

**RANCANG BANGUN SWATTER (SMART WATT METER)  
MENGUNAKAN NODEMCU ESP-8266 SEBAGAI ALAT  
PENGUKURAN KONSUMSI KWH ENERGI LISTRIK**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi D III Jurusan  
Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



**ALDI HIDAYAT SUKMA**

**21066004/3021**

**PROGRAM STUDI D III TEKNIK ELEKTRONIKA**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRONIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2024**



## PERSETUJUAN PEMBIMBING

### TUGAS AKHIR

Judul : Rancang Bangun SWATTER (*Smart Watt Meter*)  
Menggunakan NodeMCU ESP-8266 Sebagai Alat  
Pengukuran Konsumsi KWh Energi Listrik

Nama : Aldi Hidayat Sukma

NIM : 21066004

Program Studi : Teknik Elektronika

Departemen : Teknik Elektronika


Fakultas : Teknik

Padang, 3 Juli 2024

Disetujui Oleh  
Pembimbing

  
Winda Agustiarmi, S.Pd., M.Pd.T.  
NIP. 198908022019032017

Mengetahui,  
Ketua Departemen

  
Dr. Hendra Hidayat, S.Pd., M.Pd.  
NIP. 198703052020121012



## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Aldi Hidayat Sukma

NIM : 21066004/2021

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan  
di depan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektronika  
Departemen Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang  
dengan judul


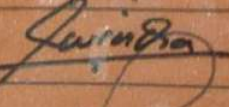

**Rancang Bangun SWATTER (*Smart Watt Meter*) Menggunakan NodeMCU  
ESP-8266 Sebagai Alat Pengukuran Konsumsi KWh Energi Listrik**

Padang, 3 Juli 2024

Tim Penguji

1. Titi Sri Wahyuni, S.Pd, M.Eng
2. Winda Agustiarini, S.Pd., M.Pd.T
3. Dr. Yasdinul Huda, S.Pd, MT

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa proyek akhir dengan judul Rancang Bangun SWATTER (*Smart Watt Meter*) Menggunakan NodeMCU ESP-8266 Sebagai Alat Pengukuran Konsumsi KWh Energi Listrik adalah asli karya saya sendiri;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, dan bantuan dari pembimbing;
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 3 Juli 2024

Yang membuat pernyataan



**Aldi Hidayat Sukma**

**NIM. 21066004**

## ABSTRAK

Konsumsi energi listrik yang meningkat terus menjadi perhatian utama karena dampaknya yang signifikan terhadap ekonomi dan lingkungan. Tugas akhir ini merancang SWATTER (*Smart Watt Meter*) sebagai sebuah alat pengukur konsumsi energi listrik dan perbaikan faktor daya ( $\text{Cos Phi}$ ) yang berbasis pada NodeMCU ESP-8266 dan teknologi *Internet of Things* (IoT). Alat ini memungkinkan pemantauan *real-time* yang akurat dan otomatisasi perbaikan faktor daya melalui kapasitor *bank* dengan kontrol yang dilakukan melalui antarmuka OLED untuk pemantauan langsung dan aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Hasil tugas akhir menunjukkan bahwa SWATTER berhasil dikembangkan sebagai alat yang efisien dalam mengukur konsumsi energi dan memperbaiki faktor daya secara otomatis menggunakan teknologi IoT. Integrasi sistem antara perangkat keras dan perangkat lunak berjalan dengan sempurna, menunjukkan bahwa data yang ditampilkan pada OLED dan aplikasi Blynk konsisten dan dapat diandalkan. Pengujian lebih lanjut mengungkapkan bahwa SWATTER memberikan hasil pengukuran dengan persentase *error* yang sangat kecil, di bawah 0,05%, serta mampu meningkatkan faktor daya secara signifikan, seperti peningkatan dari 0,58 menjadi 0,93 pada beban kipas angin. Hal ini membuktikan bahwa SWATTER merupakan solusi yang stabil dan efektif untuk pengelolaan konsumsi energi listrik dan perbaikan faktor daya.

**Kata kunci:** Konsumsi KWh, SWATTER, NodeMCU ESP-8266, *Internet of Things*.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil‘alamin, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa menganugrahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Rancang Bangun SWATTER (*Smart Watt Meter*) Menggunakan NodeMCU ESP-8266 Sebagai Alat Pengukuran Konsumsi KWh Energi Listrik”**. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa umat manusia dari zaman kegelapan menuju cahaya iman dan ilmu pengetahuan.

