

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ENERGI
LISTRIK CERDAS BERBASIS *INTERNET OF THINGS*
(*IOT*) SECARA *REAL-TIME* SEBAGAI UPAYA
MENINGKATKAN EFISIENSI**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



MUHAMMAD BAYU IHSAN FIRDAUS

21520681

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
(2025)**

HALAMAN PENGESAHAN

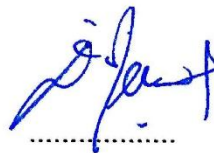
Nama : Muhammad Bayu Ihsan Firdaus
NIM : 21520681
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Energi Listrik Cerdas Berbasis *Internet Of Things (IoT)* Secara *Real-time* Sebagai Upaya Meningkatkan Efisiensi

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Ponorogo, 05 Agustus 2025

Menyetujui,

Desriyanti, S.T., M.Kom
NIK. 19770314 201112 13
(Dosen Pembimbing Utama)



Ghulam Asrofi Buntoro, S.T., M.Eng
NIK. 19870723 202109 12
(Dosen Pembimbing Pendamping)

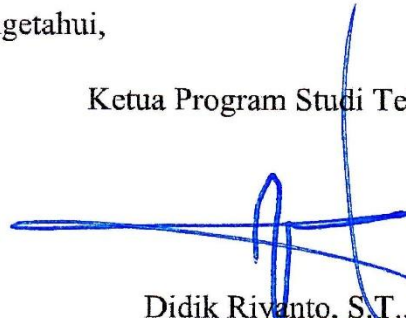


Mengetahui,


Dekan Fakultas Teknik,

Edy Kurniawan, S.T., M.T
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Elektro,


Didik Riyanto, S.T., M.Kom
NIK. 19801125 201309 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Bayu Ihsan Firdaus

NIM : 21520681

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul: “Rancang Bangun Sistem Monitoring Energi Listrik Cerdas Berbasis *Internet Of Things (IoT)* Secara *Real-time* Sebagai Upaya Meningkatkan Efisiensi” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang / teliti di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiatisme, saya bersedia ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarnya.

Ponorogo, 05 Agustus 2025

Mahasiswa,



10000
SEPULUH RIBU RUPIAH
TOL. 20
METERAI
TEMPEL
72D44AMX398987127

Muhammad Bayu Ihsan Firdaus

NIM. 21520681

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Muhammad Bayu Ihsan Firdaus
NIM : 21520681
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Energi Listrik
Cerdas Berbasis *Internet Of Things (IoT)* Secara *Real-time* Sebagai Upaya Meningkatkan Efisiensi

Telah diuji dan dipertahankan di hadapan
Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 31 Juli 2025

Dosen Penguji,

Desriyanti, S.T., M.Kom
NIK. 19770314 201112 13
(Ketua Penguji)

Dr. Fauzan Masykur, S.T., M.Kom
NIK. 19810316 202109 12
(Anggota Penguji I)

Didik Riyanto, S.T., M.Kom
NIK. 19801125 201309 13
(Anggota Penguji II)

Mengetahui,



Dekan Fakultas Teknik,

Edy Kurniawan, S.T., M.T
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Elektro,

Didik Riyanto, S.T., M.Kom
NIK. 19801125 201309 13

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Bayu Ihsan Firdaus

NIM : 21520681

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Energi Listrik Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT) Secara Real-Time Sebagai Upaya Meningkatkan Efisiensi

