

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN PROTOTIPE SISTEM OBSERVASI
KUALITAS TENAGA LISTRIK**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**OLEH:
RIZKI AIDIL FITRAH
03041282025046**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGEMBANGAN PROTOTYPE SISTEM OBSERVASI KUALITAS
TENAGA LISTRIK**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

OLEH:

RIZKI AIDIL FITRAH

03041282025046

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Abubakar
Ir. M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU.

NIP.197108141999031005

Indralaya, Juli 2024

Pembimbing Tugas Akhir

Abubakar

Ir. M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU.

NIP.197108141999031005

LEMBAR DEKLARASI INTEGRITAS

Yang Bertandatangan dibawah ini:

Nama : Rizki Aidil Fitrah
NIM : 03041282025046
Fakultas : Teknik
Program Studi/Jurusan : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya
Hasil pengecekan *software iThenticate/Turnitin* : 13%

Menyatakan bahwa karya ilmiah yang berjudul " Pengembangan Prototipe Sistem Observasi Kualitas Tenaga Listrik" adalah hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat terhadap karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan dan menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan tanpa paksaan.



Indralaya, July 2024

Rizki Aidil Fitrah

PERSETUJUAN

Saya, sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui tesis ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas tesis ini cukup memadai sebagai tesis untuk mahasiswa program sarjana (S1).

Tertanda

: 

Pembimbing

: Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, ST, M.Eng., Ph.D. IPU.

Tanggal

: 22 / JULI / 2024

UCAPAN TERIMAKASIH

Bismillahirrohmanirrohim

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT dan sholawat serta salam teriring kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat, karunia, dan ridho Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**Pengembangan Prototipe Sistem Observasi Kualitas Tenaga Listrik**".

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda (Muhammad Zahri) dan Ibunda (Nurbaiti) selaku orang tua yang tidak pernah berhenti mendoakan dan memberikan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Seluruh dosen Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan di Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Jurusan Teknik Elektro.
4. Anggota keluarga, saudara-saudari Veri Apriansyah, Zahara Dwi Asmara, dan Asti Triastuti, secara konsisten mendoakan, memberikan nasihat, dan membantu selama ini.
5. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
6. Teman-teman sebimbingan Alif Wicaksono, Darmawan Fahreza, Dwiriansyah, Alif Pratama, dan Rizki.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak masalah dalam pembuatan tesis ini. Oleh karena itu, semua pihak yang berkepentingan sangat diharapkan

untuk memberikan komentar dan saran yang membangun. Semoga upaya akhir ini bermanfaat bagi semua.

Indralaya, Juli 2024



Penulis

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai anggota akademisi Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizki Aidil Fitrah
NIM : 03041282025046
Jurusan : Teknik Elektro
Tipe pekerjaan : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENGEMBANGAN PROTOTYPE SISTEM OBSERVASI KUALITAS
TENAGA LISTRIK**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Palembang

Pada : 15 Juli 2024

Dengan ini,



Rizki Aidil Fitrah

NIM. 03041282025046

ABSTRAK
PENGEMBANGAN PROTOTYPE SISTEM OBSERVASI KUALITAS
TENAGA LISTRIK

(Rizki Aidil Fitrah, 03041282025046, 2024, xiv + 80 Halaman. + Lampiran)

Listrik menjadi kebutuhan di semua bidang kebutuhan di masa sekarang. Banyaknya penggunaan beberapa jenis elektronik membuat kualitas listrik menjadi buruk, oleh karena itu observasi kualitas tenaga listrik perlu dilakukan. Namun, keterbatasan alat membuat observasi kualitas tenaga listrik menjadi terhambat. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu prototipe yang mampu mengobservasi kualitas tenaga listrik, dengan mengaplikasikan standar yang ditetapkan oleh IEEE, IEC dan SPLN, serta menguji dan mendapatkan hasil uji dari prototipe tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Picoscope 3204b, *Software* Picoscope, dan *software* matlab melalui *Personal Computer*. Data penelitian berasal dari function generator yang ada di picoscope. Data tersebut merepresentasikan data hasil pengukuran arus dan tegangan pada satu fasa, kemudian matlab memanggil satu persatu data tersebut untuk dilakukan perhitungan. Perhitungan dilakukan pada setiap data dengan menggunakan parameter pengujian kualitas tenaga listrik. Didapatkan hasil pengukuran parameter yang ditampilkan di GUI yang dibuat di matlab Appdesigner dengan tujuan untuk memudahkan proses selama observasi berlangsung. Kontribusi utama penelitian ini adalah untuk membantu proses observasi kualitas tenaga listrik di masa sekarang dan yang akan datang menjadi lebih optimal, efektif dan efisien.

