

SKRIPSI

S-CLASS (*SMART CLASS*) SISTEM MANAJEMEN RUANG KELAS CERDAS BERBASIS IOT TERINTEGRASI PLATFORM PEMESANAN UNTUK OPTIMALISASI EFISIENSI ENERGI DAN PENJADWALAN AKADEMIK



Oleh:

VALENTINO HEMAN BUDIARTO

5103022014

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA**

2026

SKRIPSI

S-CLASS (*SMART CLASS*) SISTEM MANAJEMEN RUANG KELAS CERDAS BERBASIS IOT TERINTEGRASI PLATFORM PEMESANAN UNTUK OPTIMALISASI EFISIENSI ENERGI DAN PENJADWALAN AKADEMIK

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

VALENTINO HEMAN BUDIARTO

5103022014

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA**

2026

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan skripsi berjudul *S-CLASS (SMART CLASS) SISTEM MANAJEMEN RUANG KELAS CERDAS BERBASIS IOT TERINTEGRASI PLATFORM PEMESANAN UNTUK OPTIMALISASI EFISIENSI ENERGI DAN PENJADWALAN AKADEMIK* ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks seandainya diketahui bahwa laporan skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan skripsi ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik.

Surabaya, 7 Juli 2026

Mahasiswa,



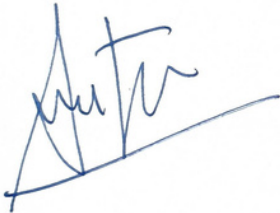
Valentino Heman Budiarto

NRP. 5103022014

LEMBAR PERSETUJUAN

Naskah skripsi berjudul **S-CLASS (SMART CLASS) SISTEM MANAJEMEN RUANG KELAS CERDAS BERBASIS IOT TERINTEGRASI PLATFORM PEMESANAN UNTUK OPTIMALISASI EFISIENSI ENERGI DAN PENJADWALAN AKADEMIK** yang ditulis oleh **Valentino Heman Budiarto / 5103022014** telah disetujui dan diterima untuk diajukan ke tim penguji.

Pembimbing I:



Drs. Ir. Peter Rathodirjo Angka, M.Kom., IPM., ASEAN Eng.

NIK. 511.88.0136

Pembimbing II:



Ir. Rasional Sitepu, M.Eng., IPU., ASEAN Eng.

NIK. 511.89.0154

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi yang ditulis oleh **Valentino Heman Budiarto / 5103022014** dengan judul **S-CLASS (SMART CLASS) SISTEM MANAJEMEN RUANG KELAS CERDAS BERBASIS IOT TERINTEGRASI PLATFORM PEMESANAN UNTUK OPTIMALISASI EFISIENSI ENERGI DAN PENJADWALAN AKADEMIK** disetujui pada tanggal 29 Juni 2026 dan dinyatakan LULUS.

Ketua Penguji,



Ir. Andrew Joewono, ST, MT., IPU., ASEAN Eng., APEC Eng.

NIK. 511.97.0291

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik,



Prof. Dr. Polycarpus Soetaredjo,

M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN

Eng.

NIK. 521.99.0391

Ketua Program Studi



D. Yulianto, ST., MT., IPU.,

ASEAN Eng

NIK. 511.99.0402

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Valentino Heman Budiarto

NRP : 5103022014

Menyetujui Skripsi/Karya Ilmiah saya, dengan judul **“S-CLASS (*SMART CLASS*) SISTEM MANAJEMEN RUANG KELAS CERDAS BERBASIS IOT TERINTEGRASI PLATFORM PEMESANAN UNTUK OPTIMALISASI EFISIENSI ENERGI DAN PENJADWALAN AKADEMIK”** untuk dipublikasikan / ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 7 Juli 2026

Mahasiswa,

Valentino Heman Budiarto

NRP. 5103022014

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan penyertaan-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Skripsi ini berjudul **"S-CLASS (SMART CLASS) Sistem Manajemen Ruang Kelas Cerdas Berbasis IoT Terintegrasi Platform Pemesanan untuk Optimalisasi Efisiensi Energi dan Penjadwalan Akademik"**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, dukungan, bimbingan, serta fasilitas yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Yuliati, S.Si., M.T., IPU., ASEAN Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
2. Drs. Ir. Peter Rathodirdjo Angka, M.Kom., IPM., ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Ir. Rasional Sitepu, M.Eng., IPU., ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan selama penyusunan skripsi ini.
4. Ir. Hartono Pranjoto, M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng. yang telah memberikan fasilitas Laboratorium Instrumentasi Elektronika dan Kecerdasan Buatan sehingga penelitian dan penyusunan skripsi ini dapat terlaksana dengan baik.

