



**ANALISIS *PROTOTYPE POWER FACTOR CORRECTION* PADA
KELUARAN TRANSFORMATOR 1 PHASE SECARA IoT BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada Program
Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Oleh :

Firman Ardhiansyah Kusuma

40040619683050

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2023



**ANALISIS *PROTOTYPE POWER FACTOR CORRECTION* PADA
KELUARAN TRANSFORMATOR 1 PHASE SECARA IoT BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada Program
Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Oleh :

Firman Ardhiansyah Kusuma

40040619683050

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2023

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

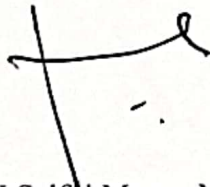
**ANALISIS *PROTOTYPE POWER FACTOR CORRECTION* PADA
KELUARAN TRANSFORMATOR 1 PHASE SECARA IoT BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO**

Diajukan Oleh :

Firman Ardhiansyah Kusuma
NIM 40040619683050

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA OLEH

Dosen Pembimbing,




Ir.H.Saiful Manan, M.T.
NIP.196104221987031001

Tanggal : 08 - 08 - 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro,



Arkhan Sibari, ST.M, Kom
NIP.197710012001121002

Tanggal : 31 - 08 - 2023

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS *PROTOTYPE POWER FACTOR CORRECTION* PADA
KELUARAN TRANSFORMATOR 1 PHASE SECARA IoT BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO**

Diajukan Oleh :

Firman Ardhiansyah Kusuma

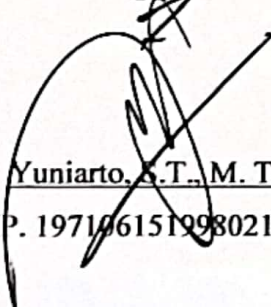
NIM. 40040619683050

Tugas Akhir telah diujikan oleh Tim Penguji pada :

Hari : Kamis

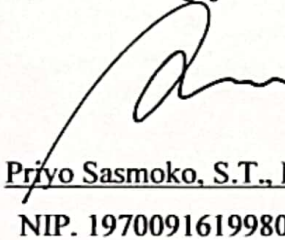
Tanggal : 24 Agustus 2023

Penguji 1



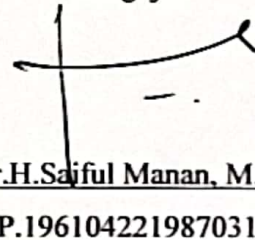
Yuniarto, S.T., M.T.
NIP. 197106151998021001

Penguji 2



Priyo Sasmoko, S.T., M. Eng.
NIP. 197009161998021001

Penguji 3



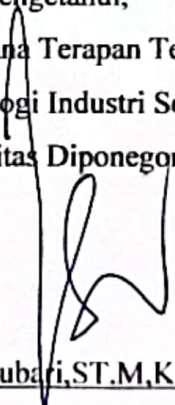
Ir.H.Sajful Manan, M.T.
NIP.196104221987031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro,



Arkhan Subari, ST.M, Kom

NIP.197710012001121002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

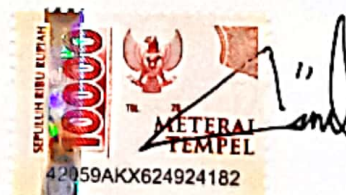
Nama : Firman Ardhiansyah Kusuma
NIM : 40040619684050
Program Studi : Diploma IV Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi
Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
Judul Tugas Akhir : **ANALISIS *PROTOTYPE POWER FACTOR CORRECTION* PADA KELUARAN TRANSFORMATOR 1 PHASE SECARA IoT BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO**

