

**ANALISIS
SISTEM DISTRIBUSI LISTRIK GEDUNG A
UNIVERSITAS AISYIYAH YOGYAKARTA**
(Electrical System Distribution Analysis Of Building A Univesity Of Aisyiyah Yogyakarta)

YOGA WAHYUDI SATRIA

ABSTRACT

University of Aisyiyah Yogyakarta is a campus under the auspices of Muhammadiyah in the field of Education. In 2016, precisely on March 10, 2016, STIKES Aisyiyah Yogyakarta changed its form to Yogyakarta Aisyiyah University (UNISA). This final project aims to examine the reliability of the electrical distribution system of the University of Aisyiyah Yogyakarta (UNISA) in terms of the quality of the Low Voltage Main Distribution panel (LVMD) Building A. From the results of the measurement of the reliability of the Low Voltage Main Distribution panel (LVMD) building A UNISA using Power Quality and Energy Analyze produces harmonics that are not in accordance with IEEE 519-1992 standards with measurement values above 15%. Therefore, in this thesis provides a solution to the improvement of the UNISA power distribution system, especially the Low Voltage Main Distribution panel (LVMD) building A by installing a single tuned passive filter at the highest order value and installing a capacitor bank.

Keywords: Passive Filters, Power Factors, Harmonics, Bank Capacitors, LVMD

PENDAHULUAN

Kemajuan zaman yang semakin pesat menyebabkan manusia semakin tergantung dengan energi listrik. Listrik sudah menjadi salah satu kebutuhan pokok bagi manusia untuk keperluan rumah tangga sampai dunia industry. Hampir semua sektor dalam kehidupan sehari-hari membutuhkan energi listrik, Salah satunya Universitas Aisyiyah Yogyakarta (UNISA). Untuk menjaga kontinuitas pernyalurannya, suatu sistem kelistrikan yang handal mutlak diperlukan. Untuk memenuhi kebutuhan listrik Universitas Aisyiyah Yogyakarta (UNISA) tidak menghasilkan listriknya sendiri melainkan mengambil pasokan listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN).

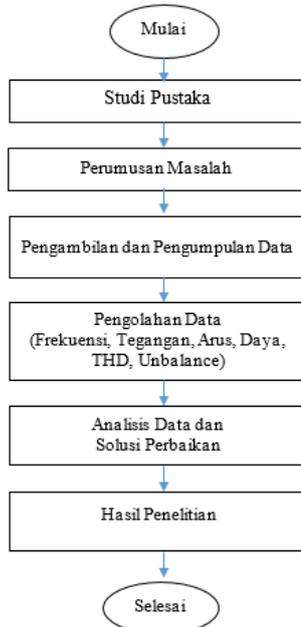
Seiring berjalanya waktu, Universitas Aisyiyah Yogyakarta (UNISA) pun melakukan pengembangan demi mendukung proses belajar mengajar khususnya dalam sektor pembangunan, yang berarti semakin bertambahnya jumlah beban yang di gunakan, baik di sisi pembangkitan listrik maupun di sisi penyaluran beban. Suatu sistem kelistrikan tidak luput dari gangguan, karena besar kemungkinan terjadinya jatuh tegangan dan

rugi-rugi daya pada kawat maupun distorasi harmonisa, hal ini cukup menarik untuk di analisa dan di pahami karena dampak gangguan ini berakibat ke pelayanan Universitas Aisyiyah Yogyakarta (UNISA).

Masalah yang ditimbulkan akibat drop tegangan menyebabkan kerusakan pada peralatan-peralatan yang membutuhkan suplai energi listrik. “Dasar Peraturan Permen ESDM No. 4 Tahun 2009 tentang Aturan Distribusi Tenaga Listrik. Batasan Titik Sambung untuk Konsumen Tegangan 400/230 V merupakan tegangan nominal 400V antar fase dan 230 V fase ke netral. Dengan Batas +5% maksimal (420 V/241,5 V) dan minimal -10% (360V/207 V). Tegangan 220 V merupakan tegangan efektif”(Permen ESDM). Dengan adanya pembahasan profil tegangan pada gedung A Universitas Aisyiyah Yogyakarta maka diketahui apakah tegangan yang diterima dari masih dalam toleransi yaitu -10% dan +5%. Apabila masih masuk dalam toleransi maka tegangan yang didapat dari PLN dapat dikatakan baik, sedangkan apabila tidak masuk dalam toleransi maka dapat dikatakan tidak baik. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang “Analisis Sistem Distribusi Listrik Gedung A Universitas Aisyiyah Yogyakarta”.