Pembuatan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan (D3) Program Studi Teknik Elektronika, Departemen Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Penyelesaian tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, pengarahan, saran dan motivasi dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Muhammad Anwar, S.Pd, MT., sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Dr. Hendra Hidayat, S.Pd., M.Pd., sebagai Kepala Departemen Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Dr. Yasdinul Huda, S.Pd, MT selaku Kordinator Prodi Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dan Penelaah yang telah banyak memberi masukan dan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini.

4. Ibu Winda Agustiarmi, S.Pd., M.Pd.T., selaku Pembimbing dan Penelaah yang telah banyak memberi masukan dan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Ibu Titi Sri Wahyuni, S.Pd, M.Eng., selaku Penelaah yang telah banyak memberi masukan dan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini
6. Seluruh Staf Pengajar, Pegawai beserta Teknisi Labor Departemen Teknik Elektronika.
7. Orang tua dan keluarga penulis yang tidak pernah berhenti berusaha dan berdoa untuk kesuksesan penulis sampai saat sekarang.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan ilmu dan informasi bermanfaat bagi para pembacanya dan semoga amal baik mereka yang telah membantu kelancaran tugas akhir ini mendapat balasan dari Allah SWT, Aamiin.

Padang, 3 Juli 2024

Penulis

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO :**

*“Ketekunan dan keikhlasan adalah fondasi dalam meraih kesuksesan.”*

*“Ilmu pengetahuan adalah jalan menuju kebijaksanaan, dan kebijaksanaan adalah kunci untuk membuka pintu dunia.”*

- Imam Syafi'i-

### **PERSEMBAHAN:**

Dengan penuh rasa syukur, Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, serta kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi teladan penulis. Khusus untuk Ayah dan Ibu tercinta, yang selalu memberikan cinta, doa, dan dukungan tanpa henti, kalian adalah inspirasi dan kekuatan penulis. Penulis juga menghaturkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan pengajar di Program Studi Teknik Elektronika, serta rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan kerjasama sepanjang perjalanan ini. Kepada keluarga, kekasih, dan sahabat yang selalu mendukung, serta semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis ucapkan terima kasih atas segala bantuannya. Semoga karya ini bermanfaat dan menjadi kontribusi positif di bidang teknologi.



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah.....	5
D. Batasan Masalah .....	6
E. Tujuan .....	7
F. Manfaat .....	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	10
A. Definisi Sistem.....	10
B. Definisi Monitoring .....	12
C. Definisi Alat Ukur dan Standar.....	12

D. Arus Bolak-Balik ( <i>Alternating Current</i> ).....	15
E. Daya Listrik .....	21
F. Kapasitor .....	33
G. <i>Internet Of Things</i> .....	37
H. Pemrograman Bahasa C .....	42
I. Wi-Fi.....	45
J. NodeMCU ESP-8266 V3.....	46
K. Sensor PZEM-004Tv30 .....	48
L. Modul <i>Relay 4 Channel</i> .....	53
M. <i>OLED Display 0.96"</i> .....	56
N. Kabel NYMHY ( <i>Jumper</i> ) .....	57
O. <i>Power Supply</i> .....	58
P. Blynk.....	61
Q. Arduino IDE.....	63
R. Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ).....	66
S. Penelitian Terdahulu .....	69
<b>BAB III METODE DAN PERANCANGAN ALAT</b> .....	<b>71</b>
A. Metode Perancangan Alat .....	71
B. Prinsip Kerja Alat .....	73
C. Perangkat Keras .....	74
D. Perangkat Lunak .....	83
E. Simulasi Program.....	91
<b>BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA</b> .....	<b>96</b>