Dengan ini menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku

Semarang, 16 Agustus 2023

Yang Membuat Pernyataan,



Firman Ardhiansyah Kusuma

NIM. 40040619683050

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan seluruh pihak. Sehingga Tugas Akhir saya persembahkan untuk:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.
2. Keluarga tercinta, Bapak Supoyo Ibu Siti Aminah, Kakak Alfita Arumdhani, serta bapak Hadi Sucipto dan ibu, yang telah memberikan segenap doa, dukungan, dan usaha untuk menyelesaikan perkuliahan dan tugas akhir ini. Juga keluarga besar yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
3. Bapak Arkhan Subari selaku Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberi arahan selama perkuliahan.
4. Bapak Saiful Manan selaku dosen pembimbing Kerja Praktik dan Tugas Akhir saya yang telah membimbing dan memberi arahan serta saran selama mengerjakan Tugas Akhir.
5. Para dosen dan karyawan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah membimbing selama perkuliahan.
6. Bapak Ardian Nugroho dan Bapak Unggul Tri Aryadi selaku mentor serta Bapak Nasrudin, Bapak Rizky Wicaksono, Mas Wahyu Setyawan yang telah membimbing saya selama menjalankan Kerja Praktik PT PLN (Persero) ULP Purwokerto Kota, UP3 Purwokerto.
7. Para sahabat penulis, Arif Sudrajat, Rama Alya Rozin Pintaka, Alan Pungguh Wicaksono, Mahfudhoh Ulin Nuha, Mukhammad Khoirurrijal dan Syahdun Nurzaqi. Terima kasih telah menjadi tempat penulis bercerita, berkeluh kesah, serta memberikan semangat selama menyelesaikan masa perkuliahan dan tugas akhir ini.
8. Teman-teman D4 Kerjasama PLN-UNDIP angkatan 2019 yang telah memberi dukungan selama perkuliahan berlangsung.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas berkah rahmat karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis *Prototype Power Factor Correction* Pada Keluaran Transformator 1 Phase Secara IoT Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno”. Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Program Studi Teknik Listrik Industri.

Dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, penyusun mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Arkhan Subari, S. T., M. Kom., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Yuniarto, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
4. Bapak Drs. Eko Ariyanto, M.T., selaku Dosen Wali dari mahasiswa kelas PLN 2019.
5. Bapak Ir.H.Saiful Manan,M.T.,, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
6. Teman-teman Program D-4 Kerjasama PT PLN (Persero) angkatan tahun 2019 yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama 4 tahun bersama-sama.
7. Seluruh pihak yang telah membantu yang tidak bias penulis sebutkan satu persatu.

Dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini, penulis tidak luput dari kesalahan dan masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang diberikan pembaca, agar kedepannya laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Semarang, 16 Agustus 2023

Penyusun,

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, sweeping initial 'F' followed by a series of smaller, connected loops and a final vertical stroke.

Firman Ardiansyah Kusuma

NIM. 40040619683050

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK.....	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Tugas Akhir	3
1.4. Manfaat Tugas Akhir	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Sistematika Tugas Akhir	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Dasar Teori.....	7
2.2.1. Daya Listrik	7
2.2.2. Daya Aktif	8
2.2.3. Daya Reaktif	8
2.2.4. Daya Semu.....	9
2.2.5. Segitiga Daya.....	9
2.2.6. Faktor Daya	10
2.2.7. Perbaikan Faktor Daya	13

2.2.8.	Kapasitor.....	14
2.2.9.	Metode Pemasangan Kapasitor.....	15
2.2.10.	Kapasitor Sebagai Perbaikan Faktor Daya	15
2.2.11.	Zero Crossing Detector.....	16
2.2.12.	Standar Nilai Faktor Daya	17
2.2.13.	Internet of Things	17
2.2.14.	Thingspeak.....	18
2.2.15.	Sistem Kontrol.....	18
2.3.	Komponen Utama	19
2.3.1.	Arduino Uno	19
2.3.2.	Modul Sensor PZEM-004T	23
2.3.3.	Modul ESP-01	25
2.3.4.	LCD 16x2 with I2C	26
2.3.5.	Relay	28
2.3.6.	Lampu TL	31
2.3.7.	Kipas Angin.....	32
2.3.8.	Lampu Pijar	33
BAB III PERANCANGAN <i>PROTOTYPE POWER FACTOR CORRECTION</i> PADA		
KELUARAN TRANSFORMATOR 1 PHASE SECARA IoT BERBASIS		
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO.....		
3.1.	Perencanaan <i>Hardware</i>	36
3.1.1.	Perencanaan Kerangka.....	36
3.1.2.	Blok Diagram	36
3.2.	Perancangan <i>Software</i>	46
3.2.1.	Flowchart.....	46
3.2.2.	Cara Kerja Sistem.....	46
BAB IV PEMBUATAN <i>PROTOTYPE POWER FACTOR CORRECTION</i> PADA		
KELUARAN TRANSFORMATOR 1 PHASE SECARA IoT BERBASIS		
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO.....		
4.1.	Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	48
4.1.1.	Pembuatan Rangkaian	51
4.1.2.	Rangkaian Uno Shield	53
4.1.3.	Pembuatan Alat.....	53