Kata kunci: Kualitas Tenaga Listrik; Fluktuansi Tegangan; THD; *Picoscopes*; MATLAB; Appdesigner;

ABSTRACT
DEVELOPMENT OF PROTOTYPE ELECTRIC POWER QUALITY
OBSERVATION SYSTEM

(Rizki Aidil Fitrah, 03041282025046, 2024, xiv + 80 pages. + Attachment)

Electricity is a necessity in all areas of need nowadays. The large use of several types of electronics makes the quality of electricity poor, therefore observing the quality of electricity needs to be done. However, the limitations of the tool make the observation of the quality of electricity hampered. This research aims to create a prototype that is able to observe the quality of electricity, by applying the standards set by IEEE, IEC and SPLN, as well as testing and getting test results from the prototype. This research was conducted using Picoscope 3204b, Picoscope software, and matlab software through Personal Computer. The research data comes from the function generator in the picoscope. The data represents the current and voltage measurement data on one phase, then matlab calls the data one by one for calculation. Calculations are carried out on each data using electric power quality testing parameters. The measurement results of the parameters are displayed in the GUI made in Matlab Appdesigner with the aim of facilitating the process during the observation. The main contribution of this research is to help the process of observing the quality of electricity in the present and future to be more optimal, effective and efficient.

Key word: Electrical Power Quality; Voltage Fluctuation; THD; Picoscopes; MATLAB; Appdesigner

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR DEKLARASI INTEGRITAS.....	iii
PERSETUJUAN	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xv
DAFTAR LISTING.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR ISTILAH.....	xviii
NOMENKLATUR.....	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Hipotesis Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Daya Listrik.....	12
2.3 Kualitas Daya Listrik	15
2.4 Jenis Gangguan Kualitas Daya.....	15
2.4.1 Parameter Tegangan.....	16
2.4.2 Harmonisa	20
2.4.3 Faktor Daya.....	25
2.5 Standar Kualitas Daya	25
2.5.1 Standar Batas Harmonisa Pada Sistem Distribusi.....	25
2.5.2 SPLN D5. 2008.....	28
2.5.3 SPLN 1 1995.....	28
2.5.4 SPLN 1995.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Lokasi Penelitian	29
3.2 Waktu Penelitian	29
3.3 Perangkat Yang Digunakan.....	29
3.3.1 Personal Computer.....	29
3.3.2 PicoScope 5000 series dan Software PicoScope 6.....	30
3.3.3 Matlab	30
3.4 Metode Penelitian.....	31
3.4.1 <i>Discrete Fourier transform</i>	31
3.4.2 Short time Fourier transform	33
3.5 Diagram Alur.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Persiapan Alat Pengambilan Data.....	35

4.2	Pengambilan Data	36
4.3	Algoritma Parameter Pengukuran Kualitas Tenaga Listrik	36
4.3.1	Algoritma Pemanggilan Data.....	36
4.3.2	Algoritma Perhitungan Daya Listrik.....	38
4.3.3	Algoritma Perhitungan Fluktuansi Tegangan	40
4.3.4	Algoritma Perhitungan Tegangan Sag dan Swell	40
4.3.5	Algoritma Perhitungan Intrupsi	42
4.3.6	Algoritma Perhitungan THD Arus dan Tegangan	42
4.3.7	Algoritma Pembuatan Grafik Sinusoidal dan FFT	43
4.4	Pembuatan GUI	45
4.4.1	Perancangan GUI	45
4.4.2	Komponen GUI yang Digunakan	46
4.4.3	Pemrograman GUI	49
4.5	Hasil Observasi	51
4.5.1	Hasil Observasi yang Ditampilkan di GUI	51
4.5.2	Hasil Observasi yang Disimpan dalam Format (.csv)	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN.....		54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Segitiga Daya	14
Gambar 2. 2 Bentuk Gangguan Gelombang Sags	17
Gambar 2. 3 Bentuk Gangguan Gelombang Swells	18
Gambar 2. 4 Bentuk Gangguan Gelombang Intruption	18
Gambar 2. 5 Bentuk Gangguan Gelombang Tegangan Kedip (Flicker).....	20
Gambar 2. 6 Bentuk Gelombang Arus Yang Terdistorsi Oleh Harmonisa	21
Gambar 3. 1 Harmonic Distortion	32
Gambar 3. 2 Impulsive Transient.....	32
Gambar 3. 3 Diagram Alur Penelitian	34
Gambar 4. 1 Konfigurasi Alat Untuk Pengambilan Data	35
Gambar 4. 2 Contoh file yang mengalami gangguan.....	37
Gambar 4. 3 Rancangan GUI untuk Observasi Tenaga Listrk	45
Gambar 4. 4 Logo Unsri dan HME Unsri.....	46
Gambar 4. 5 Kompone Label yang Digunakan di GUI	46
Gambar 4. 6 Empat Komponen Axes yang Digunakan di GUI.....	47
Gambar 4. 7 Komponen Tabel di GUI Sebelum di Run.....	48
Gambar 4. 8 Komponen push button Sebagai tombol Run	48
Gambar 4. 9 Komponen State Button di GUI Untuk Tombol Pause.....	49
Gambar 4. 10 Komponen Edit Field	49
Gambar 4. 11 Tampilan GUI setelah dijalankan.....	50
Gambar 4. 12 Visualisasi Data Dalam Bentuk Grafik.....	51
Gambar 4. 13 Tabel Hasil Pengukuran	52
Gambar 4. 14 Data Hasil Pengukuran yang disimpan dalam bentuk csv	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar Referensi Penelitian Terdahulu.....	10
Tabel 2. 2 Urutan Fasa Dari Orde Harmonisa	24
Tabel 2. 3 Batas Distoris Harmonisa Arus Untuk Distribusi Umum Tegangan 120 V Hingga 69 kV	26
Tabel 2. 4 Batas Distorsi Harmonisa Tegangan.....	27