A. Pengujian dan Pengukuran Komponen .....	97
B. Bentuk Fisik Alat dan Software Aplikasi .....	102
C. Pengujian dan Pengukuran Alat.....	109
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>133</b>
A. Kesimpulan .....	133
B. Saran .....	134
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>135</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>138</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Arus Bolak-Balik.....	16
Gambar 2. Segitiga Daya .....	23
Gambar 3. Arus Sefase dengan Tegangan .....	25
Gambar 4. Bentuk Gelombang pada Beban Resistif.....	25
Gambar 5. Arus Tertinggal dari Tegangan Sebesar Sudut $\varphi$ .....	25
Gambar 6. Bentuk Gelombang pada Beban Induktif.....	26
Gambar 7. Arus Mendahului Tegangan Sebesar Sudut $\varphi$ .....	26
Gambar 8. Bentuk Gelombang pada Beban Kapasitif.....	26
Gambar 9. Pemasangan Kapasitor .....	29
Gambar 10. Analisis Daya dengan Adanya Kapasitor Paralel.....	29
Gambar 11. Bentuk Fisik Kapasitor.....	33
Gambar 12. Kapasitor Plat Sejajar .....	33
Gambar 13. Rangkaian Kapasitor Paralel .....	35
Gambar 14. Rangkaian Kapasitor Seri.....	36
Gambar 15. Konsep IoT .....	37
Gambar 16. <i>Device to Device Communication</i> .....	38
Gambar 17. <i>Device to Cloud Communication</i> .....	39
Gambar 18. <i>Device to Gateway Model</i> .....	40
Gambar 19. NodeMCU ESP-8266 dan Skema Pin.....	47
Gambar 20. Bentuk Fisik PZEM-004T V2.0 dan PZEM-004T V3.0.....	49
Gambar 21. Bentuk Fisik PZEM-004T <i>Split Core</i> .....	50
Gambar 22. Blok Diagram Sensor PZEM-004T .....	52



Gambar 23. Modul <i>Relay 4 Channel</i> .....	53
Gambar 24. Simbol Relay .....	55
Gambar 25. Struktur Relay .....	55
Gambar 26. Bentuk Fisik OLED 128x64 <i>Display</i> .....	56
Gambar 27. Bentuk Fisik Kabel NYMHY.....	57
Gambar 28. <i>Power Supply</i> .....	59
Gambar 29. Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	60
Gambar 30. Blok Diagram DC <i>Power Supply</i> .....	60
Gambar 31. Aplikasi Blynk.....	62
Gambar 32. Software Arduino .....	64
Gambar 33. Simbol-Simbol <i>Flowchart</i> .....	67
Gambar 34. Urutan Dasar <i>Flowchart</i> .....	68
Gambar 35. Diagram Perancangan Alat.....	71
Gambar 36. Blok Diagram Rangkaian Keseluruhan.....	74
Gambar 37. Skematik Rangkaian Keseluruhan .....	76
Gambar 38. Skematik Rangkaian <i>Power Supply</i> (Catu Daya) dan NodeMCU ESP-8266.....	76
Gambar 39. Skematik Rangkaian Sensor PZEM-004Tv30 dan NodeMCU ESP-8266.....	77
Gambar 40. Skematik Rangkaian Sensor PZEM-004Tv30 dan Modul <i>Relay</i> <i>4 Channel</i> .....	78
Gambar 41. Skematik Rangkaian OLED dan NodeMCU ESP-8266 .....	78
Gambar 42. Skematik Rangkaian Modul <i>Relay 4 Channel</i> NodeMCU ESP-	

8266 .....	79
Gambar 43. Skematik Rangkaian <i>Modul Relay 4 Channel</i> dengan Kapasitor ...	80
Gambar 44. Desain Kotak Alat Ukur .....	81
Gambar 45. <i>Flowchart</i> Alat Ukur .....	84
Gambar 46. <i>Flowchart</i> Perbaikan Kompensasi Faktor Daya.....	85
Gambar 47. <i>Flowchart</i> Program Alat <i>Prototype</i> .....	87
Gambar 48. Rancangan Aplikasi Blynk .....	89
Gambar 49. Tampilan Awal Aplikasi Arduino IDE .....	91
Gambar 50. <i>Verify Compile</i> Program.....	93
Gambar 51. Tampilan <i>Web Dashboard</i> Aplikasi Blynk .....	95
Gambar 52a. Pengukuran Tegangan <i>Power Supply</i> .....	98
Gambar 52b. Pengukuran Tegangan <i>Power Supply Step Down</i> .....	98
Gambar 53. Pengukuran Tegangan <i>OLED Display</i> .....	99
Gambar 54. Pengukuran Tegangan Sensor PZEM-004Tv30.....	100
Gambar 55. Pengukuran Tegangan <i>Modul Relay 4 Channel</i> .....	100
Gambar 56. Tampak Atas Alat.....	102
Gambar 57. <i>Software</i> Aplikasi .....	103
Gambar 58. Deskripsi Desain <i>Interface</i> Blynk .....	104
Gambar 59. Pengujian Program untuk Data Tampilan Awal <i>OLED Display</i> ....	110
Gambar 60. Pengujian Program untuk Data <i>Software</i> Aplikasi Blynk .....	110
Gambar 61. Hasil Pengukuran Beban 1 menggunakan Multimeter.....	113
Gambar 62. Hasil Pengukuran Beban 1 menggunakan Alat <i>Prototype</i> .....	113
Gambar 63. Hasil Pengukuran Beban 2 menggunakan Multimeter.....	114

