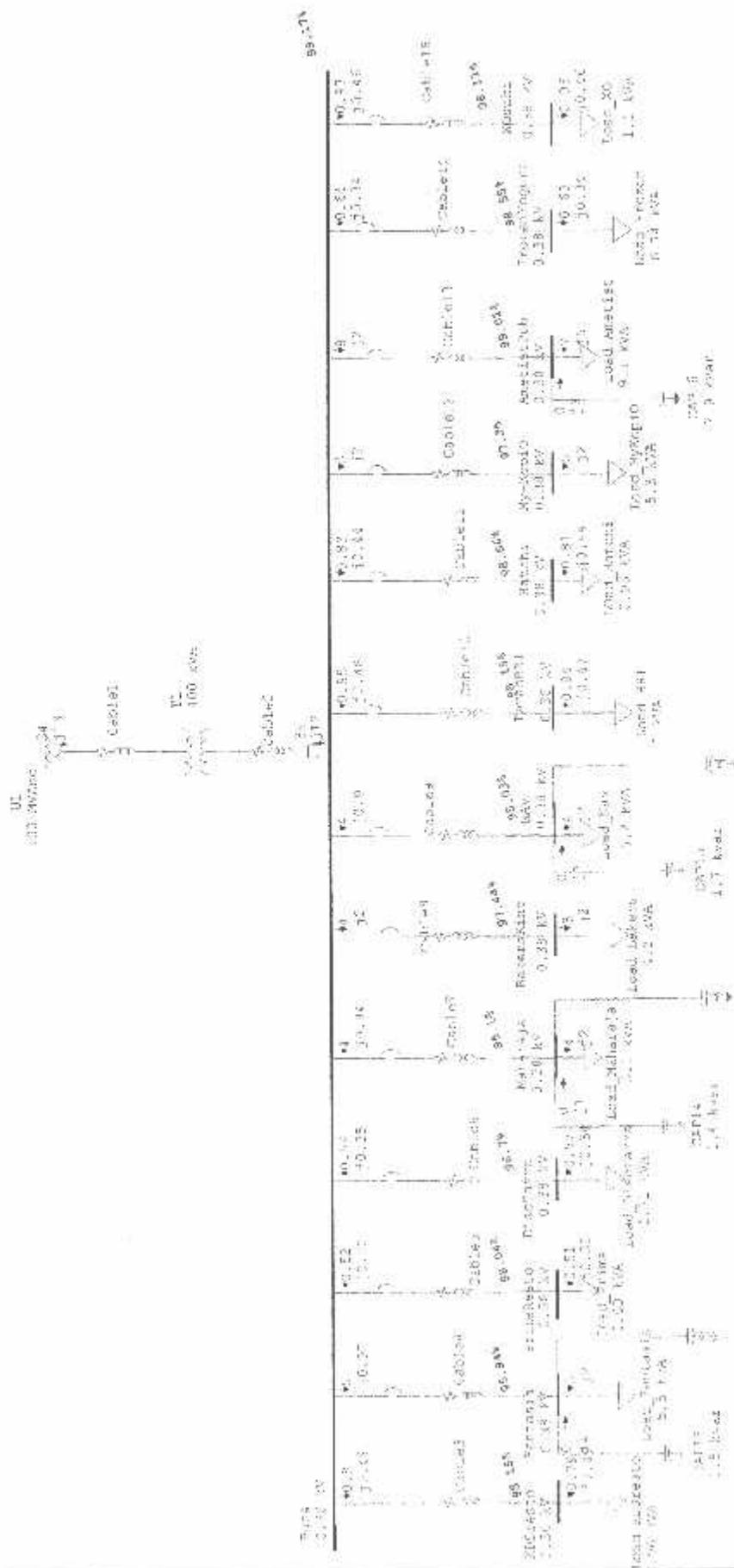
	Critical	Marginal
Loading		
Bus	100.0	95.0
Cable	100.0	95.0
Reactor	100.0	95.0
Line	100.0	95.0
Transformer	100.0	95.0
Panel	100.0	95.0
Protective Device	100.0	95.0
Generator	100.0	95.0
Bus Voltage		
OverVoltage	105.0	102.0
UnderVoltage	95.0	98.0
Generator Excitation		
OverExcited (Q Max.)	100.0	95.0
UnderExcited (Q Min.)	100.0	