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1).....	12
Persamaan (2. 2).....	13
Persamaan (2.3).....	13
Persamaan_(2.4).....	13
Persamaan (2. 5).....	14
Persamaan (2. 6).....	15
Persamaan_(2. 7).....	15
Persamaan_(2. 8).....	17
Persamaan (2. 9).....	19
Persamaan (2. 10).....	21
Persamaan (2. 11).....	22
Persamaan (2. 12).....	22
Persamaan (2. 13).....	23
Persamaan (2. 14).....	23
Persamaan (2. 15).....	23
Persamaan (2. 16).....	25
Persamaan (2. 17).....	27
Persamaan (2. 18).....	27
Persamaan (2. 19).....	27
Persamaan (3. 1).....	31
Persamaan (3. 2).....	33
Persamaan (3. 3).....	33
Persamaan (3.4).....	33
Persamaan_(3. 5).....	33
Persamaan (3. 6).....	33

DAFTAR LISTING

Listing 4. 1 Pemanggilan Data	38
Listing 4. 2 Perhitungan Daya Semu.....	39
Listing 4. 3 Perhitungan Daya Aktif	39
Listing 4. 4 Perhitungan Daya Aktif	39
Listing 4. 5 Perhitungan Fluktuansi Tegangan.....	40
Listing 4. 6 Perhitungan Tegangan Sag dan Swell.....	41
Listing 4. 7 Perhitungan Intrupsi.....	42
Listing 4. 8 Perhitungan THD Arus dan Tegangan.....	43
Listing 4. 9 Pembuatan Grafik Sinusoidal dan FFT	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 kegiatan penelitian (Ganchart).....	54
Lampiran 2 Flowchart Perhitungan di Matlab	55
Lampiran 2. 1 Algoritma Jenis Flowchart Perhitungan di Matlab.....	55
Lampiran 2. 2 Algoritma Jenis Flowchart Perhitungan Daya Listrik	56
Lampiran 2. 3 Algoritma Jenis Flowchart Perhitungan Fluktuansi Tegangan....	57
Lampiran 2. 4 Algoritma Jenis Flowchart Perhitungan Tegangan Sag dan Swell	58
Lampiran 2. 5 Algoritma Jenis Flowchart Perhitungan Intrupsi Tegangan	59
Lampiran 2. 6 Algoritma Jenis Flowchart Perhitungan THD Arus dan Tegangan	60
Lampiran 2. 7 Algoritma Jenis Flowchart Pembuatan Grafik Sinusoidal dan FFT	61
Lampiran 3 Skrip Program Matlab.....	62

