



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM ONLINE MONITORING HARMONISA DENGAN *FILTER*
PASIF PADA *INVERTER* TIGA FASA KAPASITAS 110 KW

TESIS

MARDHA HARYONO PUTRO

NIM : 2209511002

PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
REKAYASA TENAGA LISTRIK
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
DEPOK
JULI 2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM ONLINE MONITORING HARMONISA DENGAN *FILTER*
PASIF PADA *INVERTER* TIGA FASA KAPASITAS 110 KW

TESIS

Diajukan Untuk Persyaratan Melaksanakan Penelitian Dan Menulis
Tesis Dalam Bidang Teknik Elektro

MARDHA HARYONO PUTRO

NIM : 2209511002

PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN TEKNIK ELEKTRO
REKAYASA TENAGA LISTRIK
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
DEPOK
JULI 2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis ini saya susun tanpa tindakan plagiarisme sesuai dengan peraturan yang berlaku di Politeknik Negeri Jakarta.

Jika dikemudian hari ternyata saya melakukan tindakan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang diajukan oleh Politeknik Negeri Jakarta kepada saya.

Depok, 7 Juli 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**


Mardha Haryono Putro
NIM 2209511002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa
tesis yang saya susun ini hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang ditulis maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Mardha Haryono Putro

NIM : 2209511002

Tanda Tangan : 

Tanggal : 7 Juli 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

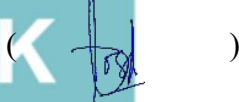
Tesis yang diajukan oleh:

Nama : Mardha Haryono Putro
NIM : 2209511002
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro
Judul : Sistem Online Monitoring Harmonisa Dengan Filter Pasif Pada Inverter Tiga Fasa Kapasitas 110 Kw

Telah diuji oleh Tim Penguji dalam Sidang Tesis pada hari Senin, Tanggal 7 Juli Tahun 2025 dan dinyatakan LULUS untuk memperoleh Derajat Gelar Magister Terapan pada Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.

Pembimbing I : Dr. Isdawimah, S.T., M.T. ()

Pembimbing II : Dr. Ir. Dewi Yanti Liliana, S.Kom., M.Kom. ()

Penguji I : Dr. Drs. Ahmad Tossin Alamsyah, S.T., M.T. ()

Penguji II : Mera Kartika Delimayanti, S.Si., M.T., Ph.D. ()

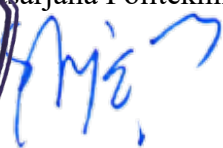
Penguji III : Dr. Prihatin Oktivasari, S.Si., M.Si. ()

Depok, 7 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta




Dr. Isdawimah, S.T., M.T.
NIP. 196305051988112001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul: “Sistem Online Monitoring Harmonisa Dengan Filter Pasif Pada Inverter Tiga Fasa Kapasitas 110 kW”.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Terapan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan tesis ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada Ayah Haryono, Ibunda Kartini, Istriku Dewi Andri Sentanu Utomo, dan Anakku Tercinta Ken Ibrar El Rasyid Putro serta keluarga besar, mertua, adik, kakak, dan saudara yang selalu memberikan dukungan moril, motivasi, dan do’a yang tidak terhingga.
2. Dr. Isdawimah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama proses penyusunan tesis.
3. Dr. Ir. Dewi Yanti Liliana, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II atas arahan dan masukan yang sangat berharga.
4. Seluruh dosen dan staf Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta yang telah mendukung selama masa studi.
5. Rekan-rekan dan pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari masih adanya kekurangan dalam tesis ini, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga karya ini bermanfaat dan berkontribusi dalam pengembangan teknologi monitoring kualitas daya listrik di industri Indonesia.

Depok, 7 Juli 2025

Mardha Haryono Putro



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mardha Haryono Putro
NIM : 2209511002
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro
Pasca Sarjana Politeknik Negeri Jakarta
Jenis karya : Tesis

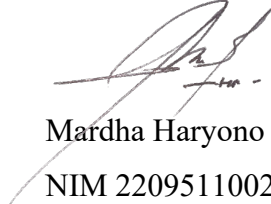
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya setuju untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul.

SISTEM ONLINE MONITORING HARMONISA DENGAN FILTER PASIF PADA INVERTER TIGA FASA KAPASITAS 110 KW

Beserta perangkat yang ada. Dengan hak bebas royalti Non eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/ mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalah data (database), merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 7 Juli 2025
Yang menyatakan


Mardha Haryono Putro
NIM 2209511002

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Mardha Haryono Putro. Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro. *Sistem Online Monitoring Harmonisa Dengan Filter Pasif Pada Inverter Tiga Fasa Kapasitas 110 kW.* Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas daya listrik berbasis *Internet of Things (IoT)* serta merancang filter harmonisa pasif tipe *single-tuned* untuk mereduksi distorsi harmonik arus individual orde ke-5 (*iHD-5*) pada sistem inverter tiga fasa berkapasitas 110 kW. Sistem monitoring dikembangkan menggunakan *Power Meter GAE MG50* dan mikrokontroler *ESP8266*, terintegrasi dengan *Google Sheets* dan aplikasi *Blynk* untuk pemantauan *real-time*. Data diperoleh selama 7 hari sebelum dan sesudah pemasangan filter. Hasil pengukuran menunjukkan nilai awal *THDi* sebesar 67,35% dan *iHD* orde ke-5 sebesar 47,8%, melebihi ambang batas 12% sesuai *IEEE Std 519-1992*. Filter pasif dirancang dengan kapasitansi 155,2 μF dan induktansi 2,89 mH. Setelah pemasangan, *THDi* menurun menjadi 38%, *iHD-5* menjadi 9,96%, arus netral turun dari 18 A menjadi 9 A, dan faktor daya meningkat dari 0,76 menjadi 0,91. Estimasi penghematan energi mencapai ± 2.484 kWh per bulan atau setara $\pm \text{Rp } 2.571.391$ dengan tarif listrik industri I3 sebesar $\text{Rp } 1.035,78/\text{kWh}$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi sistem monitoring *IoT* dengan filter harmonisa pasif mampu meningkatkan efisiensi energi, menurunkan distorsi harmonik, dan memperbaiki kualitas daya pada sistem kelistrikan industri.

