

**ANALISIS REDUKSI TEGANGAN HARMONISA AKIBAT  
PEMASANGAN KAPASITOR BANK DENGAN PERANCANGAN  
SINGLE TUNED FILTER DI PT. PLN (PERSERO) APJ MALANG  
PENYULANG TUMPANG DENGAN MENGGUNAKAN  
SOFTWARE ETAP**

**SKRIPSI**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**



**MILIK  
PERPUSTAKAAN  
ITN MALANG**

**Disusun oleh :**

**RIO YAWAN  
NIM : 08. 12. 022**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2015**

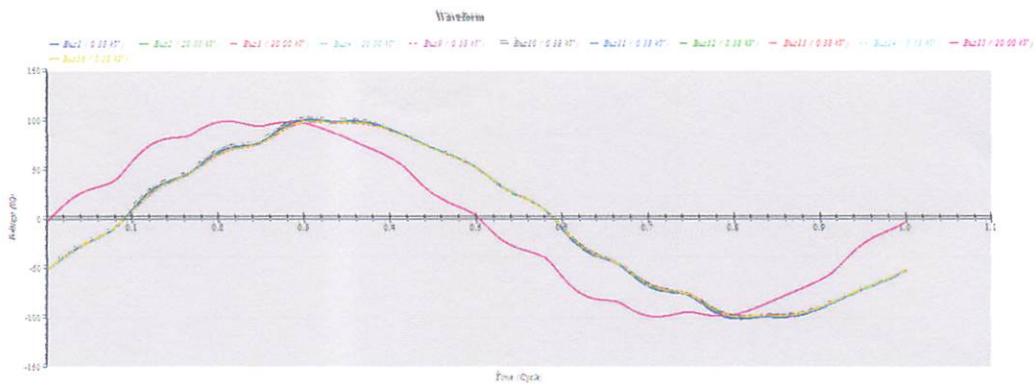
THE NATIONAL LABOR RELATIONS BOARD  
OFFICE OF GENERAL INVESTIGATION  
WASHINGTON, D. C. 20540  
MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR  
DATE: 10/15/64

MEMORANDUM

TO: DIRECTOR

FROM: SAC, NEW YORK  
SUBJECT: [REDACTED]

RE: [REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]



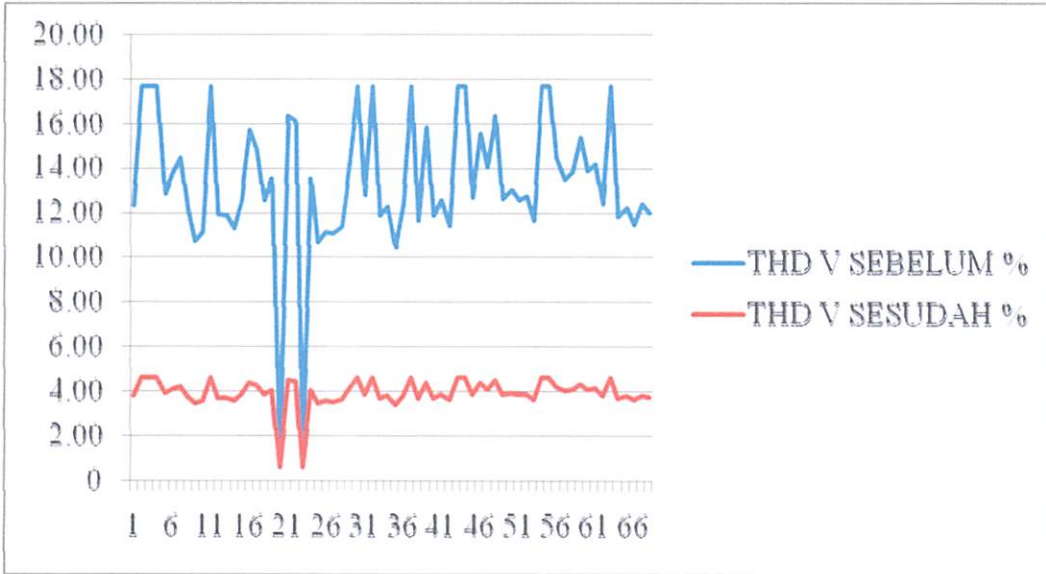
Grafik 4.4. Perbandingan bentuk gelombang tegangan setelah pemasangan filter harmonisa

Tabel 4.1. hasil analisa THDV% sebelum dan sesudah pemasangan filter harmonisa

BUS	THDV SEBELUM	THDV SESUDAH
ID	%	%
1	12.38	3.84
2	17.68	4.65
3	17.68	4.65
4	17.68	4.65
5	12.89	3.94
6	13.78	4.11
7	14.48	4.23
8	12.21	3.81
9	10.74	3.50
10	11.15	3.59
11	17.68	4.65
12	11.95	3.75
13	11.87	3.74
14	11.34	3.63
15	12.56	3.88
16	15.73	4.43
17	14.83	4.29
18	12.56	3.87
19	13.55	4.06
20	1.24	0.60
21	16.37	4.52

22	16.13	4.49
23	1.31	0.63
24	13.58	4.07
25	10.69	3.49
26	11.14	3.59
27	11.07	3.57
28	11.40	3.64
29	14.22	4.19
30	17.68	4.65
31	12.80	3.92
32	17.68	4.65
33	11.87	3.74
34	12.27	3.82
35	10.46	3.44
36	12.42	3.85
37	17.68	4.65
38	11.69	3.70
39	15.85	4.45
40	11.91	3.74
41	12.61	3.88
42	11.44	3.65
43	17.68	4.65
44	17.68	4.65
45	12.72	3.90
46	15.56	4.40
47	14.05	4.15
48	16.38	4.52
49	12.66	3.90
50	13.07	3.97
51	12.57	3.88
52	12.76	3.91
53	11.65	3.69
54	17.68	4.65
55	17.68	4.65
56	14.45	4.23
57	13.47	4.05
58	13.84	4.12
59	15.41	4.38
60	13.91	4.13
61	14.20	4.18
62	12.40	3.84

63	17.68	4.65
64	11.85	3.73
65	12.25	3.81
66	11.50	3.66
67	12.39	3.84
68	12.02	3.77



Grafik 4.5. Perbandingan harmonisa tegangan sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor dan *filter passive* terhadap bus

Tabel 4.2. hasil analisa THDI% sebelum dan sesudah pemsangan filter harmonisa

ID BUS		THDI SEBELUM	THDI SESUDAH
		%	%
Bus1	Bus3	11.56	3.59
Bus2	Bus4	6.85	2.20
Bus3	Bus12	11.47	3.58
	Bus13	9.90	3.23
	Bus14	10.75	3.46
	Bus1	11.56	3.59
	Bus9	11.71	3.58
	Bus10	12.43	3.71
	Bus52	11.70	3.59

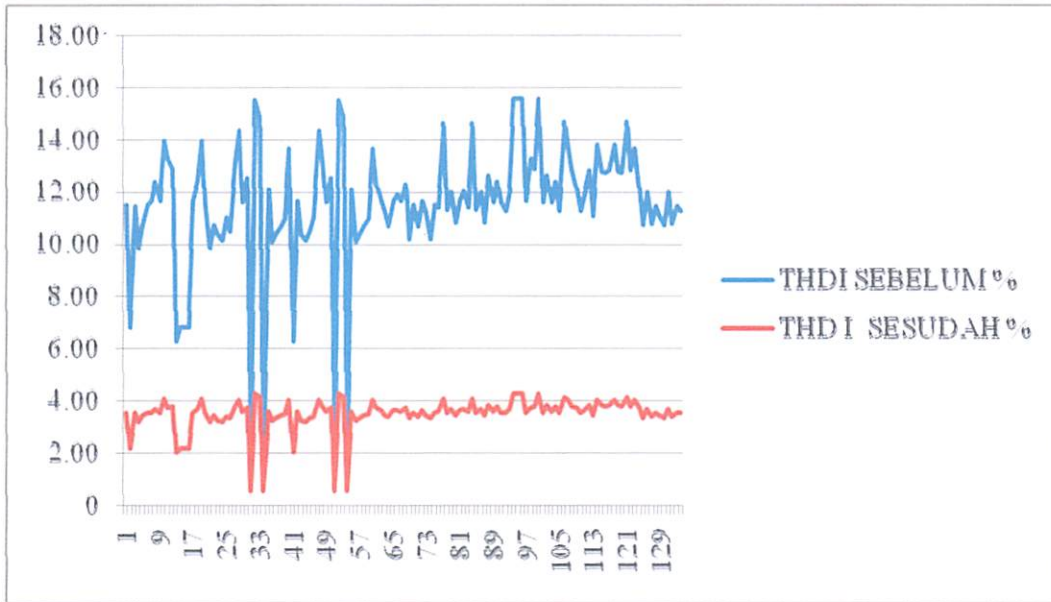
	Bus11	13.98	4.09
	Bus53	13.32	3.78
	Bus55	12.90	3.82
	Bus15	6.29	2.03
	Bus4	6.85	2.20
Bus4	Bus2	6.85	2.20
	Bus3	6.85	2.20
Bus9	Bus3	11.71	3.58
Bus10	Bus3	12.43	3.71
Bus11	Bus3	13.98	4.09
Bus12	Bus3	11.47	3.58
Bus13	Bus3	9.90	3.23
Bus14	Bus3	10.75	3.46
Bus15	Bus16	10.41	3.28
	Bus17	10.16	3.20
	Bus19	11.05	3.41
	Bus18	10.50	3.36
	Bus21	13.22	3.83
	Bus20	14.36	4.05
	Bus22	11.65	3.60
	Bus23	12.58	3.78
	Bus25	1.21	0.58
	Bus27	15.55	4.29
	Bus28	14.92	4.15
	Bus29	1.21	0.58
	Bus30	12.11	3.63
	Bus31	10.10	3.30
	Bus32	10.44	3.36
	Bus33	10.71	3.46
	Bus34	11.01	3.52
	Bus35	13.71	4.04
	Bus3	6.29	2.03
	Bus36	11.70	3.63
Bus16	Bus15	10.41	3.28
Bus17	Bus15	10.16	3.20
Bus18	Bus15	10.50	3.36
Bus19	Bus15	11.05	3.41
Bus20	Bus15	14.36	4.05
Bus21	Bus15	13.22	3.83
Bus22	Bus15	11.65	3.60
Bus23	Bus15	12.58	3.78

Bus25	Bus15	1.21	0.58
Bus27	Bus15	15.55	4.29
Bus28	Bus15	14.92	4.15
Bus29	Bus15	1.21	0.58
Bus30	Bus15	12.11	3.63
Bus31	Bus15	10.10	3.30
Bus32	Bus15	10.44	3.36
Bus33	Bus15	10.71	3.46
Bus34	Bus15	11.01	3.52
Bus35	Bus15	13.71	4.04
Bus36	Bus38	12.33	3.78
	Bus40	11.68	3.68
	Bus41	11.22	3.50
	Bus39	10.71	3.44
	Bus44	11.71	3.64
	Bus62	11.94	3.67
	Bus15	11.70	3.63
Bus38	Bus36	12.33	3.78
Bus39	Bus42	10.20	3.36
	Bus43	11.52	3.57
	Bus36	10.71	3.44
Bus40	Bus36	11.68	3.68
Bus41	Bus36	11.22	3.50
Bus42	Bus39	10.20	3.36
Bus43	Bus39	11.52	3.57
Bus44	Bus45	11.45	3.63
	Bus46	14.66	4.12
	Bus47	11.36	3.58
	Bus48	12.03	3.71
	Bus49	10.85	3.46
	Bus36	11.71	3.64
	Bus50	12.06	3.71
Bus45	Bus44	11.45	3.63
Bus46	Bus44	14.66	4.12
Bus47	Bus44	11.36	3.58
Bus48	Bus44	12.03	3.71
Bus49	Bus44	10.85	3.46
Bus50	Bus58	12.64	3.84
	Bus59	11.65	3.60
	Bus60	12.41	3.81
	Bus57	11.63	3.58

	Bus61	11.30	3.58
	Bus44	12.06	3.71
	Bus51	15.60	4.31
Bus51	Bus56	15.60	4.31
	Bus50	15.60	4.31
Bus52	Bus3	11.70	3.59
Bus53	Bus3	13.32	3.78
Bus55	Bus3	12.90	3.82
Bus56	Bus51	15.60	4.31
Bus57	Bus50	11.63	3.58
Bus58	Bus50	12.64	3.84
Bus59	Bus50	11.65	3.60
Bus60	Bus50	12.41	3.81
Bus61	Bus50	11.30	3.58
Bus62	Bus67	14.70	4.18
	Bus70	13.70	4.04
	Bus69	12.87	3.82
	Bus71	12.13	3.76
	Bus77	11.31	3.55
	Bus36	11.94	3.67
	Bus63	12.87	3.85
	Bus72	11.09	3.50
Bus63	Bus64	13.83	4.05
	Bus65	12.81	3.85
	Bus66	12.77	3.80
	Bus62	12.87	3.85
Bus64	Bus63	13.83	4.05
Bus65	Bus63	12.81	3.85
Bus66	Bus63	12.77	3.80
Bus67	Bus62	14.70	4.18
Bus69	Bus62	12.87	3.82
Bus70	Bus62	13.70	4.04
Bus71	Bus62	12.13	3.76
Bus72	Bus73	10.77	3.40
	Bus74	12.01	3.74
	Bus75	10.82	3.45
	Bus76	11.51	3.57
	Bus62	11.09	3.50
Bus73	Bus72	10.77	3.40
Bus74	Bus72	12.01	3.74
Bus75	Bus72	10.82	3.45



Bus76	Bus72	11.51	3.57
Bus77	Bus62	11.31	3.55



Grafik 4.6. perbandingan harmonisa arus sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor dan *filter passive* terhadap bus

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil analisa sebelum dan sesudah pemasangan filter harmonisa dan kapasitor dapat menggunakan perangkat lunak ETAP Power Station mempunyai beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sebelum pemasangan kapasitor pada Penyulang Tumpang di BUS 33 tegangan menurun hingga 0,93pu sedangkan setelah pemasangan kapasitor tegangan mengalami peningkatan hingga 0,98pu.
2. Sebelum pemasangan filter harmonisa pada Penyulang Tumpang semua Bus mengalami kandungan harmonisa tegangan dan arus, THDV% sebesar 13.43% sedangkan THDI% sebesar 11.38%.
3. Sesudah pemasangan filter harmonisa pada Penyulang Tumpang semua Bus mengalami penurunan kandungan harmonisa tegangan dan arus sebesar THDV% sebesar 3.96% sedangkan THDI sebesar 3.48%.

## **5.2. Saran**

Penentuan letak kapasitor dan filter harmonisa pada software ETAP Power Station perlu dikembangkan dan diaplikasikan dalam menganalisis saluran yang sudah ada serta menjadi koreksi dari data-data yang tersedia. Agar kondisi tegangan pada Penyulang Tumpang tetap diatasi 0.95pu sampai maksimum 1.05pu dan harmonisanya tidak melebihi 5% Agar tidak merugikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Negara, I Made Yulistya. 1994. Analisa faktor daya dalam kaitannya dengan penghematan Energi Listrik, Perbaikan Tegangan, Harmonisa, dan Resonansi, serta *Transient* pada Pabrik II PT *Petrokimia Gresik*. Surabaya. JTE-FTI ITS
- [2]. Nelson, John P. 2004. *A Better Understanding of Harmonic Distortion in the Petrochemical Industri*. IEEE *Transactions on Industri Applications*, Vol 40 No. 1
- [3]. Arrilaga, Jos and Watson, Neville. *Power System Harmonics*. Chicester: John Walley and Sons, 2003.
- [4]. D. William, and Jr. Stevenson. 1990. “ *Analisa Sistem Tenaga Listrik* “, Jakarta, Erlangga.
- [5]. ETAP. 7.0.0. User Guide
- [6]. Hasyim, Ari. “ Perbaikan Tegangan Untuk Konsumen “, *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Emitor*, Vol.3, N02.
- [7]. Cahyono, Eko dan Adi Soeprijanto. 2008. Analisis Perbaikan Faktor Daya dan Pengaruh Harmonisa Unit 1 PT *Eka Timur Raya*. Surabaya. JTE- FTI ITS
- [8]. Barros, Julio. *Analysis of Second Order Harmonic Voltage in Power Systems*. IEEE *Transactions on Industri Aplications*. Vol 13, Nov 2007
- [9]. Tanjung, Abrar. 2012. “ *Analisis Sistem Distribusi 20 kV Untuk Memperbaiki Kinerja dan Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Electrical Transient Analisis Program*”, Pekanbaru, Universitas Lancang Kuning.

# LAMPIRAN



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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

---

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : **Rio Yawan**  
Nim : **08.12.022**  
Jurusan : **Teknik Elektro**  
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik S-1**  
Masa Bimbingan : **Semester Genap 2014-2015**  
Judul : **ANALISIS REDUKSI TEGANGAN HARMONISA AKIBAT  
PEMASANGAN KAPASITOR BANK DENGAN  
PERANCANGAN SINGLE TUNED FILTER DI PT. PLN  
(PERSERO) APJ MALANG PENYULANG TUMPANG  
DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP**

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Kamis  
Tanggal : 27 Agustus 2015  
Dengan Nilai : 73,4 (B+)

**Panitia Ujian Skripsi :**

**Ketua Majelis Penguji**

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

**Sekretaris Majelis Penguji**

**Dr. Eng. I Komang Somawirata ST, MT**  
NIP.Y.1030100361

**Anggota Penguji :**

**Dosen Penguji I**

**Ir. Teguh Herbasuki, MT**  
NIP.Y. 1038900209

**Dosen Penguji II**

**Ir. Eko Nurcahyo, MT**  
NIP. Y.1028700172



## FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Energi Listrik, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **Rio Yawan**  
Nim : **08.12.022**  
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**  
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**  
Masa Bimbingan : **Semester Genap 2014-2015**  
Judul Skripsi : **ANALISIS REDUKSI TEGANGAN HARMONISA AKIBAT PEMASANGAN KAPASITOR BANK DENGAN PERANCANGAN SINGLE TUNED FILTER DI PT. PLN (PERSERO) APJ MALANG PENYULANG TUMPANG DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP**

No	Penguji	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Penguji I	27 Agustus 2015	1. Tabel Data 2. Tujuan 3. Kesimpulan 4. FlowChart	
2	Penguji II	27 Agustus 2015	1. Sesuaikan Judul Skripsi 2. Tujuan 3. Isi Skripsi	

Disetujui:

Penguji I

**Ir. Teguh Herbasuki, MT**  
NIP.Y. 1038900209

Penguji II

**Ir. Eko Nurcahyo, MT**  
NIP. Y.1028700172

Mengetahui:

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

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



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UNIVERSITAS DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

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

NI (PERSERO) MALANG  
PUSAT NIAGA MALANG

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

Nomor Surat : ITN-212/EL-FTI/2015  
Lampiran : -  
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Tanggal, 28 Mei 2015

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Ir. Taufik Hidayat, MT**  
Dosen Teknik Elektro S-1  
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **RIO YAWAN**  
Nim : **0812022**  
Fakultas : **Teknologi Industri**  
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**  
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

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

**“Semester Genap Tahun Akademik Genap 2014 - 2015”**

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



Mengetahui

Dekan Program Studi Teknik Elektro S-1

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





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

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

ITN (PERSERO) MALANG  
PUSAT NIAGA MALANG

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

Nomor Surat : ITN-212/EL-FTI/2015  
Lampiran : -  
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Tanggal, 28 Mei 2015

