

**KUALITAS DAYA PADA INSTALASI LISTRIK
DENGAN BEBAN NON LINIER
(studi kasus Di Gedung Bengkel Listrik Politeknik Negeri Jakarta)**

Kusnadi dan A. Damar Aji

Prodi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.Prof Siwabessy, Kampus UI Depok
16422, Indonesia.

Email: kusnadi1957@gmail.com, adamaraji@gmail.com

ABSTRACT

Non linear loads on your electrical installation is the load that uses the equipment of electric machines, power converter as an electric motor or controller loads that use electronic devices such as electronic ballast lamps (Lamps or LED SL). The effect of the use of the load will lead to turunya the quality of the power distribution system, due to the harmonics.

This research is intended to analyze power quality parameters in the form of value of THD% in electric Workshop PNJ used as a means of practice students. the many uses of non linear load equipment consisting of the installation of motor-electric motor, and the fluorescents which use electronic ballasts. The entire application the equipment will draw current/voltage of the system in nonsinusoidal and make waves being distorted. Current/Voltage will contain harmonics, which are keseluruhan cause the quality of the power system will be bad. The quality of power yang low occurrence of disturbances will cause more warming in the equipment, so that the equipment used will be quickly damaged.

The results showed the capacitor Bank used in electrical repair shop of 30 KVAR and the results showed THD% average on phasa 22,99%, R = S = 23, 28%, T = 23,59% on time without the capacitor Bank, after using capacitor Banks decline THD% average menjadi R = 5.10%, S = 5.20%, T = 5.18%. From the analysis of the obtained as well, with the capacitor Bank dapat menaikkan faktor daya average phasa R = 0.75, S = 0.73, T = 0,71 became phasa R = 0.9, S = 0, 9, T = 0.95.

Keywords: Power Quality, Electrical Workshop, Capasitor Bank, THD

ABSTRAK

Beban-beban non linier pada instalasi listrik berasal dari peralatan mesin-mesin listrik, konverter daya dan perangkat elektronik seperti lampu yang ballast elektronik (Lampu SL atau LED). Efek penggunaan beban akan mengakibatkan turunya kualitas daya pada sistem distribusi., akibat adanya harmonik.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis parameter kualitas daya yang berupa nilai dari THD% di Bengkel listrik PNJ yang digunakan sebagai sarana praktek mahasiswa. yang banyak menggunakan peralatan beban non linier yang terdiri dari instalasi motor- motor listrik, dan lampu fluorescent yang menggunakan ballast elektronik. Seluruh aplikasi peralatan tersebut akan menarik arus/tegangan dari sistem secara nonsinusoidal dan membuat gelombang menjadi terdistorsi. Arus/Tegangan akan mengandung komponen harmonik, menyebabkan kualitas daya pada sistem akan menjadi buruk. Kualitas daya yang rendah menimbulkan gangguan terjadinya pemanasan yang lebih pada beban terpasang.

Hasil penelitian menunjukkan Kapasitor Bank yang digunakan di bengkel listrik sebesar 30 KVAR dan Hasil penelitian menunjukkan THD% rata-rata pada phasa

R=22,99%, S=23,28%, T=23,59% pada saat tanpa Kapasitor Bank, setelah menggunakan kapasitor Bank terjadi penurunan THD% rata-rata menjadi R=5,10%, S=5,20%, T=5,18%. Dari analisa didapatkan juga, dengan kapasitor Bank dapat menaikkan faktor daya rata-rata fasa R=0,75, S=0,73, T=0,71 menjadi fasa R=0,9, S=0,9, T=0,95.

Kata Kunci: Kualitas daya, Bengkel Listrik, Capasitor Bank, THD.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi listrik ini secara luas telah digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, komersial, instansi pemerintah, industri, dan sebagainya.

Maka dari itu agar kebutuhan energi listrik yang berkualitas perlu ada standar pengujian. Pengujian dapat dilakukan pada terminal Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR), yang merupakan penghubung energi listrik ke instalasi pengguna yang berupa beban – Linier dan Non Linier. Beban-beban non linier merupakan beban yang menggunakan peralatan mesin-mesin listrik, konverter daya sebagai pengendali motor-motor listrik maupun beban yang menggunakan perangkat elektronik seperti lampu yang berballast elektronik (Lampu SL atau LED). Efek penggunaan tersebut akan mengakibatkan turunya kualitas daya pada sistem distribusi tenaga listrik, akibat adanya harmonik.