Kata kunci: Harmonisa, Filter Pasif, *Inverter*, *ESP8266*, *THD*, Power Factor, *IEEE 519-1992*, *IoT*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	1
Halaman Judul.....	2
Halaman Pernyataan Bebas Plagiarisme.....	3
Halaman Pernyataan Orisinalitas	4
Halaman Pengesahan	5
Kata Pengantar.....	6
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tesis Untuk Kepentingan Akademik ..	7
Abstrak.....	8
Daftar Isi.....	9
Daftar Gambar.....	12
Daftar Tabel	14
Daftar Lampiran	14
Halaman Simbol Dan Singkatan	16
BAB I.....	18
PENDAHULUAN	18
1.1 Latar Belakang	18
1.2 Rumusan Masalah Penelitian dan Pertanyaan Penelitian.....	20
1.3 Tujuan Penelitian	21
1.4 Batasan Penelitian	22
1.5 Manfaat Penelitian.....	23
1.6 Sistematika Penyajian	24
BAB II.....	25
TINJAUAN PUSTAKA	25
2.1 Variable Speed Drive (VSD)	25
2.2 Motor Induksi 3 Fasa	26
2.3 <i>Filter Pasif</i>	26
2.4 <i>Harmonisa</i>	29
2.5 Batas Harmonisa Arus dan Tegangan	30



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6	Sistem <i>Power Monitoring</i> Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) Terintegrasi dengan Mikrokontroler Desain Industri	31
2.7	Aplikasi <i>IoT Blynk</i>	32
2.8	<i>Software Arduino IDE</i>	33
2.9	<i>Mikrokontroler NodeMCU ESP8266</i>	34
BAB III		36
METODOLOGI PENELITIAN.....		36
3.1	Ruang Lingkup Penelitian.....	36
3.2	Tahapan Metode Penelitian.....	41
3.3	Analisis Awal Kualitas Daya Sebelum Penerapan <i>Monitoring</i> dan <i>Filter Harmonisa</i>	43
BAB IV		45
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		45
4.1	<i>Implementasi Sistem Monitoring Berbasis IoT</i>	45
4.1.1.	Arsitektur Sistem Monitoring	45
4.1.2.	Pemrograman dan Integrasi <i>Data Logger</i> ke <i>Google Sheets</i>	46
4.1.3.	Visualisasi <i>Live Monitoring</i> dengan <i>Blynk</i>	48
4.2	Pengambilan Data Awal Menggunakan Monitoring Sistem Sebelum Dipasang Filter Hamonisa.....	51
4.3	Penentuan Desain Filter Harmonisa pada Tegangan Distribusi.....	56
4.4	Pembuatan dan Uji Pemasangan Filter Harmonisa.....	62
4.5	Efektivitas Sistem Monitoring IoT dalam Analisis Kualitas Daya Setelah Instalasi Filter	64
4.6	Evaluasi Batas Harmonik Orde ke-5 Berdasarkan Standar IEEE 519- 1992	70
4.7	Evaluasi Perbandingan performa kualitas daya sebelum dan sesudah pemasangan filter	71
BAB V		74
KESIMPULAN DAN SARAN.....		74
5.1	Kesimpulan Penelitian	74
5.2	Saran.....	76



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	81



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Rangkaian Variable Speed Drive (VSD) Tiga Fasa.....	25
Gambar 2. Motor Induksi 3 Fasa.....	26
Gambar 3. Konfigurasi Filter Pasif LC.....	27
Gambar 4. Gelombang Terdistorsi Direpresentasikan	30
Gambar 5. Dashboard Monitoring System.....	32
Gambar 6. Aplikasi Blynk Monitoring	33
Gambar 7. Software Arduino IDE	33
Gambar 8. Pinout NodeMCU.....	34
Gambar 9. Foto Panel Inverter ATV610 110kW Schneider.....	37
Gambar 10. Foto Motor Induksi 110 kW.....	38
Gambar 11. Foto Nameplate Motor Induksi 110 kW	38
Gambar 12. Alur Penelitian.....	39
Gambar 13. Single Line Diagram Inverter Motor Induksi Kapasitas 110kW	40
Gambar 14. Blok Diagram Real-Time Monitoring System.....	41
Gambar 15. THD I	43
Gambar 16. THD V.....	44
Gambar 17. Power Factor	44
Gambar 18. Wirring Diagram MIKROKONTROLER Integrasi Power Meter dan User interface	45
Gambar 19. Program ESP8266 pada Arduino IDE.....	46
Gambar 20. Program app script pada Google Sheets.....	47
Gambar 21. Logger historis THD orde Arus Google Sheets	47
Gambar 22. Logger historis tegangan, daya, arus Google Sheets.....	47
Gambar 23. Visualisasi Live Monitoring pada aplikasi BLYNK	48
Gambar 24 . Grafik Tren Parameter Kelistrikan Sebelum Pemasangan Filter	49
Gambar 25. Live monitoring quality energy Blynk Apps.....	50
Gambar 26. Hasil pengukuran Arus Google Sheets	51
Gambar 27. Hasil pengukuran THD Tegangan dan THD Arus Google Sheets.....	52
Gambar 28. Hasil pengukuran THD Orde Arus Google Sheets	53



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 29. Hasil pengukuran Daya, Power faktor, Frekuensi Google Sheets	54
Gambar 30. Pembuatan Rangkaian Filter Pasif	60
Gambar 31. Wiring diagram filter pasif LC single tuned orde ke-5	62
Gambar 32. Rakitan filter pasif LC single tuned orde ke-5	63
Gambar 33. Tampilan Monitoring Blynk Setelah Pemasangan Filter Harmonik ..	64
Gambar 34. Live monitoring quality setelah pemasangan filter	66
Gambar 35. Hasil pengukuran Tegangan dan Arus Google Sheets Setelah Pemasangan Filter	68
Gambar 36. Hasil pengukuran Daya , Power Factor dan Frekuensi Google Sheets Setelah Pemasangan Filter	68
Gambar 37. Hasil pengukuran THD Tegangan dan THD Arus Google Sheets Setelah Pemasangan Filter	69
Gambar 38. Hasil pengukuran iHD orde Arus Google Sheets Setelah Pemasangan Filter	69

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 1. IEEE 519-1992 Current Distortion Limits.....	30
Tabel 2. IEEE 519-1992 Voltage Distortion Limits	31
Tabel 3. NodeMCU Development Board Pinout Configuration.....	34
Tabel 4. Tabel hasil perhitungan QCrated, Inom, L dan C dengan faktor daya 0,95.....	61
Tabel 5. Tabel hasil perhitungan IHD harmonic orde ke-5 dengan faktor daya 0,95.....	62
Tabel 6. Performa kualitas daya sebelum pemasangan filter.....	71
Tabel 7. Performa kualitas daya setelah pemasangan filter	71
Tabel 8. Tabel evaluasi kinerja filter harmonisa.....	72
Tabel 9. Jadwal Usulan	85
Tabel 10. Rancangan Anggaran Biaya.....	86
Tabel 11. Dokumentasi Pemasangan Sistem Monitoring	87

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Back up program dan script Arduino	81
Lampiran 2. Backup App Script Code.gs.....	83
Lampiran 3. Jadwal dan Anggaran Penelitian.....	85
Lampiran 4. Dokumentasi Pemasangan Sistem Monitoring dan Filter Pasif LC Single Tuned Orde 5 Arus Harmonisa	87