Dosen Pembimbing Utama : Desriyanti S.T., M.Kom.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	14/1 ²⁵	Bab 1	Judul revisi Latar belakang.	
2	16/1 ²⁵	bab 2	Rumusan masalah Tujuan manfaat	
3	17/1 ²⁵	bab 2	Referensi teori, literatur & re. efisiensi.	
4	20/1 ²⁵	bab 3.	Desain alat & web. Desain flowchart	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	21/1 ²⁵	Bab I	- Latar belakang pengulas - flowchart - Pragra wing	
6	23/1 ²⁵	Bab 2	- Sumber pustaka - data tulis	
7	24/1 ²⁵	Bab 2-3	- Cek plagiasi - data tulis	
8	30/1 ²⁵	Bab 1-3	See siap diantar Sempro	
9	15/4 ²⁰²⁵	Bab 1-3	- revisi flowchart - data & portabek	
10	21/4 ²⁰²⁵	Bab 1-3	Cek penulisan dan metode	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	8/5 2025	Bab 3	Cede pengiraan Jata prur nob	
12	27/5 2025	bab 3 -	Demo alat Cede hari monitoring	
13	9/6 2025	bab 3-4	hasil 2- tambahla tabalanza- tata tulis	
14	23/6 2025	bab 4	tata tulis 2- perbaiki	
15	7/7 2025	bab 4-5	hasil 2- tambahla gambar Jafar pustaka	
16	18/7 2025	Bab 1-5	Ace Skripsi, lanjut Jafar Sidang skripsi	

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Bayu Ihsan Firdaus
 NIM : 21520681
 Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Monitoring Energi Listrik Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT) Secara Real-Time sebagai Upaya Meningkatkan Efisiensi
 Dosen Pembimbing Pendamping : Ghulam Asrofi Buntoro, S.T., M. Eng.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	16/1/2025	Judul	Perbaiki Judul	
2	16/1/2025	Bab I	Perbaiki latar Belakang	
3	17/1/2025	Bab I	Perbaiki Rumus Matematis	
4	27/1/2025	Bab II	Perbaiki Rumus Perhitungan	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	24/1/2025	Bab II	Referensi Gambar? Dan teori	gr
6	23/1/2025	Bab III	Referensi Gambar dan teori	gr
7	24/1/2025	Bab IV	Referensi Gambar	gr
8	3/1/2025	Bab I - II	Ada skema proper gr Buku sks	gr
9	20/05/2025	Bab IV	Referensi sumber gambar	gr
10	2/05/2025	Bab I	Referensi gambar sumber	gr

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	01/05/2025	Revisi IV	Revisi Peran Mekanik	gr
12	27/05/2025	Revisi IV	Revisi Pengujian	gr
13	27/06/2025	Revisi IV	Revisi Pembahasan Hasil	gr
14	23/6/2025	Revisi V	Revisi Kesimpulan	gr
15	27/07/2025	Revisi V	Revisi Kesimpulan	gr
16	10/08/2025	Revisi V	Revisi Kesimpulan	gr

HALAMAN MOTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

**“Barang siapa yang ingin dunia maka wajib baginya berilmu,
Barang siapa yang ingin akhirat maka wajib baginya berilmu,
Barang siapa yang ingin keduanya maka wajib baginya berilmu.”**

(Imam Syafi'i)

“Aku tidak hanya ingin menulis teori, tetapi juga menunjukkan dengan praktik. Karena pengetahuan sejati lahir dari pengamatan dan percobaan”

(Al-Jazari “Bapak Robotika”)

**“Ilmu kelistrikan telah mengungkapkan kepada kita hakikat sejati cahaya.
Ilmu itu telah membuka gerbang pengetahuan yang kini memungkinkan kita
memahami lebih banyak tentang alam semesta”**

(Nikola Tesla)

**“Di ruang kelas aku belajar teori, di dunia kerja aku belajar makna dan juga arti.
Sambil bekerja aku membentuk diri, Sambil belajar aku membangun masa depan.
Karena sukses lahir dari mereka yang tak hanya memahami, Tapi juga menjalani”**

“Dream Big, Start Small, Act Now”

(Muhammad Bayu Ihsan Firdaus)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT, Tuhan semesta alam, yang telah menuntunku dalam setiap langkah perjuangan ini, yang menguatkan saat lelah, dan menguatkan lagi saat hampir menyerah. Dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, karya ini kupersembahkan untuk:

1. Allah SWT, satu-satunya tempat aku menggantungkan harap, yang Maha Tahu apa yang terbaik untuk hamba-Nya, yang Maha Mendengar doa-doa yang sering terucap dalam diam.
2. Rasulullah Muhammad SAW, teladan sejati dalam kesabaran, perjuangan, dan cinta akan ilmu.
3. Bapak Mubasyir dan Ibu Maryuliatun, cinta kalian adalah semangat terbesarku. Peluh, lelah, dan pengorbanan kalian adalah pondasi dari setiap langkahku hari ini. Tidak ada kata yang cukup untuk membalas semuanya, selain doa agar Allah senantiasa melimpahkan keberkahan dan kebahagiaan untuk kalian.
4. Keluargaku, yang selalu mendukung dengan doa dan harapan terbaik. Terima kasih atas pengertian dan kehangatan yang menjadi tempatku pulang.
5. Dosen pembimbing dan para pendidik, atas ilmu, bimbingan, dan kesabaran yang telah diberikan selama proses panjang ini.
6. Rekan-rekan seperjuangan, sesama pejuang sarjana dan pejuang kehidupan, yang tahu bagaimana rasanya membagi waktu antara kerja dan kuliah, antara tanggung jawab dan impian.
7. Sahabat-sahabat yang hadir dalam tiap letihku, yang hadir bukan hanya untuk tertawa bersama, tapi juga untuk menopang saat aku nyaris terjatuh.
Dan terakhir,
8. Untuk diriku sendiri, yang telah memilih tetap berjalan meski tertatih, yang terus bertahan di tengah rasa lelah yang tak selalu terlihat, yang tidak pernah berhenti percaya bahwa setiap jerih payah ini akan berbuah manis.

“Terima kasih untuk tidak menyerah, meski pernah gagal dan terjatuh”

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ENERGI
LISTRIK CERDAS BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*
SECARA *REAL-TIME* SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN EFISIENSI**

Muhammad Bayu Ihsan Firdaus, Desriyanti, Ghulam Asrofi Buntoro
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo
e-mail: muhammadbayuihsanf@gmail.com

ABSTRAK

Energi listrik merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan modern yang mendukung berbagai aktivitas, mulai dari penerangan hingga pengoperasian teknologi. Namun, pemborosan energi dan kesulitan dalam memantau konsumsi listrik secara *real-time* masih menjadi tantangan besar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring energi listrik cerdas berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mampu mengamati pemakaian energi secara langsung serta memberikan peringatan dini terhadap pengguna. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama, PZEM-004T sebagai sensor arus bolak-balik (*AC*), PZEM-017 sebagai sensor arus searah (*DC*), serta sensor DS18B20 untuk memantau suhu sistem. Sistem ini memberikan data konsumsi energi secara *real-time* melalui tampilan LCD dan platform berbasis web, memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi kapan saja dan di mana saja. Selain itu, fitur notifikasi berbasis *IoT* dapat memberikan peringatan dini terhadap pengguna, sehingga pengguna dapat mengoptimalkan penggunaan energi secara lebih efisien. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca parameter listrik *AC*, *DC* dan juga suhu sistem dengan rata-rata *error* di bawah 1%, baik pada tegangan, arus, daya, energi, frekuensi maupun suhu sistem. Website monitoring berhasil menampilkan data secara *real-time* dengan *delay* dalam batas toleransi dan sistem peringatan dini (buzzer) aktif saat terdeteksi kondisi *abnormal* seperti tegangan *AC* dan *DC* yang melebihi ambang batas yang ditentukan atau suhu sistem yang melebihi 60°C. Selain itu, sistem mampu mengonversi konsumsi energi menjadi estimasi tagihan listrik (PLN) dan keuntungan untuk (PLTS), sehingga memberikan kontrol biaya dan efisiensi penggunaan listrik kepada pengguna. Implementasi teknologi *IoT* dalam monitoring listrik ini diharapkan menjadi solusi inovatif dalam mengurangi pemborosan energi serta pengelolaan energi yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *Internet of Things, (IoT), Monitoring, Energi, Listrik, Efisiensi Energi, Real-time, ESP32*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil 'alamin, segala puji dan juga syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan semesta alam, atas limpahan rahmat, hidayah, serta kekuatan lahir dan batin yang tiada henti mengalir. Dengan izin-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, yang berjudul: “Rancang Bangun Sistem Monitoring Energi Listrik Cerdas Berbasis *Internet Of Things (IoT)* Secara *Real-time* Sebagai Upaya Meningkatkan Efisiensi” Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

Menulis skripsi ini bukan sekadar menyusun kata demi kata dalam lembaran ilmiah tetapi adalah kepingan perjalanan hidup, perjuangan antara mimpi dan kenyataan, antara waktu kuliah yang padat dan pekerjaan yang menuntut. Ada malam-malam yang dihabiskan dengan mata terbuka, tubuh lelah setelah bekerja namun tetap duduk menatap layar, mencoba merangkai logika dan harapan. Namun dari sanalah penulis belajar, bahwa letih yang diperjuangkan dengan ikhlas akan tumbuh menjadi hasil yang tak ternilai.

Dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT, atas setiap detik napas, setiap kekuatan saat hampir menyerah, dan setiap harapan yang tumbuh di tengah keputusasaan.
2. Kedua orang tua tercinta Bapak Mubasyir dan Ibu Maryuliatun, yang tak pernah lelah mendoakan dan menyemangati di saat dunia terasa berat. Terima kasih karena terus percaya, bahkan ketika penulis sendiri mulai ragu.
3. Bapak Dr. Rido Kurnianto, M.Ag., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo atas kebijakan dan arahannya dalam memajukan institusi pendidikan yang menaungi kami.
4. Bapak Edy Kurniawan, S.T., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang menyediakan ruang belajar dan lingkungan akademik yang mendorong mahasiswa untuk terus berkembang.

5. Bapak Didik Riyanto, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Ponorogo atas perhatian dan dukungannya selama proses pembelajaran hingga penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Desriyanti, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Utama yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyusun skripsi ini.
7. Bapak Ghulam Asrofi Buntoro, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyusun skripsi ini.
8. Seluruh dosen dan staf akademik, yang telah memberikan ilmu, arahan, serta teladan yang membentuk karakter dan pemahaman penulis.
9. Rekan seperjuangan, yang menjadi teman berpikir, teman berjuang, dan tempat berbagi keluh kesah sepanjang masa studi.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan menjadi bekal berharga untuk pembelajaran ke depan.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat menjadi setitik cahaya di tengah luasnya ilmu pengetahuan, serta bukti bahwa mimpi akan menemukan jalannya, selama kita terus melangkah, walau perlahan.

Ponorogo, 05 Agustus 2025

Mahasiswa,



Muhammad Bayu Ihsan Firdaus

NIM. 21520681

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillahilahirabbil'aalamin Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Skripsi ini bukan sekadar lembaran akademik, melainkan hasil dari perjuangan panjang yang ditempa oleh waktu, lelah, dan semangat yang tak pernah padam. Di antara padatnya pekerjaan dan tanggung jawab sebagai mahasiswa, penulis belajar bahwa keberhasilan bukan milik mereka yang punya banyak waktu, melainkan milik mereka yang mampu memanfaatkan waktunya dengan tekun dan tulus.

Pada kesempatan yang penuh rasa syukur ini, penulis menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Allah SWT, atas segala kekuatan, kesabaran, dan perlindungan yang terus menyertai langkah ini.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Mubasyir dan Ibu Maryuliatun atas doa yang tak pernah lelah dipanjatkan, kasih sayang yang tak pernah berkurang, dan dukungan yang tak pernah berhenti mengalir.
3. Keluarga besar, yang senantiasa memberikan semangat dan menjadi tempat pulang terbaik dalam segala keadaan.
4. Bapak Rektor Dr. Rido Kurnianto, M.Ag., atas kepemimpinan dan arahnya dalam menciptakan atmosfer pendidikan yang mendukung tumbuh kembang.
5. Bapak Dekan Fakultas Teknik Edy Kurniawan, S.T., MT., atas arahan dan kebijaksanaan dalam mendukung proses pendidikan di lingkungan fakultas.
6. Bapak Ketua Program Studi Teknik Elektro Didik Riyanto, S.T., M.Kom., atas bimbingan dan perhatian selama proses akademik berlangsung.
7. Dosen Pembimbing I, Ibu Desriyanti, S.T., M.Kom., atas kesabaran, koreksi, dan ilmu yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Dosen Pembimbing II, Bapak Ghulam Asrofi Buntoro, S.T., M.Eng., atas motivasi, masukan, dan semangat yang terus diberikan hingga skripsi ini terselesaikan.