Critical Report

Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Unit	Operating	% Operating	Phase Type
Fantasia	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.360	94.9	3-Phase
Maharaja	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.360	94.8	3-Phase
NAV	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.359	94.5	3-Phase

Marginal Report

Device ID	Type	Condition	Rating/Limit	Unit	Operating	% Operating	Phase Type
BakersKing	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.369	97.2	3-Phase
DiscTarra	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.367	96.5	3-Phase
KDSresto	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.372	97.9	3-Phase
My-KopiO	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.369	97.1	3-Phase
PrincResto	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.372	97.8	3-Phase
TemasHRI	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.372	97.9	3-Phase
XOisuka	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.372	97.9	3-Phase



LOAD FLOW REPORT

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR	
ID	kV	% Mag	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	% PF	% Tap	
tPub	0.380	99.010	-0.6	0	0	0.007	0.002	Bus4	-0.007	-0.002	11.9	96.6		
King	0.380	97.444	-0.1	0	0	0.003	0.002	Bus4	-0.003	-0.002	6.2	87.0		
	20.000	100.000	0.0	0.034	0.013	0	0	Bus2	0.034	0.013	1.0	93.9		
	20.000	99.999	0.0	0	0	0	0	Bus1	-0.034	-0.013	1.0	93.9		
								Bus3	0.034	0.013	1.0	93.9		
	0.380	99.623	-0.3	0	0	0	0	Bus4	0.034	-0.012	55.1	94.0		
								Bus2	-0.034	-0.012	55.1	94.0		
	0.380	99.167	-0.6	0	0	0	0	Bus3	-0.034	-0.012	55.1	94.2		
								KDSresto	0.001	0.000	1.4	85.3		
								Fantasin	0.005	0.001	7.3	97.9		
								PuneResto	0.001	0.000	0.9	85.0		
								DiscTarra	0.001	0.000	1.0	86.2		
								Maharaja	0.004	0.001	6.7	97.6		
								BakersKing	0.004	0.002	6.2	87.5		
								NAV	0.004	0.001	6.6	97.8		
								TerasBR1	0.001	0.000	1.5	87.0		
								Hatchi	0.001	0.000	1.4	88.1		
								My-KopiO	0.005	0.002	7.8	88.4		
								AmeristPub	0.008	0.002	11.9	96.6		
								FrozenYogurt	0.001	0.000	1.1	88.1		
								XOsuki	0.001	0.000	1.6	90.2		
rn	0.380	96.701	-0.4	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	1.0	86.0		
a	0.380	95.935	-2.0	0	0	0.005	0.001	Bus4	-0.005	-0.001	7.3	98.4		
Yogurt	0.380	98.551	-0.4	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	1.1	88.0		
	0.380	98.662	-0.5	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	1.4	88.0		
sto	0.380	98.151	-0.3	0	0	0	0	Bus1	-0.001	0.000	1.4	83.0		
ija	0.380	95.101	-0.3	0	0	0.004	0.001	Bus4	-0.004	-0.001	6.7	97.5		
piO	0.380	97.301	-2.6	0	0	0.005	0.002	Bus4	-0.005	-0.002	7.8	90.0		
	0.380	95.034	-0.5	0	0	0.004	0.001	Bus4	-0.004	-0.001	6.6	97.8		
resto	0.380	98.037	-0.6	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	0.9	85.0		
RI	0.380	98.152	-0.6	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	1.5	87.0		
i	0.380	98.113	-0.4	0	0	0	0	Bus4	-0.001	0.000	1.6	90.6		

icates a voltage regulated bus (voltage controlled or swing type machine connected to it)
icates a bus with a load mismatch of more than 0.1 MVA.

