

**ANALISA PEMASANGAN FILTER HARMONIC UNTUK
MENGKOMPENSASI HARMONISA DENGAN
MENGUNAKAN *SOFTWARE ETAP POWER STATION*
DI PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) UUS
GUCI ALIT LUMAJANG.**

SKRIPSI



Disusun oleh :

NOVA SETYAWAN

NIM : 03. 12. 022



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

OKTOBER 2008

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA PEMASANGAN FILTER HARMONIK UNTUK
MENGKOMPENSASI HARMONISA DENGAN
MENGUNAKAN *SOFTWARE ETAP POWER STATION*
DI PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) UUS
GUCI ALIT LUMAJANG.**

SKRIPSI

*Disusun Untuk Melengkapi dan Memenuhi Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik Elektro Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh:

NOVVA SETYAWAN

03.12.022

Diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



(Ir. H. Taufik Hidayat, MT)
NIP. Y. 1018700015

Dosen Pembimbing II



(Ir. Teguh Herbasuki, MT)
NIP. Y. 1038900209



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 1039500274

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2008**

ABSTRAKSI

ANALISA PEMASANGAN FILTER HARMONIK UNTUK MENGKOMPENSASI HARMONISA DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE ETAP POWER STATION* DI PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) UUS GUCI ALIT LUMAJANG.

(Novva Setyawan, Nim 03.12.022, Teknik Elektro/ T.Energi Listrik S-1)
(Dosen Pembimbing : Ir. H. Taufik Hidayat, MT- Ir. Teguh Herbasuki,MT)

Kata Kunci : Pemasangan, Filter Pasif, THD.

Di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) UUS Guci Alit Lumajang telah terpasang beberapa alat pengatur kecepatan motor VFD (Variable Frekuensi Drive) dimana alat tersebut dapat menimbulkan harmonisa. Bila hal tersebut dibiarkan begitu saja tanpa adanya penanganan yang tepat maka tidak menutup kemungkinan akan timbul masalah lain yang sangat berpengaruh dalam sistem kelistrikan di Di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) UUS Guci Alit Lumajang.

Analisa ini bertujuan untuk mengkompensasi harmonisa yang terjadi dalam sistem kelistrikan di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) UUS Guci Alit Lumajang dengan menggunakan software ETAP Power Station dengan menggunakan metode Newton Raphson untuk perhitungan aliran dayanya. Serta menentukan dimana letak pemasangan dari Filter Harmonik yang paling tepat.

Dengan pemasangan Filter Harmonik yang tepat, penurunan THD (*Total Harmonic Distortion*) yang terjadi di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) UUS Guci Alit Lumajang cukup signifikan dari sekitar 11% menjadi sekitar 2,5% dan telah memenuhi standart IEEE 519 yaitu kurang dari 5%.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik elektro di Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan skripsi ini mungkin masih jauh dari kesempurnaan, sehingga sangat diharapkan adanya saran dan masukan yang bersifat membangun dari semua pihak untuk membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini. Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
3. Bapak Ir.H. Taufik Hidayat, MT, selaku Dosen Pembimbing.
4. Bapak Ir. Teguh Herbasuki, MT selaku Dosen Pembimbing
5. Orang Tua yang tercinta yang selalu memberikan semangat, motivasi serta do'a.
6. Teman-temanku yang telah memberikan bantuan, motivasi dan do'a.
7. Semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini.

Akhirnya penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya pada jurusan Teknik Elektro konsentrasi Teknik Energi Listrik.

Malang, September 2008

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR GRAFIK	xi
DAFTAR TABEL	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metode Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4

BAB II SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	6
2.1.1. Sistem Distribusi Primer (JTM).....	7
2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder (JTR).....	7
2.2. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik	8
2.2.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial	8

2.2.2. Sistem Jaringan Distribusi Tertutup (<i>Loop</i>)	11
2.2.3. Sistem Jaringan Distribusi <i>Mesh</i>	12
2.3. Daya Dalam Sistem Tenaga	13
2.3.1. Daya Nyata (<i>Real Power</i>).....	14
2.3.2. Daya Reaktif (<i>Reactive Power</i>).....	14
2.3.3. Daya Semu (<i>Apparent Power</i>).....	15
2.4. Kapasitor Daya	15
2.4.1 Kapasitor Seri dan Shunt	15
2.4.2 Pemasangan Kapasitor Shunt.....	17
2.5. Faktor-faktor pemilihan Kapasitor Seri dan Shunt	18
2.6 Sistem per-unit.....	19

BAB III DASAR TEORI HARMONISA

3.1. Sumber Harmonisa dalam Sistem Distribusi.....	20
3.2. Pengertian Harmonisa	22
3.2.1. Sumber Harmonisa.....	24
3.2.2. Pengaruh Harmonisa Pada Komponen Peralatan Listrik ..	26
3.2.3. Pengaruh Harmonisa Pada Motor	28
3.2.4. Pengaruh Harmonisa Pada Faktor Daya	29
3.2.5. Pengaruh Harmonisa Pada Sistem Telekomunikasi.....	30
3.2.6. Pengaruh Harmonisa Pada Sistem Tegangan.....	31
3.3. Standar Harmonisa.....	32
3.4. Indeks Harmonisa	33
3.4.1. <i>Total Harmonic Distortion (THD)</i>	33

3.5. Resonansi	34
3.6. Filter Harmonisa	35
3.6.1. Tipe Filter	36
3.6.2. Jenis-Jenis <i>Filter Pasive</i>	38
3.6.3. <i>Single-Tuned Filter</i>	40
3.6.4. <i>Double-Tuned Filter</i>	41
3.6.5. <i>High Pass Filter</i>	42
3.7. Penentuan Orde Harmonisa.....	44
3.8. Analisa Aliran Daya.....	48
3.8.1. Algoritma Pemecahan Masalah.....	48
3.8.2. <i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah	49

BAB IV SIMULASI DAN ANALISA HASIL

4.1. <i>Single Line</i> PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang	50
4.2. Data Penyaluran dan Pembebanan.....	51
4.2.1. Data Saluran Sistem Tenaga Listrik PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang ...	51
4.2.2. Data Pembebanan PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang	52
4.3. Solusi Perbaikan Kualitas Daya dengan <i>ETAP</i>	54
4.4. Aliran Daya	56
4.4.1. Sebelum Pemasangan <i>Harmonic Filter</i>	56
4.5. Analisa bus yang terdistorsi harmonisa dala sistem	63

4.6. <i>Single Line</i> PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)	66
4.7. <i>Single Line</i> PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4)	67
4.8. <i>Single Line</i> PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14)	71
4.9 Penempatan Harmonik Filter pada posisi yang paling baik di PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang yaitu pada posisi 1 (bus_3 dan bus13).....	75
4.10 Validasi	81
4.11 Hasil dan Analisa Hasil Perbandingan Kompensasi Kapasitor Dengan Kompensasi Pemasangan Harmonik Filter	81
4.11.1 Hasil Perhitungan dan Simulasi Kompensasi Perbandingan Pemasangan Kapasitor Dengan Kompensasi Pemasangan Harmonik Filter	81

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	93
5.2. Saran.....	93

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Sistem Distribusi Tenaga Listrik	6
Gambar 2.2.	Bentuk JTM sistem Sederhana	8
Gambar 2.3.	Sistem Jaringan Distribusi Radial.....	9
Gambar 2.4.	Sistem Radial Bentuk Bintang.....	10
Gambar 2.5.	Sistem Radial Bentuk Percabangan	10
Gambar 2.6.	Sistem Jaringan Distribusi <i>Loop</i>	12
Gambar 2.7.	Sistem Jaringan Distribusi <i>Mesh</i>	12
Gambar 2.8.	Segitiga Daya.....	14
Gambar 2.9.	Single Line Yang dipasang Kapasitor Seri.....	16
Gambar 3.0.	Single Line Yang dipasang Kapasitor Paralel.....	16
Gambar 3.1.	Bentuk Gelombang arus dan tegangan untuk beban linear.....	22
Gambar 3.2.	Bentuk Gelombang arus dan tegangan untuk beban non linear	23
Gambar 3.3.	Gelombang fundamental yang terdistorsi	24
Gambar 3.4.	Rangkaian Distribusi Sederhana.....	31
Gambar 3.5.	Pemasangan Filter Harmonisa.	35
Gambar 3.6.	<i>Harmonic Filter Active</i> dalam sistem.	36
Gambar 3.7.	Rangkaian <i>Passive Filter</i> Dalam Sistem.	37
Gambar 3.8.	(a) Rangkaian Filter Penalaan Tunggal, (b) Grafik Impedansi Filter Terhadap Frekuensi	41
Gambar 3.9	High Pass filter Orde satu (b) Orde dua (c) Orde tiga (d) Type C .	43
Gambar 3.10.	Rangkaian Ekuivalen Jaringan Sistem Tenaga Listrik	44

Gambar 3.11. Rangkaian Pengganti Untuk $n > 1$	45
Gambar 3.12. Elemen Tak Linier Sebagai Sumber Arus Harmonisa.....	45
Gambar 3.13. <i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah.....	49
Gambar 4.1. <i>VFD</i> di PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang Malang.....	50
Gambar 4.2. <i>Single Line</i> PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang Malang	51
Gambar 4.3. Tampilan Modul Utama	56
Gambar 4.4. <i>Single Line</i> PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13).....	64
Gambar 4.5. <i>Single Line</i> PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4).....	67
Gambar 4.6. <i>Single Line</i> PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14).....	71

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1.	Arus Harmonisa yang terjadi pada bus_3 Antara posisi 1, posisi 2, dan posisi 3.....	82
Grafik 4.2.	Arus Harmonisa yang terjadi pada bus_3 Antara posisi 1 dan kapasitor.....	83
Grafik 4.3.	<i>Voltage Total Harmonic Distorsion Report</i> Antara posisi 1, posisi 2, dan posisi 3.....	83
Grafik 4.4.	<i>Voltage Total Harmonic Distorsion Report</i> Antara posisi 1 dan kapasitor.....	84
Grafik 4.5.	<i>Voltage Total Harmonic Distorsion Report</i> Antara posisi 2 dan kapasitor.....	84
Grafik 4.6.	<i>Voltage Total Harmonic Distorsion Report</i> Antara posisi 3 dan kapasitor.....	85
Grafik 4.7.	Bentuk gelombang yang terdistorsi oleh harmonisa	86
Grafik 4.8.	Bentuk gelombang yang telah dikompensasi oleh harmonic filter.....	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kapasitor Seri Dan Shunt	18
Tabel 3.1.	Komponen yang ada dalam sistem distribusi.....	21
Tabel 3.2.	Voltage Distortion Limits	32
Tabel 3.3.	Standar untuk arus harmonisa	33
Tabel 3.4.	Orde Harmonisa Berdasarkan Urutan	49
Tabel 4.1.	Ukuran & Impedansi Kabel/ Konduktor (<i>Bus_PANEL UTAMA di Sistem Tegangan 0.38 kV</i>).....	51
Tabel 4.2.	Ukuran & Impedansi Kabel/ Konduktor (<i>Bus_1 di Sistem Tegangan 0.38 kV</i>).....	51
Tabel 4.3.	Ukuran & Impedansi Kabel/ Konduktor (<i>Main_Bus 10 di Sistem Tegangan 0.38 kV</i>).....	52
Tabel 4.4.	Ukuran & Impedansi Kabel/ Konduktor (<i>Main_Bus 7 di Sistem Tegangan 0.38 kV</i>).....	52
Tabel 4.5.	Pembagian Beban Pada PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang.....	52
Tabel 4.6.	Hasil <i>Load Flow</i> Menggunakan ETAP <i>Power Station</i> Dengan kompensasi penempatan Kapasitor Awal	57
Tabel 4.7.	Hasil <i>Brach Losses Summary Repor</i> Menggunakan ETAP <i>Power Station</i> Dengan Kompensasi Penempatan Kapasitor Awal.....	58
Tabel 4.8.	Hasil <i>Bus Loading Summary Report</i> Menggunakan ETAP <i>Power Station</i> Dengan Kompensasi Penempatan Kapasitor Awal.....	58

Tabel 4.9.	<i>Harmonic Voltages Dengan Kompensasi Kapasitor Awal</i> <i>(% of Fundamental Voltage)</i>	59
Tabel 4.10.	<i>Harmonic Voltages Dengan Kompensasi Kapasitor Awal</i> <i>(% of Nominal Voltage)</i>	59
Tabel 4.11.	Persentase <i>Harmonic Current (Contents in 1 MVA Base)</i>	60
Tabel 4.12.	Persentase <i>Harmonic Current (% of Fundamental Current)</i>	60
Tabel 4.13.	<i>Voltage Individual Harmonic Distorsion (VIHD) Report</i>	61
Tabel 4.14.	<i>Voltage Total Harmonic Distorsion Report (VTHD) Report</i>	61
Tabel 4.15.	Hasil <i>Total Generation, Loading and Demand Menggunakan ETAP</i> <i>Power Station Dengan Kompensasi Penempatan Kapasitor</i> <i>Awal</i>	63
Tabel 4.16.	<i>Harmonic Voltages pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan</i> <i>bus13) (% of Fundamental Voltage)</i>	65
Tabel 4.17.	Persentase <i>Harmonic Current pemasangan Harmonik Filter posisi 1</i> <i>(bus_3 dan bus13) (% of Fundamental Current)</i>	65
Tabel 4.18	<i>Voltage Individual Harmonic Distorsion (VIHD) Report pemasangan</i> <i>Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)</i>	66
Tabel 4.19.	<i>Voltage Totall Harmonic Distorsion (VTHD) Report pemasangan</i> <i>Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)</i>	66
Tabel 4.20.	Hasil <i>Total Generation, Loading and Demand Menggunakan ETAP</i> <i>Power Station pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan</i> <i>bus13)</i>	66

Tabel 4.21. <i>Harmonic Voltages</i> pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4) (% of Fundamental Voltage).....	68
Tabel 4.22. Persentase <i>Harmonic Current</i> pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4) (% of Fundamental Current).....	68
Tabel 4.23 <i>Voltage Individual Harmonic Distorsion (VIHD) Report</i> pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4)	69
Tabel 4.24. <i>Voltage Total Harmonic Distorsion (VTHD) Report</i> pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4).....	70
Tabel 4.25. Hasil <i>Total Generation, Loading and Demand</i> Menggunakan ETAP <i>Power Station</i> pemasangan Harmonik Filter posisi posisi 2 (bus_1 dan bus_4).....	70.
Tabel 4.26. <i>Harmonic Voltages</i> pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14) (% of Fundamental Voltage).....	72
Tabel 4.27. Persentase <i>Harmonic Current</i> pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14) (% of Fundamental Current).....	72
Tabel 4.28 <i>Voltage Individual Harmonic Distorsion (VIHD) Report</i> pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14).....	73
Tabel 4.29. <i>Voltage Total Harmonic Distorsion (VTHD) Report</i> pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14).....	73
Tabel 4.30. Hasil <i>Total Generation, Loading and Demand</i> Menggunakan ETAP <i>Power Station</i> pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14).....	74

Tabel 4.31	Hasil <i>Load Flow</i> Menggunakan ETAP <i>Power Station</i> Dengan kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)..	75
Tabel 4.32.	Hasil <i>Brach Losses Summary Repor</i> Menggunakan ETAP <i>Power Station</i> Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13).....	77
Tabel 4.33.	Hasil <i>Bus Loading Summary Report</i> Menggunakan ETAP <i>Power Station</i> Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13).....	77
Tabel 4.34.	<i>Harmonic Voltages</i> Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)(% of <i>Fundamental Voltage</i>).....	78
Tabel 4.35.	<i>Harmonic Voltages</i> Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)(% of <i>Nominal Voltage</i>)	78
Tabel 4.36.	Persentase <i>Harmonic Current</i> (<i>Contents in 1 MVA Base</i>).....	79
Tabel 4.37.	Persentase <i>Harmonic Current</i> (% of <i>Fundamental Current</i>).....	79
Tabel 4.38.	<i>Voltage Individual Harmonic Distorsion</i> (VIHD) <i>Report</i>	80
Tabel 4.39.	<i>Voltage Total Harmonic Distorsion Report</i> (VTHD) <i>Report</i>).....	80
Tabel 4.40.	Hasil <i>Total Generation, Loading and Demand</i> Menggunakan ETAP <i>Power Station</i> Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13).....	80
Tabel 4.41.	Perbandingan <i>Voltage Total Harmonic Distorsion Report</i>).....	82
Tabel 4.42..	Hasil <i>Total Generation, Loading and Demand</i> Menggunakan ETAP <i>Power Station</i> Dengan Kompensasi Filter Harmonisa.....	82

harmonisa ini harus benar-benar diperhatikan karena akan mempengaruhi produktifitas dan kualitas hasil produksi.

Pada skripsi ini akan dibahas metode untuk menyelesaikan masalah perbaikan bentuk gelombang tegangan dan arus akibat harmonisa dengan menggunakan perangkat lunak *ETAP Power Station*.

1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan alat-alat yang menyebabkan timbulnya harmonisa banyak kita temui dalam kehidupan. Dalam industri-industri di Indonesia menggunakan alat tersebut yang dapat menimbulkan pengaruh yang tidak diinginkan seperti timbulnya rugi-rugi yang mengakibatkan turunnya faktor daya pada sistem sehingga sangat berpengaruh pada kualitas daya yang ada dalam sistem. Dan apakah dengan pemasangan filter harmonik dapat meminimalisasi harmonisa.

Berdasarkan deskripsi permasalahan tersebut di atas, maka skripsi ini saya beri judul :

**“ANALISA PEMASANGAN FILTER HARMONIC UNTUK
MENGKOMPENSASI HARMONISA DENGAN MENGGUNAKAN
SOFTWARE ETAP POWER STATION DI PT . PERKEBUNAN
NUSANTARA XII (PERSERO) UUS GUCI ALIT LUMAJANG.”**

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian menggunakan *software ETAP Power Station* adalah untuk mengetahui seberapa besar harmonisa yang di hasilkan oleh sistem dan seberapa besar harmonisa tersebut dapat di minimalisir dengan cara pemasangan

Filter Harmonisa hingga dapat memenuhi ketentuan *THD (Total Harmonic Distortion)* $\leq 5\%$.

1.4 Batasan Masalah

Dalam interaksi antara kapasitor dan harmonisa yang terjadi di PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) UUS Guci Alit Lumajang, permasalahannya di batasi pada :

- a. Simulasi dari rangkaian *single line diagram* dengan menggunakan *software ETAP Power Station* di PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) UUS Guci Alit Lumajang. Untuk menganalisa seberapa besar harmonisa yang terjadi pada sistem.
- b. Analisa dilakukan dengan menganggap sistem dalam keadaan normal.
- c. Analisa dilakukan hanya sebatas pengkajian beban yang telah ada.
- d. Analisa tidak membahas masalah ekonomi.

1.5. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah :

- a) Studi literatur, yaitu kajian pustaka untuk mempelajari teori-teori yang terkait melalui literatur yang ada, yang berhubungan dengan permasalahan.
- b) Pengumpulan Data

Bentuk data yang digunakan :

- Data kuantitatif, yaitu data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka-angka.
-

- Data kualitatif, yaitu data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini single line diagram kelistrikan.

c) Pemodelan

Setelah mendapatkan data, maka dimodelkan dalam *software ETAP Power Station*.

d) Analisa Data

Menganalisis data yang diperoleh dengan mempergunakan *software ETAP Power Station*.

e) Kesimpulan

Menarik kesimpulan dari hasil analisa data.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika dari pembahasan di dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan, perumusan masalah, metode penelitian yang digunakan, serta sistematika penulisan.

BAB II : SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

Disini akan dibahas masalah sistem jaringan distribusi, daya dalam sistem tenaga listrik dan faktor daya.

BAB III : DASAR TEORI HARMONISA

Pada bab ini akan dibahas masalah harmonisa, sumber harmonisa, pengaruh harmonisa, indeks harmonisa, filter harmonisa serta

komponen harmonisa.

BAB IV : HASIL DAN ANALISA HASIL

Pada bab ini berisi data dan analisa hasil simulasi dari *ETAP Power Station*.

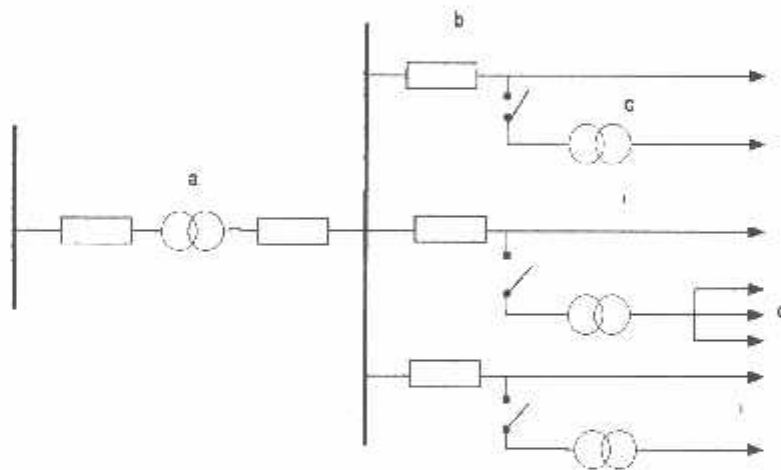
BAB V : PENUTUP

Merupakan bab terakhir yang memuat intisari dari hasil pembahasan, yang berisikan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan penulisan selanjutnya.

BAB II SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Elektrik ^[1]

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang mempunyai peranan penting dalam menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari Gardu Induk sampai ke pelanggan/ konsumen. Secara umum sistem distribusi tenaga listrik lengkap terdiri dari bagian-bagian, antara lain : Gardu Induk sebagai sumber tenaga, saluran primer, *transformator* distribusi, dan saluran sekunder.



KETERANGAN

- | | |
|--------------------|----------------------|
| a : Gardu Induk | c : Trafo Distribusi |
| b : Saluran Primer | d : Saluran Sekunder |

Gambar 2.1.
Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Biasanya jaringan distribusi adalah jaringan yang keluar dari G.I. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer maka kemudian tenaga listrik diturunkan tegangannya dalam gardu-gardu distribusi menjadi tegangan menengah dan tegangan rendah, kemudian disalurkan ke industri-industri, rumah-rumah penduduk atau pelanggan (konsumen).

Tegangan yang di distribusikan ke konsumen bervariasi, tergantung dari jenis konsumen yang membutuhkan. Tegangan menengah 20 kV biasanya digunakan untuk konsumen industri, sedangkan untuk konsumen perumahan digunakan tegangan rendah 220/380 Volt, yang merupakan tegangan siap pakai untuk peralatan-peralatan rumah tangga.

Dengan demikian maka sistem distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian sistem berdasarkan tingkat tegangan distribusinya. yaitu :

1. Sistem distribusi primer (Jaringan Tegangan Menengah)
2. Sistem distribusi sekunder (Jaringan Tegangan Rendah)

2.1.1. Sistem Distribusi Primer (Jaringan Tegangan Menengah)

Adapun besar tegangan yang digunakan pada sistem distribusi primer adalah meliputi tegangan 20 KV, oleh karena itu sistem distribusi ini sering disebut dengan sistem distribusi tegangan menengah.

2.1.2. Sistem Distribusi Sekunder (Jaringan Tegangan Rendah)

Sedangkan tegangan yang digunakan pada sistem distribusi sekunder adalah tegangan rendah antara 127/ 220 Volt atau 220/ 380 Volt, oleh karena itu sistem distribusi ini sering disebut dengan sistem distribusi tegangan rendah.

Sistem jaringan yang digunakan untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik tersebut dapat menggunakan sistem satu fasa dengan dua kawat maupun sistem tiga fasa dengan empat kawat.

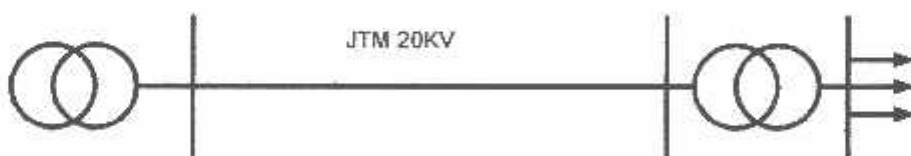
2.2. Struktur Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Ada beberapa bentuk jaringan yang umum dipergunakan untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik yaitu :

1. Sistem jaringan distribusi radial.
2. Sistem jaringan distribusi rangkaian tertutup (*loop*).
3. Sistem jaringan distribusi *mesh*.

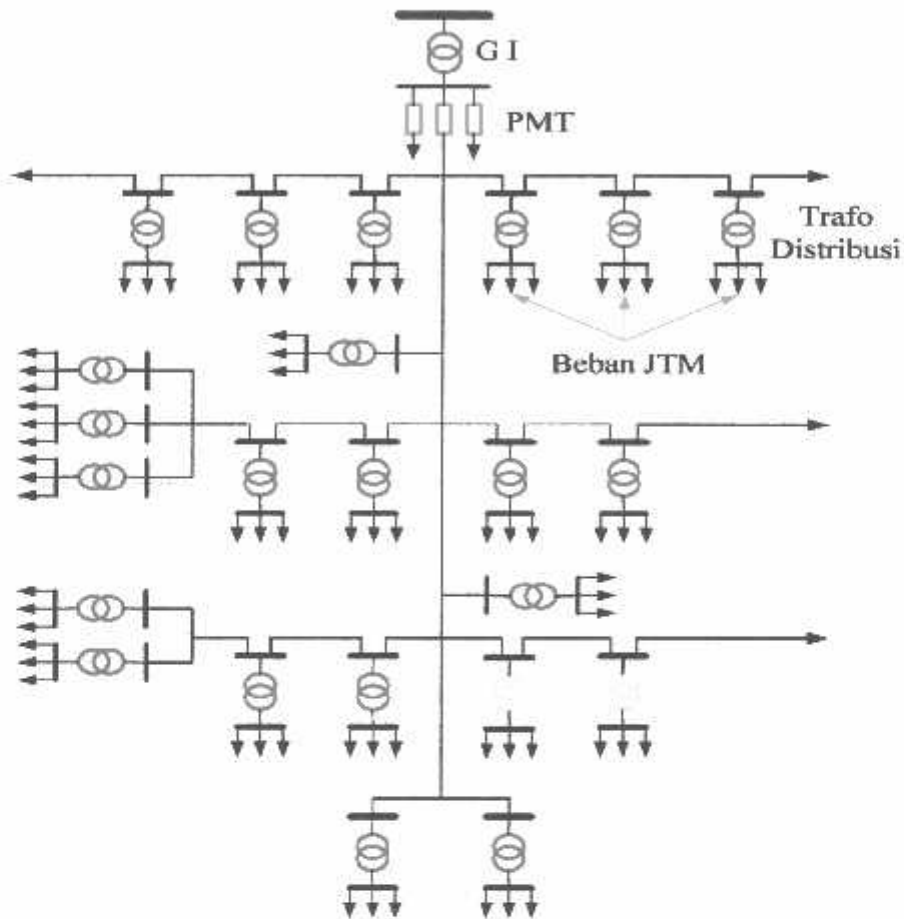
2.2.1. Sistem Jaringan Distribusi Radial

Sistem *Radial* merupakan sistem jaringan distribusi yang paling sederhana. Sistem ini hanya memiliki satu sumber pengiriman. Sistem ini dikatakan radial karena dari kenyataan bahwa jaringan ini ditarik secara radial dari gardu induk ke pusat-pusat beban atau konsumen yang dilayaninya.



Gambar 2.2
Bentuk JTM sistem sederhana

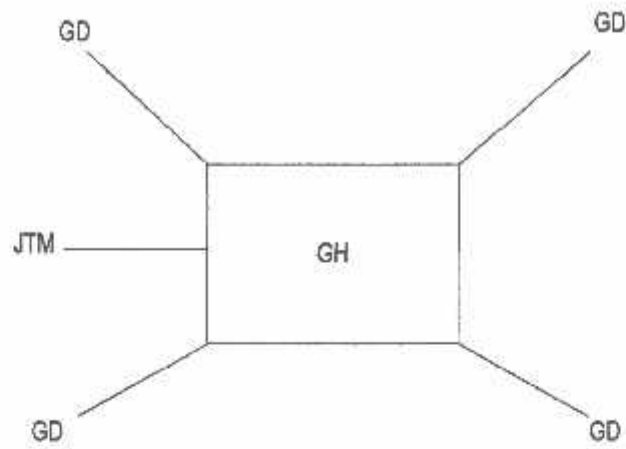
Sistem ini terdiri dari saluran utama (*main feeder*) dan saluran cabang (*lateral*) seperti pada gambar 2.3.



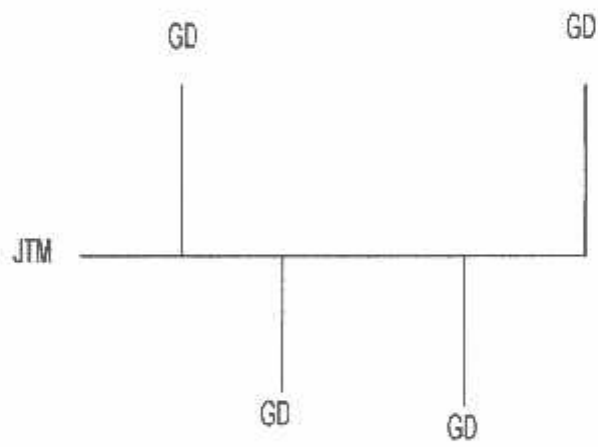
Gambar 2.3
Sistem Jaringan Distribusi Radial [1]

Pada sistem ini tidak ada alternative pasokan, oleh sebab itu keandalan sistem ini kurang baik. Ada dua macam jenis radial :

- a. Bentuk Bintang
- b. Bentuk Percabangan



Gambar 2.4
Sistem Radial Bentuk Bintang



Gambar 2.5
Sistem Radial Bentuk Percabangan

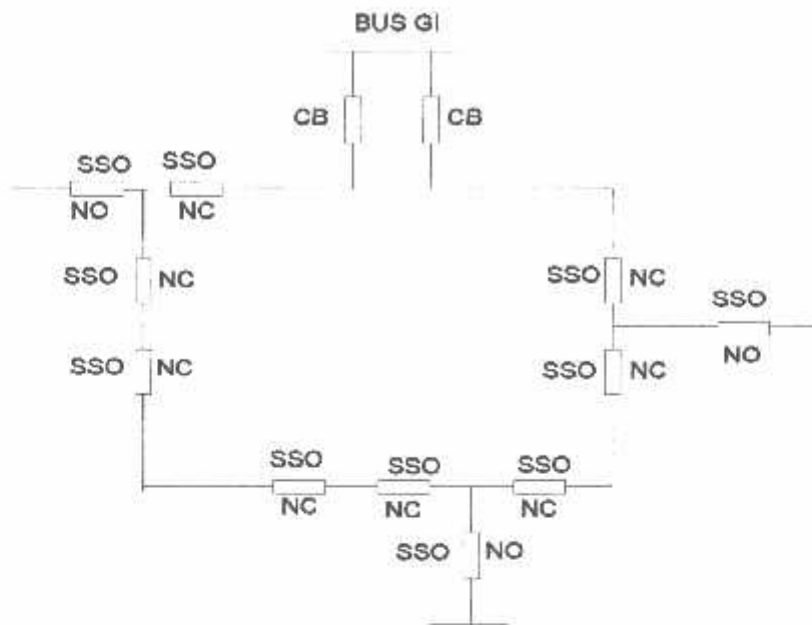
2.2.2 Sistem Jaringan Distribusi Tertutup (*Loop*)

Jaringan distribusi sistem *loop* merupakan pengembangan dari sistem radial, dimana pada kedua ujung jaringan utama dirangkai melalui saklar dalam bentuk NO (*Normally Open*). Jaringan ini mempunyai dua sumber pengisian. Dengan demikian sistem ini menjadi lebih handal dan sistem ini sesuai untuk diterapkan pada daerah dengan kerapatan beban yang cukup tinggi.

Dengan demikian sistem ini dapat dengan mudah mengalihkan beban pada penyulang yang lain apabila terjadi gangguan pada salah satu penyulang, sehingga pemadaman total dapat dihindarkan. Keuntungan dari sistem ini antara lain :

- a. *Kontinuitas* penyaluran tinggi
- b. Mudah untuk *manuver* beban (mengurangi jumlah kWh yang tak terjual)
- c. Baik untuk perluasan jaringan
- d. Dapat melayani daerah dengan kerapatan beban tinggi

Sedangkan satu-satunya kerugian sistem ini adalah investasi yang cukup tinggi.



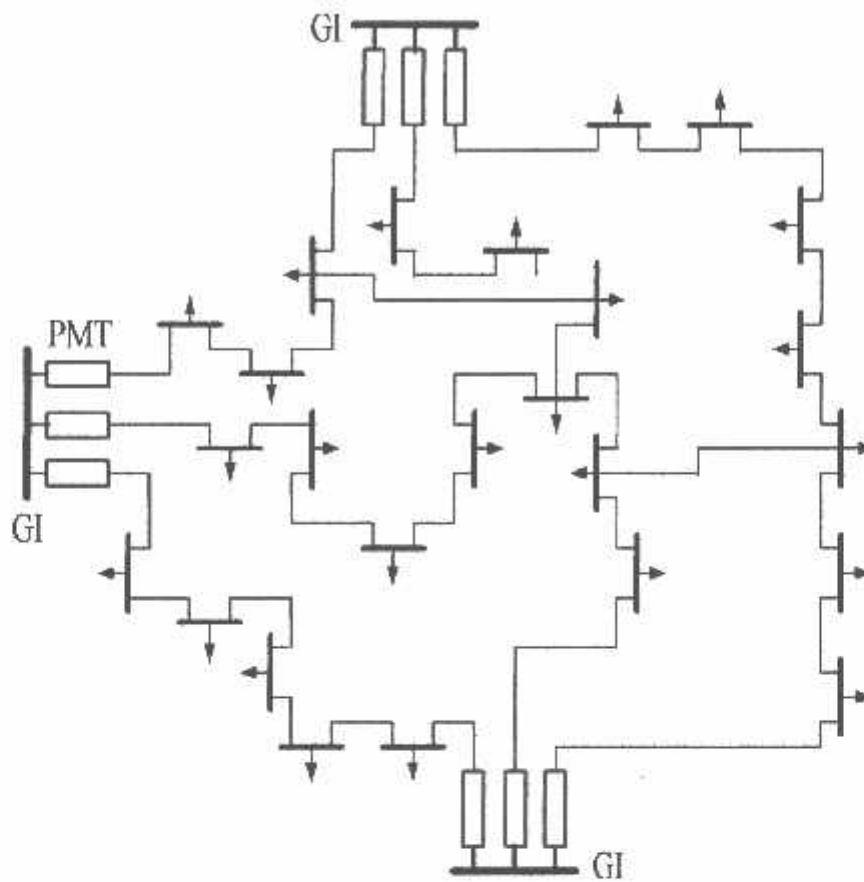
Gambar 2.6
Sistem Jaringan Distribusi *Loop*

Keterangan Gambar :

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| SSO : Saklar Seksi Otomatis | NO : Normal Open |
| CB : Circuit Breaker | NC : Normal Close |

2.2.3. Sistem Jaringan Distribusi *Mesh*

Jaringan Distribusi *Mesh* merupakan jaringan yang strukturnya kompleks, dimana kelangsungan penyaluran dan pelayanannya diutamakan. Struktur jaringan ini umumnya digunakan pada jaringan tegangan rendah yang kepadatan bebannya cukup tinggi.

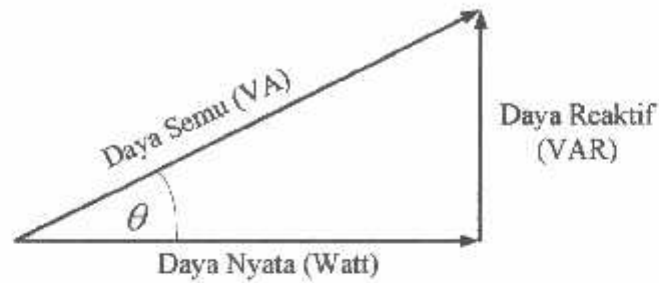


Gambar 2.7
Sistem Jaringan Distribusi *Mesh* ^[1]

2.3. Daya Dalam Sistem Tenaga^[5]

Peningkatan mutu pelayanan serta kualitas daya yang diberikan oleh penyedia listrik harus diperhatikan. Pembangkit-pembangkit tenaga listrik harus mampu menyediakan tenaga listrik kepada pelanggan sesuai dengan permintaan beban listrik yang ada, dan hal yang harus diperhatikan adalah sistem yang tetap

(konstan). Dalam hal ini tegangan dan frekuensi harus tetap konstan karena berhubungan dengan daya.