9. Seluruh dosen dan staf akademik, atas ilmu, arahan, dan bimbingan yang telah membentuk karakter dan kemampuan akademik penulis.
10. Kakak tingkat angkatan 2019–2020, yang banyak memberikan arahan, berbagi pengalaman, dan menjadi panutan selama menempuh pendidikan.
11. Teman-teman angkatan 2021, yang telah menjadi sahabat seperjalanan, berbagi tawa, tantangan, dan perjuangan selama masa kuliah.
12. Adik tingkat angkatan 2022–2023, yang telah menjadi generasi penerus yang penuh semangat, dan turut memberi warna dalam perjalanan akademik ini.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas segala bantuan, dukungan, dan doa yang telah diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan sangat penulis hargai demi perbaikan di masa mendatang.

Akhirnya hanya kepada Allah SWT, kita kembalikan semua urusan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, semoga Allah meridhoi dan dicatat sebagai ibadah disisi-Nya, Aamiin.

Ponorogo, 05 Agustus 2025

Mahasiswa,



Muhammad Bayu Ihsan Firdaus

NIM. 21520681

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	ii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN.....	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI.....	v
HALAMAN MOTO	xi
HALAMAN PERSEMBAHAN	xii
ABSTRAK	xiii
KATA PENGANTAR.....	xiv
UCAPAN TERIMA KASIH	xivi
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxvi
DAFTAR LAMPIRAN	xxvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Pengertian Listrik.....	9

2.3	Listrik <i>Alternating Current (AC)</i> dan <i>Direct Current (DC)</i>	10
2.4	Efisiensi Energi Listrik	11
2.5	Sensor PZEM-004T	12
2.6	Sensor PZEM-017	13
2.7	Sensor Suhu DS18B20	14
2.8	<i>Real Time Clock (RTC)</i> DS3231	16
2.9	<i>TTL (Transistor-Transistor Logic)</i> to RS485.....	17
2.10	Mikrokontroler ESP 32	18
2.11	Buzzer	20
2.12	LCD TFT 160X128.....	22
2.13	<i>Internet of Things (IoT)</i>	24
2.14	Web Service	25
BAB 3	METODE PERANCANGAN	27
3.1	Studi Lapangan.....	27
3.2	Studi Literatur	27
3.3	Perencanaan Alat.....	27
3.3.1	Perencanaan Desain Alat.....	27
3.3.2	Perencanaan Kebutuhan Komponen	28
3.3.3	Cara Kerja Alat	30
3.4	Perancangan Alat	31
3.4.1	Perancangan Perangkat Keras	31
3.4.2	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	34
3.5	Uji Coba Alat	36
3.6	Evaluasi Hasil.....	40
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	41

4.1	Studi Lapangan.....	41
4.2	Studi Literatur	43
4.3	Tahap Perencanaan Alat.....	46
4.3.1	Perencanaan Desain Alat dan Website.....	46
4.3.2	Perencanaan Diagram Blok.....	47
4.3.3	Perencanaan Diagram <i>Wiring</i> Alat.....	48
4.4	Tahap Perancangan	49
4.4.1	Tahap Perancangan Perangkat Keras	49
4.4.2	Tahap Perancangan Perangkat Lunak	61
4.4.3	Tahap Perancangan Website	87
4.4.4	Integrasi dengan Website (<i>IoT</i>).....	94
4.5	Tahap Pengujian Alat.....	100
4.5.1	Pengujian Sensor PZEM-004T	100
4.5.2	Pengujian Sensor PZEM-017	109
4.5.3	Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	117
4.5.4	Pengujian Buzzer	120
4.5.5	Pengujian Website.....	124
4.5.6	Pengujian Keseluruhan.....	128
4.6	Evaluasi Hasil.....	135
BAB 5	PENUTUP.....	136
5.1	Kesimpulan	136
5.2	Saran.....	137
	DAFTAR PUSTAKA.....	138
	LAMPIRAN.....	143

