

Kajian Gangguan Harmonisa dan Simulasi Perbaikan Sistem Kelistrikan Di Gedung Rektorat Politeknik Negeri Ketapang

Ivan Suwanda

¹Universitas Tanjungpura Pontianak
ivan.suwanda@politap.ac.id

ABSTRACT

This research can be used to determine the quality and improvement of the electrical system in the Ketapang State Polytechnic rectorate building. Electrical interference can cause electrical equipment not working to the maximum which can cause permanent damage to the electrical equipment itself. The disturbance can be in the form of harmonic waves. Both of these electrical problems are very difficult for me to improve the quality of electric power. This research uses ETAP 16.00. Improvement efforts in the simulation is to use several filters that will be selected as the best filter that can reduce harmonic waves. Before using the filter the total harmonic distortion (THD) value reached 7.1% THD. After answering with several types of filters namely a single filter set, by-pass, and high-pass (not named) that can reduce harmonics to the maximum is a single filter set with a value of 2.63% THD which means the value is still in the range of THD value added which is a maximum of 5% THD.

Keywords: Power quality, voltage drop, harmonics, ETAP.

ABSTRAK

Penelitian ini dapat digunakan untuk menentukan kualitas daya dan upaya perbaikan sistem kelistrikan di gedung rektorat Politeknik Negeri Ketapang. Gangguan kelistrikan dapat menyebabkan peralatan listrik tidak bekerja dengan maksimal bahkan dapat menyebabkan kerusakan permanen pada peralatan listrik itu sendiri. Gangguan tersebut dapat berupa gelombang harmonik. Kedua gangguan listrik ini sangat erat hubungannya dengan kualitas daya listrik, maka dari itu harus ada upaya perbaikan untuk mengatasi hal tersebut. Penelitian ini menggunakan ETAP 16.00. Upaya perbaikan pada simulasi adalah dengan menggunakan beberapa filter yang akan dipilih sebagai filter terbaik yang dapat meredam gelombang harmonisa. Sebelum menggunakan filter nilai total harmonic distortion (THD) mencapai 7.1% THD. Setelah menguji dengan beberapa type filter yaitu single-tuned, by-pass, dan high-pass (undamed) filter yang dapat meredam harmonisa dengan maksimal adalah filter single-tuned dengan nilai 2.63 %THD yang berarti nilai tersebut masih dalam range toleransi nilai THD yaitu maksimal 5% THD.

Kata kunci: Kualitas daya, drop tegangan, harmonisa, ETAP.

1. PENDAHULUAN

Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai pengolah energi listrik utama harus melakukan usaha yang maksimal untuk memenuhi pasokan listrik dan kualitas daya 71,05 juta pelanggan saat ini. Berdasarkan Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN), sistem dapat dikatakan efektif bila drop tegangannya tidak melebihi + 5% dan - 10% dari tegangan nominal, rugi-rugi daya dan dari total daya yang disalurkan. Hal tersebut terjadi akibat beberapa faktor antara lain adalah pembagian beban-beban yang pada awalnya merata akan tetapi penambahan beban tanpa memperhatikan pemakain beban yang terpasang sehingga menimbulkan ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap pasha (pasha R,S, dan T) yang berdampak pada kualitas daya listrik.

Politeknik Negeri Ketapang merupakan Lembaga Pendidikan yang memiliki 6 (enam) gedung utama, gedung yang menjadi kegiatan pelayanan administrasi dan kegiatan kepegawaian seperti seminar, workshop, dan pelatihan adalah gedung rektorat. Dengan daya yang dimiliki sebesar 197 KVA menjadikan listrik sebagai sumber energi utama untuk menunjang aktifitas tersebut. Pemakaian listrik juga banyak dipakai dalam pemasangan lampu penerangan dan peralatan-peralatan listrik lainnya. Pemasangan penambahan beban yang tidak sesuai dengan standar kelistrikan (PUIL 2000) mengakibatkan terjadi ketidakseimbangan beban pada sistem kelistrikan. Pemilihan komponen pada saat instalasi juga mempengaruhi daya yang diperoleh, salah satunya adalah pemilihan besar penampang listrik yang sudah diatur dalam persyaratan umum listrik 2011 (PUIL 2011).

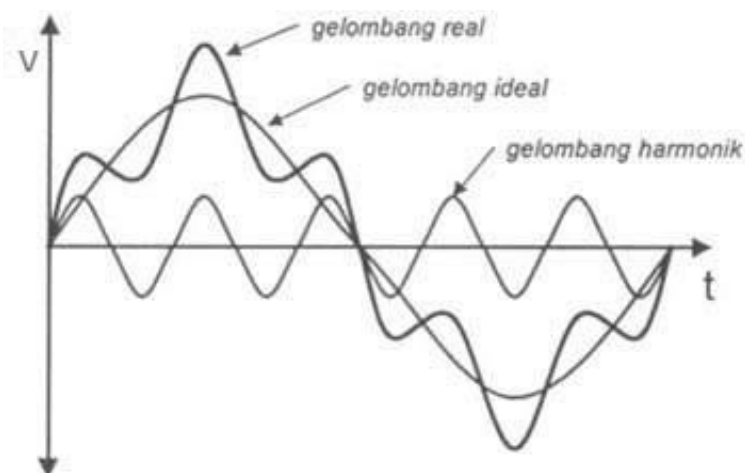
Beberapa hal yang bisa terjadi jika tidak sesuai standar tersebut salah satu contohnya adalah harmonisa yang menyebabkan profil tegangan pada gedung tersebut tidak sesuai standar. Maka dari itu harus ada upaya dari pihak manajemen untuk mengatasi hal tersebut agar gangguan-gangguan tersebut tidak terjadi dan kualitas daya menjadi lebih baik. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung harmonisa pada Gedung Rektorat Politeknik Negeri Ketapang dan simulasi perbaikan yang akan direncanakan.

Abdul Haris Mubarak mengatakan Gangguan harmonisa merupakan suatu fenomena di sistem tenaga listrik yang disebabkan oleh banyaknya pemakaian beban non linier yang membentuk gelombang sinus tak sempurna sehingga dapat menyebabkan peralatan menjadi lebih cepat panas, umur peralatan menjadi berkurang dan juga dapat menyebabkan losses. Disamping penentuan lokasi sumber harmonisa dominan, mengantisipasi pengaruh harmonisa agar tidak masuk ke dalam sistem juga sangat penting. Maka dari itu, digunakanlah filter harmonisa passif single tuned yang dipasang di tiga bus secara bergantian dengan melakukan simulasi menggunakan software ETAP Power Station untuk memperoleh penempatan filter yang ideal. Hasil simulasi itu menunjukkan bahwa pemasangan filter single-tuned yang paling ideal berada pada Bus tello2 karena harmonisa tegangan dan arusnya turun, sementara pada Bus brwaja dan Lbus brwja hanya terjadi penurunan harmonisa tegangan sementara harmonisa arusnya naik.