Gambar 2.8
Segitiga Daya

Daya listrik yang dibangkitkan dikenal dengan istilah :

2.3.1. Daya Nyata (*Real Power*)

Daya nyata dinyatakan dalam persamaan :

$$P = |V| |I| \cos \theta \dots\dots\dots(2.1)$$

Daya nyata untuk beban 3 fasa seimbang

$$P = \sqrt{3} |V_{jala-jala}| |I_{jala-jala}| \cos \theta \dots\dots\dots(2.2)$$

2.3.2. Daya Reaktif (*Reactive Power*)

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

Daya reaktif dinyatakan dalam persamaan :

$$Q = |V| |I| \sin \theta \dots\dots\dots(2.3)$$

Daya reaktif untuk beban 3 fasa seimbang :

$$Q = \sqrt{3} |V_{jala-jala}| |I_{jala-jala}| \sin \theta \dots\dots\dots(2.4)$$

2.3.3. Daya Semu (*Apparent Power*)

Daya semu dinyatakan dalam persamaan :

$$S = |V| |I| \dots\dots\dots(2.5)$$

Daya semu untuk beban 3 fasa seimbang :

$$S = \sqrt{3} |V| |I| \dots\dots\dots(2.6)$$

2.4. Kapasitor Daya^[1]

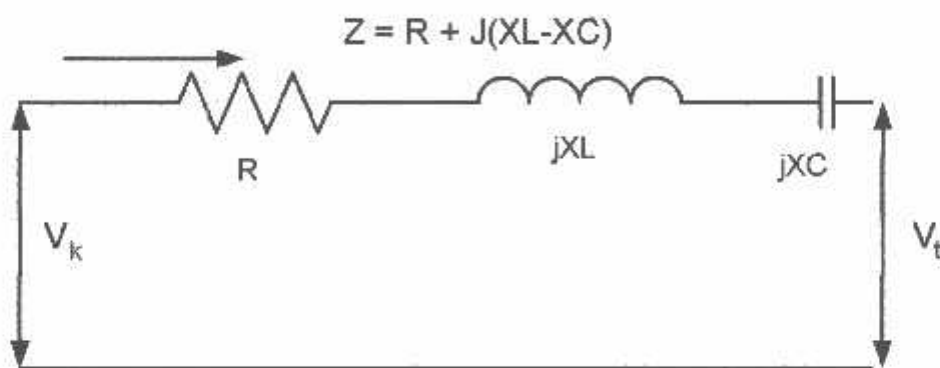
Bagian utama dari kapasitor adalah komponen elektroda yang dipisah antara satu dengan yang lain. Secara sederhana kapasitor terdiri dari dua plat logam yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik dan kapasitor ini mempunyai sifat menyimpan muatan listrik. Pada beberapa tahun lalu kebanyakan kapasitor terbuat dari dua buah plat aluminium murni yang dipisahkan oleh tiga atau lebih lapisan kertas yang dilapisi oleh bahan kimia. Kapasitor daya telah mengalami perkembangan yang begitu cepat selama 30 tahun terakhir. Karena bahan dielektrik yang digunakan lebih efisien serta teknologi pembuatan kapasitor lebih baik.

2.4.1. Kapasitor Seri dan Kapasitor Shunt

Fungsi utama dari pemakaian kapasitor seri dan kapasitor shunt, dalam sistem tenaga adalah untuk membangkitkan daya reaktif, untuk memperbaiki faktor daya dan tegangan, sehingga meningkatkan kapasitas sistem dan mengurangi rugi daya jaringan. Pada kapasitor *shunt* (paralel) merubah factor daya beban sedangkan kapasitor seri secara langsung mengurangi raktansi induktif.

a. Kapasitor Seri

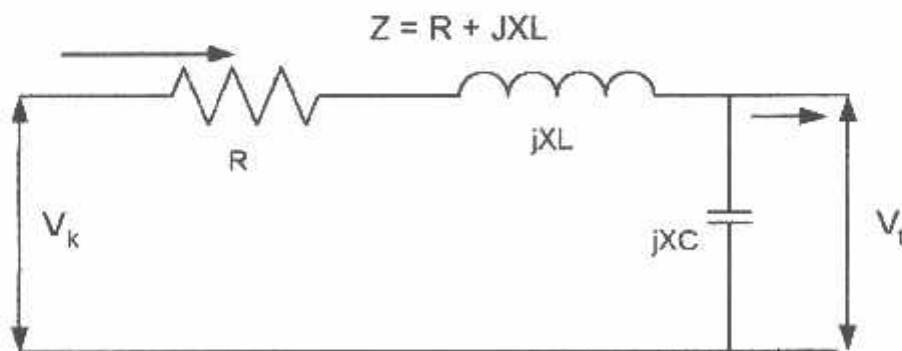
Kapasitor seri adalah kapasitor yang dihubungkan seri dengan impedansi saluran yang bersangkutan, pemakaiannya amat dibatasi pada saluran distribusi, karena peralatan pengamannya cukup rumit. Jadi secara umum dikatakan biaya untuk pemasangan kapasitor seri lebih mahal dari pada biaya pemasangan kapasitor *shunt* (paralel).



Gambar 2.9
Single Line yang dipasang kapasitor seri

b. Kapasitor Shunt (paralel)

Kapasitor *shunt* adalah kapasitor yang dihubungkan paralel dengan saluran dan secara intensif digunakan pada saluran distribusi. Kapasitor *shunt* mencatu daya reaktif atau arus yang menentang komponen arus beban induktif.



Gambar 2.10
Single Line yang dipasang kapasitor paralel

Dengan dipasangnya kapasitor *shunt* pada jaringan distribusi akan dapat memperbaiki profil tegangan, memperbaiki factor daya dan menaikkan kapasitas system serta dapat mengurangi rugi-rugi saluran.

2.4.2 Pemasangan Kapasitor *Shunt*

Kapasitor *shunt* adalah kapasitor yang dihubungkan paralel dengan saluran dan secara intensif digunakan pada sistem distribusi. Kapasitor shunt mencatu daya reaktif atau arus yang menentang komponen arus beban induktif. 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 saklar

a. Kapasitor Tetap

Adalah kapasitor untuk kompensasi daya reaktif yang kapasitasnya tetap dan selalu terpasang di jaringan. Penggunaan kapasitor jenis ini harus memperhatikan kenaikan tegangan yang terjadi pada saat beban ringan agar tidak melebihi batas tegangan yang ditetapkan.

b. Kapasitor Saklar

Adalah kapasitor untuk kompensasi daya reaktif yang dapat di hubungkan dan dilepaskan dari jaringan dan dapat diatur besar kapasitasnya sesuai dengan kondisi beban.

2.5. Faktor-faktor pemilihan kapasitor seri dan kapasitor *shunt*^[1]

Faktor yang mempengaruhi pemilihan kapasitor *shunt* dan seri ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 2.1
Kapasitor Seri dan Kapasitor *Shunt*

No	Tujuan	Kapasitor	
		Seri	<i>Shunt</i>
1	Memperbaiki faktor daya	Kedua	Pertama
2	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran udara dengan faktor daya normal dan rendah	Pertama	Kedua
3	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran udara dengan faktor daya yang tinggi	Tidak digunakan	Pertama
4	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) dengan faktor daya normal dan rendah	Pertama	Tidak digunakan
5	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) dengan faktor daya yang tinggi	Tidak digunakan	Tidak digunakan
6	Mengurangi rugi-rugi daya dan rugi-rugi energi pada saluran	Kedua	Pertama
7	Mengurangi fluktuasi tegangan	Pertama	Tidak digunakan

2.6. Sistem Per-Unit^[5]

Untuk memudahkan perhitungan-perhitungan dalam sistem tenaga listrik digunakan sistem p.u (*per-unit*) yang didefinisikan sebagai perbandingan harga yang sebenarnya dengan harga dasar (*base value*), sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Besaran per-unit} = \frac{\text{Besaran sebenarnya}}{\text{Besaran dasar dengan ukuran yang sama}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Rumus yang digunakan untuk penentuan arus dasar dan impedansi dasar adalah:

➤ Untuk data 1 fasa

Arus dasar

$$I_d = \frac{kVA \text{ dasar 1 fasa}}{kV \text{ dasar } L-N} \dots\dots\dots(2.8)$$

Impedansi dasar

$$Z_d = \frac{(kV \text{ dasar } L-N)^2 \times 1000}{kVA \text{ dasar 1 fasa}} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$= \frac{(kV \text{ dasar } L-N)^2}{MVA \text{ dasar 1 fasa}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dalam persamaan di atas nilai-nilai besaran diberikan untuk rangkaian satu fasa. Jadi tegangannya adalah tegangan antara fasa dengan tanah dan daya setiap fasa. Setelah besaran-besaran dasar ditentukan maka besaran-besaran itu dinormalisasikan terhadap besaran dasar. Dengan demikian impedansi per-satuan didefinisikan sebagai berikut:

$$Z = \frac{\text{impedansi sebenarnya } Z (\Omega)}{\text{impedansi dasar } Z_d} \dots\dots\dots(2.11)$$

BAB III DASAR TEORI HARMONISA

3.1. Sumber Harmonisa dalam sistem distribusi

Sistem penyaluran ketenagalistrikan yang langsung berhubungan dengan konsumen adalah sistem distribusi. Hal ini sering tidak kita sadari kita sebagai konsumen listrik yang setiap hari menggunakan listrik tersebut. Sistem Daya listrik (*Power Distribution System*) berperan sangat penting dalam penyaluran mulai dari pembangkitan sampai ke konsumen sebagai pengguna. Tidak salah jika kita sebagai konsumen berhak untuk mengkomplain apabila tidak adanya kesesuaian dalam segala bentuk apapun mengenai kelistrikan dikarenakan ketidaksesuaian dengan kontrak yang sudah disepakati bersama.

Faktor kualitas daya semakin hari semakin kita perhatikan, mengingat barang-barang yang kita gunakan semakin banyak baik macam ataupun komponen-komponen pembentuknya. Kualitas tegangan terkait dengan bentuk gelombang tegangan, yang sering kali bentuk gelombang tegangan atau bentuk gelombang arus dalam mensuplai daya listrik mengalami distorsi atau cacat.

Adapun distorsi atau cacat pada gelombang baik pada tegangan maupun pada arusnya bisa mengakibatkan kerusakan pada alat kelistrikan. Maka dari itu solusi sangat dibutuhkan untuk mengatasi atau minimal mengurangi dari gangguan tersebut. Gangguan tersebut biasa kita sebut **harmonisa**. Pertimbangan pengatasan masalah harus diberikan melalui evaluasi dan desain rancang bangun yang sesuai.

Istilah sistem distribusi daya listrik menguraikan suatu pengaturan perlengkapan elektrik dan komponen instalasi secara komersial, dalam industri atau fasilitas jenis lainnya yang menyediakan daya listrik yang diperlukan untuk proses operasi atau untuk menyediakan layanan yang diinginkan secara aman dan dapat dipercaya.

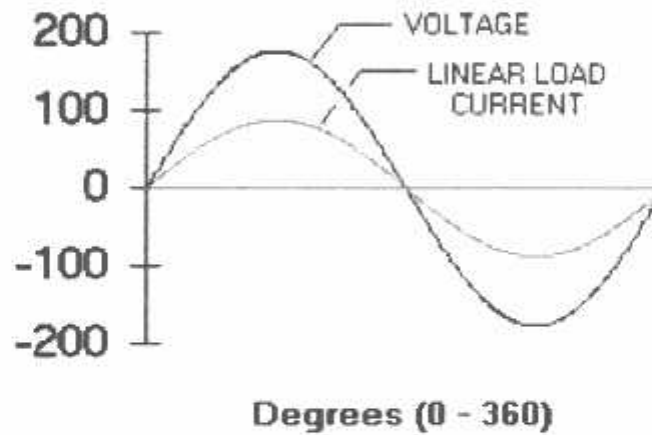
Tabel 3.1
Komponen yang ada pada sistem distribusi

No.	Komponen	Keterangan
1	Kapasitor koreksi faktor daya	-
2	Motor-motor, panel-panel, pencahayaan	-
3	Saklar	-
4	Alat pelindung	Sekering, pemutus kontak (CB), dan relay dengan elemen pengukur tegangan dan arus
5	Line reactors, harmonik filter, dan resistor	-
6	Metering	elektromekanikal dan elektronik
7	Transformator	-
8	Konduktor	kawat, kabel atau bus saluran pipa

3.2. Pengertian Harmonisa.

Seperti telah diketahui, bahwa fenomena bentuk gelombang tegangan dan gelombang arus dalam sistem tenaga listrik AC digambarkan sebagai gelombang sinusiodal murni. Tetapi dengan perkembangan beban listrik semakin besar dan kompleks, terutama penggunaan beban listrik tak linier, akan menimbulkan perubahan pada bentuk gelombangnya.

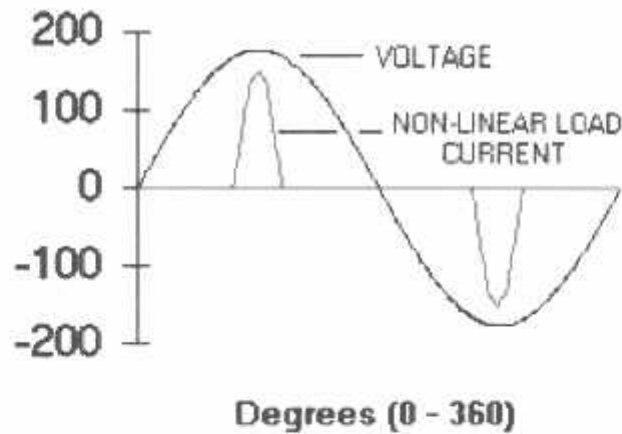
Dalam hal ini yang dimaksud dengan beban linier adalah beban listrik yang perilaku kerjanya tidak menyebabkan berubahnya bentuk gelombang sinusiodal (pada frekuensi fundamental 50 Hz) dari sistem suplai arus bolak balik.



Gambar 3.1

Bentuk gelombang arus dan tegangan untuk beban linear

Sedangkan beban tak linier adalah beban listrik yang mendapat suplai daya dari sistem jaringan, tetapi akan menyebabkan bentuk gelombang sistem suplai arus, bolak-balik tidak sinusiodal murni lagi.

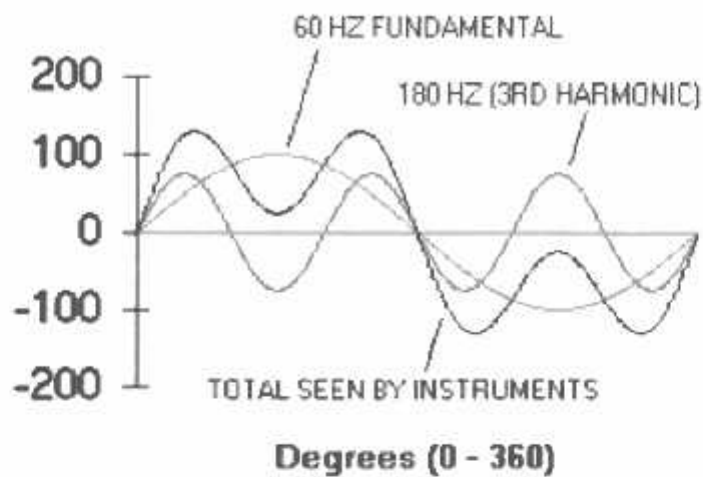


Gambar 3.2

Bentuk gelombang arus dan tegangan untuk beban non linear

Kerusakan gelombang tegangan atau arus pada suatu sistem jaringan tenaga listrik bila melebihi limit yang diijinkan akan menimbulkan kerugian pada sistem jaringan tersebut. Kerusakan atau distorsi ini biasa kita sebut harmonisa. Harmonisa adalah satu komponen sinusoidal dari satu periode gelombang yang mempunyai satu frekuensi yang merupakan kelipatan integer dari frekuensi fundamentalnya.

Jika frekuensi fundamental suatu sistem tenaga adalah f_0 (biasanya 50 Hz atau 60 Hz), maka frekuensi harmonik orde ke- h adalah hf_0 . Pada satu periode gelombang sinus yang terdistorsi oleh harmonik terdiri dari beberapa komponen harmonik, yaitu misalnya harmonik ke-1 , ke-2 , ke-3 dan seterusnya , harmonik ke-3 artinya harmonik yang mempunyai frekuensi tiga kali dari frekuensi fundamentalnya, jadi bila frekuensi fundamental 50 Hz, maka harmonik ke-3 mempunyai frekuensi 150 Hz, atau dapat dituliskan dengan persamaan $f_h = n \times f_1$, dimana n adalah bilangan bulat positif. Karakteristik harmonik dapat direpresentasikan dengan deret *fourier*.



Gambar 3.3
Gelombang fundamental yang terdistorsi.

Gambar 3.3 menunjukkan Gelombang fundamental dan gelombang harmonik ke-3 berbeda fasa 180° , serta bentuk gelombang fundamental yang terdistorsi oleh harmonik-3

3.2.1. Sumber harmonisa

Pemakaian komponen semikonduktor seperti *diode* dan *thyristor* dalam usaha konversi energi listrik yang dipakai pada peralatan konverter, inverter dan lain-lainnya serta peralatan elektronika yang dipergunakan untuk pengaturan kecepatan putaran motor listrik menunjukkan makin berkembang pesat pemakaiannya.

Dalam industri besar untuk mengontrol motor-motor yang ada dalam proses produksi salah satunya adalah menggunakan VFD (*Variable Frekuensi Drive*). Kontrol-kontrol seperti inilah yang banyak menghasilkan distorsi harmonisa selain penggunaan komputer pada *main office* dan *central control room*.

Pemakaian VFD (*Variable Frekuensi Drive*) sebagai pengontrol kecepatan motor membawa kerugian pada jaringan listrik, yaitu merusak bentuk gelombang tegangan dan arus bolak-balik sehingga tidak merupakan bentuk sinusoidal murni. Bentuk gelombang tegangan dan arus yang tidak sinusoidal tersebut akan mengandung gelombang frekuensi dasar dan frekuensi harmonisa yang dapat menyebabkan adanya gangguan pada sistem tenaga listrik.

Seperti yang sudah disedikit dijelaskan pada awal tadi dalam sistem tenaga listrik dikenal dua jenis beban, yaitu beban linier dan beban non linear. Beban linier adalah beban yang memberikan bentuk gelombang keluaran linier artinya arus yang mengalir sebanding dengan impedansi dan perubahan tegangan. Sedangkan beban non linier bentuk gelombang keluarannya tidak sebanding dengan tegangan dalam setiap setengah siklus sehinggal bentuk gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi).

Beban non linear yang umumnya merupakan peralatan peralatan elektronik yang didalamnya banyak terdapat komponen semi konduktor, dalam proses kerjanya berlaku sebagai saklar yang bekerja pada setiap siklus gelombang dan sumber tegangan. Proses kerja ini akan menghasilkan gangguan atau distorsi gelombang arus yang tidak sinusoidal. Bentuk gelombang ini tidak menentu dan dapat berubah menurut pengaturan pada parameter komponen semikonduktor dalam peralatan elektronik.

Beberapa peralatan yang dapat menimbulkan timbulnya harmonik antara lain komputer, printer, lampu fluorescent yang menggunakan *electronic ballast*,

kendali kecepatan motor, motor induksi, *battery charger*, dll. Peralatan ini dirancang untuk menggunakan energi listrik secara hemat dan efisien karena arus listrik hanya dapat melalui komponen semikonduktornya selama periode pengaturan yang telah ditentukan.

Selain keuntungan yang didapat kelemahan dalam sistem ini juga ada. yaitu akan menyebabkan gelombang mengalami gangguan, baik gelombang arus maupun tegangan yang pada akhirnya kembali kebagian lain sistem tenaga listrik. Fenomena ini akan menimbulkan gangguan beban tidak linear satu fasa. Hal diatas banyak terjadi pada sistem distribusi yang memasok areal perkantoran atau komersial. Sedangkan pada areal perindustrian gangguan yang terjadi adalah beban non linear tiga fasa yang disebabkan oleh motor listrik, kontrol kecepatan motor, *battery charger*, dapur busur listrik.

3.2.2. Pengaruh Harmonisa pada komponen Peralatan Listrik

Harmonisa yang lebih banyak disebabkan karena adanya beban non linear ini membuat gangguan yang cukup besar kepada peralatan distribusi listrik. Beberapa komponen yang terpengaruh oleh harmonisa antara lain:

- *Konduktor*

Konduktor merupakan media yang dipakai sebagai penghantar arus antara komponen yang satu dengan yang lain. Arus harmonisa dapat menyebabkan rugi-rugi pada kawat penghantar bertambah. Hal ini disebabkan pada konduktor terdapat impedansi hambatan, yang meningkatkan arus. Arus harmonisa yang mengalir tersebutlah yang menyebabkan timbulnya panas. Panas tersebut semakin lama akan

mengurangi daya hantarnya. Sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan rugi-rugi daya dan menurunkan efisiensi.

- *Transformer^[1]*

Trafo pada dasarnya di desain untuk menyalurkan daya ke beban dengan losses sekecil mungkin pada frekuensi fundamental. Distorsi harmonik pada arus dan juga tegangan akan menyebabkan efek yang signifikan terhadap panas pada trafo. Secara umum suatu trafo dengan nilai distorsi melebihi 5 persen adalah tanda bahwa trafo tersebut mengalami derating akibat harmonik.

Rugi-rugi pada trafo terdiri atas dua yaitu rugi-rugi tanpa beban atau *no load loss* (P_{NL}) dan rugi-rugi oleh beban atau *load-related loss* (P_{LL}). P_{LL} merupakan fungsi dari arus beban, sehingga dapat dibagi menjadi rugi tembaga $I^2 R$ (P_R) dan *stray losses* (P_{ST}). Salah satu penyebab *stray losses* adalah rugi-rugi arus eddy (P_{EC}). Dengan demikian untuk suatu keadaan dimana distorsi harmonik terjadi diluar batas wajar, P_{EC} menjadi cukup dominan sehingga harus dipisahkan dari *stray losses* [1].

$$(1) P_{loss} = P_{NL} + P_{LL} \dots \dots \dots (3.1)$$

$$(2) P_{LL} = P_R + P_{EC} + P_{ST} \dots \dots \dots (3.2)$$

Berdasarkan uraian diatas, rugi-rugi yang akan dapat terpengaruh secara signifikan akibat hadirnya komponen harmonik pada tegangan dan terutama pada arus beban adalah pada rugi-rugi tembaga, rugi *stray* atau histerisis dan rugi-rugi arus *eddy*.

Pada *transformer* yang mengalami kerugian daya adalah pada kumparan primer, kumparan sekundernya dan inti besi (*ferromagnetic losses*). Telah diketahui bahwa arus harmonisa menambah kerugian daya pada penghantar yang berbentuk panas. Pada transformator berlaku sistem penginduksian, dimana bila arus harmonisa mengalir, maka fluks magnetik pada kumparan transformatornya akan menghasilkan rugi-rugi histerisis dan *eddy current*-nya proposional dengan harga frekuensinya. Gabungan dari rugi-rugi tembaga dan inti besi akan menyebabkan transformator menjadi *overheating*. Dan pada akhirnya panas tersebut akan menurunkan kekuatan isolasi.

3.2.3. Pengaruh Harmonisa Pada Motor

Harmonisa pada tegangan dan arus memberikan tambahan kerugian energi kumparan stator, rotor, dan juga pada inti besi rotor maupun statornya. Macam-macam pengaruh harmonisa pada motor yang muncul adalah:

- Rugi-rugi arus bocor

Kerugian atau *losses* arus bocor yang terjadi pada kumparan stator dan rotor jauh lebih besar dibandingkan yang disebabkan *eddy current* dan *skin effect*. Hal ini disebabkan oleh arus harmonisa memperbesar arus bocor yang telah terjadi di stator dan rotor. Stator difungsikan untuk menginduksi tegangan rotor menimbulkan arus pada slot-slotnya.

- Rugi-rugi besi dan tembaga

Perubahan fluks yang terjadi pada rotor dan stator akan menimbulkan frekuensi harmonisa yang tinggi yang akan menghasilkan rugi-rugi besi dan tembaga pada stator dan rotor tersebut.

- Beda fasa

Motor induksi yang bisa disebut dengan motor asinkron merupakan motor yang kecepatan putarnya tidak sesuai atau tidak sama dengan medan putar stator. Melihat kenyataan ini, maka akan timbul beda fasa antara regangan dan arus. Karena motor induksi ini termasuk beban induktif maka arus yang mengalir tertinggal terhadap tegangannya. Apabila sumber yang menyuplai motor mengandung harmonisa, maka beda fasa yang terjadi pada motor induksi ini menjadi lebih besar.

3.2.4. Pengaruh Harmonisa Pada Faktor Daya

Arus harmonisa membuat peningkatan total arus rms-nya. Dan karena mempengaruhi harga arus total rms-nya, maka secara otomatis akan mempengaruhi faktor dayanya juga. Hal ini dikarenakan daya total dan daya nyata itu terdapat selisih sudut antara arus dan tegangannya. Pada daya total tidak terjadi pergeseran sudut antara tegangan dan arusnya. Tapi untuk daya nyata terdapat beda sudut yang dibuat oleh tegangan dan arus.

Bentuk faktor daya (*Power Factor*) tegangan dan arus dapat dicari dengan persamaan :

$$F_{ptotal} = \frac{P}{V_{rms} \times I_{rms}} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$= \frac{P}{V_{rms} \times I_{rms} \sqrt{1 + \left(\frac{THD.f}{100\%}\right)^2}} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$= \frac{P}{V_{rms} \times I_{rms}} \times \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{THD.f}{100\%}\right)^2}} \dots\dots\dots(3.5)$$

Faktor daya total dapat dibedakan menjadi 2 komponen. Komponen pertama disebut dengan "Pergeseran Faktor Daya" (Disp) dan yang kedua disebut dengan "Distorsi Faktor Daya" (Dist).

$$F_{p,disp} = \frac{P}{V_{rms} \times I_{rms}} \dots\dots\dots(3.6)$$

$$F_{p,dist} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{THD.f}{100\%}\right)^2}} \dots\dots\dots(3.7)$$

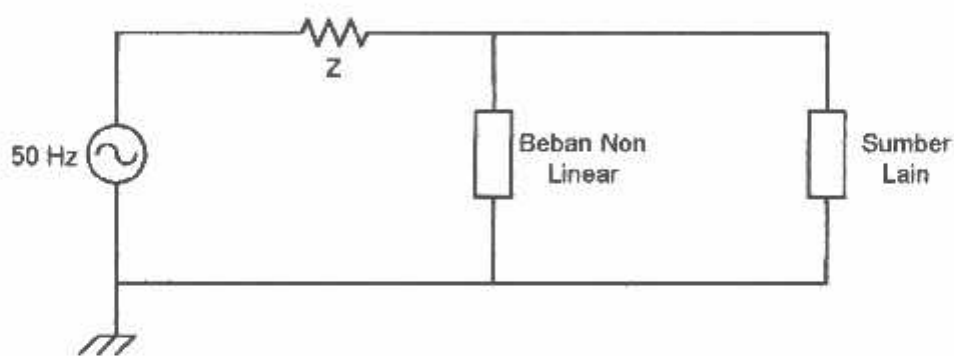
3.2.5. Pengaruh Harmonisa Pada Sistem Telekomunikasi

Harmonisa yang ditemukan dalam sistem tenaga listrik mampu mengganggu sistem telekomunikasi, karena pada pemasangan kabel listrik kebanyakan ditanam didalam tanah selalu bersebelahan dengan kabel telekomunikasi. Arus listrik yang mengalir didalam konduktor selalu menginduksikan medan elektromagnetik. Dan apabila arus yang dihantarkan mengandung harmonisa maka akan terjadi noise pada saluran telepon atau data transmisi telekomunikasi gagal terkirim. *Hukum Farraday* menjelaskan bahwa

tegangan yang menginduksi sekeliling kawat konduktor sesuai dengan perubahan fluks magnetik. Jadi perubahan frekuensi tinggi yang cepat akan membuat tingkat harmonisanya menjadi lebih tinggi pula dan juga harga tegangan harmonisanya semakin tinggi.

3.2.6. Pengaruh Harmonisa Pada Sistem Tegangan ^[4]

Peralatan yang diterapkan pada sistem tenaga listrik, seperti contoh yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.4.
Rangkaian distribusi yang sederhana

Sebuah suplai energi listrik yang disalurkan ke beberapa beban yang terhubung paralel melalui kawat penghantar (*Transmission Lines*) yang mengandung impedansi sebesar Z . Apabila ada arus harmonisa yang melalui impedansi Z dan sumber, akan menimbulkan tegangan harmonisa yang besar, amplitudo tegangannya akan semakin meningkat disertai juga dengan peningkatan frekuensinya. Karena terdapat impedansi hambatan saluran, maka terdapat selisih tegangan yang dapat secara signifikan terdistorsi oleh beban, bisa berasal dari beban non linear yang terbagi kecil-kecil. Dimana arus akan timbul pada saat

tegangan suplai mencapai titik maksimum saja. Hal ini akan menyebabkan turunnya tegangan yang melewati impedansi Z dan akan menjadi lebih besar pula apabila tegangan sumber mencapai titik maksimum. Sehingga tegangan yang dikirimkan akan menjadi turun.

3.3. Standar Harmonisa ^[3]

Standar harmonisa yang digunakan adalah standar IEEE 519. Ada dua kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi distorsi harmonisa. Yang pertama adalah batasan harmonisa arus, dan yang kedua adalah batasan harmonisa tegangan. Untuk Standard harmonisa arus, ditentukan oleh rasio ISC/I_L .

% VTHD adalah presentase jumlah distorsi harmonisa. Yang terdistorsi oleh harmonisa terhadap frekuensi fundamentalnya, dan % ITHD adalah persentase jumlah total arus yang digunakan oleh harmonisa terhadap frekuensi fundamentalnya.

Tabel 3.2. Voltage Distortion Limits

Voltage at PCC	Individual Voltage Distortion (%)	Total Voltage Distortion THD (%)
69 Kv and Below	3,0	5,0
69 Kv – 161 Kv	1,5	1,5
161 Kv	1,0	2,5

I_{sc} adalah arus hubung singkat pada *Point of Common Coupling* sedangkan I_L adalah arus fundamental nominal. Sedangkan untuk tegangan standard harmonisanya ditentukan oleh tegangan sistem yang dipakai seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.3. Standard untuk arus harmonisa

I_{sc}/I_L	Orde harmonisa dalam % terhadap I_L				
	< 11	$11 \leq h \leq 17$	$17 \leq h \leq 23$	$23 \leq h \leq 35$	$35 \leq h$
< 20	5.0	2.0	1.5	0.6	0.3
$20 < 50$	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5
$50 < 100$	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7
$100 < 1000$	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0
> 1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4

Dimana :

I_{sc} = Max short circuit current at PCC (*Point Of Common Coupling*)

I_L = Max load current (*Fundamental Frequency*) at PCC

3.4 Indeks Harmonisa

Dalam analisa harmonisa terdapat beberapa indeks yang penting untuk menggambarkan efek dan harmonisa pada komponen sistem tenaga.

3.4.1. Total Harmonic Distortion (THD)

Pendefinisian nilai rasio nilai rms komponen harmonisa ke nilai rms komponen dasar biasanya dinyatakan dalam bentuk persen. Indeks ini digunakan untuk mengukur deviasi bentuk gelombang periodik yang mengandung harmonisa dari gelombang sinus sempurna. Pada saat terjadi gelombang sinus sempurna nilai THD adalah nol.

Indeks yang umum digunakan adalah :

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^K V_n^2}}{V_1} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana :

V_n = Komponen harmonisa

V_1 = Komponen Fundamental

K = Komponen harmonisa maksimum yang diamati

3.5. Resonansi

Dengan mengasumsikan beban non linear sebagai masuknya arus harmonisa tegangan pada setiap bus di sistem tenaga dapat diperoleh dengan memecahkan matrik atau persamaan admitansi berikut untuk semua kasus harmonisa.

$$V_h = Z_h \cdot I_h \dots\dots\dots(3.9)$$

atau

$$I_h = Y_h \cdot V_h \dots\dots\dots(3.10)$$

Dimana

V_h : adalah tegangan harmonisa ke-h pada setiap bus harus ditentukan.

Z_h : adalah matriks impedansi harmonisa sistem

I_h : adalah representasi arus harmonisa pada bus yang terhubung, dan

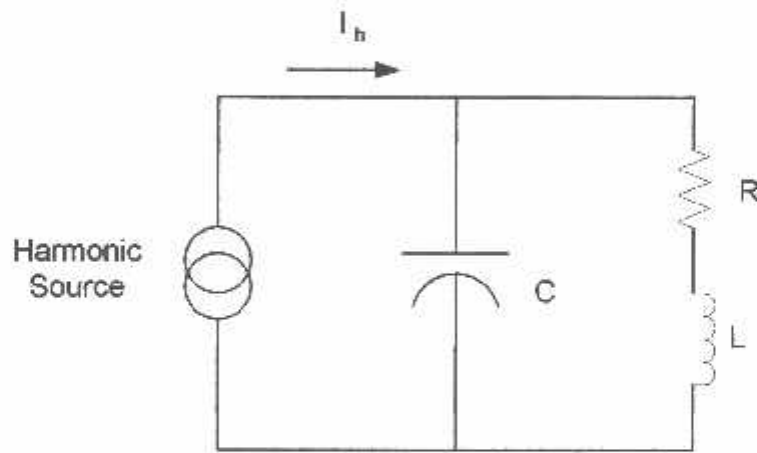
Y_h : adalah matriks admitansi harmonisa sistem.

Pada persamaan 3.8, Z_h dapat diperoleh dengan menggunakan algoritma Z-bus untuk setiap harmonisa. Z_h dapat pula diperoleh dari invers Y_h dalam persamaan

3.9. Impedansi harmonisa memainkan peranan penting dalam sistem distribusi tenaga listrik khususnya ketika resonansi terjadi dalam sistem.

3.6. Filter Harmonisa

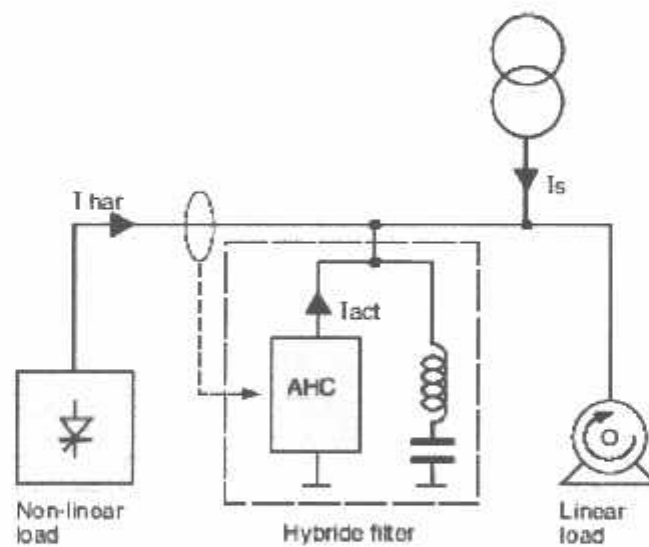
Tujuan dari pemasangan filter harmonisa adalah untuk mereduksi amplitudo sebuah frekuensi tertentu dari sebuah tegangan dan arus. Dengan penambahan filter harmonisa pada suatu sistem tenaga listrik yang mengandung sumber-sumber harmonisa maka penyebaran harmonisa ke seluruh jaringan dapat ditekan sekecil mungkin. Selain itu filter harmonisa pada frekuensi dasar dapat mengkompensasi daya reaktif dan digunakan untuk memperbaiki faktor daya.



Gambar 3.5.
Pemasangan Filter Harmonisa [2]

3.6.1. Tipe Filter ^[4]

Ada dua tipe filter yaitu filter aktif dan filter pasif. Filter aktif ini dapat bekerja mengeliminasi timbulnya harmonisa dalam suatu sistem tenaga listrik tiga fasa, baik dengan kawat netral maupun tidak. Filter aktif ini bekerja dengan cara mengkompensasi arus harmonisa yang timbul pada sistem tenaga yang diakibatkan oleh penggunaan beban-beban non linier. Selain dapat mengeliminasi gangguan yang timbul, filter aktif juga dapat memperbaiki factor daya dalam suatu sistem tenaga listrik. Saat ini, filter aktif paralel sudah banyak dikembangkan untuk memperbaiki kualitas sistem tenaga listrik. Berikut ini memperlihatkan *Harmonic Filter Aktif* pada sistem.