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor PZEM-004T.....	12
Gambar 2.2 Sensor PZEM-017	14
Gambar 2.3 Sensor DS18B20	15
Gambar 2.4 <i>RTC</i> DS3231	16
Gambar 2.5 <i>TTL to</i> RS485	18
Gambar 2.6 Mikrokontroller ESP 32	19
Gambar 2.7 Buzzer.....	21
Gambar 2.8 LCD TFT 160x128.....	23
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	27
Gambar 3.2 Perencanaan Desain Alat Tampak Dalam.....	27
Gambar 3.3 Perencanaan Desain Alat Tampak Luar	28
Gambar 3.4 Perencanaan Desain Tampilan <i>Website</i>	28
Gambar 3.5 Diagram Blok Perangkat Keras.....	32
Gambar 3.6 Diagram <i>Wiring</i> Perangkat Keras	34
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Perangkat Lunak	35
Gambar 4.1 Dokumentasi Wawancara Bersama Narasumber	42
Gambar 4.2 Perencanaan Desain Alat.....	47
Gambar 4.3 Perencanaan Desain Tampilan Website.....	47
Gambar 4.4 Diagram Blok Sistem	48
Gambar 4.5 Diagram <i>Wiring</i> Alat.....	49
Gambar 4.6 Pemasangan Terminal Blok Distribusi Daya	51
Gambar 4.7 Pemasangan Mikrokontroler ESP32	52
Gambar 4.8 Pemasangan Sensor PZEM-004T.....	52
Gambar 4.9 Pemasangan Sensor PZEM-017	53
Gambar 4.10 Pemasangan Konverter <i>TTL to</i> RS485	54
Gambar 4.11 Pemasangan Sensor Suhu DS18B20	54
Gambar 4.12 Pemasangan Modul <i>RTC</i> DS3231	55
Gambar 4.13 Pemasangan Buzzer.....	55

Gambar 4.14 Pemasangan Layar LCD TFT	56
Gambar 4.15 Pemasangan Skun dan Kalibrasi <i>Output Power Supply</i>	57
Gambar 4.16 Pembuatan Lubang pada Box.....	57
Gambar 4.17 Pemasangan <i>Power Supply</i>	58
Gambar 4.18 Pemasangan Komponen Rangkaian Elektronik	59
Gambar 4.19 Pemasangan LCD TFT pada Panel Depan Box	59
Gambar 4.20 Pemasangan Terminal Blok <i>Input</i> dan <i>Output</i> Sistem	60
Gambar 4.21 Pemeriksaan Akhir dan Perbandingan Hasil Realisasi	60
Gambar 4.22 Proses <i>Install</i> Aplikasi Arduino IDE Pada Laptop.....	61
Gambar 4.23 Langkah Membuka Aplikasi Arduino IDE	61
Gambar 4.24 Pembuatan <i>Source Code</i> Judul Dan <i>Header</i>	62
Gambar 4.25 Pembuatan <i>Source Code Library</i>	62
Gambar 4.26 Pembuatan <i>Source Code</i> Konfigurasi Pin.....	63
Gambar 4.27 Pembuatan <i>Source Code</i> Konfigurasi Warna.....	64
Gambar 4.28 Pembuatan <i>Source Code</i> Inisialisasi Sensor.....	64
Gambar 4.29 Pembuatan <i>Source Code</i> Variabel Data	65
Gambar 4.30 Pembuatan <i>Source Code</i> Variabel Sistem.....	66
Gambar 4.31 Pembuatan <i>Source Code</i> Deklarasi Fungsi	67
Gambar 4.32 Pembuatan <i>Source Code</i> <i>Setup</i> Awal.....	68
Gambar 4.33 Pembuatan <i>Source Code</i> Program Utama	70
Gambar 4.34 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Mengatur Waktu	71
Gambar 4.35 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Baca Sensor.....	72
Gambar 4.36 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi <i>ZeroIfNan</i>	73
Gambar 4.37 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi <i>Update Status</i>	74
Gambar 4.38 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi <i>Status Abnormal</i>	75
Gambar 4.39 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Mengontrol Buzzer	77
Gambar 4.40 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Bunyi Buzzer.....	78
Gambar 4.41 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Tampilan Data di LCD	79
Gambar 4.42 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Menampilkan <i>SplashScreen</i>	80
Gambar 4.43 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Cetak Teks Tengah Layar	82
Gambar 4.44 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Cetak Label dan Nilai	83