DAFTAR ISTILAH

Accuracy	: Keakuratan suatu pengukuran atau data
Alternating Current	: Arus listrik yang besarnya dan arahnya berubah-ubah secara periodik.
Ampere Clamp	: Alat yang digunakan untuk mengukur arus listrik tanpa memutus konduktor.
Amplitudo	: Nilai maksimum dari suatu gelombang.
Array	: Fungsi untuk pengelompokan data
Attenuation	: Penurunan kekuatan sinyal saat melewati suatu medium
Bandwith	: Lebar pita frekuensi yang dapat dilewati oleh suatu sinyal
Beban Non-Linear	: Beban yang tidak memiliki impedansi konstan terhadap arus
Blok	: Bagian dari suatu sistem atau rangkaian elektronik
Casting	: Mengubah suatu jenis data ke jenis data lainnya
Channels	: Saluran yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal
csvread	: Adalah fungsi di matlab yang berfungsi untuk membaca file berjenis csv
Desain	: Proses pembuatan rencana atau rancangan untuk suatu produk atau sistem
Device	: Perangkat elektronik yang memiliki fungsi tertentu
Differential Probe	: Probe yang digunakan untuk mengukur perbedaan tegangan antara dua titik
Dimensions	: Dimensi atau ukuran suatu benda
Distorsi	: Perubahan bentuk gelombang sinyal akibat interferensi atau faktor lainnya.

Fasa	: Posisi relatif dari dua atau lebih gelombang sinusoidal
Flicker	: Fluktuasi terang-redup cahaya yang disebabkan oleh variasi tegangan listrik
Fluktuansi	: Perubahan nilai suatu besaran secara tidak teratur
Forloop	: Salah satu metode perulangan dalam pemrograman
Fourier Series	: Deret matematis yang digunakan untuk merepresentasikan suatu gelombang periodik
Fundamental	: Frekuensi dasar dari suatu gelombang kompleks
Gelombang Interupsi	: Gelombang yang mengganggu gelombang utama
Gelombang Pendistorsi	: Gelombang yang dihasilkan oleh distorsi sinyal
GUI	: Graphic User Interface (Tampilan Antar muka User)
Harmonisa	: Kelipatan bilangan bulat dari frekuensi fundamental
Imajiner	: bilangan yang jika dikuadratkan akan menghasilkan hasil negatif
Induktif	: Sifat dari suatu komponen elektronik yang menyimpan energi dalam bentuk medan magnet.
Instantaneous	: Dalam waktu sesaat
Komperhensif	: Lengkap dan menyeluruh
Konjugat	: Kompleks konjugasi dari suatu bilangan kompleks.
Konsumen	: Pengguna daya listrik.
Kontinuitas	: Keadaan di mana suatu fungsi terdefinisi pada setiap titik dalam domainnya.
Konvensional	: Sesuai dengan kebiasaan atau tradisi.
Lightning	: Petir
Matlab	: Perangkat lunak berfungsi untuk operasi matematika, dan penampilan grafis

Mikrokomputer	: Komputer kecil yang memiliki kemampuan yang cukup untuk menyelesaikan berbagai tugas.
Momentary	: Sesaat
Noise	: Kebisingan yang tidak diinginkan dalam suatu sinyal.
Number	: Tipe data berjenis angka
Observasional	: Berdasarkan pengamatan
Operator	: Simbol yang digunakan untuk melakukan operasi matematis.
Orde Harmonisa	: Kelipatan bilangan bulat dari frekuensi fundamental.
Over Voltage	: Tegangan yang melebihi nilai nominal.
Parameter	: Besaran yang digunakan untuk mendefinisikan suatu sistem atau proses.
Picoscope	: Oscilloskop digital dengan resolusi tinggi.
Potensial	: Perbedaan energi potensial antara dua titik.
Power Factor	: Faktor daya adalah rasio antara daya nyata (daya yang digunakan untuk melakukan kerja) dan daya semu (daya total yang ditarik dari sumber).
Power Quality	: Kualitas daya adalah tingkat kesesuaian tegangan dan arus listrik dengan kebutuhan peralatan elektronik.
Power Quality Analyzer	: Penganalisis kualitas daya adalah alat yang digunakan untuk mengukur dan menganalisis kualitas daya listrik.
Pythagoras	: Ahli matematika Yunani yang terkenal dengan teorema Pythagorasnya.
Resistif	: Sifat dari suatu komponen elektronik yang menghambat aliran arus listrik.
Readtable	: Fungsi di matlab untuk membaca tabel
Risetime	: Waktu yang dibutuhkan oleh suatu sinyal untuk naik dari 10% ke 90% dari nilai maksimumnya.