N:
 L:
 P:
 e: skripsi_isom

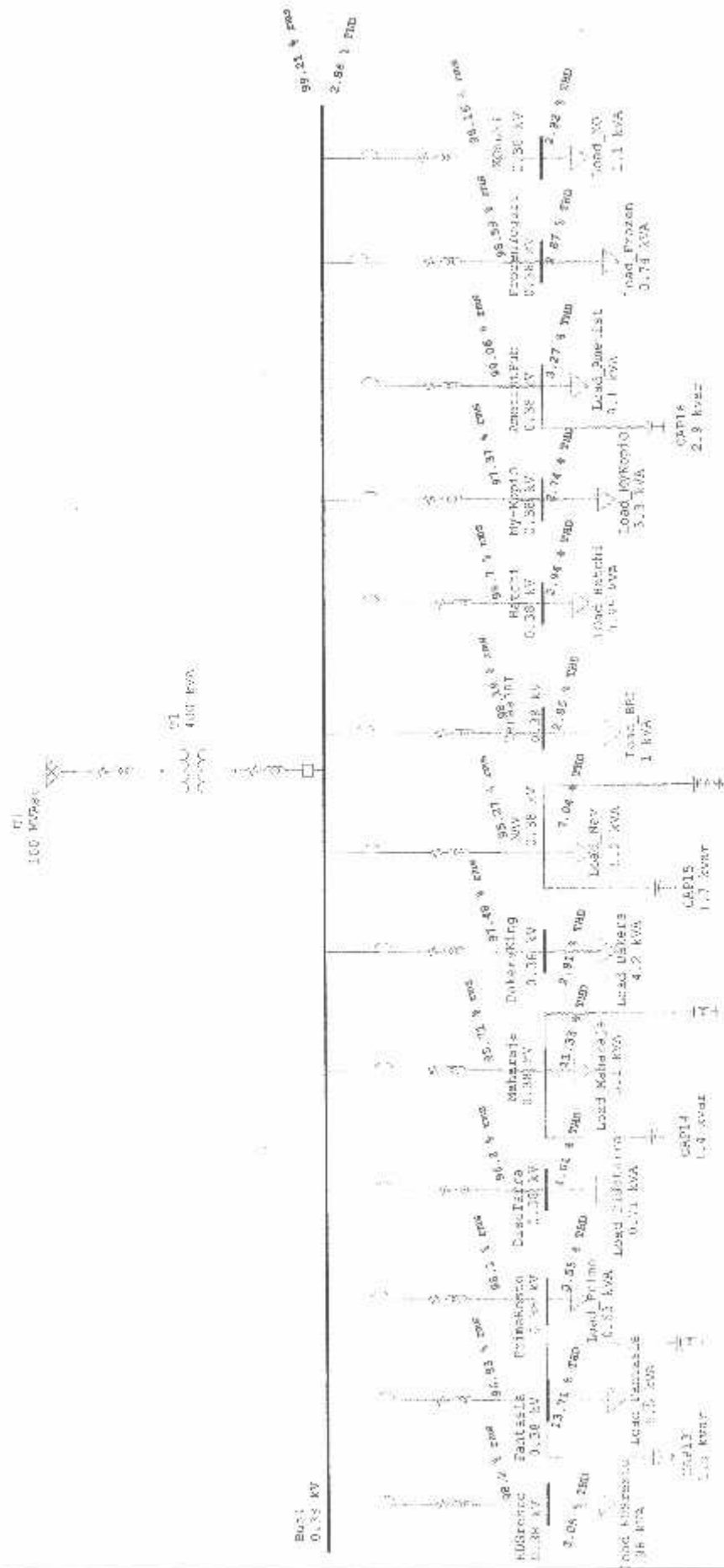
Study Case: Sesudah OCP

Alert Summary Report**% Alert Settings**

	<u>Critical</u>	<u>Marginal</u>
<u>Loading</u>		
Bus	100.0	95.0
Cable	100.0	95.0
Reactor	100.0	95.0
Line	100.0	95.0
Transformer	100.0	95.0
Panel	100.0	95.0
Protective Device	100.0	95.0
Generator	100.0	95.0
<u>Bus Voltage</u>		
OverVoltage	105.0	102.0
UnderVoltage	95.0	98.0
<u>Generator Excitation</u>		
OverExcited (Q Max.)	100.0	95.0
UnderExcited (Q Min.)	100.0	