Gambar 64. Hasil Pengukuran Beban 2 menggunakan Alat <i>Prototype</i> .....	115
Gambar 65. Hasil Pengukuran Beban 1 menggunakan Alat <i>Prototype</i> setelah Perbaikan Faktor Daya .....	117
Gambar 66. Hasil Pengukuran Beban 2 menggunakan Alat <i>Prototype</i> setelah Perbaikan Faktor Daya .....	118
Gambar 67. Grafik Perubahan Tegangan Hasil Pengukuran Beban .....	119
Gambar 68. Grafik Perubahan Arus Hasil Pengukuran Beban .....	119
Gambar 69. Grafik Perubahan Daya Aktif Hasil Pengukuran Beban .....	120
Gambar 70. Grafik Perubahan Daya Reaktif Hasil Pengukuran Beban .....	120
Gambar 71. Grafik Perubahan Daya Semu Hasil Pengukuran Beban .....	120
Gambar 72. Grafik Perubahan Faktor Daya Hasil Pengukuran Beban .....	121
Gambar 73. Grafik Perubahan Frekuensi Hasil Pengukuran Beban .....	121

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Konsumsi Energi pada Tahun 2022 .....	1
Tabel 2. Penelitian Terdahulu .....	69
Tabel 3. Konfigurasi pin <i>Power Supply</i> (Catu Daya) dan NodeMCU ESP-8266.....	77
Tabel 4. Konfigurasi pin Sensor PZEM-004Tv30 dan NodeMCU ESP-8266 ...	77
Tabel 5. Konfigurasi pin Sensor PZEM-004Tv30 dan Modul <i>Relay 4 Channel</i>	78
Tabel 6. Konfigurasi pin OLED dan NodeMCU ESP-8266 .....	79
Tabel 7. Konfigurasi pin Modul <i>Relay 4 Channel</i> dan NodeMCU ESP-8266 ...	79
Tabel 8. Konfigurasi pin Modul <i>Relay 4 Channel</i> dengan Kapasitor .....	80
Tabel 9. Hasil Pengukuran Tegangan Catu Daya( <i>Power Supply</i> ) .....	98
Tabel 10. Hasil Pengukuran Tegangan OLED <i>Display</i> .....	99
Tabel 11. Hasil Pengukuran Tegangan Sensor PZEM-004Tv30 .....	99
Tabel 12. Hasil Pengukuran Tegangan Modul <i>Relay 4 Channel</i> .....	100
Tabel 13. Tabel Analisa Uji Coba Alat terhadap Beban 1 .....	112
Tabel 14. Tabel Perbandingan Tegangan Analisa Uji Coba Alat <i>Prototype</i> dengan Alat Ukur terhadap Beban 1 .....	113
Tabel 15. Tabel Analisa Uji Coba Alat terhadap Beban 2.....	114
Tabel 16. Tabel Perbandingan Tegangan Analisa Uji Coba Alat <i>Prototype</i> dengan Alat Ukur terhadap Beban 2 .....	114
Tabel 17. Tabel Hasil Pengukuran Uji Coba Alat terhadap Beban 1 Sebelum dan Sesudah perbaikan Faktor Daya .....	116
Tabel 18. Tabel Hasil Pengukuran Uji Coba Alat terhadap Beban 2 Sebelum	



dan Sesudah perbaikan Faktor Daya .....	117
Tabel 19. Data Hasil Pengujian Alat Perbaikan Faktor Daya.....	118
Tabel 20. Data Pengukuran Faktor Daya Beban.....	119

