

**ANALISIS PANEL
MOTOR CONTROL CENTER (MCC)
UNIVERSITAS AISIYAH YOGYAKARTA**
(*Motor Control Center Panel Analysis in Universitas Aisiyah Yogyakarta*)

AHMAD YASIR

ABSTRACT

Electrical energy flowed to the load is often inappropriate, such as problems, losses such as loss of system work. This can cause a loss for this system can cause damage to the load or electrical equipment that gets the electricity supply, things that must be handled or carried out inspection. This study discusses the renewal of the MCC panel that runs a building protection system for fire prevention, this system is called a Hydrant panel. In this study the value of the measurement of frequency, voltage, Total Harmonic Distortion (THD) voltage and voltage imbalance and current imbalance with good or standard values are measured. But for current and voltage THD values, also the power factor still has a measurement value that is not in accordance with the standard or exceeds the evaluation. In the end, this study made a solution to improve the harmonic value and power factor by installing a passive filter set to reduce harmonics in the order with the highest percentage value in the 9th order.

Keywords: *Passive Filters, Harmonics, Hydrant Panels*

PENDAHULUAN

Tenaga listrik memiliki peran yang sangat penting dalam suatu industri. Dalam perkembangannya industri juga tidak lepas dari aspek-aspek yang membuat industri tersebut mengalami kemajuan. Aspek-aspek tersebut bisa berupa pengelolaan terhadap sumber daya alam yang digunakan, sumber daya manusia yang dimanfaatkan untuk meningkatkan kemajuan industri serta aspek-aspek lainnya. Sedangkan kenyataannya energi listrik yang disalurkan ke beban sering kali tidak sesuai seperti adanya gangguan, rugi-rugi tegangan ataupun penurunan kerja sistem.

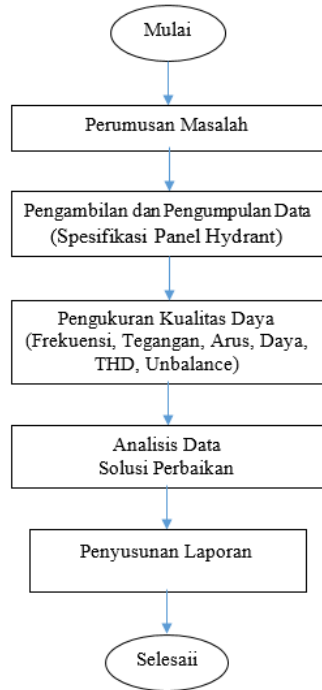
Hal ini dapat menyebabkan kerugian bagi sistem tersebut serta dapat menyebabkan kerusakan beban atau alat-alat listrik yang mendapatkan suplai energi listrik tersebut, hal ini harus ditanggulangi atau dilakukan pemeriksaan. Untuk itu, perlu adanya sistem yang dapat membantu dalam mengontrol penggunaan motor listrik, sehingga penggunaan daya listrik dapat menjadi lebih efektif. Sistem tersebut dapat direalisasikan dengan mengimplementasikan Panel Motor Control Center (MCC).

Panel Motor Control Center (MCC) merupakan salah satu sistem yang dapat mengatur kebutuhan daya listrik suatu motor, MCC juga berfungsi sebagai pusat pengontrolan operasi motor listrik. Mengingat sangat pentingnya sistem ini maka motor-motor listrik yang digunakan dituntut untuk dapat beroperasi secara handal. Dengan keadaan tersebut, dibutuhkan produk Panel MCC yang berkualitas.

Produk ini ditentukan oleh kualitas standar perancangan yang melibatkan faktor keamanan didalam perhitungan dan spesifikasi teknis perancangan. Selain itu juga harus melibatkan faktor kemudahan pengoperasian yang akan mengaruhi terjadinya kesalahan pengoperasian kemudahan pemeliharaan akan mempermudah bagi pihak petugas pemelihara untuk menjaga agar performance Panel MCC sesuai dengan spesifikasi perancangan. Kombinasi semua ini akan menghasilkan umur operasi MCC yang panjang dan juga tingkat keamanan yang selalu terjaga dengan baik. Oleh karena itu penulis membahas tentang Analisis keandalan Panel MCC.

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 panel *MCC (Hydrant)*. 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 *MCC/Hydrant* gedung A di Universitas Aisyiyah Yogyakarta.