Gambar 3.6.
Harmonic Filter Aktif dalam sistem ^[8]

Filter pasif merupakan metode penyelesaian yang efektif dan ekonomis untuk masalah harmonisa. Filter pasif sebagian besar didesain untuk memberikan bagian khusus untuk mengalirkan arus harmonisa yang tidak diinginkan dalam

sistem tenaga. Ada dua macam filter pasif yaitu filter pasif seri dan filter pasif paralel. Filter pasif seri memiliki karakteristik sebagai resonansi paralel dan sebagai tipe filter yang bersifat penghalang, yang memiliki impedansi tinggi pada frekuensi tertentu. Sebagai contohnya adalah penggunaan komponen penghalus atau perata gelombang pada peralatan elektronika daya. Sedangkan filter pasif paralel memiliki karakteristik sebagai resonansi seri dan merupakan filter yang bertipe *trap* yang memiliki impedansi yang rendah pada frekuensi tertentu.

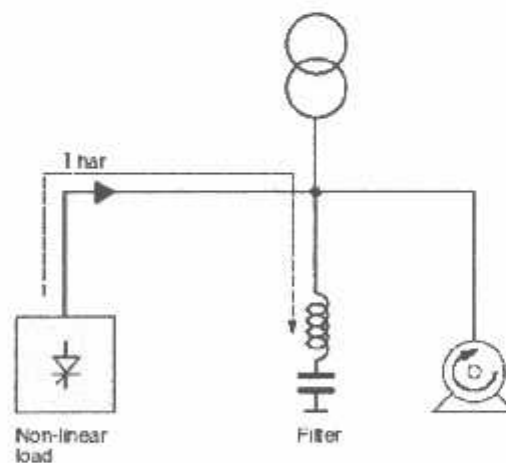
Komponen utama dari filter pasif adalah :

1. Kapasitor.

Kapasitor dihubungkan seri atau paralel untuk memperoleh sebuah total rating tegangan dan kVar yang diinginkan.

2. Induktor.

Induktor digunakan dalam rangkaian filter dirancang mampu menahan selubung frekuensi tinggi yaitu efek kulit (*Skin Effect*).



Gambar 3.7
Rangkaian *Passive Filter* Dalam Sistem ^[8]

3.6.2 Jenis-jenis Filter Pasif

Gambar 3.7 memperlihatkan rangkaian filter pasif dalam sistem. 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*

Plot impedansi sebuah *high-pass* filter orde dua (orde satu terdiri dari resistor seri dan kapasitor) memperlihatkan bahwa impedansi minimum *pass band* filter ini lebih tinggi daripada sebuah *single tuned-filter*. Sejumlah *high pass* filter akan menarik sejumlah harmonisa dengan frekuensi diatas *notch*-nya. Hal ini menyebabkan rating yang tinggi pada frekuensi fundamentalnya dan rugi-rugi energi yang besar pada resistornya. Filter jenis ini biasanya digunakan untuk harmonisa orde tinggi.

Composite filter terdiri dari dua *band-pass filter* dan sebuah *high-pass filter* untuk frekuensi tinggi. Konfigurasi ini biasanya digunakan untuk beban tanur busur listrik (*arc-furnance*).

Dengan mengetahui tegangan fundamental dan harmonisa pada bus bar maka rating arus dan tegangan dari kapasitor, inductor dan resistor dapat ditentukan. Selain itu juga daya reaktif dan aktif serta rugi-ruginya dapat ditentukan pula.

Untuk menjaga kerusakan komponen-komponen ini, rating dan komponen harus didasarkan kepada beberapa kondisi yang ada, yaitu tegangan fundamental

tertinggi, deviasi frekuensi serta arus harmonisa dan sumber-sumber lain dari resonansi yang mungkin terjadi antara filter dan sistem AC.

Kapasitor tersusun dari unit standard yang terhubung seri atau paralel untuk memperoleh rating tegangan dan kVar yang diinginkan. Hal-hal pokok dari kapasitor adalah :

- a. Koefisien suhu dari komponen kapasitor.
- b. Daya reaktif per unit volume.
- c. Rugi-rugi daya.
- d. Reliability.
- e. Harga.

Koefisien suhu sangat rendah dari kapasitor lebih diharapkan untuk menala filter dalam orde penalaan supaya dapat dihindari penalaan ulang karena perubahan kapasitansi oleh perubahan suhu di sekeliling atau oleh pemanasan sendiri oleh kapsitor tersebut.

Kapasitor mendapatkan daya reaktif yang besar perunit volume dengan cara memiliki *losses* yang rendah dan dengan dioperasikan pada tegangan tinggi. Untuk alasan ini maka operasi yang lama pada tegangan lebih harus dihindari untuk mencegah terjadinya kerusakan dielektrik akibat panas. Rating daya reaktif kapasitor adalah penjumlahan daya reaktif pada masing-masing frekuensi yang diinginkan.

Induktor yang digunakan dalam rangkaian filter dirancang mampu menahan selubung frekuensi tinggi diantara efek kulit dan rugi-rugi histerisis harus dimasukkan dalam perhitungan rugi-rugi daya. Begitu juga efek dari level

fluks dari inti besi, yaitu penalaan ulang yang disebabkan oleh magnetisasi yang tidak linier sehingga harus dipertimbangkan. Komponen inductor pada filter lebih baik dirancang dengan inti non magnetic. Rating inductor terutama tergantung pada arus *rms* maksimum dan pada level isolasi yang dibutuhkan agar tahan terhadap surja hubung. Umumnya R dan L ditempatkan dibagian bawah dari filter.

3.6.3. Single Tuned Filter

Filter dengan penalaan tunggal ditala pada salah satu orde harmonisa (biasanya pada orde harmonisa rendah). Filter ini terdiri dari rangkaian seri kapasitor, reactor, dan resistor (RLC). Impedansi dari rangkaian *Single tuned filter* dinyatakan dalam persamaan :

$$Z(\omega) = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \dots\dots\dots(3.11)$$

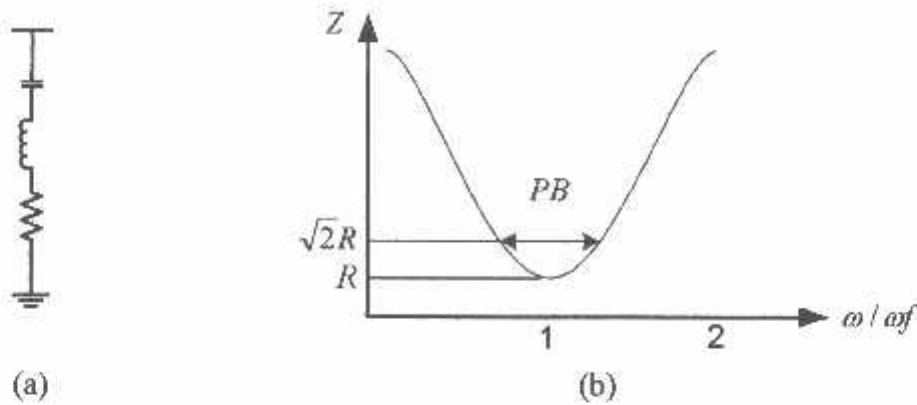
Rangkaian filter mempunyai impedansi yang rendah pada frekuensi resonansinya. Sebuah *shunt filter* dikatakan ditala pada sebuah frekuensi jika pada frekuensi tersebut reaktansi induktif dan kapasitifnya sama dengan nol.

Kualitas sebuah filter (Q) menentukan ketajaman penalaan (*tuning*). Filter dengan Q tinggi ditala secara tajam pada suatu frekuensi harmonisa (contohnya ke-5). Filter dengan Q yang rendah biasanya bernilai 0.5 sampai 5 dan memiliki impedansi yang rendah pada jangkauan frekuensi yang lebar.

Faktor kualitas (Q) didefinisikan sebagai perbandingan antara induktansi (atau kapasitansi) pada saat resonansi dengan resistansi.

$$Q = \frac{X_o}{R} \dots\dots\dots(3.12)$$

Dengan $X'_0 = nX_L = \frac{X_C}{n}$ pada keadaan resonansi.



Gambar 3.8
(a) Rangkaian Filter Penalaan Tunggal, (b) Grafik Impedansi Filter Terhadap Frekuensi^[5]

Seperti ditunjukkan pada gambar 3.8, pass band (PB) filter di definisikan sebagai batas frekuensi sama dengan resistansinya, yaitu sudut impedansinya sebesar 45° dan impedansinya sama dengan $\sqrt{2R}$. Hubungan Q dan PB dinyatakan sebagai :

$$Q = \frac{\omega_0}{PB} \dots\dots\dots(3.13)$$

Dengan ω_0 adalah frekuensi sudut penalaan dalam rad/sec.

3.6.4. Double Tuned Filter

Sebuah impedansi ekuivalen dari dua buah filter penalaan tunggal ditunjukkan pada gambar 3.8 (a) yang memiliki frekuensi resonansi yang berdekatan dalam prakteknya sama dengan konfigurasi sebuah filter penalaan ganda yang ditunjukkan pada gambar 3.8. (b). Hubungan antara kedua rangkaian filter ini adalah sebagai berikut :

$$C_1 = C_a + C_b \dots\dots\dots(3.14)$$

$$C_2 = \frac{C_a C_b (C_a + C_b) (L_a + L_b)^2}{(L_a C_a - L_b C_b)} \dots\dots\dots(3.15)$$

$$L_1 = \frac{L_a L_b}{L_a + L_b} \dots\dots\dots(3.16)$$

$$L_2 = \frac{(L_a C_a - L_b C_b)^2}{(C_a + C_b)^2 (L_a + C_a)^2} \dots\dots\dots(3.17)$$

$$R_2 = R_a \left[\frac{a^2 (a - X^2)}{(a + aX^2)^2 (1 + X^2)} \right] + R_b \left[\frac{a - X^2}{(1 + aX^2)^2 (1 + X^2)} \right] \\ + R_1 \left[\frac{(1 - X^2)_2 (1 - aX^2)}{(1 + X^2)^2 (1 + aX^2)} \right] \dots\dots\dots(3.18)$$

Dengan

$$a = \frac{C_a}{C_b} \text{ dan } X = \sqrt{\frac{L_b C_b}{L_a C_a}}$$

3.6.5. High Pass Filter

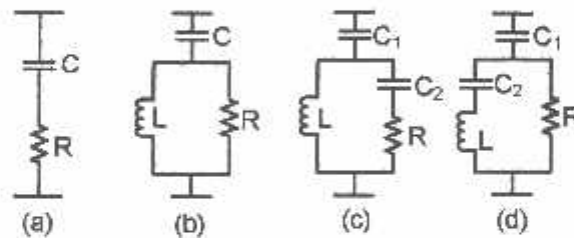
Sebuah high pass filter memiliki beberapa kelebihan antara lain :

- a. *High pass filter* tidak terlalu peka terhadap perubahan suhu, perubahan frekuensi, toleransi komponen dari pabrik dan rugi-rugi dari kapasitor.
- b. Membuat impedansi yang rendah untuk *spectrum frekuensi* harmonisa yang lebar tanpa memerlukan sub-sub paralel cabang filter.
- c. Penggunaan filter penalaan sering mengakibatkan resonansi paralel antara filter admitansi dari system pada frekuensi orde harmonisa dibawa penalaan filter yang lebih rendah. Dalam hal ini penggunaan satu atau lebih *high pass filter* menjadi alternatif yang dapat diterima.

Selain itu kelemahan high pass filter adalah :

- Dengan level filter yang sama perancangan high pass filter untuk VA rating yang besar (VA rating pada frekuensi fundamentalnya) akan mengalami kesulitan. Padahal dalam hal ini unjuk kerja yang baik dari suatu peralatan filter termasuk didalamnya adalah masalah koreksi factor daya.
- Pada high pass filter resistor dan reaktansi secara umum adalah besar.

Ada empat macam high pass filter seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.8. yaitu high pass filter orde satu, orde dua, orde tiga, dan jenis high pass filter tipe-C.



Gambar 3.9
High Pass Filter (a) Orde satu (b) Orde dua
(c) Orde tiga (d) Tipe-C

- Filter orde satu tidak bisa digunakan, jenis ini akan memerlukan kapasitor yang besar dan akan terjadi kerugian daya pada frekuensi dasarnya.
- Filter orde dua memberi unjuk kerja yang baik tetapi memiliki rugi-rugi yang besar dibandingkan dengan *high pass filter* orde tiga.
- Filter orde tiga mempunyai keunggulan dibandingkan high pass filter orde dua yaitu mampu mereduksi rugi-rugi pada frekuensi dasar yang

disebabkan oleh naiknya impedansi pada frekuensi tersebut. Hal ini karena kehadiran C_2 dan lagi di sini rating dari C_2 .

- d. Unjuk kerja dari filter jenis C adalah memodifikasi dari filter orde dua dan filter orde tiga. Kelebihan *high pass filter* jenis C adalah mampu mereduksi rugi-rugi pada frekuensi dasar ketika C_2 dan L ditala seri dibawah frekuensi ini. Filter jenis C lebih muda terpengaruh penyimpangan (deviasi) frekuensi dasar.

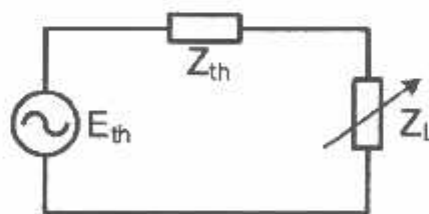
3.7. Penentuan Orde Harmonisa

Jika suatu beban menarik arus dari sumber, dalam suatu periode, arus tersebut terdiri atas dua bentuk gelombang yang sama, tetapi besarnya positif untuk setengah periode, dan negative untuk setengah periode selanjutnya.

Harmonisa yang timbul pada sistem tenaga listrik dapat dijelaskan sebagai berikut. Misalkan suatu sistem tenaga listrik seperti dalam Gambar 3.10, merupakan rangkaian pengganti Thevenin dari suatu jaringan system tenaga listrik AC. E_{th} adalah sumber tegangan yang hanya menghasilkan tegangan sinusoidal, Z_{th} adalah beban linier dan Z_L adalah elemen tak linier. Beban Z_L akan menyerap arus yang mengandung komponen-komponen harmonisa.

Misalkan :

$$E_{th} = E_m \sin n(\omega t) \dots\dots\dots(3.19)$$



Gambar 3.10
Rangkaian Ekuivalen Jaringan Sistem Tenaga Listrik

Arus yang diserap oleh komponen tak linier adalah :

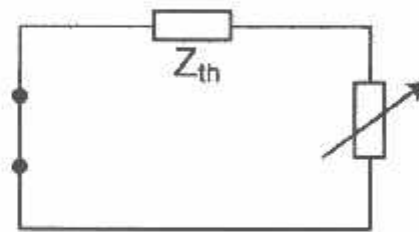
$$i(t) = \sum_{n=2}^{\infty} I_n \sin(\omega_n t + \phi_n) \dots\dots\dots(3.20)$$

Karena E_{th} tidak mengandung komponen harmonisa, maka untuk $n > 1$

harga $E_{th} = 0$ dan arus :

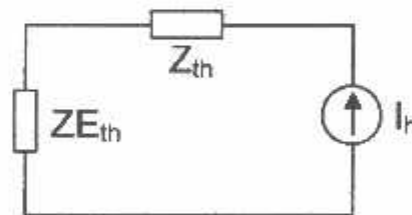
$$i(t) = \sum_{n=2}^{\infty} I_n \sin(\omega_n t + \phi_n) \dots\dots\dots(3.21)$$

Sehingga rangkaian penggantinya adalah sebagai berikut :



Gambar 3.11.
Rangkaian pengganti untuk $n > 1$

Untuk kondisi ini dapat disimpulkan bahwa $i(t)$ tetap ada meskipun $E_{th}=0$. Karena nilai $i(t)$ tetap, maka pada kondisi ini elemen Z_L dapat dipandang sebagai sumber arus generator dipandang sebagai sebuah impedansi E_{th} .



Gambar 3.12.
Elemen tak linier sebagai sumber arus harmonisa

Misalkan :

$$i_n(t) = -i(t) \\ = -\sum_{n=2}^{\infty} I_n \sin(\omega_n t + \phi_n) \dots\dots\dots(3.22)$$

Jika $\theta_n = \phi_n + \pi$ maka :

$$i_n(t) = I_1 \sin(\omega_n t - \theta_n) \dots\dots\dots(3.23)$$

Rangkaian pengganti dapat dilihat pada gambar 3.11 di atas.

Pada system tiga fasa seimbang, arus terdistorsi pada tiap fasanya akan mempunyai bentuk gelombang yang sama, sehingga dapat dianggap bahwa arus pada tiap fasa merupakan fungsi ganjil, agar sederhana.

$$I_R(t) = I_1 \sin \omega t + I_3 \sin 3\omega t + I_5 \sin 5\omega t + \dots\dots\dots(3.24)$$

Sama seperti persamaan diatas, arus pada fasa S tertinggal sebesar 1/3

Periode terhadap arus fasa R dan fasa T tertinggal 2/3 periode dari fasa R.

$$I_S(t) = I_R\left(t - \frac{T}{3}\right) \dots\dots\dots(3.25)$$

$$I_T(t) = I_R\left(t - 2\frac{T}{3}\right) \dots\dots\dots(3.26)$$

Dalam persamaan penjumlahan harmoisia :

$$I_R(t) = \sum_{n=1}^{\infty} I_n \sin(\omega_n t) \dots\dots\dots(3.27)$$

$$I_S(t) = \sum_{n=1}^{\infty} I_n \sin\left(\omega_n t - \frac{2\pi n}{3}\right) \dots\dots\dots(3.28)$$

Dengan :

$$\frac{2\pi n}{3} = \begin{cases} \frac{2\pi}{3}, n = 1, 4, 7, 10, 13, \dots \\ -\frac{2\pi}{3}, n = 2, 5, 8, 11, 14, \dots \\ 0, n = 3, 6, 9, 12, 15, \dots \end{cases} \dots\dots\dots(3.29)$$

Apabila masing-masing komponen harmonisa ditransformasikan ke dalam komponen-komponen urutan nol, positif dan negative :

$$I_n^{(0,1,2)} = A^{(-1)} I_n^{(a,b,c)} \dots\dots\dots(3.30)$$

Dengan :

$$A^{(-1)} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3.31)$$

$I_n^{(a,b,c)}$ = komponen arus harmonisa ke-n pada fasa a,b,c

Sehingga dapat diperoleh suatu table urutan harmonisa :

Tabel 3.4. Orde harmonisa berdasarkan urutan.

Harmonisa	Urutan
1, 4, 7, 10, 13, ..., 3n+1	Positif
2, 5, 8, 11, ..., 3n-1	Negatif
3, 6, 9, 12, 15, ..., 3n	Nol

Dengan demikian analisis harmonisa dapat diambil analogi dari teori komponen simetri, yaitu masing-masing komponen harmonisa ditransformasikan kedalam komponen-komponen urutan nol, positif, negatif.

Dengan mengamati Tabel 3.4 kita dapatkan bahwa semua komponen harmonisa kelipatan tiga merupakan urutan nol. Bentuk urutan fasa yang sederhana tersebut tidaklah diperuntukkan untuk sistem yang tidak seimbang,

karena harmonisa tiap orde mengandung tiga urutan yang berbeda. Hal itu membutuhkan analisis yang lebih kompleks.

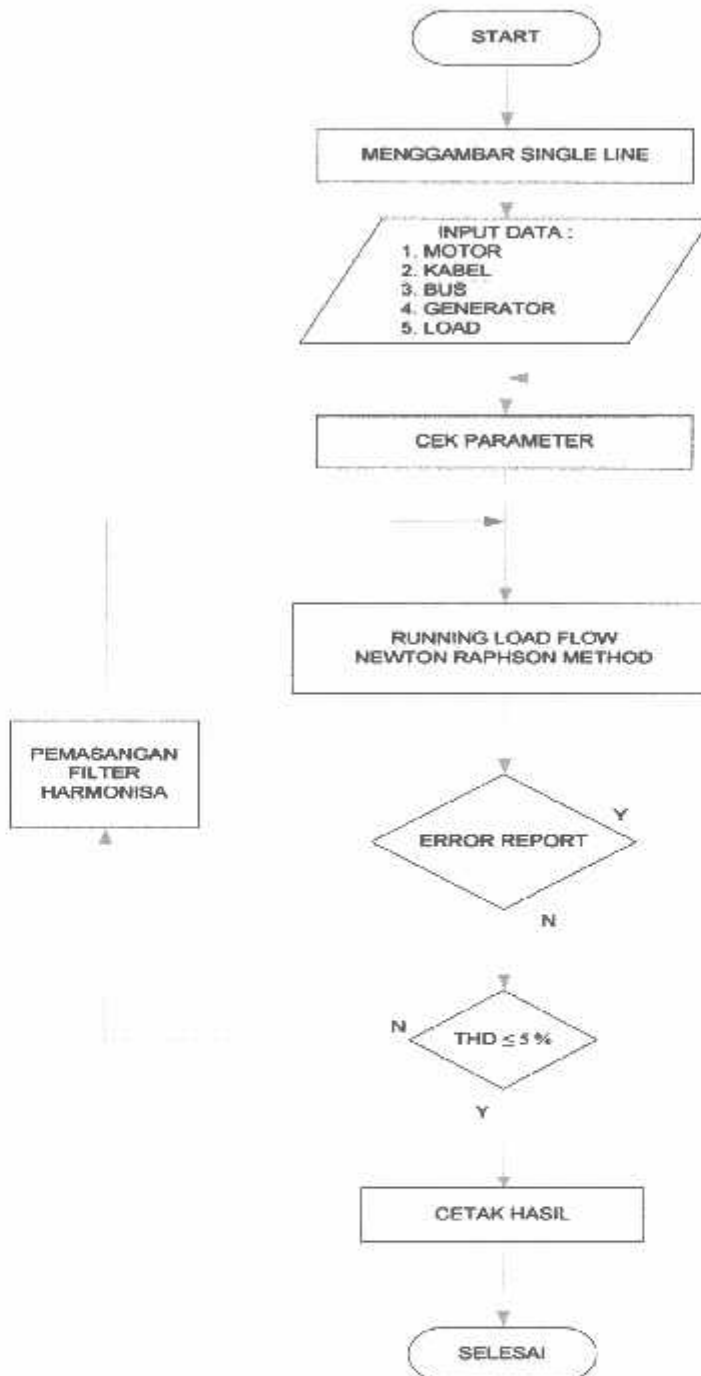
3.8. Analisa Aliran Daya

Metode yang umum digunakan dan banyak disukai untuk mendapatkan penyelesaian aliran daya adalah metode Newton-Raphson. Dimana metode ini bila dibandingkan dengan metode lain seperti *Gauss-Seidel* mempunyai waktu hitung yang lebih cepat.

3.8.1. Algoritma Pemecahan Masalah

1. Start
 2. Menggambar Single Line
 3. Masukkan Data : bus, *power grid*, trafo, motor, kabel
 4. Cek data parameter.
 5. Melakukan proses Aliran Daya dengan menggunakan Metode Newton Raphson.
 6. Mengecek apakah terjadi *Error Reprort* :
 - I. "Ya" : Cek data parameter lagi
 - II. "Tidak" : Proses selanjutnya (langkah 7)
 7. Mengecek apakah $THD \leq 5\%$:
 - I. "Ya : Proses selanjutnya (langkah 8)
 - II. "Tidak" : kembali ke langkah 4 (pemasangan filter)
 8. Cetak Hasil
 9. Selesai
-

3.8.2. Flow Chart Pemecahan masalah

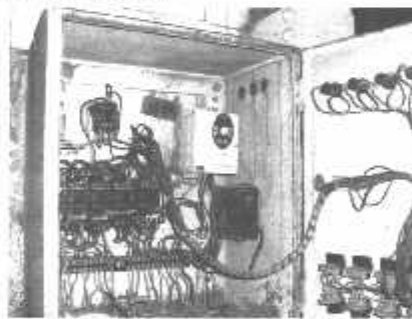


Gambar 3.13.
Flowchart Analisa Menggunakan Software ETAP Power Station

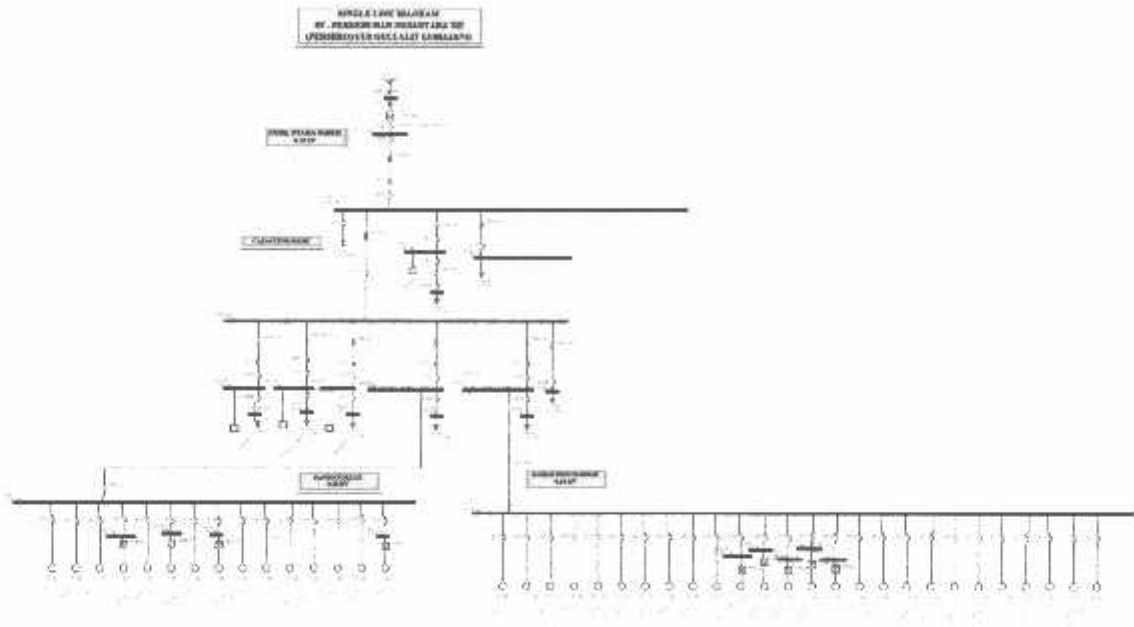
BAB IV HASIL DAN ANALISA HASIL

4.1. *Single Line* PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang

PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang mempunyai satu sumber yaitu dari PLN, dengan daya 20 KVA. PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang mempunyai faktor daya 0,92, walaupun tergolong cukup bagus tetapi ada sedikit permasalahan mengenai harmonisa dan telah mengurangi kehandalan sistem yang terdapat di sistem kelistrikan pabrik tersebut. Hal ini dikarenakan terdapat rugi-rugi daya dan berakibat tidak bekerjanya secara maksimal alat-alat pengaman dan alat-kelistrikan lainnya yang disebabkan oleh harmonisa. Harmonisa disini ditimbulkan oleh inverter yaitu berupa *VFD (Variable Speed Drive)* yang mengontrol kerja motor-motor serta beberapa alat-alat penyebab harmonisa lainnya yang terdapat di pabrik. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan pemasangan *harmonic filter*.



Gambar 4.1.
VFD di PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit,
Lumajang Malang



Gambar 4.2.

Single Line PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit,
Lumajang Malang

4.2. Data Penyaluran dan Pembebanan

4.2.1. Data Saluran Sistem Tenaga Listrik PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang.

Tabel 4.1. Ukuran & Impedansi Kabel/ Konduktor
(Bus PANEL UTAMA di Sistem Tegangan 0.38 kV)

Dari	Ke	Penampang (mm) ²	Panjang (M)	R (pu)	X (pu)	Y (pu)
PANEL UTAMA	BUS_1	4x240 Cu	5	0.092516	0.072000	0.0001565

Tabel 4.2. Ukuran & Impedansi Kabel/ Konduktor
(Bus_1 di Sistem Tegangan 0.38 kV)

Dari	Ke	Penampang (mm) ²	Panjang (M)	R (pu)	X (pu)	Y (pu)
BUS_1	PRODUKSI	4x240 Cu	62.5	0.092516	0.086400	0.0001304
BUS_1	PEN.GENSET	4x6 Cu	49.7	0.638076	0.096000	0.0000846
BUS_1	BENGKEL	4x35 Cu	6.0	3.738798	0.106800	0.0000551

Tabel 4.3. Ukuran & Impedansi Kabel/ Konduktor
(Main_Bus 10 di Sistem Tegangan 0.38 kV)

Dari	Ke	Penampang (mm ²)	Panjang (M)	R (pu)	X (pu)	Y (pu)
BUS_2	PENERANGAN BENGKEL	4x6 Cu	5.1	3.738798	0.106800	0.0000553

Tabel 4.4. Ukuran & Impedansi Kabel/ Konduktor
(Main_Bus 7 di Sistem Tegangan 0.38 kV)

Dari	Ke	Penampang (mm ²)	Panjang (M)	R (pu)	X (pu)	Y (pu)
BUS 4	GILINGAN	4x150 Cu	63.5	0.092516	0.086400	0.0001304
BUS 4	SORTASI	4x10 Cu	13.4	0.092516	0.086400	0.0001304
BUS 4	PENGEMASAN	4x10 Cu	18	2.222296	0.100800	0.0000673
BUS 4	PENGERINGAN	4x240 Cu	63.5	2.222296	0.100800	0.0000673
BUS 4	PELAYUAN	4x240 Cu	122	0.151650	0.087600	0.0001202
BUS 4	GUDANG	4x4 Cu	40	3.598660	0.111600	0.0000479

4.2.2. Data Pembebanan Sistem Tenaga Listrik PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang.

Tabel 4.5. Pembagian Beban Pada PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII
(PERSERO) Guci Alit, Lumajang

ID	Type	ID	MVA	kV	R	Type
U1	Lty.	Bus_utama	45.000	20.000	3.997	Solid
Andrew Break	IndM	Bus13	0.004	0.380	20.634	Open
Ball Breaker	IndM	Bus13	0.017	0.380	9.228	Open
Blower Pembu	IndM	Bus11	0.009	0.380	11.050	Open
Bubble Try	IndM	Bus13	0.004	0.380	20.634	Open
Conveyor_Pct	IndM	Bus12	0.003	0.380	25.271	Open
Conveyor Bal	IndM	Bus13	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor GLS	IndM	Bus14	0.004	0.380	20.634	Open
Conveyor Goo	IndM	Bus14	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor Goo	IndM	Bus14	0.004	0.380	20.634	Open
Conveyor Hol	IndM	Bus13	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor In	IndM	Bus14	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor Kel	IndM	Bus11	0.004	0.380	20.634	Open
Conveyor Pnc	IndM	Bus12	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor Pet	IndM	Bus13	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor Png	IndM	Bus11	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor Png	IndM	Bus11	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor Pre	IndM	Bus12	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor Sam	IndM	Bus11	0.004	0.380	20.634	Open
Conveyor Tri	IndM	Bus13	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor Tri	IndM	Bus13	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor Up	IndM	Bus12	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor VFB	IndM	Bus11	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor VFB	IndM	Bus11	0.003	0.380	25.271	Open

Lanjutan Tabel 4.5

Conveyor Vih	IndM	Bus13	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor Wat	IndM	Bus12	0.001	0.380	35.739	Open
Conveyor FRD	IndM	Bus11	0.004	0.380	20.634	Open
CTC Triplex	IndM	Bus14	0.022	0.380	7.991	Open
CTC Triplex	IndM	Bus14	0.022	0.380	7.991	Open
CTC Triplex	IndM	Bus14	0.022	0.380	7.991	Open
Esentrik	IndM	Bus11	0.005	0.380	17.869	Open
Exhaust Fan	IndM	Bus11	0.006	0.380	15.983	Open
Exhaust Fan	IndM	Bus11	0.017	0.380	9.228	Open
Exhaust Fan	IndM	Bus14	0.009	0.380	13.050	Open
Exhaust Fan	IndM	Bus11	0.017	0.380	9.228	Open
Exhaust Fan	IndM	Bus13	0.003	0.380	25.271	Open
Exhaust Fan	IndM	Bus13	0.003	0.380	25.271	Open
Exhaust Fan	IndM	Bus13	0.003	0.380	25.271	Open
Fermenting M	IndM	Bus14	0.001	0.380	35.739	Open
Fermenting M	IndM	Bus14	0.001	0.380	35.739	Open
Fermenting M	IndM	Bus14	0.001	0.380	35.739	Open
Fermenting M	IndM	Bus14	0.004	0.380	20.634	Open
Fermenting M	IndM	Bus14	0.004	0.380	20.634	Open
Fermenting M	IndM	Bus14	0.004	0.380	20.634	Open
GLS	IndM	Bus14	0.007	0.380	15.239	Open
Google	IndM	Bus14	0.004	0.380	20.634	Open
Humidifier 1	IndM	Bus14	0.001	0.380	50.542	Open
Humidifier 2	IndM	Bus14	0.001	0.380	50.542	Open
Humidifier 3	IndM	Bus14	0.001	0.380	50.542	Open
Humidifier 4	IndM	Bus14	0.001	0.380	50.542	Open
Humidifier 5	IndM	Bus14	0.001	0.380	50.542	Open
Humidifier 6	IndM	Bus14	0.001	0.380	35.739	Open
Humidifier 7	IndM	Bus14	0.001	0.380	35.739	Open
Kompresor	IndM	Bus12	0.003	0.380	25.271	Open
Main Fan FBD	IndM	Bus11	0.027	0.380	7.148	Open
Main Fan VFB	IndM	Bus11	0.041	0.380	1.760	Open
Monorel	IndM	Bus10	0.017	0.380	9.228	Open
Motor Esentr	IndM	Bus11	0.017	0.380	9.228	Open
Pendingin Ai	IndM	Bus14	0.001	0.380	35.739	Open
Pendingin FB	IndM	Bus11	0.006	0.380	15.983	Open
Pendorong' v	IndM	Bus11	0.006	0.380	15.983	Open
Pendorong Pa	IndM	Bus10	0.017	0.380	9.228	Open
Pendorong Pa	IndM	Bus10	0.009	0.380	13.050	Open
Pengasahan	IndM	Bus_2	0.001	0.380	50.542	Open
Pengasahan	IndM	Bus_2	0.004	0.380	20.634	Open
Pengasahan	IndM	Bus_2	0.001	0.380	35.739	Open
Pengasahan	IndM	Bus_2	0.001	0.380	35.739	Open
Pengeringan/	IndM	Bus11	0.005	0.380	17.869	Open
Pengering FB	IndM	Bus11	0.004	0.380	20.634	Open
Pre Packer	IndM	Bus12	0.004	0.380	20.634	Open
Rotor Vane 1	IndM	Bus14	0.027	0.380	7.148	Open
Siklon Basah	IndM	Bus11	0.009	0.380	13.050	Open

Lanjutan Tabel 4.5

Siklon Basah	IndM	Bus11	0.009	0.380	13.050	Open
Siklon Basah	IndM	Bus11	0.009	0.380	13.050	Open
Tea Picker 1	IndM	Bus12	0.003	0.380	25.271	Open
Tea Picker 2	IndM	Bus12	0.003	0.380	25.271	Open
Trinik 1	IndM	Bus13	0.004	0.380	20.634	Open
Trinik 2	IndM	Bus13	0.004	0.380	20.634	Open
Vibro Jumbo	IndM	Bus13	0.004	0.380	20.634	Open
Water Chiller	IndM	Bus14	0.006	0.380	15.983	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open
Wethering Tr	IndM	Bus10	0.007	0.380	15.239	Open

4.3. Solusi Perbaikan Faktor Daya dengan ETAP Power Station 4.0.0

ETAP *Power Station* 4.0.0 merupakan program untuk menganalisa perubahan kondisi aliran daya, *short circuit*, *motor starting*, *transient stability*, dan bisa juga *harmonic analysis* dalam suatu sistem kelistrikan. ETAP *Power Station* memungkinkan pengguna mengetahui secara grafis dan komputasi yang sempurna dan secara langsung kita dapat menggambar *single line diagram*. Program ini didesain berdasarkan tiga konsep, yaitu:

- Operasi Nyata Secara Virtual (*Virtual Reality Operation*)

Pengoperasian program mirip dengan pengoperasian listrik secara nyata. Seperti ketika menutup atau membuka CB, membuat suatu elemen keluar dari rangkaian, mengganti status operasi motor dan lain sebagainya. ETAP *Power Station* memiliki konsep-konsep baru dalam menentukan koordinasi peralatan pengaman secara langsung dari *single line diagram*.