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Source Code Program .....	138
Lampiran 2. Skematik Rangkaian NodeMCU ESP-8266 .....	145
Lampiran 3. Skematik Rangkaian Power Supply .....	145
Lampiran 4. Skematik Rangkaian Modul Relay 4 <i>Channel</i> .....	146
Lampiran 5. Skematik Rangkaian OLED Display 0,96” .....	147
Lampiran 6. Functional Block Diagram Sensor PZEM-004Tv30 .....	147

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Beban listrik adalah sesuatu yang harus dipertimbangkan oleh pembangkit listrik. Dalam kehidupan sehari-hari beban listrik digambarkan sebagai segala bentuk peralatan listrik yang menggunakan daya listrik agar bisa berfungsi (Prasetyo, 2017). Energi listrik telah menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari, yang digunakan di rumah-rumah, bisnis, dan industri sebagai sumber daya dari perangkat elektronik dan sistem yang mendukung kehidupan modern. Namun, konsumsi energi listrik yang berlebihan tidak hanya berdampak pada pembiayaan yang lebih tinggi bagi konsumen, tetapi juga pemakaian energi listrik yang berlebih berkontribusi pada masalah lingkungan seperti emisi karbon yang tinggi.

**Tabel 1. Konsumsi Energi pada tahun 2022.**

No	Kelompok Pemakaian	Konsumsi Pemakaian
1	Industri	88.483,30 GWh
2	Rumah Tangga	116.095,41 GWh
3	Bisnis	50.532,19 GWh
4	Lainnya(Pemerintah)	18.650,58 GWh
Total		273.761,48 GWh

Sumber : Data Statistik PLN tahun 2022

Berdasarkan data tabel 1 dengan jumlah pelanggan pada akhir tahun 2022 sebesar 85.636.198 pelanggan, meningkat 3,75% dari akhir tahun 2021. Harga jual listrik rata-rata per KWh selama tahun 2022 sebesar Rp1.136/KWh lebih tinggi dari tahun sebelumnya sebesar Rp1.121/KWh

(PT PLN,2022). Hal ini menunjukkan penghematan pada konsumsi listrik rumah tangga akan memberikan dampak pada konsumsi listrik nasional. Penelitian menunjukkan pemantauan terhadap konsumsi listrik rumah tangga akan memberikan dampak pada penghematan konsumsi listrik hingga 30% (Darby S, 2006).

Selain itu, permasalahan mengenai tingginya biaya listrik disebabkan oleh rendahnya kualitas faktor daya yang digunakan. Menurunnya kualitas faktor daya (*Cos Phi*) dalam suatu sistem tenaga listrik adalah sebuah masalah yang harus diminimalisir. Menurunnya kualitas faktor daya akan menyebabkan kerugian bagi konsumen dan pemasok energi listrik. Bagi konsumen, kerugiannya antara lain tegangan sistem menjadi drop, kapasitas daya tidak bisa dimaksimalkan, sehingga menyebabkan rendahnya efisiensi tenaga listrik dan kapasitas daya yang terpasang menjadi berkurang. Di lain pihak bagi pemasok, kerugian tersebut menyebabkan pemasok energi listrik harus mensuplai kapasitas daya yang lebih besar ke sistem (Nuha, M. U. ,2015).

Alat-alat elektronika yang dipakai dalam rumah tangga maupun industri umumnya bersifat induktif. Beban induktif akan menyebabkan gelombang arus tertinggal dari gelombang tegangan, sehingga menyebabkan turunnya faktor daya (*Cos Phi*). Pada konsumsi listrik PLN prabayar, faktor daya (*Cos Phi*) yang rendah menyebabkan daya yang terpasang tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal dan efisiensi daya listrik menjadi rendah, sedangkan konsumsi listrik PLN pascabayar tidak



hanya berpengaruh pada hal tersebut, melainkan rendahnya kualitas faktor daya (*Cos Phi*) akan berpengaruh pada biaya konsumsi listrik. Kualitas daya yang baik memiliki nilai faktor daya (*Cos Phi*) di atas 0,85. PLN menetapkan besarnya nilai faktor daya (*Cos Phi*) pada listrik Pascabayar tidak boleh kurang dari 0,86 pada konsumsi batas daya diatas 200kVA. Menurunnya nilai faktor daya (*Cos Phi*), menyebabkan kita harus membayar denda *KVARh* kepada PLN (Hidayah, N. Y., & Rahmawaty, D. 2013).