Root Mean Square	: Nilai rata-rata kuadrat dari suatu sinyal.
Sags/Dips	: Penurunan tegangan yang singkat dan sementara.
Scratio	: Scratio
Semikonduktor	: Bahan yang memiliki konduktivitas listrik antara konduktor dan isolator.
Simulink	: Software untuk simulasi dan pemodelan sistem dinamis.
Sinusoidal	: Bentuk gelombang yang halus dan berulang, seperti gelombang laut.
Sistematis	: Terstruktur dan terencana dengan baik.
Starting Motor	: Motor yang digunakan untuk memulai putaran mesin lain.
string	: Tipe data berjenis huruf
Str2num	: Mengubah data string menjadi number (angka)
Swells	: Kenaikan tegangan yang singkat dan sementara.
Switching	: Proses mengubah keadaan suatu sistem dari satu kondisi ke kondisi lain.
Table2array	: Mengubah tipe data tabel ke array(string)
Tegangan Nominal	: Nilai tegangan yang ditetapkan sebagai standar untuk suatu sistem.
Temporary	: Sesaat
Transduser	: Perangkat yang mengubah suatu bentuk energi menjadi bentuk energi lainnya.
Transient	: Fenomena yang terjadi secara singkat dan tidak terduga.
Triple-N Harmonic	: Harmonisa orde ketiga, yaitu kelipatan ketiga dari frekuensi fundamental.
Under Voltage	: Keadaan dimana amplitudo tegangan menurun
Utilitas	: Kegunaan atau Manfaat
Voltage Unbalance	: Ketidakseimbangan Tegangan

NOMENKLATUR

θ	: Teta/sudut faktor daya
Ampere	: satuan arus
$\cos\theta$: cos teta/ faktor daya
CSV	: Comma Separated Values (Nilai yang dipisahkan koma)
DFT	: Discrete Fourier Transform (Transformasi Fourier Diskrit)
EMI	: Electromagnetic Interference (Gangguan Elektromagnetik)
Hz	: Hertz (Satuan frekuensi)
IEC	: International Electrotechnical Commission (Komisi Elektroteknik Internasional)
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Institut Insinyur Elektro dan Elektronika)
IHD	: Inharmonic Distortion (Distorsi Inharmonik)
IL	: Insertion Loss (Kerugian Penyisipan)
Irms	: Root Mean Square Current (Arus Rata-Rata Kuadrat)
Isc	: Short Circuit Current (Arus Hubung Pendek)
joule/detik	: Watt (Satuan daya)
kV	: Kilovolt (Ribu Volt)
kVA	: Kilovolt-Ampere (Ribu Volt-Ampere)
MHz	: Megahertz (Juta Hertz)
P	: Power (Daya)
PC	: Personal Computer (Komputer Pribadi)
PCC	: Power Conditioning Center (Pusat Pengondisian Daya)
PLN	: Perusahaan Listrik Negara (Perusahaan Listrik Negara)

PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)
$\sin\theta$: Sinus teta
SPLN	: Sound Pressure Level (Tingkat Tekanan Suara)
STFT	: Short-Time Fourier Transform (Transformasi Fourier Jangka Pendek)
t	: Waktu
TDD	: Time Division Duplex (Dupleks Pembagian Waktu)
THD	: Total Harmonic Distortion (Distorsi Harmonik Total)
THDi	: Total Harmonic Distortion for Current (Distorsi Harmonik Total Arus)
THDV	: Total Harmonic Distortion for Voltage (Distorsi Harmonik Total Tegangan)
VAR	: Volt-Ampere Reactive (Volt-Ampere Reaktif)
Volt	: Satuan tegangan
Vrms	: Root Mean Square Voltage (Tegangan Rata-Rata Kuadrat)
W	: Watt (Satuan daya)
Watt	: Satuan daya yang menyatakan joule/waktu
Z%	: Impedansi Persentase

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan di masa sekarang, hampir di semua bidang kehidupan membutuhkan listrik, mulai dari rumah tangga, bisnis, kesehatan, pendidikan dan bidang-bidang lainnya. Meningkatnya kebutuhan listrik juga menimbulkan tantangan dalam proses penggunaannya. Salah satu tantangan dalam pemenuhan kebutuhan listrik terutama dari sisi pengguna akhir adalah timbulnya gangguan pada daya listrik. Umumnya hal ini terjadi ketika peralatan listrik yang digunakan dalam jumlah yang banyak dalam hal ini mesin mesin yang memiliki beban non-liner. Daya listrik dapat dikategorikan memiliki kualitas daya yang baik jika tegangan dan arusnya stabil, tidak mengalami variasi yang besar serta memiliki bentuk gelombang yang ideal [1].