Kepada : Yth. Bapak/Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT  
Dosen Teknik Elektro S-1  
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : RIO YAWAN  
Nim : 0812022  
Fakultas : Teknologi Industri  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

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

“ Semester Genap Tahun Akademik Genap 2014 - 2015 “

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



Mengetahui  
Kepala Program Studi Teknik Elektro S-1

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



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1**  
**FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Tlpn. (0341) 417636 Malang

**Formulir Bimbingan Skripsi**

Nama : **Rio Yawan**  
Nim : **08.12.022**  
Masa Bimbingan : **Semester Genap 2014 – 2015**  
Judul : **ANALISIS REDUKSI TEGANGAN HARMONISA AKIBAT PEMASANGAN KAPASITOR BANK DENGAN PERANCANGAN SINGLE TUNED FILTER DI PT. PLN (PERSERO) APJ MALANG PENYULANG TUMPANG DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP**

Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
30-5-2015	Konsultasi Latar belakang dan tujuan	
4-6-2015	Konsultasi bab II	
11-6-2015	Konsultasi bab III tentang pemasangan kapasitor dan filter yang tepat pada penyulang Tumpang	
18-6-2015	Konsultasi Hasil pengujian	
30-6-2015	Konsultasi bab IV	
6-7-2015	Konsultasi kesimpulan	
8-7-2015	ACC Seminar hasil	

Malang, 2015  
Dosen Pembimbing

**Ir. Taufik Hidayat, MT**  
NIP.Y. 10187000151



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1**  
**FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Tlpn. (0341) 417636 Malang

**Formulir Bimbingan Skripsi**

Nama : **Rio Yawan**  
Nim : **08.12.022**  
Masa Bimbingan : **Semester Genap 2014 – 2015**  
Judul : **ANALISIS REDUKSI TEGANGAN HARMONISA AKIBAT PEMASANGAN KAPASITOR BANK DENGAN PERANCANGAN SINGLE TUNED FILTER DI PT. PLN (PERSERO) APJ MALANG PENYULANG TUMPANG DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP**

Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
30-5-2015	Konsultasi standart penulisan skripsi, Latar belakang dan tujuan	
3-6-2015	Konsultasi BAB II	
10-6-2015	Konsultasi BAB III	
17-6-2015	Konsultasi Hasil pengujian	
24-6-2015	Konsultasi BAB IV	
1-7-2015	Konsultasi Kesimpulan	
8-7-2015	ACC Seminar Hasil	

Malang, 2015  
Dosen Pembimbing

**Ir. Ni Putri Agustini, MT**  
**NIP.P. 1030100371**



## PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : RIO YAWAN  
 NIM : 0812022  
 Semester : 8 (DELAPAN)  
 Fakultas : Teknologi Industri  
 Jurusan : Teknik Elektro S-I  
 Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK  
TEKNIK ELEKTRONIKA  
TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA  
TEKNIK KOMPUTER  
TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Alamat : Jl. PERUSAHAAN KARANGLO, DESA LOSAWI RT 1 RW 8

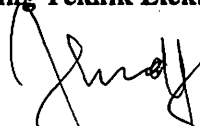
Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI tingkat Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan- persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:

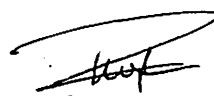
1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....✓.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja (.....✓.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB)sesuai konsentrasinya (.....✓.....)
4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E (.....✓.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

telah diteliti kebenarannya data tersebut diatas  
 Recording Teknik Elektro S-I

  
 (.....Puro Handayani.....)

Malang,.....2014  
 Pemohon

  
 (.....RIO YAWAN.....)

Ke

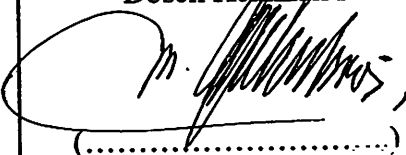
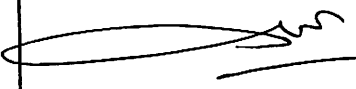

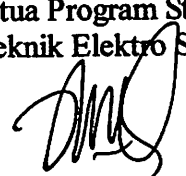
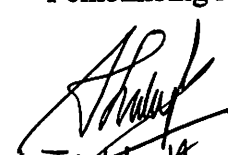
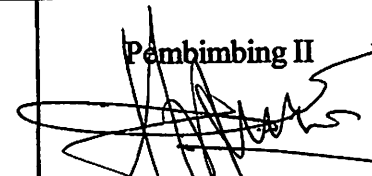
perse

Bagi

Cara



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

1.	Nim	: 0812022		
2.	Nama	: RIO YAWAN		
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Energi Listrik		
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat	
	1 Nopember 2014	09:00	III.1.1	
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	ANALISA REDUKSI TEGANGAN HARMONISA ORDE GENAP AKIBAT PEMASANGAN KAPASITOR BANK DI PT. PLN (PERSERO) MIMIKA PAPUA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP		
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
7.	Catatan :			
8.	Catatan :			
	Persetujuan judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III	
	 (.....)	 (.....)	 (.....)	
	Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
 <b>M. Ibrahim Ashari ,ST, MT</b> NIP. P 1030100358	Pembimbing I	Pembimbing II		
 (.....)	 (.....)			

## BERITA ACARA SEMINAR PROGRESS SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1

ONSENTRASI	T. ENERGI LISTRIK
------------	-------------------

1.	Nama Mahasiswa	RIO YAWAN	NIM	812022
----	----------------	-----------	-----	--------

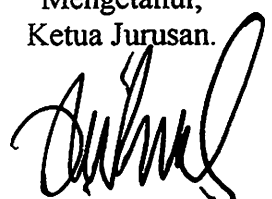

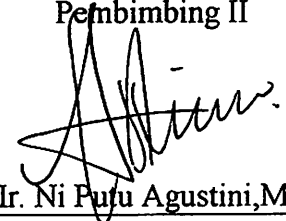
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang
	Pelaksanaan	9 Desember 2014		

3.	Judul Skripsi	ANALISA REDUKSI TEGANGAN HARMONISA ORDE GENAP AKIBAT PEMASANGAN KAPASITOR BANK DI PT. PLN (PERSERO) MIMIKA PAPUA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP
----	---------------	---

4.	Perubahan Judul	ANALISA REDUKSI TEGANGAN HARMONISA ORDE GENAP AKIBAT PEMASANGAN KAPASITOR BANK DI PT. PLN (PERSERO) API MALANG PENYULUHAN TUMBUH DENGAN MENGGUNAKAN SOFT ETAP.
----	-----------------	--

Catatan :

Mohon di pahami maksud TEGANGAN ORDE GENAP dan konsultasikan - konsultasi ke Dosen Pembimbing

Mengetahui, Ketua Jurusan.  M. Ibrahim Ashari, ST, MT	Disetujui, Dosen Pembimbing	
	Pembimbing I  Ir. Taufik Hidayat, MT	Pembimbing II  Ir. Ni Pulu Agustini, MT

LOAD FLOW REPORT

Bus ID	kV % Mag.	Voltage		Generation		Load		Load Flow			
		Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar		
Bus1		0,380	98,069	-0,8	0	0	0,054	0,021	Bus3		
Bus2		20,000	100,000	0,0	4,939	3,700	0	0	Bus4		
Bus3		20,000	99,990	0,0	0	0	0	0	Bus12		
									Bus13	0,139	0,063
									Bus14	0,078	0,023
									Bus1	0,054	0,022
									Bus9	0,011	0,005
									Bus10	0,083	0,041
									Bus52	0,115	0,053
									Bus11	0,025	0,007
									Bus53	0,022	0,014
									Bus55	0,012	0,006
									Bus15	4,341	3,444
									Bus4	-4,938	-3,699
Bus4		20,000	99,990	0,0	0	0	0	0	Bus2		
									Bus3	4,938	3,699
Bus9		0,380	98,249	-0,6	0	0	0,011	0,005	Bus3		
Bus10		0,380	98,717	-0,4	0	0	0,082	0,040	Bus3		
Bus11		0,380	99,220	-0,4	0	0	0,024	0,007	Bus3		
Bus12		0,380	97,999	-0,8	0	0	0,056	0,021	Bus3		
Bus13		0,380	96,774	-1,2	0	0	0,136	0,058	Bus3		
Bus14		0,380	97,509	-1,2	0	0	0,076	0,021	Bus3		
Bus15		20,000	99,990	0,0	0	0	0	0	Bus16		
									Bus17	0,063	0,040
									Bus19	0,082	0,046
									Bus18	0,074	0,032
									Bus21	0,021	0,011
									Bus20	0,012	0,005
									Bus22	0,051	0,022
									Bus23	0,027	0,011
									Bus25	0,351	0,491
									Bus27	0,011	0,004
									Bus28	0,018	0,007
									Bus29	1,385	1,975
									Bus30	0,036	0,019

Bus ID	Voltage		Generation		Load		Load Flow		
	kV % Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar
							Bus32	0,156	0,062
							Bus33	0,159	0,046
							Bus34	0,073	0,021
							Bus35	0,014	0,004
							Bus3	-4,341	-3,444
							Bus36	1,620	0,557
Bus16		0,380	97,415	-0,7	0	0	0,097	0,055	Bus15
Bus17		0,380	97,265	-0,7	0	0	0,062	0,038	Bus15
Bus18		0,380	97,304	-1,0	0	0	0,072	0,030	Bus15
Bus19		0,380	97,908	-0,6	0	0	0,081	0,044	Bus15
Bus20		0,380	99,539	-0,2	0	0	0,012	0,005	Bus15
Bus21		0,380	99,177	-0,3	0	0	0,021	0,011	Bus15
Bus22		0,380	98,144	-0,7	0	0	0,051	0,021	Bus15
Bus23		0,380	98,690	-0,5	0	0	0,027	0,011	Bus15
Bus25		0,380	4,663	-41,4	0	0	0,027	0,006	Bus15
Bus27		0,380	99,753	-0,1	0	0	0,011	0,004	Bus15
Bus28		0,380	99,670	-0,1	0	0	0,018	0,007	Bus15
Bus29		0,380	4,198	-33,1	0	0	0,094	0,038	Bus15
Bus30		0,380	98,575	-0,5	0	0	0,035	0,018	Bus15
Bus31		0,380	96,955	-1,3	0	0	0,086	0,030	Bus15
Bus32		0,380	97,239	-1,1	0	0	0,153	0,058	Bus15
Bus33		0,380	97,483	-1,3	0	0	0,156	0,041	Bus15
Bus34		0,380	97,691	-1,1	0	0	0,071	0,019	Bus15
Bus35		0,380	99,119	-0,4	0	0	0,014	0,004	Bus15
Bus36		20,000	99,990	0,0	0	0	0	0	Bus38
							Bus40	0,063	0,013
							Bus41	0,090	0,041
							Bus39	0,147	0,047
							Bus44	0,645	0,206
							Bus62	0,651	0,243
							Bus15	-1,620	-0,557
Bus38		0,380	98,487	-0,7	0	0	0,023	0,007	Bus36
Bus39		20,000	99,990	0,0	0	0	0	0	Bus42
							Bus43	0,054	0,023
							Bus36	-0,147	-0,047
Bus40		0,380	98,177	-1,1	0	0	0,062	0,011	Bus36
Bus41		0,380	97,892	-0,8	0	0	0,088	0,039	Bus36
Bus42		0,380	97,134	-1,5	0	0	0,092	0,021	Bus39
Bus43		0,380	98,061	-0,8	0	0	0,053	0,021	Bus39



Bus	Voltage		Generation		Load		Load Flow			
	ID	kV % Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar
Bus44		20,000	99,990	0,0	0	0	0	0 Bus45		
								Bus46	0,018	0,007
								Bus47	0,100	0,033
								Bus48	0,101	0,033
								Bus49	0,115	0,041
								Bus36	-0,645	-0,206
								Bus50	0,204	0,067
Bus45		0,380	98,021	-1,1	0	0	0,105	0,022 Bus44		
Bus46		0,380	99,590	-0,2	0	0	0,018	0,007 Bus44		
Bus47		0,380	97,917	-1,0	0	0	0,099	0,031 Bus44		
Bus48		38,000	98,327	-0,8	0	0	0,100	0,031 Bus44		
Bus49		0,380	97,562	-1,1	0	0	0,113	0,038 Bus44		
Bus50		20,000	99,990	0,0	0	0	0	0 Bus58		
								Bus59	0,051	0,022
								Bus60	0,048	0,012
								Bus57	0,025	0,011
								Bus61	0,034	0,009
								Bus44	-0,204	-0,067
								Bus51	0,004	0,001
Bus51		20,000	99,990	0,0	0	0	0	0 Bus56		
								Bus50	-0,004	-0,001
Bus52		0,380	97,696	-1,5	0	0	0,114	0,049 Bus3		
Bus53		0,380	99,154	-0,4	0	0	0,022	0,013 Bus3		
Bus55		0,380	98,669	-0,7	0	0	0,012	0,005 Bus3		
Bus56		0,380	99,757	-0,1	0	0	0,004	0,001 Bus51		
Bus57		0,380	98,160	-0,7	0	0	0,024	0,011 Bus50		
Bus58		0,380	98,641	-0,7	0	0	0,043	0,011 Bus50		
Bus59		0,380	98,150	-0,7	0	0	0,050	0,021 Bus50		
Bus60		0,380	98,530	-0,8	0	0	0,047	0,011 Bus50		
Bus61		0,380	97,897	-1,1	0	0	0,033	0,008 Bus50		
Bus62		20,000	99,990	0,0	0	0	0	0 Bus67		
								Bus70	0,028	0,008
								Bus69	0,099	0,042
								Bus71	0,054	0,012
								Bus77	0,030	0,012
								Bus36	-0,651	-0,243
								Bus63	0,092	0,033
								Bus72	0,324	0,128
Bus63		20,000	99,990	0,0	0	0	0	0 Bus64		

Bus	Voltage		Generation		Load		Load Flow			
	ID	kV % Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar
								Bus65	0,060	0,020
								Bus66	0,026	0,011
								Bus62	-0,092	-0,033
Bus64		0,380		99,181	-0,4	0	0	0,006	0,002	Bus63
Bus65		0,380		98,745	-0,6	0	0	0,059	0,019	Bus63
Bus66		0,380		98,812	-0,4	0	0	0,026	0,011	Bus63
Bus67		0,380		99,500	-0,2	0	0	0,024	0,008	Bus62
Bus69		0,380		98,851	-0,4	0	0	0,098	0,041	Bus62
Bus70		0,380		99,114	-0,4	0	0	0,028	0,008	Bus62
Bus71		0,380		98,395	-0,9	0	0	0,053	0,011	Bus62
Bus72		20,000		99,990	0,0	0	0	0	0	Bus73
								Bus74	0,056	0,012
								Bus75	0,113	0,043
								Bus76	0,027	0,011
								Bus62	-0,324	-0,128
Bus73		0,380		97,567	-0,9	0	0	0,125	0,058	Bus72
Bus74		0,380		98,335	-0,9	0	0	0,056	0,011	Bus72
Bus75		0,380		97,539	-1,0	0	0	0,111	0,040	Bus72
Bus76		0,380		98,050	-0,8	0	0	0,027	0,011	Bus72
Bus77		0,380		97,890	-0,9	0	0	0,030	0,011	Bus62

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

**ETAP**  
12.6.0H

Page: 1  
Date: 07-31-2015  
SN:  
Revision: Base  
Config.: Normal

Study Case: HA

Location: RIO NEW

System Harmonics Bus Information

Bus ID	KV	Voltage Distortion									
		Fund. %	RMS %	ASUM %	THD %	TIF	THHD %	TSHD %	THDG %	THDS %	
Bus1	0.380	98.07	98.14	105.40	3.84	44.83	0.00	0.00	3.84	3.84	3.84
Bus2	20.000	100.00	100.11	109.59	4.65	63.94	0.00	0.00	4.65	4.65	4.65
Bus3	20.000	99.99	100.10	109.57	4.65	63.94	0.00	0.00	4.65	4.65	4.65
Bus4	20.000	99.99	100.10	109.57	4.65	63.94	0.00	0.00	4.65	4.65	4.65
Bus9	0.380	98.25	98.33	105.83	3.94	46.88	0.00	0.00	3.94	3.94	3.94
Bus10	0.380	98.72	98.80	106.72	4.11	50.40	0.00	0.00	4.11	4.11	4.11
Bus11	0.380	99.22	99.31	107.56	4.23	53.12	0.00	0.00	4.23	4.23	4.23
Bus12	0.380	98.00	98.07	105.25	3.81	44.17	0.00	0.00	3.81	3.81	3.81
Bus13	0.380	96.77	96.83	103.28	3.50	38.30	0.00	0.00	3.50	3.50	3.50
Bus14	0.380	97.51	97.57	104.25	3.59	39.95	0.00	0.00	3.59	3.59	3.59
Bus15	20.000	99.99	100.10	109.57	4.65	63.94	0.00	0.00	4.65	4.65	4.65
Bus16	0.380	97.41	97.48	104.51	3.75	43.12	0.00	0.00	3.75	3.75	3.75
Bus17	0.380	97.27	97.33	104.32	3.74	42.82	0.00	0.00	3.74	3.74	3.74
Bus18	0.380	97.30	97.37	104.12	3.63	40.70	0.00	0.00	3.63	3.63	3.63
Bus19	0.380	97.91	97.98	105.31	3.88	45.57	0.00	0.00	3.88	3.88	3.88
Bus20	0.380	99.54	99.64	108.42	4.43	57.79	0.00	0.00	4.43	4.43	4.43
Bus21	0.380	99.18	99.27	107.66	4.29	54.47	0.00	0.00	4.29	4.29	4.29
Bus22	0.380	98.14	98.22	105.57	3.87	45.56	0.00	0.00	3.87	3.87	3.87
Bus23	0.380	98.69	98.77	106.59	4.06	49.47	0.00	0.00	4.06	4.06	4.06
Bus25	0.380	4.66	4.66	4.71	0.60	3.53	0.00	0.00	0.60	0.60	0.60
Bus27	0.380	99.75	99.85	108.90	4.52	60.05	0.00	0.00	4.52	4.52	4.52
Bus28	0.380	99.67	99.77	108.72	4.49	59.22	0.00	0.00	4.49	4.49	4.49
Bus29	0.380	4.20	4.20	4.24	0.63	3.70	0.00	0.00	0.63	0.63	0.63
Bus30	0.380	98.57	98.66	106.48	4.07	49.60	0.00	0.00	4.07	4.07	4.07
Bus31	0.380	96.96	97.01	103.45	3.49	38.12	0.00	0.00	3.49	3.49	3.49
Bus32	0.380	97.24	97.30	103.96	3.59	39.90	0.00	0.00	3.59	3.59	3.59
Bus33	0.380	97.48	97.55	104.19	3.57	39.63	0.00	0.00	3.57	3.57	3.57
Bus34	0.380	97.69	97.76	104.56	3.64	40.95	0.00	0.00	3.64	3.64	3.64
Bus35	0.380	99.12	99.21	107.34	4.19	52.10	0.00	0.00	4.19	4.19	4.19
Bus36	20.000	99.99	100.10	109.57	4.65	63.94	0.00	0.00	4.65	4.65	4.65
Bus38	0.380	98.49	98.56	106.04	3.92	46.53	0.00	0.00	3.92	3.92	3.92
Bus39	20.000	99.99	100.10	109.57	4.65	63.94	0.00	0.00	4.65	4.65	4.65
Bus40	0.380	98.18	98.25	105.29	3.74	42.82	0.00	0.00	3.74	3.74	3.74
Bus41	0.380	97.89	97.96	105.17	3.82	44.42	0.00	0.00	3.82	3.82	3.82
Bus42	0.380	97.13	97.19	103.53	3.44	37.20	0.00	0.00	3.44	3.44	3.44
Bus43	0.380	98.06	98.13	105.42	3.85	45.01	0.00	0.00	3.85	3.85	3.85
Bus44	20.000	99.99	100.10	109.57	4.65	63.94	0.00	0.00	4.65	4.65	4.65
Bus45	0.380	98.02	98.09	105.04	3.70	42.08	0.00	0.00	3.70	3.70	3.70
Bus46	0.380	99.59	99.69	108.52	4.45	58.24	0.00	0.00	4.45	4.45	4.45
Bus47	0.380	97.92	97.99	105.03	3.74	42.96	0.00	0.00	3.74	3.74	3.74
Bus48	38.000	98.33	98.40	105.78	3.88	45.75	0.00	0.00	3.88	3.88	3.88