- Data Gabungan Total (*Total Integration of Data*)

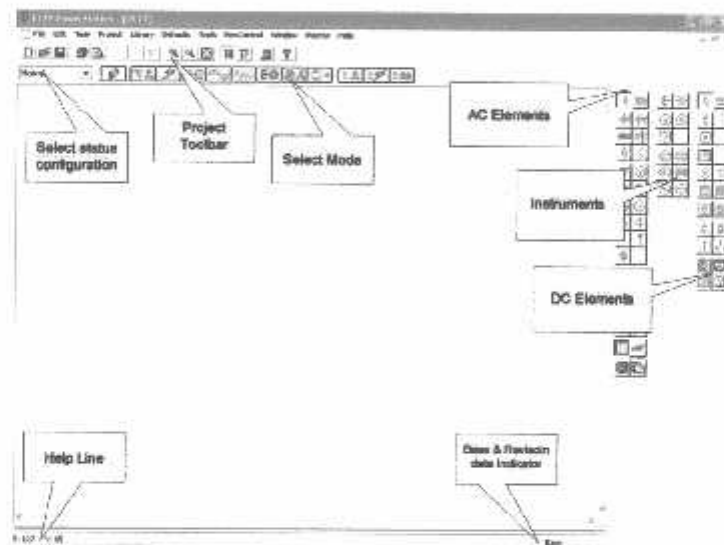
ETAP *Power Station* menggabungkan konsep elektrik, logika, mekanik dan fisik dari suatu elemen sistem dalam database yang sama. Sebagai contoh: sebuah kabel, tidak hanya terdiri dari data sifat-sifat listrik dan dimensi fisik, tetapi juga informasi yang mengindikasikan jalur yang dilalui. Gabungan data-data ini menentukan konsistensi sistem secara keseluruhan dan menghindarkan dari pemasukan data yang berulang-ulang untuk element yang sama.

- Kesederhanaan Dalam Memasukkan Data

ETAP *Power Station* menggunakan data lengkap dan setiap peralatan listrik yang kadang hanya membutuhkan sama jenis pemasukan data. Data editor dapat mempercepat proses memasukkan data dengan membutuhkan data minimum.

Standar yang digunakan ETAP *Power Station* versi 4.0.0 ada dua yaitu ANCI dan IEC. Hal ini berdasarkan kenyataan bahwa dalam sistem tenaga di dunia terbagi dalam dua satuan umum. Dalam gambar 4.3. terdapat *toolbar AC Edit*, *DC Edit* dan *Instrument* yang merupakan kumpulan dari alat-alat ukur. *AC Edit* digunakan untuk menggambar jaringan AC, *DC Edit* digunakan untuk menggambar rangkaian DC. Dimana setiap kelompok *tools* tersebut terdapat bus,

kabel, CB, fuse, beban dan lain sebagainya. Mode Toolbar digunakan untuk merunning program. Analisa yang dapat dilakukan antara lain adalah analisa aliran daya, hubung singkat, motor *starting*, harmonisa, stabilitas transient, koordinasi relay dan lain sebagainya. Komponen diletakkan pada modul dengan cara *click* kiri sekali pada salah satu *tool* yang diinginkan, lalu diletakkan pada modul dengan *click* kiri. Kemudian melakukan pengisian data dengan cara *double click* salah satu peralatan yang ada di modul yang telah dipilih untuk pengisian data parameter maupun keterangan secara lengkap.



Gambar 4.3.
Tampilan Modul Utama

4.4. Aliran Daya

4.4.1. Sebelum Pemasangan Harmonik Filter

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan *software* ETAP *Power Station* diperoleh $\cos \phi$ dengan 92 % atau telah mendekati nilai $\cos \phi$ ($\cos \phi$ rata-rata) pada kondisi nyata di lapangan yaitu sebesar 0,92. Hal ini dapat di lihat pada *Load Flow Report* Pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil *Load Flow* Menggunakan ETAP *Power Station* Dengan Kompensasi Penempatan Kapasitor Awal

Bus		Voltage		Generation		Motor Load		Static Load		Load Flow				
ID	kV	%Mag	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF
Bus2	0.380	90.134	-5.2	0	0	0.12	0.07	0	0	Bus14	0.13	-0.08	254	86.6
										Bus29	0.00	0.00	2	81.0
										Bus30	0.00	0.00	2	81.0
									0	Bus31	0.00	0.00	2	81.0
										Bus32	0.00	0.00	2	81.0
										Bus33	0.00	0.00	6	83.7
Bus3	0.380	90.047	-4.8	0	0	0.03	0.02	0	0	Bus13	0.05	-0.03	103	88.9
										Bus34	0.00	0.00	6	83.7
										Bus35	0.00	0.00	6	83.7
										Bus36	0.00	0.00	6	83.7
										Bus37	0.01	0.00	19	99.7
Bus11	0.380	90.293	-5.4	0	0	0.18	0.10	0	0	Bus_4	0.18	-0.10	347	87.1
										Bus18	0.00	0.00	4	85.0
Bus12	0.380	90.865	-4.9	0	0	0.02	0.01	0	0	Bus_4	0.02	-0.01	42	83.0
										Bus19	0.00	0.00	8	85.0
Bus13	0.380	90.075	-4.8	0	0	0	0	0	0	Bus_4	0.06	-0.03	118	88.5
										Bus3	0.05	0.03	103	88.9
										Bus20	0.01	0.00	14	85.0
Bus14	0.380	90.201	-5.2	0	0	0	0	0	0	Bus_4	0.13	-0.08	262	86.5
										Bus2	0.13	0.08	254	86.5
										Bus21	0.00	0.00	7	83.0
Bus_1	0.380	95.176	-4.9	0	0	0	0	0.00	-0.24	PANEL UTAMA PABRIK	0.83	-0.26	1393	95.5
										Bus_4	0.59	0.35	1101	86.2
										Bus_2	0.01	0.01	19	83.4
										Bus_3	0.23	0.14	427	85.4
Bus_3	0.380	93.740	-4.4	0	0	0	0	0.22	0.14	Bus_1	0.22	-0.14	427	85.0
Bus_4	0.380	91.530	-5.2	0	0	0	0	0	0	Bus_1	0.57	-0.33	1101	86.5
										Bus10	0.16	0.10	317	85.5
										Bus11	0.18	0.10	347	86.9
										Bus12	0.02	0.01	42	83.2
										Bus13	0.06	0.03	118	88.8
										Bus14	0.14	0.08	262	86.5
										Bus8	0.01	0.00	13	85.4
Bus_utama	20.000	100.000	0.0	0.35	0.85	0	0	0	0	PANEL UTAMA PABRIK	0.85	0.35	26	92.6
PANEL UTAMA PABRIK	0.380	95.292	-4.9	0	0	0	0	0	0	Bus_1	0.83	0.26	1393	95.4
										Bus_utama	0.83	-0.26	1393	95.4

Untuk data pada Tabel 4.6. selengkapnya dapat di lihat pada lampiran.

Tabel 4.7. Hasil *Brach Losses Summary Report*
Menggunakan ETAP *Power Station*
Dengan Kompensasi Penempatan Kapasitor Awal

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage	
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	Kvar	From	To
Cable19	-0.131	-0.076	0.131	0.076	0.1	0.1	90.1	90.2
Cable20	-0.055	-0.028	0.055	0.028	0.0	0.0	90.0	90.1
Cable11	-0.004	-0.002	0.004	0.002	0.0	0.0	94.9	94.9
Cable18	-0.007	-0.004	0.007	0.004	0.1	0.0	90.3	91.5
Cable13	-0.160	-0.097	0.164	0.099	3.4	2.7	89.5	91.5
Cable14	-0.180	-0.102	0.182	0.104	2.1	2.0	90.3	91.5
Cable15	-0.021	-0.014	0.021	0.014	0.2	0.0	90.9	91.5
Cable16	-0.062	-0.033	0.063	0.033	1.2	0.1	90.1	91.5
Cable17	-0.135	-0.078	0.137	0.079	2.0	1.1	90.2	91.5
Cable1	-0.833	-0.260	0.834	0.261	0.9	0.7	95.2	95.3
Cable3	0.595	0.350	-0.574	-0.333	21.0	16.4	95.2	91.5
Cable7	0.010	0.007	-0.010	-0.007	0.0	0.0	95.2	94.9
Cable9	0.229	0.139	-0.224	-0.139	4.6	0.3	95.2	93.7
T1	0.849	0.347	-0.834	-0.261	14.9	86.1	100.0	95.3
					50.6	109.4		

Untuk data pada Tabel 4.7. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.8. Hasil *Bus Loading Summary Report*
Menggunakan ETAP *Power Station*
Dengan Kompensasi Penempatan Kapasitor Awal

Bus		Bus Total Load				
ID	kV	MW	Mvar	MVA	% PF	Amp
Bus12	0.380	0.021	0.014	0.025	83.0	42.60
Bus13	0.380	0.062	0.033	0.070	88.5	118.16
Bus14	0.380	0.135	0.078	0.156	86.5	252.08
Bus16	0.380	0.011	0.007	0.013	85.0	22.05
Bus18	0.380	0.002	0.001	0.003	85.0	4.25
Bus19	0.380	0.004	0.003	0.005	85.0	8.67
Bus20	0.380	0.007	0.005	0.009	85.0	14.68
Bus21	0.380	0.004	0.002	0.004	85.0	7.43
Bus37	0.380	0.012	0.001	0.012	99.7	19.47
Bus_1	0.380	0.833	0.496	0.970	85.9	1547.84
Bus_2	0.380	0.010	0.007	0.012	83.3	19.30
Bus_3	0.380	0.224	0.139	0.264	85.0	427.27
Bus_4	0.380	0.574	0.333	0.663	86.5	1101.33
Bus utama	20.000	0.849	0.347	0.917	92.6	26.48
PANEL UTAMA PABRIK	0.380	0.834	0.261	0.874	95.4	1393.63

Untuk data pada Tabel 4.8. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.9. *Harmonic Voltages* Dengan Kompensasi Kapasitor Awal
(% of Fundamental Voltage)

Bus		Harmonic Voltages (% of Fundamental Voltage)																
ID	Funda- mental kV	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
Bus13	0.342	0.0	0.0	0.0	10.3	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.8	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus14	0.343	0.0	0.0	0.0	9.8	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Bus20	0.342	0.0	0.0	0.0	10.3	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.8	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_1	0.362	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_3	0.356	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_4	0.348	0.0	0.0	0.0	9.8	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_utama	20	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PANEL UTAMA	0.362	0.0	0.0	0.0	9.9	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Untuk data pada Tabel 4.9.selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.10. *Harmonic Voltages* Dengan Kompensasi Kapasitor Awal
(% of Nominal Voltage)

Bus		Harmonic Voltages (% of Nominal Voltage)																
ID	Nominal kV	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
Bus13	0.380	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus14	0.380	0.0	0.0	0.0	8.8	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus20	0.380	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_3	0.380	0.0	0.0	0.0	9.7	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_4	0.380	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_utama	20.000	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PANEL UTAMA	0.380	0.0	0.0	0.0	9.5	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Untuk data pada Tabel 4.10.selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.11. Persentase *Harmonic Current*
(Contents in 1 MVA Base)

Branch	% Harmonic Current Contents in 1 MVA Base																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
ID	25	29	31	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Cable1	0.05	0.00	0.05	15.02	0.00	6.97	0.01	0.00	0.00	0.64	0.00	0.43	0.00	0.00	0.07	0.04	0.01
	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cable3	0.01	0.00	0.01	4.66	0.00	3.02	0.00	0.00	0.00	1.21	0.00	1.13	0.00	0.00	0.36	0.24	0.05
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cable7	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cable9	0.05	0.00	0.04	7.06	0.00	1.83	0.01	0.00	0.00	1.37	0.00	1.26	0.01	0.00	0.54	0.41	0.23
	0.17	0.15	0.15	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cable16	0.00	0.00	0.00	2.17	0.00	1.72	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.93	0.00	0.00	0.33	0.20	0.04
	0.05	0.01	0.01	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cable17	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.19	0.00	0.00	0.05	0.04	0.01
	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cable18	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	0.00	0.00	0.00	15.02	0.00	6.97	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Untuk data pada Tabel 4.11, selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.12. Persentase *Harmonic Current*
(% of Fundamental Current)

Branch	Fundamental	% Harmonic Currents (% of Fundamental Current)																
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
ID	A	25	29	31	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Cable1	1394.01	0.1	0.0	0.1	16.4	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Cable3	1101.44	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	1.6	0.0	0.5	0.3	0.1	
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Cable7	19.29	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Cable9	427.29	0.2	0.0	0.1	25.1	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	4.5	0.0	1.9	1.5	0.8	
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Cable17	262.11	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0	0.3	0.2	0.0	
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Cable20	103.43	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	13.1	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	7.3	0.0	2.6	1.6	0.4	
		0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
T1	26.48	0.0	0.0	0.0	16.4	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Untuk data pada Tabel 4.12, selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.13. *Voltage Individual Harmonic Distorsion (VIHD) Report*

Bus		Voltage Distortion		
ID	kV	Fund.	VHD	Order
		%	%	
Bus11	0.380	90.30	11.55	7
Bus12	0.380	90.87	11.72	7
Bus13	0.380	90.08	12.39	7
Bus14	0.380	90.20	11.67	7
Bus35	0.380	90.05	12.38	7
Bus36	0.380	90.05	12.38	7
Bus37	0.380	90.05	12.38	7
Bus_1	0.380	95.18	12.05	7
Bus_2	0.380	94.92	12.06	7
Bus_3	0.380	93.74	12.40	7
Bus_4	0.380	91.53	11.68	7
Bus_utama	20.000	100.00	2.00	5
PANEL UTAMA	0.380	95.30	11.96	7

Untuk data pada Tabel 4.13. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.14. *Voltage Total Harmonic Distorsion Report (VTHD) Report*

Bus		Voltage Distortion	
ID	kV	Fund.	THD
		%	%
Bus12	0.380	90.87	11.72
Bus13	0.380	90.08	12.39
Bus14	0.380	90.20	11.67
Bus16	0.380	89.47	11.51
Bus18	0.380	90.30	11.55
Bus19	0.380	90.87	11.72
Bus20	0.380	90.08	12.39
Bus21	0.380	90.20	11.67
Bus29	0.380	90.14	11.66
Bus30	0.380	90.14	11.66
Bus31	0.380	90.14	11.66
Bus32	0.380	90.14	11.66
Bus33	0.380	90.14	11.66
Bus34	0.380	90.05	12.38
Bus35	0.380	90.05	12.38
Bus36	0.380	90.05	12.38
Bus37	0.380	90.05	12.38
Bus_1	0.380	95.18	12.05
Bus_2	0.380	94.92	12.06
Bus_3	0.380	93.74	12.40
Bus_4	0.380	91.53	11.68
PANEL UTAMA	0.380	95.30	11.96

Untuk data pada Tabel 4.14. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.15. Hasil *Total Generation, Loading and Demand* Menggunakan ETAP *Power Station* Dengan Kompensasi Penempatan Kapasitor Awal

	MW	Mvar	MVA	% PF	
Swing Bus(es):	0.849	0.347	0.917	92.57	Lagging
Generators:	0.000	0.000	0.000	100.00	Lagging
Total Demand:	0.849	0.347	0.917	92.57	Lagging
Total Motor Load:	0.518	0.298	0.597	86.66	Lagging
Total Static Load:	0.264	-0.072			
Apparent Losses:	0.068	0.121			
System Mismatch:	0.000	0.000			
Number of Iterations:	3				

Untuk data pada Tabel 4.15. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Sistem Kelistrikan PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO)

Guci Alit, Lumajang disuplai oleh PLN dengan daya 20 kVA. Berdasarkan Tabel 4.15 dapat disimpulkan bahwa kualitas daya pada sistem ini cukup baik, terpasangnya kapasitor dengan daya total sekitar 260 Kvar mampu memberikan perbaikan $\cos \phi$ menjadi 0,92. Faktor daya tersebut merupakan nilai dari $\cos \phi$ swing bus, sehingga pada bus-bus lain memungkinkan terdapat nilai faktor daya yang buruk. Ini terjadi karena pada sistem terdapat banyak beban-beban induktif dengan kapasitas yang besar yang berpeluang sangat besar pula memperburuk nilai faktor daya sistem. Selain itu rugi daya reaktif yang terjadi juga ditambah oleh distorsi harmonik oleh beban-beban seperti motor induksi, komponen-komponen elektronika daya yang ada dalam peralatan-peralatan kontrol motor, transformator, maupun harmonik yang di timbulkan oleh alat-alat kompensasi itu sendiri. Hal ini dapat diketahui dengan menggunakan mode *harmonic analysis* dalam *ETAP Power Station*. Besar distorsi harmonik dan orde harmonik yang muncul dalam sistem ini dapat diketahui dari voltage individual harmonic distorsion (VIHD) dan Voltage Total Harmonik Distosion (VTHD) lihat pada

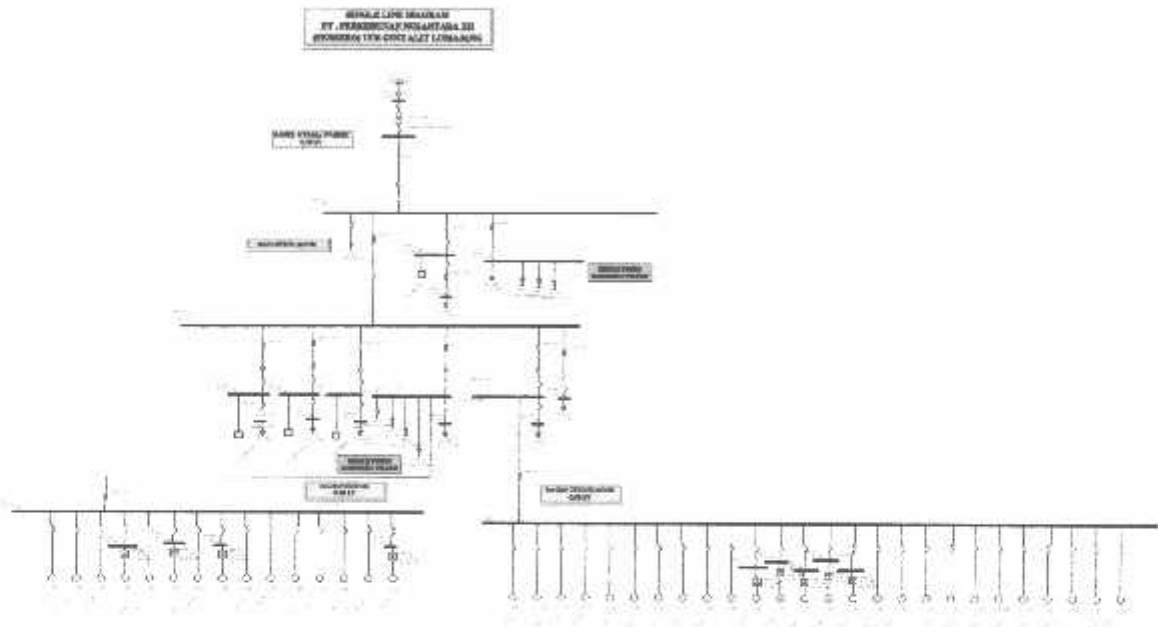
Tabel 4.13 dan 4.14. Untuk itu maka dilakukan analisa menggunakan kompensasi harmonik filter.

4.5. Analisa bus yang terdistorsi harmonisa dalam sistem.

Dapat kita lihat pada Tabel 4.12. *Persentase Harmonic Current (% of Fundamental Current)* bahwa ada beberapa kabel yang memiliki *Persentase Harmonic Current (% of Fundamental Current)* yang paling tinggi diantara yang yang lain yaitu pada cable 1, cable 9, cable 16, cable 20, dan pada TI. Mengingat cable 1 melayani bus_1, cable 3 melayani bus_4, cable 9 melayani bus_3, cable 16 melayani bus 13, dan cable 20 melayani bus 3. *Harmonic Current (% of Fundamental Current)* pada bus-bus tersebut adalah paling tinggi yang terdapat pada orde-orde tertentu saja yaitu orde 5, orde 7, orede 11, serta orde 13.

Oleh karena itu rencana pemasangan Harmonik Filter akan dilakukan pada bus-bus besar yang terdistorsi harmonisa. Analisa pemasangan tersebut dilakukan untuk mencapai hasil maksimum dalam mengkompensasi harmonisa yang terjadi dalam sistem tersebut.

4.6. Single Line PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)



Gambar 4.4.

Single Line PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)

Pemasangan pada posisi 1 didasarkan pada hasil report *Harmonic Current (% of Fundamental Current)* Tabel 4.17 bahwa bus besar yang memiliki arus harmonisa yang paling kuat diantara yang lainnya dan merupakan bus dari sumber/ penyebab harmonisa terjadi.

Tabel 4.16. *Harmonic Voltages* pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13) (% of Fundamental Voltage)

Bus		Harmonic Voltages (% of Fundamental Voltage)																
	Funda mental	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
ID	kV	25	29	31	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Bus13	0.342	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus14	0.343	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus16	0.340	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_1	0.362	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_3	0.356	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_4	0.348	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_utama	20.000	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PANEL UTAMA	0.362	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Untuk data pada Tabel 4.16.selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.17. *Persentase Harmonic Current* pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13) (% of Fundamental Current)

Branch		% Harmonic Currents (% of Fundamental Current)																
	Funda mental	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
ID	A	25	29	31	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Cable1	1302.45	0.1	0.0	0.1	4.4	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable3	1100.53	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.6	0.0	0.0	0.5	0.3	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable9	425.78	0.2	0.0	0.1	12.8	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	4.5	0.0	0.0	1.9	1.5	0.8
		0.6	0.5	0.8	3.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable16	117.73	0.0	0.0	0.0	25.1	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	5.1	0.0	0.0	4.2	2.6	0.5
		0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable17	262.02	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable20	103.39	0.0	0.0	0.0	18.1	0.0	12.4	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	7.3	0.0	0.0	2.6	1.6	0.4
		0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T1	26.45	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Untuk data pada Tabel 4.17.selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.18. *Voltage Individual Harmonic Distorsion (VIHD) Report* pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)

Bus		Voltage Distortion		
ID	kV	Fund.	VHD	Order
		%	%	
Bus13	0.380	90.11	2.51	7
Bus14	0.380	90.24	2.58	5
Bus_1	0.380	95.21	2.86	5
Bus_3	0.380	93.77	3.02	5
Bus_4	0.380	91.57	2.55	5

Untuk data pada Tabel 4.18.selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.19. *Voltage Totall Harmonic Distorsion (VTHD) Report* pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)

Bus		Voltage Distortion	
ID	kV	fund	THD
		%	%
Bus13	0.380	90.11	2.51
Bus14	0.380	90.24	2.58
Bus_1	0.380	95.21	2.86
Bus_3	0.380	93.77	3.02
Bus_4	0.380	91.57	2.55

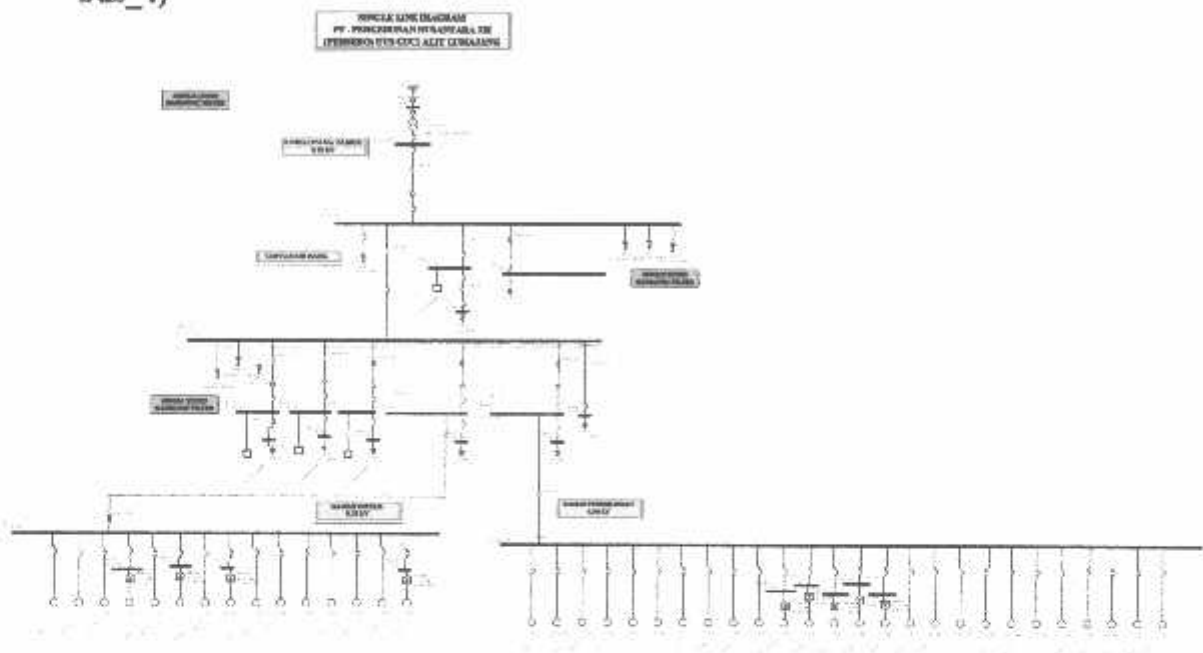
Untuk data pada Tabel 4.19.selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.20. Hasil *Total Generation, Loading and Demand* Menggunakan ETAP *Power Station* pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)

	MW	Mvar	MVA	% PF	
Swing Bus(es):	0.849	0.344	0.916	92.68	Lagging
Generators:	0.000	0.000	0.000	100.00	Lagging
Total Demand:	0.849	0.344	0.916	92.68	Lagging
Total Motor Load:	0.518	0.298	0.597	86.66	Lagging
Total Static Load:	0.264	-0.075			
Apparent Losses:	0.068	0.121			
System Mismatch:	0.000	0.000			

Untuk data pada Tabel 4.20.selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

4.7. Single Line PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4)



Gambar 4.5.

Single Line PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4)

Pemasangan pada posisi 2 didasarkan pada hasil report *Harmonic Current (% of Fundamental Current)* Tabel 4.22 bahwa bus besar yang memiliki arus harmonisa yang paling kuat diantara bus yang lainnya.

Tabel 4.21. *Harmonic Voltages* pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4) (% of Fundamental Voltage)

Bus		Harmonic Voltages (% of Fundamental Voltage)																
	Funda mental	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
ID	kV	25	29	31	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Bus13	0.343	0.0	0.0	0.0	10.9	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.8	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus14	0.343	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_1	0.362	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus 2	0.361	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus 3	0.357	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus 4	0.348	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_utama	20.000	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PANEL UTAMA	0.363	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Untuk data pada Tabel 4.21.selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.22. Persentase *Harmonic Current* pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4) (% of Fundamental Current)

Branch		% Harmonic Currents (% of Fundamental Current)																
	Funda mental	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
ID	A	25	29	31	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Cable1	1387.65	0.1	0.0	0.1	17.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable3	1995.81	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	1.6	0.0	0.0	0.5	0.3	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable7	19.29	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable9	427.86	0.2	0.0	0.1	25.1	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	4.5	0.0	0.0	1.9	1.5	0.8
		0.6	0.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable16	118.12	0.0	0.0	0.0	28.1	0.0	21.5	0.0	0.0	0.0	12.3	0.0	12.0	0.0	0.0	4.2	2.6	0.5
		0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable19	254.17	0.0	0.0	0.0	5.5	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.3	0.2	0.1
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable20	103.26	0.0	0.0	0.0	19.2	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	7.3	0.0	0.0	2.6	1.6	0.4
		0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T1	26.36	0.0	0.0	0.0	17.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Untuk data pada Tabel 4.22.selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.23. *Voltage Individual Harmonic Distorsion (VIHD) Report* pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4)

Bus		Voltage Distortion		
ID	kV	Fund. %	VIHD %	Order
Bus2	0.380	90.29	10.42	5
Bus3	0.380	90.20	11.00	5
Bus5	0.380	94.99	16.65	5
Bus8	0.380	90.48	10.38	5
Bus10	0.380	89.63	10.25	5
Bus11	0.380	90.45	10.28	5
Bus12	0.380	91.02	10.44	5
Bus13	0.380	90.23	11.00	5
Bus14	0.380	90.36	10.42	5
Bus16	0.380	89.63	10.25	5
Bus18	0.380	90.45	10.28	5
Bus19	0.380	91.02	10.44	5
Bus20	0.380	90.23	11.00	5
Bus21	0.380	90.36	10.42	5
Bus29	0.380	90.29	10.42	5
Bus30	0.380	90.29	10.42	5
Bus31	0.380	90.29	10.42	5
Bus32	0.380	90.29	10.42	5
Bus33	0.380	90.29	10.42	5
Bus34	0.380	90.20	11.00	5
Bus35	0.380	90.20	11.00	5
Bus36	0.380	90.20	11.00	5
Bus37	0.380	90.20	11.00	5
Bus_1	0.380	95.31	10.65	5
Bus_2	0.380	95.05	10.65	5
Bus_3	0.380	93.87	11.03	5
Bus_4	0.380	91.68	10.40	5
Bus_utama	20.000	100.00	1.77	5
PANEL UTAMA	0.380	95.42	10.57	5

Untuk data pada Tabel 4.23, selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.24. *Voltage Total Harmonic Distorsion (VTHD) Report* pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4)

Bus		Voltage Distortion	
ID	kV	Fund.	THD
		%	%
Bus5	0.380	94.99	10.65
Bus8	0.380	90.48	10.38
Bus10	0.380	89.63	10.25
Bus11	0.380	90.45	10.28
Bus12	0.380	91.02	10.44
Bus13	0.380	90.23	11.00
Bus14	0.380	90.36	10.42
Bus16	0.380	89.63	10.25
Bus18	0.380	90.45	10.28
Bus19	0.380	91.02	10.44
Bus20	0.380	90.23	11.00
Bus21	0.380	90.36	10.42
Bus29	0.380	90.29	10.42
Bus30	0.380	90.29	10.42
Bus31	0.380	90.29	10.42
Bus32	0.380	90.29	10.42
Bus33	0.380	90.29	10.42
Bus34	0.380	90.20	11.00
Bus35	0.380	90.20	11.00
Bus36	0.380	90.20	11.00
Bus37	0.380	90.20	11.00
Bus_1	0.380	95.31	10.65
Bus_2	0.380	95.05	10.65
Bus_3	0.380	93.87	11.03
Bus_4	0.380	91.68	10.40
PANEL UTAMA	0.380	95.42	10.57

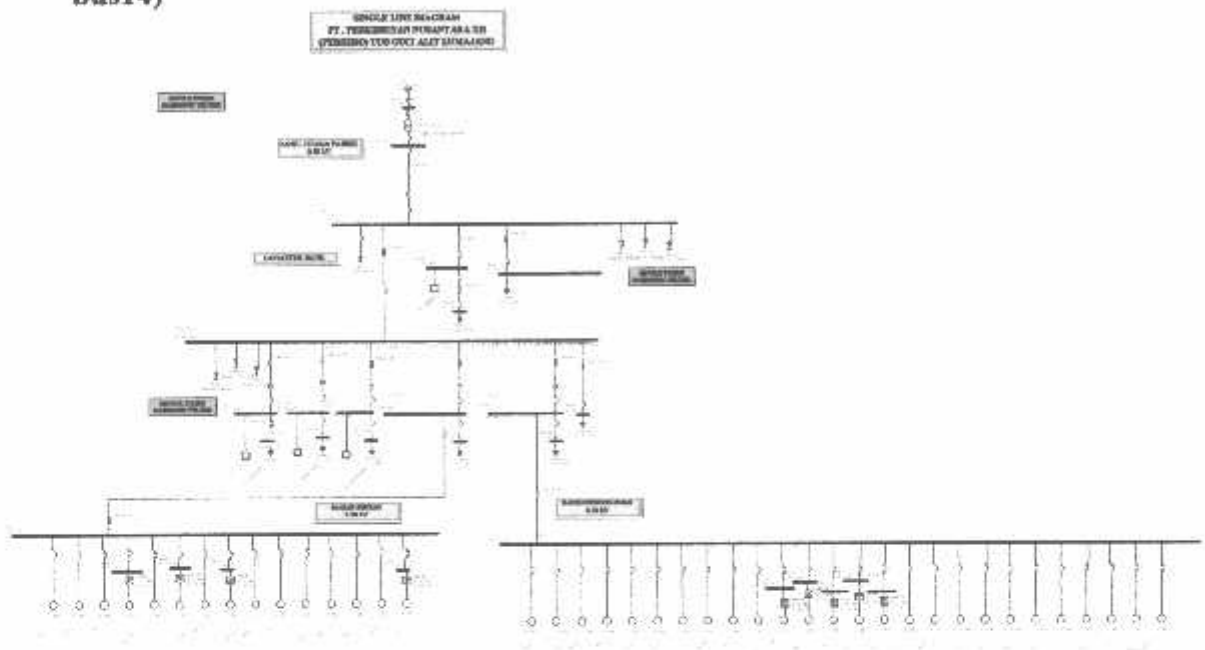
Untuk data pada Tabel 4.24. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.25. Hasil *Total Generation, Loading and Demand* Menggunakan ETAP *Power Station* pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4)

	MW	Mvar.	MVA	% PF	
Swing Bus(es):	0.849	0.335	0.913	93.04	Lagging
Generators:	0.000	0.000	0.000	100.00	Lagging
Total Demand:	0.849	0.335	0.913	93.04	Lagging
Total Motor Load:	0.518	0.298	0.597	86.66	Lagging
Total Static Load:	0.264	-0.083			
Apparent Losses:	0.068	0.120			
System Mismatch:	0.000	0.000			
Number of Iterations:	3				

Untuk data pada Tabel 4.25. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

4.8. Single Line PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, Lumajang pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14)



Gambar 4.6.

Single Line PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) Guci Alit, pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14)

Pemasangan pada posisi 3 didasarkan pada hasil report *Harmonic Current (% of Fundamental Current)* Tabel 4.27 bahwa bus besar yang memiliki arus harmonisa yang paling kuat diantara bus yang lainnya.

Tabel 4.26. *Harmonic Voltages* pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14) (% of Fundamental Voltage)

Bus		Harmonic Voltages (% of Fundamental Voltage)																
ID	Funda mental	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
	kV	25	29	31	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Bus13	0.342	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus14	0.343	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_1	0.352	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_2	0.351	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_3	0.356	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_4	0.348	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_utama	20.000	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PANEL UTAMA	0.362	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Untuk data pada Tabel 4.26.selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.27. *Persentase Harmonic Current* pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14) (% of Fundamental Current)

Branch		% Harmonic Currents (% of Fundamental Current)																
ID	Funda mental	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	13	14	15	17	19	23
	A	25	29	31	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Cable1	1392.55	0.1	0.0	0.1	7.2	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable3	1099.29	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	1.5	0.0	0.0	0.5	0.3	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable9	427.41	0.2	0.0	0.1	25.1	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	4.5	0.0	0.0	1.9	1.5	0.8
		0.6	0.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable16	117.73	0.0	0.0	0.0	26.3	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	16.4	0.0	3.9	0.0	0.0	4.2	2.6	0.5
		0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable17	260.79	0.0	0.0	0.0	18.6	0.0	10.9	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable20	103.39	0.0	0.0	0.0	18.5	0.0	12.4	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	7.3	0.0	0.0	2.6	1.6	0.4
		0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T1	25.46	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Untuk data pada Tabel 4.27.selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.28. *Voltage Individual Harmonic Distorsion (VIHD) Report* pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14)

Bus		Voltage Distortion		
ID	kV	Fund. %	VHD %	Order
Bus2	0.380	90.18	3.60	5
Bus3	0.380	90.08	3.85	5
Bus5	0.380	94.89	4.89	5
Bus8	0.380	90.37	4.06	5
Bus10	0.380	89.51	4.00	5
Bus11	0.380	90.33	4.02	5
Bus12	0.380	90.90	4.08	5
Bus13	0.380	90.11	3.85	7
Bus14	0.380	90.24	3.61	7
Bus16	0.380	89.51	4.00	5
Bus18	0.380	90.33	4.02	5
Bus19	0.380	90.90	4.08	5
Bus20	0.380	90.11	3.85	5
Bus21	0.380	90.24	3.61	5
Bus29	0.380	90.18	3.60	5
Bus30	0.380	90.18	3.60	5
Bus31	0.380	90.18	3.60	5
Bus32	0.380	90.18	3.60	5
Bus33	0.380	90.18	3.60	5
Bus34	0.380	90.08	3.85	5
Bus35	0.380	90.08	3.85	5
Bus36	0.380	90.08	3.85	5
Bus37	0.380	90.08	3.85	5
Bus_1	0.380	95.20	4.89	11
Bus_2	0.380	94.95	4.89	5
Bus_3	0.380	93.77	5.41	11
Bus_4	0.380	91.57	4.06	7
PANEL UTAMA	0.380	95.32	4.86	5

Untuk data pada Tabel 4.28. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.29. *Voltage Total Harmonic Distorsion (VTHD) Report* pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14)

Bus		Voltage Distortion	
ID	kV	Fund. %	THD %
Bus13	0.380	90.11	3.85
Bus14	0.380	90.24	3.61
Bus_1	0.380	95.20	4.89
Bus_3	0.380	93.77	5.41
Bus_4	0.380	91.57	4.06

Untuk data pada Tabel 4.29. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.30. Hasil *Total Generation, Loading and Demand* Menggunakan ETAP
Power Station pemasangan Harmonik Filter posisi 3
 (bus13 dan bus14)

	MW	Mvar	MVA	% PF	
Swing Bus(es):	0.849	0.345	0.916	92.66	Lagging
Generators:	0.000	0.000	0.000	100.00	Lagging
Total Demand:	0.849	0.345	0.916	92.66	Lagging
Total Motor Load:	0.518	0.298	0.597	86.66	Lagging
Total Static Load:	0.264	-0.074			
Apparent Losses:	0.068	0.121			
System Mismatch:	0.000	0.000			
Number of Iterations:	3				

Dari tiga analisa penempatan Harmonik Filter diatas didapat bahwa pada Tabel 4.17. *Persentase Harmonic Current* pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13) (*% of Fundamental Current*, Tabel 4.22. *Persentase Harmonic Current* pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4). Tabel 4.27. *Persentase Harmonic Current* pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14. Terdapat perbedaan nilai arus harmonisa terhadap persen arus fundamental. Meskipun ketiga posisi diatas sama-sama sudah menggunakan filter harmonisa. Terlihat pada Tabel 4.22. *Persentase Harmonic Current* pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4) masih tergolong tinggi.