Perbaikan faktor daya pada beban induktif dapat dilakukan dengan merangkai kapasitor bank secara paralel dengan beban induktif (Syafrianto, 2012). Beban listrik yang bersifat induktif menyebabkan gelombang arus tertinggal dari gelombang tegangan, sehingga mengakibatkan rendahnya faktor daya. Akibat dari faktor daya rendah adalah menyebabkan kerugian daya. Kerugian daya pada beban induktif dapat dikurangi dengan memasang kapasitor secara paralel pada jaringan instalasi listrik (Wihardiyono, 2011).

Kompensator daya reaktif konvensional umumnya yaitu hanya dengan memasang kapasitor bank secara paralel pada instalasi listrik. Model sistem pemasangan secara manual, biasanya nilai kapasitor yang dipasang nilainya tetap. Kelemahan dari pemasangan kapasitor secara manual, bila terjadi adanya perubahan beban, nilai kapasitas kapasitor bisa menjadi tidak sesuai dengan faktor daya yang akan diperbaiki, ini dikarenakan kapasitor yang dipasang nilainya tetap dan pemasangannya

dibuat permanen pada instalasi jaringan listrik, sehingga akan menjadi tidak efisien dalam perbaikan faktor daya. Dalam perbaikan faktor daya, nilai kapasitor yang di pasang harus sesuai dengan faktor daya yang diperbaiki, sehingga efisiensi tenaga listrik menjadi meningkat dan energi listrik yang terpakai dapat di gunakan dengan lebih maksimal dan efisien.

Saat ini, pengukuran energi listrik umumnya dilakukan dengan menggunakan meteran energi konvensional. Meskipun meteran ini telah digunakan selama bertahun-tahun, mereka memiliki keterbatasan yang signifikan. Meteran konvensional umumnya hanya menyediakan informasi pengukuran periodik yang tidak *real-time*. Artinya, konsumen tidak memiliki pemahaman yang jelas tentang bagaimana dan kapan mereka menggunakan energi listrik secara intensif. Selain itu, meteran konvensional seringkali kurang akurat, sehingga tidak memungkinkan pemantauan jarak jauh atau kemampuan untuk mengontrol perangkat untuk mengurangi konsumsi energi. Oleh karena itu, penting untuk memiliki alat pengukuran yang dapat memberikan pemantauan akurat dan *real-time* tentang konsumsi energi listrik. Untuk menjawab permasalahan yang terjadi, maka dibuatlah dalam rancangan tugas akhir yang berjudul **“Rancang Bangun SWATTER(*Smart Watt Meter*) menggunakan NodeMCU ESP-8266 sebagai Alat Pengukuran Konsumsi KWh Energi Listrik”**.

## B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut :

1. Keterbatasan meteran energi listrik konvensional dalam hal akurasi, pengukuran periodik, dan ketidakmampuan untuk memberikan data *real-time sehingga* menyebabkan konsumen sulit untuk memantau dan mengelola konsumsi energi secara efisien.
2. Penurunan faktor daya (*Cos Phi*) mengakibatkan terjadinya penurunan tegangan (*Volt*) yang diterima, sedangkan arus (*Ampere*) dan daya (*Watt*) mengalami kenaikan, hal tersebut mengakibatkan terjadinya peningkatan nilai daya reaktif yang akan terlalu besar, sehingga akan berpengaruh pada besarnya biaya yang harus dibayarkan untuk pemakaian listrik dan efisiensi penggunaan daya listrik.
3. Dalam situasi tertentu, kemampuan untuk memonitoring konsumsi energi listrik secara jarak jauh adalah hal yang penting, terutama berlaku pada bisnis atau rumah tangga yang ingin mengelola konsumsi energi listrik mereka dengan lebih efisien.

## C. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang terjadi, dapat dirumuskan permasalahan dalam tugas akhir ini adalah **“Bagaimana Rancang Bangun SWATTER(*Smart Watt Meter*) menggunakan NodeMCU ESP-8266 sebagai Alat Pengukuran Konsumsi *KWh* Energi Listrik?”**.