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN SIMBOL DAN SINGKATAN

IoT	: Internet of Things
VSD	: Variable Speed Drive
THD	: Total Harmonic Distortion
THDi	: Total Harmonic Distortion of Current
THDv	: Total Harmonic Distortion of Voltage
iHD	: Individual Harmonic Distortion
LC	: Inductor-Capacitor (rangkain filter)
PCC	: Point of Common Coupling
ESP8266	: Mikrokontroler NodeMCU
Modbus RTU	: Remote Terminal Unit protocol komunikasi serial
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers
SPLN	: Standar Perusahaan Listrik Negara
PF	: Power Factor / Faktor Daya
RMS	: Root Mean Square
FFT	: Fast Fourier Transform
V	: Tegangan RMS line-line (Volt)
V _{ph}	: Tegangan RMS fase (Volt)
I	: Arus RMS (Ampere)
I _{nom}	: Arus nominal kapasitor (Ampere)
I _f	: Arus RMS filter (Ampere)
Q	: Daya reaktif total (kVAR)
Q _{eff}	: Daya reaktif yang dibutuhkan (kVAR)
Q _{C rated}	: Kapasitas daya reaktif kapasitor (kVAR)
P	: Daya aktif (kW)
S	: Daya semu (kVA)
f	: Frekuensi sistem (Hertz)
f _t	: Frekuensi tuning filter (Hertz)



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

C	: Kapasitansi (μF)
L	: Induktansi (mH)
X_c	: Reaktansi kapasitif (Ohm)
X_L	: Reaktansi induktif (Ohm)
X_{eff}	: Impedansi efektif filter (Ohm)
pf	: Faktor daya
$\cos^{-1}$	: Invers cosine



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Interaksi antara gelombang sinusoida dalam sistem tenaga listrik dengan komponen gelombang lain yang memiliki frekuensi kelipatan integer dari komponen fundamentalnya menyebabkan distorsi gelombang yang dikenal sebagai *harmonik*. Salah satu masalah utama dalam kualitas daya listrik adalah *harmonik* [1].

Keberadaan *harmonik* ini dapat mengganggu kinerja sistem tenaga listrik dan berpotensi merugikan. Hal ini disebabkan oleh banyaknya penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)* yang terdiri dari komponen elektronika daya. Jika arus *harmonik* melebihi batas standar, maka dapat berdampak negatif pada sistem distribusi tenaga listrik, seperti peningkatan rugi daya pada konduktor kabel, kenaikan suhu transformator, dan penurunan efisiensi operasional [4] [5] [6].

Penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)* sebagai penggerak motor induksi tiga fasa merupakan salah satu faktor utama penyebab *harmonisa* [1], [4] [5] [6]. Untuk mengatasi efek arus *harmonik* ini, beberapa metode dapat diterapkan, seperti penggunaan transformator isolasi satu fasa, serta penerapan filter *harmonisa* aktif dan pasif. Semua metode tersebut bertujuan untuk membatasi distorsi *harmonik* arus (*Total Harmonic Distortion of Current* atau *THDi*) dan tegangan (*Total Harmonic Distortion of Voltage* atau *THDv*) sesuai dengan standar IEEE dan SPLN [2], [4] [5].

Data awal (*preliminary data*) menunjukkan bahwa pada sistem *Variable Speed Drive (VSD)* kapasitas 110 kW, nilai *THDi* orde ke-5 mencapai 67,35%, yang dapat menyebabkan peningkatan rugi daya pada jaringan serta berdampak pada keandalan sistem tenaga listrik. Dengan penerapan filter *harmonisa* pasif (*Single Tuned*), nilai *THDi* dapat dikurangi hingga $< 12\%$, sehingga sistem dapat beroperasi lebih stabil dan sesuai dengan standar yang berlaku. Selain itu,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pengurangan *harmonisa* ini juga membantu menurunkan panas berlebih pada peralatan listrik, yang dapat meningkatkan efisiensi sistem dan memperpanjang umur peralatan.

Pada penelitian sebelumnya, Marchtindra Al, Atmam, dan Elvira Zondra dalam studi berjudul *Aplikasi Filter Pasif Sebagai Pereduksi Harmonik Pada Inverter Tiga Fasa* belum mengimplementasikan sistem pemantauan *real-time*, sehingga karakteristik *harmonik* pada inverter yang digunakan tidak dapat diukur secara kontinu dan optimal. Oleh karena itu, hasil penelitian belum memberikan gambaran komprehensif terkait karakteristik *harmonik* yang dihasilkan, terutama dalam penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)*. Studi lain yang dilakukan oleh Bambang Yan Ardianto dalam penelitiannya berjudul *Proteksi Arus Harmonik ke Jala-Jala pada Instalasi Inverter Tiga Fasa dengan Beban Nonlinear* [2], [4] [5] [6], juga menunjukkan adanya kebutuhan untuk pengembangan dalam aspek pemantauan *harmonik* secara *real-time*.

Namun, ruang lingkup penelitian tersebut masih terbatas pada inverter dengan kapasitas 37 kW tiga fasa, sedangkan dalam penelitian ini akan dirancang filter *harmonisa* pasif (*Single Tuned*) tiga fasa yang diterapkan pada *Variable Speed Drive (VSD)* kapasitas 110 kW untuk pengaturan kecepatan motor induksi. Selain itu, rancangan penelitian ini akan dilengkapi dengan sistem monitoring berbasis *real-time*, sehingga karakteristik *harmonik* yang timbul dapat terpantau setiap saat dan dianalisis lebih akurat [5], [6], [7].

Dalam penelitian ini, akan dikembangkan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan *mikrokontroler ESP8266* untuk meningkatkan efisiensi pemantauan energi. Dengan tersedianya data yang akurat dan terkini, sistem dapat dengan cepat merespons perubahan kualitas daya serta melakukan tindakan korektif secara proaktif. Implementasi sistem pemantauan energi berbasis IoT dengan *mikrokontroler ESP8266* ini memungkinkan pengiriman data yang lebih cepat dan responsif, serta mendukung sistem switching I/O yang lebih efisien untuk pengaturan filter harmonik orde tinggi. Hal ini membuka peluang bagi solusi yang lebih cerdas dan terintegrasi dalam manajemen kualitas daya listrik [8], [9].

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penerapan rancangan ini di lingkungan industri diharapkan dapat meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik, mengurangi potensi gangguan pada peralatan, serta memastikan kepatuhan terhadap standar kualitas daya. Dengan adanya pemantauan berbasis *real-time*, sistem dapat mendeteksi perubahan *harmonisa* secara langsung dan melakukan penyesuaian secara otomatis untuk menjaga stabilitas tegangan dan arus. Hal ini tidak hanya mendukung efisiensi energi tetapi juga memungkinkan industri untuk mengelola risiko operasional secara lebih efektif.