4.2.	Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	54
4.2.1.	Pemrograman sistem pada Arduino Uno melalui aplikasi Arduino IDE 54	
4.2.2.	Pembuatan tampilan Project IoT pada website Thingspeak	57
BAB V PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT		61
5.1	Peralatan yang Digunakan.....	61
5.2	Prosedur Dalam Pengukuran dan Pengujian Alat	61
5.3	Pengukuran Alat.....	61
5.4	Pengumpulan Data	65
5.5	Perhitungan Daya	67
5.6	Analisis Perbandingan Kondisi Sistem Sebelum dan Sesudah Perbaikan ...	70
BAB VI PENUTUP.....		78
6.1.	Kesimpulan.....	78
6.2.	Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA.....		80
LAMPIRAN		82

DAFTAR TABEL

Tabel 3- 1 Penggunaan Pin Analog dan Digital Pada Arduino Uno R3	39
Tabel 3- 2 Rangkaian Konfigurasi Kapasitor.....	44
Tabel 5- 1 Pengukuran Rangkaian Daya.....	61
Tabel 5- 2 Hasil Pengukuran Input Tegangan dan L-N Beban pada Sensor	63
Tabel 5- 3 Hasil Pengukuran Input Tegangan LCD 16x2 Built in I2C	63
Tabel 5- 4 Hasil Pengukuran Tegangan Input ESP8266.....	64
Tabel 5- 5 Hasil Pengukuran Tegangan Input Relay	64
Tabel 5- 6 Hasil Pengujian Beban.....	65
Tabel 5- 7 Hasil Percobaan Perbaikan Faktor Daya	66
Tabel 5- 8 Hasil Perhitungan Daya Reaktif dan Daya Semu	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Segitiga Daya	10
Gambar 2. 2 Grafik Faktor Daya Dengan Beban Resistif Murni.....	11
Gambar 2. 3 Grafik Faktor Daya Dengan Beban Kapasitif	11
Gambar 2. 4 (a) Grafik Vektor Arus dan Tegangan. (b) Grafik Vektor Daya Dengan Beban Kapasitif	12
Gambar 2. 5 Grafik Faktor Daya Dengan Beban Induktif	12
Gambar 2. 6 (a) Grafik Vektor Arus dan Tegangan (b) Grafik Vektor Daya Dengan Beban Induktif	13
Gambar 2. 7 Grafik Faktor Daya Sebelum Dan Sesudah Perbaikan.....	13
Gambar 2. 8 Ilustrasi Penambahan Kapasitor Pada Sistem	14
Gambar 2. 9 Rangkaian Zero Crossing Detector	17
Gambar 2. 10 Diagram Blok Sistem Kontrol Alat.....	19
Gambar 2. 11 Papan Arduino Uno	20
Gambar 2. 12 Sensor PZEM-004T.....	24
Gambar 2. 13 Blok Diagram PZEM-004T.....	24
Gambar 2. 14 Modul ESP-01	25
Gambar 2. 15 LCD 16x2.....	27
Gambar 2. 16 Modul I2C	28
Gambar 2. 17 Struktur Relay	29
Gambar 2. 18 Jenis Relay Berdasarkan Pole dan Throw	30
Gambar 2. 19 Struktur Lampu TL.....	31
Gambar 2. 20 Kipas Angin	33
Gambar 2. 21 Struktur Lampu Pijar.....	34
Gambar 3. 1 Schematic Buck Converter ESP8266.....	36
Gambar 3. 2 Diagram Blok Alat	37
Gambar 3. 3 Scematic Arduino Uno R3 Dengan Komponen Lain.....	40
Gambar 3. 4 Schematic Buck Converter ESP8266.....	41