2.3. Analisis Data dan Solusi Perbaikan

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

Khususnya panel *MCC* 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 dan pengelompokan data penelitian tentang keandalan panel *MCC* yang meliputi gambar rangkaian panel, spesifikasi komponen penyusun panel, hasil pengukuran tegangan, arus, daya, serta besaran lainnya. Serta dilakukan analisis lebih mendalam tentang perbandingan nilai besaran listrik secara teori dan sistem keandalan panel *MCC* melalui analisis sistem kerja rangkaian. 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 panel yang meliputi single line diagram dan wiring diagram,
- b. Daftar komponen beserta spesifikasinya,
- c. SNI-03-6196-2000 mengenai Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung,
- d. Data pengukuran besaran listrik
- e. Data teknis sistem kerja panel *MCC* saat sistem dalam kondisi bekerja dan tidak bekerja.

HASIL DAN ANALISIS

3.1 Pengukuran Keandalan Sistem

a. Sebelum Sistem (Panel Hydrant) Bekerja

Tabel 3.1 Hasil Pengukuran Sebelum Sistem Bekerja

No	Parameter Keandalan	Nilai Pengukuran	
		Min	Max
1	Frekuensi (Hz)	49,975	50,068
2	Tegangan Fasa R-N (V)	219.445	220.16
	Tegangan Fasa S-N (V)	223.824	224.474
	Tegangan Fasa T-N (V)	222.555	223.182
3	THD Tegangan Fasa R (%)	2,956	3,005
	THD Tegangan Fasa S (%)	2,263	2,328
	THD Tegangan Fasa T (%)	2,218	2,279
4	Arus Fasa R (A)	0,05	4,31
	Arus Fasa S (A)	0,06	4,63
	Arus Fasa T (A)	0,05	4,77
	Arus Fasa N (A)	0,048	0,239
5	THD Arus Fasa R (%)	7,21	21,95
	THD Arus Fasa S (%)	6,65	14,31
	THD Arus Fasa T (%)	6,5	15,67
6	Daya Aktif Fasa R (KW)	0	0
	Daya Aktif Fasa S (KW)	0	0
	Daya Aktif Fasa T (KW)	0	0
7	Daya Reaktif Fasa R (KVAR)	0	0
	Daya Reaktif Fasa S (KVAR)	0	0
	Daya Reaktif Fasa T (KVAR)	0	0
8	Daya Semu Fasa R (KVA)	0	0
	Daya Semu Fasa S (KVA)	0	0
	Daya Semu Fasa T (KVA)	0	0
9	Faktor Daya Fasa R	0	0
	Faktor Daya Fasa S	0	0
	Faktor Daya Fasa T	0	0
10	Ketidakeimbangan Tegangan (%)	0,488	0,513
11	Ketidakeimbangan Arus (%)	6,1	12,07

b. Saat sistem (Panel Hydrant) Bekerja

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Saat Sistem Bekerja

No	Parameter Keandalan	Nilai Pengukuran	
		Min	Max
1	Frekuensi (Hz)	49.978	50.046
2	Tegangan Fasa R-N (V)	218,112	219,28
	Tegangan Fasa S-N (V)	222,364	223,65
	Tegangan Fasa T-N (V)	221,184	222,345
3	THD Tegangan Fasa R (%)	3,004	3,039
	THD Tegangan Fasa S (%)	2,342	2,391
	THD Tegangan Fasa T (%)	2,281	2,321
4	Arus Fasa R (A)	0,06	53,96
	Arus Fasa S (A)	0,06	54,26
	Arus Fasa T (A)	0,05	55,19
	Arus Fasa N (A)	0,041	4,692
5	THD Arus Fasa R (%)	1,61	21,77
	THD Arus Fasa S (%)	1,49	17,99
	THD Arus Fasa T (%)	1,37	19,48
6	Daya Aktif Fasa R (KW)	0,895	10,438
	Daya Aktif Fasa S (KW)	1,02	10,92
	Daya Aktif Fasa T (KW)	0,933	10,542
7	Daya Reaktif Fasa R (KVAR)	0,65	5,479
	Daya Reaktif Fasa S (KVAR)	0,628	5,183
	Daya Reaktif Fasa T (KVAR)	0,793	6,197
8	Daya Semu Fasa R (KVA)	1,11	11,79
	Daya Semu Fasa S (KVA)	1,21	12,09
	Daya Semu Fasa T (KVA)	1,23	12,23
9	Faktor Daya Fasa R	0,818	0,921
	Faktor Daya Fasa S	0,861	0,936
	Faktor Daya Fasa T	0,77	0,898
10	Ketidakeimbangan Tegangan (%)	0,507	0,519
11	Ketidakeimbangan Arus (%)	2,96	6,53