Dalam kehidupan sehari-hari penggunaan peralatan elektronik yang banyak menjadi aspek integral dalam menjalankan setiap aktivitas. Beberapa contoh peralatan elektronik yang digunakan termasuk komputer, generator, motor, peralatan presentasi seperti proyektor dan peralatan listrik lainnya yang berbeban non-linear. Dengan digunakannya peralatan tersebut secara intensif dapat mengakibatkan berbagai masalah dalam tenaga listrik. Beberapa penyebab utama yang berkontribusi pada penurunan kualitas tenaga listrik adalah petir (lightning), switching beban dengan daya besar, starting motor, beban tak seimbang, harmonisa, power factor rendah, dan noise (Electromagnetic interference) [2]. Ini termasuk distorsi tegangan, distorsi arus, distorsi frekuensi, lonjakan tegangan (over voltage), penurunan tegangan (under voltage), serta ketidakseimbangan tegangan sistem dan beban [2]. Hal ini dapat berdampak negatif.

pada operasi peralatan elektronik, merusak perangkat, dan bahkan mengganggu kelancaran aktivitas.

Ketidakstabilan kualitas tenaga listrik ini juga bisa menyebabkan permasalahan yang lebih luas di seluruh lingkungan, memengaruhi operasi ruang kuliah, kantor, dan fasilitas lainnya. Gangguan harmonik yang dihasilkan oleh penggunaan peralatan elektronik yang intensif dapat menyebar ke sumber daya listrik lain, mengakibatkan distorsi yang lebih luas dalam jaringan listrik [3]. Mengingat pentingnya penggunaan peralatan elektronik dalam aktivitas, observasi kualitas tenaga listrik menjadi krusial untuk mengetahui seberapa baik kualitas tenaga listrik pada saat ini dengan tujuan sebagai acuan untuk perbaikan di waktu yang akan datang.

Dengan adanya masalah yang berkaitan dengan kualitas tenaga listrik diperlukan suatu pendekatan observasional yang komprehensif untuk lebih memahami permasalahan ini secara langsung. Oleh karena itu, perlu direncanakan serangkaian pengamatan yang cermat mengenai kualitas daya tersebut. Meskipun idealnya, pengukuran kualitas daya listrik memerlukan penggunaan perangkat khusus yang disebut *power quality analyzer*, namun keterbatasan dana dan sumber daya tidak menjadi masalah. Hal tersebut dapat diatasi dengan alternatif yang kreatif dan efektif. Solusi efektif yang digunakan adalah dengan membuat prototipe pengobservasian kualitas tenaga listrik dengan menggunakan peralatan elektronik yang tersedia di laboratorium jurusan, seperti *picoscope*, *probe*, dan *function generator*. Kemudian dari data yang didapatkan selanjutnya dilakukan analisa menggunakan *software matlab*, Meskipun alat-alat ini tidak setepat dan sekomprensif *power quality analyzer*, namun hasil yang diberikan cukup signifikan untuk memahami potensi gangguan di sistem tenaga listrik. Selama pengamatan nantinya, dapat diidentifikasi fluktuasi tegangan, distorsi arus, tegangan sag, tegangan swell, tegangan intrupsi serta potensi gangguan harmonisa yang mungkin terjadi dalam jaringan listrik. Dari hasil pengukuran dan observasi yang dilakukan maka dapat diketahui parameter pengukuran memenuhi atau tidak memenuhi standar yang berlaku.

1.2 Perumusan Masalah

Penggunaan intensif peralatan elektronik dapat menyebabkan fluktuasi tegangan, lonjakan arus, dan distorsi frekuensi, yang berpotensi menurunkan kualitas daya listrik [4]. Turunnya tingkat kualitas daya ini dapat mengakibatkan terganggunya kegiatan selama perkuliahan dan dalam jangka panjang mengakibatkan kerusakan pada peralatan elektronik yang ada. Oleh karena itu, observasi kualitas tenaga listrik sangat diperlukan.

Saat ini walaupun alat penguji kualitas listrik belum ada, namun untuk mengobservasi keandalan kualitas tenaga listrik masih dapat memanfaatkan beberapa peralatan lain yang tersedia di jurusan teknik elektro. Alternatif yang tepat dilakukan adalah dengan menggunakan peralatan seperti picoscope, probe, dan function generator yang tersedia di laboratorium sebagai sumber data untuk observasi. Pembuatan perhitungan dan pemrograman prototipe akan didasarkan dari ketentuan standar IEC, IEEE, dan SPLN. Penelitian ini berdasarkan metode yang ada pada jurnal yang dibuat oleh Gabriel Gășpăresc [5].