Syafaruddin melakukan penelitian tentang penanganan harmonisa pada pabrik semen Tonasa V. Sistem yang disimulasikan adalah sistem kelistrikan pabrik semen Tonasa V pada jaringan distribusi 6.3 kV. Simulasi harmonisa pada sistem kelistrikan pabrik Tonasa V PT Semen Tonasa dilakukan dengan menggunakan software ETAP Power Station 7.0.0, merupakan software yang dapat menampilkan secara graphical interface. Dilakukan beberapa simulasi yaitu saat sebelum dan setelah terpasang harmonic filter. Hasil yang diperoleh dari simulasi tersebut, yaitu nilai THD tegangan tanpa filter harmonisa sebesar 5.24% pada bus B.TR.EP. Saat filter harmonisa diaktifkan nilai THD tegangan sebesar 4.01% pada bus B.TR.EP. Eliah M melakukan pengukuran harmonisa tegangan dan arus listrik di Gedung Direktorat TIK Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) pengukuran kandungan harmonisa tegangan dan arus listrik di Gedung TIK. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur Power Quality Analyzer Fluke 43B selama 2 (dua) hari kerja

berturut-turut pada jam-jam tertentu dimana intensitas pemakaian komputer di gedung besar. Sebagai perbandingan, pengukuran juga dilakukan pada saat intensitas penggunaan komputer kurang. Hasil pengukuran selanjutnya akan dibandingkan dengan standar yang ada (dalam hal ini standar IEEE), sebagai evaluasi terhadap kualitas daya listrik di Gedung TIK . Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan harmonisa tegangan (%THDV) di Gedung TIK pada jam sibuk berada pada rentang 5,5% – 8,3% dan pada jam kurang sibuk < 5% pada standar 5%, sedangkan kandungan harmonisa arus (%THDI) adalah 26,1% - 45,2% pada jam sibuk dan 23% - 31,3% pada jam kurang sibuk untuk standar 15%. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum kandungan harmonisa tegangan dan arus listrik di Gedung TIK UPI berada di atas standar yang diizinkan.

Harmonisa didefinisikan sebagai cacat gelombang sinus yang terjadi yang disebabkan oleh interaksi antara bentuk gelombang sinus sistem dengan gelombang lain yang mempunyai frekuensi kelipatan bilangan bulat dari frekuensi fundamental-nya. Frekuensi dasar suatu sistem tenaga listrik adalah 50 Hz (di Indonesia), maka harmonik kedua adalah gelombang dengan frekuensi 100Hz, harmonik ketiga adalah gelombang dengan frekuensi 150 Hz dan seterusnya. Gelombang-gelombang ini menumpang pada gelombang aslinya sehingga terbentuk gelombang cacat yang merupakan jumlah antara gelombang asli dengan gelombang harmoniknya.



Gambar 1. Bentuk Gelombang Sinusoidal dan gelombang yang terdistorsi.

Harmonisa ketiga dapat didefinisikan sebagai 3 periodik gelombang yang terbentuk pada saat gelombang fundamental-nya masih berlangsung dalam satu periode. Harmonisa yang kelima juga terbentuk menjadi 5 periode gelombang yang kecil amplitudonya saat gelombang fundamentalnya masih berlangsung dalam satu periode yang dapat dilihat pada gambar 1.

Untuk menentukan nilai harmonisa kita dapat menghitung derajat kandungan total distorsi. Derajat kandungan total distorsi harmonik arus (%ITHD) maupun tegangan (%VTHD) adalah:

$$\sqrt{\frac{\sum_{h=2}^{h_{maks}} M_h^2}{M_1^2}} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana diketahui:

M_h = komponen harmonisa

M_1 = komponen pada frekuensi dasarnya

$h = 2, 3, 4, 5, \dots$

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pengambilan Data Primer

Berdasarkan dari cara memperolehnya, data primer merupakan data yang diambil secara langsung dari objek penelitian. Data primer dalam penelitian ini merupakan data kuantitatif dari hasil observasi secara langsung gedung Politeknik Negeri Ketapang dengan mengelompokkan data berdasarkan jenis beban. Di bawah ini merupakan jenis data yang akan diambil menjadi data primer dalam penelitian ini.

a. *Static load*

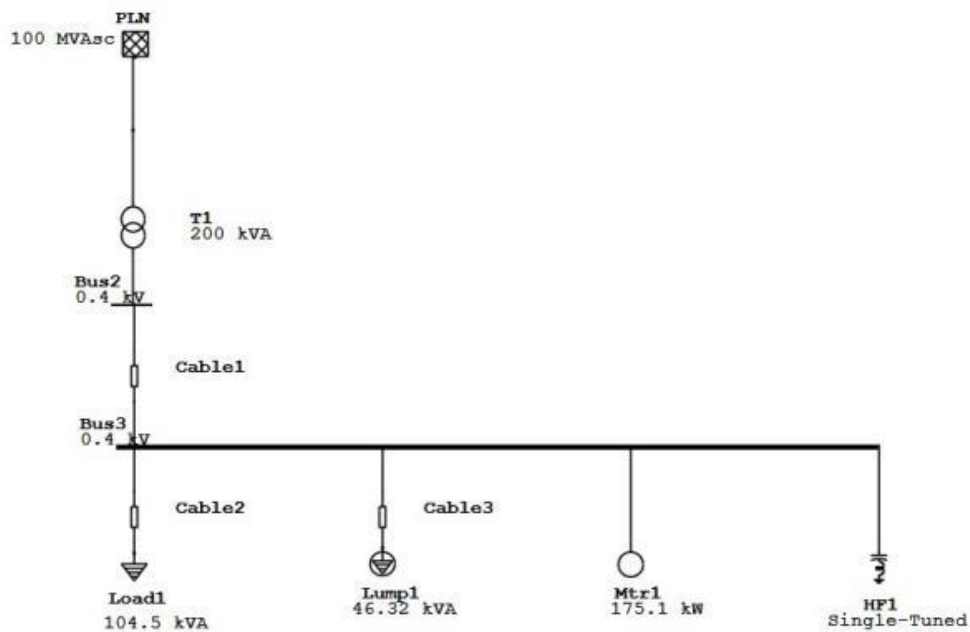
Peralatan listrik yang dikategorikan dalam static load artinya peralatan yang memiliki kondisi saturasi dan peralatan elektronika daya. Peralatan yang memiliki kondisi saturasi biasanya memiliki komponen yang bersifat magnetic seperti transformator, mesin-mesin listrik, tanur busur listrik, peralatan yang menggunakan power supply, dan magnetic ballast. Peralatan elektronika daya biasanya menggunakan komponen komponen elektronika daya seperti tiristor, dioda, dan lain-lain. Contoh peralatan yang menggunakan komponen elektronika daya adalah konverter statik, konverter PWM, inverter, pengendali motor listrik, electronic ballast, dan sebagainya. Pada rumah tangga, beban nonlinier terdapat pada peralatan seperti lampu hemat energi, televisi, video player, AC, komputer, dan kulkas atau dispenser.