Marginal Report

<u>Device ID</u>	<u>Type</u>	<u>Condition</u>	<u>Rating/Limit</u>	<u>Unit</u>	<u>Operating</u>	<u>% Operating</u>	<u>Phase Type</u>
BaketsKing	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.370	97.4	3-Phase
DiscTarra	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.367	96.7	3-Phase
Fantasia	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.365	95.9	3-Phase
Mhanna	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.361	95.1	3-Phase
My-KopiO	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.370	97.3	3-Phase
NAV	Bus	Under Voltage	0.380	kV	0.361	95.0	3-Phase



PROJECT: 41-1500-01
SUBJECT: 41-1500-01
DATE: 10/1/73
ENGINEER:

T.C. 0
Study Case: Sabolar 14

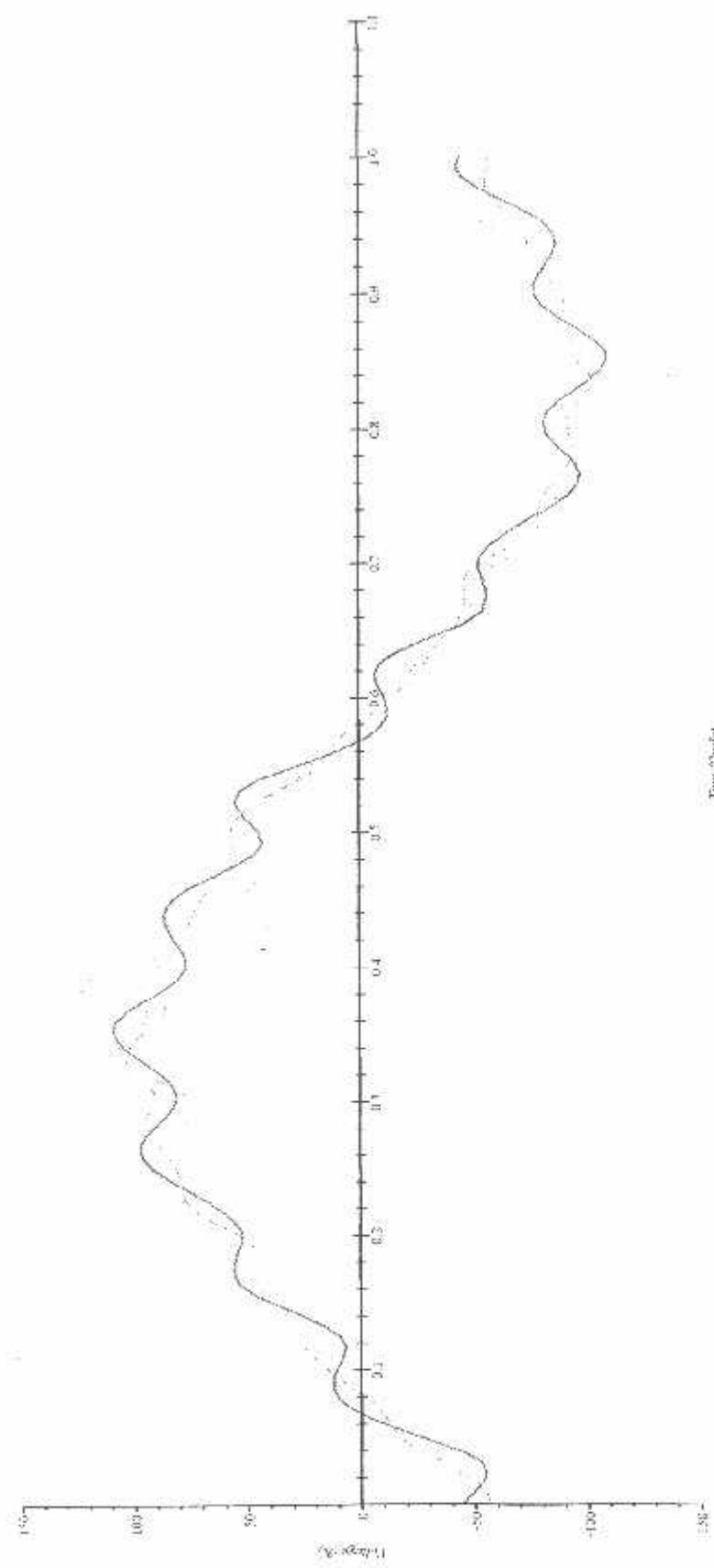
DATE: 10/1/73
BY: T.C. 0
APPROVED: 10/1/73
PROJECT: 41-1500-01