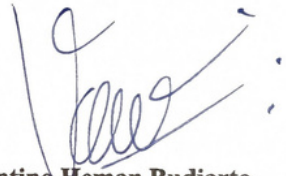
5. Andrew Febrian Miyata, S.T., M.Sc. yang telah membantu memfasilitasi berbagai kebutuhan penelitian sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Tim Pusat Data dan Informasi Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah membantu menyediakan dan memfasilitasi jaringan kampus yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian ini.
7. Staf Bagian Rumah Tangga Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah memberikan izin dan membantu proses pemasangan perangkat penelitian di ruang kelas.
8. Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang telah membantu proses administrasi, perizinan, serta surat-menyerat selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi.
9. Kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, perhatian, serta semangat kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyelesaian skripsi ini.
10. Saudari Maria Pingkan Putrika yang senantiasa memberikan doa, dukungan, perhatian, dan semangat kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Teman-teman Program Studi Teknik Elektro Angkatan 2022 Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang selalu memberikan dukungan, bantuan, dan semangat kepada penulis.
12. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan penelitian di masa mendatang.

Demikian skripsi ini disusun. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, almamater, serta perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang Teknik Elektro.

Surabaya, 7 Juli 2026

Penulis,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Valentino Heman Budiarto', with a large, stylized initial 'V'.

Valentino Heman Budiarto

NRP. 5103022014

ABSTRAK

Pemborosan energi di perguruan tinggi akibat kelalaian pengguna mematikan perangkat kelas merupakan tantangan operasional yang signifikan. Penelitian ini mengusulkan S-CLASS (*Smart Classroom Management System*), sistem terintegrasi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mengotomatisasi akses fisik dan kontrol kelistrikan. Sistem memadukan antarmuka Next.js, *Backend backend* Golang, *Home Assistant*, dan mikrokontroler ESP32-S3. Melalui otentikasi token unik, sistem secara otonom memutuskan daya kelistrikan (*auto-cutoff*) tepat saat durasi peminjaman akademik berakhir.

Hasil pengujian menunjukkan performa sistem yang responsif dengan latensi *Backend* <1 ms, jeda relai 90,4 ms, dan keandalan transmisi *IR Blaster* 100% hingga jarak 5 meter. Implementasi pemutusan daya berbasis jadwal terbukti menghemat energi sebesar 34,09%, yang divalidasi signifikan secara statistik melalui *Paired Sample T-Test* ($p\text{-value} = 0,0252$). Protokol paksa (*override*) suhu AC ke 24°C menekan pemborosan kompresor hingga 97,6%, dan algoritma pemutusan total pada hari libur mereduksi beban siaga menjadi 0 kWh. Didukung arsitektur *fail-safe* dan FreeRTOS, S-CLASS terbukti tangguh mengatasi anomali jaringan dan bentrok jadwal, menjadikannya solusi konkret untuk digitalisasi kampus cerdas yang hemat energi.

Kata Kunci: *Internet of Things*, Efisiensi Energi, Penjadwalan Akademik, *Smart Classroom*, ESP32, Golang.

ABSTRACT

Energy waste in higher education institutions due to users neglecting to turn off classroom appliances remains a significant operational challenge. This research proposes S-CLASS (Smart Classroom Management System), an integrated Internet of Things (IoT)-based solution to automate physical access and electrical control. The system architecture combines a Next.js interface, a Golang backend server, Home Assistant, and an ESP32-S3 microcontroller. Utilizing unique token authentication, the system autonomously cuts off electrical power (auto-cutoff) exactly when the academic booking duration ends.

Testing results demonstrate a highly responsive performance with server latency < 1 ms, a relay mechanical delay of 90.4 ms, and 100% IR Blaster transmission reliability up to a 5-meter distance. The schedule-based power cutoff implementation is proven to save 34.09% of energy, achieving absolute statistical significance validated via Paired Sample T-Test (p -value = 0.0252). An override protocol enforcing a standard AC temperature of 24°C reduces compressor waste by up to 97.6%, and a total cutoff algorithm during holidays reduces standby power load to 0 kWh. Supported by a fail-safe architecture and FreeRTOS, S-CLASS operates robustly against network anomalies and scheduling conflicts, providing a concrete and measurable solution for an energy-efficient smart campus digitalization.

Keywords: *Internet of Things, Energy Efficiency, Academic Scheduling, Smart Classroom, ESP32, Golang.*

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	5
1.5 Relevansi.....	6
1.6 Metodologi Perancangan	7
1.7 Sistematika Penulisan	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Konsep <i>Smart Classroom</i> dan Manajemen Energi	9
2.2 Mikrokontroler ESP32-S3 Capacitive Display	10
2.3 Perangkat Lunak Desain Antarmuka (<i>SquareLine Studio</i>).....	11
2.4 Pengendalian Perangkat	11
2.4.1 Infrared (IR) Blaster.....	11

2.4.2	<i>Smart Relay</i> (Saklar Pintar)	12
2.5	Platform <i>Home Assistant</i>	12
2.6	Framework Next.js (<i>Frontend</i>)	13
2.7	Golang (<i>Backend</i>)	13
2.8	Database PostgreSQL	14
2.9	Protokol Komunikasi Data.....	14
2.9.1	MQTT (<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>).....	14
2.9.2	REST API (<i>Representational State Transfer</i>)	15
BAB III METODE PERANCANGAN ALAT		16
3.1	Diagram Blok.....	16
3.2	Flowchart Cara Kerja Alat	19
3.2.1	Flowchart Pemesanan Ruang.....	19
3.2.2	Flowchart Aktivasi Fasilitas	22
3.2.3	Algoritma Logika Kontrol dan Keselamatan (<i>Safety Logic</i>).....	25
3.3	Perancangan Sistem	28
3.3.1	Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	28
3.3.2	Perancangan Basis Data (<i>Database</i>).....	36
3.3.3	Struktur dan Logika <i>Backend</i>	39
3.3.4	Perancangan Antarmuka Pengguna (<i>Interface</i>)	42
3.3.5	Konfigurasi Sistem Otomasi	56
3.4	Rencana Pengujian dan Pengukuran Alat.....	57
3.4.1	Pengujian Fungsionalitas Sistem	58
3.4.2	Pengujian <i>Usability</i>	58
3.4.3	Metode Analisis Data Statistik.....	60
BAB IV PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT.....		61
4.1	Pengukuran Kinerja Perangkat Lunak (<i>Backend API</i>)	61
4.1.1	Pengukuran Kinerja Sisi Pengguna (<i>User</i>)	61
4.1.2	Pengukuran Kinerja Sisi Administrator (<i>Admin</i>).....	62
4.2	Pengujian Integrasi Perangkat Keras	64

4.2.1	Pengujian Integrasi Skenario Otomasi (<i>Scene Integration</i>) dan-Pengakhiran Sesi Manual.....	64
4.2.2	Pengujian Pengakhiran Sesi Otomatis Berbasis Waktu (<i>Auto-Cutoff- Timeout</i>).....	66
4.2.3	Pengujian Pemancar Inframerah (<i>IR Blaster</i>).....	68
4.3	Analisis Penghematan Energi dan Efisiensi Kelistrikan.....	70
4.3.1	Analisis Pemutusan Daya Total Hari Libur (<i>Total Holiday Cutoff</i>)	70
4.3.2	Analisis Komparatif Konsumsi Daya: Mode <i>Turbo</i> (18°C) Mode- <i>Auto</i> (24°C).....	73
4.3.3	Analisis Efisiensi Energi Berbasis Integrasi Penjadwalan (<i>Scheduling System</i>).....	75
4.4	Pengujian <i>Usability</i> (Kebolehgunaan Sistem)	83
4.4.1	Hasil Evaluasi Kategori Pengguna.....	84
4.4.2	Hasil Evaluasi Kategori Administrator.....	86
4.5	<i>Pengujian Debugging dan Penanganan Kesalahan (Error-Handling)</i>	88
4.5.1	<i>Debugging</i> pada Sisi Perangkat Keras (ESP32)	89
4.5.2	<i>Debugging</i> dan Penanganan Kesalahan Sisi Perangkat Lunak- (<i>Web dan Backend</i>)	91
BAB V KESIMPULAN		94
5.1	Kesimpulan	94
5.2	Saran	97
DAFTAR PUSTAKA		99
LAMPIRAN		101