Penelitian ini sangat penting untuk dilakukan, karena dengan adanya prototipe ini proses pengobservasian kualitas daya listrik akan jauh lebih mudah. Dengan perhitungan secara otomatis membuat observasi tenaga listrik jauh lebih cepat dan tidak memakan banyak waktu.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk:

1. Mengaplikasikan standar yang berlaku untuk proses perhitungan pada prototipe sistem observasi kualitas tenaga listrik
2. Menguji dan mendapatkan hasil uji prototipe sistem observasi kualitas tenaga listrik

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup kerja pada penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan pada penelitian ini berasal dari *function generator* picoscope
2. Parameter tingkat kualitas tenaga listrik berdasarkan dari nilai Daya listrik, fluktuansi tegangan, tegangan *sag*, tegangan *swell*, tegangan intrupsi, penurunan dan peningkatan tegangan, serta harmonisa tegangan dan arus.
3. Fokus pada kualitas daya listrik satu fasa sebagai subjek utama penelitian
4. Standar kualitas daya yang digunakan berdasarkan standar yang ditetapkan oleh IEC, IEEE dan SPLN.
5. Penelitian hanya berfokus pada pembuatan prototipe observasi kualitas tenaga listrik saja dan tidak berfokus pada penyebab dan penyelesaian masalah tersebut.

1.5 Hipotesis Penelitian

Pada penelitian ini prototipe dapat dibuat dan dikembangkan dengan perhitungan dan standar yang berlaku untuk menghasilkan hasil observasi yang optimal, efektif dan efisien dengan menggunakan perangkat yang terdapat di laboratorium.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab yang secara garis besar diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini merupakan pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, pembatasan masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka ini mencakup teori-teori yang berkaitan dengan penelitian, termasuk cara pengukuran dan perhitungan, serta penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya. Adapun teori-teori tersebut meliputi penjelasan mengenai kualitas tenaga listrik, standar yang berlaku dan beberapa teori mengenai matlab sebagai *software* yang akan digunakan untuk observasinya.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menguraikan langkah-langkah penelitian yang hendak di tempuh, meliputi penetapan tempat dan waktu penelitian, peralatan dan perangkat yang digunakan serta metode penelitian yang akan digunakan

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi tentang analisa hasil penelitian dan pembahasan mengenai penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian penutup ini berisi tentang kesimpulan dan saran atas hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. H. Bollen, "Understanding Power Quality Problems," *ResearchGate*, 2010, doi: 10.1109/9780470546840.
- [2] F. Ronilaya, "Penilaian Kualitas Daya Sistem Kelistrikan PT. Sai-Pasuruan," *J. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, pp. 179–187, 2008, doi: 10.22219/jtiumm.vol8.no2.179-187.
- [3] M. Bradt *et al.*, "Harmonics and resonance issues in wind power plants," *Proc. IEEE Power Eng. Soc. Transm. Distrib. Conf.*, pp. 1–8, 2012, doi: 10.1109/TDC.2012.6281633.
- [4] C. Radityatama, J. Windarta, and E. Handoyo, "Analisa Indeks Konsumsi Energi Dan Kualitas Daya Listrik Di Kampus Undip," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 168–175, 2021, doi: 10.14710/transient.v10i1.168-175.
- [5] G. Gasparese, "Methodes of Power Quality Analysis," *Power Qual. Monit. Anal. Enhanc.*, no. September 2011, 2011, doi: 10.5772/18370.
- [6] P. Meyyasa, R. S. Hartati, and I. B. G. Manuaba, "Analisa Kualitas Daya Listrik Instalasi Wing Amerta RSUP Sanglah Denpasar," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 2, 2019, doi: 10.24843/mite.2019.v18i02.p14.
- [7] A. Carmanto, "Analisis Peningkatan Kinerja Kualitas Daya Listrik Tegangan 20 Kv Di Industri Berbasis Simulasi Etap 12.6.0," *Epic J. Electr. Power, Instrum. Control*, vol. 2, no. 2, pp. 1–12, 2019, doi: 10.32493/epic.v2i2.2912.
- [8] A. Widayat, "Analisis Kualitas Daya Listrik Dengan Menggunakan Analisa Distribusi Beban 3 Fasa," *Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, pp. 132–137, 2019.