Project File: 41-1500-01
Case: 41-1500-01
Case Report: Sabolar 14

HARMONIC LOAD FLOW ANALYSIS

Waveform

Series 1: 0.000000, 0.000000, 0.000000, 0.000000



it:
 on:
 aGL
 cer:
 me: skripsi_jsom

ETAP
 7.0.0

Study Case: Sebelum IIF

Page: 12
 Date: 08-12-2014
 SN: 12345678
 Revision: Base
 Config: Normal

SYSTEM HARMONICS INFORMATION

Bus ID	kV	Voltage Distortion					To Bus ID	Current Distortion					
		Fund. %	RMS %	ASUM %	THD %	TIF		Fund. Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF	IT
istPub	0.380	99.01	99.06	109.38	5.27	133.39	Bus4	11.90	12.89	27.31	41.65	1372.03	17687.
rsKing	0.380	97.44	97.48	106.01	2.91	104.48	Bus4	6.22	6.22	6.72	3.14	65.19	405.
	20.000	100.00	100.00	100.72	0.07	2.53	Bus2	1.35	1.08	1.63	24.82	408.83	441.
	20.000	100.00	100.00	100.22	0.08	2.57	Bus1	1.35	1.08	1.63	24.82	408.83	441.
							Bus3	1.05	1.08	1.63	24.82	408.83	441.
	0.380	99.62	99.64	104.99	1.67	70.59	Bus4	55.12	56.82	86.53	25.08	419.91	23860.
							Bus2	55.12	56.79	85.83	24.82	408.83	23217.
	0.380	99.17	99.21	107.72	2.86	102.79	Bus3	55.12	56.82	86.53	25.08	419.91	23860.
							KDSresto	1.43	1.49	2.69	30.03	825.99	1234.
							Fantasia	7.33	8.01	12.29	43.81	916.32	7335.
							PrimeResto	0.94	0.98	1.76	30.06	826.87	810.
							DiscTara	1.34	1.15	1.87	47.02	354.62	408.
							Mekaraja	6.65	12.85	32.57	165.24	1557.48	20006.
							BakersKing	6.22	6.22	6.72	3.14	65.19	405.
							NAV	6.62	7.92	16.04	65.74	1073.65	8500.
							TerasBRI	1.49	1.49	1.70	6.03	277.68	414.
							Hatchi	1.42	1.49	2.67	29.87	822.07	1221.
							My-KopiO	7.84	7.85	8.87	6.25	161.11	1264.
							AmetistPub	11.90	12.89	27.31	41.65	1372.03	17687.
							FrozenYogurt	1.11	1.11	1.36	9.79	246.05	273.
							XOsuki	1.64	1.66	2.24	14.68	728.75	1207.
arra	0.380	96.70	96.80	108.03	4.61	108.01	Bus4	1.04	1.15	1.87	47.02	354.62	408.
isia	0.380	95.94	96.83	116.44	13.71	306.34	Bus4	7.33	8.01	12.29	43.81	916.32	7335.
uYogurt	0.380	98.55	98.59	107.08	2.87	103.29	Bus4	1.11	1.11	1.36	9.79	246.05	273.
ai	0.380	98.66	98.70	107.30	2.94	102.74	Bus4	1.42	1.49	2.67	29.87	822.07	1221.
resto	0.380	98.15	98.20	106.83	3.05	103.69	Bus4	1.43	1.49	2.69	30.03	825.99	1234.
araja	0.380	95.10	95.71	123.18	11.35	278.45	Bus4	6.65	12.85	32.57	165.24	1557.48	20006.
KopiO	0.380	97.30	97.37	107.74	3.74	118.47	Bus4	7.84	7.85	8.87	6.25	161.11	1264.
	0.380	95.03	95.27	111.20	7.04	216.32	Bus4	6.62	7.92	16.04	65.74	1073.65	8500.
eResto	0.380	98.04	98.10	108.39	3.55	124.12	Bus4	0.94	0.98	1.76	30.06	826.87	810.
ARI	0.380	98.15	98.19	106.48	2.85	98.50	Bus4	1.49	1.49	1.70	6.03	277.68	414.
uki	0.380	98.11	98.16	106.76	2.92	107.89	Bus4	1.64	1.66	2.24	14.68	728.75	1207.

icates THD (Total Harmonic Distortion) Exceeds the Limit.
 icates IHD (Individual Harmonic Distortion) Exceeds the Limit.