b. *Motor load*

peralatan-peralatan yang digunakan dalam proses perkuliahan sehari-hari tidak terlepas dari penggunaan peralatan yang menggunakan motor listrik murni. Salah satu prodi yang menggunakan peralatan motor dalam setiap praktikumnya adalah jurusan teknik mesin dan pertambangan Peralatan yang paling sering digunakan seperti gerinda, mesin bor, mesin bubut, mesin CNC, grinding machine dan lain sebagainya. Kemudian beban jenis motor load yang dapat dijumpai pada setiap gedung adalah air conditioner dimana bagian indoor dan outdoor pendingin ruangan tersebut menggunakan peralatan bermotor. Dari keterangan-keterangan di atas Dapat disimpulkan bahwa peralatan yang menggunakan motor sebagai alat bantu dapat dikategorikan sebagai motor load.

c. *Lump load*

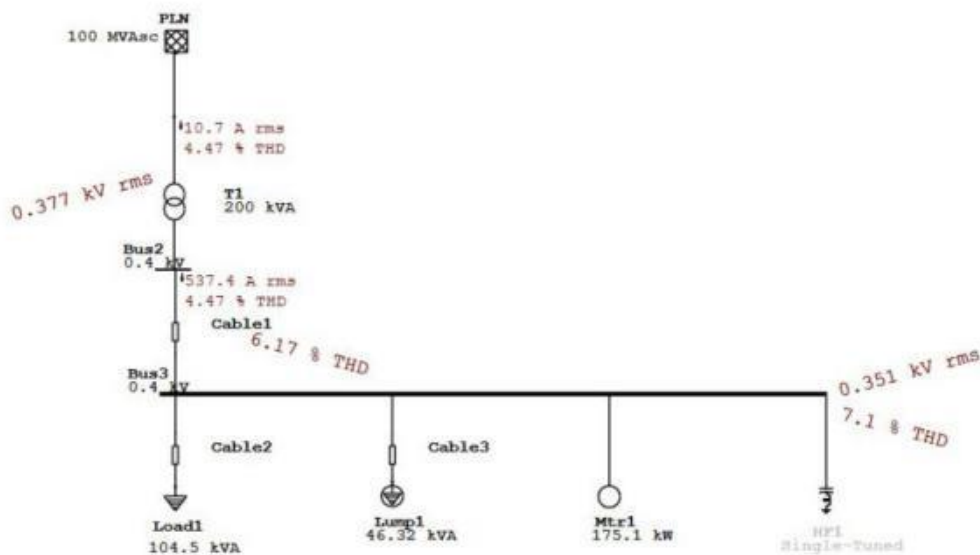
Lump load secara garis besar pengertiannya adalah peralatan gabungan antara static load dan motor load. Sebagai contoh peralatan gabungan tersebut misalnya set flotasi magnetic sparator yang terdapat pada laboratorium tambang, kemudian ada juga hot air engine yang terdapat pada laboratorium teknik mesin. Secara umum peralatan-peralatan tersebut memiliki motor, magnetik, komponen elctronika daya didalamnya sehingga beban-beban tersebut dikategorikan dalam peralatan beban dengan jenis lump load. Setelah membagi jenis beban langkah selanjutnya adalah membuat single line diagram pada simulasi ETAP. Gambar 1 merupakan single line diagram sistem kelistrikan Politeknik Negeri Ketapang yang akan digunakan untuk mensimulasikan gangguan harmonisa.



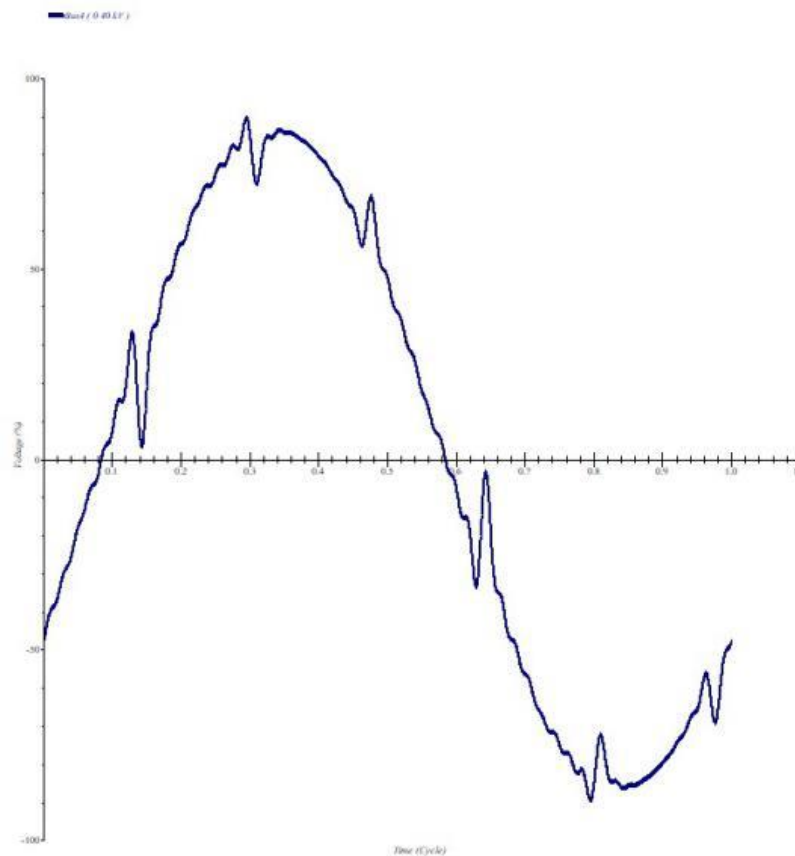
Gambar 2. single line diagram jaringan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang akan dianalisis adalah mengidentifikasi gejala harmonisa (harmonics analysis), kemudian menentukan filter yang akan digunakan untuk meredam gejala harmonisa tersebut dengan menggunakan software ETAP 16.00.