METODE PERANCANGAN

Pada penyusunan tugas akhir ini memiliki beberapa tahapan yang sistematis dengan maksud agar penelitian dapat dilakukan dengan hasil yang maksimal, dibawah ini merupakan *flowchart* penyusunannya, yaitu:



Gambar 2.1 Alur Penyusunan Tugas Akhir

2.1. Perumusan Masalah, Pengambilan dan Pengumpulan Data Awal

Pada tahap ini dikumpulkan data awal yang berhubungan dengan sistem distribusi (LVMDP). Tahap ini dilakukan dengan metode studi lapangan, wawancara dan studi pustaka.

2.2. Pengukuran Kualitas Daya

Pada tahap ini dilakukan pengukuran besaran-besaran listrik yang meliputi arus, tegangan, daya, dan frekuensi menggunakan alat *Power Quality Analyzer*, sehingga dapat diketahui nilai besaran-besaran listrik pada panel (LVMD) gedung A di Universitas Aisyiah Yogyakarta.

2.3. Analisis Data dan Solusi Perbaikan

Setelah data pengukuran didapatkan akan dilakukan analisis mendalam tentang keandalan sistem panel LVMD dengan membandingkan data terukur dengan data secara teori atau dengan ketentuan keandalan sistem suatu gedung.

Khususnya panel LVMD dengan standar SNI-03-6196-2000. Serta keandalan penentuan komponen penyusun panel yang digunakan dengan landasan Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL).

2.4. Penyusunan Laporan

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data penelitian tentang keandalan panel LVMD yang meliputi hasil pengukuran frekuensi, tegangan, arus, THD, Unbalanced, daya, dan faktor daya. Serta dilakukan analisis lebih mendalam tentang perbandingan nilai besaran listrik secara teori dan sistem keandalan panel LVMD melalui analisis nilai parameter yang didapat. Jika sistem yang diteliti memiliki keandalan yang buruk maka akan dilakukan solusi terbaik untuk melakukan perbaikan secara teknik.

2.3 Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan sebagai penunjang dalam melakukan penelitian Tugas Akhir ini antara lain:

- a. Power Quality Analyzer
- b. Clamp atau sepatu kabel
- c. Laptop atau Komputer
- d. Pena dan Kertas

Sedangkan bahan yang digunakan dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir ini antara lain:

- a. Gambar rangkaian sistem distribusi Gedung A Universitas Aisyiah Yogyakarta.
- b. Jurnal yang berhubungan dengan penelitian ini.
- c. SNI-03-6196-2000 mengenai Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung,
- d. Data pengukuran besaran listrik
- e. Data teknis sistem kerja panel LVMD saat sistem dalam kondisi bekerja dan tidak bekerja.

3.1 Pengukuran Keandalan Sistem

a. Pada Hari Selasa Sampai Rabu

Tabel 3.1 Hasil Pengukuran Pada Hari Selasa Sampai Rabu

No	Parameter Keandalan	Nilai Pengukuran	
		Min	Max
1	Frekuensi (Hz)	49,934	50,071
2	Tegangan Fasa R-N (V)	221,455	228,387
	Tegangan Fasa S-N (V)	225,742	232,432
	Tegangan Fasa T-N (V)	225,56	232,342
3	THD Tegangan Fasa R (%)	3,948	6,393
	THD Tegangan Fasa S (%)	3,016	5,84
	THD Tegangan Fasa T (%)	3,369	6,337
4	Arus Fasa R (A)	361,33	376,38
	Arus Fasa S (A)	350,82	388
	Arus Fasa T (A)	356,22	379,37
	Arus Fasa N (A)	21,75	38,16
5	THD Arus Fasa R (%)	18,69	32,78
	THD Arus Fasa S (%)	14,8	31,16
	THD Arus Fasa T (%)	16,87	35,46
6	Daya Aktif Fasa R (KW)	6,3	35,95
	Daya Aktif Fasa S (KW)	7,28	41,44
	Daya Aktif Fasa T (KW)	4,95	30,77
7	Daya Reaktif Fasa R (KVAR)	73,52	85,38
	Daya Reaktif Fasa S (KVAR)	70,2	89,62
	Daya Reaktif Fasa T (KVAR)	75,15	87,56
8	Daya Semu Fasa R (KVA)	80,458	85,624
	Daya Semu Fasa S (KVA)	79,69	90,01
	Daya Semu Fasa T (KVA)	80,698	87,764
9	Faktor Daya Fasa R	0,074	0,433
	Faktor Daya Fasa S	0,082	0,508
	Faktor Daya Fasa T	0,058	0,369
10	Ketidakseimbangan Tegangan (%)	0,601	0,863
11	Ketidakseimbangan Arus (%)	0,381	6,184

b. Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

No	Parameter Keandalan	Nilai Pengukuran	
		Min	Max
1	Frekuensi (Hz)	49,909	50,106
2	Tegangan Fasa R-N (V)	222,377	228,568
	Tegangan Fasa S-N (V)	226,725	232,908
	Tegangan Fasa T-N (V)	226,617	232,184
3	THD Tegangan Fasa R (%)	4,012	6,445
	THD Tegangan Fasa S (%)	3,372	5,582
	THD Tegangan Fasa T (%)	3,381	5,78
4	Arus Fasa R (A)	373,64	53,96
	Arus Fasa S (A)	381,99	54,26
	Arus Fasa T (A)	368,14	55,19
5	THD Arus Fasa R (%)	18,78	30,84
	THD Arus Fasa S (%)	16,46	29,04
	THD Arus Fasa T (%)	15,3	30,53
6	Daya Aktif Fasa R (KW)	6,27	17,23
	Daya Aktif Fasa S (KW)	7,68	30,67
	Daya Aktif Fasa T (KW)	5,72	19,28
7	Daya Reaktif Fasa R (KVAR)	79,642	84,286
	Daya Reaktif Fasa S (KVAR)	72,68	88,62
	Daya Reaktif Fasa T (KVAR)	77,336	84,234
8	Daya Semu Fasa R (KVA)	80,327	84,643
	Daya Semu Fasa S (KVA)	79,003	88,951
	Daya Semu Fasa T (KVA)	79,721	84,789
9	Faktor Daya Fasa R	0,077	0,212
	Faktor Daya Fasa S	0,086	0,389
	Faktor Daya Fasa T	0,069	0,242
10	Ketidakseimbangan Tegangan (%)	0,538	0,714
11	Ketidakseimbangan Arus (%)	0,739	6,955

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Pada Hari Jum'at Sampai Sabtu

Pada pengukuran frekuensi menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari kerja dan hari libur menunjukkan nilai frekuensi yang masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut standar peraturan menteri energi dan sumber daya mineral nomor 37 tahun 2008 nilai frekuensi nominal 50 Hz, dan tidak lebih rendah dari 49,5 Hz atau lebih tinggi dari 50,5 Hz.

Pada pengukuran tegangan menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze yang dilakukan hari kerja dan hari libur menunjukkan nilai yang masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut Peraturan menteri ESDM Nomor 4 Tahun 2009 tentang Aturan Distribusi Tenaga Listrik. Batasan Titik Sambung untuk Tegangan antar fasa yaitu 400 V Volt sedangkan tegangan fasa dengan netral yaitu 230 V merupakan tegangan nominal 400V antar fasa dan 230 V fase ke netral. Dengan Batas +5% maksimal antar fasa yaitu 420 Volt sedangkan fasa dengan netral yaitu 241,5 V tegangan minimal -10% antar fasa yaitu 360 Volt sedangkan fasa dengan netral yaitu 207 Volt.

Pada pengukuran THD tegangan menggunakan alat Power Quality and Energy Analyze menunjukkan nilai yang tidak sesuai standar dikarenakan menurut standar IEEE 519-1992 pada dijelaskan bahwa batas Total Harmonik Distortion tegangan untuk suplay tegangan ≤ 69 kV nilai THD dikatakan baik apabila hasil pengukuran $\leq 5\%$.

Nilai ketidakseimbangan tegangan pada pengukuran ketiga kondisi masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut standar ANSI C84.1 – 1995 ketidak-seimbangan tegangan sistem tidak boleh melebihi 3% pada saat tidak dibebani, dan maksimal 6 % untuk sistem yang dibebani.

Nilai THD arus Fasa R, Fasa S dan Fasa T tergolong tidak baik dikarenakan menurut standar IEEE 519-1992 untuk suplay tegangan ≤ 69 kV dengan arus pada range 100 s/d 1000 Ampere nilai THD dikatakan baik apabila hasil pengukurannya $\leq 15\%$.

Nilai Ketidakseimbangan arus pengukuran pada hari kerja dan hari libur kondisi masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut Standar ANSI C84,1-1995 ketidak-seimbangan arus dapat dikatakan baik apabila nilainya $\leq 20\%$.