c. Saat sistem (Panel Hydrant) Bekerja

Tabel 3.3 Hasil Pengukuran Setelah Sistem Bekerja

No	Parameter Keandalan	Nilai Pengukuran	
		Min	Max
1	Frekuensi (Hz)	49,957	50,049
2	Tegangan Fasa R-N (V)	218,84	221,503
	Tegangan Fasa S-N (V)	223,248	225,956
	Tegangan Fasa T-N (V)	221,872	224,553
3	THD Tegangan Fasa R (%)	2,977	3,025
	THD Tegangan Fasa S (%)	2,346	2,366
	THD Tegangan Fasa T (%)	2,275	2,299
4	Arus Fasa R (A)	0,05	0,06
	Arus Fasa S (A)	0,06	0,06
	Arus Fasa T (A)	0,05	0,06
	Arus Fasa N (A)	0,047	0,084
5	THD Arus Fasa R (%)	18,28	21,62
	THD Arus Fasa S (%)	14,29	14,55
	THD Arus Fasa T (%)	12,87	16,01
6	Daya Aktif Fasa R (KW)	0	0
	Daya Aktif Fasa S (KW)	0	0
	Daya Aktif Fasa T (KW)	0	0
7	Daya Reaktif Fasa R (KVAR)	0	0
	Daya Reaktif Fasa S (KVAR)	0	0
	Daya Reaktif Fasa T (KVAR)	0	0
8	Daya Semu Fasa R (KVA)	0	0
	Daya Semu Fasa S (KVA)	0	0
	Daya Semu Fasa T (KVA)	0	0
9	Faktor Daya Fasa R	0	0
	Faktor Daya Fasa S	0	0
	Faktor Daya Fasa T	0	0
10	Ketidakeimbangan Tegangan (%)	0,498	0,511
11	Ketidakeimbangan Arus (%)	5,16	12,87

Nilai frekuensi pada pengukuran ketiga kondisi 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.

Nilai frekuensi pada pengukuran ketiga kondisi masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut Peraturan menteri ESDM Nomor 4 Tahun 2009 tentang Aturan Distribusi Tenaga Listrik. Batasan Titik Sambung untuk Konsumen Tegangan antar fasa yaitu 400 V Volt sedangkan tegangan fasa dengan netral yaitu 230 V merupakan tegangan nominal 400V antar fase 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.

Nilai Total Harmonik Distortion tegangan pada pengukuran ketiga kondisi masih termasuk dalam toleransi dikarenakan menurut standar IEEE 519-1992 pada dijelaskan bahwa batas THD 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 dan fasa T tergolong tidak baik atau sistem kurang andal, sedangkan untuk fasa S masih tergolong dalam toleransi 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 Ketidakeimbangan arus pada pengukuran ketiga 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 dan fasa T tergolong tidak baik atau sistem kurang andal, sedangkan untuk fasa S masih teroglong dalam toleransi 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 Hydrant masih terdapat beberapa parameter 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]	0,0071549
Besar Power Losses perhari ($\Delta P \times 24$) [kW]	0,1717176
Biaya akibat Power Losses perhari (ΔP perhari X Rp 1.036)	Rp 177,899
Biaya akibat Power Losses perbulan (panel pada umumnya bekerja 1x dalam 1 bulan pada saat perawatan rutin)	Rp 177,899
Biaya akibat Power Losses pertahun	Rp 2.134,788

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 Hydrant UNISA, yaitu :

Filter Pasif Single Tuned orde ke-9	
Keterangan	Ukuran Spesifikasi
$X_c = X_L$	3.257 Ω
R	108,57 Ω
P	1,33 Watt
L	3,577 H
C	$3,3717 \times 10^{-7} \mu F$