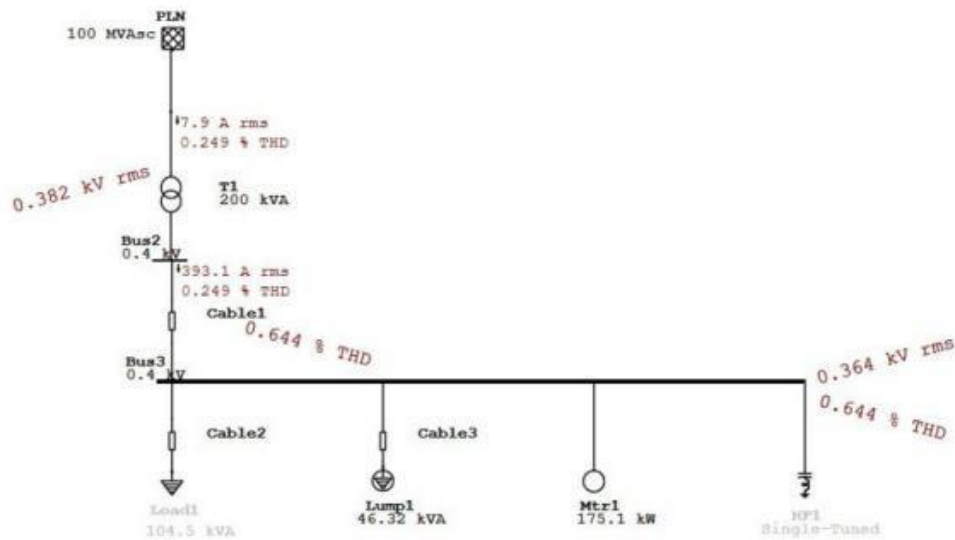


Gambar 3. single line diagram setelah running harmonics analysis



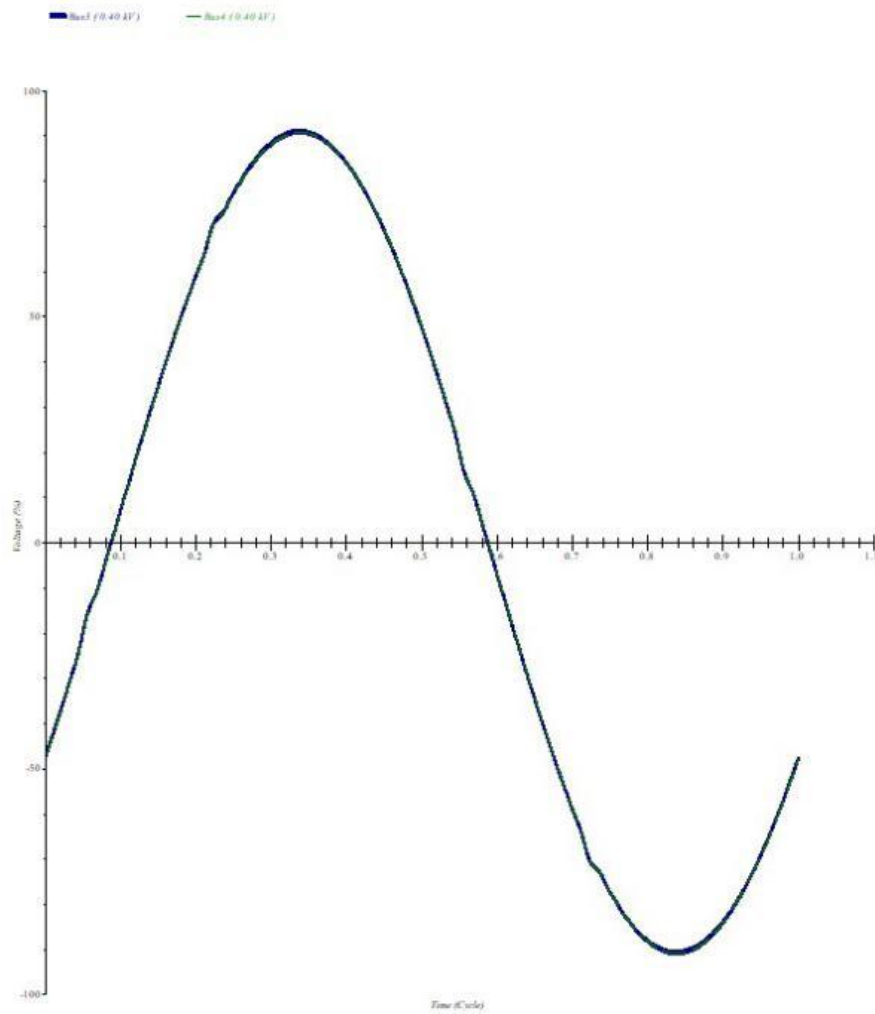
Gambar 4. Wafeform harmonic analys setelah running.

Dengan melakukan simulasi menggunakan ETAP pada single line diagram gedung Politeknik Negeri Ketapang nilai THD pada bus 2 yaitu wiring trafo 200 KV menunjukkan hasil 4.47 % THD dimana nilai tersebut masih diizinkan dalam range standar IEEE yaitu 5% akan tetapi pada kabel 1 terdapat nilai harmonisa sebesar 6.17 % THD. Harmonisa tersbesar terdapat pada bus ke-tiga yaitu sebesar 7.1% THD. Setelah memberikan filter jenis single tuned harmonisa berkurang menjadi 7.04%. maka dari itu perlu melakukan beberapa penyempurnaan filter dengan melakukan try and error pada nilai filter single tuned untuk mendapatkan nilai standar THD. Beban-beban yang terdapat pada single line digram bus 3 merupakan penyumbang nilai harmonisa terbesar. Beban tersebut terdiri dari beban static load, lumped load, dan motor load. Dari ketiga beban tersebut masih belum dapat diidentifikasi apakah semua jenis beban merupakan pemyumbang terbesar harmonisa atau sebaliknya yaitu menjadi penyerap gangguan harmonisa. Pada gambar 3 dengan melihat posisi beban dalam kondisi on maka untuk sementara ketiga beban tersebut mempengaruhi nilai harmonisa. Nilai total dari masing-masing beban yaitu pada beban static load nilai beban total adalah 104.5 KVA, beban lump load dengan beban total 46.32 KVA, pada beban motor load yaitu 275.1 KVA. Setelah melakukan running plot berupa wafeform dapat kita lihat pada gambar gelombang sinusiodal terdapat cacat gelombang. Gelombang yang tidak berbentuk sempurna mengindikasikan bahwa terdapat gangguan harmonisa yang harus segera diatasi.