**ETAP**  
12.6.0H

Page: 2  
Date: 07-31-2015  
SN:  
Revision: Base  
Config.: Normal

Study Case: HA

e: RIO NEW

Bus		Voltage Distortion									
ID	kV	Fund. %	RMS %	ASUM %	THD %	TIF	THD %	TSHD %	THDG %	THDS %	
Bus49	0.380	97.56	97.63	104.44	3.65	41.10	0.00	0.00	3.65	3.65	
Bus50	20.000	99.99	100.10	109.57	4.65	63.94	0.00	0.00	4.65	4.65	
Bus51	20.000	99.99	100.10	109.57	4.65	63.94	0.00	0.00	4.65	4.65	
Bus52	0.380	97.70	97.77	105.15	3.90	46.21	0.00	0.00	3.90	3.90	
Bus53	0.380	99.15	99.25	107.93	4.40	57.18	0.00	0.00	4.40	4.40	
Bus55	0.380	98.67	98.75	106.78	4.15	51.43	0.00	0.00	4.15	4.15	
Bus56	0.380	99.76	99.86	108.90	4.52	60.07	0.00	0.00	4.52	4.52	
Bus57	0.380	98.16	98.23	105.63	3.90	45.97	0.00	0.00	3.90	3.90	
Bus58	0.380	98.64	98.72	106.33	3.97	47.58	0.00	0.00	3.97	3.97	
Bus59	0.380	98.15	98.22	105.58	3.88	45.62	0.00	0.00	3.88	3.88	
Bus60	0.380	98.53	98.61	106.07	3.91	46.35	0.00	0.00	3.91	3.91	
Bus61	0.380	97.90	97.96	104.89	3.69	41.94	0.00	0.00	3.69	3.69	
Bus62	20.000	99.99	100.10	109.57	4.65	63.94	0.00	0.00	4.65	4.65	
Bus63	20.000	99.99	100.10	109.57	4.65	63.94	0.00	0.00	4.65	4.65	
Bus64	0.380	99.18	99.27	107.51	4.23	52.99	0.00	0.00	4.23	4.23	
Bus65	0.380	98.75	98.83	106.62	4.05	49.18	0.00	0.00	4.05	4.05	
Bus66	0.380	98.81	98.90	106.85	4.12	50.63	0.00	0.00	4.12	4.12	
Bus67	0.380	99.50	99.60	108.25	4.38	56.64	0.00	0.00	4.38	4.38	
Bus69	0.380	98.85	98.94	106.92	4.13	50.88	0.00	0.00	4.13	4.13	
Bus70	0.380	99.11	99.20	107.33	4.18	52.03	0.00	0.00	4.18	4.18	
Bus71	0.380	98.39	98.47	105.77	3.84	44.93	0.00	0.00	3.84	3.84	
Bus72	20.000	99.99	100.10	109.57	4.65	63.94	0.00	0.00	4.65	4.65	
Bus73	0.380	97.57	97.63	104.63	3.73	42.74	0.00	0.00	3.73	3.73	
Bus74	0.380	98.34	98.41	105.63	3.81	44.33	0.00	0.00	3.81	3.81	
Bus75	0.380	97.54	97.60	104.44	3.66	41.34	0.00	0.00	3.66	3.66	
Bus76	0.380	98.05	98.12	105.39	3.84	44.90	0.00	0.00	3.84	3.84	
Bus77	0.380	97.89	97.96	105.05	3.77	43.40	0.00	0.00	3.77	3.77	

\* Indicates THD (Total Harmonic Distortion) Exceeds the Limit.  
# Indicates IHD (Individual Harmonic Distortion) Exceeds the Limit.

**ETAP**  
12.6.0H

Page: 3  
Date: 07-31-2015  
SN:  
Revision: Base  
Config.: Normal

Study Case: HA

RIO NEW

**System Harmonics Branch Information**

From Bus ID	To Bus ID	Current Distortion											
		Fund. Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF	IT Amp	ITB Amp	ITR Amp	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
Bus3		88.91	88.97	95.12	3.59	41.86	3723.72	3723.72	0.00	0.00	0.00	3.59	3.59
Bus4		178.13	178.18	185.70	2.20	24.55	4373.84	4373.84	0.00	0.00	0.00	2.20	2.20
Bus12		1.77	1.77	1.89	3.58	41.47	73.41	73.41	0.00	0.00	0.00	3.58	3.58
Bus13		4.41	4.42	4.69	3.23	35.29	155.84	155.84	0.00	0.00	0.00	3.23	3.23
Bus14		2.35	2.35	2.50	3.46	38.52	90.45	90.45	0.00	0.00	0.00	3.46	3.46
Bus1		1.69	1.69	1.81	3.59	41.86	70.75	70.75	0.00	0.00	0.00	3.59	3.59
Bus9		0.37	0.37	0.39	3.58	42.57	15.63	15.63	0.00	0.00	0.00	3.58	3.58
Bus10		2.66	2.67	2.86	3.71	45.45	121.14	121.14	0.00	0.00	0.00	3.71	3.71
Bus52		3.67	3.67	3.92	3.59	42.47	155.82	155.82	0.00	0.00	0.00	3.59	3.59
Bus11		0.74	0.74	0.79	4.09	51.27	37.73	37.73	0.00	0.00	0.00	4.09	4.09
Bus53		0.75	0.75	0.81	3.78	48.94	36.91	36.91	0.00	0.00	0.00	3.78	3.78
Bus55		0.39	0.39	0.42	3.82	47.22	18.60	18.60	0.00	0.00	0.00	3.82	3.82
Bus15		159.97	160.00	166.24	2.03	22.50	3599.62	3599.62	0.00	0.00	0.00	2.03	2.03
Bus4		178.13	178.18	185.70	2.20	24.55	4373.84	4373.84	0.00	0.00	0.00	2.20	2.20
Bus2		178.13	178.18	185.70	2.20	24.55	4373.84	4373.84	0.00	0.00	0.00	2.20	2.20
Bus3		178.13	178.18	185.70	2.20	24.55	4373.84	4373.84	0.00	0.00	0.00	2.20	2.20
Bus3		19.32	19.33	20.67	3.58	42.57	822.76	822.76	0.00	0.00	0.00	3.58	3.58
Bus3		140.18	140.27	150.44	3.71	45.45	6376.00	6376.00	0.00	0.00	0.00	3.71	3.71
Bus3		38.70	38.73	41.84	4.09	51.27	1985.61	1985.61	0.00	0.00	0.00	4.09	4.09
Bus3		93.10	93.16	99.58	3.58	41.47	3863.91	3863.91	0.00	0.00	0.00	3.58	3.58
Bus3		232.31	232.43	246.71	3.23	35.29	8202.25	8202.25	0.00	0.00	0.00	3.23	3.23
Bus3		123.51	123.59	131.75	3.46	38.52	4760.69	4760.69	0.00	0.00	0.00	3.46	3.46

**ETAP**  
12.6.0H

Page: 4  
Date: 07-31-2015  
SN:  
Revision: Base  
Config.: Normal

Study Case: HA

RIO NEW

From Bus ID	To Bus ID	Current Distortion											
		Fund. Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF %	IT Amp	ITB Amp	ITR Amp	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
Bus16		3.32	3.32	3.53	3.28	37.55	124.66	124.66	0.00	0.00	0.00	3.28	3.28
Bus17		2.16	2.16	2.30	3.20	36.61	79.20	79.20	0.00	0.00	0.00	3.20	3.20
Bus19		2.71	2.71	2.89	3.41	40.07	108.61	108.61	0.00	0.00	0.00	3.41	3.41
Bus18		2.32	2.32	2.47	3.36	37.67	87.57	87.57	0.00	0.00	0.00	3.36	3.36
Bus21		0.67	0.67	0.72	3.83	48.55	32.65	32.65	0.00	0.00	0.00	3.83	3.83
Bus20		0.38	0.38	0.42	4.05	52.78	20.31	20.31	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05
Bus22		1.60	1.60	1.72	3.60	42.24	67.78	67.78	0.00	0.00	0.00	3.60	3.60
Bus23		0.85	0.85	0.91	3.78	45.93	39.07	39.07	0.00	0.00	0.00	3.78	3.78
Bus25		17.42	17.42	17.58	0.58	3.45	60.17	60.17	0.00	0.00	0.00	0.58	0.58
Bus27		0.35	0.35	0.38	4.29	57.01	19.79	19.79	0.00	0.00	0.00	4.29	4.29
Bus28		0.56	0.56	0.60	4.15	54.75	30.45	30.45	0.00	0.00	0.00	4.15	4.15
Bus29		69.64	69.65	70.31	0.58	3.46	240.71	240.71	0.00	0.00	0.00	0.58	0.58
Bus30		1.17	1.17	1.25	3.63	44.20	51.64	51.64	0.00	0.00	0.00	3.63	3.63
Bus31		2.72	2.72	2.89	3.30	36.01	97.99	97.99	0.00	0.00	0.00	3.30	3.30
Bus32		4.86	4.86	5.17	3.36	37.37	181.59	181.59	0.00	0.00	0.00	3.36	3.36
Bus33		4.78	4.79	5.10	3.46	38.32	183.44	183.44	0.00	0.00	0.00	3.46	3.46
Bus34		2.18	2.19	2.33	3.52	39.53	86.38	86.38	0.00	0.00	0.00	3.52	3.52
Bus35		0.41	0.41	0.45	4.04	50.24	20.83	20.83	0.00	0.00	0.00	4.04	4.04
Bus3		159.97	160.00	166.24	2.03	22.50	3599.62	3599.62	0.00	0.00	0.00	2.03	2.03
Bus36		49.46	49.49	52.96	3.63	42.35	2096.03	2096.03	0.00	0.00	0.00	3.63	3.63
Bus15		174.65	174.74	185.74	3.28	37.55	6561.16	6561.16	0.00	0.00	0.00	3.28	3.28
Bus15		113.79	113.85	120.86	3.20	36.61	4168.26	4168.26	0.00	0.00	0.00	3.20	3.20
Bus15		122.28	122.35	130.21	3.36	37.67	4609.15	4609.15	0.00	0.00	0.00	3.36	3.36
Bus15		142.56	142.64	152.06	3.41	40.07	5716.28	5716.28	0.00	0.00	0.00	3.41	3.41
Bus15		20.24	20.25	21.88	4.05	52.78	1068.82	1068.82	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05
Bus15		35.37	35.39	38.07	3.83	48.55	1718.28	1718.28	0.00	0.00	0.00	3.83	3.83
Bus15		84.40	84.45	90.32	3.60	42.24	3567.50	3567.50	0.00	0.00	0.00	3.60	3.60
Bus15		44.74	44.78	48.07	3.78	45.93	2056.55	2056.55	0.00	0.00	0.00	3.78	3.78
Bus15		916.77	916.78	925.47	0.58	3.45	3166.97	3166.97	0.00	0.00	0.00	0.58	0.58
Bus15		18.25	18.26	19.84	4.29	57.01	1041.33	1041.33	0.00	0.00	0.00	4.29	4.29
Bus15		29.24	29.27	31.70	4.15	54.75	1602.50	1602.50	0.00	0.00	0.00	4.15	4.15
Bus15		3665.52	3665.58	3700.34	0.58	3.46	12669.17	12669.17	0.00	0.00	0.00	0.58	0.58
Bus15		61.45	61.49	65.85	3.63	44.20	2718.14	2718.14	0.00	0.00	0.00	3.63	3.63
Bus15		143.17	143.25	152.23	3.30	36.01	5157.60	5157.60	0.00	0.00	0.00	3.30	3.30
Bus15		255.59	255.73	272.14	3.36	37.37	9557.52	9557.52	0.00	0.00	0.00	3.36	3.36
Bus15		251.79	251.94	268.54	3.46	38.32	9654.87	9654.87	0.00	0.00	0.00	3.46	3.46
Bus15		114.94	115.01	122.75	3.52	39.53	4546.40	4546.40	0.00	0.00	0.00	3.52	3.52
Bus15		21.81	21.82	23.55	4.04	50.24	1096.46	1096.46	0.00	0.00	0.00	4.04	4.04

**ETAP**  
12.6.0H

Page: 5  
Date: 07-31-2015  
SN:  
Revision: Base  
Config.: Normal

Study Case: HA

n:  
t:  
er:  
ne: RIO NEW

From Bus ID	To Bus ID	Current Distortion											
		Fund. Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF	IT Amp	ITB Amp	ITr Amp	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
Bus38		0.71	0.71	0.76	3.78	44.82	31.89	31.89	0.00	0.00	0.00	3.78	3.78
Bus40		1.87	1.87	2.00	3.68	42.14	78.65	78.65	0.00	0.00	0.00	3.68	3.68
Bus41		2.85	2.86	3.05	3.50	40.61	115.97	115.97	0.00	0.00	0.00	3.50	3.50
Bus39		4.46	4.47	4.76	3.44	38.38	171.47	171.47	0.00	0.00	0.00	3.44	3.44
Bus44		19.55	19.56	20.94	3.64	42.34	828.38	828.38	0.00	0.00	0.00	3.64	3.64
Bus62		20.06	20.07	21.50	3.67	43.35	870.00	870.00	0.00	0.00	0.00	3.67	3.67
Bus15		49.46	49.49	52.96	3.63	42.35	2096.03	2096.03	0.00	0.00	0.00	3.63	3.63
Bus36		37.42	37.45	40.19	3.78	44.82	1678.63	1678.63	0.00	0.00	0.00	3.78	3.78
Bus42		2.80	2.80	2.98	3.36	36.26	101.55	101.55	0.00	0.00	0.00	3.36	3.36
Bus43		1.68	1.68	1.79	3.57	41.74	70.04	70.04	0.00	0.00	0.00	3.57	3.57
Bus36		4.46	4.47	4.76	3.44	38.38	171.47	171.47	0.00	0.00	0.00	3.44	3.44
Bus36		98.18	98.25	105.18	3.68	42.14	4139.72	4139.72	0.00	0.00	0.00	3.68	3.68
Bus36		150.22	150.31	160.44	3.50	40.61	6103.44	6103.44	0.00	0.00	0.00	3.50	3.50
Bus39		147.31	147.40	156.77	3.36	36.26	5344.49	5344.49	0.00	0.00	0.00	3.36	3.36
Bus39		88.25	88.30	94.39	3.57	41.74	3686.09	3686.09	0.00	0.00	0.00	3.57	3.57
Bus45		3.17	3.17	3.39	3.63	41.23	130.74	130.74	0.00	0.00	0.00	3.63	3.63
Bus46		0.56	0.56	0.60	4.12	53.84	29.92	29.92	0.00	0.00	0.00	4.12	4.12
Bus47		3.05	3.05	3.26	3.58	40.99	125.22	125.22	0.00	0.00	0.00	3.58	3.58
Bus48		3.07	3.07	3.29	3.71	43.65	133.92	133.92	0.00	0.00	0.00	3.71	3.71
Bus49		3.52	3.52	3.76	3.46	38.98	137.32	137.32	0.00	0.00	0.00	3.46	3.46
Bus36		19.55	19.56	20.94	3.64	42.34	828.38	828.38	0.00	0.00	0.00	3.64	3.64
Bus50		6.20	6.21	6.65	3.71	43.78	271.83	271.83	0.00	0.00	0.00	3.71	3.71
Bus44		166.80	166.91	178.51	3.63	41.23	6880.85	6880.85	0.00	0.00	0.00	3.63	3.63
Bus44		29.22	29.24	31.64	4.12	53.84	1574.56	1574.56	0.00	0.00	0.00	4.12	4.12
Bus44		160.67	160.77	171.81	3.58	40.99	6590.32	6590.32	0.00	0.00	0.00	3.58	3.58
Bus44		1.61	1.61	1.73	3.71	43.65	70.48	70.48	0.00	0.00	0.00	3.71	3.71
Bus44		185.29	185.40	197.68	3.46	38.98	7227.30	7227.30	0.00	0.00	0.00	3.46	3.46
Bus58		1.29	1.29	1.39	3.84	46.02	59.55	59.55	0.00	0.00	0.00	3.84	3.84
Bus59		1.60	1.60	1.71	3.60	42.27	67.57	67.57	0.00	0.00	0.00	3.60	3.60
Bus60		1.43	1.43	1.54	3.81	45.09	64.48	64.48	0.00	0.00	0.00	3.81	3.81
Bus57		0.78	0.78	0.84	3.58	42.21	33.08	33.08	0.00	0.00	0.00	3.58	3.58
Bus61		1.01	1.01	1.08	3.58	40.69	41.15	41.15	0.00	0.00	0.00	3.58	3.58
Bus44		6.20	6.21	6.65	3.71	43.78	271.83	271.83	0.00	0.00	0.00	3.71	3.71
Bus51		0.11	0.11	0.12	4.31	57.20	6.15	6.15	0.00	0.00	0.00	4.31	4.31
Bus56		0.11	0.11	0.12	4.31	57.20	6.15	6.15	0.00	0.00	0.00	4.31	4.31
Bus50		0.11	0.11	0.12	4.31	57.20	6.15	6.15	0.00	0.00	0.00	4.31	4.31
Bus3		192.96	193.09	206.52	3.59	42.47	8201.01	8201.01	0.00	0.00	0.00	3.59	3.59
Bus3		39.67	39.69	42.68	3.78	48.94	1942.78	1942.78	0.00	0.00	0.00	3.78	3.78
Bus3		20.72	20.73	22.28	3.82	47.22	979.00	979.00	0.00	0.00	0.00	3.82	3.82
Bus51		5.65	5.66	6.15	4.31	57.20	323.70	323.70	0.00	0.00	0.00	4.31	4.31
Bus50		41.22	41.25	44.10	3.58	42.21	1740.93	1740.93	0.00	0.00	0.00	3.58	3.58
Bus50		68.06	68.11	73.19	3.84	46.02	3134.03	3134.03	0.00	0.00	0.00	3.84	3.84
Bus50		84.08	84.13	89.98	3.60	42.27	3556.13	3556.13	0.00	0.00	0.00	3.60	3.60

**ETAP**  
12.6.0H

SN:

Revision: Base  
Config.: Normal

Study Case: HA

RIO NEW

From Bus ID	To Bus ID	Current Distortion													
		Fund. Amp	RMS Amp	ASIM Amp	THD %	THF %	IT Amp	ITB Amp	ITR Amp	THHD %	TSHD %	THDG %	THDS %		
Bus50		75.21	75.26	80.81	3.81	45.09	3393.66	3393.66	0.00	0.00	0.00	0.00	3.81	3.81	
Bus50		53.19	53.22	56.88	3.58	40.69	2165.67	2165.67	0.00	0.00	0.00	0.00	3.58	3.58	
Bus67		0.72	0.73	0.79	4.18	54.01	39.17	39.17	0.00	0.00	0.00	0.00	4.18	4.18	
Bus70		0.83	0.84	0.90	4.04	50.20	41.94	41.94	0.00	0.00	0.00	0.00	4.04	4.04	
Bus69		3.11	3.11	3.35	3.82	47.07	146.50	146.50	0.00	0.00	0.00	0.00	3.82	3.82	
Bus71		1.60	1.60	1.71	3.76	43.95	70.16	70.16	0.00	0.00	0.00	0.00	3.76	3.76	
Bus77		0.94	0.94	1.00	3.55	40.83	38.25	38.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.55	3.55	
Bus36		20.06	20.07	21.50	3.67	43.35	870.00	870.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67	3.67	
Bus63		2.82	2.82	3.03	3.85	47.02	132.69	132.69	0.00	0.00	0.00	0.00	3.85	3.85	
Bus72		10.06	10.06	10.74	3.50	39.97	402.27	402.27	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	3.50	
Bus64		0.19	0.19	0.20	4.05	50.72	9.56	9.56	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	
Bus65		1.82	1.82	1.96	3.85	46.74	85.12	85.12	0.00	0.00	0.00	0.00	3.85	3.85	
Bus66		0.81	0.81	0.87	3.80	46.70	38.02	38.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	3.80	
Bus62		2.82	2.82	3.03	3.85	47.02	132.69	132.69	0.00	0.00	0.00	0.00	3.85	3.85	
Bus63		9.92	9.92	10.71	4.05	50.72	503.32	503.32	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	
Bus63		95.78	95.85	103.04	3.85	46.74	4480.02	4480.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.85	3.85	
Bus63		42.82	42.85	46.03	3.80	46.70	2000.95	2000.95	0.00	0.00	0.00	0.00	3.80	3.80	
Bus62		38.14	38.17	41.34	4.18	54.01	2061.77	2061.77	0.00	0.00	0.00	0.00	4.18	4.18	
Bus62		163.71	163.83	176.07	3.82	47.07	7710.65	7710.65	0.00	0.00	0.00	0.00	3.82	3.82	
Bus62		43.94	43.98	47.46	4.04	50.20	2207.59	2207.59	0.00	0.00	0.00	0.00	4.04	4.04	
Bus62		83.96	84.02	90.11	3.76	43.95	3692.48	3692.48	0.00	0.00	0.00	0.00	3.76	3.76	
Bus73		4.08	4.09	4.35	3.40	38.83	158.68	158.68	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	3.40	
Bus74		1.67	1.67	1.79	3.74	43.45	72.57	72.57	0.00	0.00	0.00	0.00	3.74	3.74	
Bus75		3.49	3.49	3.72	3.45	38.88	135.84	135.84	0.00	0.00	0.00	0.00	3.45	3.45	
Bus76		0.84	0.85	0.90	3.57	41.69	35.23	35.23	0.00	0.00	0.00	0.00	3.57	3.57	
Bus62		10.06	10.06	10.74	3.50	39.97	402.27	402.27	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	3.50	
Bus72		214.94	215.07	229.10	3.40	38.83	8351.59	8351.59	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	3.40	
Bus72		87.85	87.91	94.24	3.74	43.45	3819.45	3819.45	0.00	0.00	0.00	0.00	3.74	3.74	
Bus72		183.76	183.87	196.00	3.45	38.88	7149.45	7149.45	0.00	0.00	0.00	0.00	3.45	3.45	
Bus72		44.45	44.48	47.55	3.57	41.69	1854.39	1854.39	0.00	0.00	0.00	0.00	3.57	3.57	
Bus62		49.27	49.30	52.67	3.55	40.83	2013.22	2013.22	0.00	0.00	0.00	0.00	3.55	3.55	



## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

---

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rio Yawan  
Nim : 08.12.022  
Program Studi : Teknik Elektro  
Kosentrasi : Energi Listrik S-1

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

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

Malang, September 2015  
Yang membuat pernyataan,



Rio Yawan

## *LEMBAR PERSEMBAHAN*

Salam Sejahtera.

Firman Allah : Tuhan akan mengangkat engkau menjadi kepala dan bukan menjadi ekor, engkau akan tetap naik dan bukan turun, apabila engkau mendengarkan perintah Tuhan, Allahmu, yang kusampaikan pada hari ini kaulakukan dengan setia “ ( Ulangan 28 : 13 )

Terima kasih ku ucapkan kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Bapak Bupati Kota Malang
3. Bapak Rektor ITN Malang
4. Dosen Pembimbing
5. Direktur PT. PLN (Persero) APJ Malang
6. Bapak dan Mama ( Keluarga Besar Yawan dan Rewapatara ), Keluargaku : Hermelina I Rewapatara ( Istri ), Rihanna Yawan ( Anak ), dan saudaraku : Maikel dan Beny dan semua saudara yang tidak ku sebutkan satu persatu.
7. Teman dan Sahabatku yang sama-sama mengalami masa-masa sulit selama menyelesaikan skripsi “ Tetap semangat dan Jangan Menyerah “ ( Adrian, Yoggy, Ansel, Ferdi, Andi, K Ronald, Pak guru, Alex dan terlebih khusus Claudio yang Sudah Banyak Membantu )
8. Teman Paguyuban Biak ( Myos Karui )

*By. Rjo Yawan*

## BIOGRAFI PENULIS



RIO YAWAN lahir di Biak ( Papua )pada tanggal 06 November 1989. Merupakan anak keempat dari tujuh bersaudara putra & putri bapak Marthen Yawan dan ibu Anna Kbarek. Saat menyelesaikan skripsi ini penulis sudah memiliki keluarga, istri bernama Hermelina I Rewapatara, anak pertama bernama RihannaYawan ( 2013 ). Penulis memulai pendidikan di SD Impres Kwamki Lama Timika dan lulus tahun 2000. Di lanjutkan pendidikan di SMP Santo Bernadus sampai tahun 2003. Kemudian melanjutkan pendidikan di STMN – 1 Kuala Kencana Timika ( Papua ) 2008, akhirnya melanjutkan pendidikan kembali dan menyelesaikan studi Teknik Elektro S-1 dengan konsentrasi Teknik Energi Listrik dan di wisuda Periode 54 pada tanggal 26 September 2015, menyelesaikan skripsi dengan judul : “ANALISIS REDUKSI TEGANGAN HARMONISA AKIBAT PEMASANGAN KAPASITOR BANK DENGAN PERANCANGAN SINGLE TUNED FILTER DI PT. PLN ( PERSEO ) APJ MALANG PENYULANG TUMPANG DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION”.

# LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS REDUKSI TEGANGAN HARMONISA AKIBAT  
PEMASANGAN KAPASITOR BANK DENGAN PERANCANGAN  
SINGLE TUNED FILTER DI PT. PLN (PERSERO) APJ MALANG  
PENYULANG TUMPANG DENGAN MENGGUNAKAN  
SOFTWARE ETAP**

## SKRIPSI

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

**Disusun oleh :**

**RIO YAWAN  
NIM : 08. 12. 022**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Taufik Hidayat, MT**  
**NIP. Y. 1018700015/**


**Dosen Pembimbing II**



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



**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1**



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

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2015**

**ANALISIS REDUKSI TEGANGAN HARMONISA AKIBAT PEMASANGAN  
KAPASITOR BANK DENGAN PERANCANGAN SINGLE TUNED FILTER DI  
PT. PLN (PERSERO) APJ MALANG PENYULANG TUMPANG DENGAN  
MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP**

Rio Yawan, Nim : 08.12.022

Dosen Pembimbing : Ir. Taufik Hidayat, MT dan Ir. Ni Putu Agustini, MT  
Jurusan Teknik Elektro S-1, Kosentrasi Teknik Energi Listrik  
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Malang  
Jl. Raya Karanglo Km 2 Malang  
Email: [yawan\\_rio@yahoo.com](mailto:yawan_rio@yahoo.com)

***Abstrak***

*Abstrak-Rugi – rugi saluran ( rugi tegangan dan rugi-rugi daya ) dalam penyaluran energy listrik adalah masalah yang sering dialami oleh sistem distribusi baik jaringan tegangan menengah atau jaringan tegangan rendah akibat pengaruh harmonisa dari rendahnya nilai faktor daya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukanlah Analisis penempatan optimal kapasitor dan filter harmonisa pada sistem kelistrikan di PLN Penyulang Tumpang di perlukan agar di peroleh faktor daya yang baik (  $\cos \varphi \geq 0,85$  ), memperbaiki profil tegangan (  $0,95 \leq 1,05pu$  ) dan Harmonisa sistem  $< 5\%$ . Hasil yang di dapatkan setelah penempatan kapasitor pada BUS 33 dan penempatan filter harmonisa pada BUS 1 yang terletak di penyulang Tumpang karena seluruh sistem mengalami kandungan harmonisa dengan kondisi tegangan ( bus 33 ) mengalami peningkatan dari sebelumnya 0,93pu menjadi 0,98pu. Dan konten harmonisa Arus ITHD% tertinggi 11.38% turun menjadi 3.48%, Tegangan VTHD% tertinggi 13.43% turun menjadi 3.96%.*

*Kata kunci : Analisa Load Flow, Analisa Harmonisa, Filter Passive, Kapasitor.*

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISIS REDUKSI TEGANGAN HARMONISA AKIBAT PEMASANGAN KAPASITOR BANK DENGAN PERANCANGAN SINGLE TUNED FILTER DI PT. PLN (PERSERO) APJ MALANG PENYULANG TUMPANG DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP”**. Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik ITN Malang.

Berkat bantuan dari berbagai pihak maka skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir. H. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ir. Taufik Hidayat, MT selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ir. Ni Putu Agustini, MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Rekan - rekan Asisten Laboratorium SSTE ITN Malang.
7. Sahabat - sahabat dan rekan - rekan yang tidak kami sebutkan satu-persatu, kami mengucapkan banyak terima kasih atas bantuannya dalam proses pembuatan skripsi yang telah saya kerjakan.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan pada skripsi ini, untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun agar skripsi ini menjadi lebih sempurna dan bermanfaat.

Malang, 27 Agustus 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	ix
<b>BAB I</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	1
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi Penelitian .....	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II</b> .....	5
<b>LANDASAN TEORI</b> .....	5
2.1. Sisitem Tenaga Listrik.....	5
2.2. Kualitas Daya .....	6
2.3.Kapasitor .....	6
2.3.1. Fungsi Kapasitor .....	7

2.3.2. Kapasitor Bank.....	8
2.3.3. Kapasitor Seri.....	8
2.3.4. Kapasitor Pararel ( <i>Shunt</i> ).....	9
2.4. Factor-Faktor Pemiihan Kapasitor.....	9
2.5. Optimal Capacitor Placement.....	11
2.6. Harmonisa .....	12
2.6.1. Pengertian Harmonisa.....	12
2.6.2. Efek Harmonisa .....	13
2.7. Pengruh Harmonisa .....	13
2.7.1. Pengaruh Harmonisa Pada Komponen Listrik.....	13
2.7.2. Pengaruh Harmonisa pada Sistem Tenaga Listrik.....	14
2.7.3. Pengaruh Harmonisa Pada Kapasitor Bank .....	16
2.7.4. Standart Harmonisa .....	16
2.8. Filter Harmonisa.....	17
2.8.1. Tipe Filter.....	18
2.8.1.1.Filter Aktif .....	18
2.8.1.2.Filter Pasif.....	19
2.9. Analisa Aliran Daya .....	20
2.10. Klasifikasi Bus .....	20
2.11. Sifat Beban Listrik.....	21
2.12. Sumber Daya Untuk Perbaikan Faktor Daya .....	22
2.13. Koreksi Faktor Daya Dengan Kapasitor .....	22
2.14. Metode Perhitungan .....	23
2.15. Daya Reaktif (VAR) Pada Filter Pasif.....	24
2.16. Faktor Kualitas ( Q ) pada Filter Pasif .....	25
2.17. ETAP ( Electrical Transient Analisis Program) .....	26
2.18. Analisa Aliran Daya Metode Newton Raphson .....	28
2.19. Penempatan Optimal Capacitor (OCP – Optimal Capacitor Placement) Menggunakan ETAP Power Station.....	28
<b>BAB III.....</b>	<b>30</b>



<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1. Studi Pustaka .....	30
3.2. Pengumpulan Data.....	30
3.3. Pengelompokan Data.....	30
3.4. Algoritma Simulasi ETAP Power Station .....	30
3.5. Flowchart.....	31
3.6. Single Line Diagram Penyulam Tumpang 20 kV .....	32
3.7. Data Beban Dan Trafo Penyulam Tumpang 20 kV .....	33
<b>BAB IV.....</b>	<b>36</b>
<b>ANALISA DAN HASIL .....</b>	<b>36</b>
4.1. Simulasi Jaringan Distribusi Menggunakan <i>Software</i> ETAP .....	36
4.2. Single line sebelum dan sesudah pemasangan OCP dan Filter Harmonisa .....	37
4.3. Dibawah ini adalah tampilan gambar hasil proses <i>loadflow</i> <i>harmonisa</i> sebelum dan sesudah pemasangan filter pada BUS 1 ....	38
<b>BAB V .....</b>	<b>47</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>47</b>
4.4. Kesimpulan .....	47
4.5. Saran .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>xii</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema penyulan tenaga listrik menuju konsumen.....	5
Gambar 2.2. Kapasitor .....	7
Gambar 2.3. Kapasitor bank terhubung dengan transformator.....	7
Gambar 2.4. Kapasitor rangkaian seri.....	8
Gambar 2.5. Kapasitor Rangkaian Paralel.....	9
Gambar 2.6. Gelombang Terdistorsi akibat harmonisa .....	13
Gambar 2.7. Pemasangan filter harmonisa .....	18
Gambar 2.8. Series active power filter.....	18
Gambar 2.9. Shunt active power filter .....	19
Gambar 2.10. Jenis-jenis filter pasif.....	20
Gambar 2.11. Komponen filter pasif .....	24
Gambar 2.12. Tampilan utama <i>software</i> ETAP <i>Power Station</i> .....	27
Gambar 3.1. Flowchart .....	31
Gambar 3.2. <i>Single line</i> Penyulan Tumpang Malang .....	32
Gambar 4.1. <i>Single Line</i> Diagram Jaringan Distribusi Penyulang Tumpang Sebelum pemasangan OCP dan Filter Harmonisa Menggunakan <i>Software</i> ETAP 7.00. ....	36
Gambar 4.2. Tampilan <i>Load Flow</i> sebelum pemasangan kapasitor pada BUS 33 .....	37

Gambar 4.3. Tampilan *load flow* sesudah pemasangan kapasitor bank pada BUS 33 .....37

Gambar 4.4 *Single line diagram* sebelum pemasangan filter .....38

Gambar 4.5. *Single line diagram* setelah pemasangan filter .....38

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.Kapasitor seri dan kapasitor <i>shunt</i> .....	10
Tabel 2.2.Batas tegangan distorsi dari IEEE519 .....	16
Tabel 2.3. Batas distorsi harmonisa Arus 0.12kV-69kV .....	17
Tabel 2.4. Batas distorsi harmonisa arus 69kV-161kV .....	17
Tabel 2.5. Batas distorsi harmonisa arus >161kV .....	17
Tabel 3.1.Data trafo dan beban penyulang tumpang .....	33
Tabel 4.1. Hasil analisa THDV% sebelum dan sesudah pemasangan filter harmonis.....	40
Tabel 4.2.Hasil analisa THDI% sebelum dan sesudah pemasangan filter harmonisa.....	42

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Perbandingan orde harmonisa tegangan sebelum pemasangan filter harmonisa .....	39
Grafik 4.2. Perbandingan bentuk gelombang tegangan sebelum pemasangan filter harmonisa .....	39
Grafik 4.3. Perbandingan orde harmonisa tegangan sesudah pemasangan filter harmonisa .....	39
Grafik 4.4. Perbandingan bentuk gelombang tegangan setelah pemasangan filter harmonisa .....	40
Grafik 4.5. Perbandingan harmonisa tegangan sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor dan <i>filter passive</i> terhadap bus .....	42
Grafik 4.5. Perbandingan harmonisa arus sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor dan <i>filter passive</i> terhadap bus .....	46

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang semakin pesat menuntut energi listrik yang bertambah besar, hal ini disebabkan oleh meningkatnya aktivitas masyarakat di berbagai sektor kehidupan, baik industri maupun rumah tangga. Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut PT. PLN (PERSERO) terus berusaha meningkatkan serta memperbaiki kualitas dalam penyaluran energi listrik ke konsumen.

Setelah dilakukan studi kasus pada sistem Distribusi 20 kV PT. PLN (PERSERO) ditemukan beberapa masalah dalam pengoperasian sistem distribusi APJ MALANG - Penyulang Tumpang. Pada Penyulang Tumpang terjadi rugi-rugi saluran ( Rugi tegangan dan rugi-rugi daya ), dan untuk menanggulangi rugi-rugi saluran dipasang kapasitor bank, dengan adanya pemasangan kapasitor bank tersebut, terjadi tegangan harmonisa. Salah satu efek munculnya harmonisa adalah penggunaan beban tidak linier akan menimbulkan perubahan bentuk gelombang menjadi tidak sinusoidal dikarenakan distorsi harmonisa yang sangat tinggi. Sehingga bentuk gelombang arus dan tegangan yang idealnya adalah sinusoidal murni akan menjadi cacat. Untuk menghilangkan harmonisa, maka di pasang filter harmonisa.

Diharapkan melalui analisis ini dapat menyelesaikan permasalahan pada sistem distribusi 20 kV khususnya pada wilayah kerja APJ MALANG - Penyulang Tumpang, sehingga dapat dijadikan sebagai suatu acuan bagi PT. PLN (PERSERO) guna meningkatkan serta memperbaiki kualitas dan keandalannya.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

Bagaimana mereduksi harmonisa dengan pemasangan filter harmonisa sehingga dapat mengoptimalkan penyaluran daya.

### **1.3. Tujuan**

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah :

Untuk mereduksi harmonisa dengan pemasangan filter harmonisa sehingga dapat mengoptimalkan penyaluran daya.

### **1.4. Batasan Masalah**

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang terarah dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka pada skripsi ini dibatasi sebagai berikut :

1. Studi kasus dilakukan pada sistem distribusi 20 kV PT. PLN (PERSERO) Distribusi APJ MALANG – Penyulang Tumpang.
2. Dalam skripsi ini, analisis dilakukan dengan membahas tentang reduksi tegangan harmonisa akibat pemasangan kapasitor bank dan filter dengan menggunakan *software ETAP*.
3. Pemodelan simulasi menggunakan *ETAP* yaitu *single-line* diagram, kapasitor bank dan filter harmonisa.

### **1.5. Prosedur Penelitian**

#### **1. Studi *Literature***

Mencari dan mempelajari referensi - referensi serta teori yang mendukung dalam melakukan simulasi.

#### **2. Pengumpulan Data**

Sebelum melakukan simulasi, dilakukan pengumpulan data pada PT. PLN (PERSERO) Distribusi APJ MALANG – Penyulang Tumpang. Bentuk data yang digunakan adalah :

- data yang dapat dihitung atau data yang berbentuk angka diantaranya data trafo, data beban dan data saluran.
- data yang berbentuk diagram. Dalam hal ini adalah *single line diagram* Penyulang Tumpang.

#### **3. Pengolahan Data**

Memasukkan data - data yang telah didapat di APJ Malang Penyulang Tumpang pada pemodelan *single line* diagram menggunakan *software* ETAP *Power Station*.