Diharapkan, hasil penelitian ini dapat menghasilkan rancangan filter *harmonisa* pasif (*Single Tuned*) yang mampu memperbaiki kualitas daya listrik dan dapat diaplikasikan pada instalasi jaringan listrik skala industri untuk mengurangi dampak *harmonisa* pada peralatan listrik industri.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian dan Pertanyaan Penelitian

Rumusan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu *harmonisa* individual orde ke-5, perbaikan faktor daya, dan efisiensi energi. Pertanyaan penelitian yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik individual harmonik arus orde ke-5 (*iHD-5*) yang dihasilkan oleh penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)* tiga fasa pada motor induksi kapasitas 110 kW, serta dampaknya terhadap efisiensi sistem tenaga listrik?
2. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan filter *harmonisa* pasif tipe *single-tuned* sesuai acuan standar *IEEE Std 1531-2003*, *IEEE Std 519-1992*, dan *IEEE Std 519-2014*, agar dapat menurunkan nilai *iHD* orde ke-5 di bawah ambang batas yang ditetapkan?
3. Bagaimana sistem monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan *Power Meter GAE MG50* dan mikrokontroler *ESP8266* dapat digunakan untuk memantau parameter kualitas daya secara *real-time* dan mendukung proses validasi teknis terhadap filter yang dirancang?

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Sejauh mana efektivitas pemasangan filter harmonisa pasif dapat memperbaiki faktor daya dan mengurangi konsumsi daya aktif, serta berkontribusi terhadap penghematan energi dan biaya listrik industri?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis karakteristik individual harmonik arus orde ke-5 (*iHD-5*) yang ditimbulkan oleh beban non-linear berupa penggunaan *Variable Speed Drive (VSD)* tiga fasa pada motor induksi berkapasitas 110 kW, serta mengevaluasi sejauh mana distorsi harmonik tersebut mempengaruhi performa sistem tenaga listrik, khususnya pada parameter arus netral, faktor daya, dan efisiensi energi.
2. Merancang dan mengimplementasikan filter harmonisa pasif tipe *single-tuned* yang ditujukan secara spesifik untuk mereduksi harmonik orde ke-5 berdasarkan acuan berikut:
 - *IEEE Std 1531-2003*: sebagai pedoman teknis dalam desain dan instalasi filter harmonik pasif tipe *single-tuned*.
 - *IEEE Std 519-1992*: sebagai standar acuan untuk batas maksimum *individual harmonic distortion* pada sistem kelistrikan.
 - *IEEE Std 519-2014*: sebagai pembaruan dari standar sebelumnya, memberikan panduan pengelolaan kualitas daya pada sistem industri tegangan rendah, khususnya parameter *Total Harmonic Distortion of Current (THDi)*.
3. Mengevaluasi pengaruh harmonisa secara terbatas pada parameter faktor daya dan rugi-rugi energi, serta dampaknya terhadap performa sistem distribusi listrik. Penelitian ini tidak membahas harmonisa pada semua orde maupun seluruh komponen sistem secara detail (seperti transformator atau kabel), tetapi fokus pada pengaruh *iHD* orde ke-5 terhadap efisiensi sistem.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Mengembangkan sistem monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)* yang terdiri dari *Power Meter GAE MG50* dan mikrokontroler *ESP8266*, sebagai media akuisisi dan pencatatan parameter kelistrikan secara *real-time*, khususnya arus, daya aktif, faktor daya, dan *THDi*.
5. Melakukan validasi eksperimental terbatas terhadap desain filter harmonisa pasif dengan skenario pengukuran terkontrol. Meskipun tidak divalidasi dengan *Power Quality Analyzer (PQA)*, sistem telah menggunakan *GAE MG50* yang secara praktik industri terbukti akurat dan digunakan dalam *audit energi* tahunan oleh lembaga teknis independen. Fokus validasi diarahkan untuk melihat perubahan nilai *iHD* orde ke-5, perbaikan faktor daya, dan penghematan energi secara praktis.

1.4 Batasan Penelitian

Agar pembahasan lebih terfokus dan terukur, batasan dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada sistem tenaga listrik di PT Lami Packaging Indonesia – Cikande, Banten, dengan objek berupa motor induksi tiga fasa kapasitas 110 kW yang digerakkan oleh *Variable Speed Drive (VSD)*.
2. Fokus analisis terbatas pada *individual harmonic current distortion (iHD)* orde ke-5, faktor daya, dan efisiensi energi. Penelitian tidak mencakup analisis menyeluruh terhadap semua orde harmonik maupun dampak harmonisa pada seluruh komponen sistem tenaga seperti transformator atau kabel.
3. Perancangan filter harmonisa pasif yang dilakukan adalah *tipe single-tuned* yang disesuaikan untuk mereduksi harmonik orde ke-5 saja, berdasarkan acuan standar IEEE Std 1531-2003, IEEE Std 519-1992, dan evaluasi *THDi* mengacu pada IEEE Std 519-2014.
4. Sistem monitoring yang dikembangkan bersifat *real-time* berbasis *Internet of Things (IoT)*, menggunakan *Power Meter GAE MG50* dan mikrokontroler *ESP8266*, untuk mencatat parameter seperti arus, tegangan, daya aktif, daya reaktif, *THDi*, dan faktor daya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Validasi performa filter dilakukan melalui analisis hasil pengukuran sebelum dan sesudah pemasangan, tanpa menggunakan *Power Quality Analyzer (PQA)*, namun tetap mengandalkan data dari GAE MG50 yang telah digunakan dalam praktik audit energi industri tahunan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara teknis, menghasilkan desain filter harmonisa pasif *single-tuned* yang efektif dalam menurunkan nilai *iHD* orde ke-5 di bawah batas maksimum 12% sesuai standar IEEE 519-1992, sehingga memperbaiki faktor daya dan mengurangi rugi daya pada sistem.
2. Secara praktikal, mengembangkan sistem monitoring energi berbasis IoT yang dapat memantau kualitas daya secara real-time dan digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan teknis di lingkungan industri.
3. Secara ekonomis, memberikan kontribusi nyata terhadap memperbaiki kualitas energi, penghematan energi dan biaya listrik melalui peningkatan efisiensi sistem dan penurunan konsumsi daya aktif pasca pemasangan filter harmonisa.
4. Secara akademik, memperkaya referensi kajian penerapan filter harmonisa pada sistem kelistrikan industri dengan pendekatan terintegrasi antara mitigasi harmonisa dan sistem monitoring berbasis teknologi terkini (*IoT*).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.6 Sistematika Penyajian

Sistematika penulisan laporan tesis ini secara garis besar terbagi menjadi 5 bagian, yaitu :

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan perihal latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penyajian.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori yang digunakan dalam penelitian dan kajian penelitian terdahulu.

3. Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini menjelaskan tentang ruang lingkup penelitian dan ancangan penelitian, perancangan dan cara kerja, pengujian, metode dan teknik analisis data serta metode dan teknis penyajian hasil.

4. Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada bab ini menjelaskan tentang data yang diperoleh dari penelitian dan pembahasannya serta analisa dari data hasil penelitian.

5. Bab V Simpulan dan Saran

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan pemberian saran untuk penelitian lanjutan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V**KESIMPULAN DAN SARAN****5.1 Kesimpulan Penelitian**

Berdasarkan hasil pengukuran, analisis, dan implementasi filter harmonisa pasif dalam sistem kelistrikan dengan beban non-linear (inverter 110 kW), maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Efektivitas Sistem Monitoring IoT Sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang terintegrasi dengan power meter berbasis Modbus RTU, Google Sheets, dan aplikasi Blynk telah berhasil mencatat parameter kelistrikan secara real-time. Sistem ini efektif dalam mendeteksi perubahan kualitas daya dan memungkinkan pemantauan jarak jauh serta analisis historis data harmonisa.
2. Penurunan iHD Orde ke-5 Arus dan THD Pemasangan filter harmonisa pasif tipe single-tuned memberikan dampak signifikan dalam mereduksi distorsi harmonik. Hasil pengukuran menunjukkan:
 - a. Nilai THDi arus menurun dari 67,35% menjadi 38% (penurunan 43,6%).
 - b. Individual Harmonic Distortion (iHD) arus untuk orde ke-5 menurun dari 47,8% menjadi 9,96% (penurunan 79,15%).
 - c. Nilai iHD orde ke-5 setelah filter berada di bawah batas maksimum 12% sebagaimana ditetapkan oleh standar IEEE 519-1992 untuk sistem dengan rasio ISC/IL antara 100 hingga 1000.
 - d. Nilai THDi sebesar 38% masih belum memenuhi batas ideal THDi < 5% untuk sistem distribusi tegangan rendah (<69 kV) sesuai IEEE 519-2014, namun sudah menunjukkan perbaikan besar dari kondisi awal.
3. Perbaikan Faktor Daya dan Efisiensi Energi
 - a. Faktor daya (*power factor*) meningkat dari 0,76 menjadi 0,91, mendekati nilai ideal industri minimal 0,95.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- b. Arus netral menurun dari 18 A menjadi 9 A, menunjukkan pengurangan ketidakseimbangan akibat harmonisa.
 - c. Daya aktif per fasa menurun dari 18,25 kW menjadi 14,8 kW, dengan arus beban turun dari 90 A menjadi 76 A.
 - d. Secara keseluruhan, sistem mengalami peningkatan ratio efisiensi energi sebesar $\pm 18,9\%$.
4. Parameter Desain Filter Harmonisa Pasif Filter single-tuned yang dirancang memiliki karakteristik sebagai berikut:
 - a. Kapasitansi: 155,2 μF
 - b. Induktansi: 2,89 mH
 - c. Frekuensi tuning: 237,5 Hz
 - d. Daya reaktif kapasitor (QCrated): 10,11 kVar
 - e. Arus nominal kapasitor: 14,6 A
5. Dampak Finansial – Penghematan Energi dengan menurunnya konsumsi daya aktif dan meningkatnya efisiensi sistem, maka terjadi penghematan energi listrik yang berdampak langsung terhadap penurunan biaya operasional. Mengacu pada tarif listrik industri golongan I3 di Indonesia sebesar Rp 1.035,78/kWh, maka:
 - a. Penurunan daya aktif sebesar $(18,25 - 14,8) \text{ kW} = 3,45 \text{ kW}$
 - b. Dalam 1 bulan operasional (30 hari $\times$ 24 jam) menghasilkan penghematan energi: $3,45 \text{ kW} \times 720 \text{ jam} = 2.484 \text{ kWh}$
 - c. Estimasi penghematan biaya listrik bulanan: $2.484 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.035,78 = \pm \text{Rp } 2.572.877$ per bulan
6. Dengan demikian, pemasangan filter harmonisa tidak hanya meningkatkan kualitas daya dan efisiensi sistem, namun juga memberikan kontribusi langsung terhadap penghematan biaya energi industri secara signifikan dan berkelanjutan. Kombinasi penggunaan filter harmonisa pasif single-tuned dan sistem monitoring IoT terbukti mampu meningkatkan kualitas daya secara signifikan. Sistem ini juga memungkinkan pemantauan yang lebih responsif dan efisien untuk aplikasi industri, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam perencanaan mitigasi harmonik.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

1. Implementasi Filter pada Orde Lain.

Penelitian ini memfokuskan desain dan pemasangan filter harmonisa pasif single-tuned pada orde ke-5 individual arus, dengan batas maksimum 12% sebagaimana ditetapkan oleh IEEE 519-1992 untuk sistem dengan rasio ISC/IL antara 100 hingga 1000. Untuk peningkatan performa sistem secara menyeluruh, disarankan pada penelitian selanjutnya dilakukan pengembangan filter multi-orde (misalnya orde ke-3 dan ke-7), guna menurunkan THDi secara signifikan hingga mendekati batas ideal $< 5\%$ sesuai standar IEEE 519-2014 untuk sistem tegangan rendah.

2. Validasi Data dengan Power Quality Analyzer (PQA).

Dalam penelitian ini, parameter kualitas daya telah direkam dan dianalisis menggunakan GAE MG50 Energy Analyzer Harmonic, yaitu power meter yang telah terbukti akurat secara praktik industri, serta digunakan secara rutin dalam audit energi tahunan oleh lembaga inspeksi teknis independen di dalam perusahaan. Meskipun belum dilakukan validasi silang menggunakan alat Power Quality Analyzer (PQA), akurasi data dari GAE MG50 telah mencukupi untuk mendukung analisis teknis secara akademik dan praktikal. Namun demikian, untuk penelitian lanjutan, penggunaan PQA sebagai alat validasi dapat memberikan penguatan tambahan terhadap keakuratan hasil pengukuran.

3. Pengembangan Sistem Monitoring IoT.

Pengembangan sistem pemantauan berbasis IoT ke depannya disarankan mencakup fitur-fitur tambahan seperti:

- a. Notifikasi otomatis ketika nilai iHD melewati ambang batas yang ditentukan.
- b. Dashboard visualisasi berbasis web untuk tren historis dan laporan otomatis.
- c. Integrasi dengan cloud-based analytics yang mendukung deteksi anomali berbasis kecerdasan buatan (*AI-based anomaly detection*).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Replikasi pada Sistem Beban Lebih Kompleks.