Gambar 4.45 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Cetak Label <i>String</i>	83
Gambar 4.46 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Cetak ke <i>Serial Monitor</i>	84
Gambar 4.47 Pemilihan <i>Board</i> Pada Arduino IDE	86
Gambar 4.48 Pemilihan <i>Port</i> Pada Arduino IDE	86
Gambar 4.49 Proses <i>Upload Source Code</i> Pada Arduino IDE	87
Gambar 4.50 Hasil Pembuatan <i>Route Web</i>	89
Gambar 4.51 Output <i>JSON</i> Saat Data Dikirim ke <i>Server</i>	89
Gambar 4.52 Pengiriman Data Dari ESP 32 ke <i>Server</i>	90
Gambar 4.53 Mengambil Data dari <i>API Laravel</i>	90
Gambar 4.54 Pembuatan Tabel untuk Menampung Nilai Sensor	91
Gambar 4.55 Desain Awal <i>Dashboard</i>	92
Gambar 4.56 Fungsi Tabel <i>Setting</i>	92
Gambar 4.57 Struktur Folder Web	93
Gambar 4.58 Tabel Sensor	94
Gambar 4.59 Hasil Website Yang Telah Dibuat	94
Gambar 4.60 Pembuatan <i>Source Code</i> Library dan Variabel Web	95
Gambar 4.61 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Koneksi ke <i>Wi-Fi</i>	95
Gambar 4.62 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Pemanggil Kirim Data	96
Gambar 4.63 Pembuatan <i>Source Code</i> Fungsi Kirim Data ke <i>Server</i>	97
Gambar 4.64 Pemilihan <i>Board</i> Pada Arduino IDE	98
Gambar 4.65 Pemilihan <i>Port</i> Pada Arduino IDE	99
Gambar 4.66 Proses <i>Upload Source Code</i> Pada Arduino IDE	99
Gambar 4.67 Hasil Pengujian Tegangan (V) Menggunakan Multimeter	102
Gambar 4.68 Hasil Pengujian Tegangan (V) Pada <i>Serial Monitor</i>	102
Gambar 4.69 Grafik Hasil Pengujian Tegangan (V)	103
Gambar 4.70 Hasil Pengujian Arus (A) Menggunakan Multimeter	103
Gambar 4.71 Hasil Pengujian Arus (A) Pada <i>Serial Monitor</i>	104
Gambar 4.72 Grafik Hasil Pengujian Arus (A)	104
Gambar 4.73 Hasil Pengujian Daya (W) Menggunakan Rumus	105
Gambar 4.74 Hasil Pengujian Daya (W) Pada <i>Serial Monitor</i>	105
Gambar 4.75 Grafik Hasil Pengujian Daya (W)	106