#### 4. Simulasi dan Analisis Hasil

Melakukan simulasi sesuai dengan metode yang digunakan dengan menggunakan *software* ETAP *Power Station* kemudian melakukan analisis dari hasil simulasi.

#### 5. Penarikan kesimpulan

Menarik kesimpulan secara keseluruhan dari apa yang dilakukan.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Penyusunan skripsi ini dilakukan dengan menggunakan metode studi literatur yang dilakukan dengan pengolahan data dan tahapan simulasi. Sistematika penyusunan skripsi terbagi dalam 5 bab dengan pembahasan yang bersifat individu sehingga diharapkan untuk mudah dipahami. Sistematika penulisan tersebut antara lain :

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Prosedur Penelitian dan Sistematika Penulisan yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini.

#### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Pada bab ini dibahas tentang teori – teori yang mendukung dalam simulasi optimasi pemasangan kapasitor dan filter pada sistem distribusi APJ MALANG – Penyulang Tumpang.

#### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang bagaimana peranan dan proses kerja kapasitor dan filter harmonisa pada *software* ETAP *Power Station* dalam mengatasi masalah rugi-rugi saluran (rugi tegangan dan rugi-rugi daya) di PT PLN (PERSERO) DISTRIBUSI APJ MALANG – Penyulang Tumpang.

#### **BAB IV : SIMULASI DAN ANALISIS HASIL**

Dalam bab ini merupakan bab yang memaparkan data - data, simulasi pada *software* ETAP dan hasil yang diperoleh dari proses analisa pada sistem distribusi



APJ MALANG – Penyulang Tumpang. Cara menganalisanya adalah dengan membandingkan hasil sebelum dan sesudah dilakukan *Optimal Capacitor Placement (OCP)* dan *filter* pada *software ETAP Power Station*.

## **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab ini berisi kesimpulan – kesimpulan yang diperoleh dari perencanaan dan pembuatan skripsi ini serta saran – saran guna menyempurnakan dan mengembangkan sistem lebih lanjut.



## 2.2. Kualitas Daya

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

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

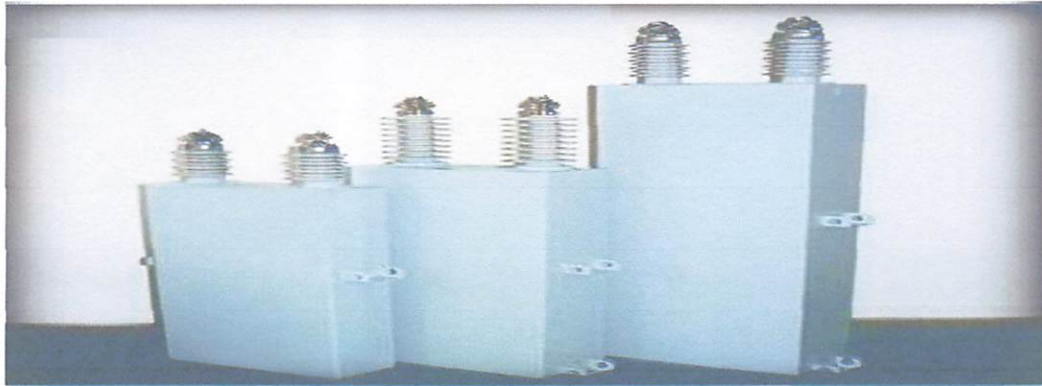
Dua macam daya reaktif yaitu : daya reaktif induktif dan daya reaktif kapasitif, dimana keduanya dimiliki tanda yang berlawanan. Daya reaktif kapasitif adalah daya yang dibutuhkan oleh kapasitor yang tidak menghasilkan kerja, tetapi tersimpan dalam bentuk energy magnetis atau energy kapasitif.

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

## 2.3. Kapasitor

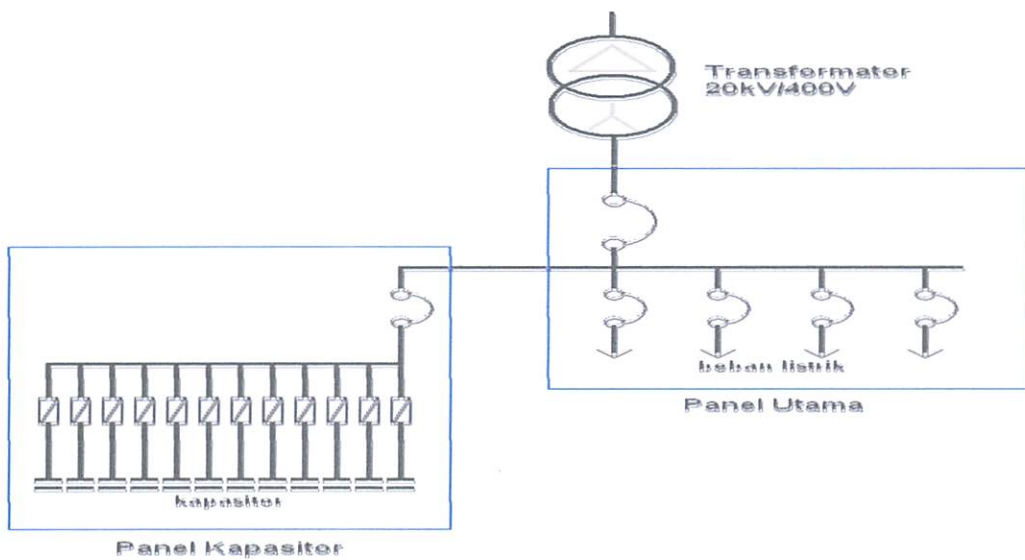
Kapasitor adalah komponen listrik yang dapat menghasilkan daya reaktif pada jaringan dimana kapasitor tersebut ditempatkan (William. D and Stevenson. Jr, 1990). Secara sederhana kapasitor terdiri dari dua plat logam yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik dan kapasitor ini mempunyai sifat menyimpan muatan listrik. Kapasitor bank digunakan secara luas pada sistem distribusi untuk perbaikan faktor daya dan pengaturan tegangan *feeder*. Pada saluran transmisi kapasitor bank berguna untuk mengkompensasi rugi – rugi dan memastikan tegangan terjaga pada levelnya pada saat beban penuh. Beban yang bersifat induktif akan menyerap daya reaktif, yang kemudian dapat menimbulkan jatuh tegangan pada sisi penerima. Dengan melakukan pemasangan kapasitor bank, beban akan mendapat suplai daya reaktif. Kompensasi yang dilakukan oleh kapasitor bank akan dapat mengurangi penyerapan daya reaktif

sistem oleh beban. Dengan demikian jatuh tegangan yang terjadi dapat dikurangi (Hasan Basri, 1997).



Gambar 2.2 Kapasitor.

Sumber : [www.ilmulistrik.com](http://www.ilmulistrik.com)



Gambar 2.3 Kapasitor Bank terhubung dengan Transformator

Sumber : <http://electric-mechanic.blogspot.com>

### 2.3.1. Fungsi Kapasitor

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

1. Sebagai kopling antara rangkaian yang satu dengan rangkaian yang lain (pada power supply).

2. Sebagai filter/penyaring dalam rangkaian power supply.
3. Sebagai frekuensi dalam rangkaian antena.
4. Untuk menghemat daya listrik pada lampu neon.
5. Menghilangkan bouncing (loncatan api) bila dipasang pada saklar untuk menyimpan arus/tegangan listrik.
6. Untuk arus DC berfungsi sebagai isolator/penahan arus listrik, sedangkan untuk arus AC berfungsi sebagai konduktor/melewatkan arus listrik.
7. Perata tegangan DC pada pengubah AC to DC. Pembangkit gelombang AC atau oscilator, dan sebagainya.

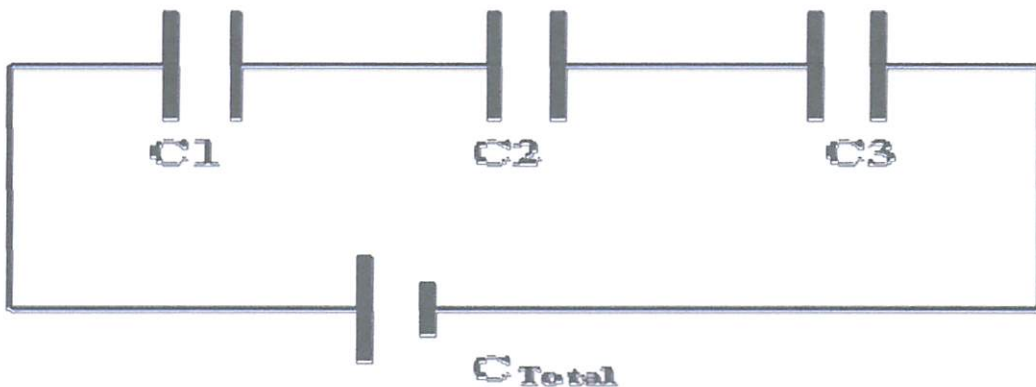
### 2.3.2. Kapasitor Bank

Kapasitor Daya berdasarkan tegangan yang akan dibagi menjadi dua yaitu :

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

### 2.3.3. Kapasitor Seri

Kapasitor seri adalah kapasitor yang dihubungkan secara seri pada saluran yang bersangkutan, pemakaiannya sangat dibatasi pada saluran distribusi, karena peralatan pengamannya cukup rumit. Jadi secara umum biaya untuk pemasangan kapasitor seri lebih mahal dibandingkan biaya pemasangan kapasitor paralel (*shunt*) (Ari Hasyim, Vol. 3, N02).



Gambar 2.4 Kapasitor Rangkaian Seri

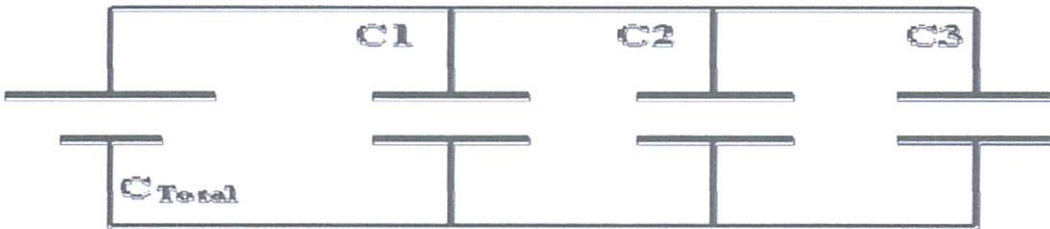
Sumber : <http://ceri.mhs.narotama.ac.id>

Untuk menghitung C total digunakan persamaan :

$$C_{total} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} \dots\dots\dots (2.1)$$

### 2.3.4. Kapasitor Pararel (*Shunt*)

Kapasitor *shunt* adalah kapasitor yang dihubungkan secara pararel pada saluran dan secara intensif digunakan pada saluran distribusi. Dengan dipasangnya kapasitor *shunt* pada jaringan distribusi akan dapat memperbaiki profil tegangan, memperbaiki faktor daya serta mengurangi rugi saluran.



Gambar 2.5Kapasitor Rangkaian Pararel

Sumber : <http://ceri.mhs.narotama.ac.id>

Untuk menghitung C total digunakan persamaan :

$$C_{total} = C_1 + C_2 + C_3 \dots\dots\dots (2.2)$$

Ada dua cara dalam pemasangan kapasitor *shunt*, yaitu :

#### a. Kapasitor Tetap

Adalah kapasitor untuk kompensasi daya reaktif yang kapasitansya tetap dan selalu terpasang pada jaringan. Penggunaan kapasitor ini harus memperhatikan kenaikan tegangan yang terjadi pada saat beban ringan agar tidak melebihi batas tegangan yang di tetapkan ( $\pm 5\%$ ) (Ari Hasyim, Vol. 3, N02).

#### b.Kapasitor Saklar

Adalah kapasitor untuk kompensasi daya reaktif yang dapat dihubungkan dan dilepaskan dari jaringan dan dapat diatur besar kapasitansya sesuai dengan kondisi beban (Ari Hasyim, Vol. 3, N02).

### 2.4. Faktor – Faktor Pemilihan Kapasitor

Dalam penentuan penggunaan kapasitor haruslah memperhatikan spesifikasi dari kapasitor tersebut. Karena apabila pemasangan kapasitor dalam suatu sistem saluran terlalu banyak akan menyebabkan faktor daya bersifat

leading dan efek yang ditimbulkan adalah loss eksitasi pada generator sehingga generator menyerap daya reaktif. Selain untuk perbaikan faktor daya, fungsi lain dari kapasitor adalah menaikkan rating tegangan sehingga rugi – rugi daya atau losses dalam suatu jaringan dapat dikurangi. Secara umum peletakkan kapasitor dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu :

a. Individual

Pada cara ini kapasitor bank hanya diletakkan pada bus yang ingin diperbaiki  $\cos \phi$  nya. Keuntungan dari cara ini adalah  $\cos \phi$  pada setiap bus dan  $\cos \phi$  pada sistem akan membaik, namun kerugian dari cara ini adalah dari segi ekonomis karena terlalu boros dan harga yang relative mahal.

b. Grup

Pada cara ini kapasitor bank diletakkan pada bus teratas dalam suatu jaringan. Keuntungan dari cara ini adalah dapat memperbaiki  $\cos \phi$  dalam suatu grup, namun kekurangannya adalah cara ini tidak dapat memperbaiki faktor daya secara keseluruhan.

c. Central

Pada cara ini kapasitor bank diletakkan pada bagian bus utama dari suatu jaringan, tujuan utamanya adalah untuk memperbaiki  $\cos \phi$  secara keseluruhan. Keuntungan dari cara ini adalah harganya yang relative murah  $\cos \phi$  pada suatu jaringan akan membaik, namun kelemahannya adalah tidak dapat memperbaiki  $\cos \phi$  pada setiap bus beban sehingga seringkali terjadi *drop voltage* dan  $\cos \phi$  pada setiap bus beban rendah.

faktor yang mempengaruhi pemilihan kapasitor *shunt* dan seri dapat ditabelkan sebagai berikut, (Hasan Basri, 1997) :

Tabel 2.1 Kapasitor Seri dan Kapasitor *Shunt*

No	Tujuan	Kapasitor	
		Seri	Shunt
1	Memperbaiki faktor daya.	Kedua	Pertama
2	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran udara dengan	Pertama	Kedua

	faktor daya normal dan rendah.		
3	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran udara dengan factor daya yang tinggi.	Tidak dipakai	Pertama
4	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran bawah tanah dengan faktor daya normal dan rendah.	Tidak dipakai	Tidak dipakai
5	Memperbaiki tingkat tegangan pada sistem saluran bawah tanah dengan faktor daya yang tinggi.	Pertama	Tidak dipakai
6	Mengurangi rugi – rugi pada saluran	Kedua	Pertama
7	Mengurangi fluktuasi tegangan	Pertama	Tidak dipakai

Sumber (Hasan Basri,1997)

## 2.5. Optimal Capacitor Placement

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

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

Kemampuan modul OCP adalah sebagai berikut :

- Fitur Utama
  - a. Hitung biaya yang paling efektif lokasi instalasi dan ukuran bank terbaik.



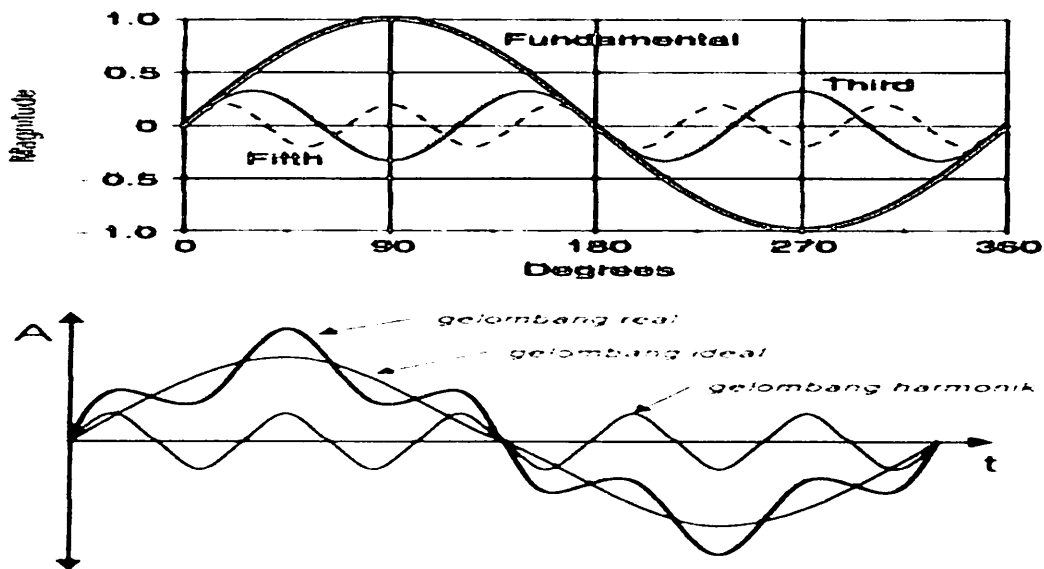
- b. Minimalkan instalasi total dan biaya operasi
- c. Pertimbangkan support tegangan dan koreksi faktor daya
- d. Evaluasi model kapasitor
- e. Memungkinkan peninjauan dampak kapasitor dalam sistem
- f. Menggunakan teknik optimal yang paling maju
- Kemampuan
  - a. Antarmuka menggunakan grafis yang jangghih
  - b. Mudah digunakan masukan dan keluaran
  - c. Seketika menampilkan kapasitor baru
  - d. Kecepatan dan control presisi
  - e. Aliran daya terpadu
  - f. Standart kristal laporan
- Plotting
  - a. Mengurangi rugi selama periode perencanaan
  - b. Operasi kapasitor biaya selama periode perancangan
  - c. Hasil selama periode perencanaan
- Laporan
  - a. Capacitor properties
  - b. Kapasitor lokasi dan ukuran
  - c. Memuat hasil arus untuk beban maksimum, rata-rata dan minimum
  - d. Branch kapasitas terpasang
  - e. Ringkasan biaya

## **2.6. Harmonisa**

### **2.6.1. Pengetian Harmonisa**

Harmonisa dijelaskan sebagai penyimpan gelombang sinusoidal yang berhubungan dengan arus dan tegangan amplitudo dan frekuensi yang berbeda. Perubahan bentuk dari gelombang arus dan tegangan yang disebabkan harmonisa akan mengganggu sistem distribusi listrik dan menurunkan kualitas daya sistem. Dalam sistem tenaga listrik, harmonisa dapat dijelaskan sebagai gelombang distorsi secara periodic pada kondisi ready state disebabkan adanya interaksi antara gelombang sinus sistem pada frekuensi fundamental dengan komponen

gelombang lainnya yang merupakan frekuensi kelipatan interger dari frekuensi fundamental.



Gambar 2.6 Gelombang terdistorsi akibat harmonisa

### 2.6.2. Efek Harmonisa

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

## 2.7. Pengaruh Harmonisa

### 2.7.1. Pengaruh harmonisa pada komponen listrik

Sumber utama harmonisa adalah beban non linier. Beban–beban non linier adalah jenis beban yang memiliki bentuk gelombang yang keluaranya tidak sebanding dengan masukannya, artinya gelombang arus maupun tegangan keluar tidak sama dengan gelombang masuknya.