Nilai faktor daya Fasa R, Fasa S dan Fasa T tergolong tidak baik atau sistem kurang andal, dikarenakan menurut standar PT. PLN

selaku penyedia daya listrik memberikan batasan terhadap faktor daya, untuk bangunan gedung diberi batas sebesar 0,85.

3.2 Solusi Perbaikan Sistem Distribusi

Dari hasil pengukuran sistem kerja panel LVMD masih terdapat beberapa prameter yang memiliki nilai yang tidak sesuai standar, sehingga diperlukan solusi perbaikan. Untuk mengetahui kerugian yang diperoleh konsumen karena ketidakseimbangan beban dan harmonisa, maka perlu dicari kerugian per-hari, per-bulan, dan per-tahun. Jika diasumsikan setiap bulan adalah 30 hari, maka kerugian yang diperoleh adalah :

Tabel 3.4 Nilai Kerugian Akibat Ketidakseimbangan Beban dan Harmonisa

Besar Power Losses (ΔP) [kW]	0,56319
Besar Power Losses perhari ($\Delta P \times 24$) [kW]	13,51656
Biaya akibat Power Losses perhari (ΔP perhari X Rp 1.036)	Rp 14.003,1562
Biaya akibat Power Losses perbulan (panel pada umumnya bekerja 1x dalam 1 bulan pada saat perawatan rutin)	Rp 392.088,377
Biaya akibat Power Losses pertahun	Rp 4.705.060,47

Filter Pasif Single Tuned berfungsi untuk meredam harmonisa dengan mengalihkan arus harmonisa yang tidak diinginkan pada sistem tenaga listrik. Untuk merancang *Filter Pasif Single Tuned* terlebih dahulu harus diketahui nilai harmonisa tiap orde yang ada siste yang diamati . Rangkaian *Filter Pasif Single Tuned* akan mereduksi nilai harmonisa tiap orde yang melebihi batas standart IEEE yaitu 12 % untuk orde harmonisa kurang dari sama dengan orde ke-11.

Di bawah ini merupakan spesifikasi *Filter Pasif Single Tuned* yang akan digunakan untuk mereduksi harmonisa dan perbaikan faktor daya pada panel LVMD UNISA, yaitu :

Filter Pasif Single Tuned orde ke-9	
Keterangan	Ukuran Spesifikasi
$X_c = X_L$	108 Ω
R	3,60 Ω
P	40.101 Watt
L	0,118 H
C	$1,017 \times 10^{-5} \mu F$

Berdasarkan perhitungan faktor daya untuk menentukan *capasitor bank* yang akan dipasang dalam perbaikan, maka didapatkan hasil dari kompensasi daya Reaktif (Q_c) sebesar 74 kVAR.

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

$$80 = 10 + 10 + 10 + 10 + 20 + 20$$

(KVAR)

Dengan menggunakan persamaan:

$$I_c = KVAR/V$$

Daya Reaktif = 10 kVAR dan 20 kVAR

Tegangan = 400 Volt

Frekuensi = 50 Hz

Maka arus Capasitor 10 kVAR (I_c):

$$I_c = \frac{10}{400}$$

$$= 0,025 \text{ Kilo Ampere}$$

Reaktansi Kapasitif (X_C) adalah :

$$X_c = \frac{V}{I_c}$$

$$= \frac{400}{025}$$

$$= 1,6 \text{ Ohm}$$

Kapasitor yang diperlukan :

$$C = \frac{1}{2\pi f x c}$$

$$C = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 50 \times 1,6}$$

$$C = \frac{1}{502,4}$$

$$C = 1,9 \times 10^{-3} \text{ Farad}$$

$$C = 0,0019 \text{ microFarad}$$

Maka arus Capasitor 20 kVAR (I_c):

$$I_c = \frac{20}{400}$$

$$= 0,05 \text{ Kilo Ampere}$$

Reaktansi Kapasitif (X_C) adalah :

$$X_c = \frac{V}{I_c}$$

$$= \frac{400}{0,5}$$

$$= 800 \text{ Ohm}$$

Kapasitor yang diperlukan :

$$C = \frac{1}{2\pi f x c}$$

$$C = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 50 \times 800}$$

$$C = \frac{1}{251,2}$$

$$C = 3,9 \times 10^{-3} \text{ Farad}$$

$$C = 0,0039 \text{ microFarad}$$

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian pengukuran dan analisis pada sistem distribusi listrik Gedung A Universitas Aisyiyah Yogyakarta dapat ditarik kesimpulan:

1. Panel LVMD pada hari kerja dan hari libur memiliki nilai frekuensi, tegangan, Unbalanced current, Arus, dan Unbalance voltage yang baik. Hal ini dapat dilihat dari data penelitian bahwa nilai hasil pengukuran masih masuk dalam toleransi dan dapat dikatakan masih baik. Namun THD arus yang melebihi batas standar IEEE 519-1992. Pada THD tegangan melebihi standar IEEE 519-1992.
2. Panel LVMD pada hari kerja dan hari libur memiliki nilai faktor daya yang tergolong tidak baik, dikarenakan standar PT. PLN memberikan batasan terhadap faktor daya sebesar 0,85. Maka dari itu perlu adanya penambahan capasitor bank dan telah didapat spesifikasi untuk 10 kVAR yaitu 0,0019 microFarad dan untuk 20 kVAR yaitu 0,0039 microFarad
3. Saran yang dianjurkan setelah melakukan penelitian pengukuran analisis pada sistem distribusi listrik Gedung A Universitas Aisyiyah Yogyakarta yaitu: untuk menekan biaya kerugian akibat power losses baik itu akibat harmonisa, dapat dipasang filter harmonik dan perlu dilakukan perbaikan dengan pemasangan panel Capasitor Bank.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas Akhir ini disusun dengan bantuan dari berbagai pihak, sehingga dapat memperlancar dalam penyusunannya. Atas dukungan yang telah diberikan, maka penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Kedua Orang tua yang selalu memberikan dukungan moral, material, dan doanya kepada penulis setiap waktu.
2. Bapak Ramadhoni Syahputra selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta serta dosen pembimbing 1.
3. Ibu Anna Nur Nazilah selaku dosen pembimbing 2.
4. Hendra selaku engineer Univeristas Aisiyah Yogyakarta..
5. Staf tata usaha jurusan Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Teman-teman kelas B Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Sofyan, Andi. 2017. "Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Gedung Bertingkat Plaza Andalas Padang." *Jurnal Teknik Elektro ITP*, Vol. 6, No. 1
- Nolki. 2015. "Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di PT. PLN Palu." *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer* (2015), ISSN . 2301-8402.
- Yoga. 2015. "Evaluasi Tegangan Sentuh Dan Tegangan Langkah Gardu Induk (Gi) 150 Kv Kota Baru Akibat Perubahan Resistivitas Tanah." *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*.
- PLN, 2012, *Power Quality (Regulasi Harmonisa, Flicker dan Ketidakseimbangan Tegangan)*, Jakarta : PT. PLN (Persero).
- Sthepanus. 2006. "Pengaruh Perubahan Arus Saluran Terhadap Tegangan Tarik dan Andongan pada Sutet 500 KV di Zona Krian." *Jurnal Teknik Elektro* Vol. 6, No. 1,:8 – 14
- Budi, Bimasakti Mahardika. 2017. "Audit Energi dan Sistem Pencahayaan Gedung D Universitas Muhammadiyah Yogyakarta." Tugas Akhir UMY: Yogyakarta.
- Standar IEEE 519-1992, Batas Total Harmonik Distortion Tegangan dan Arus.
- Standar ANSI C84.1 – 1995, Ketidak-Seimbangan Tegangan dan Arus.
- Dewy, Silvia M. 2011. "Managemen Energi Listrik." Tugas Akhir teknik Elektro Universitas Negeri Padang.
- Ghifari, Syauqi Al. 2015. "Audit Energi Listrik di Rumah Sakit." Tugas Akhir UMY: Yogyakarta.
- Husniwardana. 2012. "Gangguan Dalam Power Quality." *Jurnal Teknik Elektro Institut Teknologi Bandung*.
- Kusmantoro, Adhi, dan Agus Nuwolo. 2015. "Identifikasi Kualitas Daya Listrik Gedung Universitas PGRI Semarang." *Prosiding SNST 1-7*.
- Makmur, Azhar Zahar. 2016. "ANALISIS Pembebanan Genset di Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta." Tugas Akhir UMY: Yogyakarta.
- Putra, Yudi Adriko, dan Edy Ervianto. 2016. "Pengaruh Beban Nonlinear Terhadap Keberadaan Arus Netral Di Gedung Pusat Komputer Universitas Riau." *JOM FTEKNIK 1-8*

PENULIS:

Yoga Wahyudi Satria

Elektro, Teknik, Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta.

Email: yogawahyudisatria97@gmail.com

Diskusi untuk makalah ini dibuka hingga tanggal dan akan diterbitkan dalam jurnal edisi (diisi oleh editor).