#### D. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah, maka masalah-masalah tersebut akan diatasi melalui batasan sebagai berikut :

1. Alat yang dirancang hanya berbentuk *prototype* pengukuran konsumsi KWh dan perbaikan faktor daya (*Cos Phi*) yang terhubung dengan perangkat keras OLED sebagai *interface* pemantauan secara langsung, dan perangkat lunak *Internet of Things* Blynk sebagai *interface* pemantauan jarak jauh.
2. Alat yang dirancang hanya untuk daya listrik satu *phase* dan fokus pengukuran konsumsi *KWh* hanya pada 1 beban listrik rumah tangga.
3. Alat yang digunakan untuk mendeteksi pengukuran konsumsi *KWh* yaitu berupa modul sensor tegangan dengan jenis PZEM-004Tv30.
4. Alat yang dirancang untuk mengatasi penurunan faktor daya (*Cos Phi*) berbentuk Kapasitor *Bank Switching* yang terdiri dari *switch* relay 4 channel dan 4 kapasitor yang diantaranya 3 kapasitor bernilai tetap dengan kapasitas 1,2  $\mu\text{F}$ , 1,5  $\mu\text{F}$ , 1,8  $\mu\text{F}$  dan 1 kapasitor bernilai relatif. Kapasitor relatif berfungsi sebagai kapasitor cadangan yang akan digunakan apabila kapasitansi yang diperlukan diluar *range* batas dari kapasitor tetap. Kapasitor dipasang paralel ke instalasi listrik menggunakan *switch* relay 4 channel.
5. Integrasi dengan Perangkat Keras(*Hardware*) dan Perangkat Lunak(*Software*) yang diterapkan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP-8266.

6. Pemrograman mikrokontroler NodeMCU ESP-8266 menggunakan *software* Arduino IDE dan bahasa pemrograman C.

#### **E. Tujuan**

Berdasarkan uraian diatas, maka tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Merancang dan membuat alat pengukuran konsumsi *KWh* energi listrik, yang mampu mengatasi pengukuran konsumsi *KWh* energi listrik rumah tangga, pemantauan pengukuran jarak jauh, dan penerapan Kapasitor *Bank* dalam mengatasi penurunan faktor daya (*Cos Phi*).
2. Merancang dan membuat program alat pengukuran konsumsi *KWh* energi listrik, yang mampu mengatasi pengukuran konsumsi *KWh* energi listrik rumah tangga, pemantauan pengukuran jarak jauh, dan penerapan Kapasitor *Bank* dalam mengatasi penurunan faktor daya (*Cos Phi*).

#### **F. Manfaat**

Adapun manfaat dari pembuatan alat tugas akhir ini adalah :

1. Manfaat Teoritis
  - a. Dapat menambah wawasan dan pengalaman langsung tentang bagaimana cara melakukan pengukuran dan pemantauan konsumsi energi listrik secara jarak jauh, serta perbaikan faktor daya pada beban listrik terkhusus pada beban induktif, dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* yang mengintegrasikan antara perangkat keras(*Hardware*) dan perangkat lunak(*Software*).



- b. SWATTER dapat menambah khazanah keilmuan pengguna energi listrik tentang pemantauan konsumsi energi listrik dan perbaikan faktor daya( $\cos \phi$ ) yang mampu mengatasi permasalahan yang dihadapi saat ini dalam konteks penghematan daya dan biaya konsumsi energi listrik.
- c. Mampu menjadikan tugas akhir ini sebagai referensi dan pijakan pada penelitian-penelitian yang terkait selanjutnya.

## 2. Manfaat Praktis

Secara praktis tugas akhir ini dapat bermanfaat sebagai berikut :

- a. *SWATTER* memberikan pengukuran energi listrik yang lebih akurat dan *real-time*. Data yang akurat dan pemantauan *real-time*, peralatan dan perangkat listrik dapat digunakan dengan lebih efisien, mengurangi pemborosan energi listrik dan dampak lingkungan negatif.
- b. *SWATTER* dengan penerapan kapasitor bank dapat membantu meningkatkan faktor daya( $\cos \phi$ ) menjadi lebih baik, serta mampu mengurangi nilai daya reaktif dan konsumsi energi listrik yang berlebihan untuk mengurangi biaya denda yang keluar akibat penggunaan beban dengan faktor daya( $\cos \phi$ ) yang rendah terkhusus pada beban induktif.

- c. SWATTER dalam konteks manajemen energi listrik secara lebih luas, dapat berkontribusi pada efisiensi energi listrik secara keseluruhan dengan mendorong praktik penggunaan energi listrik yang lebih bijak dan mengurangi beban pada infrastruktur energi listrik.