#### a. Konduktor

Konduktor adalah media yang dipakai untuk mentransferkan energi listrik. Arus harmonisa dapat menyebabkan rugi-rugi pada kawat penghantar bertambah. Hal ini dikarenakan pada konduktor yang terdapat impedansi hambatan, yang meningkatkan arus. Arus harmonisa yang mengalir tersebutlah yang menyebabkan

panas. Panas tersebut semakin lama akan mengurangi daya hantarnya, sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan rugi-rugi daya dan efisiensi.

b. Transformator

Pada transformator, yang mengalami kerugian daya adalah kumparan primer, kumparan sekunder dan inti besi. Telah diketahui bahwa arus harmonisa menambah kerugian daya pada penghantar yang berbentuk panas. Gabungan dari rugi-rugi tembaga dan inti besi akan menyebabkan transformator menjadi *overheating*.

**2.7.2. Pengaruh harmonisa pada sistim tenaga listrik**

Harmonisa merupakan suatu fenomena yang timbul akibat pengoperasian beban listrik non linear, yang merupakan sumber terbentuknya gelombang frekuensi tinggi. Tingkat kecacatan seringkali dinyatakan dengan THD (*Total Harmonic Distortion*). Nilai dari persentase harmonisa dengan fundamentalnya, apabila harmonisa besar, tingkat kerusakan komponen juga semakin besar. Besaran persentase THD maksimal 5% dalam standart internasional dari arus fundamental dan tegangannya.

Mencari nilai THD dari *tegangan* dapat digunakan persamaan :

$$THD_v = \sqrt{\frac{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots V_n^2}{V_i}} \dots\dots\dots(2.3)$$

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

$$THD_i = \sqrt{\frac{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots I_n^2}{I_i}} \dots\dots\dots(2.4)$$

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

1. Konverter

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

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

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

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

- Distorsi harmonisa
- Kedip tegangan
- Goncangan frekuensi
- Ketidakseimbangan tegangan

## 3. Transformator

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

## 4. Mesin-mesin Berputar

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

### 2.7.3. Pengaruh Harmonisa Pada Kapasitor Bank

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

### 2.7.4. Standart Harmonisa

Standart harmonisa yang digunakan adalah **standart IEEE 519-1992**. Ada 2 kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi distorsi harmonisa. Yang pertama adalah batasan harmonisa arus, yang ke 2 adalah harmonisa tegangan. Untuk standart harmonisa arus, ditentukan oleh rasio ISC / IL. *THD<sub>v</sub>* adalah presentasi jumlah total tegangan yang terdistorsi oleh harmonisa terhadap frekuensi fundamentalnya dan THDI adalah presentasi jumlah total arus yang terdistorsi oleh harmonisa terhadap frekuensi fundamentalnya. Perhitungannya berbeda tiap negara, tergantung standar yang dipakai.

Tabel 2.2 Batas Tegangan Distorsi dari IEEE 519

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

Tabel 2.3 Batas Distorsi Harmonisa Arus 0,12 kV – 69

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

Tabel 2.4 Batasan Distorsi Harmonisa arus 69 kV – 161 kV

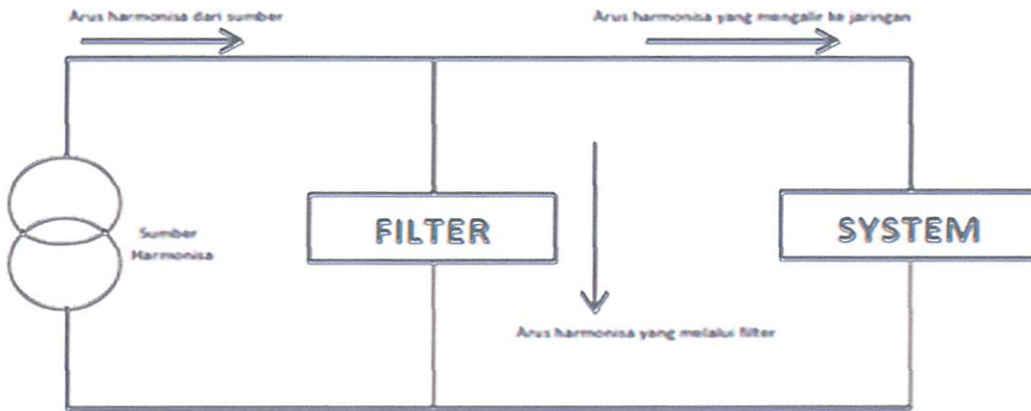
ISC / IL	Urutan Harmonik [h(%)]					TDD (%)
	<11	11<17	17<23	23<35	35	
<20	2	1	0.75	0.3	0.15	2.5
20<50	3.5	1.75	1.25	0.5	0.25	4
50<100	5	2.25	2	0.75	0.35	6
100<1000	6	2.75	2.5	1	0.5	7.5
>1000	7.5	3.5	3	1.25	0.7	10

Tabel 2.5 Batasan Distorsi Harmonisa Arus > 161 kV

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

## 2.8. Filter Harmonisa

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



Gambar 2.7 Pemasangan filter harmonisa

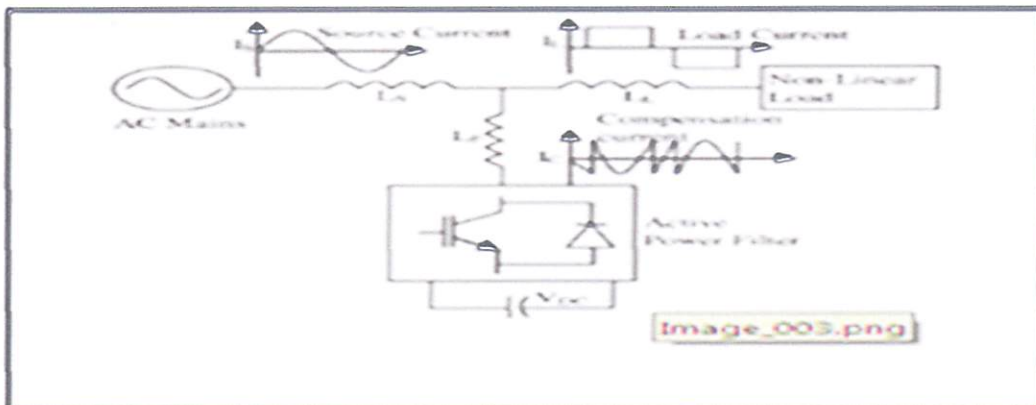
### 2.8.1. Tipe Filter

Ada dua tipe dasar dari filter :

#### 2.8.1.1. Filter aktif

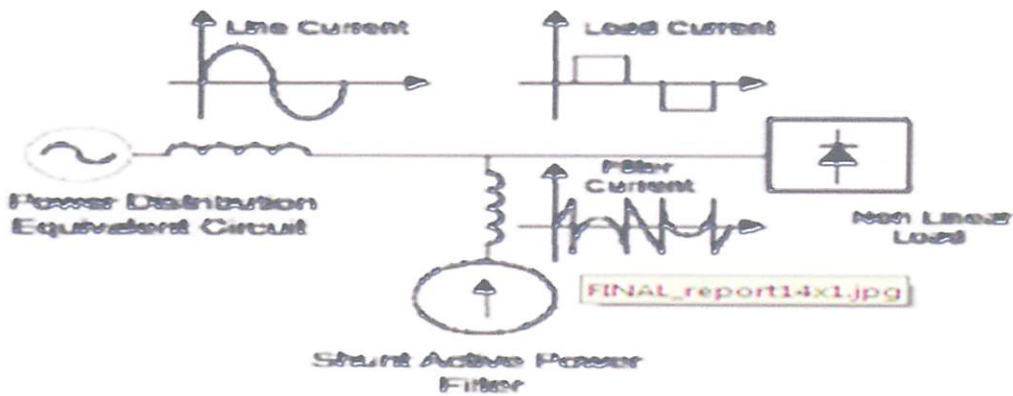
Dibagi menjadi dua bagian :

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



Gambar 2.8 Series Active Power Filter

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



Gambar 2.9 Shunt Active Power Filter

### 2.8.1.2. Filter Pasif

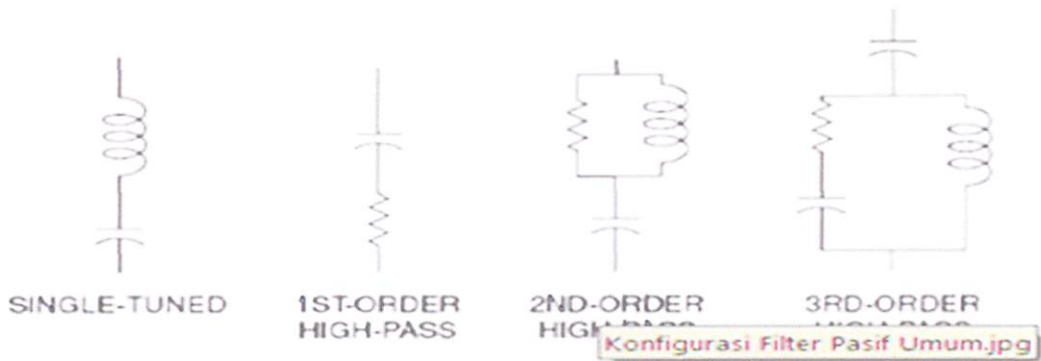
Filter adalah suatu rangkaian yang digunakan untuk membuang tegangan output pada frekuensi tertentu. Untuk merancang rangkaian filter dapat digunakan komponen pasif (RLC) dan komponen aktif (Op-Amp, transistor). Dengan demikian filter dapat dikelompokkan menjadi filter pasif dan filter aktif.

Jenis-jenis filter pasif yang umum beserta konfigurasi dan plot impedansinya.

Secara umum filter pasif dapat dibedakan dalam tiga jenis :

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





Gambar 2.10 Jenis – jenis Filter Pasif

## 2.9. Analisa Aliran Daya

Dalam melayani beban yang dibutuhkan oleh konsumen dan pengoperasian tenaga listrik perlu dilakukan penganalisaan aliran daya, sehingga sistem yang dioperasikan dapat memenuhi persyaratan teknis yang sudah ditetapkan sebelumnya. Dalam analisa aliran daya dilakukan perhitungan terhadap tegangan, arus, daya aktif dan daya reaktif yang terdapat pada berbagai titik jaringan sistem tenaga listrik (William D. and Stevenson. Jr, 1990).

Tujuan dari analisa aliran daya sebagai berikut :

- Mencari daya reaktif dan sudut fasa tegangan  $\delta$  dari generator.
- Untuk mendapatkan nilai daya aktif dan reaktif pada bus.
- Untuk mengetahui apakah semua peralatan pada sistem memenuhi batas-batas yang telah ditetapkan untuk operasi penyaluran daya.
- Untuk mengetahui kondisi awal pada sistem.
- Untuk mengetahui daya yang mengalir disetiap saluran jaringan tenaga listrik.
- Untuk mengetahui nilai rating tegangan pada setiap bus.

## 2.10. Klasifikasi Bus

Pada setiap bus dari jaringan terdapat parameter – parameter yaitu : daya aktif (P), daya reaktif (Q), rating tegangan  $|v|$  pu dan sudut fasa tegangan  $\delta$ . Dengan melihat parameter diatas, maka setiap bus dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Bus Beban ( *Load Bus* ) (PQ)

Pada bus ini hanya terdapat kebutuhan daya untuk memenuhi kebutuhan beban dimana P (daya aktif) dan Q (daya reaktif) diketahui, sementara  $|v|$  dan  $\delta$  harus ditentukan (dicari).

2. Bus Generator (PV)

Pada bus ini hanya terdapat daya pembangkit dimana  $|v|$  diatur menggunakan regulator tegangan dan P diatur dengan governor, sehingga untuk bus ini P dan  $|v|$  diketahui. Sementara Q (daya reaktif) dan  $\delta$  (sudut fasa) dicari.

3. Bus Slack

Pada bus ini  $|v|$  dan  $\delta$  sudah ditentukan besarnya sementara P dan Q dihitung. Biasanya nilai  $|v|$  adalah 1 pu, sedangkan sudut fasa tegangan  $\delta$  berharga nol, karena fasor tegangan dari bus dipakai sebagai referensi.

Daya total yang mengalir pada setiap bus dituliskan sebagai berikut :

$$S_k = P_k + jQ_k = V_k I_k \dots\dots\dots (2.5)$$

Atau

$$P_k + jQ_k = \sum_{n=1}^N Y_{kn} V_n \dots\dots\dots (2.6)$$

Dari persamaan  $V_k = v_k + j\delta_k$  dan  $Y_{k1} = G_{k1} + jB_{k11}$  maka persamaan menjadi :

$$P_k - jQ_k - (v_k + j\delta_k) = \sum_{n=1}^N (G_{k11} + jB_{k11})(V_n + j\delta_n) \dots\dots\dots (2.7)$$

Bila dituliskan dalam bentuk real dan imajiner, maka persamaan diatas menjadi :

$$P_k = \sum_{n=1}^N \{v_k (v_k G_{kn} + \delta_k B_{kn}) + \delta_k (\delta_{kn} G_{kn} - v_k B_{kn})\} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$Q_k = \sum_{n=1}^N \{\delta_k (v_k G_{kn} + \delta_k B_{kn}) - v_k (\delta_{kn} G_{kn} - v_k B_{kn})\} \dots\dots\dots (2.9)$$

(Hadi Saadat, 2004)

**2.11. Sifat Beban Listrik**

Dalam jurnal ilmiah oleh I Putu Agus H dan Titiek Suheta dalam membahas

kapasitor di Pabrik Eratex Djaja, suatu rangkaian listrik selalu dijumpai suatu sumber atau beban. Bila sumber DC, maka sifat beban hanya bersifat resistif murni, karena frekuensi sumber DC adalah nol.

Reaktansi induksi akan menjadi nol yang berarti bahwa induktor tersebut akan short circuit. Reaktansi Kapasitif akan menjadi tak terhingga yang berarti kapasitif tersebut akan open circuit. Jadi sumber DC akan mengakibatkan beban-

beban induktif dan beban kapasitif tidak akan berpengaruh pada rangkaian. Bila sumber listrik AC maka beban dibedakan menjadi 3 bagian sebagai berikut :

#### 1. Beban *Resistif*

Beban jenis ini hanya mengkonsumsi daya aktif saja dan mempunyai faktor daya sama dengan satu. Beban *resistif* yaitu beban yang terdiri dari komponen tahanan ohm, seperti elemen pemanas dan lampu pijar.

#### 2. Beban *Induktif*

Beban *induktif* yaitu beban yang terdiri dari kumparan kawat yang dililitkan pada suatu inti, seperti coil dan transformator. Beban ini dapat mengakibatkan pergeseran fasa pada arus sehingga bersifat *lagging*. Hal ini disebabkan oleh energi yang tersimpan berupa medan *magnetis* akan mengakibatkan fasa arus bergeser menjadi tertinggal terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan daya *reaktif*.

#### 3. Beban *Kapasitif*

Beban *kapasitif* yaitu beban yang memiliki kemampuan untuk menyimpan energi yang berasal dari pengisian elektrik pada suatu sirkuit. Komponen ini dapat menyebabkan arus leading terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan mengeluarkan daya reaktif.

<http://saranabelajar.wordpress.com>

### 2.12. Sumber Daya Untuk Perbaikan Faktor Daya

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

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

### 2.13. Koreksi Faktor Daya Dengan Kapasitor

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

#### 1. Masalah regulasi tegangan

2. Peningkatan rugi sistem
3. Penalti faktor daya dalam kontrak
4. Penurunan kapasitas filter

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

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

#### **2.14. Metode Perhitungan**

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

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

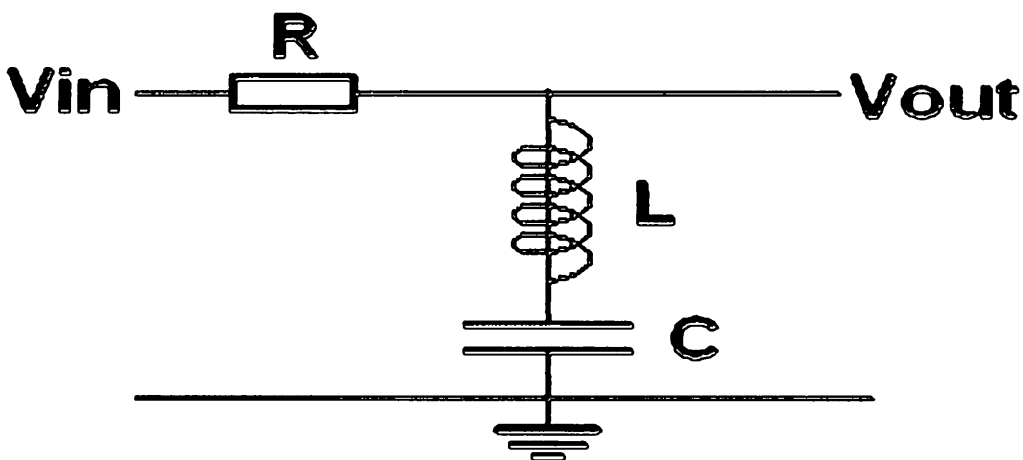
1. Biaya tetap instalasi kapasitor
2. Biaya kapasitor pembelian
3. Biaya operasi kapasitor bank (pemeliharaan dan penyusutan)

#### 4. Biaya rugi daya nyata

##### 2.15. Daya Reaktif (VAR) Pada Filter Pasif

Pada filter pasif terdapat komponen resistor (R), induktor (L) dan kapasitor (C). Dengan adanya induktor dalam filter ini maka tegangan kapasitor pada frekuensi fundamental akan naik. Hal ini disebabkan reaktansi induktor akan mengurangi nilai reaktansi kapasitor, akibatnya reaktansi total akan semakin kecil sehingga akan menaikkan arus yang melewati kapasitor.

Semakin meningkatnya arus yang melewati kapasitor, maka tegangan kapasitorpun akan semakin meningkat dan biasanya bisa mencapai nilai yang tidak diinginkan. Sebagai contoh, induktor dengan reaksi sepersepuluh ( $1/10$ ) dari reaktansi kapasitor akan meningkatkan tegangan kapasitor pada frekuensi fundamental sebesar 11%. Sedangkan ANSI capacitor rating hanya mengijinkan overvoltage yang terjadi sebesar 10%. Jika tegangan operasi lebih kecil dari pada tegangan kapasitor, karena peningkatan tegangan kapasitor maka rating bank (daya reaktif untuk mengkompensasi faktor daya) biasanya akan lebih kecil dari nilai yang tertulis. Oleh karena itu, daya reaktif (VAR) nyata pada filter akan sama dengan daya 26 reaktif (VAR) yang tertulis dikali kuadrat rasio dari tegangan kapasitor dan tegangan operasi dengan induktor.



Gambar 2.11 Komponen Filter Pasif

Daya reaktif nyata  $VAR_{act}$  pada filter pasif dapat di hitung dengan menggunakan rumus di bawah ini :

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

$$V_c = V_{BUS} \times \frac{X_c}{X}$$

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

Keterangan :

$X_C$  dan  $X_L$  = Reaktansi Fundamental (Ohm)

$X$  = Impedansi total (Ohm)

$V_C$  = Tegangan Kapasitor (Volt)

$V_{rating}$  = Rating Tegangan (Volt)

$VAR_{rating}$  = Daya reaktif yang tertulis (VAR)

$VAR_{act}$  = Daya reaktif nyata (VAR)

## 2.16. Faktor Kualitas ( Q ) pada Filter Pasif

Filter pasif paralel pada frekuensi yang menyebabkan reaktansi, induktif dan kapasitif yang sama. Sedangkan karakteristik penalaan filter dapat dijelaskan dari faktor kualitas (Q). Kualitas dari filter (Q) menentukan ketajaman penalaan. Filter dengan Q tinggi di tala secara tajam pada salah satu frekuensi harmonisa yang lebih rendah, dengan nilai Q yang umum antara 30 sampai 60. Filter dengan Q yang lebih rendah biasanya bernilai 0,5 sampai 5 dan memiliki impedansi yang rendah pada jangkauan frekuensi yang lebar. Apabila filter digunakan untuk 27 mengeliminasi harmonisa yang lebih tinggi, maka filter yang digunakan adalah High Pass Filter.