Project:
Location:
Contract:
Engineer:

7.0.0

Date: 08-12-2011
User: 2343008
Location: Baha
Contract: RETAIL

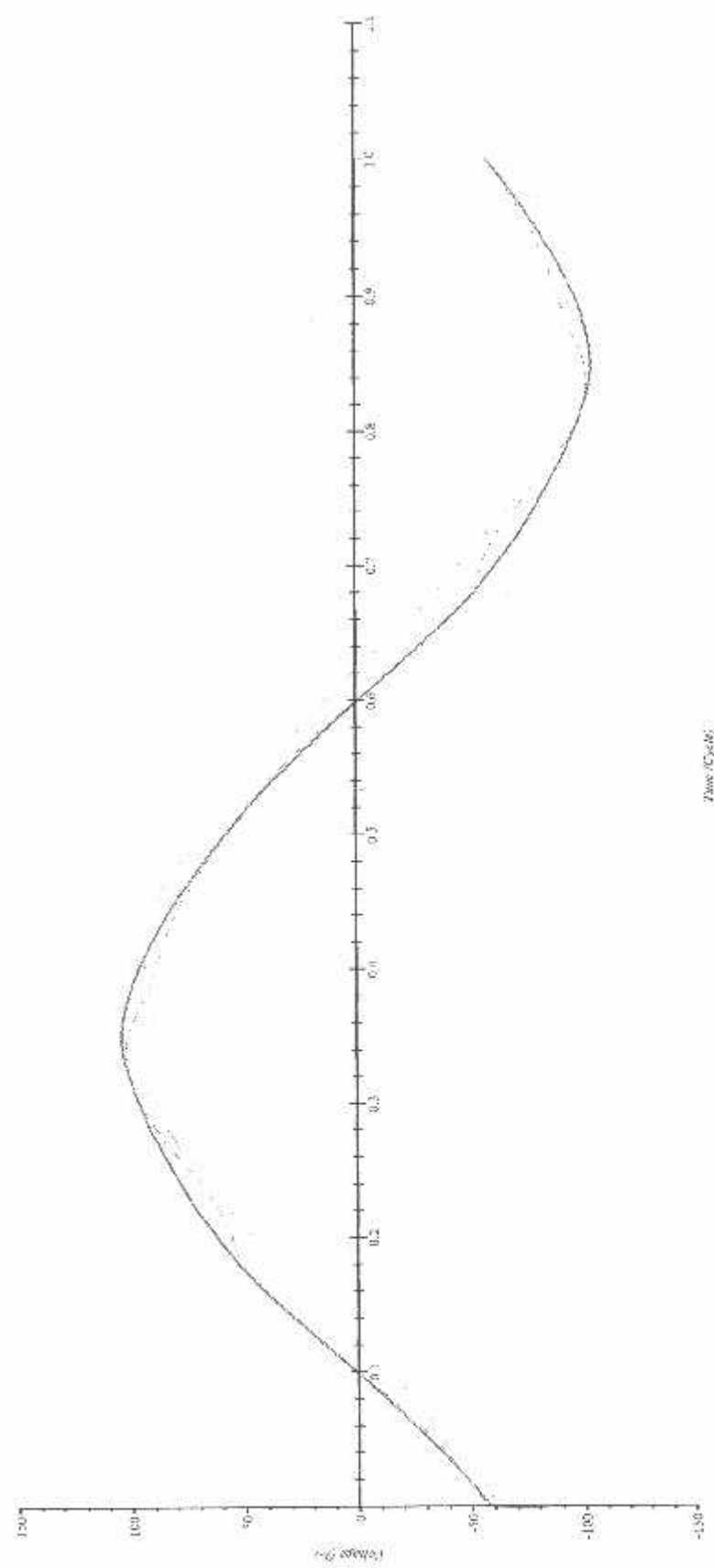
Study Case: BAHADAR RT

Project Title: FIVE-ARM DEVELOPMENT HARITAPUR ENROAD ANALYSIS LAYOUT PLAN
Output Screen is Resulted