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 ESP32 LVGL Smart Display 7.0”	10
Gambar 3.1 Diagram Blok.....	18
Gambar 3.2 <i>Flowchart Web Booking</i>	21
Gambar 3.3 <i>Flowchart Hardware</i>	24
Gambar 3.4 Flowchart Monitoring.....	27
Gambar 3.5 Skema Rangkaian Wiring Sistem S-CLASS	30
Gambar 3.6 Realisasi Fisik Perangkat Keras S-CLASS.....	31
Gambar 3.7 ESP32 Relay (Slave).....	32
Gambar 3.8 Realisasi ESP32 Relay (Slave)	33
Gambar 3.9 Skema Wiring Smart Meter MCB untuk Jalur- Kelistrikan D101.....	34
Gambar 3.10 Skema Wiring Smart Meter MCB untuk Jalur Beban- Daya Tinggi (AC).....	35
Gambar 3.11 Entity Relationship Diagram (ERD) Basis Data- S-CLASS	36
Gambar 3.12 Desain Antarmuka Halaman Login Web S-CLASS.....	43
Gambar 3.13 Desain Antarmuka Halaman Dashboard Utama- Pengguna.....	44
Gambar 3.14 Desain Antarmuka Formulir Peminjaman Ruangan.....	44
Gambar 3.15 Desain Antarmuka Halaman Riwayat Peminjaman dan- Generate Token Akses.....	45
Gambar 3.16 Desain Antarmuka Halaman <i>Dashboard Admin</i>	46
Gambar 3.17 Desain Antarmuka Halaman Pemantauan Daya (Power- Monitoring).....	47
Gambar 3.18 Desain Antarmuka Halaman Approvals bagian Tab- Pending	48
Gambar 3.19 Desain Antarmuka Halaman <i>Approvals</i> bagian <i>Tab- Approved</i>	49
Gambar 3.20 Desain Antarmuka Halaman Approvals bagian Tab- Rejected	49
Gambar 3.21 Desain Antarmuka Halaman Manajemen Ruangan.....	50
Gambar 3.22 Desain Antarmuka Halaman Manajemen Jadwal Kuliah..	51
Gambar 3.23 Form Tambah Jadwal Kuliah Baru	52
Gambar 3.24 Tab Mode Kalender	52
Gambar 3.25 Desain Antarmuka Halaman Waktu (Standby Screen)	53
Gambar 3.26 Desain Antarmuka Halaman Otentikasi (Login Screen) ...	54
Gambar 3.27 Desain Antarmuka Halaman Kendali Utama (Dashboard- Screen)	54

Gambar 4.1	Grafik Perbandingan Rata-rata Pemborosan Energi- Harian Saat Libur.....	72
Gambar 4.2	Data Grafik 3 Juni dengan 17 Juni	77
Gambar 4.3	Data Grafik 4 Juni dengan 18 Juni	78
Gambar 4.4	Data Grafik 5 Juni dengan 19 Juni	79
Gambar 4.5	Grafik Batang Komparasi Rata-Rata Konsumsi Daya S- CLASS.....	81
Gambar 4.6	Kurva Distribusi Uji T Signifikansi Efisiensi Energi	82

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Daftar Kebutuhan Perangkat Keras	29
Tabel 3.2 Perancangan Tabel Pengguna (Users)	37
Tabel 3.3 Perancangan Tabel Rooms	37
Tabel 3.4 Perancangan Tabel Peminjaman (Bookings)	38
Tabel 3.5 Perancangan Tabel Jadwal Kuliah (Class Schedules)	39
Tabel 3.6 Matriks Hak Akses dan Interaksi Pengguna.....	55
Tabel 3.7 Rencana Pengujian Fungsionalitas Sistem	58
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Latency Backend User	61
Tabel 4.2 Hasil Pengukur Latency Backend Administrator	63
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Fungsionalitas Pengakhiran Sesi Manual	65
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sinkronisasi Pengakhiran Sesi Otomatis	67
Tabel 4.5 Matriks Pengujian Validasi Keberhasilan Sinyal IR Blaster...	69
Tabel 4.6 Komparasi Pemborosan Energi pada Sampel 10 Hari Libur ..	71
Tabel 4.7 Komparasi Konsumsi Daya AC Berdasarkan Pengaturan- Suhu (Durasi 1 Jam).....	74
Tabel 4.8 Komparasi Total Konsumsi Energi Harian (kWh).....	76
Tabel 4.9 Hasil Uji Paired Sample T-Test.....	80
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Usability Kategori Pengguna (n=37)	84
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Usability Kategori Administrator (n=6).....	86

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Backend bookingcontroller.go..... 101
Lampiran 2	Backend hardwarecontroller.go 110
Lampiran 3	Backend auth_ middleware.go..... 124
Lampiran 4	Source Code Antarmuka Web (Frontend) 126
Lampiran 5	Source Code ESP32-S3 7inch Capacitive Display 127
Lampiran 6	Source Code ESP32 DevkitV1 Relay 144
Lampiran 7	Tabel Data kWh 3 Juni 2026 151
Lampiran 8	Tabel Data kWh 4 Juni 2026 152
Lampiran 9	Tabel Data kWh 5 Juni 2026 153
Lampiran 10	Tabel Data kWh 17 Juni 2026 154
Lampiran 11	Tabel Data kWh 18 Juni 2026 155
Lampiran 12	Tabel Data kWh 19 Juni 2026 156