Ruang lingkup penelitian saat ini terbatas pada inverter kapasitas 110 kW dengan karakteristik beban tunggal. Disarankan sistem monitoring dan filter harmonisa diujicobakan pula pada sistem kelistrikan industri dengan profil beban dinamis, seperti kombinasi inverter multi-level, dan beban non-linear simultan untuk mengevaluasi adaptabilitas solusi yang dikembangkan.

5. Audit Energi Terintegrasi.

Efisiensi sistem yang diperoleh melalui penurunan THDi dan peningkatan faktor daya menunjukkan potensi penghematan energi signifikan. Oleh karena itu, audit energi terjadwal secara menyeluruh sangat disarankan sebagai bagian dari strategi manajemen energi industri yang berkelanjutan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Al and E. Zondra, "ANALISIS HARMONISA MENGGUNAKAN FILTER PASIF PADA VSD DENGAN BEBAN MOTOR ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP DI PT. CPI," vol. 15, 2021.
- [2] Atmam, A. Tanjung, and Zulfahri, "Analisis Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Variable Speed Drive (VSD)," *SainETIn*, vol. 2, no. 2, pp. 52–59, Nov. 2018, doi: 10.31849/sainetin.v2i2.1218.
- [3] W. E. Palupi, S. Nisworo, and D. Pravitasari, "Simulasi Perbaikan Harmonik pada Bangunan Pabrik menggunakan Pasif Filter," 2023.
- [4] I. M. Amir and A. I. Firdaus, "STUDI ANALISIS PENGARUH HARMONISA AKIBAT PENGGUNAAN VARIABLE SPEED DRIVE PADA MOTOR INDUKSI TIGA FASA," no. 2, 2017.
- [5] M. M. Ishaya, O. R. Adegboye, E. B. Agyekum, M. F. Elnaggar, M. M. Alrashed, and S. Kamel, "Single-tuned passive filter (STPF) for mitigating harmonics in a 3-phase power system," *Sci. Rep.*, vol. 13, no. 1, p. 20754, Nov. 2023, doi: 10.1038/s41598-023-47614-7.
- [6] Y.-S. Cho and H. Cha, "Single-tuned Passive Harmonic Filter Design Considering Variances of Tuning and Quality Factor," *J. Int. Counc. Electr. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–13, Jan. 2011, doi: 10.5370/JICEE.2011.1.1.007.
- [7] N. Gupta, S. K. and S. Shukla Datta, "Wavelet based real-time monitoring of electrical signals in Distributed Generation (DG) integrated system," *Eng. Sci. Technol. Int. J.*, vol. 24, no. 1, pp. 218–228, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.jestech.2020.07.010.
- [8] O. O. Akintade, T. K. Yesufu, and L. O. Kehinde, "Development of Power Consumption Models for ESP8266-Enabled Low-Cost IoT Monitoring Nodes," *Adv. Internet Things*, vol. 09, no. 01, pp. 1–14, 2019, doi: 10.4236/ait.2019.91001.
- [9] Y. K. Kirange, Dr. S. A. Patil, and R. S. Patil*, "IOT BASED POWER MONITORING SYSTEM WITH THE HELP OF ESP8266 AND PZEM



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

004T SENSOR,” *www.irjmets.com*, vol. 06, no. 11, Nov. 2024, doi: <https://www.doi.org/10.56726/IRJMETS63819>.

- [10] E. Media's, Syufrijal, and M. Rif'an, "Internet of Things (IoT): BLYNK Framework for Smart Home," *3rd ICTVET 2018*, vol. 2019, 2019.
- [11] M. Artiyasa, I. Himawan Kusumah, A. Suryana, Edwinanto, A. D. W. Muhammad Sidik, and A. Pradiftha Junfithrana, "Comparative Study of Internet of Things (IoT) Platform for Smart Home Lighting Control Using NodeMCU with Thingspeak and Blynk Web Applications," *Fidel. J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, Jan. 2020, doi: 10.52005/fidelity.v2i1.103.
- [12] T. Sulistyorini, N. Sofi, and E. Sova, "PEMANFAATAN NODEMCU ESP8266 BERBASIS ANDROID (BLYNK) SEBAGAI ALAT ALAT MEMATIKAN DAN MENGHIDUPKAN LAMPU," *ADMI*, vol. 1 No.3, Sep. 2023.
- [13] M. A. Hailan, B. M. Albaker, and M. S. Alwan, "Transformation to a Smart Factory Using NodeMCU with Blynk Platform," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 30 No. 01, 2023, [Online]. Available: <https://ijeecs.iaescore.com/index.php/IJEECS/article/view/30209>
- [14] N. Zlatanov, "Arduino and Open Source Computer Hardware and Software," 2015, *Unpublished*. doi: 10.13140/RG.2.1.1071.7849.
- [15] P. Oktaria Putra, H. Setiawan1, and Z. Romegar Mair, "Implementasi Alat Monitoring Suhu Ruangan Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Metode MQTT dan HTML Pada Ruangan Server Universitas Indo Global Mandiri Palembang," *JSECI*, vol. 01 No 01, May 2023.
- [16] R. Mubarak, V. D. Yuniarto, B. Ismadi, and Syafrudin, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik pada Motor Induksi 3 Fase Berbasis Internet of Things dengan NodeMCU ESP8266," *JPPI J. Profesi Ins. Indones.*, vol. 2 (6) 388-395, Dec. 2024, doi: <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.25209>.
- [17] R. S. Widagdo, K. Setyadjit, and I. A. Wardah, "Analysis and Mitigation of Harmonics Distortion with Optimization Capacitor Banks and Single-Tuned Passive Filters," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 204–209, Jul. 2023, doi: 10.37905/jjee.v5i2.19016.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [18] S. Shrestha, S. Poudel, and S. Ghimire, “Design and Analysis of Single-Tuned Passive Filters for Total Harmonic Distortion (THD) Mitigation and Power Quality Enhancement,” *J. Eng. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 69–78, May 2025, doi: 10.3126/jes2.v4i1.76171.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Back up program dan script Arduino

Program Utama Sistem Monitoring Harmonisa Berbasis IoT

Program ini dikembangkan menggunakan mikrokontroler berbasis Arduino untuk melakukan pembacaan nilai tegangan dan arus dari sensor harmonisa, kemudian mengirimkan data tersebut melalui komunikasi serial/Modbus ke server monitoring.

1. Inisialisasi dan Deklarasi Awal

Fungsi berikut mendeklarasikan library dan konfigurasi awal komunikasi serta variabel penting.

```
cpp

void connectToWiFi() {
    WiFi.begin(ssid, password);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(1000);
    }
}
```

Penjelasan:

ModbusMaster digunakan untuk komunikasi RS-485 dengan power meter.

WiFiClient digunakan untuk mengirim data ke server melalui jaringan lokal.