HARMONIC LOAD FLOW ANALYSIS

Waveform

Time: Saturday, 20/12/2011 11:25:11 AM
Node: 10



Time (Cycle)

2t
 ion:
 act:
 icor:
 urre: skripsi Isom

ETAP
 7.0.0

Study Case: Sesudah HF

Page: 13
 Date: 08-12-2014
 SN: 12345678
 Revision: Base
 Config.: Normal

SYSTEM HARMONICS INFORMATION

Bus ID	kV	Voltage Distortion					To Bus ID	Current Distortion					
		Fund. %	RMS %	ASUM %	THD %	TIF		Fund. Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF	IT
istPub	0.380	100.23	100.26	108.12	2.11	131.34	Bus4	12.05	13.03	28.27	41.16	1574.63	20514.
rsKing	0.380	98.65	98.66	104.04	1.51	85.03	Bus4	6.29	6.30	6.79	3.10	64.40	405.
	20.000	100.00	100.00	100.13	0	1.90	Bus2	1.38	1.39	1.67	8.68	159.91	221.
	20.000	100.00	100.00	100.13	0.02	1.93	Bus1	1.38	1.39	1.67	8.68	159.91	221.
							Bus3	1.38	1.39	1.67	8.68	159.91	221.
	0.380	100.19	100.19	103.95	1.00	65.52	Bus4	72.70	72.97	87.51	8.59	152.66	11138.
							Bus2	72.70	72.97	88.09	8.68	159.91	11669.
	0.380	100.39	100.40	105.79	1.47	83.89	Bus3	72.70	72.97	87.51	8.59	152.66	11138.
							KDSresto	1.45	1.51	2.70	29.66	816.74	1234.
							Fantasia	13.12	13.17	15.12	8.39	75.39	992.
							PineResto	0.95	0.99	1.77	29.70	817.60	810.
							DiscTarra	1.06	1.16	1.89	46.45	351.07	408.
							Maharaja	34.09	34.48	45.07	15.08	203.19	7005.
							BakersKing	6.29	6.30	6.79	3.10	64.40	405.
							NAV	13.87	14.74	22.96	35.56	295.19	4350.
							TerasBRI	1.51	1.51	1.72	5.95	274.30	414.
							Hatchi	1.44	1.50	2.68	29.51	812.84	1221.
							My-KopiO	7.93	7.95	8.97	6.17	159.15	1264.
							ArtistPub	12.05	13.05	28.27	41.16	1574.63	20514.
							FrozenYogurt	1.12	1.13	1.37	9.67	243.08	273.
							XOsuki	1.66	1.68	2.26	14.50	720.05	1207.
Tarra	0.380	97.90	97.96	108.08	3.60	107.55	Bus4	1.06	1.16	1.89	46.45	351.07	408.
sia	0.380	101.69	101.71	104.30	1.71	10.63	Bus4	13.12	13.17	15.12	8.39	75.39	992.
nYogurt	0.380	99.77	99.78	105.21	1.50	84.19	Bus4	1.12	1.13	1.37	9.67	243.08	273.
si	0.380	99.88	99.89	105.64	1.58	84.89	Bus4	1.44	1.50	2.68	29.51	812.84	1221.
resto	0.380	99.36	99.38	105.40	1.75	85.13	Bus4	1.45	1.51	2.70	29.66	816.74	1234.
raja	0.380	95.84	95.94	103.73	4.43	41.58	Bus4	34.09	34.48	45.07	15.08	203.19	7005.
KopiO	0.380	98.50	98.55	106.55	2.91	106.10	Bus4	7.93	7.95	8.97	6.17	159.15	1264.
	0.380	97.31	97.42	104.87	4.68	28.19	Bus4	13.87	14.74	22.96	35.56	295.19	4350.
resto	0.380	99.25	99.28	108.04	2.51	119.88	Bus4	0.95	0.99	1.77	29.70	817.60	810.
BRI	0.380	99.36	99.38	105.17	1.59	88.74	Bus4	1.51	1.51	1.72	5.95	274.30	414.
uki	0.380	99.32	99.34	104.81	1.55	88.71	Bus4	1.66	1.68	2.26	14.50	720.05	1207.