Dan itupun terbukti dengan membandingkan Tabel 4.16. *Harmonic Voltages* pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13) (*% of Fundamental Voltage*), Tabel 4.22. *Harmonic Voltages* pemasangan Harmonik Filter posisi 2 (bus_1 dan bus_4) (*% of Fundamental Voltage*, dan Tabel 4.27. *Harmonic Voltages* pemasangan Harmonik Filter posisi 3 (bus13 dan bus14) (*% of Fundamental Voltage*. Serta melihat Tabel 4.19. *Voltage Totall Harmonic Distorsion (VTHD) Report* pemasangan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan

Tabel 4.32. Hasil *Branch Losses Summary Report* Menggunakan ETAP Power Station Dengan Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop in Vmag
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	
Cable19	-0.131	-0.076	0.131	0.076	0.1	0.1	90.2	90.2	0.07
Cable20	-0.055	-0.028	0.055	0.028	0.0	0.0	90.1	90.1	0.03
Cable11	-0.004	-0.002	0.004	0.002	0.0	0.0	94.9	94.9	0.06
Cable18	-0.007	-0.004	0.007	0.004	0.1	0.0	90.4	91.6	1.20
Cable13	-0.160	-0.097	0.164	0.099	3.4	2.7	89.5	91.6	2.06
Cable14	-0.180	-0.102	0.182	0.104	2.1	2.0	90.3	91.6	1.24
Cable15	-0.021	-0.014	0.021	0.014	0.2	0.0	90.9	91.6	0.66
Cable16	-0.062	-0.032	0.063	0.032	1.2	0.1	90.1	91.6	1.45
Cable17	-0.135	-0.078	0.137	0.079	2.0	1.1	90.2	91.6	1.33
Cable1	-0.833	-0.257	0.834	0.258	0.9	0.7	95.2	95.3	0.12
Cable3	0.595	0.349	-0.574	-0.333	21.0	16.3	95.2	91.6	3.64
Cable7	0.010	0.007	-0.010	-0.007	0.0	0.0	95.2	94.9	0.26
Cable9	0.229	0.137	-0.224	-0.137	4.5	0.3	95.2	93.8	1.44
T1	0.849	0.344	-0.834	-0.258	14.8	85.0	100.0	95.3	4.68
					50.5	109.1			

Untuk data pada Tabel 4.32. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.33. Hasil *Bus Loading* Menggunakan ETAP Power Station Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)

Bus			Bus Total Load				
ID	kV	Rated Amp	MW	Mvar	MVA	%PF	Amp
Bus5	0.380		0.004	0.002	0.005	85.0	7.39
Bus8	0.380		0.007	0.004	0.008	85.0	13.61
Bus10	0.380		0.160	0.097	0.187	85.6	317.84
Bus11	0.380		0.180	0.102	0.206	87.1	347.12
Bus12	0.380		0.021	0.014	0.025	83.0	42.59
Bus13	0.380		0.062	0.033	0.070	88.5	118.13
Bus14	0.380		0.135	0.078	0.156	86.5	261.98
Bus16	0.380		0.011	0.007	0.013	85.0	22.06
Bus18	0.380		0.002	0.001	0.003	85.0	4.25
Bus19	0.380		0.004	0.003	0.005	85.0	8.67
Bus20	0.380		0.007	0.005	0.009	85.0	14.69
Bus_1	0.380		0.833	0.493	0.968	86.1	1545.43
Bus_2	0.380		0.010	0.007	0.012	83.3	19.29
Bus_3	0.380		0.224	0.137	0.263	85.3	425.75
Bus_4	0.380		0.574	0.333	0.663	86.5	1100.42
Bus utama	20.000		0.849	0.344	0.916	92.7	26.45
PANEL UTAMA PABRIK	0.380		0.834	0.258	0.873	95.5	1392.07

Untuk data pada Tabel 4.33. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.34. *Harmonic Voltages* Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13) (% of Fundamental Voltage)

Bus		Harmonic Voltages (% of Fundamental Voltage)																
	Fundamental	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
ID	kV	25	29	31	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Bus13	0.342	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus14	0.343	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_1	0.362	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_2	0.361	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_3	0.356	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_4	0.348	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_utama	20.000	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PANEL UTAMA	0.362	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Untuk data pada Tabel 4.34. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.35. *Harmonic Voltages* Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13) (% of Nominal Voltage)

Bus		Harmonic Voltages (% of Nominal Voltage)																
	Nominal	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
ID	kV	25	29	31	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Bus13	0.380	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus14	0.380	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_1	0.380	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_2	0.380	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_3	0.380	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_4	0.380	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bus_utama	20.000	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PANEL UTAMA	0.380	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Untuk data pada Tabel 4.35. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.36. Persentase *Harmonic Current* Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13) (*Contents in 1 MVA Base*)

Branch	% Harmonic Current Contents in 1 MVA Base																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
ID	25	29	34	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Cable1	0.0	0.0	0.1	4.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable3	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable9	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	1.3	0.0	0.0	0.5	0.4	0.2
	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable16	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable17	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable20	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T1	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Untuk data pada Tabel 4.36. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.37. Persentase *Harmonic Current* Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13) (*% of Fundamental Current*)

Branch	Fundamental	% Harmonic Currents (% of Fundamental Current)																
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
ID	A	25	29	34	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Cable1	1392.45	0.1	0.0	0.1	4.4	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable3	1190.53	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.6	0.0	0.5	0.3	0.1	0.1
		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable9	425.78	0.2	0.0	0.1	12.8	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	4.5	0.0	0.0	1.9	1.5	0.8
		0.5	0.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable16	117.73	0.0	0.0	0.0	25.1	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	5.1	0.0	0.8	4.2	2.6	0.5
		0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable17	262.02	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable18	13.61	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cable20	103.39	0.0	0.0	0.0	18.1	0.0	12.4	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	7.3	0.0	0.0	2.6	1.6	0.4
		0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T1	26.45	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Untuk data pada Tabel 4.37. selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.38. *Voltage Individual Harmonic Distorsion (VIHD) Report*
Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)

Bus		Voltage Distortion		
ID	kV	Fund.	VHD	Order
		%	%	
Bus13	0.380	90.11	2.51	7
Bus14	0.380	90.24	2.58	5
Bus_1	0.380	95.21	2.86	5
Bus_3	0.380	93.77	3.02	5
Bus_4	0.380	91.57	2.55	5

Tabel 4.39. *Voltage Total Harmonic Distorsion Report*
Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)

Bus		Voltage Distortion	
ID	kV	fund	THD
		%	%
Bus13	0.380	90.11	2.51
Bus14	0.380	90.24	2.58
Bus_1	0.380	95.21	2.86
Bus_3	0.380	93.77	3.03
Bus_4	0.380	91.57	2.55

Tabel 4.40. Hasil *Total Generation, Loading and Demand* Menggunakan ETAP
Power Station Dengan Kompensasi Harmonik Filter posisi 1 (bus_3 dan bus13)

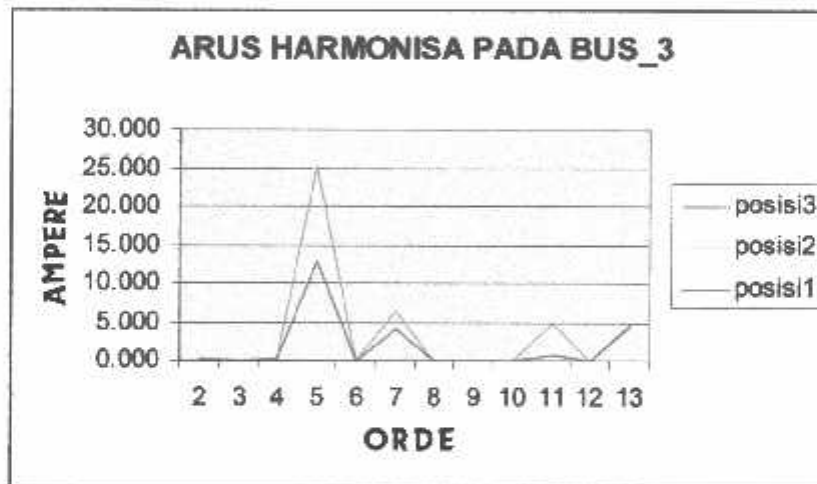
	MW	Mvar	MVA	% PF	
Swing Bus(es):	0.849	0.344	0.916	92.68	Lagging
Generators:	0.000	0.000	0.000	100.00	Lagging
Total Demand:	0.849	0.344	0.916	92.68	Lagging
Total Motor Load:	0.518	0.298	0.597	86.66	Lagging
Total Static Load:	0.264	-0.075			
Apparent Losses:	0.068	0.121			
System Mismatch:	0.000	0.000			
Number of Iterations:	3				

baik. Sedangkan posisi 3 memang menurun THDnya, tetapi masih ada THD yang diatas 5 %. Dan masih tergolong tinggi THD nya untuk posisi 2.

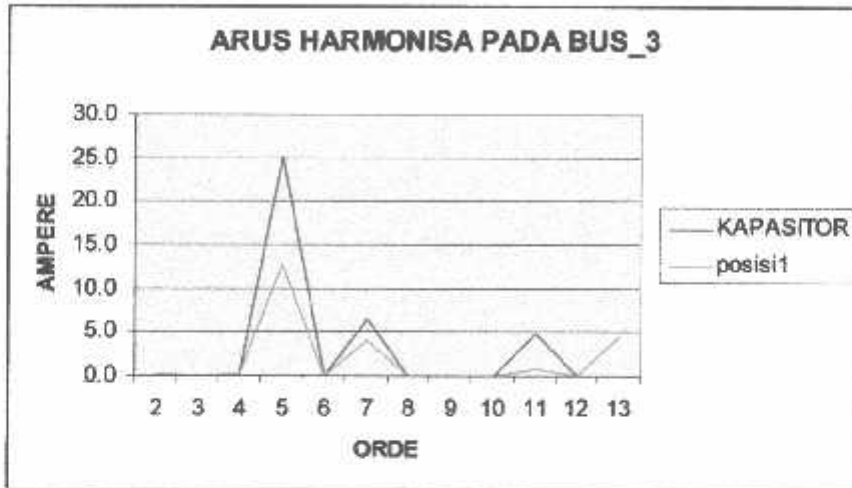
Tabel 4.41. Perbandingan *Voltage Total Harmonic Distorsion Report*

Bus		Kapasitor		Posisi 1		Posisi 2		Posisi 3	
		Voltage Distortion		Voltage Distortion		Voltage Distortion		Voltage Distortion	
		Fund.	THD	fund	THD	Fund.	THD	Fund.	THD
ID	kV	%	%	%	%	%	%	%	%
Bus13	0.380	90.98	12.39	90.11	2.51	90.23	11.00	90.11	3.85
Bus14	0.380	90.20	11.67	90.24	2.58	90.36	10.42	90.24	3.61
Bus_1	0.380	95.18	12.05	95.21	2.86	95.31	10.65	95.20	4.89
Bus_3	0.380	93.74	12.40	93.77	3.02	93.87	11.03	93.77	5.41
Bus_4	0.380	91.53	11.68	91.57	2.55	91.68	10.40	91.57	4.06

Grafik 4.1. Arus Harmonisa yang terjadi pada bus_3
Antara posisi 1, posisi 2, dan posisi 3

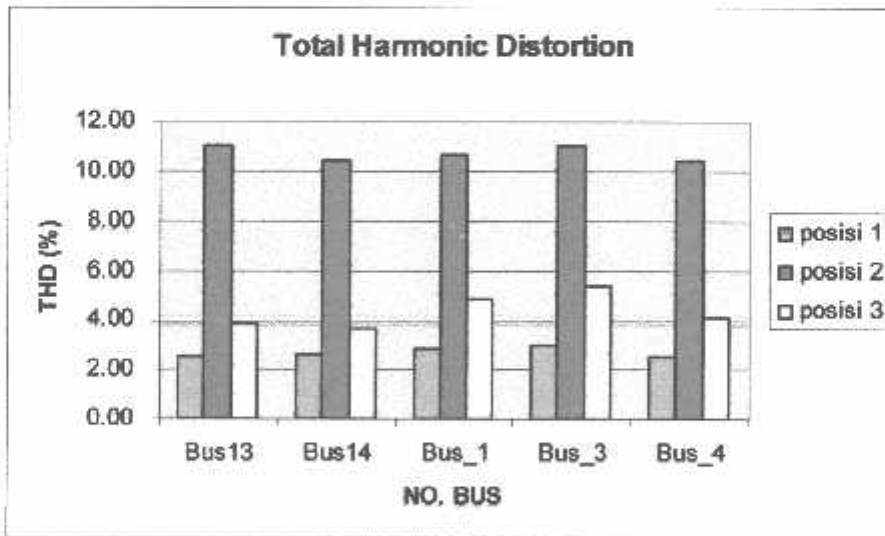


Grafik 4.2. Arus Harmonisa yang terjadi pada bus_3
Antara posisi 1 dan kapasitor.

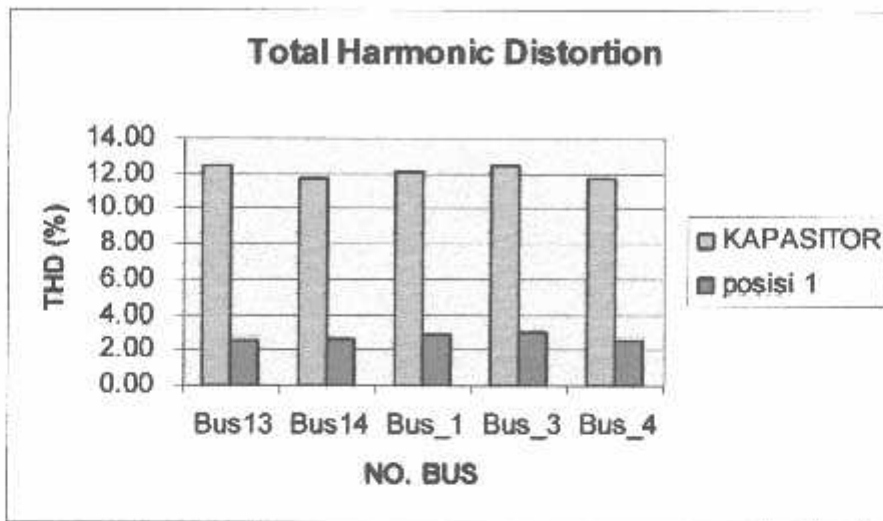


Dari Grafik 4.1 dan Grafik 4.2 dapat dilihat bahwa posisi 1 memiliki arus harmonisa yang lebih kecil dari yang lainnya.

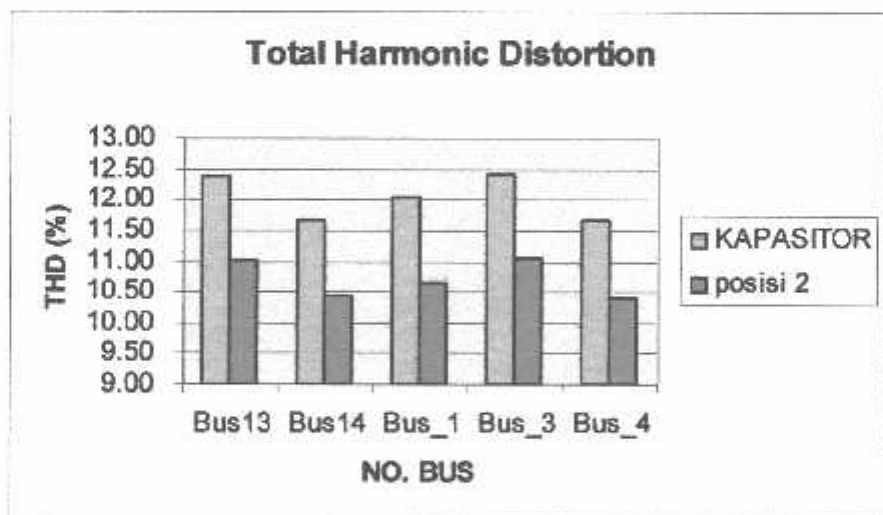
Grafik 4.3. *Voltage Total Harmonic Distorsion Report*
Antara posisi 1, posisi 2, dan posisi 3



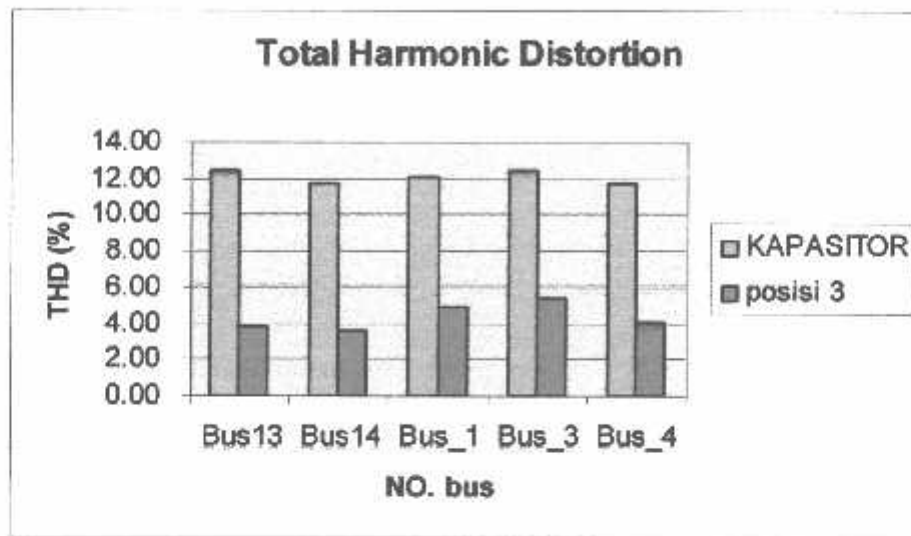
Grafik 4.4. *Voltage Total Harmonic Distorsion Report*
Antara posisi 1 dan kapasitor



Grafik 4.5. *Voltage Total Harmonic Distorsion Report*
Antara posisi 2 dan kapasitor



Grafik 4.6. *Voltage Total Harmonic Distorsion Report*
Antara posisi 3 dan kapasitor

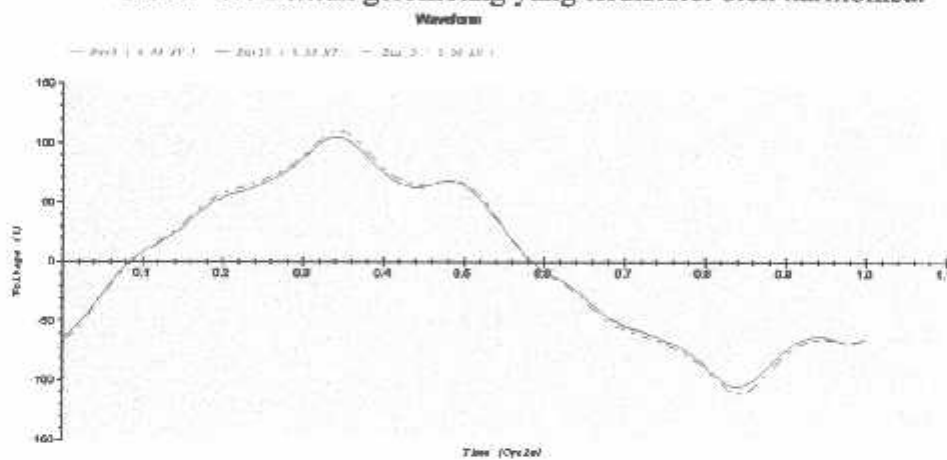


Dari gambar grafik diatas yaitu Grafik 4.3, dapat kita lihat antara penempatan Harmonik Filter pada posisi 1 jauh lebih baik dari pada penempatan Harmonik Filter pada posisi 2 dan posisi 3. Grafik 4.4, menunjukkan penurunan yang sangat signifikan dari pemasangan awal kapasitor yang terjadi harmonisa yang cukup tinggi dan dapat direduksi sampai dengan sekitar 2% yaitu pada posisi 1. Grafik 4.6 cukup banyak pula penurunan THD nya tetapi masih ada THD yang cukup besar yaitu di Bus_3 lebih dari 5 %. Sedangkan Grafik 4.5, bila kita melihat secara jeli tidak ada perbedaan yang cukup signifikan antara Pemasangan Harmonik Filter pada posisi 2 dengan tidak dipasangkannya Harmonik Filter (kompensasi kapasitor saja) mengingat pemasangan Harmonik Filter pada posisi 2 hanya sedikit menurunkan THD (*Total Harmonic Distortion*) dan masih jauh di atas ketentuan ditetapkan IEEE 519 sebesar 5%.

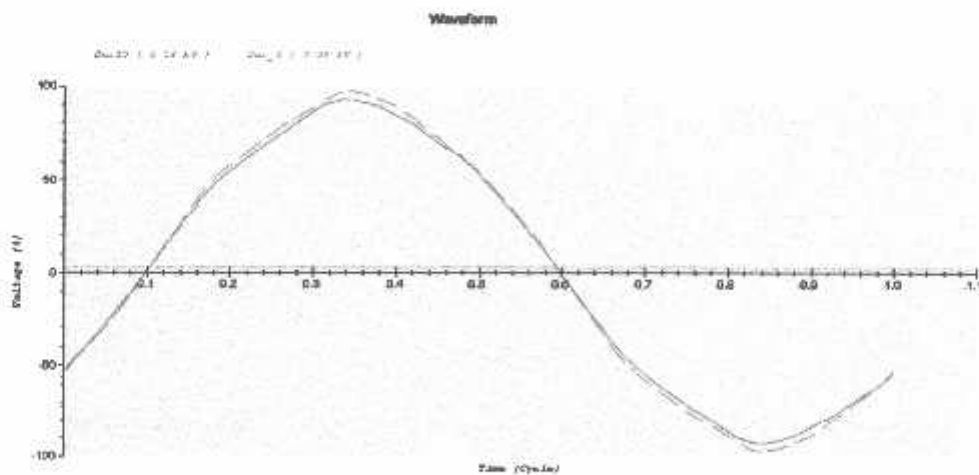
Tabel 4.42. Hasil *Total Generation, Loading and Demand* Menggunakan ETAP Power Station Dengan Kompensasi Filter Harmonisa

	MW	Mvar	MVA	% PF		MW	Mvar	MVA	% PF	
Swing Bus(es):	0.849	0.347	0.917	92.57	Lagging	0.849	0.344	0.916	92.68	Lagging
Generators:	0.000	0.000	0.000	100.00	Lagging	0.000	0.000	0.000	100.00	Lagging
Total Demand:	0.849	0.347	0.917	92.57	Lagging	0.849	0.344	0.916	92.68	Lagging
Total Motor Load:	0.518	0.298	0.597	86.66	Lagging	0.518	0.298	0.597	86.66	Lagging
Total Static Load:	0.264	0.072				0.264	0.075			
Apparent Losses:	0.068	0.121				0.068	0.121			
System Mismatch:	0.000	0.000				0.000	0.000			
Number of Iterations: 3										

Grafik 4.7. Bentuk gelombang yang terdistorsi oleh harmonisa.



Grafik 4.8. Bentuk gelombang yang telah dikompensasi oleh harmonic filter.



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Dari hasil pengukuran dan analisa terdapat harmonisa di beberapa bus, berkisar 8% sampai 12%.
2. Dari analisa penempatan atau pemasangan Filter Harmonik yang telah dilakukan di tiga posisi berbeda, yaitu posisi 1 pada bus_3 dan bus 13 dengan nilai THD sekitar 2.5%. Posisi 2 pada bus_1 dan bus_4 dengan nilai THD sekitar 10%, dan posisi 3 pada bus13 dan bus 14 dengan nilai THD sekitar 3.85%
3. Dengan pemasangan Filter Harmonik di tempat yang tepat, penurunan THD (*Total Harmonic Distortion*) sangat jelas terlihat perbedaannya dari sebelum pemasangan Filter Harmonik dan pada saat pemasangan Filter Harmonik yaitu dari THD sekitar 11% turun menjadi 2,5% pada penempatan Filter Harmonik pada posisi 1 (bus_3 dan bus 13) sebesar 2,7 kVar dan memenuhi batas standart ketentuan yang ditetapkan IEEE 519 sebesar 5% (THD<5%).

5.2. Saran

Meskipun dilakukan kompensasi harmonik sistem, penghilangan harmonik distortion dalam sistem tidak hilang dengan sempurna. Penambahan beban membutuhkan perhitungan ulang baik *Load Flow* maupun analisa ulang harmonik sistem, maka analisa ini hanya berlaku pada sistem pada saat analisa ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Basri, Hasan, *Sistem Distribusi Daya Listrik* (Jakarta : ISTN, 1997).
 - [2]. Djiteng, Marsudi, *Operasi Sistem Tenaga Listrik* (Jakarta : ISTN, 1990).
 - [3]. S. Mark Halpin, and Reuben F. Burch, *IV2 Harmonic Limit Compliance Evaluations Using IEEE 519-1992*
 - [4]. Turan Gonen, " *Electric Power Distribution System Engineering* ", Mc Graw- Hill, 1986.
 - [5]. William D. Stevensen. JR " *Analisis Sistem Tenaga Listrik* ", Edisi Ke-4. Erlangga.
 - [6]. Theodore Wildi. " *Electrical Machine, Drive, and Power System* ", Fifth edition. Pearson Education International, 2002.
 - [7]. Supriyanto.. " *Evaluasi Harmonik Pada Sistem Tenaga Listrik* ", 2005
 - [8]. website of .© Schneider Electric - Electrical installation guide 2007
 - [9]. Julius, Sentosa, Setiadji, *Pengaruh Harmonisa Pada Tiang Trafo*, Journal Teknik Elektro Universitas Kristen PETRA, 2006.
-

Lampiran - lampiran



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Novva Setyawan
NIM : 03.12.022
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : Analisa Pemasangan Filter Harmonik Untuk
Mengkompensasi Harmonisa Dengan Menggunakan
SOFTWARE ETAP POWER STATION di P.T. Perkebunan
Nusantara XII (PERSERO) UUS Guci Alit Lumajang.

Dipertahankan dihadapan team penguji Skripsi jenjang Sarjana (S-1) pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 24 September 2008
Dengan Nilai : 84,5 (A) *By*



Ir. Mochtar Asroni, MSME.
NIP. Y. 1018100036

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua Majelis Penguji

Sekretaris Majelis Penguji

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.
NIP. Y. 1039500274

ANGGOTA PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Irrine Budi S., ST, MT
NIP. 132314400

Ir. H. Choirul Saleh, MT
NIP. Y. 1018800190



LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Novva Setyawan
NIM : 03.12.022
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

No.	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Perbedaan/ perubahan pada hasil simulasi tunjukkan yang berubah aja, lainnya di lampiran.(untuk semua tabel).	
2.	Besarnya rugi-rugi/ penurunan tegangan pada orde 3, 5, 11 itu memang terjadi harmonisa?	

Telah Diperiksa dan Disetujui :

Dosen Penguji I

Irrine Budi S.,ST, MT
NIP. 132314400

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Ir.H. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y. 1018700015

Dosen Pembimbing II

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : NOVVA SETYAWAN
Nim : 0312022
Masa Bimbingan : 13 FEBRUARI 2008 s/d 13 AGUSTUS 2008
Judul Skripsi : Analisa Pemasangan Filter Harmonic Untuk Mengkompensasi Harmonisa Dengan Menggunakan Software Etap Power Station Di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) UUS GUCI Alit Lumajang

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
1.	2 juli 2008	Lampiran bab W	
2.	12 juli 2008	Revisi bab W terkait pada Araknanya	
3.	16 juli 2008	Lampiran bab V	
4.	22 juli 2008	Revisi bab V, kesimpulan bab V, bab III, bab IV	
5.	24 juli 2008	Lampiran bab IV	
6.	2 Agustus 08	Revisi bab III Revisi bab IV dan bab V	
7.	12 Agustus 08	Lampiran bab II & bab I	
8.	15 Sept 08	Revisi bab I dan bab II	
9.			
10.			

Malang,
Dosen Pembimbing. I

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. 141018700015

Form S-4 B



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : NOVVA SETYAWAN
Nim : 0312022
Masa Bimbingan : 13 PEBRUARI 2008 s/d 13 AGUSTUS 2008
Judul Skripsi : Analisa Pemasangan Filter Harmonic Untuk Mengkompensasi Harmonisa Dengan Menggunakan Software Etap Power Station Di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) UUS GUCI Alit Lumajang

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
1.	20/02 08	Konsultasi Data & Analisa	
2.	03/03 08	Konsultasi bab IV	
3.	16/03 08	Konsultasi bab I	
4.	30/03 08	Revisi tujuan & latar belakang	
5.	20/04 08	Konsultasi bab II & III	
6.	08/08 08	Revisi bab III	
7.	29/08 08	Konsultasi bab V	
8.	18/09 08	Acc seminar	
9.	29/09 08	Acc Ujian	
10.			

Malang,
Dosen Pembimbing. II

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209

Form S-4 B



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: NOVVA SETYAWAN	Nim: 0312022
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: 08
		Bulan: FEBRUARI
		Tahun: 2008
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen
	b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*)	Ketua Jurusan
	<i>Ir. Taufik Hidayat, MT</i>	 Ir. F. Yudi Limpraptono, MT NIP. P. 1039500274
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	ANALISA PEMASANGAN FILTER HARMONIK UNTUK MENGKOMPENSASI..... HARMONISA..... DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION DI PT.PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) UUS GUCLALIT LUMAJANG.
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu
Catatan:		
.....		
7.	Persetujuan Judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui Dosen 200 <i>Ir. Taufik Hidayat, MT</i>

Perhatian:

1. Formulir pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
 **) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
KAMPUS II : Jl. Raya Karanglo KM 2 Tlp. (0341)417636 EXT 604

SURAT PERMOHONAN

Dengan Hormat,

Yang bertandatangan sebagai pemohon, saya mahasiswa dengan Identitas sebagai berikut :

Nama : Novva Setyawan
Nim : 03.120.22
Jurusan : Teknik Elektro Energi Listrik S1
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Keperluan : Pengukuran Kecepatan THD
Waktu : Tgl 23 s/d 26 Februari 2008

Mengajukan permohonan peminjaman dan penggunaan alat untuk keperluan sebagaimana yang tercantum diatas.

Daftar Peralatan Yang Dipinjam

No	Kode Alat	Nama Alat	Trade Mark
1	070107633	Clamp meter	I lioki 2007
2			
3			
4			
5			
6			

Catatan : 1. Apabila terjadi kerusakan pada alat yang digunakan saya sanggup mengganti.
2. Bersedia mematuhi segala peraturan yang berlaku di Lab. Konversi Energi Elektrik

Demikian surat permohonan ini saya buat dengan sebenarnya dan dapat dipertanggung jawabkan, Terima Kasih.

Asisten Pendamping

Husen Sufianto
Nim. 02.12.010

Pemohon

Novva Setyawan
Nim . 03.120.22

Ka. Lab. Konversi Energi Elektrik

Ir. M. Abdul Hamid, MT
Nip . 101 880 00188



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

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

WI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunbung), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417633 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 14 Februari 2008

Nomor : TTN-120/UTA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. Ir.H. TAUFIK HIDAYAT, MT

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : NOVVA SETYAWAN
Nim : 0312022
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

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

14 Februari 2008 s/d 14 Agustus 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1

Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT *FYL*
NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S4a



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

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

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 14 Februari 2008

Nomor : ITN-121/I.TA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. Ir. TEGUH HERBASUKI, MT

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : NOVVA SETYAWAN
Nim : 0312022
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

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

14 Februari 2008 s/d 14 Agustus 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1
Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

- Tembusan Kepada Yth.
1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
 2. Arsip

Form S4a

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak Ir. Taufik Hidayat, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Novva Setyawan
Nim : 03.12.022
Semester : 9
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika/Energi Listrik


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

“ANALISA PEMASANGAN FILTER HARMONIC UNTUK MENGKOMPENSASI HARMONISA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION DI PT . PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) UUS GUCI ALIT LUMAJANG.”

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian akhir sarjana teknik.

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

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. 103 9500 274

Malang,
Hormat kami,


Novva Setyawan

*) coret yang tidak perlu

Lampiran : 1 (satu) berkas
"Pembimbing Skripsi"

Kepada : Yth. Bapak Ir. Teguh Herbasuki, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Novva Setyawan
Nim : 03.12.022
Semester : 9
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika/Energi Listrik


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

"ANALISA PEMASANGAN FILTER HARMONIC UNTUK MENGKOMPENSASI HARMONISA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION DI PT . PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) UUS GUCI ALIT LUMAJANG."

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian akhir sarjana teknik.

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

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip.103 9500 274

Malang,
Hormat kami,



Novva Setyawan

*) coret yang tidak perlu

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : Novva Seryawan
Nim : 03.12.022
Semester : 9
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika/Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia*) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

“ANALISA PEMASANGAN FILTER HARMONIC UNTUK MENGKOMPENSASI ILIARMONISA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION DI PT . PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) UUS GUCI ALIT LUMAJANG.”

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang,

Kami yang membuat pernyataan,



Ir. Tamlik Hidayat, MT
Nip. Y.101 8700 015

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.

*) Coret yang tidak perlu

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : Novva Setyawan

Nim : 03.12.022

Semester : 9

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Elektronika/Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia*) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

“ANALISA PEMASANGAN FILTER HARMONIC UNTUK MENGKOMPENSASI HARMONISA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION DI PT . PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) UUS GUCI ALIT LUMAJANG.”

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang,

Kami yang membuat pernyataan,



Ir. Teguh Herbasuki, MT
Nip.Y.103 8900 209

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.

*) Coret yang tidak perlu

DATA HASIL PENGUKURAN *TOTAL HARMONIC DISTORTION* (THD)
 DI PT.PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) KERTOWONO

BUS	V _{RMS}	VTHD (%)	I _{RMS}	ITHD (%)	PF
INDUK	395	6.7	137.8	7.5	88.42
PENGGILINGAN	397	7.3	81.3	10.7	90.45
SORTASI	399	7.8	35.7	9.2	87.15
PENGEMASAN	395	5.2	30.4	7.2	91.23
PENGERINGAN	396	3.3	87.1	12	92.15
PELAYUAN	397	2.1	81.3	10.5	93.17

Pengukuran dilakukan pada bus-bus besar yang dianggap merupakan penghasil harmonisa terbesar, yaitu peralatan yang mempunyai *drives* di DI PT.PERKEBUNAN NUSANTARA XII (PERSERO) KERTOWONO.