Gambar 3. 5 Schematic LCD 16x2 Built in I2C	41
Gambar 3. 6 Schematic PZEM-004T	42
Gambar 3. 7 Schematic ESP8266	42
Gambar 3. 8 Rangkaian Modul Relay dan Kapasitor	44
Gambar 3. 9 Flowchart Alat	46
Gambar 4. 1 Perencanaan Box Tampilan Depan	48
Gambar 4. 2 Perencanaan Box Tampilan Belakang	49
Gambar 4. 3 Pembuatan Rangkaian Pada Board PCB	51
Gambar 4. 4 Rangkaian Modul Relay	52
Gambar 4. 5 Desain PCB Uno Shield	53
Gambar 4. 6 Memasang Komponen pada Box Menggunakan Mur dan Baut	54
Gambar 4. 7 Menghubungkan Pin Sakelar dengan Kabel Menggunakan Solder .	54
Gambar 4. 8 Loading Software Arduino IDE	55
Gambar 4. 9 Menentukan Board Arduino	55
Gambar 4. 10 Menentukan Port USB	56
Gambar 4. 11 Menuliskan Script Pemrograman	56
Gambar 4. 12 Uploading Script Pemrograman	57
Gambar 4. 13 Pembuatan Akun Thingspeak	57
Gambar 4. 14 Verifikasi Email	58
Gambar 4. 15 Link Verifikasi Email	58
Gambar 4. 16 Membuat Channel	59
Gambar 4. 17 Tampilan Thingspeak	59
Gambar 4. 18 API Keys Account	60
Gambar 4. 19 Cara Menghubungkan Arduino ke Thingspeak	60
Gambar 5. 1 Hasil Tampilan LCD	64
Gambar 5. 2 Grafik Perbandingan Faktor Daya Pada Kipas Angin	71
Gambar 5. 3 Grafik Perbandingan Faktor Daya Pada Lampu TL	72
Gambar 5. 4 Grafik Perbandingan Faktor Daya Pada Lampu Pijar	72
Gambar 5. 5 Grafik Pengaruh Faktor Daya Terhadap Arus Kipas Angin	73
Gambar 5. 6 Vektor Diagram Arus Pada Kipas Angin	74
Gambar 5. 7 Grafik Pengaruh Faktor Daya Terhadap Arus Lampu TL	74

Gambar 5. 8 Vektor Diagram Arus Pada Lampu TL	75
Gambar 5. 9 Grafik Pengaruh Faktor Daya Terhadap Arus Lampu Pijar.....	76
Gambar 5. 10 Vektor Diagram Arus Pada Lampu Pijar	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rangkaian Alat Keseluruhan	82
Lampiran 2. <i>Script</i> Pemrograman Arduino Uno	83
Lampiran 3. <i>Datasheet</i> Arduino Uno	105
Lampiran 4. <i>Datasheet</i> Sensor PZEM-004T	118
Lampiran 5. <i>Datasheet</i> Modul ESP-01	125
Lampiran 6. <i>Datasheet</i> Kapasitor.....	143
Lampiran 7. <i>Datasheet</i> Lampu TL, Ballast, Starter	144
Lampiran 8. Bukti Fisik Laporan Tugas Akhir	150
Lampiran 9. <i>Log Book</i> Bimbingan Tugas Akhir	152

ABSTRAK

Faktor daya merupakan salah satu faktor kualitas penyaluran energi listrik yang dijamin oleh PLN. Sesuai aturan yang berlaku, nilai faktor daya minimum yang ditetapkan oleh PLN berdasarkan peraturan SPLN 70-1 adalah $>0,85$. Penggunaan beban induktif yang menyebabkan penurunan faktor daya dibawah nilai standar akan merugikan PLN. Sehingga terdapat aturan pengenaan biaya kVAR terhadap pelanggan tertentu khususnya golongan industri dan bisnis atau pelanggan dengan daya besar. Meskipun demikian, penggunaan beban induktif pada pelanggan rumah tangga yang tidak dikenai aturan tersebut dapat menyebabkan penurunan faktor daya pada jaringan tegangan rendah sehingga merugikan PLN. Untuk mengurangi penggunaan daya reaktif dilakukan melalui perbaikan faktor daya dengan pemasangan kapasitor pada keluaran transformator 1 phase sebagai kompensator. Kapasitor ini akan berfungsi sebagai sumber daya reaktif sehingga beban tidak lagi menyerap daya reaktif dari PLN. Oleh karena itu diperlukan peralatan kontrol kompensator daya reaktif. Pada penelitian ini, dibuat *prototype* dengan Mikrokontroler Arduino Uno R3 sebagai prosesor pada sistem yang akan mengontrol rangkaian kapasitor melalui relay untuk dapat dikonfigurasi menjadi 10 rangkaian sehingga menciptakan 10 variasi nilai kapasitansi yang berbeda. *Prototype* juga dilengkapi dengan modul ESP01 yang memungkinkan terhubung dengan internet (*website* Thingspeak) untuk dilakukan monitoring serta dilengkapi fitur *data logger* untuk mencatat perubahan nilai faktor daya. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan sumber PLN 220 V sebagai keluaran transformator 1 phase dan menggunakan variasi beban berupa kipas angin, lampu TL, dan lampu pijar. Setelah dilakukan pengujian, nilai faktor daya awal kipas angin adalah 0,57 menjadi 0,95 dengan penurunan arus dari 0,1754 A menjadi 0,1062 A. Pada lampu TL nilai faktor daya awal 0,35 menjadi 0,9 dengan penurunan arus dari 0,3478 A menjadi 0,1353 A. Sementara pada pengujian lampu pijar, faktor daya tidak mengalami perubahan yaitu 1 dan nilai arus tetap yaitu 0,4391 A.