- [9] Z. Mulia Sari, A. Hermawan, and S. Wibowo, "Analisis Power Quality Sistem Kelistrikan Pada Apartemen Malang City Point," *ELPOSYS J. Sist. Kelistrikan*, vol. 7, no. 3, pp. 39–44, 2020, doi: 10.33795/elposys.v7i3.18.
- [10] A. C. Buana, F. D. Nugroho, T. Bramantheo, I. I. Purwo, N. Shadikin, and M. Nabilah, "Monitoring Kualitas Daya Listrik Berbasis LabVIEW," vol. 6, pp. 1–7, 2021.
- [11] J. Syaputra Siregar and H. Eteruddin, "Analisa Kualitas Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off Grid Pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning," *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 6, no. 2, pp. 90–98, 2022.
- [12] N. Safitri and S. Suryati, *Analisis Rangkaian Listrik: Teori Dasar, Penyelesaian Soal dan Soal-Soal Latihan*, 1st ed., no. March 2021. Aceh: Politeknik Negeri Lhokseumawe Lhokseumawe, Aceh, 2017.
- [13] H. W. Beaty, *Handbook of Electric Power Calculations*, 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2001.
- [14] D. R. K. Jena, "Electrical Power Quality," in *Electrical Power Quality*, 1st ed., D. R. K. Jena, Ed., New Delhi, 2020, pp. 1–66.
- [15] A. de Almeida, L. Moreira, and J. Delgado, "Power quality problems and new solutions," *Renew. Energy Power Qual. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–33, 2003, doi: 10.24084/repqj01.004.
- [16] R. Ady Zakaria, D. Pembimbing Ir Ontoseno Penangsang, and I. Soedibyo, "Analisa Undervoltage Load Shedding Pada Sistem Jawa-Bali 500 Kv Untuk Mencegah Voltage Collapse," vol. 1, pp. 17–20, 2019, doi: 10.1234/journal-article-01.
- [17] IEC, *GSO IEC 60335-1, Household and Similiar Electrical Appliances-Safety-Part 1: General Requirements*, 6th ed. Geneva, Switzerland: IEC.
- [18] R. Farade, B. Kotiyal, and A. H. Balsing, "Three-phase-to-ground fault and its impact on voltage magnitude," *Int. J. Innov. Eng. Res. Technol. [IJIERT]*, vol. 2, no. 3, pp. 1–7, 2015.

- [19] R. P. Bingham, "Sags and Swells," no. September 1994, pp. 13–14, 1998.
- [20] A. L. Amoo, "Long Variation in Voltage and Supply Interruption in a Distribution System," *Adv. Theor. Comput. Phys.*, vol. 5, no. 2, pp. 0–17, 2022, doi: 10.33140/atcp.05.02.06.
- [21] ANSI, "American National Standard for Electric Power Systems and Equipment - Voltage Ratings (60 Hertz)," pp. 1–24, 2003.
- [22] P. M. Grady, "Understanding Power System Harmonics," *Dept. Electr. Comput. Eng. Univ. Texas Austin*, no. April, 2012.
- [23] M. A. M. Rifa'i, "Analisa Harmonisa Dan Rancang Filter Single Tuned Pada Sistem Kelistrikan Harmonics Analysis and Design of Single Tuned Filter on Electrical Systems," vol. 1, pp. 1–75, 2016.
- [24] G. Mulyono, "Analisa Harmonisa di Gedung Universitas Kristen Petra," *Dimens. Inter.*, vol. 8, no. 1, pp. 44–51, 2010.
- [25] T. Mizoguchi, *Impedance and Power Factor in Motion Control*, 1st ed., no. September. Tokyo: Keio University, 2014.
- [26] A. Prudenzi, U. Grasselli, and R. Lamedica, "IEC Std. 61000-3-2 harmonic current emission limits in practical systems: Need of considering loading level and attenuation effects," *Proc. IEEE Power Eng. Soc. Transm. Distrib. Conf.*, vol. 1, no. SUMMER, pp. 277–282, 2001, doi: 10.1109/pess.2001.970026.
- [27] I. W. Rinas, "Penentuan Standar THD Arus Pada Sistem Ketenagalistrikan," vol. 1, pp. 1–23, 2017.
- [28] PT. PLN (persero), "Standar PLN SPLN D5.004-1:2012," *PT. PLN*, no. 50, 2012.
- [29] PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero), "SPLN 1 : 1995 Tegangan-Tegangan Standar," *Tegangan - Tegangan Standar*, vol. 1.1995, pp. 1–12, 1995.
- [30] U. Guide, *PicoScope User Guide I*, 1st ed. Cambridge: The Mill House,

2007.

- [31] A. Tjolleng and B. Nusantara, *Pengantar pemrograman MATLAB: Panduan praktis belajar MATLAB*, 1st ed. Jakarta: Komputindo, PT Elex Media, 2017.
- [32] A. Tjolleng, “Buku Pengantar pemrograman MATLAB: Panduan praktis belajar MATLAB,” *ReasearchGate*, no. August, pp. 1–6, 2017.