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

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

Pada keadaan resonansi, filter pasif akan lebih efektif lagi apabila  $VAR_{rating}$  yang sudah ditentukan di distribusikan sesuai dengan prosentase arus harmonisa yang terbentuk didalam sistem. Hal ini disebabkan THD untuk  $VAR_{rating}$  yang terdistribusi sesuai dengan prosentase harmonisa sehingga cenderung lebih kecil daripada  $VAR_{rating}$  yang terdistribusi merata pada masing-

masing orde filter. Sistem ditentukan oleh VARrating, filter pasif dipengaruhi oleh faktor kualitas Q. Semakin tinggi faktor kualitas Q yang digunakan, maka komponen harmonisa yang terduksi akan jatuh lebih besar dibandingkan filter pasif yang menggunakan faktor kualitas Q yang rendah. Sebuah filter Pass Band (PB) didefinisikan sebagai pembatas sebuah frekuensi dimana reaktansi penyaring resistennya, sudut impedansinya adalah  $45^\circ$  dan modul impedansinya  $\sqrt{2R}$  kualitas faktor dan Pass Band terkait dengan :

$$Q = \frac{\omega n}{PB}$$

Dalam orde mengungkapkan impedansi filter Q dan  $\delta$  setelah dihubungkan dari persamaannya berlaku :

$$Z_1 = R + j \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right)$$

$$\omega = \omega n (1 + \delta)$$

Dimana :

$$\omega n = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Sebuah reaktansi induktor atau kapasitor dalam ohm difrekuensi tuned adalah :

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

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

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

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

## 2.17. ETAP (Electrical Transient Analysis Program)

*ETAP Power Station* adalah *software* untuk *power* sistem yang bekerja berdasarkan perencanaan, setiap *plant* harus menyediakan *modelling* peralatan dan alat-alat pendukung yang berhubungan dengan analisis yang akan dilakukan. Perangkat ini dapat bekerja dalam keadaan *offline* yaitu untuk simulasi tenaga listrik dan *online* untuk pengelolaan data *real time*. Analisa yang dapat dilakukan antara lain :

- Analisa Aliran Daya (*load flow analysis*)
- Analisa hubung singkat (*short circuit*)

- *Motor Starting*
- *Arc Flash Analisis*
- *Harmonic Power System*
- *Analisa Kestabilan Transient*

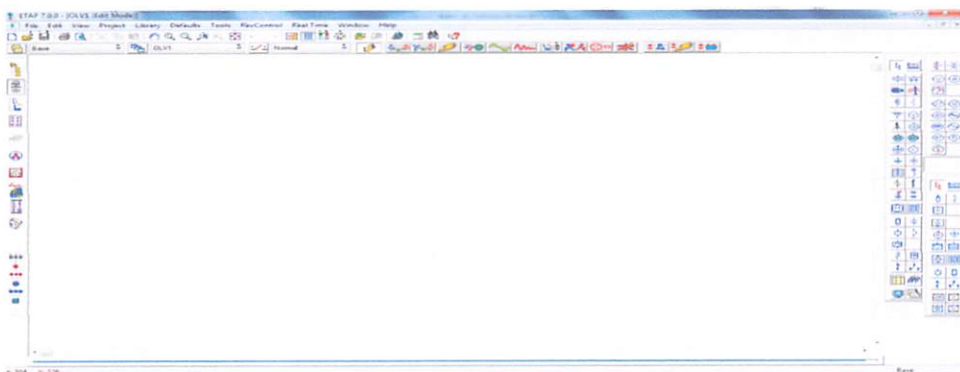
Data-data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan *LoadFlow* adalah sebagai berikut :

- Data *Bus* (nominal kV, %V dan sudut tegangan)
- Data *Branch* (transformator, jaringan transmisi, kabel dan impedansi)
- Data Generator
- Data beban

Dari perhitungan *Load Flow* maka akan menghasilkan :

- *Power Flow* dan *Power Factor*
- *Bus Voltage*
- *BusLoading*
- *Tap Transformator*
- *Losses*
- *Voltage drops*
- Konsumsi daya beban

*ETAP Power Station* dapat digunakan untuk menggambar *single line* diagram secara langsung. *Single line* diagram ETAP terdiri dari sejumlah komponen yang membantu kita dalam merangkai rangkaian kompleks dan banyak sebagai contoh, setiap unsur komponen dapat berdiri sendiri, ukuran dan symbol yang ditampilkan menggunakan standar *ANSI* dan *IEC*. (ETAP. 7. 0. 0. *User Guide*)



Gambar 2.12 Tampilan Utama *Software ETAP Power Station*



## **2.18. Analisa Aliran Daya Metode Newton Raphson**

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

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

## **2.19. Penempatan Optimal Capacitor (OCP – Optimal Capacitor Placement) Menggunakan ETAP Power Station**

ETAP Power Station adalah program analisis sistem power grafik. ETAP menggunakan teknik algoritma sistem untuk penempatan optimal kapasitor. Sistem daya pada ETAP beroperasi pada sistem daya lag, karena beban dan perangkat pengirimannya (saluran dan transmisi) bersifat induktif. Karena itu, sistem daya membutuhkan aliran VAR tambahan. Ini mengurangi kapasitas sistem, meningkatkan rugi-rugi dan mengurangi tegangan.

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

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

Meminimalkan biaya sekaligus menentukan ukuran dan lokasi kapasitor secara matematis adalah sebuah masalah optimisasi. Karena itu, perlu menggunakan sebuah pendekatan optimisasi. Modul ETAP power station untuk Optimal Capacitor Placement adalah alat simulasi yang baik dan didesain untuk aplikasi optimisasi. Modul OCP membantu menempatkan kapasitor untuk dukungan tegangan dan koreksi sistem daya, sekaligus meminimalkan biaya totalnya. Interface grafik memberikan stabilitas dalam mengontrol proses penempatan optimal kapasitor dan mempermudah pandangannya secara grafis. Pendekatan perhitungan presisi bisa secara otomatis menentukan lokasi

dan ukuran bank yang terbaik. Selain itu pendekatan tersebut juga melaporkan release kapasitas cabang dan juga melaporkan penghematan selama periode planning terkait dengan reduksi rugi VAR.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Studi Pustaka

Sebelum melakukan penelitian maka perlu dilakukan studi pustaka. Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh teori mengenai perencanaan energi, perangkat lunak ETAP *Power Station*, data-data variabel yang mendukung dalam penelitian. Sumber pustaka diperoleh baik melalui buku teks, literature dari internet, journal, makalah, laporan teknis, tesis, skripsi, maupun peraturan perundangan dan dokumen perencanaan pengembangan dari Negara Indonesia.

#### 3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mendatangi beberapa instansi terkait seperti PLN Tumpang yang terletak di ibukota Malang yaitu gardu induk Pakis.

#### 3.3. Pengelola Data

Pengelola data yang sudah diperoleh dilakukan dalam 2 tahap yaitu pengelompokan data dan perhitungan data untuk simulasi.

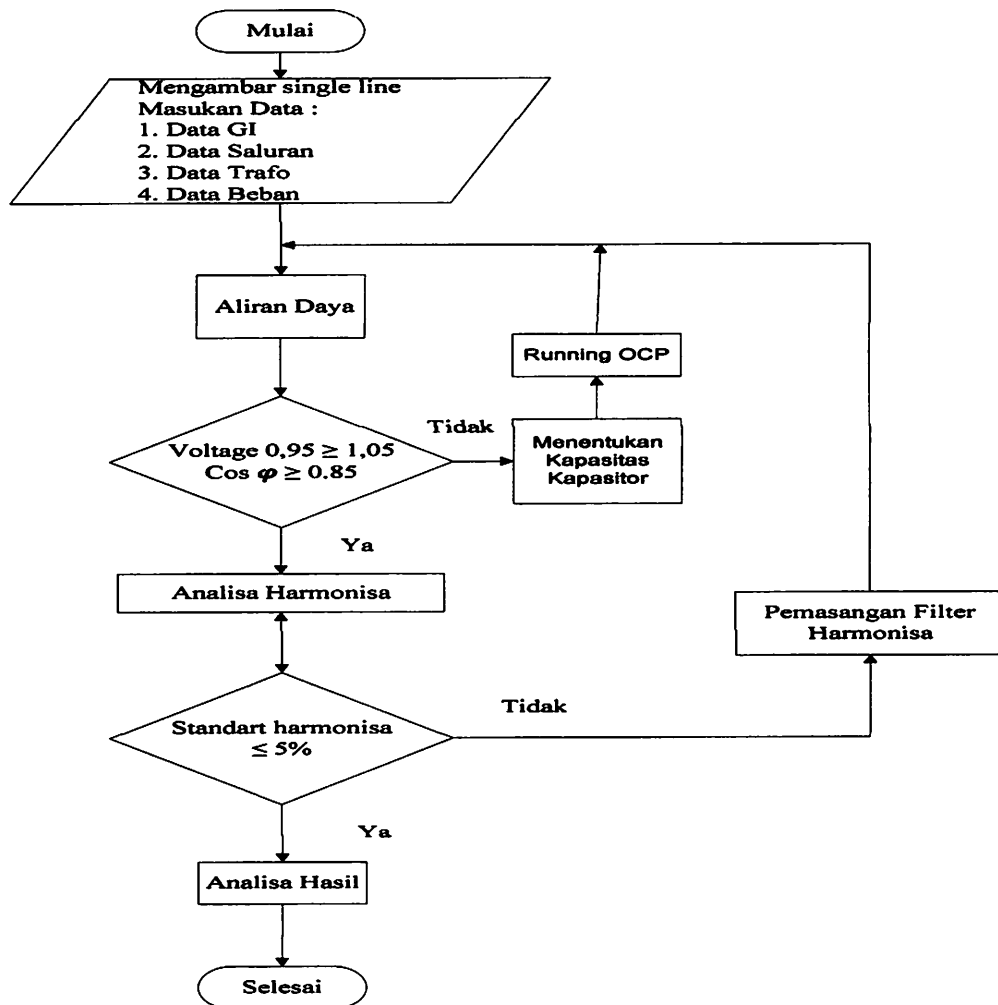
#### 3.4. Algoritma Simulasi ETAP Power Station

1. Mulai
2. Memasukkan Data : Data Trafo (kV), Data Beban (A), Data Tegangan (V), Kabel (Panjang Penghantar, Diameter)
3. Mengecek Data Parameter
4. Menjalankan Load Flow
5. Mengecek apakah : power factor Kapasitor ( $\cos \varphi \geq 0.85$ ) Tegangan : ( $0.95 \leq 1.05$  pu)
6. Menjalankan proses Optimal Capacitor Placement (OCP)
7. Mengecek apakah terjadi "error report" : Apabila "Y" : Kembali ke Data Parameter lagi (kembali ke 3) Apabila "T" : Ke Proses Selanjutnya.
8. Penempatan tempat dan nilai kapasitor

9. Cek harmonisa
10. Mengecek apakah :Filter Harmonisa : THD < 5%
11. Mengecek apakah terjadi “error report” :Apabila “Y” : Kembali Cek Data Parameter lagi (kembali ke 3) Apabila “T” : Ke Proses Selanjutnya.
12. Dilakukan cetak hasil
13. Selesai

### 3.5. Flowchart

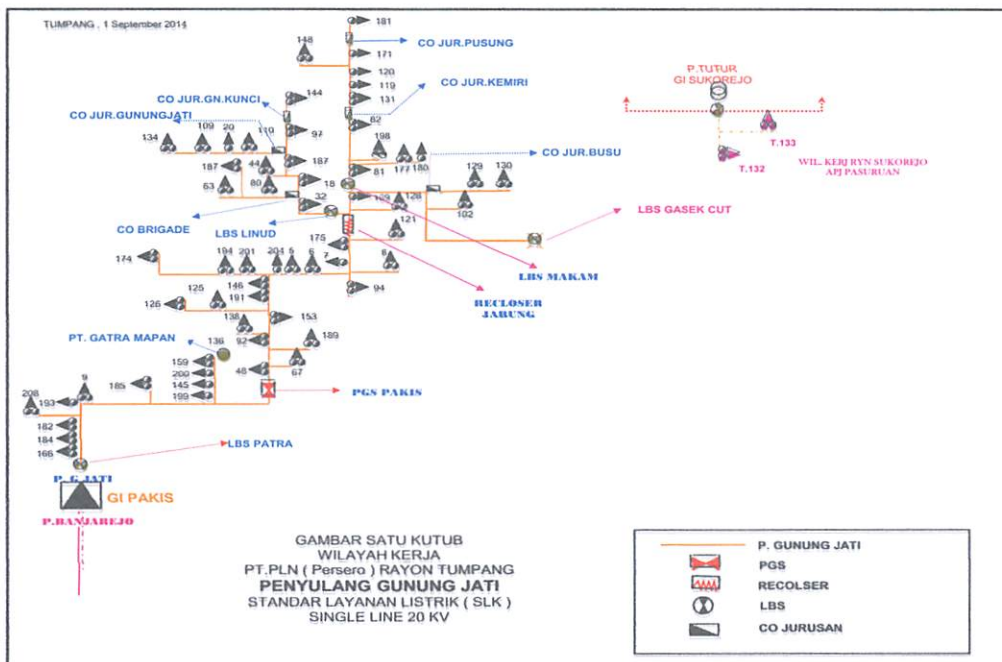
Dibawah ini adalah flowchart yang menunjukkan undervoltage agar nilai tegangan dapat kembali pada batas-batas yang diijinkan dalam sebuah sistem.



Gambar 3.1 Flowchart Simulasi

### 3.6. Single Line Diagram Penyulang Tumpang 20 kV

Analisa pada skripsi ini mengambil data dari Penyulang Tumpang Malang dimana penyulang ini mendapat suplai daya dari G.I Pakis dengan kapasitas trafo 150/20 30 MVA. Sistem distribusi Penyulang Tumpang merupakan jaringan sistem distribusi *radial* dengan panjang saluran  $\pm$  203 km. Untuk menganalisa aliran daya terlebih dahulu ditetapkan single line diagram sesuai dengan Gambar 3.1 kemudian dianalisa dengan menggunakan software ETAP *Power Station* dengan tujuan untuk mengetahui keadaan sistem atau karakter pada tiap –tiap bus.



Gambar 3.2 Single Line Penyulang Tumpang - Malang

### 3.7. Data Beban Dan Trafo Penyulang Tumpang 20 Kv

Tabel 3.1. Data Gardu Trafo Penyulang Tumpang

No Grd	Alamat Gardu	kVA Trafo	Type Trafo	Tegangan V		Beban Kva	Pjg	Kode Penghantar
				Mngh	Rndh			
2	Jl. Raya kali Bokor	160	3 Phs	20000	400	117,81	4	M 107
10	Ds.Bokor Tumpang	250	3 Phs	20000	400	145,89	5	M 107
17	Ds.Kebonsari	160	3 Phs	20000	400	129,88	4	M 107
21	Ds.Belung Pncksm	160	3 Phs	20000	400	122,64	3	M 107
22	Dn.Wonomulyo Wates	200	3 Phs	20000	400	174,19	5	M 107
23	Ds. Wonorejo Pncksm	160	3 Phs	20000	400	109,47	4	M 107
24	Dn. Trigu Pncksm	150	3 Phs	20000	400	102,45	4	M 107
25	Ds. Ponokusumo	150	3 Phs	20000	400	139,09	3	M 107
26	Dn. Simpar Pncksm	100	3 Phs	20000	400	54,41	4	M 107
27	Dn. Kunci Pncksm	100	3 Phs	20000	400	91,70	3	M 107
28	Dn. Besuki Wringanom	100	3 Phs	20000	400	67,79	3	M 107
29	Ds. Gubuklakah	100	3 Phs	20000	400	76,79	3	M 107
30	Ds. Gubuklakah Poncokusumo	100	3 Phs	20000	400	67,35	3	M 107
38	Dn. Pulungan Plg dowo	160	3 Phs	20000	400	123,95	3	M 107
39	Dn.Pulungan Plg dowo	200	3 Phs	20000	400	162,78	4	M 107
40	Dn.Pulungan Plg dowo	150	3 Phs	20000	400	89,51	4	M 107
41	Ds. Banjarejo Pakis	100	3 Phs	20000	400	71,74	3	M 107
42	Ds. Banjarejo Pakis	160	3 Phs	20000	400	151,82	3	M 107
43	Ds. Banjarejo Pakis	160	3 Phs	20000	400	146,55	2	M 107
45	Jl. Raya Tumpang	160	3 Phs	20000	400	135,58	3	M 107
47	Jl. Raya Tulisayu	50	3 Phs	20000	400	15,58	4	M 107
49	Ds. Kidal Tumpang	160	3 Phs	20000	400	130,32	3	M 107
50	Ds. Kidal Tumpang	160	3 Phs	20000	400	114,74	3	M 107
51	Dn. Gunung Sari	100	3 Phs	20000	400	64,50	4	M 107
52	Dn. Robyong Wnmlyo	100	3 Phs	20000	400	65,60	4	M 107
53	Dn. Robyong Wnmlyo	100	3 Phs	20000	400	58,80	4	M 107
54	Dn. Nongko Sewu	150	3 Phs	20000	400	120,44	5	M 107
55	Ds. Pandanjeng Tmp	150	3 Phs	20000	400	120,22	5	M 107
56	Ds. Slamet Tumpang	150	3 Phs	20000	400	104,87	3	M 107
57	Dn. Wangkal Argosuko	150	3 Phs	20000	400	125,93	2	M 107
58	Ds. Pajaran Pncksm	150	3 Phs	20000	400	118,03	4	M 107

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Distribusi APJ Malang – Rayon Tumpang.