Di ukur oleh:

Nama : Novva Setyawan
 NIM : 0312022
 Mahasiswa : Institut Teknologi Nasional Malang
 Jurusan : Teknik Elektro Energi Listrik S-1

Kertowono, 12 Mei 2008

MANAJER,



.....
 EDWARD SUNARIO A. OETOMO

ASS. TEKNIK/ PENGOLAHAN,

The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to be 'Fauzan Rajaban'. Below the signature is a dotted line.

.....
 FAUZHAN RAJABAN

Project: Harmonic System
Location: UUS Guci Ahi Lumajang
Contract: 1
Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
Filename: novva

ETAP PowerStation
4.0.0C
Study Case: LF

Page: 1
Date: 09-23-2008
By: KLGCONSULT
Revision: Base
Config: Normal

Electrical Transient Analyzer Program

ETAP PowerStation

Load Flow Analysis

Loading Category: Design
Load Diversity Factor: None

	<u>Swing</u>	<u>Generator</u>	<u>Load</u>	<u>Total</u>			
Number of Buses:	1	0	28	29			
	<u>NFMB2</u>	<u>SFMB3</u>	<u>Resistor</u>	<u>Line/Cable</u>	<u>Impedance</u>	<u>LCPU</u>	<u>Total</u>
Number of Branches:	1	0	0	13	0	14	28

Method of Solution: Newton-Raphson Method
Maximum No. of Iteration: 99
Precision of Solution: 0.000100

System Frequency: 50.00
Unit System: Metric
Project Filename: novva
Output Filename: E:\MY FINAL DUTY\THE BEST\end 200908\FINAL\CAP edit NOV 08 A\Untitled.HI

Project: Harmonic System
 Location: DUS Guci Arit Lunjung
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSIE ITN MALANG
 Username: novva

ETAP PowerStation
 4.0.0c
 Study Case: LF

Page: 2
 Date: 09-23-2008
 SN: KJGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

Bus Input Data

Bus		Initial Voltage			Generator		Motor Load		Static Load		Mvse Limits	
ID	Type	kV	Mag	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	Max	Min.
Bus1	Load	0.380	100.0	0.0			0.133	0.070				
Bus3	Load	0.380	100.0	0.0			0.033	0.021				
Bus5	Load	0.380	100.0	0.0					0.004	0.003		
Bus8	Load	0.380	100.0	0.0					0.008	0.005		
Bus10	Load	0.380	100.0	0.0			0.149	0.096				
Bus11	Load	0.380	100.0	0.0			0.177	0.100				
Bus12	Load	0.380	100.0	0.0			0.017	0.011				
Bus13	Load	0.380	100.0	0.0								
Bus14	Load	0.380	100.0	0.0								
Bus16	Load	0.380	100.0	0.0					0.014	0.009		
Bus18	Load	0.380	100.0	0.0					0.003	0.002		
Bus19	Load	0.380	100.0	0.0					0.005	0.003		
Bus20	Load	0.380	100.0	0.0					0.009	0.006		
Bus21	Load	0.380	100.0	0.0					0.001	0.003		
Bus29	Load	0.380	100.0	0.0			0.001	0.001				
Bus30	Load	0.380	100.0	0.0			0.001	0.001				
Bus31	Load	0.380	100.0	0.0			0.001	0.001				
Bus32	Load	0.380	100.0	0.0			0.001	0.001				
Bus33	Load	0.380	100.0	0.0			0.003	0.002				
Bus34	Load	0.380	100.0	0.0			0.003	0.002				
Bus35	Load	0.380	100.0	0.0			0.003	0.002				
Bus36	Load	0.380	100.0	0.0			0.003	0.002				
Bus37	Load	0.380	100.0	0.0			0.012	0.001				
Bus_1	Load	0.380	100.0	0.0					0.000	-0.260		
Bus_2	Load	0.380	100.0	0.0			0.006	0.004				
Bus_3	Load	0.380	100.0	0.0					0.255	0.158		
Bus_4	Load	0.380	100.0	0.0								
Bus_ubama	Swing	20.000	100.0	0.0								
PANEL UTAMA PABRIK	Load	0.380	100.0	0.0								
Total Number of Buses: 29					0.000	0.000	0.335	0.210	0.303	-0.072		

Project: Harmonic System
 Location: UUS Gucci Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Version: 2008

ETAP PowerStation
 4.0.00
 Study Case: LF

Page: 3
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

LINE/CABLE Input Data

Line/Cable ID	Library	Ohms or Mils / 1000 m per Conductor (Cable) or per Phase (Line)						
		Size	Length(m)	%Phase	r (X)	R	X	Y
Cable1	IMCUN4	240	5.0	3	75	0.092516	0.072000	0.0001565
Cable3	IMCUN4	240	62.5	1	75	0.092516	0.072000	0.0001565
Cable7	IMCUN4	75	49.7	1	75	0.638076	0.094000	0.000846
Cable9	IMCUN4	15	6.0	1	75	1.392512	0.580000	0.000931
Cable11	IMCUN4	6.0	5.1	1	75	3.738798	0.106800	0.000553
Cable12	IMCUN4	240	122.0	1	75	0.092516	0.072000	0.0001565
Cable14	IMCUN4	240	63.5	1	75	0.092516	0.086400	0.0001304
Cable15	IMCUN4	10	18.6	1	75	2.222296	0.100800	0.000573
Cable16	IMCUN4	10	13.4	1	75	2.222296	0.100800	0.000573
Cable17	IMCUN4	150	63.5	1	75	0.151650	0.087600	0.0001202
Cable18	IMCUN4	4.0	40.0	1	75	5.598660	0.111600	0.000479
Cable19	IMCUN4	240	5.0	1	75	0.092516	0.072000	0.0001565
Cable20	IMCUN4	240	5.0	1	75	0.092516	0.072000	0.0001565

Line / Cable resistances are listed at the specified temperatures.

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guai Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Username: novya

ETAP PowerStation
 4000
 Study Case: LF

Page: 4
 Date: 09-23-2008
 SW: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

2 WINDING TRANSFORMER Input Data

Transformer	Rating					Z Variation			% Tap Setting		Adjusted	Phase Shift	
	MVA	Prim KV	Sec KV	% Z	X/R	+3%	-5%	% Tol	Prim	Sec	% Z	Type	Angle
02	0.650	20.000	0.380	6.750	5.6	0	0	0	0	0	6.7500	Std Pos. Seq	0.0

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Abt Lumajang
 Contract: I
 Engineer: LAB SISIE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP PowerStation
 4.5.00
 Study Case: LF

Page: 5
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

BRANCH CONNECTIONS

Ckt/Branch	Type	Connected Bus ID		% Impedance, Pos. Seq., 100 MVAh			
		From Bus	To Bus	R	X	Z	Y
T1	ZW XFMR	Bus utama	PANEL UTAMA PABRIK	176.74	1023.31	1038.46	
Cable1	Cable	PANEL UTAMA PABRIK	Bus_1	10.58	8.31	13.55	0.000003
Cable5	Cable	Bus_1	Bus_4	400.43	311.63	507.41	0.000014
Cable7	Cable	Bus_1	Bus_2	2196.15	330.42	2220.86	0.000036
Cable9	Cable	Bus_1	Bus_3	578.61	33.24	579.56	0.000001
Cable11	Cable	Bus_2	Bus5	1320.48	37.32	1321.03	0.000000
Cable13	Cable	Bus_4	Bus10	781.63	604.31	990.45	0.000028
Cable14	Cable	Bus_4	Bus11	406.84	179.94	556.62	0.000012
Cable15	Cable	Bus_4	Bus12	2770.17	125.65	2772.02	0.000032
Cable16	Cable	Bus_4	Bus13	2062.24	93.54	2064.36	0.000031
Cable17	Cable	Bus_4	Bus14	666.88	363.22	770.13	0.000011
Cable18	Cable	Bus_4	Bus8	15504.75	208.14	15511.83	0.000005
Cable19	Cable	Bus14	Bus2	32.03	24.05	40.59	0.000001
Cable20	Cable	Bus11	Bus3	32.05	24.01	40.59	0.000001
CB36	Tie Breaker	Bus10	Bus16				
CB37	Tie Breaker	Bus11	Bus18				
CB38	Tie Breaker	Bus12	Bus19				
CB39	Tie Breaker	Bus13	Bus20				
CB40	Tie Breaker	Bus14	Bus21				
CB208	Tie Breaker	Bus2	Bus29				
CB209	Tie Breaker	Bus2	Bus30				
CB210	Tie Breaker	Bus2	Bus31				
CB211	Tie Breaker	Bus2	Bus32				
CB212	Tie Breaker	Bus2	Bus33				
CB242	Tie Breaker	Bus3	Bus34				
CB244	Tie Breaker	Bus3	Bus35				
CB245	Tie Breaker	Bus5	Bus36				
CB253	Tie Breaker	Bus5	Bus37				

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP Power Station
 4000
 Study Case: LF

Page: 7
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

LOAD FLOW REPORT

Bus		Voltage		Generation		Motor Load		Static Load		Load Flow					XFMR	
ID	kV	%Vref	Angle	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
1	0.380	90.114	-5.2	0	0	0.2	0.07	0	0	Bus14	-0.11	-0.08	254	86.6		
										Bus29	0.00	0.00	2	81.0		
										Bus30	0.00	0.00	2	81.0		
										Bus31	0.00	0.00	2	81.0		
										Bus32	0.00	0.00	2	81.0		
										Bus33	0.00	0.00	6	83.7		
3	0.380	90.047	-4.8	0	0	0.03	0.03	0	0	Bus13	-0.05	-0.03	103	88.9		
										Bus34	0.00	0.00	6	83.7		
										Bus35	0.00	0.00	6	83.7		
										Bus36	0.00	0.00	6	83.7		
										Bus37	0.01	0.00	19	89.7		
5	0.380	94.865	-4.1	0	0	0	0	0.00	0.00	Bus_2	0.00	0.00	7	85.0		
8	0.380	90.332	-4.7	0	0	0	0	0.01	0.00	Bus_4	-0.01	0.00	13	85.0		
10	0.380	89.471	-5.3	0	0	0.15	0.09	0	0	Bus_4	0.16	-0.10	317	85.5		
										Bus16	0.01	0.01	32	85.0		
11	0.380	90.293	-5.4	0	0	0.15	0.10	0	0	Bus_4	-0.18	-0.10	347	87.1		
										Bus18	0.00	0.00	4	81.0		
2	0.380	90.365	-4.9	0	0	0.02	0.01	0	0	Bus_4	-0.02	-0.01	42	83.0		
										Bus19	0.00	0.00	8	85.0		
7	0.380	90.075	-4.8	0	0	0	0	0	0	Bus_4	-0.05	-0.03	118	88.3		
										Bus3	0.05	0.03	103	88.9		
										Bus20	0.01	0.00	14	81.0		
4	0.380	90.201	-5.2	0	0	0	0	0	0	Bus_4	0.13	-0.08	262	86.5		
										Bus2	0.13	0.08	254	86.5		
										Bus21	0.00	0.00	7	85.0		
6	0.380	89.471	-5.5	0	0	0	0	0.01	0.01	Bus10	-0.01	-0.01	22	85.0		
8	0.380	90.293	-5.4	0	0	0	0	0.00	0.00	Bus11	0.00	0.00	4	85.0		
9	0.380	90.665	-4.9	0	0	0	0	0.00	0.00	Bus12	0.00	0.00	8	85.0		
0	0.380	90.075	-4.8	0	0	0	0	0.01	0.00	Bus15	-0.01	0.00	14	85.0		
1	0.380	90.201	-5.2	0	0	0	0	0.00	0.00	Bus14	0.00	0.00	7	85.0		
3	0.380	90.134	-5.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	2	81.0		
1	0.380	90.134	-5.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	2	81.0		
1	0.380	90.134	-5.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	2	81.0		
2	0.380	90.134	-5.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	2	81.0		
3	0.380	90.134	-5.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	6	83.7		

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Ali Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSE ITN MALANG
 Filetype: mava

UTAP Power Station
 4000
 Study Case: 1F

Page: 8
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

Bus	Voltage			Generation		Motor Load		Static Load		ID	Load Flow				XFMR
	V	%Mag	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar		MW	Mvar	Ang	%FP	
14	0.150	90.047	-4.8	0	0	0	0	0	0	Bus1	0.00	0.00	5	83.7	
15	0.180	90.047	-4.8	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	5	83.7	
16	0.180	90.047	-4.8	0	0	0	0	0	0	Bus3	0.00	0.00	6	83.7	
17	0.180	90.047	-4.8	0	0	0.01	0.00	0	0	Bus3	-0.01	0.00	19	99.7	
1	0.180	95.176	-4.9	0	0	0	0	0.00	-0.24	PANEL UTAMA PABRIK	-0.83	-0.26	1393	95.4	
										Bus_4	0.59	0.33	1101	86.2	
										Bus_2	0.01	0.01	19	83.4	
										Bus_3	0.23	0.14	427	85.4	
13	0.180	94.920	-4.8	0	0	0.01	0.00	0	0	Bus_1	-0.01	-0.01	19	83.3	
										Bus7	0.00	0.00	7	85.0	
3	0.180	93.740	-4.4	0	0	0	0	0.22	0.14	Bus_1	-0.22	-0.14	327	85.0	
4	0.180	91.330	-5.2	0	0	0	0	0	0	Bus_1	-0.57	-0.33	1101	86.5	
										Bus10	0.16	0.10	117	85.5	
										Bus11	0.18	0.10	147	86.9	
										Bus12	0.02	0.01	42	83.2	
										Bus13	0.06	0.03	118	88.8	
										Bus14	0.14	0.08	262	86.5	
										Bus8	0.01	0.00	13	85.1	
Panel	20.000	100.000	0.0	0.85	0.35	0	0	0	0	PANEL UTAMA PABRIK	-0.85	-0.35	26	92.6	
UTAMA PABRIK	0.180	95.292	-4.9	0	0	0	0	0	0	Bus_1	0.83	0.26	1393	95.4	
										Bus_utama	-0.83	-0.26	1393	95.4	

indicates a voltage regulated bus (voltage controlled or swing-type machine connected to it)

indicates a bus with a load mismatch of more than 0.1 MVA

Project: Harmonic System
 Location: ULS Guci Aji Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Filename: novva

FTAP Power Station
 4000
 Study Case: LF

Page: 9
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

BUS LOADING Summary Report

Bus ID	Bus		Bus Total Load						
	V	Rated Amp	MW	Mvar	MVA	% PF	Amp	% Loading	
Bus2	0.380		0.131	0.076	0.153	88.6	254.65		
Bus3	0.380		0.055	0.028	0.061	88.9	103.52		
Bus5	0.380		0.004	0.002	0.005	85.0	7.39		
Bus8	0.380		0.007	0.004	0.008	85.0	12.61		
Bus10	0.380		0.160	0.097	0.187	83.6	317.94		
Bus11	0.380		0.180	0.102	0.206	87.1	347.24		
Bus12	0.380		0.021	0.014	0.025	83.0	32.80		
Bus13	0.380		0.062	0.033	0.070	88.5	118.16		
Bus14	0.380		0.135	0.078	0.156	86.3	262.08		
Bus16	0.380		0.011	0.007	0.013	85.0	22.05		
Bus18	0.380		0.002	0.001	0.003	85.0	4.25		
Bus19	0.380		0.004	0.003	0.005	85.0	8.67		
Bus20	0.380		0.007	0.005	0.009	85.0	14.68		
Bus21	0.380		0.004	0.002	0.004	85.0	7.43		
Bus29	0.380					0.0			
Bus30	0.380					0.0			
Bus31	0.380					0.0			
Bus32	0.380					0.0			
Bus33	0.380					0.0			
Bus34	0.380					0.0			
Bus35	0.380					0.0			
Bus36	0.380					0.0			
Bus37	0.380		0.012	0.001	0.012	98.7	19.47		
Bus_1	0.380		0.853	0.496	0.970	85.9	1542.84		
Bus_2	0.380		0.010	0.007	0.012	83.3	19.20		
Bus_3	0.380		0.224	0.139	0.264	85.0	427.27		
Bus_4	0.380		0.274	0.333	0.667	86.5	1101.33		
Bus_utama	20.000		0.849	0.347	0.917	92.6	26.44		
PANEL UTAMA PABEIK	0.380		0.834	0.261	0.874	95.4	1393.63		

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Abt Lamajang
 Contract: 1
 Region: LAB SSTE PTN MALANG
 Pictam: nova

ETAP PowerStation
 1.0007
 Study Case: LF

Page: 10
 Date: 09-23-2008
 SW: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

BRANCH LOADING Summary Report

CKT / Branch		Cable & Reactor			Transformer				
ID	Type	Capacity (Amp)	Loading Amp	%	Capacity (MVA)	Loading (input)		Loading (output)	
						MVA	%	MVA	%
TT	Transformer				65 000	0.917	1.4	0.874	1.3

* - Includes a branch with operating load exceeding the branch capability

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Alit Lumajang
 Contract: 1
 Designer: LAB SSE ITN MALANG
 Filename: uuvva

ETAP PowerStation
 4.0.00
 Study Case: LF

Page: 11
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Baac
 Config: Normal

BRANCH LOSSES Summary Report

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop in Vmag
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	
Cable19	-0.131	-0.076	0.131	0.076	0.1	0.1	90.1	90.2	0.07
Cable20	-0.055	-0.028	0.055	0.028	0.0	0.0	90.5	90.1	0.05
Cable11	-0.004	-0.002	0.004	0.002	0.0	0.0	94.9	94.9	0.06
Cable18	-0.007	-0.004	0.007	0.004	0.1	0.0	90.3	91.1	1.20
Cable13	-0.160	-0.097	0.164	0.099	3.4	2.7	89.5	91.5	2.06
Cable14	-0.180	-0.102	0.182	0.104	2.1	2.0	90.3	91.5	1.24
Cable15	-0.021	-0.014	0.021	0.014	0.2	0.0	90.9	91.5	0.66
Cable16	-0.060	-0.033	0.063	0.033	1.2	0.1	90.3	91.5	1.46
Cable17	-0.135	-0.078	0.137	0.079	2.0	1.1	90.2	91.3	1.33
Cable1	-0.833	-0.260	0.834	0.261	0.9	0.7	95.2	95.3	0.12
Cable5	0.595	0.390	-0.574	-0.333	21.0	16.4	95.2	95.5	1.65
Cable7	0.010	0.007	-0.010	-0.007	0.0	0.0	95.2	94.9	0.26
Cable9	0.229	0.139	-0.224	-0.139	4.6	0.3	95.2	95.7	1.44
T1	0.849	0.347	-0.814	-0.261	14.9	86.1	100.0	95.3	4.71
					50.6	109.4			

Project: Harmonic System
Location: UUS Guci Arit Lamajang
Conset: 1
Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
Filename: novva

ETAP PowerStation
2008
Study Case: LF

Page: 12
Date: 09-23-2008
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config: Normal

EQUIPMENT CABLE LOSSES Summary Report

Equipment Cable ID	Connected Load Type	Losses		% Voltage		Vol. % Drop in Vmag	Vol. % For Mosa
		PW	kvar	Bus	Load		

Project: Harmonic System
Location: UUS Guci Aht Lumajang
Contract: 1
Engineer: LAB SSE ITN MALANG
Filename: novva

UTAP Power Station
4-0-00

Study Case: LF

Page: 13
Date: 09-23-2008
Site: KLCONSULT
Revision: Base
Config: Normal

Alert Summary Report

% Alert Settings

Loading

Bus
Cable
Reactor
Generator
Transformer
Protective Device

Bus Voltage

OverVoltage: 105.0
UnderVoltage: 90.0

Generator Excitation

Overexcited (Q Max)
Underexcited (Q Min)

Critical

Critical Report

ID	Device Type	Rating	Unit	Calculated	%Mag	Condition
Bus10	Bus	0.380	kV	0.340	89.5	UnderVoltage
Bus16	Bus	0.380	kV	0.340	89.5	UnderVoltage

Project: Harmonic System
Location: UUS Gucl Alit Lamajang
Contract: 1
Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
Username: novva

ELAP Power Station
400V
Study Case: HA

Page: 1
Date: 09-23-2008
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config: Normal

Electrical Transient Analyzer Program

ELAP Power Station

Harmonic Load Flow

Loading Category: Design

Number of Buses:	<u>Swing</u> 1	<u>Generator</u> 0	<u>Load</u> 28	<u>Total</u> 29					
Number of Branches:	<u>XFMRG</u> 1	<u>XFMR3</u> 0	<u>Reactor</u> 0	<u>Line/Cable</u> 13	<u>Impedance</u> 0	<u>Tie PD</u> 14	<u>UPS</u> 0	<u>DTSwitch</u> 0	<u>Total</u> 41
Number of Busbar Sources:	<u>Current</u> 12	<u>Voltage</u> 0							
Number of Filters:	0								
System Frequency:	50								
Unit System:	Metric								
Data Filename:	novva								
Output File name:	E:\MY FINAL DUTY\THE BEST\end 200908\FINAL\CAP edit NOV 08 A\Untitled bar								

Project: Harmonic System
 Location: IJUS Guci Aji Lumajang
 Contract: J
 Engineer: LAB SSE ITN MALANG
 Consultant: msvva

ETAP PowerStation
 3.0.0C

Study Case: HA

Page: 2
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

BUS Input Data

Bus		Initial Voltage		Generator		Motor Load		Static Load		Mvar Limits		% VHD Limits		
ID	Type	kV	Mag	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	Max	Min	Total	Single
2	Load	0.380	100.0	-30.0			0.123	0.070					5.00	3.00
4	Load	0.380	100.0	-30.0			0.033	0.021					5.00	3.00
5	Load	0.380	100.0	-30.0					0.004	0.003			5.00	3.00
8	Load	0.380	110.0	-30.0					0.008	0.005			5.00	3.00
10	Load	0.380	110.0	-30.0			0.149	0.090					5.00	3.00
11	Load	0.380	110.0	-30.0			0.177	0.100					5.00	3.00
12	Load	0.380	150.0	-50.0			0.017	0.011					5.00	3.00
13	Load	0.380	150.0	-50.0									5.00	3.00
14	Load	0.380	100.0	-30.0									5.00	3.00
16	Load	0.380	100.0	-30.0					0.014	0.009			5.00	3.00
18	Load	0.380	100.0	-30.0					0.001	0.002			5.00	3.00
19	Load	0.380	100.0	-30.0					0.005	0.003			5.00	3.00
20	Load	0.380	100.0	-30.0					0.009	0.006			5.00	3.00
21	Load	0.380	100.0	-30.0					0.005	0.003			5.00	3.00
29	Load	0.380	100.0	-30.0			0.001	0.001					2.50	1.50
30	Load	0.380	100.0	-50.0			0.001	0.001					2.50	1.50
31	Load	0.380	100.0	-30.0			0.001	0.001					2.50	1.50
32	Load	0.380	100.0	-30.0			0.001	0.001					2.50	1.50
33	Load	0.380	100.0	-30.0			0.002	0.002					2.50	1.50
34	Load	0.380	100.0	-30.0			0.003	0.002					2.50	1.50
35	Load	0.380	100.0	-30.0			0.003	0.002					2.50	1.50
36	Load	0.380	100.0	-30.0			0.003	0.002					2.50	1.50
37	Load	0.380	100.0	-30.0			0.012	0.001					2.50	1.50
38	Load	0.380	100.0	-30.0					0.000	-0.200			5.00	3.00
39	Load	0.380	100.0	-30.0			0.006	0.006					5.00	3.00
40	Load	0.380	100.0	-30.0					0.255	0.158			5.00	3.00
41	Load	0.380	100.0	-30.0									5.00	3.00
utama	Swing	20.000	100.0	0.0									2.50	1.50
IEE UTAMA PABRIK	Load	0.380	100.0	-30.0									5.00	3.00
Total Number of Buses: 29					0.000	0.000	0.585	0.510	0.301	-0.072				

Project: Harmonic System
 Location: UUS Gresi Ahi Lingsiang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SS JE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP PowerStation
 4.10.07

Study Case: FA

Page: 3
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

CABLE Input Data

Cable	Library	Size	Length(m)	A-Phase	Ohms or Mils / 1000 m per Conductor						
					T (C)	R1	X1	Y1	R0	X0	Y0
Cable1	IMCUN4	240	5.0	3	75	0.092516	0.072000	0.0001565	0.143066	0.180000	
Cable3	IMCUN4	240	62.5	1	75	0.092516	0.072000	0.0001565	0.295670	0.180000	
Cable7	IMCUN4	35	49.7	1	75	0.638076	0.096000	0.0000846	2.012465	0.240000	
Cable9	IMCUN4	16	5.0	1	75	1.392512	0.080000	0.0000971	4.397765	0.200000	
Cable11	IMCUN4	6.0	5.1	1	75	3.758798	0.106800	0.0000553	11.779122	0.264000	
Cable13	IMCUN4	240	123.0	1	75	0.092516	0.072000	0.0001565	0.295670	0.180000	
Cable14	IMCUN4	240	61.5	1	75	0.092516	0.086400	0.0001104	0.295670	0.216000	
Cable15	INCUN4	10	11.0	1	75	2.222296	0.100800	0.0000673	3.528568	0.250000	
Cable16	INCUN4	10	13.4	1	75	2.222296	0.100800	0.0000673	5.528968	0.232000	
Cable17	INCUN4	150	63.5	1	75	0.151650	0.087600	0.0001203	0.238444	0.228000	
Cable18	INCUN4	4.0	40.0	1	75	5.598660	0.111500	0.0000479	8.858721	0.288000	
Cable19	IMCUN4	240	5.0	1	75	0.092516	0.072000	0.0001565	0.295670	0.180000	
Cable20	IMCUN4	240	5.0	1	75	0.092516	0.072000	0.0001565	0.295670	0.180000	

Cable resistance calculated at the specified temperature

Project: Harmonic System
 Location: DRIS Cuci Arit Lamajang
 Contract: J
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 File name: msvv

ETAP Power Station
 4.0.007
 Study Case: HA

Page: 4
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

2 WINDING TRANSFORMER Input Data

Transformer ID	MVA	Rating			Z Variation			% Tap Setting		Adjusted % Z	Phase Shift		
		Prim. kV	Sec. kV	% Z	X/R	+5%	-5%	% T-0	Prim		Sec	Type	Angle
	0.650	20.000	0.380	6.750	5.8	0	0	0	0	0	6.7500	Std Pos. Seq.	-30.0

2 WINDING TRANSFORMER Grounding Input Data

Transformer ID	MVA	Rating Prim. kV	Rating Sec. kV	Grounding				
				Conn. Type	Primary		Secondary	
				Type	Type	Amp	Type	Amp
	0.650	20.000	0.380	D/Y			Std d	

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guzi Alit Lamajang
 Contract: I
 Engineer: I. AB SSTE ITN MALANG
 Filename: acvva

ELAP Power Station
 -A.U.C.
 Study Case: HA

Page: 5
 Date: 09-23-2008
 SN: KUGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

BRANCH CONNECTION

CKT/Branch		Connected Bus ID		% Positive Sequence Impedance (100 MVA Base)			
ID	Type	From Bus	To Bus	R	X	Z	Y
T1	2W XFMR	Bus utama	PANEL UTAMA	176.74	1023.31	1038.46	
Cable1	Cable	PANEL UTAMA	Bus_1	10.58	8.31	13.53	0.000003
Cable3	Cable	Bus_1	Bus_4	400.43	311.63	502.41	0.000014
Cable7	Cable	Bus_1	Bus_2	2156.15	330.62	2220.86	0.000006
Cable9	Cable	Bus_1	Bus_3	578.61	39.24	579.56	0.000001
Cable11	Cable	Bus_2	Bus5	1320.49	37.72	1321.03	0.000000
Cable13	Cable	Bus_4	Bus10	781.65	608.31	990.46	0.000023
Cable14	Cable	Bus_4	Bus11	406.84	379.64	556.67	0.000012
Cable15	Cable	Bus_4	Bus12	2770.17	125.65	2773.02	0.000002
Cable16	Cable	Bus_4	Bus13	2062.24	93.34	2064.36	0.000001
Cable17	Cable	Bus_4	Bus14	666.88	385.22	770.15	0.000011
Cable18	Cable	Bus_4	Bus8	15508.75	309.14	15511.83	0.000003
Cable19	Cable	Bus14	Bus2	32.03	24.93	40.59	0.000001
Cable20	Cable	Bus13	Bus3	32.03	24.93	40.59	0.000001
CB36	Tie PD	Bus10	Bus16				
CB37	Tie PD	Bus11	Bus18				
CB38	Tie PD	Bus13	Bus19				
CB39	Tie PD	Bus11	Bus20				
CB40	Tie PD	Bus14	Bus21				
CB208	Tie PD	Bus2	Bus29				
CB209	Tie PD	Bus2	Bus30				
CB210	Tie PD	Bus2	Bus31				
CB211	Tie PD	Bus2	Bus32				
CB212	Tie PD	Bus2	Bus33				
CB242	Tie PD	Bus3	Bus34				
CB244	Tie PD	Bus3	Bus35				
CB246	Tie PD	Bus3	Bus36				
CB353	Tie P.D	Bus3	Bus37				

Project: **Harmonic System**
 Location: **ULIS Guci Alit Tanjung**
 Contract: **1**
 Engineer: **LAB SSE ITN MALANG**
 Filename: **novva**

ETAP PowerStation
 3.10.07
 Study Case: **HA**

Page: **6**
 Date: **09-23-2008**
 SN: **KLGCONSULT**
 Revision: **Base**
 Config: **Normal**

MACHINE Input Data

Machine		Connected Bus		Rating (Base)			% Negative Seq. Imp.			Grounding		% Zero Seq. Imp.			
ID	Type	ID	ID	MVA	kV	RPM	X/R	R	X2	Conn	Type	Amp	X/R	R0	X0
	Qty	Bus Utama		45.000	20.900		25.00	3.997	99.92	Wye	Solid		25.00	3.997	99.92
r Pembu	IndM	Bus11		0.009	0.380	1500	2.13	13.050	27.83	Wye	Open		2.13	13.050	27.83
svoc_Par	IndM	Bus12		0.003	0.380	1500	1.10	25.271	27.83	Wye	Open		1.10	25.271	27.83
svoc_Kel	IndM	Bus11		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
svoc_Par	IndM	Bus12		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
svoc_Par	IndM	Bus11		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
svoc_Par	IndM	Bus12		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
svoc_Par	IndM	Bus11		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
svoc_Up	IndM	Bus12		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
svoc_VFB	IndM	Bus11		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
svoc_VFB	IndM	Bus11		0.003	0.380	1500	1.10	25.271	27.83	Wye	Open		1.10	25.271	27.83
svoc_Wal	IndM	Bus12		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
svoc_VFB	IndM	Bus11		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
svoc	IndM	Bus11		0.005	0.380	1500	1.56	17.869	27.83	Wye	Open		1.56	17.869	27.83
svoc_Par	IndM	Bus11		0.006	0.380	1500	1.74	15.983	27.83	Wye	Open		1.74	15.983	27.83
svoc_Par	IndM	Bus11		0.017	0.380	1500	3.02	9.228	27.83	Wye	Open		3.02	9.228	27.83
svoc_Par	IndM	Bus11		0.017	0.380	1500	3.02	9.228	27.83	Wye	Open		3.02	9.228	27.83
svoc_Par	IndM	Bus12		0.005	0.380	1500	1.30	25.271	27.83	Wye	Open		1.30	25.271	27.83
svoc_Par	IndM	Bus11		0.027	0.380	1500	3.89	7.148	27.83	Wye	Open		3.89	7.148	27.83
svoc_Par	IndM	Bus11		0.041	0.380	1500	14.56	1.760	27.83	Wye	Open		14.56	1.913	27.83
svoc_Par	IndM	Bus10		0.017	0.380	1500	3.02	9.228	27.83	Wye	Open		3.02	9.228	27.83
svoc_Par	IndM	Bus11		0.017	0.380	1500	3.02	9.228	27.83	Wye	Open		3.02	9.228	27.83
svoc_Par	IndM	Bus2		0.009	0.380	1500	2.13	13.050	27.83	Wye	Open		2.13	13.050	27.83
svoc_Par	IndM	Bus2		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
svoc_Par	IndM	Bus2		0.007	0.380	1500	1.83	15.239	27.83	Wye	Open		1.83	15.239	27.83
svoc_Par	IndM	Bus2		0.027	0.380	1500	3.89	7.148	27.83	Wye	Open		3.89	7.148	27.83
svoc_Par	IndM	Bus2		0.022	0.380	1500	3.48	7.991	27.83	Wye	Open		3.48	7.991	27.83
svoc_Par	IndM	Bus2		0.022	0.380	1500	3.48	7.991	27.83	Wye	Open		3.48	7.991	27.83
svoc_Par	IndM	Bus2		0.022	0.380	1500	3.48	7.991	27.83	Wye	Open		3.48	7.991	27.83
svoc_Par	IndM	Bus2		0.051	0.380	1500	6.78	35.739	27.83	Wye	Open		6.78	35.739	27.83
svoc_Par	IndM	Bus2		0.064	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
svoc_Par	IndM	Bus2		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
svoc_Par	IndM	Bus29		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
svoc_Par	IndM	Bus30		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
svoc_Par	IndM	Bus31		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
svoc_Par	IndM	Bus32		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83

Project: Harmonic System
 Location: UJIS Guci Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE JTN MALANG
 Volume: novva

EI AP Power Station
 400V
 Study Case: HA

Page: 7
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

Machine		Connected Bus		Rating (Base)			% Negative Seq. Imp.			Grounding		% Zero Seq. Imp.			
ID	Type	ID		MVA	kV	RPM	X2	R	X1	Conn	Type	Amp	X/R	Z0	X0
	IndM	Bus33		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
	IndM	Bus2		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
	IndM	Bus2		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
	IndM	Bus2		0.001	0.380	1500	0.55	50.542	27.83	Wye	Open		0.55	50.542	27.83
	IndM	Bus2		0.001	0.380	1500	0.55	50.542	27.83	Wye	Open		0.55	50.542	27.83
	IndM	Bus2		0.001	0.380	1500	0.55	50.542	27.83	Wye	Open		0.55	50.542	27.83
2	IndM	Bus2		0.001	0.380	1500	0.55	50.542	27.83	Wye	Open		0.55	50.542	27.83
1	IndM	Bus2		0.001	0.380	1500	0.55	50.542	27.83	Wye	Open		0.55	50.542	27.83
4	IndM	Bus2		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
5	IndM	Bus2		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
5	IndM	Bus2		0.006	0.380	1500	1.74	15.983	27.83	Wye	Open		1.74	15.983	27.83
7	IndM	Bus2		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
13	IndM	Bus3		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
4	IndM	Bus3		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
6	IndM	Bus3		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
6	IndM	Bus34		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
7	IndM	Bus3		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
8	IndM	Bus35		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
9	IndM	Bus3		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
0	IndM	Bus35		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
1	IndM	Bus3		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
2	IndM	Bus3		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
3	IndM	Bus3		0.017	0.380	1500	3.02	9.228	27.83	Wye	Open		3.02	9.228	27.83
4	IndM	Bus3		0.003	0.380	1500	1.10	25.271	27.83	Wye	Open		1.10	25.271	27.83
5	IndM	Bus3		0.003	0.380	1500	1.10	25.271	27.83	Wye	Open		1.10	25.271	27.83
6	IndM	Bus3		0.025	0.380	1500	1.10	25.271	27.83	Wye	Open		1.10	25.271	27.83
7	IndM	Bus37		0.021	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
egin FB	IndM	Bus11		0.006	0.380	1500	1.74	15.983	27.83	Wye	Open		1.74	15.983	27.83
rozg/v	IndM	Bus11		0.006	0.380	1500	1.74	15.983	27.83	Wye	Open		1.74	15.983	27.83
rozg/Pa	IndM	Bus10		0.017	0.380	1500	3.02	9.228	27.83	Wye	Open		3.02	9.228	27.83
rozg/Pa	IndM	Bus10		0.009	0.380	1500	2.13	13.050	27.83	Wye	Open		2.13	13.050	27.83
ahan	IndM	Bus_2		0.001	0.380	1500	0.55	50.542	27.83	Wye	Open		0.55	50.542	27.83
ahan	IndM	Bus_2		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
ahan	IndM	Bus_2		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
ahan	IndM	Bus_2		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
ingan/	IndM	Bus11		0.005	0.380	1500	1.36	17.869	27.83	Wye	Open		1.36	17.869	27.83
mg TB	IndM	Bus11		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
kar	IndM	Bus12		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
Boeah	IndM	Bus11		0.009	0.380	1500	2.13	13.050	27.83	Wye	Open		2.13	13.050	27.83