Gambar 4.76 Hasil Pengujian Energi (kWh) Dengan Rumus.....	106
Gambar 4.77 Hasil Pengujian Energi (kWh) Pada <i>Serial Monitor</i>	106
Gambar 4.78 Grafik Hasil Pengujian Energi (kWh).....	107
Gambar 4.79 Hasil Pengujian Frekuensi (Hz) Menggunakan Multimeter	108
Gambar 4.80 Hasil Pengujian Frekuensi (Hz) Pada <i>Serial Monitor</i>	108
Gambar 4.81 Grafik Hasil Pengujian Frekuensi (Hz).....	109
Gambar 4.82 Hasil Pengujian Tegangan (V) Menggunakan Multimeter.....	111
Gambar 4.83 Hasil Pengujian Tegangan (V) Pada <i>Serial Monitor</i>	112
Gambar 4.84 Grafik Hasil Pengujian Tegangan (V).....	112
Gambar 4.85 Hasil Pengujian Arus (A) Menggunakan Multimeter	113
Gambar 4.86 Hasil Pengujian Arus (A) Pada <i>Serial Monitor</i>	113
Gambar 4.87 Grafik Hasil Pengujian Arus (A).....	114
Gambar 4.88 Hasil Pengujian Daya (W) Menggunakan Rumus	114
Gambar 4.89 Hasil Pengujian Daya (W) Pada <i>Serial Monitor</i>	114
Gambar 4.90 Grafik Hasil Pengujian Daya (W)	115
Gambar 4.91 Hasil Pengujian Energi (kWh) Menggunakan Rumus	115
Gambar 4.92 Hasil Pengujian Energi (kWh) Pada <i>Serial Monitor</i>	116
Gambar 4.93 Grafik Hasil Pengujian Energi (kWh).....	116
Gambar 4.94 Hasil Pengujian Suhu Menggunakan Termometer.....	119
Gambar 4.95 Hasil Pengujian Suhu Pada <i>Serial Monitor</i>	119
Gambar 4.96 Grafik Hasil Pengujian Suhu.....	120
Gambar 4.97 Hasil Pengujian Buzzer Untuk Notifikasi	122
Gambar 4.98 Hasil Pengujian Buzzer Pada <i>Serial Monitor</i>	123
Gambar 4.99 Grafik Hasil Pengujian Buzzer Untuk Notifikasi.....	123
Gambar 4.100 Hasil Pengujian Website.....	126
Gambar 4.101 Hasil Pengujian Website Pada <i>Serial Monitor</i>	126
Gambar 4.102 Grafik Hasil Pengujian Website	127
Gambar 4.103 Hasil Pengujian Keseluruhan	131
Gambar 4.104 Hasil Pengujian Keseluruhan Pada <i>Serial Monitor</i>	131
Gambar 4.105 Hasil Pengujian Keseluruhan Pada Website Menu <i>Dashboard</i> ...	131

Gambar 4.106 Hasil Pengujian Keseluruhan Pada Website Menu Data Efisiensi Energi	132
Gambar 4.107 Hasil Pengujian Keseluruhan Pada Website Menu Laporan Data	132
Gambar 4.108 Hasil Pengujian Keseluruhan Pada Website Menu <i>Setting</i>	132
Gambar 4.109 Grafik Hasil Pengujian Keseluruhan.....	134



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor PZEM-004T	13
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor PZEM-017	14
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor DS18B20.....	15
Tabel 2.4 Spesifikasi <i>RTC</i> DS3231	17
Tabel 2.5 Spesifikasi <i>TTL to RS485</i>	18
Tabel 2.6 Spesifikasi Mikrokontroler ESP 32.....	20
Tabel 2.7 Spesifikasi buzzer.....	22
Tabel 2.8 Spesifikasi LCD TFT 160x128	23
Tabel 3.1 Kebutuhan Komponen.....	29
Tabel 3.2 Pengukuran Tegangan <i>AC</i>	36
Tabel 3.3 Pengukuran Arus <i>AC</i>	36
Tabel 3.4 Pengukuran Daya <i>AC</i>	36
Tabel 3.5 Pengukuran Energi <i>AC</i>	37
Tabel 3.6 Pengukuran Frekuensi <i>AC</i>	37
Tabel 3.7 Pengukuran Tegangan <i>DC</i>	37
Tabel 3.8 Pengukuran Arus <i>DC</i>	37
Tabel 3.9 Pengukuran Daya <i>DC</i>	38
Tabel 3.10 Pengukuran Energi <i>DC</i>	38
Tabel 3.11 Pengukuran Suhu Sensor DS18B20	38
Tabel 3.12 Hasil Pengujian Buzzer Untuk Notifikasi	38
Tabel 3.13 Hasil Pengujian Website.....	39
Tabel 3.14 Hasil Pengujian Keseluruhan	39
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tegangan (V)	102
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Arus (A)	104
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Daya (W).....	105
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Energi (kWh)	107
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Frekuensi (Hz)	108
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Tegangan (V)	112
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Arus (A)	113

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Daya (W).....	115
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Energi (kWh)	116
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Suhu	119
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Buzzer Untuk Notifikasi	123
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Website.....	127
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Keseluruhan	133



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Sistem.....	143
Lampiran 2 Surat Keterangan Plagiasi.....	144
Lampiran 3 Bukti Submit Artikel.....	145