2. Koneksi WiFi

Fungsi berikut menghubungkan perangkat ke jaringan WiFi yang telah dikonfigurasi.

```
cpp

void connectToWiFi() {
    WiFi.begin(ssid, password);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(1000);
    }
}
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penjelasan:

Fungsi ini penting untuk memastikan perangkat dapat mengirimkan data ke sistem online monitoring.

3. Pembacaan Data Harmonik Individual

```
cpp
// Membaca arus harmonik individual
uint16_t h3_current = node.readInputRegisters(0x0103, 1); // Harmonik orde ke-3
uint16_t h5_current = node.readInputRegisters(0x0105, 1); // Harmonik orde ke-5
uint16_t h7_current = node.readInputRegisters(0x0107, 1); // Harmonik orde ke-7
uint16_t h9_current = node.readInputRegisters(0x0109, 1); // Harmonik orde ke-9
```

Penjelasan:

Setiap orde harmonik memiliki alamat register tersendiri.

Nilai yang diperoleh merupakan representasi dari presentase arus harmonik terhadap arus fundamental (IHD).

4. Pengiriman Data ke Server atau Monitoring

```
cpp
if (client.connect(server, port)) {
  client.print("H3=" + String(h3_current));
  client.print(" H5=" + String(h5_current));
  client.print(" H7=" + String(h7_current));
  client.print(" H9=" + String(h9_current));
}
```

Penjelasan:

Data individual harmonik dikirim ke server untuk ditampilkan di sistem monitoring harmonik berbasis Blynk IoT.

Format pengiriman bisa diatur sesuai protokol yang digunakan (HTTP).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Backup App Script Code.gs

Script google apps script untuk logging data harmonisa ke google sheet.

Script ini digunakan untuk menerima data dari perangkat berbasis IoT (Arduino/ESP) melalui metode HTTP POST, kemudian menyimpan data tersebut ke dalam Google Spreadsheet sesuai format dan lokasi sel tertentu.

1. Inisialisasi Spreadsheet

```
javascript

// Menghubungkan ke Google Sheet berdasarkan ID
var SS = SpreadsheetApp.openById('1yvXfvm_RkLG3Fr9Q50p3LTmCrfiRKeDF9y9BTi52Yjs');
```

Penjelasan:

Baris ini membuka spreadsheet yang menjadi tujuan pencatatan data, menggunakan ID unik dari file Google Sheet.

2. Fungsi Utama doPost()

```
javascript

function doPost(e) {
    var parsedData = JSON.parse(e.postData.contents);
    var sheet = SS.getSheetByName(parsedData.sheet_name);
    var dataArr = parsedData.values.split(",");
    ...
}
```

Penjelasan:

Fungsi doPost() akan dijalankan secara otomatis saat perangkat mengirim data ke endpoint script.

Data diformat dalam JSON oleh perangkat dan dipisahkan berdasarkan koma.

3. Contoh Struktur Data Masuk

```
json

{
  "sheet_name": "Sheet1",
  "command": "insert_row",
  "values": "12/07/2025,18:30:45,4500,1200,5700,..."
}
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penjelasan:

Data dikirim oleh perangkat dalam format seperti di atas.

Nilai seperti Daya, Tegangan, Arus, Power Factor, dan Frequency disusun sesuai urutan kolom di Google Sheet.

4. Eksekusi Perintah untuk Menyisipkan Baris Baru

```
javascript

sheet.insertRows(3);
sheet.getRange('A3').setValue(date_now);
sheet.getRange('B3').setValue(time_now);
sheet.getRange('C3').setValue(value0);
// dst hingga kolom terakhir sesuai jumlah data
```

Penjelasan:

Menyisipkan data ke baris ketiga Google Sheet agar data terbaru selalu di atas.

Menggunakan metode `getRange(col_row).setValue(data)` untuk menetapkan nilai per kolom.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Jadwal dan Anggaran Penelitian

JADWAL DAN ANGGARAN PENELITIAN

a. Jadwal Usulan

Jadwal kegiatan penelitian yang dirancang dalam proposal ini disusun melalui beberapa tahapan yang dirincikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Jadwal Usulan

Kegiatan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
1. Persiapan							
a. Pengumpulan data	✓						
b. Studi Literatur	✓						
c. Persiapan komponen dan alat penelitian	✓	✓					
2. Pelaksanaan							
a. Pembuatan sistem monitor	✓	✓					
a. Pembuatan filter		✓	✓				
b. Installasi filter				✓	✓		
b. Pengujian sistem monitor & filter					✓	✓	
3. Evaluasi & perbaikan alat							
a. Pelaporan dan Luaran					✓	✓	
b. Penyusunan laporan akhir						✓	✓
c. Penyusunan luaran seminar						✓	✓



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

b. Rancangan Anggaran Biaya

Rancangan anggaran biaya penelitian dirincikan pada tabel 10.

Tabel 10. Rancangan Anggaran Biaya

No	Qty	Unit	Item Deskripsi	Spesifikasi	Harga / Unit	Total Harga
1	1	Pcs	Mikrokontroler ESP8266	PCB design industrial, regulated original chip, full filter capacitor DC in	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
2	1	Pcs	Communication Board	Converter RS-485 to TTL Synchronous Type industrial design	Rp 900.000	Rp 900.000
3	1	Pcs	Power Meter	GAE EMG-50, Energy & Harmonic Analyzer	Rp 5.335.000	Rp 5.335.000
4	4	Pcs	Current Transformer GAE	CLASS 0.2s CT 150 CT150 2500/5A IEC 60044-1	Rp 1.622.500	Rp 6.490.000
5	1	Pcs	Industrial Ethernet Switch	Phoenix Contact Industrial Ethernet Switch FL SWITCH SFNB 5TX 1pc	Rp 1.900.000	Rp 1.900.000
6	1	Pcs	Power Supply	WEIDMULLER Power Supply Connect Power PROeco 1 Fasa PRO ECO 120W 24V 5A	Rp 1.700.000	Rp 1.700.000
7	2	Pcs	Pilot Lamp Indikator	Schneider Electric Pilot Lamp Harmony Diameter 22mm Modular Type Plastik XB5AVG3	Rp 70.000	Rp 140.000
8	1	Pcs	Circuit breaker	Schneider Electric Circuit breaker ComPacT NSX New Generation C10F3TM100 100A	Rp 700.000	Rp 700.000
9	3	Pcs	Capacitor	Capacitor Capacitor 160uF, 400V, 3Poles Heavy duty Rated Capacity: 10 KVAR	Rp 700.000	Rp 2.100.000
10	3	Pcs	Induktor	Induktansi Tuned Harmonic filter 400 Volt 2,8 mH 20 A	Rp 700.000	Rp 2.100.000
11	1	Pcs	Home Router Telkomsel Orbit	Huawei B530 - Pro H2 DL / UL Cat 7 4x4 MIMO Up to 30 Mbps	Rp 1.400.000	Rp 1.400.000
12	1	Pcs	LCR Meter Digital	Multimeter Digital Sanfix BM4070 Digital LCR Tester	Rp 1.200.000	Rp 1.200.000
13	1	Pcs	Tang Ampere Digital	FLUKE 303 Clamp Ampere Tang Ampere Fluke 600A	Rp 2.150.000	Rp 2.150.000
14	1	Lot	Local Accessories panel (TB, rel, skun, cables,etc)	-	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
Total						Rp 29.115.000

