



SMARTURA: PERANCANGAN TERMINAL LISTRIK PINTAR DENGAN PEMANTAUAN ENERGI DAN KENDALI BEBAN

CHIKA HAYYA SABILLAH



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Smartura: Perancangan Terminal Listrik Pintar dengan Pemantauan Energi dan Kendali Beban” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Chika Hayya Sabillah
J0404221067



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



ABSTRAK

CHIKA HAYYA SABILLAH. Smartura: Perancangan Terminal Listrik Pintar dengan Pemantauan Energi dan Kendali Beban. Dibimbing oleh RIDWAN SISKANDAR

Terminal listrik konvensional masih bersifat pasif karena hanya berfungsi sebagai penyalur daya tanpa menyediakan pemantauan energi dan kendali beban jarak jauh. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan Smartura sebagai terminal listrik pintar berbasis *Internet of Things* yang terintegrasi dengan ESP32, Firebase, dan *website* pada sistem kelistrikan AC 220 V / 50 Hz. Sistem dirancang untuk melakukan kendali on/off, pemantauan tegangan, arus, estimasi daya, informasi total energi dan informasi estimasi biaya, serta proteksi *overload*. Hasil pengumpulan data pada tanggal 5-11 Juni 2026 menghasilkan 6.193 data dengan rata-rata tegangan 213,15 V, rata-rata arus 0,164 A, rata-rata daya 35,07 W, total estimasi energi 3,62 kWh, dan estimasi biaya sebesar Rp5.229,29. Hasil validasi menunjukkan nilai MAPE sensor tegangan sangat baik sebesar 1,69% dan nilai sensor arus cukup baik sebesar 12,38%. Sistem juga dapat menjalankan kendali relay melalui *dashboard* dan memutuskan beban secara otomatis ketika kondisi *overload* terdeteksi. Dengan demikian, Smartura dapat digunakan sebagai prototipe terminal listrik pintar untuk pemantauan energi dan kendali beban listrik sederhana.

Kata kunci: *internet of things*, kendali beban, pemantauan energi, proteksi *overload*, terminal listrik pintar

ABSTRACT

CHIKA HAYYA SABILLAH. Smartura: Design of a Smart Electrical Terminal with Energy Monitoring and Load Control. Supervised by RIDWAN SISKANDAR.

Conventional electrical terminals are still passive because they only function as power distributors without providing energy monitoring and remote load control. This research aims to design and implement Smartura as a smart electrical terminal based on the Internet of Things, integrated with ESP32, Firebase, and a website on a 220 V / 50 Hz AC electrical system. The system is designed to perform on/off control, voltage monitoring, current monitoring, power estimation, total energy information, cost estimation information, and overload protection. Data collection from June 5 to June 11, 2026, resulted in 6,193 data points with an average voltage of 213.15 V, an average current of 0.164 A, an average power of 35.07 W, a total estimated energy of 3.62 kWh, and an estimated cost of Rp5,229.29. Validation results show a very good MAPE value of 1.69% for the voltage sensor and a fairly good value of 12.38% for the current sensor. The system can also perform relay control thru the dashboard and automatically disconnect the load when an overload condition is detected. Thus, Smartura can be used as a prototype of a smart electrical terminal for energy monitoring and simple electrical load control.

Keywords: energy monitoring, internet of things, load control, overload protection, smart electrical terminal



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

SMARTURA: PERANCANGAN TERMINAL LISTRIK PINTAR DENGAN PEMANTAUAN ENERGI DAN KENDALI BEBAN

CHIKA HAYYA SABILLAH

Laporan Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer

**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

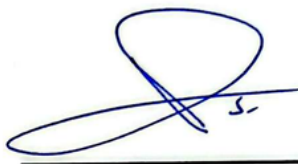
Penguji pada ujian Laporan Akhir: Aditya Wicaksono, S.Komp., M.Kom.

Judul Laporan Akhir : Smartura: Perancangan Terminal Listrik Pintar dengan
Pemantauan Energi dan Kendali Beban

Nama : Chika Hayya Sabillah
NIM : J0404221067

Disetujui oleh

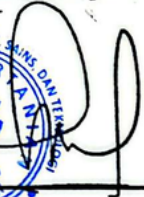
Pembimbing:
Dr. Ridwan Siskandar, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.
NPI 201811198611192014

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T
NIP 196607171992031003


Tanggal Ujian:
24 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah dengan judul “Smartura: Perancangan Terminal Listrik Pintar dengan Pemantauan Energi dan Kendali Beban” berhasil diselesaikan dan dapat disusun dengan baik. Laporan akhir ini merupakan hasil dari penelitian proyek akhir yang dilaksanakan di Laboratorium Bengkel Elektromekanik Sekolah Vokasi IPB yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2025 sampai bulan Juni 2026.

