



**RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN DAN MONITORING
BEBAN LISTRIK APARTEMEN DENGAN MIKROKONTROLLER
DAN IOT**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh:

Muhammad Aza Syariq

40040622650044

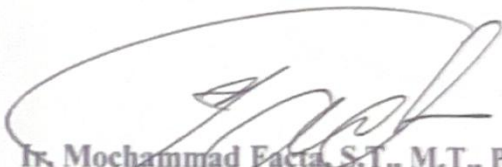
**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN DAN MONITORING
BEBAN LISTRIK APARTEMEN DENGAN MIKROKONTROLLER
DAN IOT

Diajukan Oleh : Muhammad Aza SYariq
NIM : 40040622650044

TELAH DISUSUN DAN DITERIMA OLEH

Dosen Pembimbing,


Ir. Mochammad Faeta, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197106161999031003

Tanggal, 27 Juli 2026

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


Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP. 197710012001121002

Tanggal, 27 Juli 2026.

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN DAN MONITORING
BEBAN LISTRIK APARTEMEN DENGAN MIKROKONTROLLER
DAN IOT

Diajukan oleh : Muhammad Aza Syariq

NIM : 40040622650044

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada :

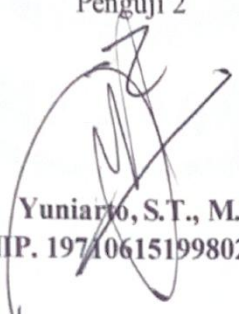
Hari : Senin

Tanggal : 27, Juli 2026

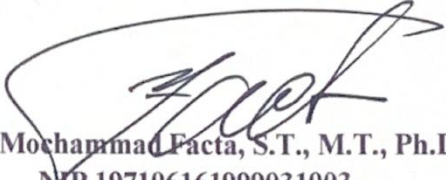
Penguji 1


Arkhan Subari, S.T., M.Kom.
NIP.197710012001121002

Penguji 2


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

Penguji 3


Ir. Mochammad Facta, S.T., M.T., Ph.D
NIP.197106161999031003

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknik Industri

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro


Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP.197710012001121002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Aza Syariq
NIM : 40040622650044
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas
Diponegoro
Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN DAN
MONITORING BEBAN LISTRIK APARTEMENT
DENGAN MIKROKONTROLLER DAN IOT

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 secara tertulis diacu 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, 27 Juli 2026

Yang membuat Pernyataan



Muhammad Aza Syariq

NIM. 40040622650044

HALAMAN PERSEMBAHAN

Selama proses penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak dukungan, pengetahuan dan pengalaman dari beberapa pihak. Oleh karena itu dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, karya ini penulis persembahkan kepada:

1. Allah SWT, Segala puji dan syukur kupersembahkan kepada-Mu, yang telah memberikan kehidupan, kesehatan, kekuatan, dan kesempatan untuk menyelesaikan karya ini. Tanpa rahmat dan ridho-Mu, perjalanan ini tidak akan sampai pada titik ini. Semoga setiap ilmu dan pengalaman yang didapat menjadi berkah bagi diri ini dan orang-orang di sekitar.
2. Kedua orang tua. Tiada kata yang cukup untuk menggambarkan betapa besar cinta, pengorbanan, dan doa yang telah kalian curahkan. Setiap tetes keringat dan setiap doa yang kalian panjatkan menjadi kekuatan bagi langkah-langkah penulis. Karya ini adalah bukti kecil dari segala harapan dan ajaran yang telah kalian tanamkan sejak kecil. Terima kasih atas segalanya.
3. Kak Zahra, Kak Salma, Azi Saudara penulis.
4. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
6. Bapak Ir. Mochammad Facta, S.T., M.T., Ph.D selaku pembimbing tugas akhir, yang dengan penuh kesabaran memberikan arahan, ilmu, dan bimbingan kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.
7. Seluruh dosen dan staff Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Informasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
8. Kepada pemilik NIM 40040622650030, terima kasih telah menjadi pemantik semangat bagi penulis untuk bangkit dan menyelesaikan berbagai kendala dalam tugas akhir ini.
9. Amin, Gilang, Vito, Adit, Rezdo dan Amri rekan terdekat di Teknik Listrik Industri. Terima kasih telah menjadi teman seperjuangan selama masa perkuliahan, khususnya sebagai sesama anak rantau dari Sumatera yang saling

mendukung dalam setiap proses. Semoga kesuksesan dan kesehatan selalu menyertai kalian, penulis sangat menantikan kabar baik di masa depan.

10. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Listrik Industri Angkatan 2022, terima kasih atas dukungan moral dan kebersamaan selama proses penyusunan laporan hingga tugas akhir ini selesai.
11. Diri Sendiri, terima kasih telah mampu bertahan dalam situasi sesulit apapun. Terima kasih telah berjuang dengan hebat dari semester pertama hingga titik akhir ini, serta tidak pernah menyerah untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai.
12. Seluruh Pihak, yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, saran, dan doa baik sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan maksimal.

ABSTRAK

Konsumsi energi listrik pada hunian apartemen cenderung tidak terpantau secara per ruangan karena meteran kWh analog hanya mencatat total konsumsi keseluruhan tanpa informasi distribusi daya per zona secara real-time. Penelitian ini merancang sistem pengaturan dan monitoring beban listrik apartemen berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor PZEM-004T, sensor infrared, dan modul relay 4 channel pada prototype miniatur apartemen empat zona ruangan. Sistem mampu mengukur tegangan, arus, daya aktif, dan energi kumulatif secara independen per ruangan, dengan pengendalian beban melalui mode otomatis berbasis sensor infrared maupun mode manual via aplikasi Blynk pada smartphone. Data monitoring dikirim ke platform Blynk untuk pemantauan real-time dan ke Google Spreadsheet sebagai penyimpanan data historis setiap 5 menit. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata error pengukuran tegangan 0,98%, arus 2,49%, dan daya aktif 1,71%, seluruhnya dalam batas toleransi spesifikasi. Sensor infrared mencapai keandalan 100% dengan respons relay kurang dari 200 ms, dan sistem kontrol jarak jauh via Blynk berhasil diuji pada jarak 1,7 km dengan latensi kurang dari 1 detik. Analisis pola konsumsi harian membuktikan beban puncak terjadi pada siklus malam dengan total daya rata-rata 106,58 W, meningkat 2,67 kali lipat dibandingkan siklus pagi.

Kata Kunci: *Monitoring Beban Listrik, IoT, ESP32, PZEM-004T, Sensor Infrared, Relay, Blynk, Google Spreadsheet, Apartemen.*

ABSTRACT

Electricity consumption in apartment buildings tends to go unmonitored per room since analog kWh meters only record total consumption without providing real-time power distribution information per zone. This research designs an IoT-based electrical load monitoring and control system for apartments using an ESP32 microcontroller, PZEM-004T sensor, infrared sensor, and 4-channel relay module on a four-zone miniature apartment prototype. The system measures voltage, current, active power, and cumulative energy independently per room, with load control through automatic mode based on the infrared sensor and manual mode via the Blynk application on a smartphone. Monitoring data is transmitted to the Blynk platform for real-time display and to Google Spreadsheet for historical data storage every 5 minutes. Test results show average measurement errors of 0.98% for voltage, 2.49% for current, and 1.71% for active power, all within specification tolerance limits. The infrared sensor achieved 100% detection reliability with relay response time under 200 ms, and the remote control system via Blynk was successfully tested at a distance of 1.7 km with latency under 1 second. Daily consumption pattern analysis proves peak load occurs during the night cycle with an average total power of 106.58 W, 2.67 times higher compared to the morning cycle.

Keywords: *Electrical Load Monitoring, IoT, ESP32, PZEM-004T, Infrared Sensor, Relay, Blynk, Google Spreadsheet, Apartment.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN DAN MONITORING BEBAN LISTRIK APARTEMENT DENGAN MIKROKONTROLLER DAN IOT” tanpa ada suatu halangan yang berarti. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penyusun banyak memperoleh petunjuk dan bimbingan dari berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan kali ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala, Segala puji dan syukur kupanjatkan kepada-Mu, yang telah memberikan kehidupan, kesehatan, kekuatan, dan kesempatan untuk menyelesaikan karya ini. Tanpa rahmat dan ridho-Mu, perjalanan ini tidak akan sampai pada titik ini. Semoga setiap ilmu dan pengalaman yang didapat menjadi berkah bagi diri ini dan orang-orang di sekitar.
2. Kedua orang tua. Tiada kata yang cukup untuk menggambarkan betapa besar cinta, pengorbanan, dan doa yang telah kalian curahkan. Setiap tetes keringat dan setiap doa yang kalian panjatkan menjadi kekuatan bagi langkah-langkah penulis. Karya ini adalah bukti kecil dari segala harapan dan ajaran yang telah kalian tanamkan sejak kecil. Terima kasih atas segalanya.
3. Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Ir. Mochammad Facta, S.T., M.T., Ph.D selaku pembimbing tugas akhir, yang dengan penuh kesabaran memberikan arahan, ilmu, dan bimbingan kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Listrik Industr Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro dan sebagai pembimbing laporan Tugas Akhir.
6. Seluruh dosen dan staff Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Informasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

7. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Angkatan 2022 yang telah memberikan dukungan selama penyusunan laporan tugas akhir.
8. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu atas bantuan dan saran yang telah diberikan sehingga laporan tugas akhir dapat diselesaikan dengan baik.