Project: Harmonic System
Location: UUS Guci Air Lamajang
Contract: 1
Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
Filename: 000000

RTAP Power Station
400V

Study Case: HA

Page: 10
Date: 09-23-2008
SN: KLGCONN1.1.T
Revision: Base
Config: Normal

HARMONIC SOURCE

Connected Bus	Harmonic Library Information			
	ID	Type	Manufacturer	Model
Bus29		Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus30		Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus31		Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus32		Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus33		Current	Toshiba	PWM ASD
Bus34		Current	Toshiba	PWM ASD
Bus35		Current	Toshiba	PWM ASD
Bus36		Current	Toshiba	PWM ASD
Bus37		Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus 3		Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus21		Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus20		Current	Toshiba	PWM ASD

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAD SSE ITN MALANG
 Filename: novva

KTAP Power Station
 400V

Study Case: HA

Page: 11
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

FUNDAMENTAL LOAD FLOW REPORT

Bus ID	Voltage			Generation		Motor Load		Static Load		ID	Load Flow			XEMK	
	VV	%Vreg	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mva		MW	Mva	Amp	%PF	No. Tap
2	0.380	90.137	-35.2	0	0	0.12	0.07	0	0	Bus14	-0.15	-0.04	254	86.52	
										Bus29	0.00	0.00	2	81.00	
										Bus20	0.00	0.00	2	81.00	
										Bus71	0.00	0.00	2	81.00	
										Bus32	0.00	0.00	2	81.00	
										Bus33	0.00	0.00	6	83.63	
3	0.380	90.049	-34.8	0	0	0.01	0.01	0	0	Bus13	-0.05	-0.01	103	88.85	
										Bus34	0.00	0.00	6	83.59	
										Bus35	0.00	0.00	6	83.59	
										Bus36	0.00	0.00	6	83.59	
										Bus37	0.01	0.00	19	89.74	
5	0.380	94.868	-34.3	0	0	0	0	0.00	0.00	Bus_2	0.00	0.00	7	85.05	
8	0.380	90.336	-34.7	0	0	0	0	0.01	0.00	Bus_4	-0.01	0.00	13	85.00	
10	0.380	89.475	-35.3	0	0	0.15	0.09	0	0	Bus_4	-0.16	-0.10	317	85.59	
										Bus15	0.01	0.01	22	85.00	
11	0.380	90.290	-35.4	0	0	0.14	0.10	0	0	Bus_4	-0.18	-0.10	347	87.06	
										Bus18	0.00	0.00	4	85.00	
12	0.380	90.868	-34.9	0	0	0.02	0.01	0	0	Bus_4	-0.02	-0.01	42	82.97	
										Bus19	0.00	0.00	8	85.00	
13	0.380	90.076	-34.8	0	0	0	0	0	0	Bus_4	-0.06	-0.05	118	88.32	
										Bus3	0.05	0.03	103	88.85	
										Bus20	0.01	0.00	14	86.14	
14	0.380	90.205	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus_4	-0.13	-0.08	262	86.54	
										Bus2	0.13	0.08	254	86.51	
										Bus21	0.00	0.00	7	87.52	
16	0.380	89.475	-35.3	0	0	0	0	0.01	0.01	Bus10	-0.01	-0.01	22	85.00	
18	0.380	90.296	-35.4	0	0	0	0	0.00	0.00	Bus11	0.00	0.00	4	85.00	
19	0.380	90.868	-34.9	0	0	0	0	0.00	0.00	Bus12	0.00	0.00	8	85.00	
20	0.380	90.076	-34.8	0	0	0	0	0.01	0.00	Bus13	-0.01	0.00	14	86.14	
21	0.380	90.205	-35.2	0	0	0	0	0.00	0.00	Bus14	0.00	0.00	7	87.32	
29	0.380	90.137	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	2	81.00	
30	0.380	90.137	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	2	81.00	
1	0.380	90.137	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	2	81.00	
2	0.380	90.137	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	2	81.00	
3	0.380	90.137	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	5	83.63	
4	0.380	90.049	-34.8	0	0	0	0	0	0	Bus3	0.00	0.00	6	83.59	
5	0.380	90.049	-34.8	0	0	0	0	0	0	Bus3	0.00	0.00	6	83.59	

Project: **Harmonic System**
 Location: **UUS Guci Alit Lumajang**
 Contract: **1**
 Engineer: **LAB SSTE ITN MALANG**
 Filename: **novva**

ETAP PowerStation
 4.0.007
 Study Case: TIA

Page: 12
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

Bus ID	Voltage			Generation		Motor Load		Static Load		ID	Load Flow			XLMR	
	EV	NoMag	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar		MW	Mvar	Amp	%DF	%Tap
36	0.380	90.049	-34.8	0	0	0	0	0	0	Bus3	0.00	0.00	6	83.59	
37	0.380	90.049	-34.8	0	0	0.01	0.00	0	0	Bus3	-0.01	0.00	10	98.74	
5.1	0.380	95.180	-34.9	0	0	0	0	0.00	-0.24	PANEL UTAMA	-0.83	-0.26	1394	95.48	
										Bus 4	0.39	0.35	1101	86.21	
										Bus 2	0.01	0.01	16	83.40	
										Bus 5	0.23	0.14	427	85.43	
5.2	0.380	94.524	-34.8	0	0	0.01	0.00	0	0	Bus_1	-0.01	-0.21	19	83.33	
										Bus5	0.00	0.00	7	85.07	
4.3	0.380	93.744	-34.4	0	0	0	0	0.22	0.14	Bus 1	-0.22	-0.14	427	85.00	
4.4	0.380	91.551	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus 1	-0.17	-0.35	1101	86.47	
										Bus10	0.16	0.10	317	85.43	
										Bus11	0.18	0.10	347	86.90	
										Bus12	0.02	0.01	42	89.22	
										Bus13	0.06	0.00	118	84.87	
										Bus14	0.14	0.04	262	86.54	
										Bus3	0.01	-0.40	15	85.41	
UTAMA	20.000	100.000	0.0	0.83	0.35	0	0	0	0	PANEL UTAMA	0.85	0.35	26	92.59	
VEL UTAMA	0.580	95.196	-34.9	0	0	0	0	0	0	Bus_1	0.83	0.26	1394	95.47	
										Bus_utama	-0.83	-0.26	1393	95.46	

Notes: Voltage regulated bus (voltage controlled or swing type machine connected to it)

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci ARI Tumpang
 Contract: I
 Engineer: LAB SSTE ITS MALANG
 Filename: novva

ETAP Power Station
 400V
 Study Case: IIA

Page: 13
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

SYSTEM HARMONICS INFORMATION

Bus ID	V	Voltage Distortion					THD %	To BusID	Current Distortion					
		Fund %	RMS %	ASUM %	THD %	THD %			Fund Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	THD %	
m2	0.380	90.14	90.73	106.11	11.66	52.88	Bus14	254.60	255.12	283.86	6.42	54.44	13887.99	
								Bus20	2.39	2.45	3.35	22.72	208.18	511.05
								Bus30	2.39	2.45	3.35	22.72	208.18	511.05
								Bus31	2.39	2.45	3.35	22.72	208.18	511.05
								Bus32	2.39	2.45	3.35	22.72	208.18	511.05
m3	0.380	90.05	90.74	107.00	12.38	58.38	Bus17	303.45	306.71	357.00	25.47	340.11	36298.91	
								Bus34	6.43	11.14	29.55	141.67	1400.30	15602.11
								Bus35	6.43	11.14	29.55	141.67	1400.30	15602.11
								Bus36	6.43	11.14	29.55	141.67	1400.30	15602.11
								Bus37	19.44	19.94	27.20	22.71	208.29	4152.35
m5	0.380	94.87	95.26	112.73	12.06	60.17	Bus_2	7.38	7.42	8.54	10.32	90.47	374.47	
m8	0.380	90.34	90.95	106.37	11.46	51.12	Bus_4	13.61	13.67	13.65	9.97	44.43	613.01	
m10	0.380	89.47	90.07	105.17	11.53	52.54	Bus_4	317.93	318.47	343.64	5.81	20.62	8947.25	
							Bus16	22.06	42.47	72.57	164.37	302.49	12864.57	
m11	0.380	90.30	90.50	106.18	11.55	52.67	Bus_4	347.23	347.84	373.79	5.92	20.91	7272.87	
							Bus18	4.25	41.25	61.31	964.70	351.83	14512.74	
m12	0.380	90.87	91.49	107.69	11.72	53.47	Bus_4	42.62	42.67	46.08	5.86	21.45	915.20	
							Bus19	8.67	9.29	15.02	52.33	166.62	1610.50	
m13	0.380	90.08	90.76	107.04	12.39	58.30	Bus_4	118.27	127.35	216.01	19.93	538.51	68628.53	
							Bus2	303.45	306.71	357.00	25.47	340.11	36299.91	
							Bus30	14.86	25.94	59.80	143.04	1281.70	33242.40	
m14	0.380	90.20	90.82	106.19	11.67	52.89	Bus_4	262.11	262.56	290.41	5.84	55.97	14690.29	
							Bus2	254.60	255.12	283.86	6.42	54.44	13887.96	
							Bus21	7.52	7.80	11.16	27.62	250.16	1951.40	
m16	0.380	89.47	90.07	105.17	11.53	52.54	Bus10	22.06	42.47	72.57	164.37	302.49	12864.57	
m18	0.380	90.30	90.90	106.18	11.55	52.67	Bus17	4.25	41.25	61.31	964.70	351.83	14512.74	
m19	0.380	90.37	91.49	107.09	11.72	53.47	Bus12	8.67	9.29	15.02	52.33	166.62	1630.50	
m20	0.380	90.08	90.75	107.04	12.39	58.30	Bus13	14.86	25.94	59.80	143.04	1281.70	33242.40	
m21	0.380	90.20	90.82	106.19	11.67	52.89	Bus14	7.52	7.80	11.16	27.62	250.16	1951.40	
m29	0.380	90.14	90.73	106.11	11.66	52.88	Bus2	2.39	2.45	3.35	22.72	208.18	511.05	
m30	0.380	90.14	90.73	106.11	11.66	52.88	Bus2	2.39	2.45	3.35	22.72	208.18	511.05	
m31	0.380	90.14	90.73	106.11	11.66	52.88	Bus2	2.39	2.45	3.35	22.72	208.18	511.05	
m32	0.380	90.14	90.73	106.11	11.66	52.88	Bus2	2.39	2.45	3.35	22.72	208.18	511.05	
m33	0.380	90.05	90.74	107.00	12.38	58.38	Bus3	6.43	11.14	29.55	141.67	1400.30	15602.11	
m34	0.380	90.05	90.74	107.00	12.38	58.38	Bus3	6.43	11.14	29.55	141.67	1400.30	15602.11	

Project: Harmonic System
 Location: LUS Guci Aht Lumsjng
 Contract: 1
 Engineer: LAD SSTE TTN MALANG
 Filename: nov8

ELAP Power Station
 4007
 Study Case: T/A

Page: 14
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

Bus	ID	KV	Voltage Distortion					To Bus ID	Current Distortion					
			Fund %	ZMS %	ASUM %	THD %	TIF		Fund Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF	IT
Bus35		0.380	90.05	90.74	107.00	12.38	58.38	Bus3	6.43	11.14	29.55	141.67	1400.30	15602.11
Bus36		0.380	90.05	90.74	107.00	12.38	58.38	Bus3	6.43	11.14	29.55	141.67	1400.30	15602.11
Bus37		0.380	90.05	90.74	107.00	12.38	58.38	Bus3	19.44	19.94	37.20	22.73	208.29	4152.55
Bus_1		0.380	95.18	95.87	113.05	12.05	60.14	PANEL UTAMA	1394.01	1416.58	1748.22	18.07	64.09	91637.06
	Bus_4							1101.44	1104.97	1264.76	8.02	78.24	86450.75	
	Bus_2							19.20	19.33	21.11	6.44	27.05	523.96	
	Bus_3							427.29	442.47	628.92	26.89	243.97	107951.11	
Bus_2		0.380	94.92	95.51	112.80	12.06	60.18	Bus_1	19.29	19.33	21.11	6.44	27.06	523.20
	Bus5							7.38	7.42	8.54	10.73	50.47	374.46	
Bus_3		0.380	93.74	94.46	111.74	12.40	62.11	Bus_1	427.29	442.47	628.92	26.89	243.97	107951.16
Bus_4		0.380	91.53	92.16	107.81	11.68	53.24	Bus_1	1101.44	1104.98	1264.76	8.02	78.24	86451.39
	Bus10							317.93	318.47	342.63	5.81	20.62	6565.87	
	Bus11							347.23	347.84	375.79	5.92	20.91	7275.76	
	Bus12							42.60	42.67	46.08	5.86	21.45	915.13	
	Bus13							118.27	127.55	216.01	39.93	178.91	68628.52	
	Bus14							262.11	262.56	290.41	5.84	55.97	14695.98	
	Bus8							11.61	13.67	15.62	9.97	44.83	613.00	
Bus_utama		20.000	100.00	100.02	103.10	3.00	9.80	PANEL UTAMA	26.48	26.91	33.14	18.07	64.52	1756.16
ANEL UTAMA		0.380	95.30	95.58	113.10	11.96	39.72	Bus_1	1394.01	1416.58	1748.22	18.07	64.09	91637.27
	Bus_utama							1393.92	1416.49	1748.14	18.07	64.09	91637.27	

Indicates THD (Total Harmonic Distortion) Exceeds the Limit

Indicates IHD (Individual Harmonic Distortion) Exceeds the Limit

BUS TABULATION

Bus	Fundamental kV	Harmonic Voltages (% of Fundamental Voltage)																	
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23	
ID		25	29	31	34	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73	
bus2	0.343	0.01 0.05	0 0.12	0.03 0.07	9.80 0	0 0	6.27 0	0.01 0	0 0	0 0	0.39 0	0 0	0.55 0	0 0	0 0	0.13 0	0.16 0	0.06 0	
bus3	0.343	0.01 0.04	0 0.02	0.03 0.02	10.54 0	0 0	6.75 0	0.01 0	0 0	0 0	0.38 0	0 0	0.78 0	0 0	0 0	0.13 0	0.21 0	0.07 0	
bus5	0.361	0.01 0.02	0 0.02	0.03 0.02	10.03 0	0 0	6.56 0	0.01 0	0 0	0 0	0.93 0	0 0	0.79 0	0 0	0 0	0.13 0	0.11 0	0.04 0	
bus8	0.343	0.01 0.05	0 0.02	0.03 0.07	9.76 0	0 0	6.20 0	0.01 0	0 0	0 0	0.66 0	0 0	0.55 0	0 0	0 0	0.13 0	0.14 0	0.06 0	
bus10	0.340	0.01 0.04	0 0.02	0.03 0.02	9.64 0	0 0	6.23 0	0.01 0	0 0	0 0	0.65 0	0 0	0.55 0	0 0	0 0	0.13 0	0.13 0	0.06 0	
bus11	0.343	0.01 0.05	0 0.02	0.03 0.02	9.67 0	0 0	6.25 0	0.01 0	0 0	0 0	0.66 0	0 0	0.55 0	0 0	0 0	0.13 0	0.11 0	0.06 0	
bus12	0.345	0.01 0.05	0 0.02	0.03 0.02	9.82 0	0 0	6.34 0	0.01 0	0 0	0 0	0.67 0	0 0	0.56 0	0 0	0 0	0.13 0	0.14 0	0.06 0	
bus15	0.342	0.01 0.06	0 0.02	0.03 0.02	10.25 0	0 0	6.75 0	0.01 0	0 0	0 0	0.40 0	0 0	0.78 0	0 0	0 0	0.12 0	0.21 0	0.07 0	
bus14	0.343	0.01 0.04	0 0.02	0.03 0.02	9.89 0	0 0	6.28 0	0.01 0	0 0	0 0	0.59 0	0 0	0.55 0	0 0	0 0	0.13 0	0.16 0	0.06 0	
bus16	0.340	0.01 0.05	0 0.02	0.03 0.02	9.64 0	0 0	6.23 0	0.01 0	0 0	0 0	0.65 0	0 0	0.55 0	0 0	0 0	0.13 0	0.13 0	0.06 0	
bus18	0.343	0.01 0.05	0 0.02	0.03 0.02	9.67 0	0 0	6.25 0	0.01 0	0 0	0 0	0.66 0	0 0	0.55 0	0 0	0 0	0.13 0	0.13 0	0.06 0	
bus19	0.345	0.01 0.05	0 0.02	0.03 0.02	9.82 0	0 0	6.34 0	0.01 0	0 0	0 0	0.67 0	0 0	0.56 0	0 0	0 0	0.13 0	0.14 0	0.06 0	
bus20	0.342	0.01 0.04	0 0.02	0.03 0.02	10.25 0	0 0	6.75 0	0.01 0	0 0	0 0	0.40 0	0 0	0.78 0	0 0	0 0	0.12 0	0.21 0	0.07 0	
bus21	0.343	0.01 0.05	0 0.02	0.03 0.02	9.80 0	0 0	6.28 0	0.01 0	0 0	0 0	0.59 0	0 0	0.55 0	0 0	0 0	0.13 0	0.16 0	0.06 0	
v_1	0.362	0.01 0.02	0 0.02	0.03 0.02	10.02 0	0 0	6.57 0	0.01 0	0 0	0 0	0.97 0	0 0	0.79 0	0 0	0 0	0.18 0	0.11 0	0.04 0	
v_2	0.361	0.01 0.02	0 0.02	0.03 0.02	10.03 0	0 0	6.58 0	0.01 0	0 0	0 0	0.97 0	0 0	0.79 0	0 0	0 0	0.18 0	0.11 0	0.04 0	

Project: Harmonic System
 Location: ULS Guce Ajit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 File name: novva

ETAP PowerStation
 -3000
 Study Case: HA

Page: 17
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

BUS TABULATION

Bus		Harmonic Voltages (% of Nominal Voltage)																	
ID	Nominal kV	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23	
		25	30	31	35	37	40	40	47	49	53	55	59	58	65	67	71	73	
Bus2	0.380	0.01	0	0.02	8.83	0	3.65	0.01	0	0	0.53	0	0.50	0	0	0.11	0.12	0.06	
Bus3	0.380	0.01	0	0.03	9.13	0	6.07	0.01	0	0	0.35	0	0.71	0	0	0.12	0.15	0.06	
Bus5	0.380	0.01	0	0.03	9.51	0	6.24	0.01	0	0	0.60	0	0.75	0	0	0.17	0.11	0.04	
Bus8	0.380	0.01	0	0.02	8.82	0	3.69	0.01	0	0	0.60	0	0.50	0	0	0.12	0.12	0.05	
Bus10	0.380	0.01	0	0.02	8.69	0	5.57	0.01	0	0	0.59	0	0.49	0	0	0.11	0.12	0.05	
Bus11	0.380	0.01	0	0.02	8.73	0	5.64	0.01	0	0	0.59	0	0.50	0	0	0.12	0.12	0.05	
Bus12	0.380	0.01	0	0.02	8.92	0	3.76	0.01	0	0	0.61	0	0.51	0	0	0.12	0.12	0.05	
Bus13	0.380	0.01	0	0.03	9.53	0	6.08	0.01	0	0	0.36	0	0.70	0	0	0.13	0.15	0.06	
Bus14	0.380	0.01	0	0.02	8.84	0	5.56	0.01	0	0	0.51	0	0.50	0	0	0.11	0.15	0.06	
Bus15	0.380	0.01	0	0.02	8.65	0	3.37	0.01	0	0	0.58	0	0.49	0	0	0.11	0.12	0.05	
Bus18	0.380	0.01	0	0.02	8.73	0	5.64	0.01	0	0	0.59	0	0.50	0	0	0.12	0.12	0.05	
Bus19	0.380	0.01	0	0.02	8.92	0	3.76	0.01	0	0	0.61	0	0.51	0	0	0.12	0.12	0.05	
Bus20	0.380	0.01	0	0.03	9.32	0	6.08	0.01	0	0	0.36	0	0.70	0	0	0.11	0.19	0.06	
Bus21	0.380	0.01	0	0.02	8.84	0	5.66	0.01	0	0	0.53	0	0.50	0	0	0.11	0.15	0.06	
S_1	0.380	0.01	0	0.01	9.54	0	6.26	0.01	0	0	0.95	0	0.76	0	0	0.17	0.11	0.04	
S_2	0.380	0.01	0	0.03	9.52	0	6.24	0.01	0	0	0.92	0	0.75	0	0	0.17	0.11	0.04	

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Alt Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Electronic: novva

ETAP PowerStation
 4000
 Study Case: ITA

Page: 19
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGOCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

BRANCH TABULATION

Branch	% Harmonic Current Contents in 1 MVA Base																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23	
	23	29	31	35	37	41	43	47	49	53	55	59	63	65	67	71	73	
Cable1	0.05	0	0.05	15.02	0	6.97	0.01	0	0	0.64	0	0.43	0	0	0.07	0.04	0.01	
Cable3	0.01	0	0.01	4.66	0	3.02	0	0	0	1.21	0	1.13	0	0	0.36	0.24	0.05	
Cable7	0	0	0	0.07	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cable9	0.05	0	0.04	7.06	0	1.83	0.01	0	0	1.37	0	1.26	0.01	0	0.54	0.41	0.23	
Cable11	0	0	0	0.04	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cable13	0	0	0	1.10	0	0.51	0	0	0	0.05	0	0.02	0	0	0	0	0	
Cable14	0	0	0	1.23	0	0.17	0	0	0	0.04	0	0.03	0	0	0	0	0	
Cable15	0	0	0	0.15	0	0.07	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	
Cable16	0	0	0	2.87	0	1.72	0	0	0	0.98	0	0.93	0	0	0.13	0.20	0.04	
Cable17	0	0	0	0.75	0	0.63	0	0	0	0.19	0	0.19	0	0	0.04	0.04	0.01	
Cable18	0	0	0	0.07	0	0.05	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	
Cable19	0	0	0	0.86	0	0.60	0	0	0	0.18	0	0.18	0	0	0.04	0.04	0.01	
Cable20	0	0	0	1.29	0	0.89	0	0	0	0.50	0	0.50	0	0	0.18	0.11	0.02	
T1	0	0	0	5.02	0	6.97	0	0	0	0.64	0	0.43	0	0	0	0	0	

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP PowerStation
 4.0.0.0
 Study Case: HA

Page: 20
 Date: 09-23-2008
 SN: KI-GCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

BRANCH TABULATION

Branch ID	Fundamental A	% Harmonic Currents (% of Fundamental Current)																
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
		25	29	31	35	27	41	0	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Table1	1394.01	0.01	0	0.06	16.37	0	7.60	0.01	0	0	0.70	0	0.47	0	0	0.08	0.04	0.01
Table3	110.44	0.01	0	0.02	5.42	0	4.17	0	0	0	1.67	0	1.56	0	0	0.50	0.33	0.06
Table7	19.29	0	0	0	5.69	0	3.07	0	0	0	0.38	0	0.30	0	0	0	0	0
Table9	427.29	0.14	0	0.13	25.09	0	6.45	0.03	0	0	4.87	0	4.48	0.07	0	1.92	1.46	0.30
Table11	7.38	0	0	0	1.60	0	3.62	0	0	0	0.83	0	0.68	0	0	0	0	0
Table13	317.91	0.05	0	0.02	5.26	0	2.45	0	0	0	0.17	0	0.12	0	0	0.02	0.02	0.01
Table14	347.23	0.07	0	0.02	5.37	0	2.48	0	0	0	0.17	0	0.12	0	0	0.02	0.02	0.01
Table15	42.60	0	0	0	5.26	0	2.56	0	0	0	0.19	0	0.15	0	0	0	0	0
Table16	118.25	0.02	0	0.02	27.93	0	22.11	0	0	0	12.55	0	11.98	0	0	4.15	2.59	0.51
Table17	382.11	0	0	0.01	4.25	0	3.65	0	0	0	1.11	0	1.17	0	0	0.29	0.25	0.05
Table18	13.61	0	0	0	4.76	0	5.38	0	0	0	0.56	0	0.47	0	0	0	0.12	0
Table19	234.60	0.01	0	0.01	5.11	0	3.56	0	0	0	1.04	0	1.08	0	0	0.27	0.25	0.05
Table20	163.47	0.02	0	0.03	18.99	0	13.12	0	0	0	7.28	0	7.29	0	0	2.64	1.37	0.36
	26.48	0	0	0	16.37	0	7.60	0	0	0	0.70	0	0.47	0	0	0	0	0

Project: **Harmonic System**
 Location: **UUS Guci Alit Lumajang**
 Contract: **1**
 Engineer: **LAD SSTE ITN MALANG**
 Filename: **novva**

ETAP PowerStation
 4.0.07
 Study Case: **HA**

Page: **21**
 Date: **09-23-2008**
 SS: **KLGR CONSULT**
 Revision: **Base**
 Config: **Normal**

VHDD (Individual Harmonic Distortion) Report

Bus	Voltage Distortion				
	THD	kV	Fund. %	VHD %	Order
Bus2		0.380	90.34	11.66	7
Bus3		0.380	90.05	12.29	7
Bus4		0.380	94.87	12.06	7
Bus8		0.380	90.34	11.66	7
Bus10		0.380	89.47	11.51	7
Bus11		0.380	90.20	11.55	7
Bus12		0.380	90.87	11.72	7
Bus13		0.380	90.01	12.29	7
Bus14		0.380	90.20	11.67	7
Bus16		0.380	89.47	11.51	7
Bus18		0.380	90.30	11.55	7
Bus19		0.380	90.87	11.72	7
Bus20		0.380	90.08	12.29	7
Bus21		0.380	90.20	11.55	7
Bus29		0.380	90.14	11.66	7
Bus30		0.380	90.14	11.66	7
Bus31		0.380	90.14	11.66	7
Bus32		0.380	90.14	11.66	7
Bus33		0.380	90.14	11.66	7
Bus34		0.380	90.05	12.28	7
Bus35		0.380	90.05	12.28	7
Bus36		0.380	90.05	12.28	7
Bus37		0.380	90.05	12.28	7
Bus_1		0.380	95.18	12.05	7
Bus_2		0.380	94.92	12.06	7
Bus_3		0.380	92.74	12.40	7
Bus_4		0.380	91.53	11.68	7
Bus_utama		20.000	100.00	2.00	5
PANEL UTAMA		0.380	95.30	11.96	7

Indicates buses with THD (Total Harmonic Distortion) exceeding the limit

Project: Harmonic System
 Location: DUS Guci Aht Lemsajang
 Contract: 2
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP Power Station
 4,000
 Study Case: HA

Page: 22
 Date: 09-23-2008
 SW: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

VTHD (Total Harmonic Distortion) Report

Bus	ID	kV	Voltage Distortion	
			FundL %	VTHD %
Bus2		0.380	90.14	11.66
Bus2		0.380	90.05	12.38
Bus5		0.380	94.87	12.06
Bus8		0.380	90.14	11.66
Bus10		0.380	89.47	11.31
Bus11		0.380	90.10	11.35
Bus12		0.380	90.87	11.72
Bus15		0.380	90.08	12.39
Bus14		0.380	90.20	11.67
Bus16		0.380	89.47	11.31
Bus18		0.380	90.10	11.35
Bus19		0.380	90.87	11.72
Bus20		0.380	90.08	12.39
Bus21		0.380	90.20	11.67
Bus29		0.380	90.14	11.66
Bus30		0.380	90.14	11.66
Bus31		0.380	90.14	11.66
Bus32		0.380	90.14	11.66
Bus33		0.380	90.14	11.66
Bus34		0.380	90.05	12.38
Bus35		0.380	90.05	12.38
Bus36		0.380	90.05	12.38
Bus37		0.380	90.05	12.38
Bus_1		0.380	95.18	12.05
Bus_2		0.380	94.92	12.06
Bus_3		0.380	93.74	12.40
Bus_4		0.380	91.53	11.68
PANEL HITAMA		0.380	95.30	11.96

Indicates buses with VTHD (Total Harmonic Distortion) exceeding the limit.

Project: Harmonic System
Location: UUS Guci Ajit Lumajang
Contract: 1
Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
File name: novva

ETAP PowerStation
4.0.0C
Study Case: IIA

Page: 1
Date: 09-23-2008
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config: Normal

Electrical Transient Analyzer Program

ETAP PowerStation

Harmonic Load Flow

Loading Category: Design

Number of Buses:	<u>Swing</u> 1	<u>Generator</u> 0	<u>Load</u> 28	<u>Total</u> 29					
Number of Branches:	<u>XFL/R2</u> 1	<u>XPMR1</u> 0	<u>Reactor</u> 0	<u>Line/ cable</u> 13	<u>Impedance</u> 0	<u>Tie PD</u> 14	<u>UPS</u> 0	<u>ET Switch</u> 0	<u>Total</u> 41
Number of Form Sources:	<u>Current</u> 12	<u>Voltage</u> 0							
Number of Filters:	7								
System Frequency:	50								
Unit System:	Metric								
Data File name:	novva								
Output File name:	E:\MY FINAL DUTY\THE BEST\end 200908\FINAL\post 5x NOV\Untitled.htr								

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Abit Lumajang
 Contract: I
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP Power Station
 4.0.07
 Study Case: IIA

Page: 2
 Date: 09-23-2008
 SN: KLIKCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

BUS Input Data

Bus		Initial Voltage		Generator		Motor Load		Static Load		Mvar Limits		% VHD Limits		
ID	Type	kV	%Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	Max.	Min.	Total	Single
bus2	Load	0.380	100.0	-30.0			0.122	0.070					5.00	3.00
bus3	Load	0.380	100.0	-30.0			0.003	0.021					5.00	3.00
bus5	Load	0.380	100.0	-30.0					0.004	0.003			5.00	3.00
bus8	Load	0.380	100.0	-30.0					0.008	0.005			5.00	3.00
bus10	Load	0.380	100.0	-30.0			0.149	0.090					5.00	3.00
bus11	Load	0.380	100.0	-30.0			0.177	0.100					5.00	3.00
bus12	Load	0.380	100.0	-30.0			0.017	0.011					5.00	3.00
bus13	Load	0.380	100.0	-30.0									1.00	1.00
bus14	Load	0.380	100.0	-30.0									1.00	1.00
bus16	Load	0.380	100.0	-30.0					0.014	0.009			5.00	3.00
bus18	Load	0.380	100.0	-30.0					0.003	0.002			5.00	3.00
bus19	Load	0.380	100.0	-30.0					0.005	0.003			5.00	3.00
bus20	Load	0.380	100.0	-30.0					0.009	0.006			5.00	3.00
bus21	Load	0.380	100.0	-30.0					0.005	0.003			5.00	3.00
bus29	Load	0.380	100.0	-30.0			0.001	0.001					5.00	3.00
bus30	Load	0.380	100.0	-30.0			0.001	0.001					5.00	3.00
bus31	Load	0.380	100.0	-30.0			0.001	0.001					5.00	3.00
bus32	Load	0.380	100.0	-30.0			0.001	0.001					5.00	3.00
bus33	Load	0.380	100.0	-30.0			0.003	0.002					5.00	3.00
bus34	Load	0.380	100.0	-30.0			0.003	0.002					5.00	3.00
bus35	Load	0.380	100.0	-30.0			0.005	0.002					5.00	3.00
bus36	Load	0.380	100.0	-30.0			0.003	0.002					5.00	3.00
bus37	Load	0.380	100.0	-30.0			0.012	0.001					5.00	3.00
g_1	Load	0.380	100.0	-30.0					0.000	-0.260			1.00	1.00
g_2	Load	0.380	100.0	-30.0			0.006	0.004					5.00	3.00
g_3	Load	0.380	100.0	-30.0					0.255	0.158			1.00	1.00
g_4	Load	0.380	100.0	-30.0									1.00	1.00
g_5	Swing	10.000	100.0	0.0									2.50	1.50
NET UTAMA PABRIK	Load	0.380	100.0	-30.0									5.00	3.00
Total Number of Buses: 29							0.006	0.000	0.535	0.310	0.303	-0.072		

Project: **Harmonic System**
 Location: **UUS Goci Alii Lumajang**
 Contract: **I**
 Engineer: **LAB SSITE ITN MALANG**
 Filename: **novva**

ETAP PowerStation
 400V
 Study Case: **BA**

Page: **3**
 Date: **09-23-2008**
 SN: **KLGCONSULT**
 Revision: **Base**
 Config: **Normal**

CABLE Input Data

Cable ID	Library	Size	Length(m)	#Phase	Ohms or Mohs / 1000 m per Conductor							
					T (X)	R1	X1	G1	R0	X0	G0	
Cable1	IMCUN4	240	5.0	3	75	0.092516	0.072000	0.0001565	0.143066	0.180000		
Cable3	IMCUN4	240	62.5	3	75	0.092516	0.072000	0.0001565	0.295670	0.180000		
Cable7	IMCUN4	35	49.7	3	75	0.658076	0.096000	0.0000846	2.012465	0.240000		
Cable9	IMCUN4	16	6.0	3	75	1.192512	0.080000	0.0000971	4.783365	0.200000		
Cable11	IMCUN4	6.0	5.7	3	75	3.738798	0.106000	0.0000553	11.779123	0.264000		
Cable13	IMCUN4	240	122.0	3	75	0.092516	0.073900	0.0001565	0.295670	0.180000		
Cable14	IMCUN4	240	65.5	3	75	0.092516	0.085400	0.0001304	0.295670	0.216200		
Cable15	IMCUN4	10	18.0	3	75	2.222296	0.103800	0.0000673	3.528968	0.252500		
Cable16	IMCUN4	10	13.4	3	75	2.222296	0.100200	0.0000673	3.528968	0.252000		
Cable17	IMCUN4	150	63.5	3	75	0.151650	0.087600	0.0001202	0.238444	0.238000		
Cable18	IMCUN4	4.0	40.0	3	75	3.598660	0.111600	0.0000479	8.898721	0.238000		
Cable19	IMCUN4	240	5.0	3	75	0.092516	0.072000	0.0001565	0.295670	0.180000		
Cable20	IMCUN4	240	5.0	3	75	0.092516	0.072000	0.0001565	0.295670	0.180000		

Cable resistance is listed at the specified temperature.