No Grd	Alamat Gardu	kVA Trafo	Type Trafo	Tegangan V		Beban kVA	Pjg	Kode Penghantar
				Mngh	Rndh			
60	Jl. Pahlawan Timur	100	3 Phs	20000	400	49,14	4	M 107
64	Pabrik Mie Pakis	160	3 Phs	20000	400	68,23	4	M 107
65	Dn. Bletok Tumpang	25	3 Phs	20000	400	23,78	3	M 107

66	Ds. Pucangsongo Pakis	160	3 Phs	20000	400	97,85	2	M 107
70	Ds. Belung Pncksm	100	3 Phs	20000	400	87,10	5	M 107
72	Dn. Glanggang Tmpng	160	3 Phs	20000	400	81,83	2	M 107
73	Ds. Kwedon Pncksm	100	3 Phs	20000	400	71,30	3	M 107
74	Ds. Karanganyar Pcksm	160	3 Phs	20000	400	123,51	3	M 107
75	Ds. Gadungan Pncksm	100	3 Phs	20000	400	75,47	3	M 107
77	Dn. Baran Kidal Tmpng	50	3 Phs	20000	400	43,88	4	M 107
78	Dn. Baran Kidal Tmpng	100	3 Phs	20000	400	87,75	4	M 107
79	Dn. Baran Kidal Tmpng	100	3 Phs	20000	400	86,88	3	M 107
83	Dn. Duwet Tosari	100	3 Phs	20000	400	33,13	3	M 107
84	Ds. Duwet Tumpang	160	3 Phs	20000	400	98,07	4	M 107
85	Ds. Pandansari	100	3 Phs	20000	400	88,19	4	M 107
86	Dn. Bonangan Pakis	100	3 Phs	20000	400	69,33	4	M 107
91	Ds. Ngebruk Pncksm	100	3 Phs	20000	400	178,80	3	M 107
100	Ds. Ngadireso Pncksm	160	3 Phs	20000	400	106,40	3	M 107
101	Dn. Putuk Ngadireso	50	3 Phs	20000	400	43,22	4	M 107
103	Dn. Dawuhan Lesti	100	3 Phs	20000	400	57,04	4	M 107
104	Ds. Dawuhan Pncksm	100	3 Phs	20000	400	66,47	3	M 107
107	Dn. Paras Karangnongko	100	3 Phs	20000	400	70,42	5	M 107
108	Dn. Simpar Wringanom	50	3 Phs	20000	400	17,77	3	M 107
111	Dn. Baran Karangnongko	50	3 Phs	20000	400	33,79	3	M 107
112	Dn. Petungsewu	100	3 Phs	20000	400	78,76	5	M 107
113	Dn. Genting	25	3 Phs	20000	400	7,46	3	M 107
114	Dn. Kedampul	100	3 Phs	20000	400	47,39	3	M 107
115	Dn. Kletak Pakis	50	3 Phs	20000	400	28,30	3	M 107
116	Dn. Baran Ngingit Tmpg	50	3 Phs	20000	400	28,30	4	M 107
122	Dn. Wonosari Pncksm	75	3 Phs	20000	400	33,13	4	M 107
123	Ds. Poncokusumo	100	3 Phs	20000	400	75,47	3	M 107

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Distribusi APJ Malang – Rayon Tumpang.

No Grd	Alamat Gardu	kVA Trafo	Type Trafo	Tegangan V		Beban kVA	Pjg	Kode Penghantar
				Mngh	Rndh			
135	Ds. Sumberejo Pncksm	50	3 Phs	20000	400	22,82	4	M 107
140	Ds. Pajaran Pncksm	200	3 Phs	20000	400	172,22	3	M 107
147	Jl. Raya Kebonsari Tmp	160	3 Phs	20000	400	119,35	3	M 107
154	Jarak Ijo	25	3 Phs	20000	400	4,17	3	M 107
155	Jarak Ijo	25	3 Phs	20000	400	4,61	3	M 107
156	Ngadas	75	3 Phs	20000	400	19,53	3	M 107
157	Ranupane	50	3 Phs	20000	400	36,42	3	M 107
158	Ranupane	50	3 Phs	20000	400	27,64	3	M 107
160	Ds. Karanganyar	160	3 Phs	20000	400	127,90	5	M 107
162	Ds. Baran Tulusayu	100	3 Phs	20000	400	92,58	2	M 107

163	Dk. Sukorame	100	3 Phs	20000	400	43,44	4	M 107
164	Ds. Njajang	50	3 Phs	20000	400	33,13	4	M 107
165	Ds. Sumberejo (K. Kopi)	10	3 Phs	20000	400	2,19	4	M 107
167	Ds. Tulusayu (G.Tabor)	160	3 Phs	20000	400	97,41	3	M 107
168	Ds. Wonorejo	100	3 Phs	20000	400	41,90	4	M 107
190	Ds. Pandansari	100	3 Phs	20000	400	43,66	4	M 107
192	PT. Guntur	315	3 Phs	20000	400	0,00	3	M 107
196	Ds. Wonosari	100	3 Phs	20000	400	8,12	4	M 107

Sumber : PT. PLN (PERSERO) Distribusi APJ Malang – Rayon Tumpang.

Dari Tabel 3.1 dapat diketahui bahwa kapasitas dan pembebanan dari masing - masing gardu trafo berbeda, panjang saluran antar gardu trafo juga berbeda. Hal ini yang berpengaruh pada proses penyaluran energi listrik pada konsumen karena adanya impedansi.

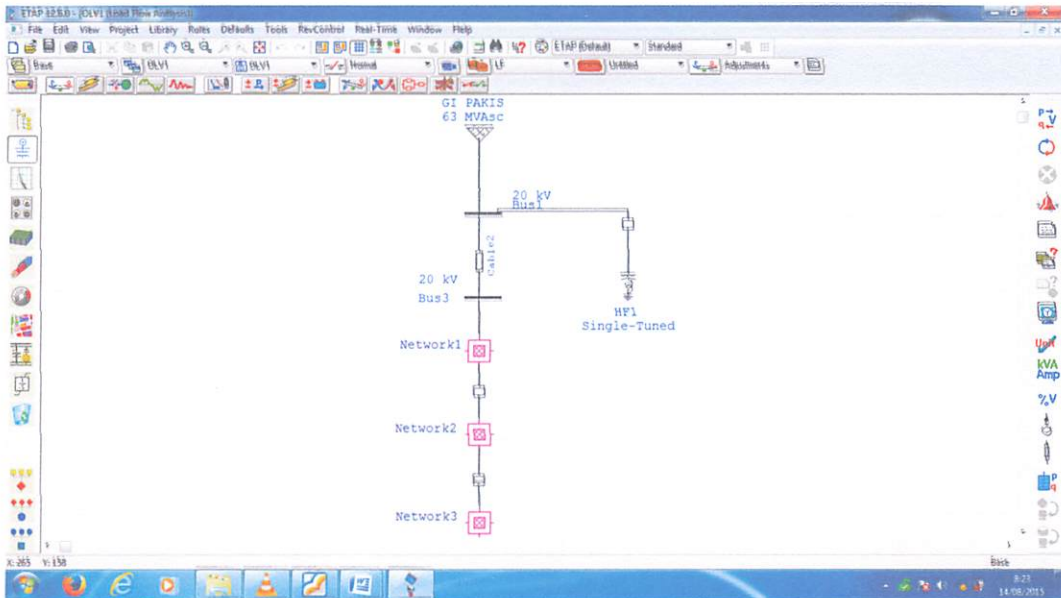


## BAB IV

### ANALISA DAN HASIL

#### 4.1. Simulasi Jaringan Distribusi Menggunakan *Software* ETAP

Untuk Simulasi Awal Menggunakan *Software* ETAP Power Station. Sistem yang digunakan adalah Optimal Capacitor Placement dan Filter Harmonisa. Yaitu sistem yang terdiri atas sumber tegangan, kapasitor bank, impedansi saluran pada Penyulang Tumpang.

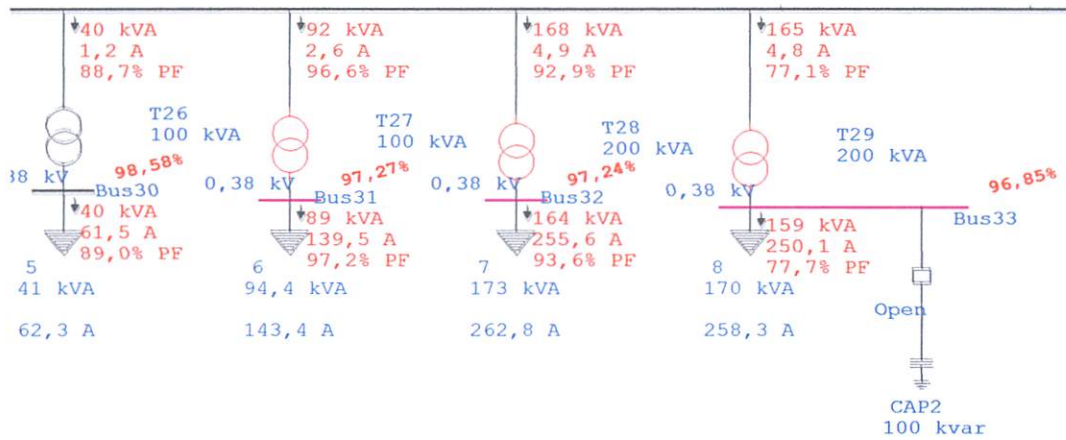


Gambar 4.1 Pemodelan *Single Line* Diagram Jaringan Distribusi Penyulang Tumpang Sebelum pemasangan OCP dan Filter Harmonisa Menggunakan *Software* ETAP.

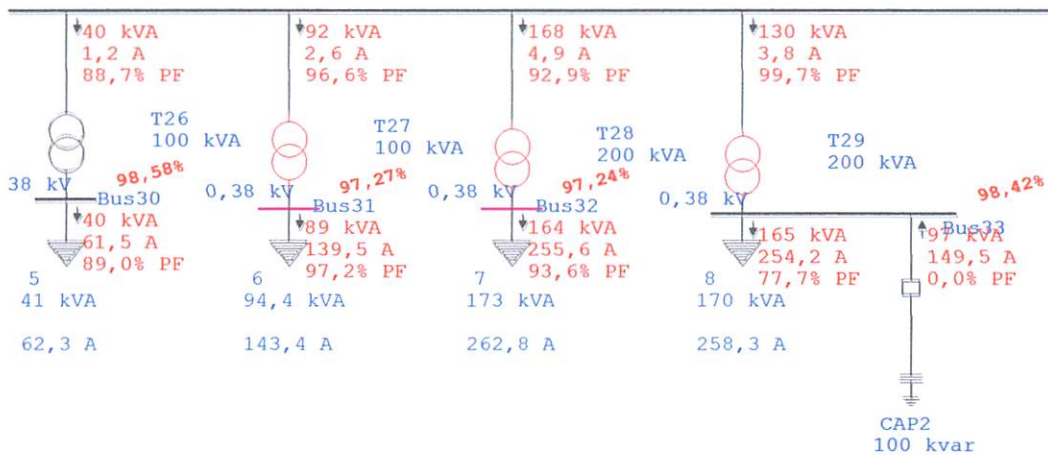
## 4.2. Single line sebelum dan sesudah pemasangan Kapasitor dan Filter Harmonisa

Setelah seluruh proses *input* data selesai dilakukan, maka proses *loadflow* dapat dilakukan.

1. Dibawah ini adalah tampilan gambar hasil proses *loadflow* sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor pada BUS 33.



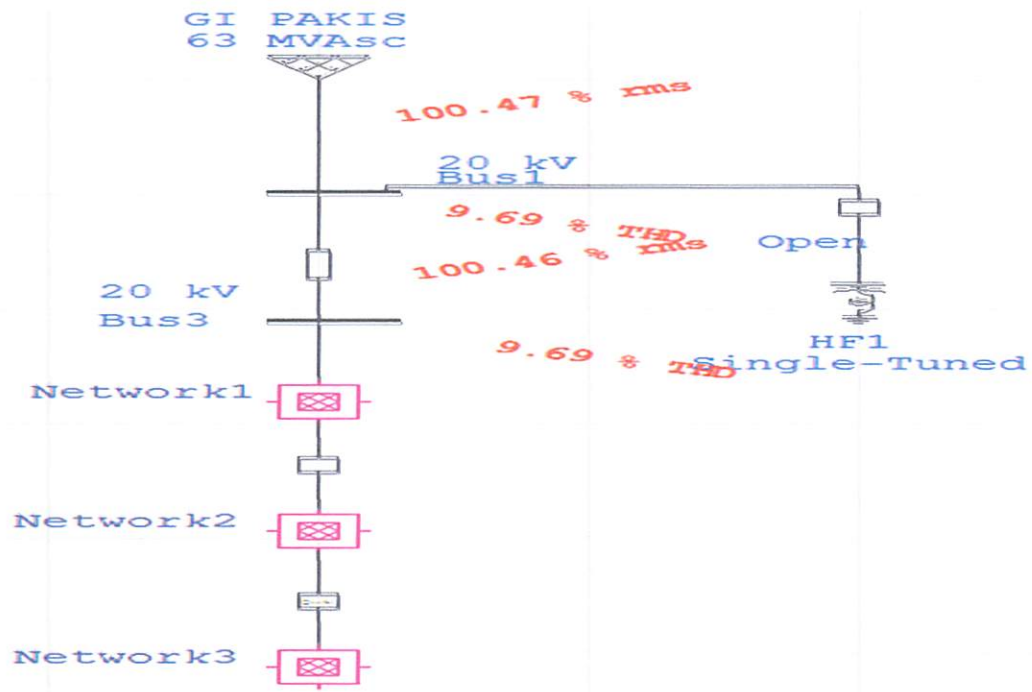
Gambar 4.2 Tampilan *Loadflow* sebelum pemasangan Kapasitor pada BUS 33



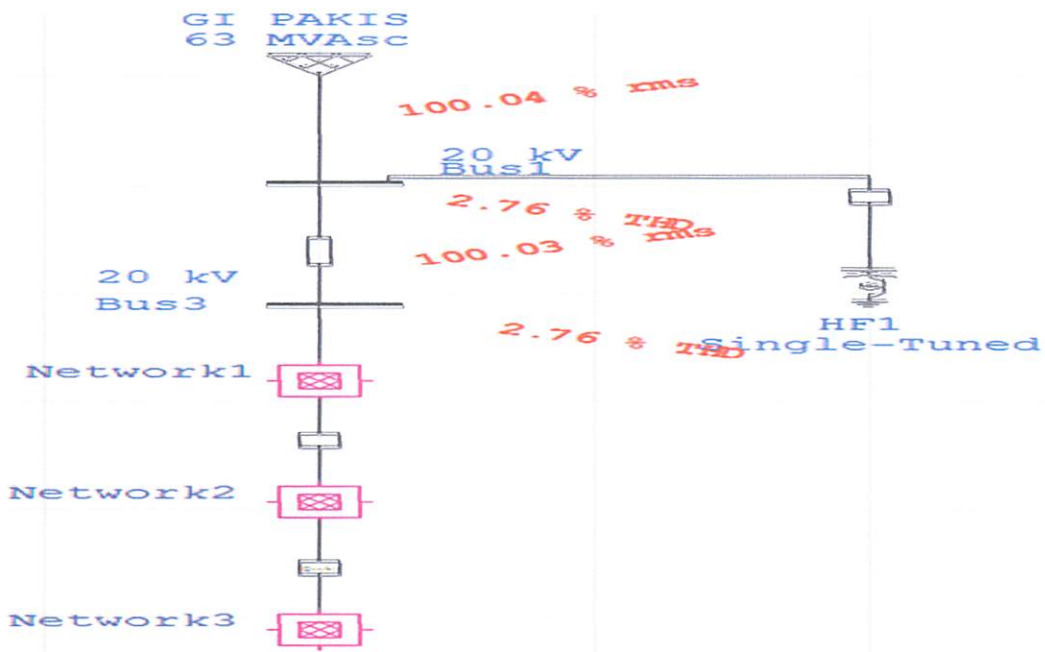
Gambar 4.3 Tampilan *Loadflow* sesudah pemasangan kapasitor pada BUS 33

Sebelum pemasangan kapasitor pada BUS 33 mengalami penurunan tegangan hingga 0,93pu. Setelah pemasangan kapasitor pada BUS 33 mengalami Peningkatan tegangan hingga 0,98 pu.

4.3. Dibawah ini adalah tampilan gambar hasil proses *loadflow harmonisa* sebelum dan sesudah pemasangan filter pada BUS 1.

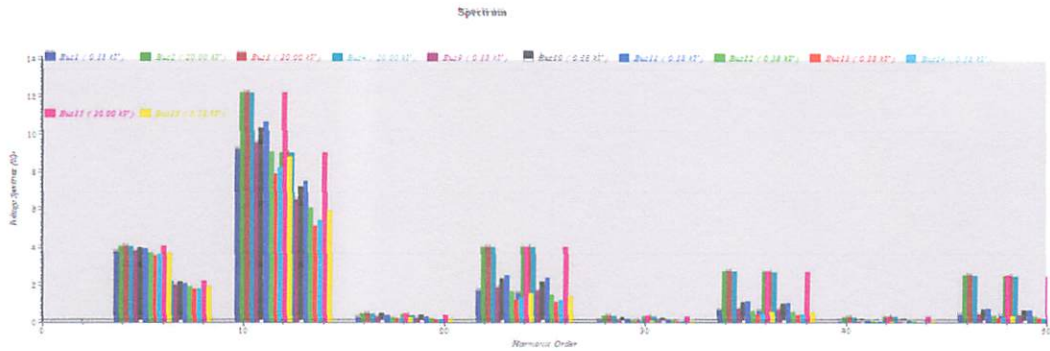


Gambar 4.4 Single line diagram sebelum pemasangan Filter

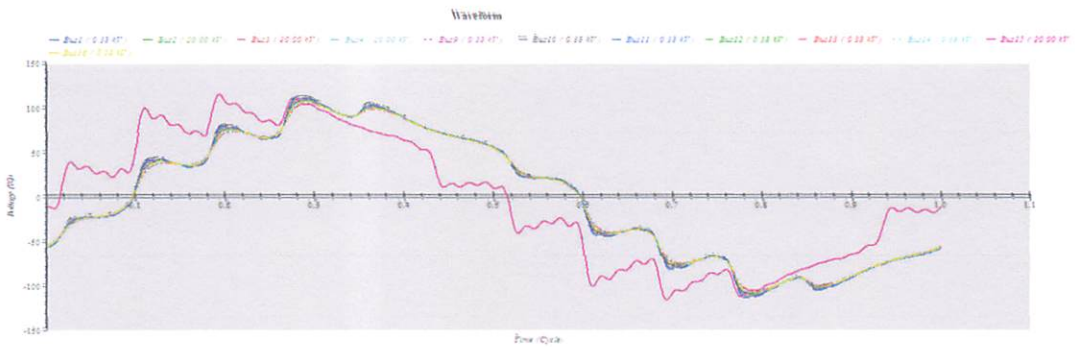


Gambar 4.5 Single line diagram setelah pemasangan Filter

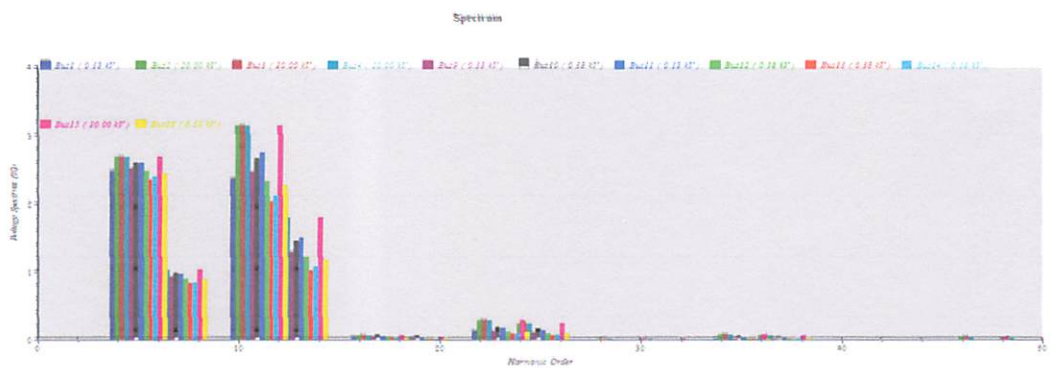
Sebelum pemasangan Filter pada BUS 1 mengalami kandungan harmonisa sebesar 9.69% THD. Setelah pemasangan Filter pada BUS 1 mengalami Penurunan hingga 2.76% THD.



Grafik 4.1. Perbandingan orde harmonisa tegangan sebelum pemasangan filter harmonisa



Grafik 4.2. Perbandingan bentuk gelombang tegangan sebelum pemasangan filter harmonisa



Grafik 4.3. Perbandingan orde harmonisa tegangan sesudah pemasangan filter harmonisa