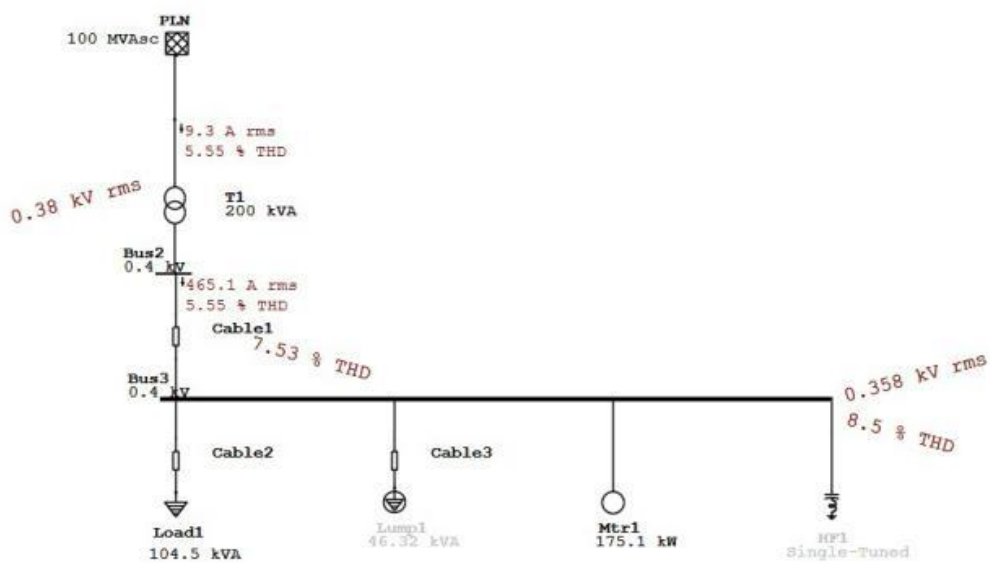


Gambar 5. Single line diagram keadaan static load off

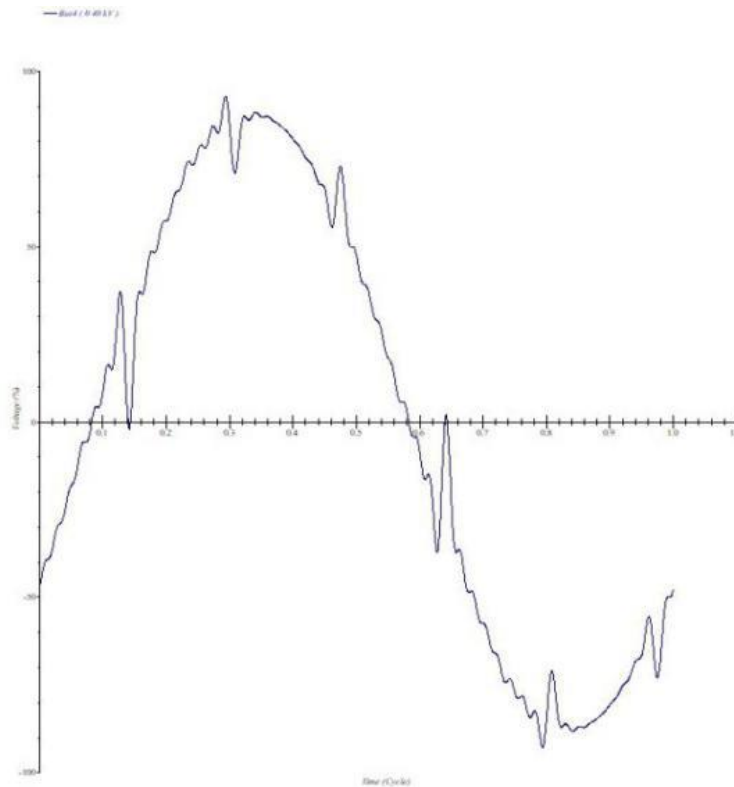
Single line diagram pada gambar 5 menunjukkan nilai yang sangat berbeda dari sebelumnya. Hal yang sangat berbeda adalah terdapat pada nilai harmonisa disetiap komponen yang mendapatkan gejala harmonisa. Pada trafo 200 KV menjadi 0.271 % THD yang sebelumnya 4.28 % THD mengalami penurunan sebesar 93.7 %, nilai ini juga menjadi nilai yang sama terhadap nilai harmonisa pada Bus 2. nilai harmonisa yang terbesar sebelumnya yang terdapat pada bus 4 yaitu 7.04 % THD menjadi 0.638 mengalami penurunan harmonisa sebesar 90.94%. Hal ini terjadi akibat beban static load dalam kondisi out, dengan kata lain bahwa static load punya peranan penting menjadi salah satu meningkatnya gelombang harmonisa. Berdasarkan tinjauan pustaka dan penelitian-penelitian sebelumnya sudah banyak yang membuktikan pengaruh static load terhadap gangguan harmonisa. Sumber harmonik secara garis besar terdiri dari 2 jenis yaitu peralatan yang memiliki kondisi saturasi dan peralatan elektronika daya. Peralatan yang memiliki kondisi saturasi biasanya memiliki komponen yang bersifat magnetic seperti transformator, mesin-mesin listrik, tanur busur listrik, peralatan yang menggunakan power supply, dan magnetic ballast. Peralatan elektronika daya biasanya menggunakan komponen komponen elektronika daya seperti tiristor, dioda, dan lain-lain. Contoh peralatan yang menggunakan komponen elektronika daya adalah konverter statik, konverter PWM, inverter, pengendali motor listrik, electronic ballast, dan sebagainya. Pada rumah tangga, beban nonlinier terdapat pada peralatan seperti lampu hemat energi, televisi, video player, AC, komputer, dan kulkas/dispenser.