Kualitas Daya adalah syarat umum yang menggambarkan karakteristik parameter catuan seperti arus, tegangan, frekuensi dan bentuk gelombang dibandingkan dengan standar atau referensi. Kualitas Daya dapat dikatakan sebagai Syarat Mutu *energy* listrik yang terjadi karena anomali pada parameter kelistrikan dalam komponen *Energy Supply*-nya. *Supply*

Energi listrik dari perangkat Diesel Genset ke Konversi Daya Listrik sampai ke beban dioperasikan dalam batas toleransi pada parameter kelistrikannya seperti tegangan, arus, frekuensi dan bentuk gelombang. Anomali dan deviasi diluar batas toleransi pada parameter tersebut mempengaruhi kualitas daya yang menyebabkan operasi tidak efisien

dan dapat merusak perangkat. Salah satu yang menjadi masalah kualitas daya adalah timbulnya harmonik. Kualitas daya yang berupa harmonik merupakan suatu fenomena yang terjadi akibat dioperasikannya beban-beban non linier listrik. Beban listrik nonlinier adalah beban listrik yang memiliki sifat menyimpang dari hukum Ohm, dimana tegangan, arus dan hambatan atau impedansi tidak sebanding, artinya respon tegangan yang diberikan pada beban tidak sebanding dengan arus beban yang muncul. Penyebab utama terjadinya gangguan harmonisa pada sistem tenaga listrik adalah banyaknya pemakaian peralatan yang merupakan beban-beban nonlinier, seperti komputer, lampu hemat energi, seperti air conditioner, TV, kulkas, oven microwave dan lain sebagainya.

Tahap awal dari penelitian ini adalah mengambil data dari Bengkel listrik PNJ. Bengkel listrik sebagai sarana praktek mahasiswa di Politeknik Negeri Jakarta banyak menggunakan peralatan beban non linier yang terdiri dari instalasi motor- motor listrik, dan lampu fluorescent yang menggunakan ballast elektronik. Seluruh aplikasi peralatan tersebut akan menarik arus/tegangan dari sistem secara nonsinusoidal dan membuat gelombang menjadi terdistorsi. Arus/Tegangan akan mengandung komponen harmonik, yang secara keseluruhan menyebabkan kualitas daya pada sistem akan menjadi buruk. Kualitas daya yang rendah akan menimbulkan gangguan terjadinya pemanasan yang lebih pada peralatan, sehingga peralatan yang terpakai akan cepat rusak. Kebutuhan daya listrik di Bengkel Listrik Politeknik Negeri Jakarta dengan beban non-linier yang berupa motor-motor

listrik, konverter daya yang berupa Inverter dan lampu penerangan sebesar 103,44 Kw yang terdiri dari:

Kusnadi (2010) Hasil Penelitian mandiri yang dilakukan di bengkel listrik Politeknik Negeri Jakarta dengan beban motor-motor listrik dan lampu penerangan yang merupakan beban non linier. Hasil penelitian menunjukkan parameter kualitas daya berupa THD% pada kondisi beban penuh (kondisi praktek mahasiswa), menunjukkan nilai rata-rata sebesar 25,14 % dengan Power factor sebesar 0,74 , sedangkan ,pada kondisi beban nol menunjukkan nilai THD% sebesar 12,6 % dengan Power Faktor sebesar 0,82 . Kondisi tersebut belum sesuai dengan standard IEEE tahun 1992 yaitu THD kurang dari 5 %, sedangkan Power factor yang diizinkan oleh PLN sebesar 0,84.

Pada tahun 2015 sarana bengkel listrik ditambah dengan memanfaatkan Konverter Daya yang berupa Variable frekuensi Drive (Inverter) untuk pengendalian kecepatan motor listrik, sehingga kemungkinan THD % akan meningkat dan Power Faktor akan menurun, oleh karena itu penelitian ini diarahkan untuk evaluasi kualitas daya serta cara menaggulangnya yang diharapkan sesuai dengan standard yang direkomendasikan oleh IEEE tahun 1992, THD% kurang dari 5 %. Adanya pemanasan diluar standard dari SPLN D3.016-2010 akan mengakibatkan terjadinya kerusakan pada komponen peralatan Sistem Tenaga Listrik.

Penelitian ini merupakan langkah awal evaluasi kualitas daya pada instalasi listrik akibat pemakaian beban non linieryang terdiri dari motor-motor listrik, lampu SL dan konverter Daya untuk pengendalian motor listrik dan solusinya, yang selama ini belum dilakukan di Politeknik Negeri Jakarta .Bengkel listrik Politeknik Negeri Jakarta dibuat sampel , karena banyak menggunakan beban-beban non linier untuk kebutuhan praktek mahasiswa.

Mengingat bahwa kebutuhan daya listrik yang diperlukan pada sistem distribusi tenaga listrik harus sesuai dengan standard dari IEEE tahun 1992 yaitu; Total Harmonic Distortion (THD%) harus lebih kecil dari 5 %.