Dalam proses penyusunan laporan akhir ini, penulis telah menerima begitu banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada dosen pembimbing Dr. Ridwan Siskandar, S.Si., M.Si. yang dengan sabar memberikan arahan, masukan, serta motivasi sejak tahap perumusan ide hingga penyusunan laporan akhir ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada teknisi, laboran, dan seluruh civitas Laboratorium Bengkel Elektromekanik Sekolah Vokasi IPB yang telah memberikan izin, bantuan teknis, dan dukungan sarana prasarana yang digunakan selama pelaksanaan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang senantiasa mendoakan, memberikan dukungan moral maupun material, serta menjadi sumber semangat utama dalam menjalani perkuliahan dan menyelesaikan laporan akhir ini. Tidak lupa penulis berterima kasih kepada teman-teman lab bengkel serta sahabat dekat, atas kebersamaan, diskusi, dan dukungan yang membantu penulis melewati berbagai proses akademik hingga tahap saat ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat nyata bagi pihak yang membutuhkan serta berkontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Chika Hayya Sabillah



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penerapan Teknologi <i>Internet Of Things</i> dalam Rumah Tangga	7
2.2 Sistem <i>Monitoring</i> Tegangan, Arus, dan Daya	8
2.3 Komponen <i>Hardware</i>	9
2.4 Pengolahan Data pada Penggunaan Daya Listrik	13
2.5 Komponen <i>Software</i>	15
III METODE	17
3.1 Perancangan	19
3.2 Uji Kinerja	25
3.3 Teknik Analisis Data	28
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Prototipe Smartura	29
4.2 Implementasi Koneksi Wi-Fi pada ESP32	30
4.3 Implementasi <i>Website</i> dan Firebase	33
4.4 Hasil Pengujian <i>Monitoring</i> Tegangan, Arus, dan Estimasi Daya	34
4.5 Validasi Pembacaan Data Sensor Tegangan dan Arus	36
4.6 Hasil Estimasi Energi dan Biaya Konsumsi Listrik	37
4.7 Uji Kendali Relay, <i>Timer</i> , dan Proteksi <i>Overload</i>	39
V SIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Simpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	47
RIWAYAT HIDUP	62



DAFTAR TABEL

1	<i>Datasheet</i> sensor ZMPT101B	10
2	<i>Datasheet</i> sensor ACS712	11
3	<i>Datasheet</i> modul relay	12
4	<i>Datasheet</i> catu daya AC-DC Hi-Link	13
5	Kebutuhan <i>hardware</i>	18
6	Kebutuhan <i>software</i>	18
7	Inisialisasi pin <i>hardware</i> pada ESP32	20
8	Spesifikasi Smartura	29
9	Hasil pengumpulan data	35
10	Hasil <i>monitoring</i> data	35
11	Hasil pengujian serta validasi sensor	36
12	Hasil estimasi energi dan biaya konsumsi listrik	38

DAFTAR GAMBAR

1	<i>State of The Art</i> Smartura	5
2	Sensor tegangan ZMPT101B	9
3	Sensor arus ACS712	11
4	Modul relay 1 <i>channel</i>	12
5	Catu daya AC-DC	13
6	Firebase	15
7	Next.js	16
8	Metode penelitian	17
9	Diagram blok <i>hardware</i>	19
10	Rangkaian komponen <i>hardware</i>	20
11	<i>Flowchart</i> sistem <i>hardware</i>	21
12	Kode <i>website</i> untuk kontrol on/off	22
13	Kode <i>website</i> untuk kontrol <i>timer</i>	22
14	Kode <i>website</i> untuk <i>monitoring</i> data sensor	22
15	Kode <i>website</i> untuk situasi <i>overload</i>	23
16	Kode <i>website</i> untuk estimasi biaya	23
17	Desain <i>casing</i>	24
18	Kode koneksi jaringan Wi-Fi ESP32	25
19	Kode sistem kontrol on/off ESP32	26
20	Kode tampilan <i>monitoring</i> ESP32	26
21	Kode kontrol <i>timer</i> ESP32	27
22	Kode deteksi <i>overload</i> ESP32	27
23	Prototipe Smartura	29
24	Tampilan jaringan hotspot <i>SMARTURA_SETUP</i> pada daftar Wi-Fi	31
25	Halaman portal WiFi <i>Manager</i>	31
26	Konfigurasi SSID dan <i>password</i> Wi-Fi	32
27	Proses penyimpanan kredensial dan percobaan koneksi	32
28	<i>Dashboard</i> Smartura tampilan <i>monitoring</i> angka	34

29	<i>Dashboard Smartura tampilan monitoring grafik</i>	34
30	Grafik konsumsi energi (kWh)	38
31	Kondisi relay mati atau off	39
32	Kondisi relay aktif atau on	40
33	Kondisi <i>timer</i> aktif	40
34	Kondisi beban berlebih atau <i>overload</i>	41

DAFTAR LAMPIRAN

1	Gambar teknik bagian detail keseluruhan Smartura	49
2	Gambar teknik bagian detail atas Smartura	50
3	Gambar teknik bagian detail bawah Smartura	51
4	Tampilan <i>Landing Page</i> dan <i>Login</i>	52
5	Tampilan <i>landing page</i> dan <i>sign up</i>	52
6	Tampilan <i>password</i> tidak cocok saat konfirmasi	52
7	Tampilan saat <i>email</i> sudah terdaftar	53
8	Tampilan Smartura sedang digunakan dan <i>timer</i> aktif selama 1 menit	53
9	Tampilan terjadinya <i>overload</i> dan terminal dinonaktifkan	53
10	Tampilan grafik tegangan, arus dan estimasi daya pada <i>dashboard</i>	54
11	Rumus perhitungan <i>error</i> dan estimasi biaya pada Persamaan 5, Persamaan 6, Persamaan 7, dan Persamaan 8	55
12	Tampilan <i>source code</i> ESP32	57



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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