Kata kunci : Arduino Uno R3, Faktor Daya, Sensor PZEM-004T, Thingspeak, ESP01, Beban Induktif, Kapasitor, Daya Reaktif

ABSTRACT

Power factor is one of the quality factors of electrical energy distribution guaranteed by PLN. In accordance with applicable regulations, the minimum power factor value set by PLN based on SPLN 70-1 regulations is >0.85 . The use of inductive loads that cause a decrease in power factor below the standard value will harm PLN. So that there are rules for imposing kVAR fees on certain customers, especially industrial and business groups or customers with large power. However, the use of inductive loads on household customers who are not subject to these rules can cause a decrease in the power factor on the low voltage network, causing losses to PLN. To reduce the use of reactive power is done through improving the power factor by installing a capacitor at the output of a 1-phase transformer as a compensator. This capacitor will function as a source of reactive power so that the load no longer absorbs reactive power from PLN. Therefore, reactive power compensator control equipment is needed. In this research, a prototype is made with an Arduino Uno R3 microcontroller as a processor in the system that will control the capacitor circuit through a relay to be configured into 10 circuits so as to create 10 different variations in capacitance value. The prototype is also equipped with an ESP01 module that allows it to be connected to the internet (Thingspeak website) for monitoring and features a data logger to record changes in power factor values. Tests were carried out by simulating a 220 V PLN source as the output of a 1-phase transformer and using load variations in the form of fans, TL lamps, and incandescent lamps. After testing, the initial power factor value of the fan is 0.57 to 0.95 with a decrease in current from 0.1754 A to 0.1062 A. In TL lamps, the initial power factor value is 0.35 to 0.9 with a decrease in current from 0.3478 A to 0.1353 A. While in testing incandescent lamps, the power factor has not changed, namely 1 and the current value remains at 0.4391 A.

Keywords :Arduino Uno R3, Power Factor, PZEM-004T Sensor, Thingspeak, ESP01, Inductive Load, Capasitor, Reactive Power.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik telah lama digunakan sebagai sumber energi ekonomis yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan manusia. Di era yang moderen ini energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia. Dalam waktu yang akan datang kebutuhan listrik akan terus meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan baik dari jumlah penduduk, perkembangan ekonomi, maupun perkembangan teknologi.

Dalam hal pemenuhan kebutuhan energi listrik, PT. PLN sebagai perusahaan penyedia listrik utama negara memiliki tanggung jawab yang besar dalam bidang sistem tenaga listrik. Selain menjamin ketersediaan energi listrik, PT. PLN juga dituntut untuk memastikan keandalan sistem tenaga listrik yang ada di Indonesia mulai dari pembangkitan, transmisi, dan distribusi. Salah satu yang termasuk keandalan sistem tenaga listrik adalah kualitas energi listrik yang disalurkan.