Semarang, 16 Juli 2026



Muhammad Aza Syarif
NIM.40040622650044

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir	2
1.5 Manfaat Tugas Akhir`	2
1.5.1 Bagi Penyusun.....	2
1.5.2 Bagi Pembaca.....	3
1.6 Metode Penelitian Yang Diusulkan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori.....	5

2.3 Parameter Listrik yang Diukur.....	6
2.3.1 Tegangan (Voltage).....	6
2.3.2 Arus (Current).....	7
2.3.3 Daya Listrik.....	7
2.3.4 Energi Listrik	8
2.3.5 Estimasi Biaya Listrik.....	8
2.3.6 Persentase Error Pengukuran	8
2.4 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	9
2.4.1 ESP32.....	9
2.4.2 Sensor PZEM-004T	10
2.4.3 Sensor Infrared (IR)	12
2.4.4 Modul Relay 4 Channel	14
2.4.5 PCB Lampu.....	16
2.4.6 PCB (Printed Circuit Board)	17
2.4.7 Power Supply Unit 12V	18
2.4.8 Modul MP1584	19
2.4.9 Papan MDF	20
2.4.10 Stop Kontak 1 Lubang	21
2.4.11 Box Module X4.....	23
2.4.12 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	23
2.4.13 Arduino IDE.....	24
2.4.14 Blynk.....	33
2.4.1 Google Spreadsheet.....	36
BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR	42
3.1 Metodologi Penelitian.....	42

3.1.1 Metode Observasi.....	42
3.1.2 Metode Studi Literatur	42
3.1.3 Metode Perancangan Sistem	43
3.1.4 Metode Implementasi & Perakitan	43
3.2 Diagram Blok Sistem	43
3.2.1 Diagram Blok Jalur Listrik	44
3.2.2 Diagram Blok Jalur Kontrol.....	45
3.2.3 Diagram Blok Jalur Komunikasi.....	46
3.3 Wiring Diagram	48
3.4 3D Wiring Diagram	49
3.5 Flowchart	55
3.6 Design 3D	59
BAB IV PEMBUATAN ALAT.....	62
4.1 Pembuatan Prototipe	62
4.1.1 Alat dan Bahan.....	63
4.1.2 Pembuatan Perangkat Elektrik	64
4.1.3 Pembuatan Prototype Miniatur Apartemen.....	69
4.2 Pembuatan Program Pada Arduino IDE	76
4.2.1 Deklarasi Pustaka dan Definisi Pin.....	77
4.2.2 Program Inisialisasi (<i>Setup</i>)	79
4.2.3 Struktur Program Utama (Loop)	80
4.2.4 Logika Otomatisasi Lampu Berbasis Sensor InfraRed	81
4.2.5 Pembacaan Data Sensor PZEM-004T.....	82
4.2.6 Perhitungan Agregasi Besaran Listrik	83
4.2.7 Pengiriman Data ke Dashboard Blynk.....	84

4.2.8 Penerimaan Perintah Kontrol dari Aplikasi Blynk.....	85
4.2.9 Sinkronisasi Waktu Real-Time (NTP).....	86
4.2.10 Penyusunan dan Pengiriman Data ke Spreadsheet.....	86
4.3 Pembuatan Perangkat Lunak Blynk.....	93
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT.....	99
5.1 Prosedur Pengujian dan Pengukuran	99
5.1.1 Langkah-Langkah Pengujian	100
5.1.2 Peralatan Pengujian.....	102
5.2 Pengujian dan Analisa Alat.....	102
5.2.1 Pengujian Sensor Infrared	103
5.2.2 Pengujian Akurasi Sensor PZEM-004T	103
5.2.3 Pengujian Kontrol Beban Jarak Jauh	110
5.2.4 Analisa Data Monitoring Harian.....	112
BAB VI PENUTUP	129
6.1 Kesimpulan	129
6.2 Saran.....	130
DAFTAR PUSTAKA	132
LAMPIRAN.....	135
LAMPIRAN 1 PEMOGRAMAN ESP32	135
LAMPIRAN 2 DOKUMENTASI	151
LAMPIRAN 3 DATASHEET	152

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Specification ESP32.....	10
Tabel 2.2 Specification PZEM-004T	12
Tabel 2.3 Specification Sensor Infrared.....	14
Tabel 2.4 Specification Modul Relay 4 Channel	16
Tabel 2.5 Specification PCB Lampu.....	17
Tabel 2.6 Specification Power Supply Unit 12V	19
Tabel 2.7 Specification Modul MP1584	20
Tabel 2.8 Spesification Papan MDF	21
Tabel 2.9 Spesification Box Module.....	23
Tabel 3.1 Konfigurasi Rangkaian MP1584.....	51
Tabel 3.2 Konfigurasi Rangkaian Sensor PZEM-004T	52
Tabel 3.3 Konfigurasi Rangkaian Sensor infrared	53
Tabel 3.4 Konfigurasi Rangkaian Relay 4 Channel	54
Tabel 4.1 Alat yang digunakan	63
Tabel 4.2 Bahan yang digunakan	63
Tabel 5.1 Peralatan Pengujian.....	102
Tabel 5.2 Pengujian Sensor Infrared	103
Tabel 5.3 Akurasi Pengukuran Tegangan	104
Tabel 5.4 Akurasi Pengukuran Arus	105
Tabel 5.5 Akurasi Pengukuran Daya Aktif.....	107
Tabel 5.6 Perhitungan Energi Kumulatif	108
Tabel 5.7 Perhitungan Estimasi Biaya Listrik.....	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ESP32	10
Gambar 2.2 Sensor PZEM-004T.....	12
Gambar 2.3 Sensor infrared	14
Gambar 2.4 Modul Relay 4 Channel.....	15
Gambar 2.5 PCB Lampu	17
Gambar 2.6 PCB (Printed Circuit Board)	18
Gambar 2.7 Power Supply Unit 12V	19
Gambar 2.8 Modul MP1584	20
Gambar 2.9 Papan MDF	21
Gambar 2.10 Stop Kontak 1 lubang.....	22
Gambar 2.11 Box Module.....	23
Gambar 2.12 Tampilan Antarmuka Arduino IDE.....	25
Gambar 2.13 Tampilan Antarmuka Arduino IDE.....	26
Gambar 2.14 Tampilan Antarmuka Arduino IDE.....	27
Gambar 2.15 Tampilan Board Manager.....	28
Gambar 2.16 Tampilan menu Tools untuk memilih Board	29
Gambar 2.17 Tampilan menu Tools untuk memilih Board	30
Gambar 2.18 Tampilan menu Tools untuk memilih Board	31
Gambar 2.19 Area Sketch Pada Arduino IDE	32
Gambar 2.20 Area Sketch Pada Arduino IDE	33
Gambar 2.21 Blynk	34
Gambar 2.22 Blynk Cloud Server.....	35
Gambar 2.23 Google Spreadsheets	36
Gambar 2.24 Proses pembuatan project baru pada Google Cloud Console.	37
Gambar 2.25 Proses pengisian nama project pada Google Cloud Console.....	38
Gambar 2.26 Tampilan project berhasil dibuat pada Google Cloud Console.....	38
Gambar 2.27 Proses membuka menu Service Account pada Google Cloud Console	39
Gambar 2.28 Proses pengisian nama Service Account.....	40