1. Evaluasi THD% dan Power Faktor yang timbul akibat penggunaan beban non linier di Bengkel Listrik Politeknik Negeri Jakarta dan yang dilakukan panel terminal jala-jala- R-S-T di Penghubung bagi (PHB)
2. Bentuk gelombang yang terdistorsi akibat beban non linier pada jala-jala R-S-T di terminal PHB
3. Cara menanggulangi akibat dari kualitas daya yang buruk yang tidak memenuhi standar dari IEEE thn 1992, yang berupa pemasangan kapasitor bank.

Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk mendisain kualitas daya akibat penggunaan beban nonlinier , Dengan adanya Disain tersebut diharapkan ada solusi untuk menaggulangnya, sehingga kualitas daya akan baik sesuai standar yang telah ditetapkan oleh IEEE thn 1992. Dengan demikian akan didapatkan tujuan yang lebih luas yaitu :

- a) Bagi institusi akan mendapatkan data tentang kualitas daya yang ada di Bengkel Listrik yang nantinya dapat dikembangkan ke bengkel lain atau Laboratorium yang banyak menggunakan beban- beban non Linier dalam kegiatan prakteknya.
- b) Mendapatkan data THD%, dan power fator sebagai parameter dari kualitas daya
- c) Mendapatkan solusi untuk memperbaiki kualitas Daya yang buruk akibat penggunaan beban-beban non linierpada suatu Instalasi listrik

METODE PENELITIAN

Metoda penelitian yang digunakan dalam mengevaluasi kualitas daya pada beban non linier dengan menggunakan alat ukur Power Quality Meter untuk mengukur

nilai nTHD % serta Power Faktor yang dilakukan pada terminal Penghubung Bagi (PHB) yang ada di Bengkel Listrik. Dari data tersebut akan dianalisa dan diambil solusi agar sesuai dengan standar yang diinginkan oleh IEEE tahun 1992.



Gambar 1. Diagram Alir Metoda Penelitian

Adapun langkah untuk metoda Penelitian:

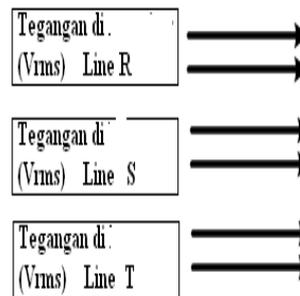
1. Studi Literatur tentang Kualitas Daya berupa parameter Harmonik dan Power Faktor
2. Pengujian Nilai Harmonik yang berupa THD%, Spektrum frekuensi, gelombang arus/tegangan. Power Faktor dan nilai efisiensi daya pada kondisi beban non linier di panel PHB.
3. Mencari solusi pada kondisi THD tidak sesuai dengan IEEE tahun 1992 sebesar lebih kecil dari 5 % , Power Faktor 0,9-1,0serta mengetahui kondisi gelombang tegangan arus yang terdistorsi
4. Disain dari Capacitor Bank untuk memperbaiki THD% dan PF
5. Pemasangan pada panel PHB di Bengkel Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta
6. Pengujian THD%, Power Faktor, Efisiensi Daya, Spektrum frekuensi dan gelombang Arus/Tegangan

7. Analisa dan kesimpulan

HASIL dan PEMBAHASAN

Pengukuran Total Harmonic Distortion (THD) untuk Gedung Bengkel Listriik

1) Prosedur Pengukuran



Gambar 2. Pengukuran THD% Pada Terminal RST Tanpa Kapasitor Bank

Data Hasil Pengukuran

Data-data

Hasil pengukuran Total Harmonic Distortion pada Gedung Bengkel Listrik

Tabel 1. Hasil Pengukuran THD% Menggunakan menggunakan Distortion Analyzer HP8903E tanpa kapasitor Bank, kondisi beban penuh

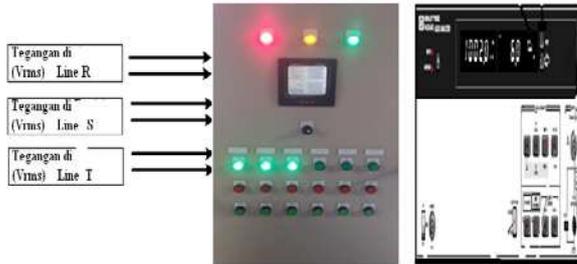
Waktu	HP8903E Analyzer		
	THD (%)		
	Line R	Line S	Line T
8:30	24.66	24.69	24.79
9:30	24.97	24.99	25.08
10:30	24.57	24.6	24.68
11:30	24.63	24.69	14.78
12:30	23.72	23.86	23.92
13:30	20.17	20.29	20.19
14:30	20.25	20.36	20.27
15:30	20.02	20.13	20.04

THD			
Rata-rata	22.87	22.95	21.72

Dengan menggunakan rumus :

$$PF = \frac{1}{\sqrt{1 + \left[\% \frac{THD}{100}\right]^2}} DPF$$

Power Faktor Rata-rata: R = 0,75 ,
S=0,73 , T= 0,71



Gambar 2. Pengukuran THD% pada Terminal RST dengan Kapasitor Bank

Tabel 2. Hasil Pengukuran THD menggunakan HP8903E menggunakan kapasitor Bank 30 KVAR pada saat beban penuh