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian, pengukuran dan analisis panel Hydrant pada Gedung A Universitas Aisiyah Yogyakarta penulis dapat menarik beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Hasil pengukuran pada panel Hydrant saat kondisi sistem sebelum bekerja menunjukkan nilai frekuensi, tegangan, faktor daya, *Total Harmonic distortion (THD)* tegangan serta Ketidakseimbangan tegangan dan arus yang baik. Sedangkan untuk nilai *Total Harmonic distortion (THD)* Arusnya melebihi standar yang ditetapkan.
2. Hasil pengukuran pada panel Hydrant saat kondisi sistem bekerja menunjukkan nilai frekuensi, tegangan, *Total Harmonic distortion (THD)* tegangan serta Ketidakseimbangan tegangan dan arus yang baik. Sedangkan untuk nilai *Total Harmonic distortion (THD)* Arusnya melebihi standar yang ditetapkan dan faktor dayanya memiliki nilai dibawah standar yang telah ditetapkan.
3. Hasil pengukuran pada panel Hydrant saat kondisi sistem setelah bekerja menunjukkan nilai frekuensi, tegangan, faktor daya, *Total Harmonic distortion (THD)* tegangan serta Ketidakseimbangan tegangan dan arus yang baik. Sedangkan untuk nilai *Total Harmonic distortion (THD)* Arusnya melebihi standar yang ditetapkan.
4. Solusi yang dapat di ajukan untuk mengatasi nilai kekurangan *THD (Total Harmonic Distortion)* yaitu dengan memasang filter harmonik yang dapat menyaring frekuensi selain frekuensi fundamental sehingga rugi-rugi akibat distorsi harmonik dapat ditekan. *Filter Pasif single tuned* untuk meredam harmonisa pada orde dengan nilai presentase tertinggi yaitu pada orde ke-9, dengan sistem *Compensation of Individual Loads* dimana filter dipasang tepat sebelum beban yang akan direduksi yaitu pada input Panel *Hydran*.

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. Bapak Faaris Mujaahid 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

- Anthony. Z, 2017, Pengembangan Rangkaian Kendali untuk Mengoperasikan Motor Induksi3-Fasa dalam <https://www.e-jurnal.com/2017/12/pengembangan-rangkaian-kendali-untuk.html>, diakses 28 Maret 2019, pukul 10.50 WIB.
- Nugroho. S. E, 2018, Analisis Harmonik Arus dan Tegangan Pada Gedung AR Fachrudin B Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tugas Akhir, Fakultas Teknik Elektro UMY.
- Honggowiyono. P, 2005, Sistem Pengamanan Motor Listrik 3 Fasa dalam <https://www.ejurnal.com/2017/11/sistem-pengamanan-motor-listrik-3-fasa.html>, diakses 28 Maret 2019, pukul 11.30 WIB.
- Peraturan Menteri Energi Dan Sumbeh Daya Mineral Nomor: 37 Tahun 2008, Tentang Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik.
- PLN, 2012, Power Quality (Regulasi Harmonisa, Flicker dan Ketidakseimbangan Tegangan), Jakarta : PT. PLN (Persero).

Ramadhan. M. F, 2016, Perancangan Pemasangan Transformator dan Genset serta Perbaikan Faktor Daya Gedung Kuliah E6 Dan E7 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Shantia. K, 2014, Analisis Pemanfaatan Energi Listrik Pada Mesin-Mesin Produksi Divisi Pabrikasi Di PT Inka Madiun dalam <https://www.e-jurnal.com/2015/11/analisis-pemanfaatan-energi-listrik.html>, diakses 28 Maret 2019, pukul 10.35 WIB.

Standar IEEE 519-1992, Batas Total Harmonik Distortion Tegangan dan Arus.

Standar ANSI C84.1 – 1995, Ketidak-Seimbangan Tegangan dan Arus.

Syahputra. R, 2012, Distributed Generator : State of the Arts dalam Penyediaan Energi Listrik, Yogyakarta : LP3M UMY.

Syahputra. R, 2015, Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik, Yogyakarta : LP3M UMY.

Tiyono, 2013, Perancangan Setting Rele Proteksi Arus Lebih Pada Motor Listrik Industri dalam <https://www.e-jurnal.com/2016/09/perancangan-setting-rele-proteksi-arus.html>, diakses 28 Maret 2019, pukul 10.30 WIB.

Wijayanto. D. B, 2108, Audit Energi gedung G5 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

PENULIS:

Ahmad Yasir

Elektro, Teknik, Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta.

Email: yasirahmad262@gmail.com

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