Gambar 6. wafeform keadaan staticload off

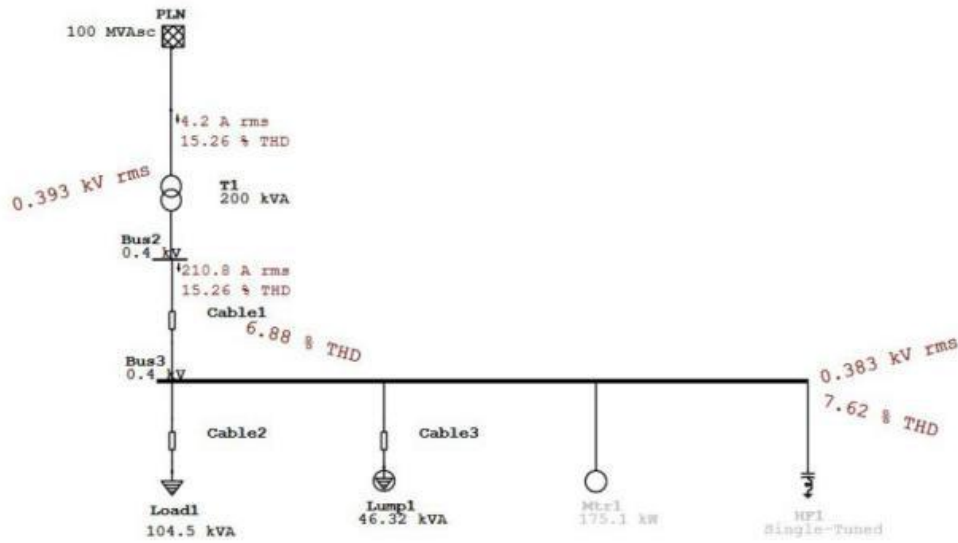


Gambar 7. Single line diagram lump load kondisi off

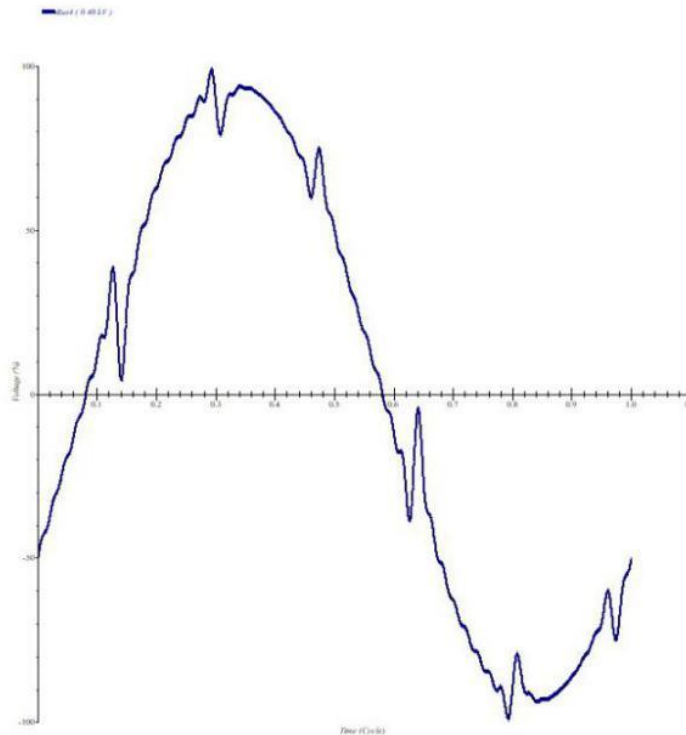


Gambar 8. Wafeform lump load dalam kondisi off

Pada gambar 8 menunjukkan beban lump load dalam keadaan off yang artinya beban lump load sebesar 46.32 KVA lepas. Lump load biasanya digunakan untuk sebuah feeder yang diasumsikan mempunyai motor dan beban static dalam arti yang lebih mudah lump load merupakan gabungan antara motor load dan static load. Pada kasus ini jika beban lump load di dalam kondisi off nilai harmonisa menjadi sangat tinggi lebih tinggi jika semua beban terpasang. Jika semua beban terpasang titik nilai THD adalah 7.04 % sedangkan jika lump load dalam keadaan off maka nilai harmonisa terbesar adalah 8.45 % THD. Dari nilai-nilai didapat dapat ditarik kesimpulan bahwa lump load bisa membantu mengurangi gangguan harmonisa hingga dapat meredam 1.41 % dari nilai total gangguan harmonisa. Hal ini bisa terjadi karena karakteristik dari peralatan lump load mengandung komponen-komponen filter harmonisa seperti kapasitor, induktor dan lain sebagainya, sehingga apabila beban lump load di non-aktifkan membuat nilai harmonisa semakin besar.



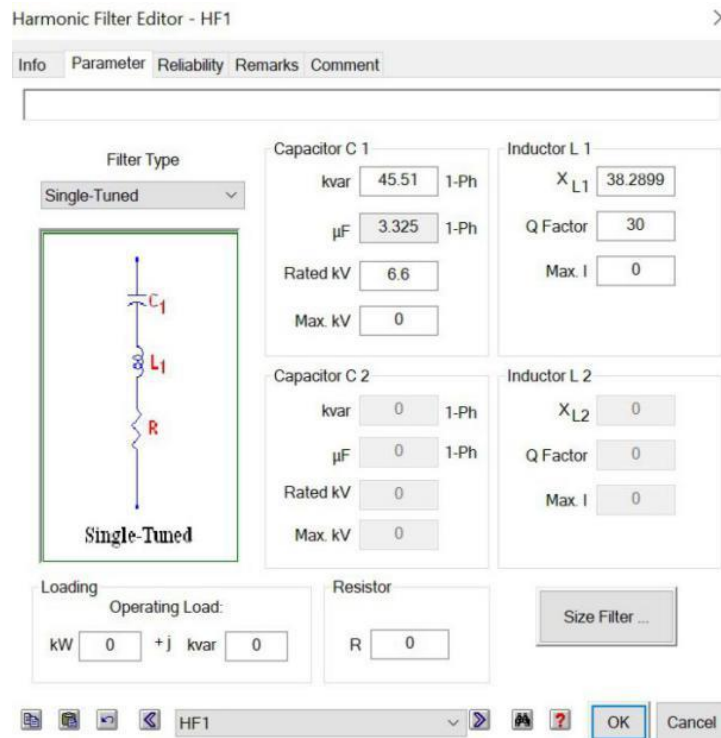
Gambar 9. Single line diagram motor load dalam kondisi off