Secara umum kualitas energi listrik didasarkan pada nilai tegangan, frekuensi dan faktor daya. Pada peraturan umum instalasi listrik 2000 jaminan tegangan yang diberikan memiliki toleransi sebesar -10% dari tegangan nominalnya atau tegangan fasa - netral minimal adalah 198 volt dan +5% dari tegangan nominalnya atau 231 volt. Sementara nilai frekuensi energi listrik menurut standart SPLN frekuensi yang dipergunakan di Indonesia berkisar antara 49,5 – 50,5 Hz. Sedangkan nilai standar minimum untuk faktor daya yang ditetapkan oleh PLN berdasarkan peraturan SPLN 70-1 adalah $> 0,85$. Apabila faktor daya kurang dari 0.85 maka PLN akan memperhitungkan kelebihan pemakaian Kilo Volt Ampere Reaktif Hours (kVARh), disamping pemakaian kWh yang sudah ada.

Faktor daya sendiri dipengaruhi oleh jenis beban yang dipakai. Beban memiliki sifat resistif, induktif, dan kapasitif. Nilai faktor daya dibatasi dari 0 hingga 1, semakin besar nilai faktor daya yaitu mendekati 1 (daya aktif besar) maka sistem kelistrikan tersebut akan semakin bagus dan sebaliknya semakin rendah faktor daya

yaitu mendekati 0 (daya reaktif besar) maka semakin sedikit daya yang bisa dimanfaatkan dari sejumlah daya tampak yang sama. Ketika suatu sistem listrik memiliki faktor daya yang rendah (daya reaktif besar) maka akan berdampak menurunnya mutu listrik, membesarnya penggunaan daya listrik juga besarnya biaya yang harus dikeluarkan.

Perhitungan pemakaian daya reaktif (kVARh) umumnya hanya dikenakan pada pelanggan industri atau bisnis dalam skala besar atau pelanggan JTM. Sementara penggunaan beban induksi pada industri rumahan atau pelanggan skala kecil biasanya tidak dikenai biaya pemakaian daya reaktif (kVARh) karena tidak dilengkapi kVARh meter. Meskipun demikian, tidak menutup kemungkinan bahwa pemakaian daya reaktif pelanggan tersebut telah melebihi batas standar yang dapat menyebabkan penurunan faktor daya. Pelanggan jenis ini umumnya *disupply* dari transformator 1 phase yang digunakan untuk umum, sehingga apabila menyebabkan penurunan faktor daya dapat mempengaruhi kualitas energi listrik yang diterima pelanggan lain. Bagi pelanggan, dampak kerugian yang dirasakan ketika suatu system kelistrikan beroperasi dengan faktor daya rendah yaitu penurunan kemampuan suplai daya listrik, timbulnya tegangan jatuh, kenaikan arus dan kenaikan temperature disepanjang penghantar. Selain itu, adanya penurunan faktor daya juga menjadi kerugian bagi PLN, karena dengan demikian terdapat penggunaan energi yang tidak terukur disisi pelanggan.

Untuk alasan ini, perbaikan faktor daya pada keluaran transformator 1 phase sangat diperlukan. Ada beberapa teknik dalam perbaikan faktor daya diantaranya menggunakan kapasitor dan menggunakan motor sinkron (AC). Dengan memasang rangkaian kapasitor (kapasitor bank) paralel dengan beban, jika beban induktif ini berubah-ubah, maka daya kapasitif yang dipasang juga dapat berubah. Penggunaan kompensasi kapasitor pada beban induktif dapat meningkatkan efisiensi energi listrik.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan menjadi dasar bagi penulis dalam penyusunan tugas akhir yang berjudul “**Analisis *Prototype Power Factor Correction* Pada Keluaran Transformator 1 Phase Secara IoT Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno**”. Dimana *output* dari tugas akhir merupakan

sebuah alat dalam bentuk *prototype* yang dapat digunakan sebagai solusi perbaikan faktor daya pada keluaran transformator 1 phase. Selain itu, hasil penelitian juga diharapkan dapat menjadi salah satu referensi literatur khususnya dalam hal perbaikan faktor daya.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dari penelitian tugas akhir ini meliputi :

1. Apa saja yang diperlukan untuk membangun suatu prototipe Analisis *Power Factor Correction* Pada Keluaran Transformator 1 Phase Secara IoT Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno?
2. Bagaimana cara membuat rancangan prototipe Analisis *Power Factor Correction* Pada Keluaran Transformator 1 Phase Secara IoT Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno?
3. Bagaimana cara kerja prototipe Analisis *Power Factor Correction* Pada Keluaran Transformator 1 Phase Secara IoT Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno?
4. Bagaimana pengaruh prototipe terhadap nilai faktor daya keluaran transformator 1 phase ketika terjadi penurunan nilai faktor daya?