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSESTE ITN MALANG
 Filename: nuvva

ETAP PowerStation
 4.0.00
 Study Case: BA

Page: 4
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

2-WINDING TRANSFORMER Input Data

Transformer	ID	MVA	Rating			Z Variation			% Tap Setting		Adjusted	Phase Shift		
			Prim. kV	Sec. kV	% Z	X/R	+ 3%	- 3%	% Tol	Prim.		Sec.	Type	Angle
T1		0.630	20.000	0.380	5.750	5.4	0	0	0	0	0	6.7500	Std Pos Seq	-30.0

2 WINDING TRANSFORMER Grounding Input Data

Transformer	ID	MVA	Prim. kV	Sec. kV	Grounding			
					Conn. Type	Primary		Secondary
					Type	Amp	Type	Amp
T1		0.630	20.000	0.380	D/Y		Solid	

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guzi Ahi Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP PowerStation
 4.0.0C

Study Case: HA

Page: 5
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

BRANCH CONNECTION

CKT/Branch		Connected Bus ID		% Positive Sequence Impedance (100 MVA Base)			
ID	Type	From Bus	To Bus	R	X	Z	Y
11	2W XFMR	Bus utama	PANEL UTAMA	176.74	1023.31	1028.46	
Cable1	Cable	PANEL UTAMA	Bus_1	10.68	8.31	15.33	0.0000003
Cable3	Cable	Bus_1	Bus_4	490.43	311.65	507.41	0.0000014
Cable7	Cable	Bus_1	Bus_2	2196.15	320.42	2220.86	0.0000006
Cable9	Cable	Bus_1	Bus_3	378.61	33.24	379.56	0.0000001
Cable11	Cable	Bus_2	Bus5	1320.49	27.72	1321.03	0.0000000
Cable13	Cable	Bus_4	Bus10	781.65	608.31	990.46	0.0000028
Cable14	Cable	Bus_4	Bus11	406.84	379.94	556.67	0.0000012
Cable15	Cable	Bus_4	Bus12	2770.17	125.65	2773.02	0.0000002
Cable16	Cable	Bus_4	Bus13	2062.28	93.54	2064.36	0.0000001
Cable17	Cable	Bus_4	Bus14	646.88	385.22	770.15	0.0000011
Cable18	Cable	Bus_4	Bus8	15508.75	309.14	15511.83	0.0000003
Cable19	Cable	Bus14	Bus2	12.03	24.93	40.39	0.0000001
Cable20	Cable	Bus13	Bus3	12.03	24.93	40.39	0.0000001
CB36	Tie PD	Bus10	Bus16				
CB37	Tie PD	Bus11	Bus18				
CB38	Tie PD	Bus12	Bus19				
CB39	Tie PD	Bus13	Bus20				
CB40	Tie PD	Bus14	Bus21				
CB208	Tie PD	Bus2	Bus29				
CB209	Tie PD	Bus2	Bus30				
CB210	Tie PD	Bus2	Bus31				
CB211	Tie PD	Bus2	Bus32				
CB212	Tie PD	Bus2	Bus33				
CB242	Tie PD	Bus3	Bus34				
CB244	Tie PD	Bus3	Bus35				
CB246	Tie PD	Bus3	Bus36				
CB253	Tie PD	Bus3	Bus37				

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Alit Lamajung
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Filename: novva

EIAP Power Station
 400V
 Study Case: HA

Page: 6
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

MACHINE Input Data

Machine		Connected Bus		Rating (Base)			% Negative Seq. Imp.			Grounding		% Zero Seq. Imp.			
ID	Type	ID		MVA	kV	RPM	X/R	R	X/L	Conn	Type	Amp	X/R	R	X/L
	Dty.	Bus_0000		45.000	20.000		25.00	3.997	99.92	Wye	Solid		25.00	3.997	99.92
wtv Pembu	IndM	Bus11		0.009	0.380	1500	2.13	13.050	27.83	Wye	Open		2.13	13.050	27.83
veyor_Pel	IndM	Bus12		0.003	0.380	1500	1.10	25.271	27.83	Wye	Open		1.10	25.271	27.83
veyor_Kel	IndM	Bus11		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
veyor_Pse	IndM	Bus12		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
veyor_Png	IndM	Bus11		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
veyor_Png	IndM	Bus11		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
veyor_Pre	IndM	Bus12		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
veyor_Sam	IndM	Bus11		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
veyor_Up	IndM	Bus12		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
veyor_VFB	IndM	Bus11		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
veyor_VFB	IndM	Bus11		0.003	0.380	1500	1.10	25.271	27.83	Wye	Open		1.10	25.271	27.83
veyor_Wat	IndM	Bus12		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
veyor_FBD	IndM	Bus11		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
mk	IndM	Bus11		0.005	0.380	1500	1.56	17.869	27.83	Wye	Open		1.56	17.869	27.83
rust_Pm	IndM	Bus11		0.006	0.380	1500	1.74	15.985	27.83	Wye	Open		1.74	15.985	27.83
wtv Fan	IndM	Bus11		0.017	0.380	1500	1.02	9.228	27.83	Wye	Open		1.02	9.228	27.83
wtv Fan	IndM	Bus11		0.017	0.380	1500	1.02	9.228	27.83	Wye	Open		1.02	9.228	27.83
presoc	IndM	Bus12		0.003	0.380	1500	1.10	25.271	27.83	Wye	Open		1.10	25.271	27.83
1 Fan FBD	IndM	Bus11		0.027	0.380	1500	3.89	7.148	27.83	Wye	Open		3.89	7.148	27.83
1 Fan VFB	IndM	Bus11		0.041	0.380	1500	14.55	1.912	27.83	Wye	Open		14.55	1.912	27.83
ocel	IndM	Bus10		0.017	0.380	1500	3.02	9.228	27.83	Wye	Open		3.02	9.228	27.83
rc Esentr	IndM	Bus11		0.017	0.380	1500	1.02	9.228	27.83	Wye	Open		1.02	9.228	27.83
9	IndM	Bus2		0.009	0.380	1500	2.13	13.050	27.83	Wye	Open		2.13	13.050	27.83
0	IndM	Bus2		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
1	IndM	Bus2		0.007	0.380	1500	1.83	15.239	27.83	Wye	Open		1.83	15.239	27.83
2	IndM	Bus2		0.027	0.380	1500	3.89	7.148	27.83	Wye	Open		3.89	7.148	27.83
3	IndM	Bus2		0.022	0.380	1500	3.48	7.991	27.83	Wye	Open		3.48	7.991	27.83
4	IndM	Bus2		0.022	0.380	1500	3.48	7.991	27.83	Wye	Open		3.48	7.991	27.83
5	IndM	Bus2		0.022	0.380	1500	3.48	7.991	27.83	Wye	Open		3.48	7.991	27.83
3	IndM	Bus2		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
4	IndM	Bus2		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
5	IndM	Bus2		0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
7	IndM	Bus29		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
7	IndM	Bus30		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
	IndM	Bus31		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
	IndM	Bus32		0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guai Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB 88 TE ITN MALANG
 Filename: novva

ET AP Power Station
 400C
 Study Case: IIA

Page: 7
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

Machine	Connected Bus		Rating (Base)			% Negative Seq. Imp.			Grounding			% Zero Seq. Imp.		
	ID	Type	MVA	kV	EPM	X/R	R	X2	Conn	Type	Amp	X/R	R0	X0
70	IndM	Bus13	0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
71	IndM	Bus2	0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
78	IndM	Bus2	0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
79	IndM	Bus2	0.001	0.380	1500	0.55	50.542	27.83	Wye	Open		0.55	50.542	27.83
80	IndM	Bus2	0.001	0.380	1500	0.55	50.542	27.83	Wye	Open		0.55	50.542	27.83
81	IndM	Bus2	0.001	0.380	1500	0.55	50.542	27.83	Wye	Open		0.55	50.542	27.83
82	IndM	Bus2	0.001	0.380	1500	0.55	50.542	27.83	Wye	Open		0.55	50.542	27.83
83	IndM	Bus2	0.001	0.380	1500	0.55	50.542	27.83	Wye	Open		0.55	50.542	27.83
84	IndM	Bus2	0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
85	IndM	Bus2	0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
86	IndM	Bus2	0.006	0.380	1500	1.74	15.983	27.83	Wye	Open		1.74	15.983	27.83
87	IndM	Bus2	0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
103	IndM	Bus3	0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
104	IndM	Bus3	0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
105	IndM	Bus3	0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
106	IndM	Bus14	0.006	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
107	IndM	Bus3	0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
108	IndM	Bus35	0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
109	IndM	Bus3	0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
110	IndM	Bus36	0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
111	IndM	Bus3	0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
112	IndM	Bus3	0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
113	IndM	Bus3	0.017	0.380	1500	3.02	9.228	27.83	Wye	Open		3.02	9.228	27.83
114	IndM	Bus3	0.003	0.380	1500	1.10	25.271	27.83	Wye	Open		1.10	25.271	27.83
115	IndM	Bus3	0.003	0.380	1500	1.10	25.271	27.83	Wye	Open		1.10	25.271	27.83
116	IndM	Bus3	0.003	0.380	1500	1.10	25.271	27.83	Wye	Open		1.10	25.271	27.83
117	IndM	Bus27	0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
lingin FB	IndM	Bus13	0.006	0.380	1500	1.74	15.983	27.83	Wye	Open		1.74	15.983	27.83
lorong/	IndM	Bus11	0.006	0.380	1500	1.74	15.983	27.83	Wye	Open		1.74	15.983	27.83
lorong Pa	IndM	Bus10	0.017	0.380	1500	3.02	9.228	27.83	Wye	Open		3.02	9.228	27.83
lorong Pa	IndM	Bus10	0.009	0.380	1500	2.11	13.050	27.83	Wye	Open		2.11	13.050	27.83
masban	IndM	Bus_2	0.001	0.380	1500	0.55	50.542	27.83	Wye	Open		0.55	50.542	27.83
mesban	IndM	Bus_2	0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
mesban	IndM	Bus_2	0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
mesban	IndM	Bus_2	0.001	0.380	1500	0.78	35.739	27.83	Wye	Open		0.78	35.739	27.83
eringan/	IndM	Bus17	0.005	0.380	1500	1.56	17.869	27.83	Wye	Open		1.56	17.869	27.83
ering FB	IndM	Bus17	0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
takor	IndM	Bus12	0.004	0.380	1500	1.35	20.634	27.83	Wye	Open		1.35	20.634	27.83
si Basah	IndM	Bus11	0.009	0.380	1500	2.11	13.050	27.83	Wye	Open		2.11	13.050	27.83

Project: Harmonic System
Location: UUS Guci Adit Lumajang
Contract: 1
Engineer: LAB SISTEM MALANG
Filename: novva

ETAP PowerStation
41007

Study Case: HA

Page: 10
Date: 09-23-2008
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config: Normal

HARMONIC SOURCE

Connected Bus	Harmonic Library Information		
ID	Type	Manufacturer	Model
Bus29	Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus30	Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus31	Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus32	Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus33	Current	Toshiba	PWM ASD
Bus34	Current	Toshiba	PWM ASD
Bus35	Current	Toshiba	PWM ASD
Bus36	Current	Toshiba	PWM ASD
Bus37	Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus_1	Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus18	Current	Rockwell	6 Pulse VFD
Bus20	Current	Toshiba	PWM ASD

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP PowerStation
 400kV
 Study Case: HA

Page: 11
 Date: 09-23-2008
 SN: K1GCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

FILTER Input Data

Filter Type: Single Tuned

Filter ID	Connected Bus ID	Capacitor C1			Inductor L1			R	
		uV	Max UV	kvar	XL	Q Fact.	Max I	Ohm	
HF14	Bus_3	0.380	0.400	0.7	7.99	100.00	0.0	0.0000	
HF15	Bus_3	0.380	0.400	0.7	4.08	100.00	0.0	0.0000	
HF16	Bus_3	0.380	0.400	0.7	1.65	100.00	0.0	0.0000	
HF17	Bus13	0.380	0.400	0.2	29.70	100.00	0.0	0.0000	
HF18	Bus13	0.380	0.400	0.2	15.15	100.00	0.0	0.0000	
HF19	Bus13	0.380	0.400	0.2	6.14	100.00	0.0	0.0000	
HF20	Bus13	0.380	0.400	0.2	4.39	100.00	0.0	0.0000	

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guoi Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP PowerStation
 4.0.0X
 Study Case: HA

Page: 12
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Basic
 Config: Normal

FUNDAMENTAL LOAD FLOW REPORT

Bus ID	Voltage		Generation		Motor Load		Static Load		LD	Load Flow	XFMR				
	kV	%Mag	Ang.	MW	MVar	MW	MVar	MW			MVar	Amp	%PI	%Tap	
us2	0.380	90.171	-35.2	0	0	0.12	0.07	0	0	Bus14	-0.13	-0.08	254	86.52	
										Bus29	0.00	0.00	2	81.00	
										Bus30	0.00	0.00	2	81.00	
										Bus31	0.00	0.00	2	81.00	
										Bus32	0.00	0.50	2	81.00	
										Bus33	0.00	0.50	6	83.63	
us3	0.380	90.083	-34.8	0	0	0.03	0.02	0	0	Bus3	-0.05	-0.03	103	88.85	
										Bus34	0.00	0.00	6	83.59	
										Bus35	0.00	0.00	6	83.59	
										Bus36	0.00	0.00	6	83.59	
										Bus37	0.01	0.00	18	95.74	
us5	0.380	94.998	-34.8	0	0	0	0	0.00	0.00	Bus_2	0.01	0.00	7	85.03	
us8	0.380	90.368	-34.7	0	0	0	0	0.01	0.00	Bus_4	-0.01	0.00	13	85.00	
us10	0.380	89.509	-35.3	0	0	0.15	0.09	0	0	Bus_4	-0.16	-0.10	317	85.59	
										bus16	0.01	0.01	22	85.00	
us17	0.380	90.330	-35.4	0	0	0.18	0.10	0	0	Bus_4	-0.19	-0.10	347	87.06	
										Bus18	0.00	0.00	4	85.00	
us12	0.380	90.902	-34.5	0	0	0.02	0.01	0	0	Bus_4	-0.02	-0.01	42	82.97	
										Bus19	0.00	0.00	3	85.00	
us13	0.380	90.110	-34.8	0	0	0	0	0	0	Bus_4	-0.06	-0.03	117	88.90	
										Bus3	0.05	0.03	103	88.85	
										Bus20	0.01	0.00	14	88.51	
us14	0.380	90.239	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus_4	-0.13	-0.08	262	86.54	
										Bus2	0.13	0.08	254	86.51	
										Bus21	0.00	0.00	7	87.52	
us16	0.380	89.509	-35.3	0	0	0	0	0.01	0.01	Bus10	-0.01	-0.01	22	85.00	
us18	0.380	90.330	-35.4	0	0	0	0	0.00	0.00	Bus11	0.00	0.00	4	85.00	
us19	0.380	90.902	-34.9	0	0	0	0	0.00	0.00	Bus12	0.00	0.00	3	85.00	
us20	0.380	92.110	-34.8	0	0	0	0	0.01	0.00	Bus13	-0.01	0.00	14	88.51	
us21	0.380	90.239	-35.2	0	0	0	0	0.00	0.00	Bus14	0.00	0.00	7	87.52	
us29	0.380	90.171	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	2	81.00	
us30	0.380	90.171	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	2	81.00	
us31	0.380	90.171	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	2	81.00	
us32	0.380	90.171	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	2	81.00	
us33	0.380	90.171	-35.2	0	0	0	0	0	0	Bus2	0.00	0.00	6	83.63	
us34	0.380	90.083	-34.8	0	0	0	0	0	0	Bus3	0.00	0.00	6	83.59	
us35	0.380	90.083	-34.8	0	0	0	0	0	0	Bus5	0.00	0.00	6	83.59	

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guoi Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP PowerStation
 -A-000
 Study Case: HA

Page: 13
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

Bus	Voltage			Generation		Motor Load		Static Load		ID	Load Flow				XFMR	
	kV	%Mag	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar		MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
us36	0.380	90.083	-34.8	0	0	0	0	0	0	Bus3	0.01	0.00	6	83.59		
us37	0.380	90.083	-34.8	0	0	0.01	0.00	0	0	Bus3	-0.01	0.00	19	99.74		
us_1	0.380	95.209	-34.9	0	0	0	0	0.00	-0.24	PANEL UTAMA	-0.83	-0.26	1392	95.57		
										Bus_4	0.19	0.35	1100	86.25		
										Bus_2	0.61	0.01	15	83.40		
										Bus_3	0.23	0.14	425	85.75		
us_2	0.380	94.954	-34.4	0	0	0.01	0.00	0	0	Bus_1	-0.01	-0.01	19	83.33		
										Bus5	0.09	0.00	7	85.07		
us_3	0.380	93.774	-34.4	0	0	0	0	0.22	0.14	Bus_1	-0.22	-0.14	425	85.53		
us_4	0.380	91.567	-25.2	0	0	0	0	0	0	Bus_1	-0.07	-0.03	1100	86.51		
										Bus_0	0.16	0.10	317	85.45		
										Bus11	0.18	0.10	347	86.90		
										Bus12	0.02	0.01	42	87.02		
										Bus13	0.06	0.05	117	89.23		
										Bus14	0.14	0.08	262	86.54		
										Bus8	0.01	0.00	13	85.41		
us_00000	20.000	100.000	0.0	0.85	0.34	0	0	0	0	PANEL UTAMA	0.85	0.34	26	92.70		
PANEL UTAMA	0.380	95.325	-34.9	0	0	0	0	0	0	Bus_1	0.83	0.26	1392	95.56		
										Bus_utama	-0.83	-0.26	1392	95.56		

usxxxx is a voltage regulated bus (voltage controlled) or swing type machine connected to it.

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB-SISTE ITN MALANG
 Filename: novvn

ETAP PowerStation
 4.0387
 Study Case: HA

Page: 14
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

SYSTEM HARMONICS INFORMATION

Bus		Voltage Distortion					Current Distortion						
ID	kV	Total %	RN3 %	ASUM %	TDD %	TIP	To Bus ID	Peak Amp	RMS Amp	ASUM Amp	TDD %	ITD	IT
Bus2	0.380	90.17	90.36	94.19	2.58	22.25	Bus14	254.50	254.65	272.13	3.38	48.27	12291.43
							Bus29	2.39	2.45	3.35	22.73	208.25	511.05
							Bus30	2.39	2.45	3.35	22.73	208.25	511.05
							Bus31	2.39	2.45	3.35	22.73	208.25	511.05
							Bus32	2.39	2.45	3.35	22.73	208.25	511.05
Bus3	0.380	90.08	90.1	94.14	2.50	22.25	Bus37	6.42	11.14	29.54	141.73	1400.69	15602.11
							Bus15	101.39	106.43	155.27	24.44	339.38	36120.50
							Bus34	6.42	11.14	29.54	141.73	1400.47	15602.11
							Bus35	6.42	11.14	29.54	141.73	1400.47	15602.11
							Bus36	6.42	11.14	29.54	141.73	1400.47	15602.11
Bus5	0.380	94.90	94.94	99.35	2.86	23.52	Bus37	19.43	19.95	27.19	22.74	208.36	4352.55
							Bus_2	7.38	7.38	7.64	2.46	18.85	139.19
Bus8	0.380	90.37	90.40	94.25	2.55	21.29	Bus_4	13.61	13.61	14.06	2.18	16.42	223.56
Bus10	0.380	89.51	89.24	93.31	2.52	21.08	Bus_4	317.81	317.86	323.65	1.51	5.36	1792.57
							Bus16	22.06	23.52	33.52	36.99	139.68	3285.85
Bus11	0.380	90.35	90.56	94.18	2.53	21.13	Bus_4	347.11	347.14	353.56	1.31	5.35	1853.33
							Bus18	4.33	10.16	17.18	216.89	363.03	3688.88
Bus12	0.380	90.90	90.53	94.83	2.56	21.44	Bus_4	42.29	42.59	43.35	1.31	5.69	242.23
							Bus19	8.67	8.73	10.12	11.75	49.37	432.93
Bus13	0.380	90.11	90.34	94.13	2.51	21.96	Bus_4	117.73	122.50	81.96	28.75	337.60	41356.26
							Bus3	103.39	106.43	155.27	24.44	339.38	36120.51
							Bus20	14.47	45.52	99.51	298.32	2143.14	97555.32
Bus14	0.380	90.24	90.27	94.26	2.58	22.16	Bus_4	262.02	262.17	260.20	3.35	50.05	13122.83
							Bus7	254.50	254.65	272.13	3.38	48.27	12291.44
							Bus21	7.52	7.80	11.17	27.61	250.11	1951.40
Bus16	0.380	89.51	89.54	93.31	2.52	21.08	Bus10	22.06	23.52	33.52	36.99	139.68	3285.85
Bus18	0.380	90.33	90.36	94.18	2.53	21.13	Bus11	4.33	10.16	17.18	216.89	363.03	3688.88
Bus19	0.380	90.90	90.93	94.83	2.56	21.44	Bus12	8.67	8.73	10.12	11.75	49.37	432.93
Bus20	0.380	90.11	90.14	94.13	2.51	21.96	Bus13	14.47	45.52	99.51	298.32	2143.14	97555.32
Bus21	0.380	90.24	90.27	94.26	2.58	22.16	Bus14	7.52	7.80	11.17	27.61	250.11	1951.40
Bus29	0.380	90.17	90.20	94.19	2.58	22.25	Bus2	2.39	2.45	3.35	22.73	208.25	511.05
Bus30	0.380	90.17	90.23	94.19	2.58	22.25	Bus2	2.39	2.45	3.35	22.73	208.25	511.05
Bus31	0.380	90.17	90.23	94.19	2.58	22.25	Bus2	2.39	2.45	3.35	22.73	208.25	511.05
Bus32	0.380	90.17	90.23	94.19	2.58	22.25	Bus2	2.39	2.45	3.35	22.73	208.25	511.05
Bus33	0.380	90.17	90.23	94.19	2.58	22.25	Bus2	6.42	11.14	29.54	141.73	1400.69	15602.11
Bus34	0.380	90.08	90.11	94.14	2.50	22.25	Bus3	6.42	11.14	29.54	141.73	1400.47	15602.11

Project: Harmonic System
 Location: UUS Gucl Alit Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP PowerStation
 4.0.0.0
 Study Case: HA

Page: 15
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

Bus ID	V	Voltage Distortion					THD %	TIP	To Bus ID	Current Distortion				
		Fund %	THDS %	ASUM %	THD %	TIP				Fund Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIP
Bus15	0.380	90.08	90.11	94.14	2.50	22.25	Bus3		5.42	11.14	29.54	141.73	1400.47	15602.11
Bus16	0.380	90.08	90.11	94.14	2.50	22.25	Bus3		6.42	11.14	29.54	141.73	1400.47	15602.11
Bus17	0.380	90.04	90.11	94.14	2.50	22.25	Bus3		19.43	19.93	27.19	23.74	268.36	4152.35
Bus_1	0.380	95.21	95.35	99.68	2.46	21.51	PANEL UTAMA		1392.45	1393.84	1476.27	4.48	17.75	24739.68
							Bus_4		1100.53	1101.52	1184.12	4.24	43.34	47958.29
							Bus_2		19.29	19.29	19.71	1.58	8.94	172.47
							Bus_3		425.78	430.22	547.75	14.49	220.54	94883.28
Bus_2	0.380	94.95	94.89	99.41	2.86	25.53	Bus_1		19.29	19.29	19.71	1.58	8.94	172.47
							Bus5		7.38	7.38	7.64	2.44	18.45	139.19
Bus_3	0.380	93.77	93.82	98.22	3.02	24.65	Bus_1		425.78	430.22	547.75	14.49	220.54	94883.28
Bus_4	0.380	91.57	91.60	95.51	2.55	21.35	Bus_1		1100.53	1101.52	1184.12	4.24	43.34	47958.29
							Bus10		317.81	317.86	323.65	1.31	5.35	1702.02
							Bus11		347.11	347.14	353.56	1.33	5.34	1855.15
							Bus12		42.59	42.59	43.35	1.31	5.69	242.19
							Bus13		117.73	122.50	181.96	28.73	337.60	41356.26
							Bus14		262.02	262.17	280.19	3.25	50.06	13122.82
							Bus8		13.61	13.61	14.06	2.17	15.42	223.35
Bus_utama	20.000	100.00	100.00	100.76	0.47	4.03	PANEL UTAMA		26.45	26.48	27.98	4.48	17.07	452.05
PANEL UTAMA	0.380	95.35	95.36	99.76	2.84	25.34	Bus_1		1392.45	1393.84	1476.27	4.48	17.75	24739.68
							Bus_utama		1392.36	1393.76	1476.18	4.48	17.75	24739.68

* Indicates THD (Total Harmonic Distortion) Exceeds the Limit

* Indicates IHD (Individual Harmonic Distortion) Exceeds the Limit

Project: Harmonic System
 Location: UUS Gwai Alit Lunajung
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE IEN MAI ANG
 File name: novva

ETA Power Station
 400C
 Study Case HA

Page: 20
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

BRANCH TABULATION

Branch ID	% Harmonic Current Contents in 1 MVA Base																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	23
	25	29	31	35	37	41	43	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
Cable1	0.05	0	0.05	4.01	0	0.78	0.01	0	0	0.13	0	0.34	0	0	0.07	0.04	0.01
Cable3	0.01	0	0.01	2.78	0	0.98	0	0	0	0.59	0	0.42	0	0	0.16	0.14	0.04
Cable7	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cable9	0.05	0	0.04	1.50	0	1.15	0.01	0	0	0.25	0	1.27	0.01	0	0.54	0.41	0.23
Cable11	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cable13	0	0	0	0.26	0	0.07	0	0	0	0.01	0	0.02	0	0	0	0	0
Cable14	0	0	0	0.25	0	0.08	0	0	0	0.01	0	0.02	0	0	0	0	0
Cable15	0	0	0	0.04	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cable16	0	0	0	1.95	0	0.82	0	0	0	0.44	0	0.40	0	0	0.23	0.20	0.04
Cable17	0	0	0	0.40	0	0.32	0	0	0	0.17	0	0.19	0	0	0.05	0.04	0.01
Cable18	0	0	0	0.02	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cable19	0	0	0	0.45	0	0.29	0	0	0	0.16	0	0.11	0	0	0.04	0.04	0.01
Cable20	0	0	0	1.23	0	0.85	0	0	0	0.49	0	0.50	0	0	0.18	0.11	0.02
T1	0	0	0	4.01	0	0.78	0	0	0	0.13	0	0.34	0	0	0	0	0

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Air Lumajang
 Contract: I
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP Power Station
 d.000
 Study Case: HA

Page: 21
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

BRANCH TABULATION

Branch	Fundamental A	% Harmonic Currents (% of Fundamental Current)																
		2 25	3 39	4 31	5 35	6 37	7 41	8 43	9 47	10 49	11 53	12 55	13 59	14 61	15 65	17 67	19 71	23 75
a1	1392.45	0.05	0	0.06	4.38	0	0.85	0.01	0	0	0.15	0	0.37	0	0	0.08	0.04	0.01
a2	1100.53	0.01	0	0.02	3.84	0	1.36	0	0	0	0.82	0	0.58	0	0	0.50	0.22	0.06
a7	19.29	0	0	0	1.52	0	0.54	0	0	0	0.08	0	0.23	0	0	0	0	0
a8	425.78	0.18	0	0.13	12.81	0	4.11	0.03	0	0	0.89	0	4.55	0.03	0	1.94	1.47	0.81
a11	7.38	0	0	0	2.30	0	0.63	0	0	0	0	0	0.55	0	0	0	0	0
able13	17.83	0.02	0	0.02	1.25	0	0.15	0	0	0	0.03	0	0.10	0	0	0.02	0.02	0.01
able14	347.11	0.02	0	0.02	1.28	0	0.36	0	0	0	0.03	0	0.10	0	0	0.02	0.02	0.01
able15	42.59	0	0	0	1.25	0	0.17	0	0	0	0.04	0	0.12	0	0	0	0	0
able16	117.73	0.02	0	0.02	25.12	0	10.61	0	0	0	5.63	0	5.30	0	0	4.20	2.59	0.51
able17	262.92	0	0	0.01	2.33	0	1.86	0	0	0	0.97	0	1.11	0	0	0.29	0.25	0.05
able18	13.51	0	0	0	1.99	0	0.78	0	0	0	0	0	0.40	0	0	0	0	0
able19	254.30	0.01	0	0.01	2.48	0	1.76	0	0	0	0.95	0	1.08	0	0	0.27	0.25	0.05
able20	160.39	0.02	0	0.03	18.09	0	12.44	0	0	0	7.22	0	7.30	0	0	2.64	1.57	0.36
T	26.45	0	0	0	4.38	0	0.85	0	0	0	0.15	0	0.37	0	0	0	0	0

Project: Harmonic System
Location: UUS Guci Alit Lumajang
Contract: 1
Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
Filename: novva

RTAP Power Station
40.5C
Study Case: HA

Page: 22
Date: 09-23-2008
SN: KLOCONSULT
Revision: Base
Config: Normal

V.IHD (Individual Harmonic Distortion) Report

Bus		Voltage Distortion		
ID	kV	Fund. %	VHD %	Order
Bus13	0.380	90.11	2.51	7
Bus14	0.380	90.24	2.58	5
Bus_1	0.380	95.21	2.86	5
Bus_3	0.380	93.77	3.02	5
Bus_4	0.380	91.57	2.55	5

(Indicates buses with IHD (Individual Harmonic Distortion) exceeding the limit)

Project: Harmonic System
Location: UUS Guci Adit Lumajang
Contract: 1
Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
Filename: novca

ETAP Power Station
4000
Study Case HA

Page: 23
Date: 09-23-2008
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config: Normal

VTHD (Total Harmonic Distortion) Report

Bus	ID	kV	Voltage Distortion	
			Fund %	THD %
Bus13		0.380	90.11	2.51
Bus14		0.380	90.24	2.58
Bus_1		0.380	95.21	2.86
Bus_3		0.380	93.77	3.02
Bus_4		0.380	91.57	2.55

Includes buses with THD (Total Harmonic Distortion) exceeding the limit.

Project: Harmonic System
 Location: UUS Guci Arit Lamajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP Power Station
 400C
 Study Case: HA

Page: 22
 Date: 09-23-2008
 S/N: KUGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

VTHD (Individual Harmonic Distortion) Report

Bus		Voltage Distortion		
ID	kV	Fund %	VTHD %	Order
Bus2	0.380	90.18	3.60	5
Bus3	0.380	90.08	3.85	5
Bus5	0.380	94.89	4.89	5
Bus8	0.380	90.37	4.06	5
Bus10	0.380	89.51	4.00	5
Bus11	0.380	90.33	4.02	5
Bus12	0.380	90.90	4.08	5
Bus13	0.380	90.11	3.85	7
Bus14	0.380	90.24	3.61	7
Bus16	0.380	89.51	4.00	5
Bus18	0.380	90.33	4.02	5
Bus19	0.380	90.90	4.08	5
Bus20	0.380	90.11	3.85	5
Bus21	0.380	90.24	3.61	5
Bus29	0.380	90.18	3.60	5
Bus30	0.380	90.18	3.60	5
Bus31	0.380	90.18	3.60	5
Bus32	0.380	90.18	3.60	5
Bus33	0.380	90.18	3.60	5
Bus34	0.380	90.08	3.85	5
Bus35	0.380	90.08	3.85	5
Bus36	0.380	90.08	3.85	5
Bus37	0.380	90.08	3.85	5
Bus_1	0.380	95.20	4.89	11
Bus_2	0.380	94.95	4.89	5
Bus_3	0.380	93.77	5.41	11
Bus_4	0.380	91.57	4.06	7
PANEL UTAMA	0.380	95.32	4.86	5

Indicates buses with THD (Total Harmonic Distortion) exceeding the limit

Project: Harmonic System
Location: UUS Guci Alir Lumajang
Contract: 1
Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
Filename: novva

EIAP Power Station
4000
Study Case: IIA

Page: 23
Date: 09-23-2008
SN: KLGCONSULT
Revision: Base
Config: Normal

VTDD (Total Harmonic Distortion) Report

Bus		Voltage Distortion	
ID	kV	Fund. %	THD %
Bus13	0.380	90.11	3.93
Bus14	0.380	90.24	3.61
Bus_1	0.380	95.20	4.89
Bus_3	0.380	93.77	5.41
Bus_4	0.380	91.57	4.06

Indicates buses with THD (Total Harmonic Distortion) exceeding the limit

Project: Harmonic System
 Location: UTUS Guci Aft Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Filename: novva

ETAP PowerStation
 4000
 Study Case: IIA

Page: 22
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config: Normal

VTHD (Individual Harmonic Distortion) Report

Bus		Voltage Distortion		
ID	kV	Fund. %	VTHD %	Order
Bus2	0.380	90.29	10.42	5
Bus3	0.380	90.20	11.00	5
Bus5	0.380	94.95	10.65	5
Bus8	0.380	90.48	10.38	5
Bus10	0.380	89.60	10.25	5
Bus11	0.380	90.45	10.28	5
Bus12	0.380	91.02	10.44	5
Bus13	0.380	90.23	11.00	5
Bus14	0.380	90.36	10.42	5
Bus16	0.380	89.63	10.25	5
Bus18	0.380	90.45	10.28	5
Bus19	0.380	91.02	10.44	5
Bus20	0.380	90.25	11.00	5
Bus21	0.380	90.56	10.42	5
Bus29	0.380	90.29	10.42	5
Bus30	0.380	90.29	10.42	5
Bus31	0.380	90.29	10.42	5
Bus32	0.380	90.29	10.42	5
Bus33	0.380	90.29	10.42	5
Bus34	0.380	90.20	11.00	5
Bus35	0.380	90.20	11.00	5
Bus36	0.380	90.20	11.00	5
Bus37	0.380	90.20	11.00	5
Bus_1	0.380	95.31	10.65	5
Bus_2	0.380	95.05	10.65	5
Bus_3	0.380	93.87	11.05	5
Bus_4	0.380	91.68	10.40	5
Bus_utama	20.000	100.00	1.77	5
PANEL UTAMA	0.380	95.42	10.57	5

Ind values basic with THD (Total Harmonic Distortion) exceeding the limit

Project: Harmonic System
 Location: UUS Gucl Aht Lumajang
 Contract: 1
 Engineer: LAB SSTE ITN MALANG
 Efilename: novva

ETAP PowerStation
 4.0.0C
 Study Case: HA

Page: 23
 Date: 09-23-2008
 SN: KLGCONSULT
 Revision: Base
 Config.: Normal

VTHD (Total Harmonic Distortion) Report

Bus	ID	kV	Voltage Distortion	
			Fund. %	TTHD %
Bus7		0.380	90.29	10.43
Bus2		0.380	90.20	11.00
Bus5		0.380	94.99	10.65
Bus8		0.380	90.44	10.38
Bus10		0.380	89.63	10.25
Bus11		0.380	90.45	10.28
Bus12		0.380	91.02	10.44
Bus13		0.380	90.23	11.00
Bus14		0.380	90.36	10.42
Bus16		0.380	89.63	10.25
Bus18		0.380	90.45	10.28
Bus19		0.380	91.02	10.44
Bus20		0.380	90.23	11.00
Bus21		0.380	90.36	10.42
Bus29		0.380	90.29	10.42
Bus30		0.380	90.29	10.42
Bus31		0.380	90.29	10.42
Bus32		0.380	90.29	10.42
Bus33		0.380	90.29	10.42
Bus34		0.380	90.20	11.00
Bus35		0.380	90.20	11.00
Bus36		0.380	90.20	11.00
Bus37		0.380	90.20	11.00
Bus_1		0.380	95.31	10.65
Bus_2		0.380	95.05	10.65
Bus_3		0.380	93.87	11.00
Bus_4		0.380	91.68	10.40
PANEL UTAMA		0.380	95.42	10.57

Indicates buses with THD (Total Harmonic Distortion) exceeding the limit

ALHAMDULILLAH.....AKHIRNYA SELESAI JUGA KULIAH KU DI
**ITN....BANYAK SEKALI ILMU YANG KUDAPAT DARI ITN....BEGITUPUN
TEMAN-TEMAN YANG SUNGGUH MENGASYIKKAN....BANYAK SUKA DUKA
YANG TERUKIR DALAM MASA-MASA KULIAH DI ITN.....WUIH...CUKUP
LEGA JUGA AKHIRNYA DAPAT LULUS
SETELAH MENEMPUH KURANG LEBIH 5
TAHUN UNTUK MENIMBA ILMU DI ITN....**

Saya bersyukur telah di beri rahmat oleh
Allah SWT dan junjungan
Nabi Muhammad SAW yang telah
memberikan hidayahnya.....



Saya berterima kasih kepada kedua orang tua ku yang
telah bersusah payah memberi dukungan moril dan materil
yang tak terhingga, juga kedua adikku Febby dan Wahyu
yang telah memberi semangat....
Bapak, Emak, Mbak Suci, Mas Fauzi di Merauke sana
Terima kasih banyak ya.....

Saya berterima kasih kepada nenek serta paman dan bibi aku yang telah
mendukung dari segala sisi dan keponakan2ku
yang tercinta.....



*Buat Yanti....thanks ya...Kamu memberiku
semangat, dukungan, serta memberiku
invisible power (you are my inspire) yang
cukup dasyat....*

**Saya ucapkan terima kasih pada Bapak
Ir.H.Taufik Hidayat, MT dan Bapak
Ir.Teguh Herbasuki, MT yang telah membimbing skripsi saya
sampai tuntas....**

Tak lupa saya juga ucapkan terima kasih kepada
Bapak Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT yang telah memberikan
ilmu yang sangat bermanfaat buat saya dan pengalaman yang tak
ternilai

Serta saya ucapkan terima kasih kepada
Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT yang telah memberi ilmu
dan semangat buat segera selesaikan skripsi saya....

Serta seluruh *dosen -dosen* ITN yang tidak dapat saya sebut satu persatu.....



Pak Rahmadi, ST.....MT nya nyusul ya sebentar lagi.....wah saya sangat berterima kasih meskipun di marahi atau pun di kaitain model apapun saya sangat berterimakasih pada bapak Doktor yang satu ini.....
is many thing was i get from him....

Buat temen ku Boim (Hendra Edi W,ST) thanks banyak printernya ya.....dan juga sharing2 ilmunya.....

Temen seperjuangan mister Pay, Henry, ...*Finally* kita lulus Bro.....

Teman2 Lab. Kendali Sigit, Andias (ayo buruan lulus), Kuwat, Bagus, Nurul, Indri, Rendy, Eko, Purwanto, Guruh, Heri, Dicky.....serta semua temen2 lab yang sudah lulus thanks ya supportnya...



Teman2 satu *angkatan 2003* Sinyo, Inul, Parta, Rico, Septian, Arik, Andik, Fajri dan yang lainnya yang tidak dapat aku sebutkan satu persatu.....cepatan Kerulusnya... thanks buat Fajar atas *data2nya*....

*Don't ever giveup until you reach
your dream
Always be Pray to the God and keep
spirit to face the world*

La couleur de mon âme