Notes: THD (Total Harmonic Distortion) Exceeds the Limit.
 Notes: IHD (Individual Harmonic Distortion) Exceeds the Limit.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji Syukur atas rahmat dan hidayah dari **ALLAH SWT** yang telah memberikan kesehatan, kesabaran dan mukjizatnya sehingga hambamu ini dapat menyelesaikan pendidikan yang sungguh amat panjang dan berliku ini. Tak lupa sholawat serta salam pada junjungan kita nabi besar **MUHAMMAD SAW** yang telah memberikan suri tauladan dan inspirasi dalam kehidupan saya

Terimakasih yang sebesar-besarnya untuk kedua orang tua saya, **Bapak IMAM MAHADI** dan **Ibu ENDANG SULASIH**, tanpa doa dan dukungan beliau saya tidak berarti apa-apa di dunia ini

Kakak saya, **IFTAH MUZAKKIYAH** dan **ANSOR ANHARI** beserta anaknya, **M. SYAM RIJAL ANHARI**. Kakak kesayangan saya, **M. MAHDI WINATA**, Adik yang paling bandel **ERIK MAHADI WIJAYA**, terima kasih semuanya, kalian sumber inspirasi saya.

Keluarga Besar Bapak saya, khususnya **Mbak Nana**, keluarga besar Ibu saya, **Drs. Mujiono** dan anaknya **Rifki PIPI**, **Mbak NON** dan **CIYO GEMBUL**, terima kasih sudah mendukung saya selama ini.

Inspirasi, penyemangat, pendukung pendamping, **DEWI PRIMA SANTI**, I love you. Wait me, I will marry you.

Teman seperjuangan, **Aries Dwi&Rakha ZahlZada**, **Karno Bolang**, **Fadli Bolos**, **Wahyu**, **Dimmy&Cornea**, **Sandy Tecan**, **SeptianWilson**, **Panjisetya**, **Mas Ugik**, **Bang Zakky**, **All 3SECOND CREW**, **Pasukan SION-NET** (**Richard**, **Yoyok**, **As**, **Samid**, **Ronny**, **Tanto**, **Allo**, **Andri**, **Mas Har**, **Pak Kadir**, **Mas Jainul**, **Gathel**, **Mesa**). Matur nuwun rek...

Thanks for **ALLAH SWT**

Bismillah untuk PERJUANGAN SELANJUTNYA

BIOGRAFI PENULIS



ISOM ACHMADI lahir di Kota Malang, Jawa Timur pada tanggal 14 Mei 1987. Merupakan anak ke tiga dari empat bersaudara. Putra dari Bapak Imam Mahadi dan Ibu Endang Sulasih. Memulai pendidikan SD 6 tahun di MIN 1 Malang lulus tahun 1998, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 1 Malang sampai tahun 2002. Lulus SMA pada tahun 2005 di SMA Negeri 9 Malang, Kemudian lanjut di Perguruan Tinggi Institut Teknologi Nasional dengan mengambil Jurusan Teknik Elektro Energi Listrik Strata-1. Penulis pernah bekerja sebagai pegawai di Access Computer dan juga di 3SECOND Clothing divisi penjualan. Penulis Mengakhiri studi di Institut Teknologi Nasional Malang pada Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Energi Listrik S-1 pada tahun 2013/2014 dan di wisuda ke 52 periode II Pada Tanggal 27 September 2014 dengan menyelesaikan skripsi yang berjudul : **ANALISIS PENEMPATAN OPTIMAL BANK KAPASITOR DAN FILTER HARMONISA PADA SISTEM KELISTRIKAN MX MALL MENGGUNAKAN ETAP POWER STATION**