1.3. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui apa saja keperluan untuk membangun suatu prototipe Analisis *Power Factor Correction* Pada Keluaran Transformator 1 Phase Secara IoT Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.
2. Mengetahui cara merancang dan membuat prototipe Analisis *Power Factor Correction* Pada Keluaran Transformator 1 Phase Secara IoT Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.
3. Memahami cara kerja prototipe Analisis *Power Factor Correction* Pada Keluaran Transformator 1 Phase Secara IoT Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.

4. Memberikan informasi nilai faktor daya pada keluaran transformator 1 phase sebelum dan sesudah perbaikan faktor daya dilakukan.
5. Dapat memberikan hasil analisis nilai perbaikan faktor daya pada keluaran transformator 1 phase.

1.4. Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari Tugas Akhir yang disusun adalah sebagai berikut :

1. Bagi Penulis
 - a. Sebagai bentuk penerapan ilmu yang diperoleh pada perkuliahan.
 - b. Untuk membantu memahami permasalahan nilai faktor daya pada sistem tenaga listrik melalui prinsip kerja prototipe Analisis *Power Factor Correction* Pada Keluaran Transformator 1 Phase Secara IoT Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.
 - c. Dapat menjadi langkah awal menciptakan inovasi untuk mengatasi permasalahan nilai faktor daya pada sistem tenaga listrik.
 - d. Memenuhi salah satu persyaratan perkuliahan untuk menempuh gelar STR. Teknik Listrik Industri.

2. Bagi Pembaca

Dengan adanya penyusunan tugas akhir ini, diharapkan topik dari penelitian dapat dikembangkan lebih lanjut, sehingga dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dijadikan suatu landasan dalam pengembangan media pembelajaran atau penerapan secara lebih lanjut mengenai *Power Factor Correction* Pada Keluaran Transformator 1 Phase. Serta diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan ajar dan bahan penelitian yang lebih lanjut bagi mahasiswa ataupun pembaca dalam melakukan pengembangan penelitian pada bidang yang relevan.

1.5. Batasan Masalah

1. Menggunakan beban resistif berupa lampu pijar dan solder sedangkan beban induktif didapatkan dari kipas angin dan lampu tl.
2. Perbaikan faktor daya dilakukan secara otomatis.

3. Nilai arus, tegangan, daya nyata, dan faktor daya didapatkan menggunakan sensor PZEM-004T 10A.
4. KWh meter digunakan untuk membandingkan pengukuran daya nyata hasil pembacaan sensor PZEM-004T 10A pada beban.
5. Kapasitor 1 μF berjumlah empat yang dirangkai sehingga alat memiliki 10 variasi kapasitansi antara 0,25 μF – 4 μF .
6. Tugas akhir ini tidak membahas mengenai pengaruh total harmoni distorsi (THD) terhadap nilai faktor daya.
7. Sumber AC $\pm 220\text{V}$ digunakan sebagai simulasi keluaran transformator 1 phase.
8. Data ditampilkan menggunakan LCD dan *Website Thingspeak* secara IoT.

1.6. Sistematika Tugas Akhir

Sistematika dari Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN HALAMAN PENGESAHAN

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

ABSTRAK

ABSTRACT

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini meliputi latar belakang yang menjadi dasar pemikiran dalam penentuan topik, permasalahan, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian yang ingin dicapai dan sistematika laporan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka, konsep dari perbaikan factor daya, Arduino Uno, Arduino Ide, sensor arus, sensor tegangan, LCD, Relay, kapasitor, dan Internet of Things (IoT).

BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR

Bab ini membahas desain dan perancangan sistem hardware maupun software pada prototipe Analisis *Prototype Power Factor Correction* Pada Keluaran Transformator 1 Phase Secara IoT Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno berdasarkan landasan teori pada Bab II.

BAB IV PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas proses pembuatan sistem hardware maupun software pada prototipe Analisis *Prototype Power Factor Correction* Pada Keluaran Transformator 1 Phase Secara IoT Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Bab ini memuat hasil pengujian serta analisa dari hasil pengujian tersebut.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil kerja alat serta pembahasan yang telah diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**