Gambar 10. Wafeform motor load dalam kondisi off

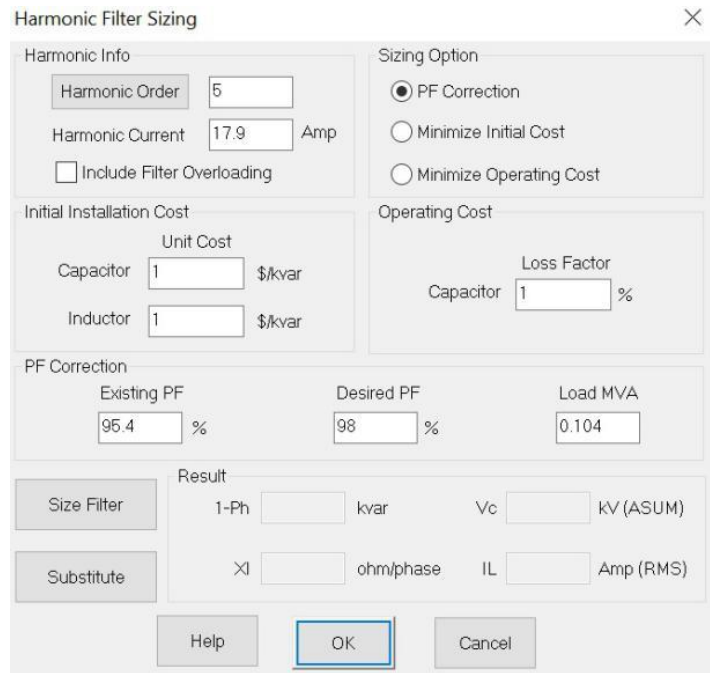
Pada gambar 9 menunjukkan motor load dalam keadaan off yang artinya beban motor load sebesar 175.1 KW lepas. Dalam memahami sebuah motor listrik, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar (torsi) sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Nilai THD pada saat motor load dilepas gelombang harmonisa juga sangat tinggi yaitu sebesar 15.26% THD pada power grid. Nilai tersebut meningkat menjadi 116 % kenaikan nilai THD. Kemudian pada nilai yang sama pada bus 2 yaitu kenaikan sebesar 116 %, pada bus 4 nilai harmonisa sebesar 7.62 % mengalami peningkatan 8.27%. Dengan karakteristik motor

murni menggunakan lilitan induktansi dinamis disimpulkan juga dapat sedikit menyerap harmonisa, akan tetapi nilai tersebut jika motor menjadi beban continus 100% dalam arti lain motor harus hidup terus menerus. Dalam keadaan sesungguhnya motor load tidak dipakai secara terus menerus. Hanya sekitar 30% peralatan bermotor digunakan karena perbedaan jadwal praktikum setiap prodi yang menggunakan mesin bermotor. Kemudian jika kita analisa dari seluruh beban yang terpasang dapat disimpulkan bahwa static load merupakan penyumbang nilai harmonisa terbesar dalam jaringan kelistrikan di gedung Politeknik Negeri Ketapang. Langkah selanjutnya yang dapat diambil adalah menentukan jenis filter apa yang harus di pasang dan menentukan ukuran filter tersebut (filter sizing).



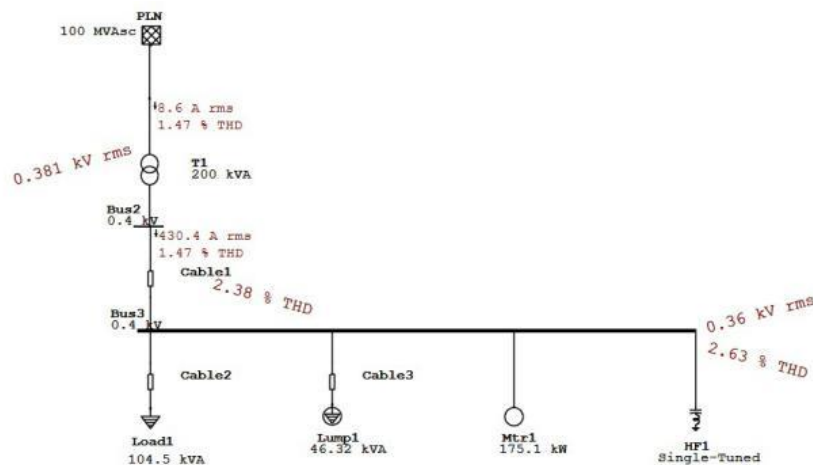
Gambar 11. Jenis filter (filter type)

Untuk jenis filter peneliti menggunakan jenis filter single-tuned diharapkan setelah running nilai harmonisa dapat berkurang sesuai dengan standar yang dizinkan yaitu tidak boleh melebihi 5% THD



Gambar 12. Filter sizing (single-tuned)

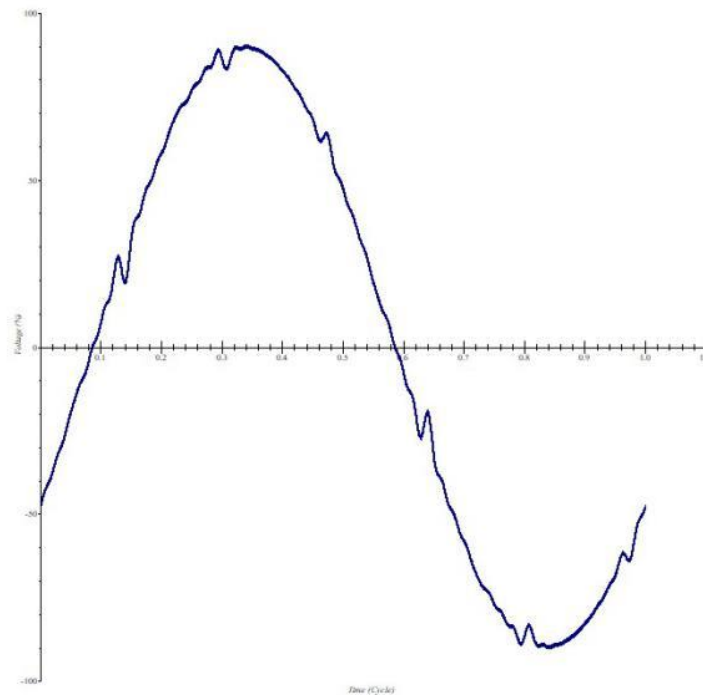
Gambar 12 merupakan kolom untuk mengubah ukuran yang terkandung dalam filter berdasarkan kalkulasi yang diberikan oleh simulasi. Pada kasus ini dapat dilihat nilai-nilai yang wajib diisi adalah existing PF, desired PF, dan kemudian nilai cost setelah itu dengan menekan tombol size filter maka secara otomatis nilai filter akan keluar. Langkah terakhir adalah menekan substitute untuk memasukkan nilai yang disarankan oleh simulasi etap. Nilai yang disarankan untuk filter single tune adalah pada capacitor 1 (C1) yaitu 45.51 kVar., 3,325 μ f, inductor 1 (L1) yaitu 36,2899, dengan Q factor 30.



Gambar 13. Single line diagram filter harmonisa

Single line diagram pada gambar 13 merupakan single line diagram yang sudah running khusus menjalankan tab harmonisa yang berfungsi untuk mengetahui nilai THD yang terdapat pada single line diagram seluruh gedung Politeknik Negeri Ketapang. Dari data gambar 4.19 nilai THD tertinggi terdapat pada bus 2.63% THD namun nilai tersebut masih sudah masuk dalam standar PLN

yaitu batas atas adalah 5% THD. Filter single tuned merupakan filter terbaik yang dapat menyerap untuk mengurangi nilai harmonisa.



Gambar 14. Wafeform filter harmonisa

Gambar 14 adalah wafeform dari hasil jaringan yang sudah dipasang sebuah filter untuk meredam harmonisa. Jika kita bandingkan wafeform sebelumnya wafeform ini adalah yang paling kecil tingkat kecacatannya. Memang wafeform paling baik adalah saat static load dalam kondisi off hingga nilai mencapai 0,668 % THD dikarenakan penyumbang terbesar nilai harmonic adalah static load. Tetapi tidak mungkin kita menghilangkan beban static load dikarenakan jenis beban ini adalah peralatan listrik utama yang digunakan seperti lampu hemat energi, komputer, dan lain sebagainya.

Tabel 1. Rekap hasil nilai harmonisa

Nama Variable	Nilai THD (%)	Kenaikan Ratio standar 5% THD (%)
Total harmonisa	7.1	42
Filter <i>single tuned</i>	2.63	-47
Filter <i>by Pass</i>	3.05	-39
Filter <i>High Pass (undamped)</i>	3.07	-38.6
Static load off	0.64	-87.32
Lumpload off	8.5	70
Motor load off	7.62	52.4

Setelah melakukan rencana perbaikan harmonisa dapat disimpulkan bahwa filter terbaik yang memiliki daya serap adalah filer dengan tipe single tuned yang dapat kita lihat pada tabel 1 kedua gejala ini memiliki hubungan erat. Dengan melihat nilai harmonik total pada wafe form gambar 8

distorsi gelombang yang dihasilkan karena gelombang harmonisa membuat tegangan tidak real turun hingga 50% dengan time cycle kelipatan lima (orde 5) dari gelombang fundamentalnya. Sehingga peralatan bermotor ketika belum sempat sampai pada peak to peak puncak sudah kembali turun pada peak to peak lembah sehingga perputaran dipaksakan berubah sebelum waktunya yang membuat arus pada lilitan berlebih sehingga menyebabkan panas berlebih pada peralatan hingga membuat peralatan bermotor rusak.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari melakukan perbaikan jaringan dan simulasi pada jaringan kelistrikan Politeknik Negeri Ketapang dapat disimpulkan bahwa penyumbang terbesar terhadap nilai harmonisa adalah static load dengan nilai harmonisa sebesar 6.7% THD. Dari hasil simulasi single line diagram menggunakan harmonic analysis nilai harmonisa terbesar adalah 7.1 % THD dimana angka tersebut tidak memenuhi standar nilai THD yang diizinkan yaitu 5% THD. Dari hasil simulasi filter menggunakan filter single tuned nilai harmonisa menjadi 2.63 % THD dimana angka tersebut sudah memenuhi standar nilai THD pada batas atas 5% THD.

Dalam upaya peningkatan kualitas daya berdasarkan hasil simulasi perbaikan yang dilakukan saran dan tindakan yang dapat dipertimbangkan saran dan rekomendasi sebagai berikut:

- a. Penambahan kabel pada jaringan beban gedung paling ujung dengan kabel standar yang diizinkan dengan perbandingan pemakaian beban di gedung Rektorat Politeknik Negeri Ketapang.
- b. Untuk meredam gejala harmonisa yaitu dengan penyeimbangan beban yaitu memisahkan panel berdasarkan jenis beban yang digunakan antara beban yang menggunakan peralatan bermotor dan penerangan harus dipisah. Kemudian untuk memperbaiki wafeform yang mengalami kecacatan dengan menggunakan filter aktif yang memiliki nilai THD terendah yaitu jenis single tuned dengan nilai pada capacitor 1 (C1) yaitu 45.51 kVar., 3.325 μ f, inductor 1 (L1) yaitu 36,2899, Q factor 30 dan dapat mencapai nilai hingga 2.63% THD.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih peneliti ucapkan kepada Politeknik Negeri Ketapang dan civitas akademika yang sudah membantu peneliti dalam memberikan informasi berupa data yang diperlukan dalam penelitian ini sehingga penelitian ini bisa berjalan dengan lancar hingga selesai. Penelitian ini dipersembahkan sebagai salah satu syarat kelulusan ujian program studi Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak. Peneliti menyadari bahwa banyak kekurangan dalam melakukan dan hasil dari penelitian ini sehingga peneliti berharap agar penelitian ini dapat kembali disempurnakan sehingga mendapatkan hasil yang sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Inpres No.13, 2013 tentang Kebijakan Penghematan Energi
- [2] Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional
- [3] Abdul Haris M, 2013 “Identifikasi Lokasi Sumber Harmonisa Pada Sistem Tenaga Listrik” Universitas Hasanudin Makasar, Program Pasca sarjana Jurusan Teknik Elektro
- [4] Syafaruddin dan Sartika, 2015, “Penanganan Harmonisa Terhadap Peningkatan Kualitas Daya Listrik Berbasis Software Etap (Studi Kasus : Pabrik SemenTonasa V) ”. Seminar Nasional Teknik Energi dan Ketenagalistrikan SNTEK
- [5] Elih M, 2015, “Pengukuran Harmonisa Tegangan Dan Arus Listrik Di Gedung Direktorat TIK Universitas Pendidikan Indonesia” Jurnal Penelitian.

- [6] Hasyim A, 2011, “Perbaikan Jatuh Tegangan dan Rekonfigurasi Beban Pada Panel Utama Prambanan”, Jurnal. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro.
- [7] Daryanto A, 2010, “Pengaturan Tegangan Sisi Sekunder Pada Transformator Daya 60 MVA 150/20 kV Dengan Pengubah TAP Berbeban Di Gardu Induk Keramasan PT PLN. Laporan Akhir Diploma 3 Politeknik Negeri Surabaya.
- [8] PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik) 2011, Standar Instalasi Listrik
- [9] Harmonyati B.K, 1981, Rangkaian Listrik I, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [10] Safrizal, “Automatic Power Factor Control (APFC) Capacitor Shunt Untuk Optimalisasi Daya Reaktif Menggunakan Metode Invoice (Case Study PDAM),” Universitas Islam Nahdatul Ulama, 2015.
- [11] S.Krishnamoorthy dan D. Jayabal, “Evaluation of transformer loading and energy loss for increasing energy efficiency in distribution system,” 2015 12th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 2015.