Waktu	Distortion Analyzer		
	THD (%)		
	Line R	Line S	Line T
8:30	5.02	4.91	5.24
9:30	4.98	4.95	5
10:30	5	4.98	4.96
11:30	4.92	5.16	4.99
12:30	5.96	4.93	4.98
13:30	4.96	4.97	5
14:30	4.9	5	5.16
15:30	4.19	5.23	5.18
THD Rata-rata	4.99	5.02	5.06

(Beban motor terpakai semua dan lampu penerangan)

$$PF = \frac{1}{\sqrt{1 + \left[\% \frac{THD}{100}\right]^2}} DPF$$

Power Faktor Rata-rata: R = 0,9 , S=0,9 , T=0,9

Tabel 3. Hasil Pengukuran THD menggunakan HP8903E tanpa menggunakan kapasitor Bank 30 KVAR, untuk beban nol

WAKTU	Distortion Analyzer		
	THD(%)		
	LineR	LineS	LineT
8:30	14,22	13,87	13,99
9:30	14,20	14,0	14,84
10:30	14,0	14,25	14,97
11:30	14,26	14,16	14,27
12:30	14,18	14,12	13,98
13:30	14,42	14,62	14,89
14:30	14,97	14,20	14,90
15:30	14,22	13,99	14,52

$$PF = \frac{1}{\sqrt{1 + \left[\% \frac{THD}{100}\right]^2}} DPF$$

Power Faktor Rata-rata: R = 0,84 ; S= 0,9 ; T = 0.9

KESIMPULAN

- 1) Kualitas daya yang berupa harmonik merupakan suatu fenomena yang terjadi akibat dioprasikannya beban listrik nonlinier yang berupa beban motor-motor listrik dan penggunaan lamu SL.
- 2) Total Harmonic Distortion(THD%) yang merupakan parameter dari kualitas daya dapat diperbaiki dengan menggunakan Kapasitor Bank
- 3) Dengan menggunakan Kapasitor Bank sebesar 30KVAR terjadi penurunan THD rata-rata untuk fasa R=17,98%,S=18,08, T=20,41%, serta terjadi kenaikan Power Factor (PF) rata-rata untuk fasa R= 0,15 ,S=0,17,T=0,19 pada kondisi beban penuh.
- 4) Pada kondisi beban penuh tanpa menggunakan kapasitor, rata-rata THD% untuk fasa R=22,99% ,S=23,28% , T= 23,59%, sedangkan setelah menggunakan kapsitor bank 30

KVAR terjadi penurunan THD% untuk rata-rata fasa R= 5%,S=5%, T=5%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] <http://kurniawanpramana.wordpress.com/2012/09/29/masalah-kualitas-daya-menurut-ieee-std-1159-2009/> di akses pada tanggal 15 mei 2014 pukul 15.53
- [2.] <http://dunia-listrik.blogspot.com/2010/03/kualitass-daya-listrik-power-quality.html> di akses pada tanggal 15 mei 2014 pukul 15.54
- [3.] <http://liangirsang.blogspot.com/2013/01/mpi-perbaikan-kualitas-daya-listrik.html> di akses pada tanggal 15 mei 2014 pukul 16.20
- [4.] Crothall Asset Management, Inc. (CAM), 2014. *Energy Infrastructure Upgrades Equate to Major Cost Savings*, < <http://www.crothall.com>> accessed November 14th,
- [5.] Dugan,Roger C (1996),”*Konsep Kualitas Daya Listrik*,”.
- [6.] Firmansyah, Ifhan,2010.”*Studi Pemasangan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya PT. Asian Profile Indosteel*”, Skripsi Jurusan teknik Elektro FTI ITS Surabaya,
- [7.] Hasan, Rahman Rifai and Hermawan, Hermawan and Handoko, Susatyo, 2012. “*Analisis Pengaruh Pemasangan Kompensator Kapasitor Seri Terhadap Stabilitas Sistem Smib Dan Sistem IEEE 14 Bus*”, Undergraduate thesis Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip,
- [8.] IEEE Standart 18, 1980. “ *IEEE Standart for Shunt Power Capacitor*”,
- [9.] Irwin Lazar, 1980. “*Electrical System Analysis and Design For Industrial Plants*”, Mc Graw-Hill Book Company,
- [10.] Ismail, Nur, 2010.”*Analisis Perbaikan Faktor Daya Untuk Penghematan Biaya Listrik Di PT. Pertamina Instalasi Surabaya Group*”, Skripsi Jurusan teknik Elektro FTI ITS Surabaya.