Gambar 2.29 Menambahkan library ESP_Google_Sheet_Client.h pada Arduino IDE	40
Gambar 2.30 Proses memasukkan Project ID, Client Email, dan Private Key pada Arduino IDE.....	41
Gambar 3.1 Diagram Blok Listrik	44
Gambar 3.2 Diagram Blok Kontrol.....	45
Gambar 3.3 Diagram Blok Komunikasi.....	46
Gambar 3.4 Wiring Diagram.....	48
Gambar 3.5 3D Wiring Diagram.....	49
Gambar 3.6 Rangkaian MP1584	50
Gambar 3.7 Rangkaian Sensor PZEM-004T	51
Gambar 3.8 Rangkaian Sensor infrared	53
Gambar 3.9 Rangkaian Relay 4 Channel	54
Gambar 3.10 Flowchart.....	56
Gambar 3.11 Design 3D Tampak Atas	59
Gambar 3.12 Design 3D Tampak Depan	60
Gambar 3.13 Design 3D Tampak Samping	60
Gambar 4.1 Layout PCB Tampak Depan	65
Gambar 4.2 Layout PCB Tampak Belakang.....	65
Gambar 4.3 Proses Pencetakan & Penyolderan PCB	68
Gambar 4.4 Integrasi Sistem	69
Gambar 4. 5 Proses Pemotongan Alas Papan MDF Menggunakan Mesin CNC..	70
Gambar 4.6 Proses Pemotongan Dinding Ruangan Menggunakan Mesin Laser Cutting.....	71
Gambar 4.7 Proses Pelubangan dan Pemasangan Komponen pada Alas Papan...	71
Gambar 4. 8 Hasil Pemasangan Komponen pada Alas Papan Prototype	72
Gambar 4.9 Pemasangan Sensor Infrared pada Dinding Setiap Ruangan	73
Gambar 4.10 Pemasangan PCB Lampu LED pada Setiap Ruangan	74
Gambar 4.11 Proses Pemasangan dan Perapian Kabel Antar Komponen	75
Gambar 4.12 Hasil Akhir Prototype Miniatur Apartemen.....	75
Gambar 4.13 Aplikasi Arduino IDE	76

Gambar 4.14 Tampilan awal Arduino IDE	77
Gambar 4.15 Deklarasi Pustaka dan Definisi Pin	77
Gambar 4.16 Definisi Pin.....	78
Gambar 4.17 Program Inisialisasi (<i>Setup</i>)	79
Gambar 4.18 Struktur Program Utama (Loop)	80
Gambar 4.19 Logika Otomatisasi Lampu Berbasis Sensor InfraRed	81
Gambar 4.20 Pembacaan Data Sensor PZEM-004T	82
Gambar 4.21 Perhitungan Agregasi Besaran Listrik.....	83
Gambar 4.22 Pengiriman Data ke Dashboard Blynk	84
Gambar 4.23 Penerimaan Perintah Kontrol dari Aplikasi Blynk.....	85
Gambar 4.24 Sinkronisasi Waktu Real-Time (NTP)	86
Gambar 4.25 Penyusunan dan Pengiriman Data ke Spreadsheet.....	86
Gambar 4.26 Fungsi <i>GsheetSetup()</i>	87
Gambar 4.27 Fungsi <i>sendToGoogleSheets()</i>	89
Gambar 4.28 Fungsi penyusunan objek JSON	91
Gambar 4.29 Memasukkan virtual pin "Tegangan"	94
Gambar 4.30 Memasukkan virtual pin "Arus"	94
Gambar 4.31 Memasukkan virtual pin "Daya"	95
Gambar 4.32 Memasukkan virtual pin "Energi" untuk nilai energi per ruangan..	95
Gambar 4.33 Memasukkan virtual pin "Biaya Per Hari"	96
Gambar 4.34 Memasukkan virtual pin "ROOM 1,2,3, dan 4" untuk mengontrol lampu per ruangan.....	96
Gambar 4.35 Memasukkan virtual pin "ROOM 1,2,3, dan 4" untuk nilai parameter per ruangan.....	97
Gambar 4.36 Hasil Datastreams setelah memasukkan Virtual Pin.....	97
Gambar 4.37 Pembuatan Dashboard untuk melihat Parameter dan Mengontrol Beban.....	98
Gambar 4.38 Mengcopy code Blynk pada menu device untuk di masukan ke pemograman.....	98
Gambar 4.39 Memasukkan Code ke dalam pemograman	98
Gambar 4. 40 Grafik Tegangan Per Ruangan 5 Juli 2026	113

Gambar 4.41 Grafik Arus Per Ruangan 5 Juli 2026	116
Gambar 5.1 Grafik Tegangan Per Ruangan 5 Juli 2026	113
Gambar 5.2 Grafik Arus Per Ruangan 5 Juli 2026	116
Gambar 5.3 Siklus Siang & Sore Pengujian Beberapa Ruangan Aktif.....	118
Gambar 5.4 Grafik Arus - Siklus Malam Beban Puncak Semua Ruangan.....	120
Gambar 5.5 Grafik Daya per Ruangan (06:00 - 24.00).....	122
Gambar 5.6 Grafik Akumulasi Energi per Ruangan (06:0 - 22:08).....	125
Gambar 5.7 Perbandingan Estimasi Biaya Listrik	127