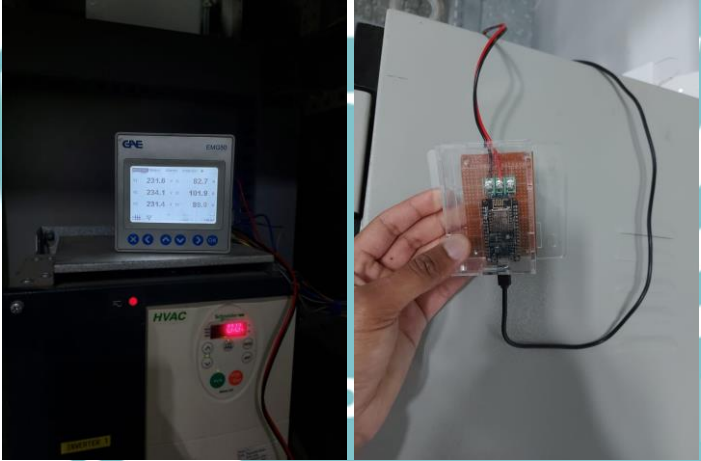
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4. Dokumentasi Pemasangan Sistem Monitoring dan Filter Pasif LC Single Tuned Orde 5 Arus Harmonisa

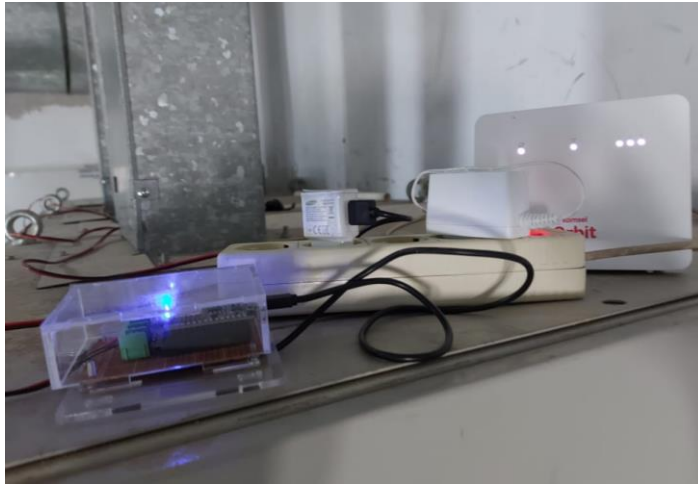
Dokumentasi pemasangan sistem monitoring dan filter pasif LC single tuned orde 5 arus harmonisa dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Dokumentasi Pemasangan Sistem Monitoring

No.	Deskripsi Dokumentasi	Keterangan
1		Tampilan fisik mikrokontroler ESP8266 yang terhubung dengan power meter berbasis Modbus RTU untuk akuisisi data arus, tegangan, dan harmonisa.
2		Pemasangan power meter

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Pemasangan sistem monitoring IoT pada panel inverter motor 110 kW.



Melakukan pemrograman dan monitoring langsung menggunakan sistem IoT di area panel distribusi.



Merakit filter pasif LC untuk individual harmonik arus orde 5

Hak Cipta :

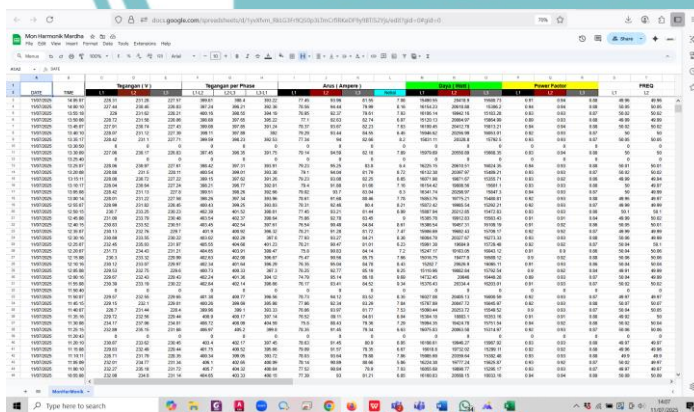
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Pemasangan filter pasif LC untuk individual harmonik arus orde 5 pada panel distribusi inverter motor chiller



Pemasangan filter pasif LC untuk individual harmonik arus orde 5 pada panel distribusi inverter motor chiller

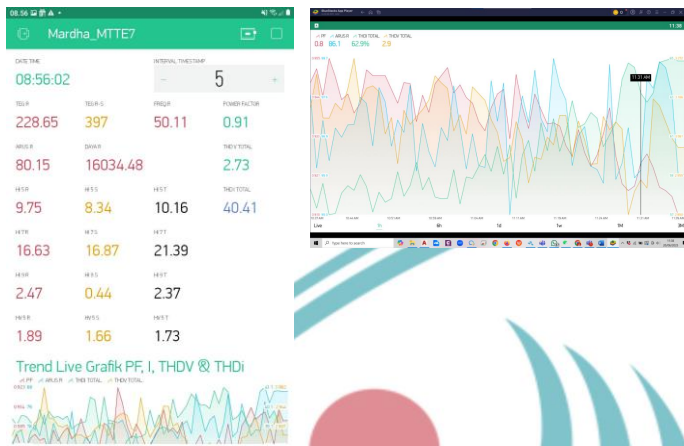


TIME	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)	Power Factor	Hz
10:00:00	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:01	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:02	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:03	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:04	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:05	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:06	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:07	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:08	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:09	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:10	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:11	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:12	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:13	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:14	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:15	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:16	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:17	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:18	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:19	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:20	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:21	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:22	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:23	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:24	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:25	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:26	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:27	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:28	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:29	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:30	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:31	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:32	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:33	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:34	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:35	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:36	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:37	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:38	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:39	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:40	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:41	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:42	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:43	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:44	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:45	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:46	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:47	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:48	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:49	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:50	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:51	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:52	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:53	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:54	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:55	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:56	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:57	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:58	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:00:59	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0
10:01:00	220.0	0.0	0.0	0.0	50.0

Data Logger Otomatis ke Google Sheets.
Hasil pencatatan parameter listrik secara real-time yang dikirimkan oleh ESP8266 ke Google Sheets melalui HTTP.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Interface pemantauan parameter iHD, arus, dan tegangan pada perangkat Android menggunakan platform Blynk. Visualisasi Real-Time Monitoring melalui Aplikasi Blynk

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA