

ABSTRAK

Gedung Telkom University Landmark Tower (TULT) merupakan salah satu gedung perkuliahan yang berada di Universitas Telkom, pada setiap ruangan kelas sudah terpasang CCTV untuk memantau atau memonitor ruangan selama 24 jam. Berdasarkan hasil observasi dalam penggunaan fasilitas elektronik, pengguna secara tidak sengaja meninggalkan ruangan dengan kondisi lampu, TV, dan AC masih dalam keadaan menyala. Hal tersebut dapat mengakibatkan adanya kerugian dari Universitas Telkom karena harus membayar biaya penggunaan energi listrik lebih banyak.

Oleh karena itu pada penelitian ini, menjelaskan mengenai pengimplementasian *Intelligent Monitoring System* (IMS) yang digunakan untuk memantau dan mengontrol kondisi ruang kelas dari jarak jauh, alat yang digunakan untuk memantau ruang kelas adalah CCTV, sedangkan untuk alat kontrol menggunakan perangkat IoT, dan menggunakan sebuah *website* untuk mengetahui kondisi ruang kelas dari jarak jauh. Penulis menggunakan saklar yang dapat terhubung internet sebagai perangkat IoT untuk dapat mengontrol lampu, TV dan AC yang tersedia pada ruangan kelas. Dalam konteks ini, penulis menggunakan salah satu cabang ilmu *deep learning* dengan metode YOLOv8 dan nilai *confidence level* 0.1 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada ruang kelas. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode YOLOv8 dan nilai *confidence level* 0.1 dalam mendeteksi manusia pada ruang kelas diperoleh tingkat akurasi 100%, sensitifitas 100%, dan spesifisitas 100%. Sehingga metode YOLOv8 dan nilai *confidence level* 0.1 yang digunakan dalam penelitian ini.

Berdasarkan hasil penelitian mengungkapkan bahwa mayoritas pengguna memberikan penilaian sangat ramah pengguna (64,3%) dan ramah pengguna (28,6%) dengan skor 4-5 (skala 5) terhadap fitur pilihan pada menu *mobile website*, hal ini menunjukkan tingkat kepuasan tinggi terhadap efektivitas dan kegunaan fitur tersebut. Sementara itu, Sebagian kecil (7,1%) menyatakan cukup ramah pengguna terhadap fitur yang tersedia pada *mobile website*. Penelitian ini melibatkan 14 orang yang terdiri dari satpam, pegawai dan mahasiswa Universitas Telkom. Kesimpulan singkat dari pengimplementasian IMS ini menunjukkan bahwa sistem tersebut berhasil memenuhi kebutuhan teknis dan ekspektasi pengguna sebagai alat bantu yang efektif dalam menangani permasalahan.

kata kunci : Fasilitas Elektronik, IMS, Ruang Kelas, *Website*.

ABSTRACT

The Telkom University Landmark Tower (TULT) building is one of the lecture buildings at Telkom University, CCTV has been installed in each classroom to monitor the room 24 hours a day. Based on observations in the use of electronic facilities, users accidentally left the room with the lights, TV and AC still on. This could result in losses for Telkom University because they have to pay more costs for using electrical energy.

Therefore, in this research, we explain the implementation of an Intelligent Monitoring System (IMS) which is used to monitor and control classroom conditions remotely. The tool used to monitor the classroom is CCTV, while the control tool uses an IoT device, and uses a website to find out the condition of the classroom remotely. The author uses a switch that can be connected to the internet as an IoT device to control the lights, TV and AC available in the classroom. In this context, the author uses a branch of deep learning with the YOLOv8 method and a confidence level value of 0.1 to detect human presence in the classroom. The results of this test show that using the YOLOv8 method and a confidence level value of 0.1 in detecting humans in the classroom obtained an accuracy rate of 100%, sensitivity of 100% and specificity of 100%. So the YOLOv8 method and a confidence level value of 0.1 are used in this research.

Based on the research results, it is revealed that the majority of users rated the feature options on the mobile website as very friendly (64.3%) and friendly (28.6%) with a score of 4-5 (on a scale of 5), this indicates a high level of satisfaction with the effectiveness and usability of these features. Meanwhile, a small portion (7.1%) found the available features on the mobile website to be sufficiently friendly. This study involved 14 participants, including security guards, employees, and students from Telkom University. A brief conclusion from the implementation of IMS shows that the system successfully meets technical requirements and user expectations as an effective tool for problem-solving.

Keywords : Classrooms, Electronic Facilities, IMS, Website

KATA PENGANTAR

Dalam proses penyusunan buku Capstone Design ini, penulis ingin mengucapkan segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga dalam penulisan buku Capstone Design yang berjudul "***IMPLEMENTATION INTELLIGENT MONITORING SYSTEM BASED ON ELECTRICITY CONSUMPTION FOR TELKOM UNIVERSITY CLASSROOM***" dapat terselesaikan dengan baik. Buku Capstone Design ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi Universitas Telkom.

Buku Capstone Design ini diciptakan untuk membantu pihak kampus Universitas Telkom dalam menanggulangi pemborosan penggunaan konsumsi energi listrik yang mengakibatkan molanjaknya pembayaran/tagihan terhadap PLN.

Penulis mengakui dengan sadar bahwa naskah Capstone Design ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap mendapat kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata, penulis berharap kepada Tuhan Yang Maha Esa akan membalas kebaikan semua pihak yang telah berkontribusi dalam proses penulisan naskah Capstone Design ini. Penulis berharap buku ini dapat berguna bagi perkembangan pengetahuan.

Bandung, 1 Mei 2024

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam proses penyusunan buku ini, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih karena telah mendapatkan banyak bimbingan, bantuan dan semangat dari berbagai pihak yang membuat naskah Capstone Design ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan kali ini, penulis juga ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah S.W.T., berkat Rahmat dan Hidayah Nya, penulis diberikan kesehatan dan kelancaran dalam melaksanakan setiap proses demi proses dalam pengerjaan Capstone Design ini.
2. Bapak Suryo Adhi Wibowo, S.T., M.T, Ph.D. selaku pembimbing 1 yang telah membimbing dan memberikan bantuan, arahan serta saran dengan penuh kesabaran dalam proses penulisan naskah Capstone Design ini sehingga dapat selesai tepat waktu.
3. Bapak Taufan Umbara, S.T., M.M. selaku pembimbing 2 yang telah membimbing dan memberikan bantuan, arahan serta saran dengan penuh kesabaran dalam proses penulisan naskah Capstone Design ini sehingga dapat selesai tepat waktu.
4. Ibu Dr. Suci Aulia, S.T., M.T. yang telah membimbing dan memberikan bantuan, arahan serta saran dengan penuh kesabaran dalam proses penulisan naskah Capstone Design ini sehingga dapat selesai tepat waktu.
5. Bapak Adi Sulistyio, Ibu Neneng Rusi Rahmawati, adik Fauzi Dwi, keluarga besar, dan kerabat yang telah memberikan doa dan dukungan yang sangat besar sehingga penulis termotivasi untuk menyelesaikan Capstone Design ini.
6. Razel Hadjwan, A.Md.T. yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan bantuan yang tidak dapat penulis lupakan dalam pengerjaan Capstone Design ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan berkat dan rahmatnya kepada pihak yang terlibat untuk membantu untuk pengerjaan capstone design dalam proses penyusunan dan penulisan sampai akhir sehingga dapat terselesaikan dengan tepat waktu. Penulis menyadari bahwa penulisan capstone design masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangkitkan semangat penulis harapkan. Semoga penulisan capstone design ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 27 Mei 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
BUKU CAPSTONE DESIGN	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMAKASIH	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB 1 USULAN GAGASAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Informasi Pendukung Masalah	2
1.3 Analisis Umum	4
1.3.1 Aspek Ekonomi	4
1.3.2 Aspek Usability	4
1.3.3 Aspek Keberlanjutan	4
1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi.....	4
1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan	5
1.5.1 Karakteristik Produk.....	5
1.6 Analisis Solusi yang Ada.....	5
BAB 2 SPESIFIKASI DAN BATASAN SOLUSI	7

2.1	Dasar Penentu Spesifikasi.....	7
2.2	Batasan dan Spesifikasi.....	8
2.3	Pengukuran/Verifikasi Spesifikasi.....	9
BAB 3 DESAIN RANCANGAN SOLUSI.....		12
3.1	Alternatif Usulan Solusi.....	12
3.1.1	CCTV (<i>Closed Circuit Television</i>).....	12
3.1.2	Sensor PIR (<i>Passive Infrared Receiver</i>).....	13
3.1.3	Sensor HC-SR 04.....	13
3.1.4	YOLOv8.....	14
3.1.5	<i>Frame Difference</i>	16
3.2	Analisis dan Pemilihan Solusi.....	16
3.3	Desain Solusi Terpilih.....	19
3.3.1	Diagram Blok Sistem.....	19
3.3.2	<i>Flowchart</i> Perancangan IMS.....	20
3.3.3	<i>Flowchart Website</i>	21
3.4	Jadwal Pengerjaan dan Anggaran.....	22
3.4.1	Jadwal.....	22
3.4.2	Anggaran.....	23
BAB 4 IMPLEMENTASI.....		25
4.1	Deskripsi umum Implementasi.....	25
4.2	Detail Implementasi.....	26
4.2.1	Sub-sistem 1: <i>Hardware</i>	26
4.2.2	Sub-sistem 2: <i>People Detection</i>	35
4.2.3	Sub-sistem 3: <i>Website</i>	38
4.3	Prosedur Pengoperasian.....	43
BAB 5 PENGUJIAN SISTEM.....		45
5.1	Skema Pengujian Sistem.....	45

5.2	Detail Pengujian.....	46
5.2.1	Detail Pengujian <i>Hardware</i>	46
5.2.2	Detail Pengujian <i>People Detection</i>	48
5.2.3	Detail Pengujian <i>Website</i>	53
5.3	Analisis Hasil Pengujian	59
5.4	Kesimpulan	60
5.5	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN I		65
LAMPIRAN II		74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 CCTV	12
Gambar 3. 2 Sensor PIR	13
Gambar 3. 3 Sensor HC-SR 04.....	14
Gambar 3. 4 YOLOv8	14
Gambar 3. 5 Confusion Matrix	15
Gambar 3. 6 Diagram Blok Sistem.....	19
Gambar 3. 7 Flowchart Perancangan IMS.....	20
Gambar 3. 8 Flowchart Website	21
Gambar 4. 1 Diagram Cara Kerja IMS	25
Gambar 4. 2 Tampilan aplikasi Tuya pada Appstore	26
Gambar 4. 3 menunjukkan halaman proses pendaftaran akun sampai halaman antarmuka dari aplikasi.....	27
Gambar 4. 4 diagram alir dari saklar ke beban dan proses implementasi pada ruang kelas	27
Gambar 4. 5 Tampilan pemilihan device pada aplikasi.....	28
Gambar 4. 6 halaman menghubungkan saklar ke wifi dan halaman pada saat saklar sudah terhubung dan dapat digunakan pada aplikasi.	28
Gambar 4. 7 Diagram instalasi penerangan ruang kelas lantai 14.....	29
Gambar 4. 8 Diagram instalasi daya ruang kelas lantai 14.....	29
Gambar 4. 9 Diagram instalasi power AC ruang kelas lantai 14.....	30
Gambar 4. 10 Diagram Sistem Lampu	31
Gambar 4. 11 Diagram Sistem AC	32
Gambar 4. 12 Diagram sistem Stopkontak/TV.....	34
Gambar 4. 13 Tampilan Node-RED People Detection.....	37
Gambar 4. 14 Activity Diagram Login.....	38
Gambar 4. 15 Antarmuka Halaman Login.....	38
Gambar 4. 16 Activity Diagram Dashboard	39
Gambar 4. 17 Antarmuka Dashboard	39
Gambar 4. 18 Activity Diagram Class-1401	40
Gambar 4. 19 Antarmuka Halaman Class-1401	40
Gambar 4. 20 Activity Diagram Control System	41

Gambar 4. 21 Antarmuka Control System.....	42
Gambar 5. 1 Bagan dari Confusion Matrix People Detection	50
Gambar 5. 2 Hasil Survei Keramahan Pengguna Antarmuka	58
Gambar 5. 3 Hasil Survei Penilaian Terhadap Desain Antarmuka	58
Gambar 5. 4 Hasil Survei deskripsi website dalam satu kata atau lebih	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batasan dan Spesifikasi IMS	8
Tabel 3. 1 Verifikasi Hardware.....	10
Tabel 3. 2 Verifikasi Akurasi People Detection Menggunakan YOLOv8	10
Tabel 3. 3 Verifikasi spesifikasi UI/UX Website	11
Tabel 3. 4 Matriks Keputusan dalam Pemilihan Metode deteksi	17
Tabel 3. 5 Matriks Keputusan dalam Pemilihan Spesifikasi Sistem	18
Tabel 3. 6 Kategori Nilai dalam Skala Likert.....	18
Tabel 3. 7 Gantt Chart Jadwal Pengerjaan Proyek Capstone	22
Tabel 3. 8 Anggaran Proyek Capstone	23
Tabel 4. 1 Implementasi Saklar	32
Tabel 4. 2 Implementasi Remot AC	33
Tabel 4. 3 Implementasi Stopkontak	34
Tabel 4. 4 Prosedur Pengoprasian Intelligent Monitoring System	43
Tabel 5. 1 Tabel Skenario Pengujian Hardware	46
Tabel 5. 2 Pengujian People Detection Menggunakan YOLOv8 dengan Parameter Confidence Level (CL)	49
Tabel 5. 3 Hasil Penghitungan Confusion Matrix Berdasarkan Pengujian Confidence Level	50
Tabel 5. 4 Pengujian Dengan Kondisi Waktu Pagi, Siang, dan Malam dengan Confidence Level 0.1	51
Tabel 5. 5 Tabel Skenario Pengujian People Detection.....	52
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Halaman Antarmuka Login.....	53
Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Kontrol Ruangan Menggunakan Website	54

DAFTAR SINGKATAN

CD	:	<i>Capstone Design</i>
IMS	:	<i>Intelligent Monitoring System</i>
IoT	:	<i>Internet of Things</i>
AI	:	<i>Artificial Intelligence</i>
YOLO	:	<i>You Only Look Once</i>
TULT	:	Telkom University Landmark Tower
CCTV	:	<i>Closed-Circuit Television</i>
PIR	:	<i>Passive Infrared Receiver</i>
TV	:	Televisi
AC	:	<i>Air Conditioner</i>
VAC	:	<i>Volt Alternating Current</i>
CLAHE	:	<i>Contras Limited Adaptive Histogram Equalization</i>
CL	:	<i>Confidence Level</i>
JMS	:	Jumlah Manusia Sebenarnya
RGB	:	<i>Red Green Blue</i>
PBL	:	Pola Biner Lokal
UI	:	<i>User Interface</i>
UX	:	<i>User Experience</i>
TN	:	<i>True Negative</i>
TP	:	<i>True Positive</i>
FN	:	<i>False Negative</i>
FP	:	<i>False Positive</i>

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Gedung Telkom University Landmark Tower (TULT) merupakan salah satu gedung perkuliahan yang berada di Universitas Telkom. Terdapat sebanyak 80 ruangan kelas yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan belajar mengajar, pada setiap ruangan kelas sudah terpasang CCTV untuk memantau atau memonitor ruangan selama 24 jam. CCTV akan memantau kegiatan belajar mengajar dan juga dapat mengetahui kondisi di setiap ruangan setelah dilaksanakannya kegiatan belajar mengajar. Pelaksanaan kegiatan belajar mengajar pada ruangan kelas membutuhkan fasilitas elektronik yang memadai seperti tersedianya *Air Conditioner* (AC), TV, dan juga lampu. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut tentu diperlukannya energi listrik, hal ini dikarenakan fasilitas elektronik tersebut tidak bisa digunakan tanpa adanya energi listrik[1].

Dalam penggunaan fasilitas elektronik tersebut sering terabaikan secara tidak sengaja, pada saat pengguna meninggalkan ruangan kondisi lampu, TV, dan AC masih dalam keadaan menyala. Pernyataan ini berdasarkan hasil observasi dilapangan serta data yang diperoleh melalui ruang kontrol CCTV. Hal ini dapat mengakibatkan adanya kerugian dari Universitas Telkom karena harus membayar biaya penggunaan energi listrik lebih banyak [2].

Untuk mengatasi hal tersebut, setiap pengguna harus peduli dengan fasilitas komponen listrik yang sudah disediakan agar tidak terjadi hal-hal buruk seperti penggunaan energi listrik yang tidak efisien, biaya yang dikeluarkan bertambah, hingga terjadinya kerusakan pada komponen listrik atau korsleting listrik[3]. Maka, diperlukannya sistem yang dapat memantau dan mengontrol komponen listrik seperti, TV, AC, dan lampu pada ruang kelas dari jarak jauh. Sistem pemantauan dan kontrol dari jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT) sudah banyak diterapkan di berbagai industri dengan menggunakan sensor sebagai alat pendeteksi [4], sedangkan pada Tugas Akhir ini akan dirancang sebuah *intelligent monitoring system* berbasis *Artificial Intelligent* (AI) berdasarkan metode deteksi manusia menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO). Sistem ini memanfaatkan CCTV yang sudah terpasang di setiap ruangan kelas gedung TULT sebagai alat pemantauan. *Artificial Intelligent* (AI) adalah bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan

pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan bisa lebih baik daripada yang dilakukan manusia [5].

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Pada penelitian sebelumnya pada tahun 2021 yang berjudul “Pengembangan *Smart Home System* Berbasis Kecerdasan Buatan untuk Memanajemen Konsumsi Energi Rumah Tangga dengan Pendekatan Finansial” meneliti mengenai sistem rumah pintar yang dikendalikan oleh kecerdasan buatan untuk mengendalikan pemakaian energi berdasarkan besaran nilai tagihan bulanan. ESP32 digunakan sebagai perangkat *Internet of Things* (IoT) yang berfungsi mendeteksi keberadaan manusia dan mengukur energi listrik yang dikonsumsi. Data-data tersebut disimpan dalam *online web server* yang dibangun dari Raspberry Pi. Sistem ini dapat dimonitor dan dikendalikan oleh aplikasi berbasis Web. Aplikasi ini sudah diuji dengan menggunakan metode *Black Box*, hasilnya 100% aplikasi berjalan lancar. *Artificial Neural Network* diimplementasikan menggunakan bahasa *Python*, dengan 4 *input*, 2 *layer*, dan 4 *output* dimana masing-masing *layer* terdiri dari 4 neuron. Variabel masukan yang digunakan dalam ANN yaitu intensitas cahaya, temperatur ruangan, durasi waktu penggunaan ruangan, dan target biaya bulanan, sedangkan keluaran dari ANN ini yaitu durasi penggunaan peralatan listrik, dalam purwarupa ini yaitu durasi penggunaan AC, TV, *refrigerator*, dan lampu. Sistem sudah mampu berjalan dengan baik, mampu memberikan rekomendasi durasi maksimal penggunaan peralatan listrik dengan tingkat kesalahan sebesar 1,64% [6].

Sedangkan pada penelitian “*Prototype of smart office system using based security system*” membahas mengenai penelitian kantor pintar. Penelitian ini menyajikan *prototype* sistem kantor pintar yang dirancang sebagai sistem keamanan berdasarkan IoT. Metode pengembangan sistem *smart office* menggunakan model *waterfall*. Sistem perkantoran yang digunakan ialah *platform (project builder) cayenne*. Sehingga, data dapat diakses dan dikendalikan melalui jaringan internet dari jarak jauh, sistem kantor pintar ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai komponen mikrokontroler. Dalam penelitian ini, sistem *Smart Office* ialah mampu mendeteksi ancaman benda berbahaya yang terbuat dari logam, kebakaran, penyusup atau pencurian dan melakukan pemantauan di luar gedung dengan menggunakan kamera Raspberry Pi pada robot otonom secara *real time*[7].

Didukung dengan penelitian berjudul "*Smart Home Security System using Iot, Face Recognition and Raspberry Pi*" membahas mengenai sistem keamanan rumah menggunakan deteksi wajah pemilik rumah. Dalam makalah ini sistem dibuat dengan

bantuan pengenalan wajah untuk mengembangkan kunci pintu otomatis dan sistem buka kunci. Ini juga memberikan fasilitas untuk memantau rumah kita dari jarak jauh dan mengambil tindakan yang tepat jika terjadi kesalahan. Sistem ini menggunakan kamera Pi yang akan dipasangkan pada Raspberry pi disertai dengan *Passive Infrared* dan sensor lainnya. Kamera menangkap gambar orang di depan pintu, kemudian pengenalan wajah *real-time* dilakukan dengan menggunakan pola biner lokal (LBP), selanjutnya dilakukan pendeteksi apakah orang tersebut adalah anggota rumah atau orang asing. Jika yang terdeteksi orang asing, maka LED akan berubah menjadi merah dan pintu tidak akan terbuka dan fotonya akan dikirim ke ID Gmail pemilik rumah.

Dalam penelitian lain yang berjudul "Pembuatan Modul Deteksi Objek Manusia Menggunakan Metode YOLO untuk *Mobile Robot*" membahas mengenai metode *You Only Look One* (YOLO) yang digunakan untuk mendeteksi manusia. Langkah pertama ialah pengambilan data secara langsung, data yang diperoleh berjumlah 902 data tersebut dibagi menjadi 614 *image train* dan 288 *image test*. Selanjutnya dilakukan proses *training* menggunakan YOLOv4 dengan *pytorch*. *Training* dilakukan menggunakan *Google Colaboratory*. Proses *training* berlangsung menggunakan 4000 *max batch*, dengan *img size* 416 dan *batch size* 16 dengan jumlah 1 kelas, Berdasarkan hasil uji performa YOLOv4 diperoleh nilai mAP sebesar 87,03% dan waktu pemrosesan selama 116 detik dengan jumlah total gambar sebanyak 904 gambar[8]. Selanjutnya dalam penelitian yang berjudul "Analisa Kemampuan Algoritma YOLOv8 Dalam Deteksi Objek Manusia Dengan Metode Modifikasi Arsitektur" Pada penelitian ini dilakukan metode memodifikasi arsitektur pada YOLOv8 pada bagian *head* untuk digunakan mendeteksi objek manusia dalam gambar yang berbentuk *grayscale*. Proses *training* dilakukan sebanyak 4 kali menggunakan arsitektur *default*, Arsitektur model 1, 2 dan 3. Dengan hasil model default nilai mAP 76, Model 1 nilai mAP 66, model 2 nilai mAP 81 dan model 3 menghasilkan nilai mAP 80. Dari penelitian yang dilakukan modifikasi arsitektur YOLOv8 pada bagian *head* dapat mempengaruhi hasil *training* dan menghasilkan model yang lebih baik dari arsitektur *default* yang hanya menghasilkan nilai mAP 76. Hasil terbaik didapatkan pada model 2 dengan *layer* yang digunakan 40x40x512xW menghasilkan model dengan nilai mAP mencapai 81[9].

1.3 Analisis Umum

Analisa masalah berhubungan dengan latar belakang masalah yang sudah dibahas sebelumnya. Masalah yang ada harus dianalisis dari berbagai aspek. Aspek yang akan dijelaskan terdiri dari aspek ekonomi, aspek *usability*, dan aspek keberlanjutan. Berikut ini adalah beberapa aspek dalam implementasi *Intelligent Monitoring System*.

1.3.1 Aspek Ekonomi

Implementasi *Intelligent Monitoring System* memiliki keunggulan dalam pemantauan konsumsi energi listrik, pemantauan yang dilakukan dapat terpantau langsung melalui *website* sehingga penggunaan konsumsi energi listrik pada ruangan kelas TULT dapat dikontrol dari jarak jauh dan dapat dikontrol melalui ruang kontrol CCTV. Dengan adanya sistem pemantauan ini, maka pemakaian energi listrik pada ruang kelas lebih irit dan dapat menghemat biaya yang dikeluarkan.

1.3.2 Aspek Usability

Sistem ini menggabungkan teknologi IoT dan AI yang diimplementasikan kedalam *website* yang memungkinkan terciptanya solusi yang lebih efisien dalam *monitoring* konsumsi energi listrik. Serta memiliki tampilan yang sederhana sehingga mudah digunakan oleh pengguna.

1.3.3 Aspek Keberlanjutan

Sistem yang dirancang dapat melakukan pemantauan ruang kelas secara *real-time* dalam penggunaan energi listrik pada ruang kelas. Dikarenakan Sistem ini sudah berbasis AI sehingga dapat beradaptasi dengan pembaharuan teknologi kedepannya.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Untuk membuat sistem yang hasilnya akurat dibutuhkan metode atau algoritma yang tepat untuk mendeteksi keberadaan manusia pada ruang kelas. Dengan metode yang tepat maka akan tercipta hasil dengan akurasi yang tinggi. Adapun beberapa kebutuhan yang harus dipenuhi pada sistem ini, yaitu:

- a. Mendeteksi keberadaan manusia pada ruang kelas melalui CCTV.
- b. Memutus arus listrik yang mengalir ke lampu, TV, dan AC apabila tidak ada manusia diruang kelas.
- c. Dapat dipantau dan dikontrol dari jarak jauh menggunakan *website*.
- d. Sederhana sehingga mudah digunakan oleh siapa saja.
- e. Sistem harus selalu terhubung ke internet agar berjalan dengan baik.

1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

Berikut ini adalah penjelasan terkait solusi sistem yang ditawarkan sebagai bentuk penyelesaian dari permasalahan yang telah disebutkan sebelumnya.

1.5.1 Karakteristik Produk

- Fitur Utama

Intelligent Monitoring System dirancang berbasis AI berdasarkan metode deteksi manusia menggunakan algoritma YOLOv8 untuk penghematan konsumsi energi listrik. Apabila terdeteksi tidak adanya manusia di ruang kelas maka lampu, AC, dan TV akan otomatis mati dikarenakan terjadinya pemutusan arus listrik ke perangkat tersebut.

- Fitur Dasar

1. Fitur *Intelligent Monitoring System* yang mampu memberikan solusi yaitu pemantauan dan pengontrolan penggunaan energi listrik pada ruang kelas dari jarak jauh.
2. Dapat melakukan pemantauan penggunaan fasilitas yang dialiri arus listrik seperti TV, AC, dan lampu pada ruang kelas.
3. Dapat mengetahui kondisi fasilitas yang dialiri arus listrik pada ruang kelas.

- Fitur Tambahan

1. *Intelligent Monitoring System* dapat memutus arus listrik yang mengalir ke perangkat seperti lampu, AC, dan TV apabila sudah tidak ada manusia yang berada diruang kelas.
2. *Intelligent Monitoring System* mampu mengontrol ruang kelas seperti mematikan lampu, TV, dan AC dari jarak jauh.
3. Dapat menampilkan kondisi ruang kelas secara *real time* melalui *website*.
4. Sistem sudah terhubung ke internet sehingga dapat diakses dengan mudah.

1.6 Analisis Solusi yang Ada

Sehubung penggunaan komponen listrik yang ada di dalam ruang kelas sering terabaikan secara tidak sengaja dalam kondisi menyala pada saat pengguna meninggalkan ruangan sehingga menyebabkan pemakaian/penggunaan arus listrik yang kurang optimal. Maka, solusi yang diberikan yaitu sebuah rancangan yang diberi nama *Intelligent Monitoring System* berbasis AI berdasarkan metode deteksi manusia menggunakan algoritma YOLOv8. Apabila YOLOv8 mendeteksi adanya manusia diruang kelas, maka

kondisi AC, TV, dan lampu dalam keadaan menyala, sedangkan apabila YOLOv8 mendeteksi tidak adanya manusia diruang kelas, maka kondisi AC, TV, dan lampu akan otomatis dalam keadaan mati. Dengan demikian, hal ini dapat mempermudah dalam mengontrol konsumsi energi listrik pada ruang kelas. Selain sistem ini dapat berjalan secara otomatis, sistem ini juga dapat menggunakan fitur seperti mematikan komponen listrik yang ada diruang kelas dari jarak jauh sehingga dapat menghemat biaya energi listrik yang dikeluarkan.

BAB 2

SPESIFIKASI DAN BATASAN SOLUSI

2.1 Dasar Penentu Spesifikasi

Dalam perancangan tugas akhir ini, adanya permasalahan pada ruang kelas dalam penggunaan fasilitas elektronik dimana sering terabaikan secara tidak sengaja, pada saat pengguna meninggalkan ruangan kondisi lampu, TV, dan AC masih dalam keadaan menyala. Solusi yang diusulkan untuk mengatasi permasalahan tersebut ialah dengan merancang sebuah sistem yang dapat mematikan atau memutuskan aliran listrik dari sumber ke komponen elektronik tersebut. Spesifikasi dan batasan sistem ini akan ditetapkan sesuai dengan pedoman IEEE dalam Pengembangan Spesifikasi Persyaratan Sistem [IEEE Std. 1233-1998].

Menurut IEEE Std. 1233-1998, terdapat tiga factor krusial yang harus dipertimbangkan dalam menetapkan spesifikasi dan batasan, yaitu (1) pengguna, (2) lingkungan, (3) komunitas teknis [1]. Dari perspektif pengguna, diperoleh informasi mengenai kebutuhan ruang kelas untuk mengatasi permasalahan yang ada yang menjadi landasan utama dalam perancangan sistem. Dari segi lingkungan, akan di implementasikan sebuah sistem pada ruang kelas dengan menggunakan alat yang relevan dan tidak merusak lingkungan. Dari perspektif komunitas teknis, terdapat akses terhadap informasi mengenai detail teknis dan rancangan sistem yang akan di implementasikan. Rincian terperinci mengenai elemen-elemen ini akan disajikan pada bagian yang mengikuti.

Berdasarkan informasi dan saran yang diperoleh dari calon pengguna, yaitu staf logistik Universitas Telkom yang ditugaskan pada ruang control CCTV gedung TULT, serta studi literatur yang telah dilakukan, diperoleh 7 kebutuhan ruang kelas dan menjadi batasan sistem yang akan dirancang, 7 kebutuhan ruang kelas yang diperoleh sebagai berikut.

1. CCTV sebagai alat untuk memantau ruang kelas secara *real-time*.
2. Saklar lampu yang sudah terkoneksi dengan internet.
3. Sistem dapat mengambil gambar melalui CCTV yang sudah terpasang pada ruang kelas.
4. Sistem dapat mengirimkan data gambar dari CCTV ke sistem kontrol.
5. Sistem dapat memproses hasil gambar dan dapat mendeteksi keberadaan manusia pada ruang kelas.

6. Sistem harus memiliki ketepatan dalam mendeteksi manusia.
7. Sistem harus dapat memberikan informasi kondisi ruang kelas melalui *website*.

Setiap kebutuhan ruang kelas yang disebutkan di atas akan diubah menjadi spesifikasi teknis dengan mempertimbangkan standar yang terkait serta batasan-batasan yang ada. Rincian spesifikasi teknis akan disajikan secara terperinci dalam bagian berikutnya dari dokumen ini. Dokumen ini akan melanjutkan dengan penjelasan tentang metode verifikasi yang akan digunakan untuk memvalidasi setiap spesifikasi teknis yang telah ditetapkan dalam bagian terakhir.

2.2 Batasan dan Spesifikasi

Berdasarkan tujuh kebutuhan ruang kelas yang telah diidentifikasi untuk sistem yang akan dirancang dan yang akan diimplementasikan pada tugas akhir ini serta memperhatikan standar dan atau teori terkait IMS diperoleh Batasan dan spesifikasi teknis sistem seperti yang tercantum pada table 2.1 di bawah ini:

Tabel 2. 1 Batasan dan Spesifikasi IMS

<i>Marketing Requirements</i>	<i>Engineering Requirements</i>	<i>Justification</i>
1, 5, 6	Algoritma YOLOv8	Menurut teori yang dijelaskan dalam penelitian “Klasifikasi Penyakit Mata Berdasarkan Citra Fundus Menggunakan YOLOv8” karya Muhammad Nur Ihsan Muhlashin dan Arnisa Stefanie[10] Pengujian sistem dilakukan menggunakan gambar dengan berbagai jenis penyakit mata dan menghasilkan nilai akurasi yang sangat baik. Model yang dihasilkan menunjukkan nilai accuracy sebesar 92%, precision sebesar 91%, recall sebesar 92%, F1-score sebesar 91%.

<i>Marketing Requirements</i>	<i>Engineering Requirements</i>	<i>Justification</i>
1, 2, 3	Melakukan pengambilan gambar secara otomatis melalui CCTV.	Sistem akan melakukan pengambilan gambar melalui CCTV secara otomatis setiap 15 menit.
4, 7	<i>Artificial Intelligence</i>	Sistem akan memberikan informasi kondisi ruang kelas melalui <i>website</i> .
<p><i>IMS Requirements:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CCTV sebagai alat untuk memantau ruang kelas secara real-time. 2. Saklar lampu yang sudah terkoneksi dengan internet. 3. Sistem dapat mengambil gambar melalui CCTV yang sudah terpasang pada ruang kelas. 4. Sistem dapat mengirimkan data gambar dari CCTV ke sistem kontrol. 5. Sistem dapat memproses hasil gambar dan dapat mendeteksi keberadaan manusia pada ruang kelas. 6. Sistem harus memiliki ketepatan dalam mendeteksi manusia. 7. Sistem harus dapat memberikan informasi kondisi ruang kelas melalui <i>website</i>. 		

2.3 Pengukuran/Verifikasi Spesifikasi

Verifikasi metode dan prosedur untuk tiap spesifikasi teknis dituliskan dalam bentuk table yang terdiri dari tiga elemen kunci: (1) rincian, (2) metode pengujian, (3) prosedur pengujian. Deskripsi rinci mencakup informasi terperinci tentang parameter yang relevan dengan tugas akhir ini. Metode pengujian mencakup informasi mengenai prosedur sistem yang akan diimplementasikan. Sedangkan prosedur pengujian merupakan langkah-langkah penggunaan sistem yang dilakukan oleh pengguna.

Sistem yang akan dirancang untuk pemantauan dan pengontrolan ruang kelas dari jarak jauh dalam tugas akhir ini memiliki tiga spesifikasi teknis yang mencakup (1) *Hardware*, (2) *People Detection* Menggunakan Algoritma YOLOv8, (3) *UI/UX (User Interface/User Experience) website*. Adapun rincian metode verifikasi spesifikasi sebagai berikut.

2.3.1 Hardware

Pada bagian ini menjelaskan pengujian *hardware* yang akan diimplementasikan. *Hardware* ini akan diimplementasikan pada ruang kelas 14.01 gedung TULT. Adapun rincian metode verifikasi spesifikasi *hardware* yang tercantum pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3. 1 Verifikasi *Hardware*

Hal	<i>Hardware</i>
Rincian	<i>Hardware</i> akan diimplementasikan pada ruang kelas yang sudah ditentukan.
Metode Pengujian	<i>Hardware</i> akan dihubungkan ke internet Universitas Telkom
Prosedur Pengujian	Saklar akan diuji oleh pengguna ruangan kelas yang telah ditentukan.

2.3.2 People Detection Menggunakan Algoritma YOLOv8

Pada bagian ini menjelaskan pengujian terhadap deteksi manusia. Deteksi manusia dilakukan dengan menggunakan algoritma YOLOv8 dari gambar yang dihasilkan oleh CCTV yang terpasang di ruang kelas. Adapun rincian metode verifikasi spesifikasi akurasi algoritma YOLOv8 yang tercantum pada tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3. 2 Verifikasi Akurasi *People Detection* Menggunakan YOLOv8

Hal	Akurasi Algoritma YOLO
Rincian	Melakukan <i>tunning hyper parameter</i> pada pemodelan YOLOv8 untuk mendeteksi manusia pada gambar yang diperoleh dari CCTV ruang kelas agar mendapatkan tingkat akurasi >90%.
Metode Pengujian	Melakukan pengujian dengan menggunakan <i>hyper parameter</i> terbaik berdasarkan akurasi, sensitifitas, dan spesifisitas.
Prosedur Pengujian	Melakukan pengujian tingkat akurasi deteksi keberadaan manusia menggunakan YOLOv8.

2.3.3 UI/UX Website

Pada bagian ini menjelaskan pengujian terhadap *website*. *Website* yang dirancang akan menampilkan kondisi ruang kelas secara *real-time* dan dapat mengontrol fasilitas elektronik dari jarak jauh. Adapun rincian metode verifikasi spesifikasi *UI/UX website* yang tercantum pada tabel 3.3 di bawah ini.

Tabel 3. 3 Verifikasi spesifikasi *UI/UX Website*

Hal	<i>Website</i>
Rincian	Pengguna dapat menggunakan <i>website</i> dengan mudah.
Metode Pengujian	Pengujian dilakukan kepada <i>user</i> untuk menguji <i>website</i> secara langsung.
Prosedur Pengujian	<i>Website</i> digunakan oleh <i>user</i> . <i>User</i> harus bisa menjalankan <i>website</i> dengan lancar

BAB 3

DESAIN RANCANGAN SOLUSI

3.1 Alternatif Usulan Solusi

Terdapat beberapa alternatif solusi yang diusulkan untuk mengatasi permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini. Beberapa solusi yang diusulkan berdasarkan studi literatur yang telah dikaji dengan detail dan berdasarkan kondisi dilapangan pada saat melakukan observasi. Solusi yang akan dirancang dalam tugas akhir ini yaitu, merancang sebuah sistem yang bernama IMS untuk memantau dan mengontrol ruangan kelas pada gedung TULT dari jarak jauh. Dalam perancangan IMS ini membutuhkan alat pendukung yang akan digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia pada ruangan kelas, terdapat tiga alat dan dua mode deteksi yang diusulkan yaitu sebagai berikut.

3.1.1 CCTV (*Closed Circuit Television*)

CCTV merupakan sebuah alat teknologi yang telah mengubah lanskap keamanan modern. Sistem ini menggunakan kamera yang terhubung untuk merekam dan memantau aktivitas di suatu area tertentu secara *real-time*. CCTV memberikan manfaat nyata dalam mencegah kejahatan, menyediakan bukti untuk penyelidikan kriminal, dan meningkatkan rasa aman di masyarakat luas[11]. Selain itu, teknologi terkini juga memungkinkan integrasi CCTV dengan sistem kecerdasan buatan dan memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi dan efisiensi dalam pengawasan. Integrasi CCTV dengan AI telah membawa perubahan revolusioner dalam dunia pengawasan dan keamanan. Kombinasi ini memungkinkan sistem tidak hanya dapat merekam gambar, tetapi juga dapat menganalisis data secara otomatis, dan memberikan respons yang lebih cerdas. Seperti dalam sistem pendeteksi manusia dan objek, sistem pendeteksi manusia dan objek yang didukung oleh kecerdasan buatan memungkinkan CCTV untuk dapat mengidentifikasi manusia atau objek tertentu. Keberadaan CCTV tidak hanya terbatas pada pengawasan keamanan di tempat umum seperti pusat perbelanjaan, bandara, atau jalan-jalan kota, penggunaan CCTV juga semakin meluas di bidang pendidikan, di mana kamera-kamera tersebut dapat membantu memantau keamanan siswa dan karyawan, serta memberikan bukti yang nyata apabila terjadi sebuah insiden[9], [12].



Gambar 3. 1 CCTV

3.1.2 Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*)

Sensor PIR merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya pancaran sinar infra merah. Sensor PIR ini bersifat pasif, artinya sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah tetapi hanya menerima radiasi sinar infra merah dari luar[13]. Sensor ini biasanya digunakan dalam perancangan detektor gerakan berbasis PIR. Karena semua benda memancarkan energi radiasi, sebuah gerakan akan terdeteksi ketika sumber infra merah dengan suhu tertentu (misal: manusia) melewati sumber infra merah yang lain dengan suhu yang berbeda (misal: dinding), maka sensor akan membandingkan pancaran infra merah yang diterima setiap satuan waktu, sehingga jika ada pergerakan maka akan terjadi perubahan pembacaan pada sensor[14]. Sensor PIR bekerja ketika perubahan suhu terdeteksi, sensor PIR menghasilkan sinyal listrik yang menciptakan perubahan tegangan pada sensor. Sinyal ini kemudian diolah oleh unit pengolahan, seperti mikrokontroler, yang memberikan respons sesuai dengan konfigurasi aplikasi, seperti mengaktifkan alarm, membuka pintu otomatis, dan mengendalikan pencahayaan otomatis. Dengan kemampuan ini, sensor PIR memberikan solusi efektif untuk berbagai kebutuhan, seperti sistem keamanan, pencahayaan otomatis, dan penghematan energi.



Gambar 3. 2 Sensor PIR

3.1.3 Sensor HC-SR 04

Sensor HC-SR 04 adalah sebuah perangkat yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak. Prinsip kerjanya didasarkan pada waktu tempuh gelombang ultrasonik yang dipancarkan dan dipantulkan kembali dari suatu objek. Sensor ini terdiri dari dua modul utama, yakni pemancar ultrasonik dan penerima ultrasonik. Ketika sinyal Trig dikirimkan, sensor mengirimkan gelombang ultrasonik dan kemudian mendeteksi sinyal yang dipantulkan kembali oleh objek di sekitarnya. Melalui pengukuran waktu tempuh sinyal ini, sensor dapat menghitung jarak dengan menggunakan rumus yang memperhitungkan kecepatan suara. Sensor HC-SR04 memiliki empat pin utama, yaitu 3 VCC, Trig, Echo, dan GND, yang digunakan untuk menyediakan daya dan mengatur komunikasi dengan mikrokontroler atau perangkat lainnya. Keunggulan sensor ini terletak

pada harganya yang terjangkau, antarmuka yang sederhana, dan ketersediaan yang luas. Meskipun demikian, seperti halnya sensor ultrasonik pada umumnya, sensor HC-SR04 memiliki keterbatasan dalam presisi pengukuran dan sensitivitasnya terhadap objek dengan permukaan tidak rata. Sensor ini banyak digunakan dalam proyek robotika dan aplikasi otomatisasi lainnya, menjadikannya salah satu pilihan yang populer di kalangan pengembang elektronik[2].



Gambar 3. 3 Sensor HC-SR 04

3.1.4 YOLOv8

YOLO terus berkembang dengan dirilisnya YOLOv8 oleh tim ultralytics pada januari 2023. Terdapat 5 versi dalam YOLOv8 yaitu YOLOv8n (nano), YOLOv8s (kecil), YOLOv8m (medium), YOLOv8l (besar) dan YOLOv8x (sangat besar). YOLO merupakan metode machine learning untuk deteksi objek yang menggunakan jaringan syaraf tunggal pada gambar secara keseluruhan, yang membedakannya dari algoritma lain. Jaringan ini dapat memprediksi setiap *bounding box* dengan menggunakan fitur dari semua gambar. Hal tersebut dapat secara langsung memprediksi *bounding box* dan probabilitas dalam satu evaluasi[10]. Pengembang telah melakukan beberapa penyempurnaan untuk meningkatkan akurasi model dengan mengintensifkan penambahan data pada saat pelatihan. Salah satu fitur penting dari YOLOv8 adalah Kemampuan untuk menggabungkan gambar tambahan selama pelatihan online dan lebih efisien dibandingkan dengan versi sebelumnya karena menggunakan fitur mAP yang besar [15].



Gambar 3. 4 YOLOv8

3.1.4.1 Evaluation Metrics

Confusion matrix digunakan untuk mengevaluasi kinerja model *machine learning*. Menampilkan prediksi terhadap klasifikasi aktual dan klasifikasi prediksi yang berasal dari sistem[16]. Terdapat empat klasifikasi yang ada pada *confusion matrix* seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.5, dimana *True Negative* (TN) = sampel negative yang diklasifikasikan dengan benar, *True Positive* (TP) = sampel positif yang diklasifikasikan dengan benar, *False Negative* (FN) = sampel positif yang salah diklasifikasikan sebagai negatif, dan *False Positive* (FP) = sampel negative yang salah diklasifikasikan sebagai positif yang berasal dari nilai aktual dan prediksi. Kinerja model *people detection* pada sistem ini dihitung hanya menggunakan *accuracy*, *sensitivity*, dan *specificity*[17].

	<i>Actual</i>	
<i>Prediction</i>	TP	FP
	FN	TN

Gambar 3. 5 *Confusion Matrix*

Accuracy memberikan gambaran tentang seberapa baik model klasifikasi dalam memprediksi dengan benar kelas data. Dengan perhitungan rasio TP dikurang oleh TN dan dibagi terhadap semua dataset.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{(TP + TN + FP + FN)} \quad (1)$$

Sensitivity berfungsi untuk mengukur kemampuan model untuk mengidentifikasi semua sampel positif dengan benar. Dengan kata lain, sensitifitas mengukur kemampuan model untuk mengurangi jumlah FN, yaitu jumlah contoh positif yang salah diklasifikasikan sebagai negative.

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

Specificity mengukur kemampuan model untuk mengidentifikasi semua contoh negative dengan benar. Memberikan gambaran tentang seberapa baik model mampu mengurangi jumlah FP, yaitu jumlah contoh negatif yang salah diklasifikasikan sebagai positif.

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP} \quad (3)$$

3.1.5 *Frame Difference*

Algoritma *Frame Difference* digunakan untuk mengecek apakah ada perbedaan antara dua buah *frame* yang sedang dibandingkan. Apabila terdapat perbedaan, berarti ada pergerakan objek dalam citra *frame* tersebut. Beberapa tahapan yang diperlukan dalam melakukan proses pendeteksian gerakan ini yaitu proses *grayscale*, *binary image*, segmentasi, deteksi, pelacakan, pengenalan, dan perhitungan. Kamera yang digunakan untuk mengambil gambar haruslah tidak bergerak. Metode ini mengadopsi perbedaan berbasis *pixel* untuk menemukan sebuah objek yang bergerak [18].

3.2 Analisis dan Pemilihan Solusi

Dalam analisis dan pemilihan solusi untuk pengambilan keputusan sistem yang dirancang akan mempertimbangkan beberapa macam alat dan mode deteksi yang sesuai dengan kriteria seperti pada Tabel 3.4 dan 3.5. Kriteria yang akan digunakan dalam pemilihan solusi ini akan diberi penilaian dengan rentang satu sampai lima dan diberikan bobot yang berbeda-beda. Total dari penilaian tersebut nantinya akan diperoleh peringkat dan menjadikan peringkat pertama sebagai alat yang akan digunakan dalam perancangan sistem yang nantinya akan dibangun. Selanjutnya akan dijelaskan alat yang digunakan dalam pemilihan solusi yang sesuai.

Alat pertama yang harus dinilai adalah rancangan sistem yang akan dibangun dengan menggunakan CCTV. Dalam perancangan IMS, CCTV digunakan sebagai alat untuk memantau keberadaan manusia pada ruang kelas secara *real-time* dan akan terintegrasi dengan sistem AI. Dengan memanfaatkan integrasi antara CCTV dan sistem AI, hal ini dapat mendukung proses perancangan yang relevan dan lebih efisien dalam merancang IMS yang akan dibangun.

Alat kedua adalah rancangan sistem yang akan dibangun dengan menggunakan sensor PIR. Sensor PIR memiliki kemampuan untuk mendeteksi radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek atau sumber panas di sekitarnya. Dalam penelitian sebelumnya sensor PIR juga sering digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia pada sebuah area, sensitifitas dari sensor PIR adalah mengirimkan data hasil pengamatan ke alat mikrokontroler. Telah dilakukan percobaan dan telah terukur dengan delay rata-rata SMS 15.1 detik disamping itu sensor PIR ini juga memiliki jangkauan pembacaan efektif hingga 5 meter[19].

Selanjutnya alat yang ketiga adalah sensor HC-SR 04 (sensor untuk mengukur jarak menggunakan ultrasonik). Selain menggunakan CCTV dan sensor PIR pada tugas akhir ini juga menggunakan sensor HC-SR 04 sebagai alat untuk pendeteksi manusia dalam sebuah ruangan, dalam penelitian sebelumnya menjelaskan sensor HC-SR 04 memiliki prinsip kerja yang berdasarkan pada waktu tempuh gelombang ultrasonik yang dipancarkan dan dipantulkan kembali dari suatu objek. Sensor HC-SR 04 memiliki empat pin utama, yaitu VCC, Trig, Echo, dan GND, yang digunakan untuk menyediakan daya dan mengatur komunikasi dengan mikrokontroler atau perangkat lainnya. Sensor HC-SR 04 memiliki keunggulan yaitu harganya yang terjangkau, antarmuka yang sederhana, dan ketersediaan yang luas[20].

3.2.1 Matriks Keputusan Pemilihan Mode Deteksi

Berdasarkan analisa dan pemilihan solusi yang sudah dijelaskan diatas. Dalam perancangan sistem yang akan dibangun nantinya, juga dapat dilakukan dan dituliskan menggunakan matriks keputusan. Berikut merupakan alat yang diusulkan dalam pemilihan metode deteksi sesuai dengan Tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3. 4 Matriks Keputusan dalam Pemilihan Metode deteksi

Kriteria Produk	Bobot	CCTV		Sensor PIR		Sensor HC-SR 04	
		Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot
Biaya	30%	1	0.3	5	1.5	5	1.5
Ketahanan Jangka Panjang	25%	4	1	2	0.5	2	0.5
<i>Reliability</i>	23%	5	1.15	2	0.46	2	0.46
<i>Maintenance</i>	22%	4	0.88	3	0.66	3	0.66
Total Nilai		3.33		3.12		3.12	
Lanjutkan?		Ya		Tidak		Tidak	

Pada Tabel 3.4 menunjukkan analisis dan pemilihan solusi secara kuantitatif berdasarkan kriteria yang dijadikan acuan. Penilaian kuantitatif dinilai menggunakan skala likert dimana memiliki skor 1-5 pada setiap kriteria sesuai dengan penilaian masing-masing solusi yang ditawarkan seperti pada Tabel 3.6. Berdasarkan data pada tabel 3.4, perancangan sistem yang terpilih yaitu perancangan dengan menggunakan CCTV sebagai alat untuk memantau kondisi pada sebuah ruangan.

3.2.2 Matriks Keputusan Pemilihan Spesifikasi Sistem

Berdasarkan analisa dan pemilihan solusi yang sudah dijelaskan diatas. Dalam perancangan sistem yang akan dibangun nantinya, juga dapat dilakukan dan dituliskan menggunakan matriks keputusan. Berikut merupakan metode deteksi manusia yang diusulkan dalam pemilihan spesifikasi sistem sesuai dengan Tabel 3.5 dibawah ini.

Tabel 3. 5 Matriks Keputusan dalam Pemilihan Spesifikasi Sistem

Spesifikasi Sistem	Bobot	YOLO		<i>Frame Difference</i>	
		Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot
Tingkat Akurasi	20%	4	0.8	2	0.4
<i>Usability</i>	25%	4	1	3	0.75
Perkembangan Sistem	30%	5	1.5	3	0.9
Efisiensi	25%	2	0.5	3	0.75
Total Nilai		3.8		2.8	
Peringkat		1		2	
Lanjutkan?		Ya		Tidak	

Berdasarkan Tabel 3.5 menunjukkan analisis dan pemilihan spesifikasi sistem secara kuantitatif berdasarkan kriteria yang dijadikan acuan. Penilaian kuantitatif dinilai menggunakan skala likert dimana memiliki skor 1-5 pada setiap kriteria sesuai dengan penilaian masing-masing solusi yang ditawarkan seperti pada Tabel 3.6. Berdasarkan data pada tabel 3.5, spesifikasi sistem yang terpilih adalah dengan menggunakan algoritma YOLOv8 sebagai sistem yang digunakan dalam perancangan IMS.

Tabel 3. 6 Kategori Nilai dalam Skala Likert

Nilai	Keterangan
5	Sangat setuju/sangat memenuhi
4	Setuju/memenuhi
3	Cukup setuju/cukup memenuhi
2	Tidak setuju/tidak memenuhi
1	Sangat tidak setuju/sangat tidak memenuhi

Pada Tabel 3.6 menjelaskan mengenai kategori nilai dalam skala likert, dimana untuk masing-masing skor sudah dituliskan keterangan yang dijadikan acuan dalam

menentukan spesifikasi produk dan spesifikasi sistem yang akan memberikan keputusan dalam pemilihan solusi.

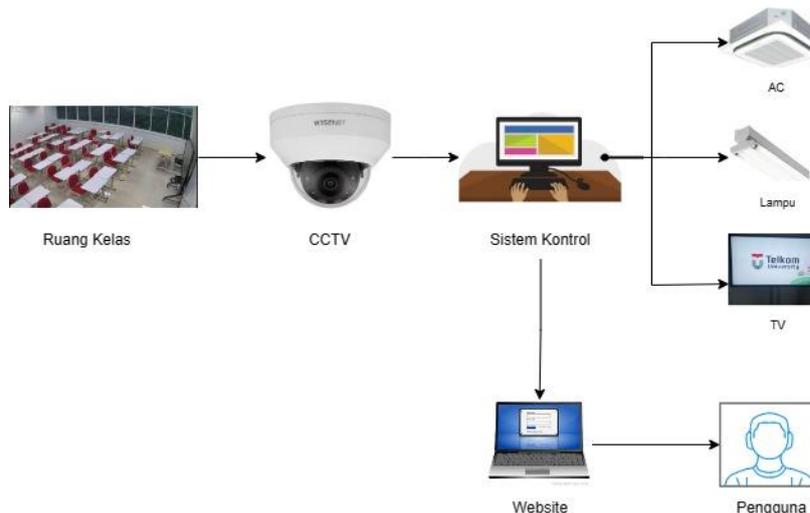
3.3 Desain Solusi Terpilih

Berdasarkan kriteria yang telah dipaparkan dan di nilai pada Tabel 3.4 dan Tabel 3.5, produk yang akan dibuat menggunakan CCTV sebagai alat untuk memantau, dan menggunakan algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi keberadaan manusia pada sebuah ruangan.

Selanjutnya akan dipaparkan rencana desain dari solusi yang terpilih. Pada tahap ini telah dibuat rancangan untuk IMS sesuai dengan Solusi yang telah terpilih. Rencana desain terpilih ini akan meliputi pembuatan blok diagram sistem, *flowchart* perancangan sistem, dan *Flowchart* sistem aplikasi *website*.

3.3.1 Diagram Blok Sistem

Pada Tugas Akhir ini telah dirancang *Intelligent Monitoring System based on Electricity Consumption for Telkom University Classroom* dengan menggunakan algoritma YOLOv8. Berikut blok diagram terkait penggunaan sistem secara umum yang terdapat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Diagram Blok Sistem

Berdasarkan Gambar 3.5 dapat dilihat diagram blok dari IMS, berikut ini penjelasan dari Gambar 3.5:

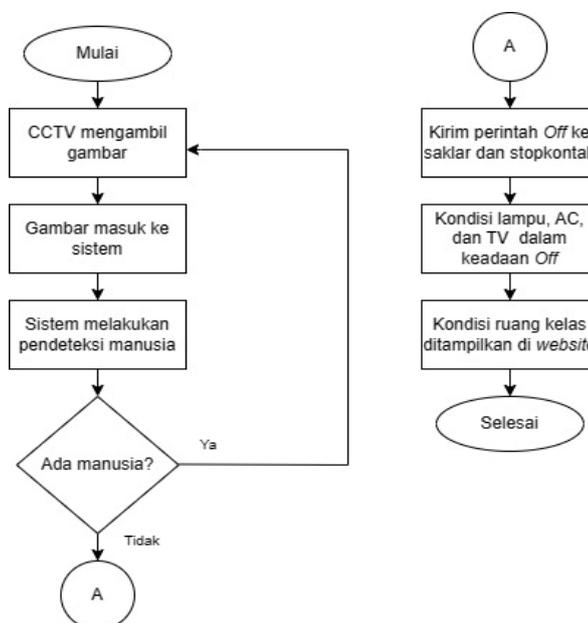
- Ruang kelas: Tempat pengimplementasian IMS adalah ruang kelas yang berada di gedung TULT lantai 14.01.
- CCTV: CCTV berfungsi sebagai alat pemantau pada ruang kelas untuk mengambil data pada ruangan tersebut.

- Sistem kontrol: Sistem kontrol akan berperan sebagai otak dari IMS yang akan mengontrol CCTV, *website*, dan fasilitas elektronik.
- AC, lampu, dan TV: Fasilitas elektronik yang berada di ruang kelas yang akan dikendalikan oleh sistem.
- *Website*: *Website* digunakan oleh staf yang berada diruang kontrol, untuk memantau kerja sistem alat.
- Pengguna: Pengguna merupakan staf logistik Universitas Telkom yang akan menggunakan IMS.

Pada diagram blok diatas dijelaskan sistem ini dimulai dari masukan gambar yang memperlihatkan kondisi pada ruangan kelas yang diperoleh melalui CCTV sebagai alat pemantau. Kemudian akan diproses menggunakan algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi keberadaan manusia, apabila sistem mendeteksi tidak adanya manusia didalam ruangan kelas maka dalam kurun waktu 15 menit fasilitas elektronik seperti AC, lampu, dan TV akan mati secara otomatis. Sedangkan, apabila sistem mendeteksi adanya manusia didalam ruangan kelas maka fasilitas elektronik tetap akan menyala.

3.3.2 Flowchart Perancangan IMS

Pada *flowchart* perancangan IMS dijelaskan mengenai alur kerja dari sistem secara keseluruhan dan menjelaskan urutan dari prosedur-prosedur yang bekerja dalam sistem. Sistem dapat memperoleh gambar menggunakan CCTV, mendeteksi keberadaan manusia, dan mengontrol fasilitas elektronik. Adapun *flowchart* perancangan IMS dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut.

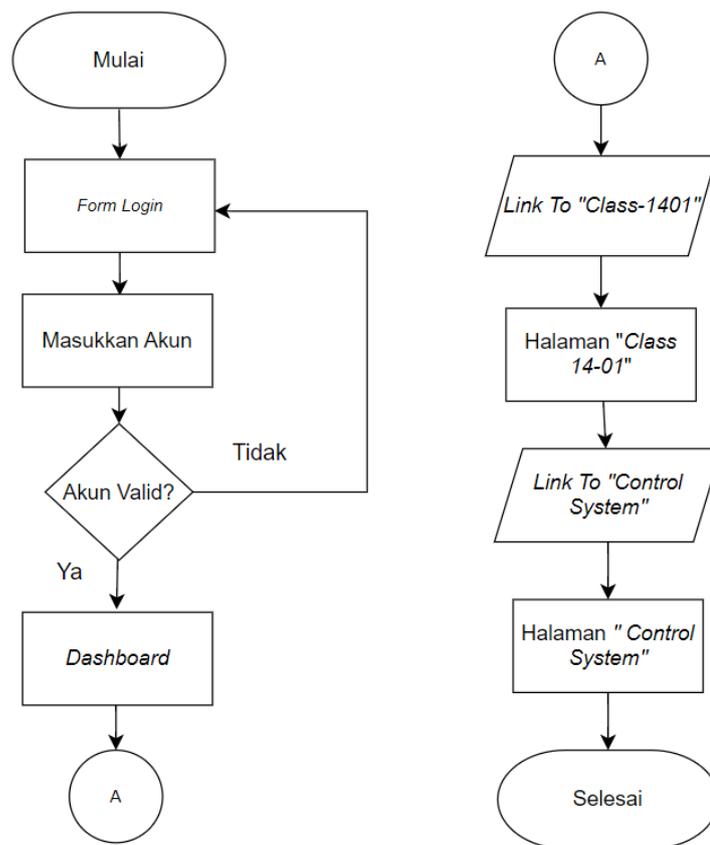


Gambar 3.7 Flowchart Perancangan IMS

Pada Gambar 3.7 menunjukkan *flowchart* sistem dari solusi sistem yang terpilih yaitu *flowchart* Perancangan IMS menggunakan algoritma YOLOv8. Tahapan yang dilakukan dalam perancangan dimulai dari mengambil gambar keberadaan manusia didalam ruangan kelas. Gambar diambil dalam kurun waktu 15 menit sekali. Setelah pengambilan gambar dilakukan, gambar akan dikirim ke sistem untuk diproses oleh algoritma YOLOv8. Pada tahap ini gambar akan dideteksi apakah ada atau tidak manusia pada ruangan kelas. Apabila gambar terdeteksi tidak adanya manusia pada ruang kelas maka sistem akan mengirimkan perintah *off* ke *switch* saklar sehingga fasilitas elektronik yg berada didalam ruangan kelas mati secara otomatis. Kondisi tersebut akan ditampilkan pada *website* yang akan dirancang.

3.3.3 Flowchart Website

Pada *flowchart website* dijelaskan mengenai alur dan urutan dari prosedur-prosedur yang bekerja dalam *website*. *Website* yang dirancang dapat menampilkan kondisi ruang kelas secara *real-time* dan dapat mengontrol fasilitas elektronik. Berikut *flowchart website* dapat dilihat pada Gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3. 8 Flowchart Website

Gambar 3.8 menunjukkan *flowchart* dari solusi sistem yang ditawarkan yaitu *website* IMS. *Flowchart website* memiliki beberapa tahapan yang dilakukan dalam perancangan, dimulai ketika *user* menggunakan *website* IMS hal yang perlu dilakukan pertama adalah masuk kedalam halama *login*. Ketika berhasil *login*, *user* akan masuk ke halaman utama yaitu *dashboard*. Halaman *dashboard* pada *website* IMS akan menampilkan pilihan *class-14.01*. Selanjutnya pada halaman *class-14.01* terdapat fitur yang digunakan yaitu *control* yang dapat mematikan lampu, AC, dan *smartplug* secara manual.

3.4 Jadwal Pengerjaan dan Anggaran

Pada bagian ini akan dirinci mengenai jadwal dan anggaran yang dirancang dalam pembuatan solusi untuk proyek *capstone* ini.

3.4.1 Jadwal

Pengerjaan *capstone* ini akan berlangsung dari bulan September hingga bulan Mei. Mencakup pengerjaan buku CD-1 hingga CD-5 yang membahas mengenai *hardware*, *people detection*, dan *website*. Sesuai dengan yang tercantum dalam Tabel 3.7 di bawah ini.

Tabel 3. 7 Gantt Chart Jadwal Pengerjaan Proyek *Capstone*

Aktivitas	2023		2024				
	September- Oktober	Oktober- Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei
CD 1							
CD 2							
CD 3							
Pengimplementasian <i>hardware</i>							
Melakukan perancangan <i>website</i>							
pengambilan data							
Melakukan pengujian data terhadap algoritma YOLOv8							

Aktivitas	2023		2024				
	September- Oktober	Oktober- Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei
Meningkatkan tingkat akurasi pendeteksi manusia dengan menggunakan algoritma YOLOv8							
Proses integrasi dari <i>hardware</i> ke <i>software</i>							
Menyelesaikan pembuatan <i>website</i> secara keseluruhan							
Konfigurasi sistem dari <i>hardware</i> , algoritma YOLOv8 dan <i>website</i>							
Melakukan pengujian dan evaluasi IMS							

3.4.2 Anggaran

Dalam pembuatan produk IMS ini membutuhkan anggaran yang dirinci dalam Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3. 8 Anggaran Proyek *Capstone*

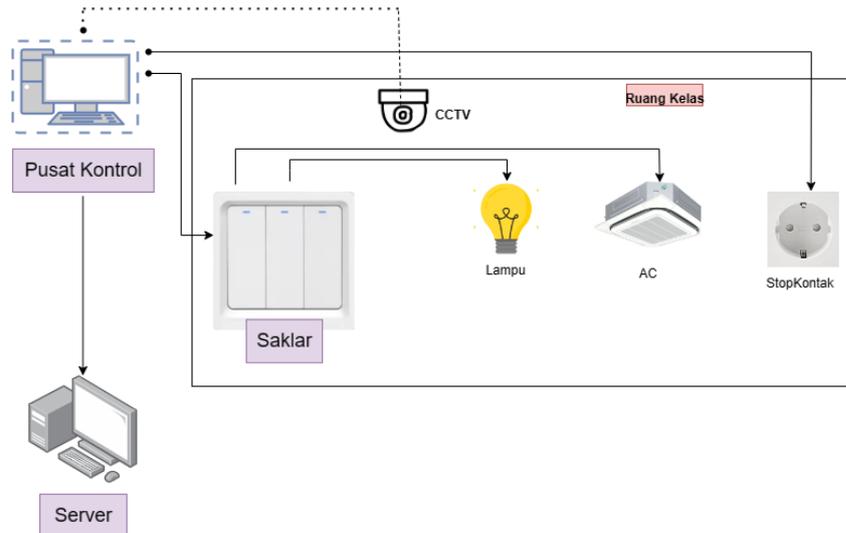
Rancangan Anggaran Biaya				
<i>Implementation Intelligent Monitoring System Based on Electricity Consumption for Telkom University</i>				
No	Nama Barang	Qty	Harga	Total
1	Saklar	1	191.000	191.000
2	<i>Smartplug</i>	1	89.000	89.000
3	Kontaktor	1	173.000	173.000
4	Kotak <i>box</i>	1	25.000	25.000

No	Nama Barang	Qty	Harga	Total
5	Kabel	1	25.000	25.000
6	<i>Busbar</i>	1	7.000	7.000
Total Anggaran			510.000	

BAB 4

IMPLEMENTASI

4.1 Deskripsi umum Implementasi



Gambar 4. 1 Diagram Cara Kerja IMS

Dari gambar 4.1 menunjukkan kondisi ruang kelas dan menjelaskan perangkat keras apa saja yang dibutuhkan dalam pengimplementasian IMS. Ruang kelas yang digunakan sebagai tempat pengimplementasian sistem ini adalah kelas 14.01 gedung TULT. Pada gambar diatas dapat dilihat CCTV dan stopkontak terhubung secara langsung ke pusat kontrol sedangkan untuk lampu dan AC terhubung ke saklar. Secara garis besar dalam implementasi IMS ini, CCTV akan mengambil gambar kondisi ruang kelas secara *real-time* kemudian akan mengirimkan gambar tersebut ke pusat kontrol untuk dideteksi oleh sistem algoritma YOLOv8 apakah terdapat manusia diruang kelas atau tidak, jika tidak terdapat atau terdeteksi tidak adanya manusia diruang kelas maka sistem akan mengirimkan perintah *off* ke saklar dan stopkontak. Dengan diterimanya perintah *off* oleh saklar, maka saklar akan memutuskan arus listrik yang mengalir ke lampu dan AC sehingga mengakibatkan lampu dan AC otomatis mati, sedangkan untuk stopkontak apabila menerima perintah *off* dari sistem yang berada di pusat kontrol maka arus listrik yang mengalir ke stopkontak juga akan terputus sehingga mengakibatkan TV juga dalam keadaan mati.

Selanjutnya, pada gambar di atas juga terlihat ada sebuah *server* yang digunakan sebagai alat untuk menyimpan semua data yang akan muncul pada *website monitoring*, sehingga kondisi ruang kelas dapat dipantau dan dikontrol dari jarak jauh menggunakan

website monitoring yang sudah dibangun. Komponen listrik seperti, lampu, AC, dan TV yang tersedia diruang kelas memiliki sumber arus listrik yang berbeda-beda, dimana untuk lampu diberikan arus listrik sebesar 10 *ampere*, sedangkan untuk AC dan stopkontak diberi arus listrik sebesar 16 *ampere*. Hal ini meminimalisir terjadi korsleting apabila beban daya listrik yang dibutuhkan berlebih.

4.2 Detail Implementasi

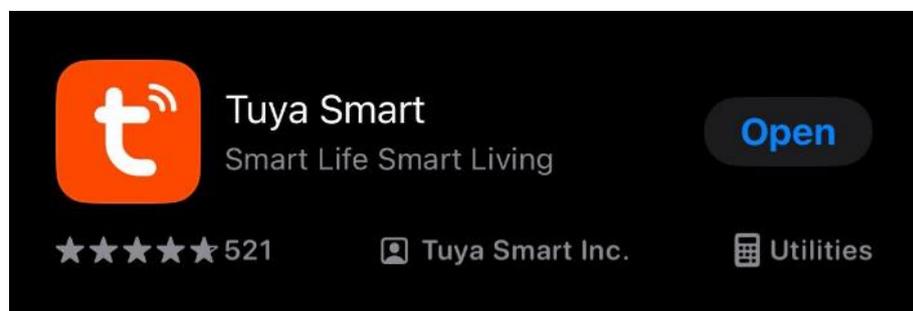
Pada bagian ini menjelaskan mengenai implementasi yang digunakan serta cara kerja sistem sampai tahap pengujiannya. Agar sistem dapat berjalan dengan baik, maka perlu dilakukan beberapa tahap implementasi sistem yang dibagi kedalam tiga sub-sistem. Adapun implementasi sub-sistem yang dilakukan ialah sebagai berikut.

4.2.1 Sub-sistem 1: *Hardware*

4.2.1.1 Saklar Cerdas

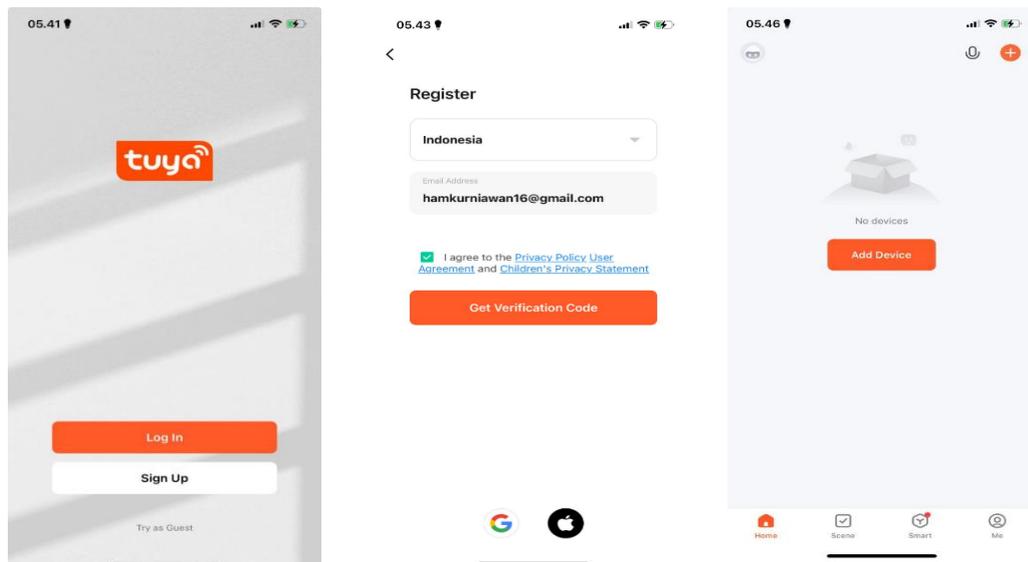
Saklar cerdas, atau *smart switch*, adalah perangkat yang memungkinkan pengendalian perangkat listrik seperti lampu dan AC pada sebuah ruangan. Saklar cerdas yang digunakan dalam penelitian ini adalah saklar yang sudah diperjual belikan di pasar digital sehingga mudah untuk di dapatkan, merk dari saklar cerdas ini adalah ALMO yang menggunakan platform TUYA dan wifi 2.4 Ghz sebagai internet. Untuk dapat menggunakan saklar cerdas, terdapat beberapa langkah yang harus dipenuhi terlebih dahulu. Adapun langkah-langkah yang harus dipenuhi sebagai berikut.

1. *Download* aplikasi Tuya Smart seperti gambar dibawah ini, aplikasi ini dapat di *download* menggunakan ponsel pada bagian *Appstore* atau *Playstore*.



Gambar 4. 2 Tampilan aplikasi Tuya pada *Appstore*

- Setelah mendapatkan aplikasi tersebut langkah selanjutnya adalah mendaftarkan akun pribadi seperti yang dilihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 3 menunjukkan halaman proses pendaftaran akun sampai halaman antarmuka dari aplikasi

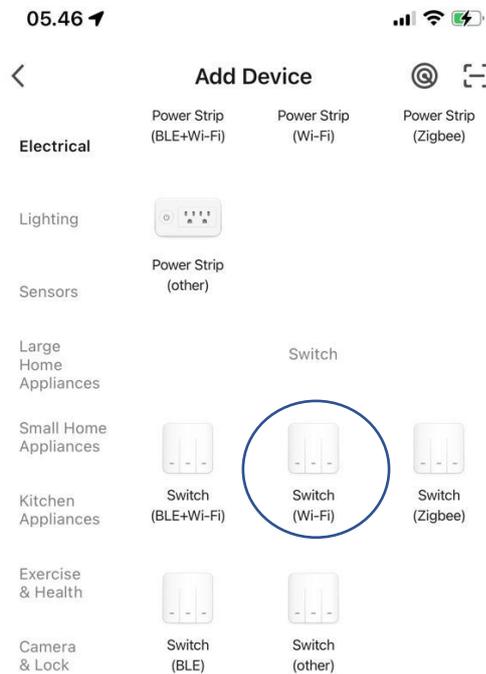
- Setelah dilakukan pendaftaran akun hingga sampai di halaman antarmuka dari aplikasi, langkah selanjutnya adalah melakukan implementasi saklar terhadap ruangan yang digunakan pada penelitian ini. Ruangan yang digunakan adalah ruang kelas 14.01 TULT, adapun diagram alir dari saklar ke beban seperti yang dilihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 4 diagram alir dari saklar ke beban dan proses implementasi pada ruang kelas

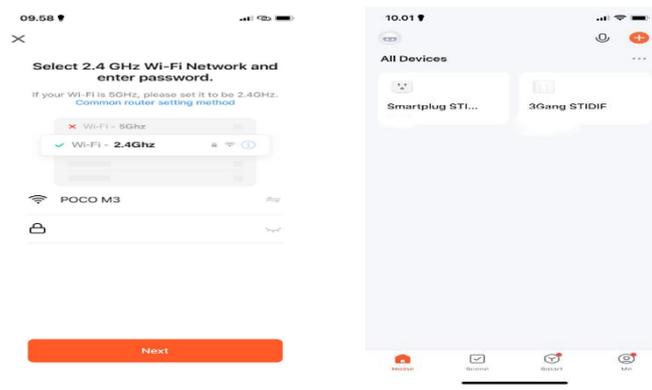
Pada gambar 4.4 dapat dilihat bahwa saklar cerdas membutuhkan masukan kabel fasa dan netral 220 VAC, yang mana kabel fasa diberi warna coklat dan kabel netral diberi warna biru. Saat proses implementasi hal yang harus diperhatikan adalah keselamatan kerja, pada gambar di atas juga melihatkan penggunaan sarung tangan sebagai alat pelindung diri untuk meminimalisir terjadinya kejadian yang tidak diinginkan.

4. Setelah dilakukan implementasi saklar terhadap ruang kelas, langkah selanjutnya adalah menekan tombol “Add Device” yang terdapat pada halaman antarmuka aplikasi kemudian memilih *device* yang ingin kita hubungkan. Pada penelitian ini menggunakan saklar cerdas yang terdiri dari 3 gang (*Switch Wifi*) seperti yang dilihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 5 Tampilan pemilihan *device* pada aplikasi

5. Langkah selanjutnya adalah menghubungkan saklar ke wifi, dalam hal ini harus diperhatikan antara saklar dan ponsel harus dalam satu jaringan yang sama. Pada penelitian ini wifi yang digunakan adalah *hotspot* dari ponsel pribadi, adapun nama dari *hotspot* tersebut adalah POCO M3 seperti yang dilihatkan pada gambar dibawah ini.

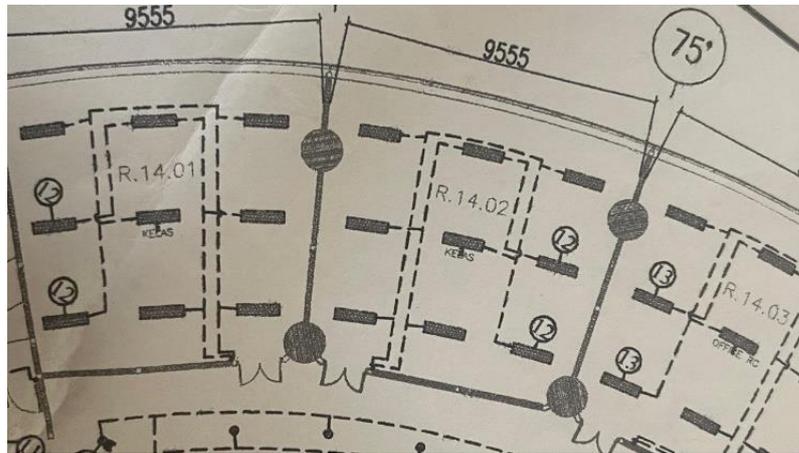


Gambar 4. 6 halaman menghubungkan saklar ke wifi dan halaman pada saat saklar sudah terhubung dan dapat digunakan pada aplikasi.

4.2.1.2 Sistem Kelistrikan Ruang Kelas 14.01

Sistem kelistrikan pada ruangan kelas gedung TULT dibagi menjadi tiga bagian instalasi. Bagian yang pertama adalah instalasi penerangan, bagian kedua instalasi daya, dan yang ketiga instalasi *power AC*. Pada gedung TULT tepatnya ruang kelas 14.01 yang digunakan sebagai ruangan tempat implementasi sistem ini adalah ruangan yang berada di lantai 14. Adapun penjelasan dari setiap bagian instalasi sebagai berikut.

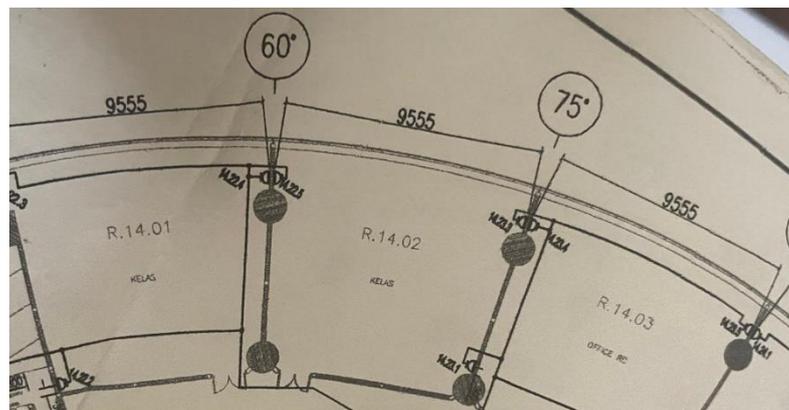
1. Instalasi penerangan



Gambar 4. 7 Diagram instalasi penerangan ruang kelas lantai 14

Pada gambar di atas dijelaskan bahwa terdapat sembilan lampu di setiap kelas, dan lampu dibagi menjadi dua grup. Dua grup artinya hanya membutuhkan dua buah saklar untuk menghidupkan semua lampu. Pada gambar juga dapat dilihat bahwa ruang kelas 14.01 dan 14.02 diberi label 12, angka 12 menunjukkan bahwa ruang kelas 14.01 dan 14.02 mempunyai sumber arus listrik yang sama dan diberi arus sebesar 10 *Ampere*.

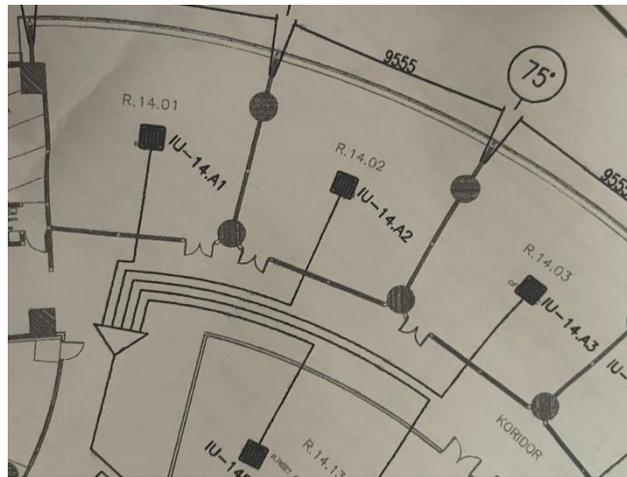
2. Instalasi daya



Gambar 4. 8 Diagram instalasi daya ruang kelas lantai 14

Pada gambar di atas merupakan diagram instalasi daya ruang kelas lantai 14. Gambar tersebut menunjukkan bahwa disetiap ruang kelas terdapat tiga buah stopkontak yang posisinya satu dibagian depan dan dua dibagian belakang. Masing-masing stopkontak dihubungkan secara paralel dan mempunyai sumber arus listrik sebesar 16 ampere untuk setiap ruang kelasnya.

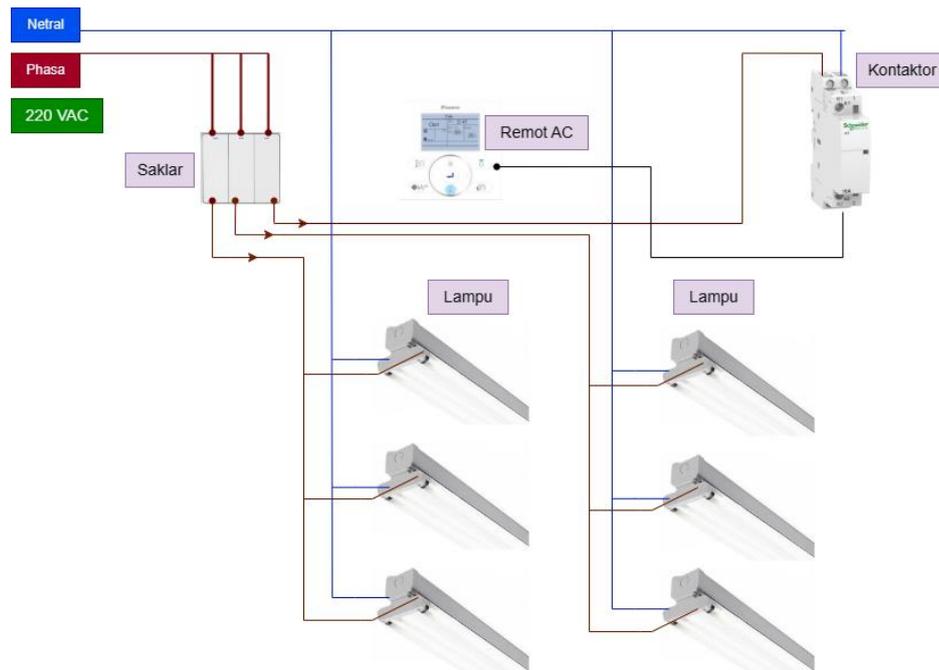
3. Instalasi Power AC



Gambar 4. 9 Diagram instalasi power AC ruang kelas lantai 14

Gambar 4.9 menjelaskan mengenai instalasi *power AC* untuk setiap ruang kelas lantai 14 TULT. Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa setiap ruang kelas hanya terdiri dari satu AC dan ruang lab diberi dua AC yang terhubung secara *paralel* terhadap mesin *outdoor*. Dapat kita lihat juga pada gambar menunjukkan bahwa ruangan 14.01 – 14.03 dan ruangan 14.13 mempunyai satu mesin *outdoor* yang sama akan tetapi sumber arus listriknya berbeda. Untuk setiap AC diberi arus listrik sebesar 16 Ampere dan akan dihubungkan ke setiap AC yang terdapat pada ruang kelas, kemudian AC dapat dikontrol melalui remot yang sudah disediakan disamping saklar lampu.

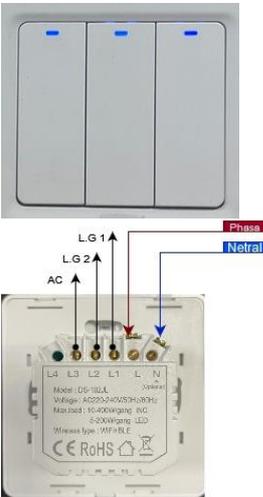
4.2.1.3 Diagram Sistem Lampu



Gambar 4. 10 Diagram Sistem Lampu

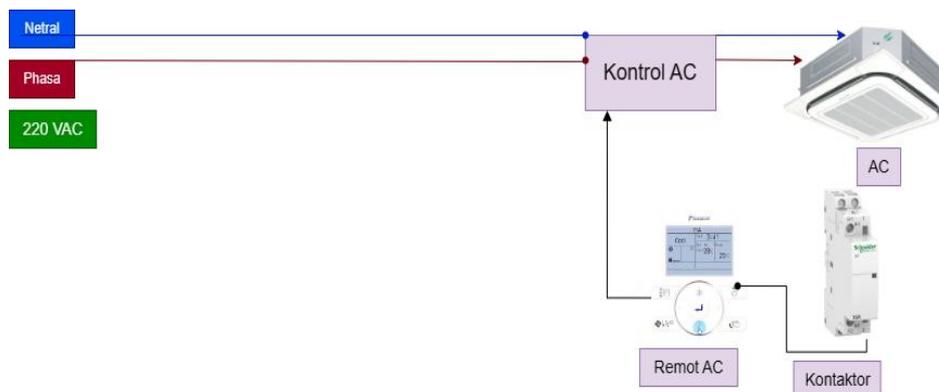
Dari gambar 4.10 menjelaskan cara kerja sistem bagian lampu ruang kelas, dimana pada gambar ditunjukkan terdapat beberapa komponen seperti saklar, lampu, remot AC, kontaktor, dan kabel induk yang terdiri dari kabel phasa (coklat) dan kabel netral (biru). Masukan yang pertama ialah dua buah kabel listrik yang terdiri dari kabel phasa dan kabel netral 220 VAC, dimana kabel phasa dihubungkan ke tiga pin *input* saklar seperti yang dillihatkan pada gambar. Selanjutnya pin *output* saklar akan dihubungkan ke lampu dan AC, seperti yang ditunjukkan pada gambar terdapat enam buah lampu yang terbagi menjadi dua grup, tiga buah lampu pertama terhubung secara paralel dan begitu juga untuk lampu yang kedua. Pin *output* saklar L1 akan dihubungkan ke kabel phasa lampu grup pertama, kemudian pin *output* saklar L2 akan dihubungkan ke kabel phasa lampu grup kedua. Sedangkan untuk pin *output* saklar L3 akan di hubungkan ke pin *input* kontaktor A1, lalu kabel *output* dari kontaktor pin 1 dan 2 akan dihubungkan ke remot AC, dan kabel netral dari dua grup lampu dihubungkan ke kabel netral induk/masukan. Fungsi kontaktor disini adalah sebagai pemicu/*trigger* untuk remot kontrol AC ke saklar, dikarenakan remot AC belum bisa terhubung ke internet. Adapun hal yang pertama dilakukan dalam implementasi sistem ialah mengganti saklar yang sudah terpasang sebelumnya dengan saklar yang baru agar sistem dapat berjalan sesuai yang diharapkan seperti yang dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Implementasi Saklar

Saklar			
Sebelum	Sesudah	Kondisi yang diharapkan	Hasil pengujian
		Bisa terhubung ke internet.	Berjalan dengan baik, dan sudah terhubung ke internet.

Berdasarkan Tabel 4.1 saklar yang diimplementasikan sudah terkoneksi internet dan dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Saklar ini nantinya berfungsi sebagai alat pengontrol lampu dan AC, karena sudah terhubung dengan internet maka dapat mempermudah pengguna dalam mengontrol lampu dan AC diruang kelas dari jarak jauh. Setelah itu saklar juga sudah dihubungkan ke IMS agar dapat bekerja sama dengan sistem yang sudah dibangun. Secara keseluruhan, pengujian terhadap saklar diruang kelas sudah berjalan dengan baik dan sudah bisa digunakan bersamaan dengan IMS.

4.2.1.4 Diagram Sistem AC



Gambar 4. 11 Diagram Sistem AC

Gambar 4.11 merupakan diagram cara kerja sistem AC, dimana masukan berupa kabel fasa dan kabel netral dihubungkan ke kontrol AC kemudian *output* dari kontrol AC dihubungkan ke AC agar mendapatkan aliran arus listrik. Selanjutnya AC akan dapat digunakan sama dengan hal nya lampu karena sudah tersambung ke saklar yang terhubung internet. Adapun hal yang dilakukan dalam implementasi sistem AC ialah menghubungkan tombol *power* dengan kabel yang terhubung ke kontaktor seperti yang dijelaskan pada tabel dibawah ini.

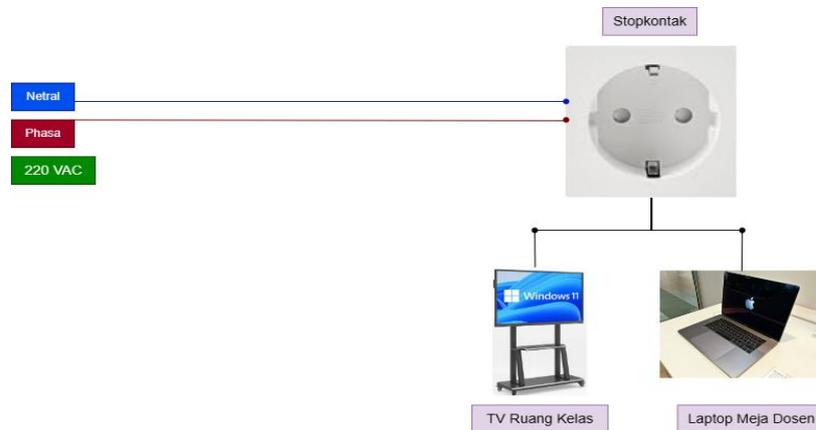
Tabel 4. 2 Implementasi Remot AC

Remot AC			
Sebelum	Sesudah	Kondisi yang diharapkan	Hasil pengujian
		Bisa terhubung ke internet.	Berjalan dengan baik, dan sudah terhubung ke internet.

Berdasarkan tabel 4.2 berbeda dengan saklar dan stopkontak, dimana untuk remot AC yang diimplementasikan tidak merubah keadaan fisik sedikitpun akan tetapi dilakukan modifikasi terhadap remot AC tersebut agar dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Hal yang dimaksud modifikasi disini ialah adanya penambahan alat berupa kontaktor yang berfungsi sebagai pemacu/*trigger* terhadap remot AC, selanjutnya menghubungkan tombol *power* AC dengan kabel yang terhubung ke pin 1 dan 2 kontaktor. Dengan ini maka remot AC yang sebelumnya tidak bisa terhubung ke internet menjadi bisa terhubung, terkait dengan hal tersebut maka dapat mempermudah pengguna dalam mengontrol AC diruang kelas dari jarak jauh. Selanjutnya remot AC juga sudah dihubungkan ke IMS agar dapat bekerja sama dengan sistem yang sudah dibangun.

Secara keseluruhan, pengujian terhadap remot AC diruang kelas sudah berjalan dengan baik dan sudah bisa digunakan bersamaan dengan IMS.

4.2.1.5 Diagram Sistem Stopkontak/TV



Gambar 4. 12 Diagram sistem Stopkontak/TV

Gambar 4.12 menjelaskan alur skenario sistem stopkontak/TV. Karena fungsi dari stopkontak adalah sebagai alat penghubung arus listrik dari sumber ke pengguna, seperti TV yang tersedia diruang kelas dan laptop pada meja dosen. Stopkontak ini sudah terhubung ke internet sehingga dapat digunakan dengan baik bersama sistem yang telah di bangun. Hasil implementasi stopkontak ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Implementasi Stopkontak

StopKontak			
Sebelum	Sesudah	Kondisi yang diharapkan	Hasil pengujian
		Dapat terhubung ke internet.	Berjalan dengan baik, dan sudah terhubung ke internet.

Pada Tabel 4.3 stopkontak yang diimplementasikan bekerja sesuai yang diharapkan. stopkontak ini nantinya berfungsi sebagai alat pengontrol TV dan laptop di meja dosen apabila dibutuhkan, karena sudah terhubung dengan internet maka dapat mempermudah pengguna dalam mengontrol TV dan laptop di meja dosen dari jarak jauh. Selanjutnya stopkontak juga sudah dihubungkan ke IMS agar dapat bekerja sama dengan sistem yang sudah dibangun. Secara keseluruhan, pengujian terhadap stopkontak diruang kelas sudah berjalan dengan baik dan sudah bisa digunakan bersamaan dengan IMS.

4.2.2 Sub-sistem 2: *People Detection*

Implementasi dari sub-sistem ini bertujuan untuk menghasilkan keluaran berupa gambar terdeteksinya keberadaan manusia yang berada didalam ruangan kelas. Untuk mendapatkan hasil tersebut, model *machine learning* yang digunakan dalam sistem ini adalah algoritma YOLOv8. Sistem akan diberikan masukan berupa gambar yang sudah diambil menggunakan CCTV dalam kurun waktu 15 menit kemudian hasilnya disimpan kedalam penyimpanan lokal komputer yang diletakkan pada ruang kontrol CCTV gedung TULT.

4.2.2.1 Pengolahan Citra menggunakan CLAHE

Pada tahap implementasi pengolahan citra untuk meningkatkan kontras gambar, dilakukan pemrosesan gambar yaitu membuat nama baru menggunakan algoritma CLAHE (*Contras Limited Adaptive Histogram Equalization*). CLAHE merupakan teknik untuk memperbaiki kualitas citra yang ada pada arsitektur YOLOv8 sehingga memudahkan untuk memindai gambar secara keseluruhan dan dapat menghasilkan kotak pembatas (*bounding box*) terhadap manusia.

```
# apply clahe and bilateral filter into image
def clahe_process (image):
    gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    #grayscale

    #apply clahe
    clahe = cv2.createCLAHE(clipLimit =
2, tileGridSize=(8,8))
    final_img = clahe.apply(gray)

    blur = cv2.bilateralFilter(final_img, 9, 75, 75)
#bilateral filter

    img = cv2.cvtColor(blur, cv2.COLOR_BGR2RGB) #result

    return img

def crop_image (image):
    h, w, c = image.shape
    crop_img = image[int(0.25*h):h, 0:w]

    return crop_img
```

Potongan kode diatas merupakan detail CLAHE dalam memproses meningkatkan kontras gambar citra. Berikut adalah penjelasan dari penerapan setiap fungsi:

1. `cv2.COLOR_BGR2GRAY()`: untuk mengonversi gambar masukan dari CCTV kedalam citra keabuan (*grayscale*).

2. `cv2.createCLAHE()`: untuk membuat objek CLAHE dengan batasan klip 2 dan ukuran grid 8x8.
3. `cv2.bilateralFilter()`: digunakan untuk mengurangi *noise* dan menjaga tepian citra agar tetap tajam.
4. `cv2.cvtColor()`: untuk mengonversi citra hasil filter ke dalam format RGB.
5. `crop_image`: untuk mengambil tinggi, lebar, dan jumlah saluran warna dari gambar. Sehingga menghasilkan citra yang telah di potong dari 25% bagian atas hingga bagian bawah gambar asli.

4.2.2.2 *Confidence Level* yang Digunakan

Algoritma YOLOv8 yang digunakan adalah ‘yolov8x’ dalam melakukan deteksi keberadaan manusia, hal ini karena versi ‘x’ menawarkan akurasi yang lebih tinggi dalam deteksi objek dan arsitektur yang lebih kompleks. Tetapi karena menggunakan GPU CUDA maka proses inferensinya akan lebih cepat. Adapun variabel yang digunakan untuk nilai *confidence level* yang diperlukan dalam proses deteksi manusia, menggunakan algoritma YOLO dapat dilihat pada potongan kode berikut.

```
#loading a YOLO model
    model = YOLO('yolov8x.pt') #GPU CUDA

### Configurations
    # model confidence level
    conf_level = 0.1
    # Objects to detect Yolo
    class_IDS = [0]
    # end Object Detection
```

Pada pengujian *confidence level* akan dilakukan simulasi *people detection* berdasarkan 56 dataset yang berbeda dalam 1 hari. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *confidence level* yang diperlukan dalam proses deteksi objek menggunakan YOLOv8. Pada pengujian ini dilakukan dengan *confidence level* yang berbeda, yaitu 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, dan 0.5.

4.2.2.3 Konfigurasi Dengan *Hardware*

```
d = tinytuya.OutletDevice(
    dev_id='eb21a45ab22c089709sf2t',
    address='192.168.100.9',      # Or set to 'Auto' to
auto- discover IP address
```

```

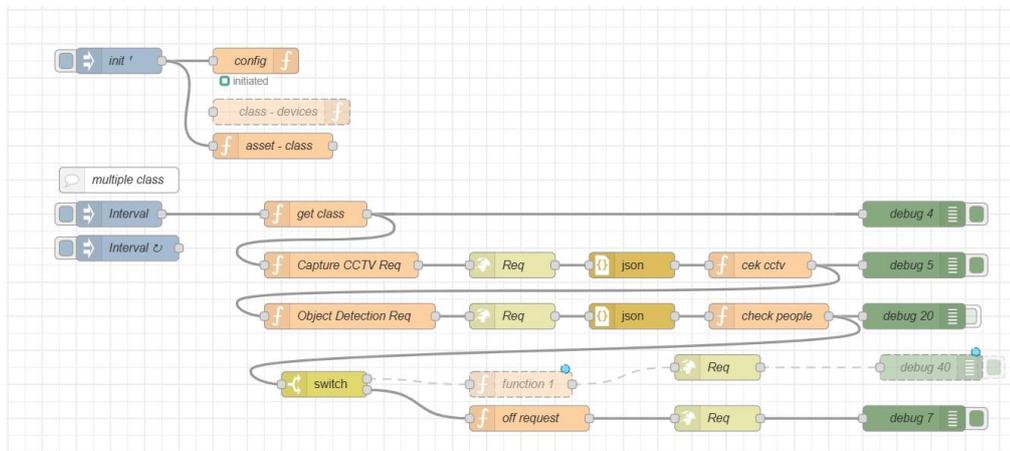
local_key='D&8bUeO!j}|Pi{1T',
version=3.3)

# Get Status
data = d.status()
print('set_status() result %r' % data)

# Turn Off
# d.turn_off()

```

Langkah berikutnya melibatkan *hardware* yang menggunakan *library* TinyTuya yang digunakan untuk berinteraksi dengan *smart* saklar melalui Node-RED. Kemudian proses untuk melakukan deteksi melalui CCTV hingga dapat mengontrol fasilitas elektronik didalam kelas menggunakan *tool* Node-RED, seperti Gambar 4.13 dibawah.

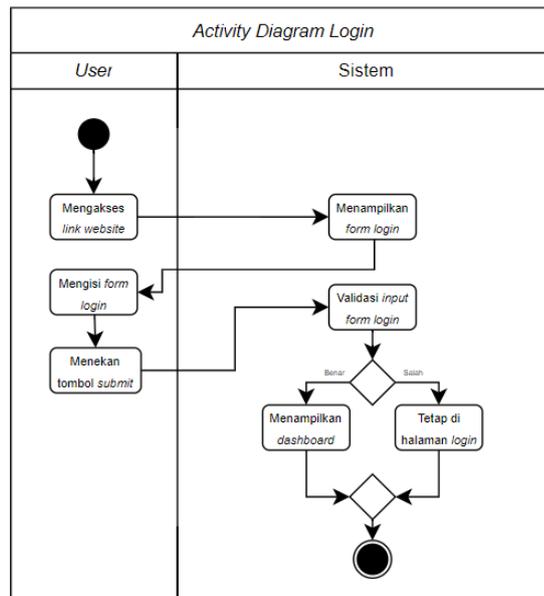


Gambar 4. 13 Tampilan Node-RED *People Detection*

Gambar diatas menjelaskan mengenai lalu lintas pengiriman data gambar keberadaan manusia yang akan diolah didalam *tool* Node-RED. Pada node interval, diatur setiap 15 menit untuk melakukan pengambilan gambar pada CCTV, kemudian dikirim menuju sistem *people detection* yang akan diolah didalam *tool* Node-RED. Setelah itu data hasil dari *people detection* yang sudah diklasifikasikan menggunakan *bounding box*, dihubungkan ke *smart switch* untuk memberikan perintah dari sistem *people detection* kepada *hardware*. Jika terdeteksi tidak adanya manusia pada ruang kelas maka fasilitas elektronik akan otomatis mati.

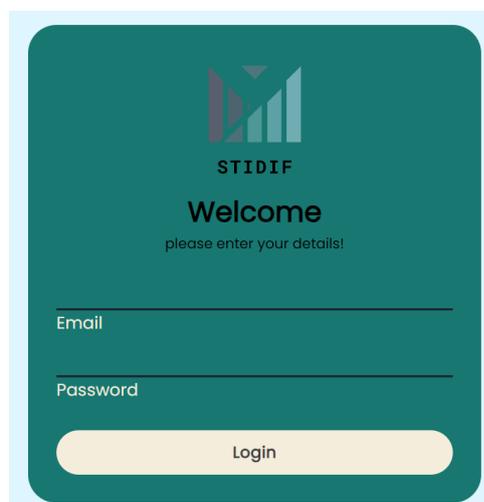
4.2.3 Sub-sistem 3: Website

4.2.3.1 Login



Gambar 4. 14 Activity Diagram Login

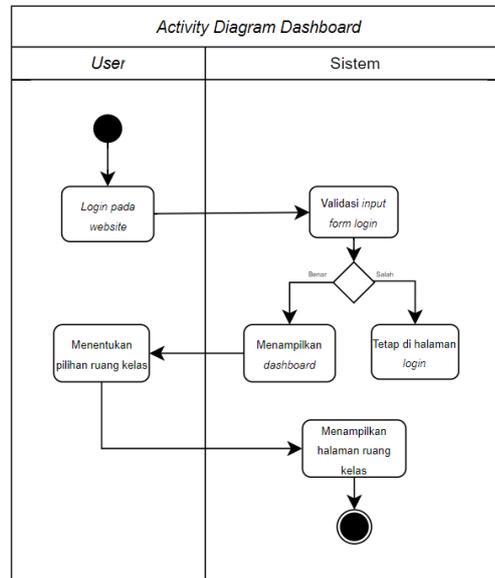
Gambar 4.14 merupakan *activity diagram login*. *Activity diagram login* dimulai dengan *user* mengakses *link website* yang sudah tersedia. Selanjutnya, sistem akan menampilkan *form login* seperti yang dilihatkan pada gambar 4.11 kemudian *user* diharuskan mengisi *form login* dan menekan tombol *login*. Setelah itu, *website* akan memvalidasi data yang sudah di *input* oleh *user*, jika data yang diterima benar maka akan menampilkan halaman *dashboard*, sedangkan jika data yang diterima salah maka *user* akan tetap berada pada halaman *login* dan bisa memasukkan kembali *email* dan *password* yang benar.



Gambar 4. 15 Antarmuka Halaman Login

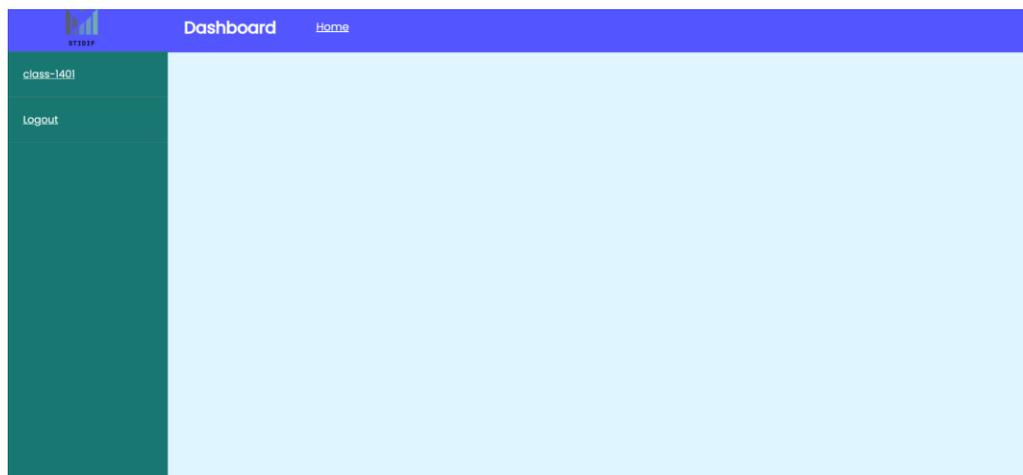
Gambar 4.15 merupakan antarmuka halaman *login*. Pada tampilan *login*, *user* akan melihat *User Interface* yang berisi mengenai *email* dan *password* yang dapat diisi pada *form* yang tersedia. Setelah *user* memasukkan *email* dan *password* dengan benar, maka *user* dapat langsung masuk ke halaman *dashboard*.

4.2.3.2 Dashboard



Gambar 4. 16 Activity Diagram *Dashboard*

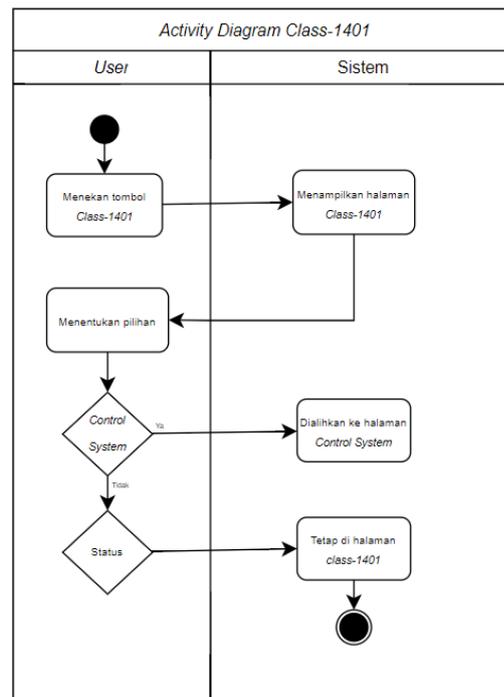
Gambar 4.16 merupakan *activity diagram* dashboard. Setelah *user* berhasil *login*, sistem akan menampilkan halaman dashboard. Halaman dashboard berisi pilihan kelas yang dapat di *monitoring* oleh *user*.



Gambar 4. 17 Antarmuka *Dashboard*

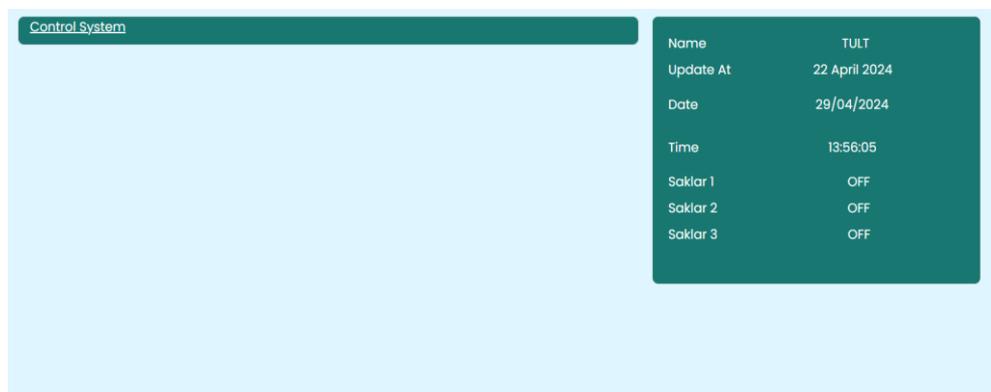
Gambar 4.17 merupakan antarmuka *dashboard*. Pada halaman *dashboard*, menunjukkan tampilan awal pada *website* yang dirancang. Tampilan awal *website* tersebut menampilkan daftar ruangan yang kami gunakan yaitu *Class-1401*. Pada halaman ini, pengguna dapat memilih ruang kelas yang akan dipantau pada *website*.

4.2.3.3 Class-1401



Gambar 4. 18 Activity Diagram Class-1401

Gambar 4.18 merupakan *activity diagram class-1401*. Pada *activity diagram* ini, *user* dapat melihat status dari *class-1401* dengan cara menekan tombol *class-1401*. Setelah itu, sistem akan menampilkan halaman *class-14-01* dan tombol *control system* yang dapat dipilih oleh *user*. Ketika *user* memilih *control system*, maka sistem akan menampilkan halaman *control system* dan ketika *user* hanya ingin melihat status dari kelas tersebut, maka *user* dapat langsung melihat status tersebut pada halaman *class-14.01*.

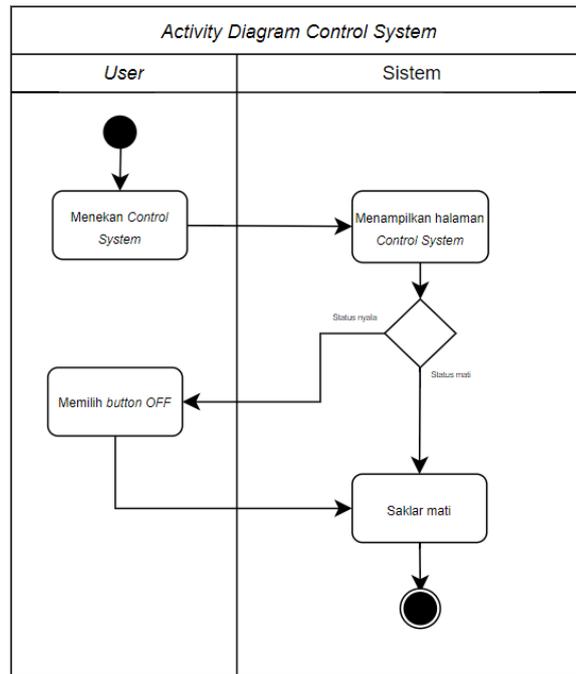


Gambar 4. 19 Antarmuka Halaman Class-1401

Gambar 4.19 merupakan halaman *class-1401*. Pada halaman *Class-1401* pengguna dapat melihat status kondisi dari ruangan tersebut. Yang dapat dilihat dari halaman ini yaitu status *smartplug*, saklar 1, saklar 2, dan saklar 3. Pada halaman ini, *user* dapat

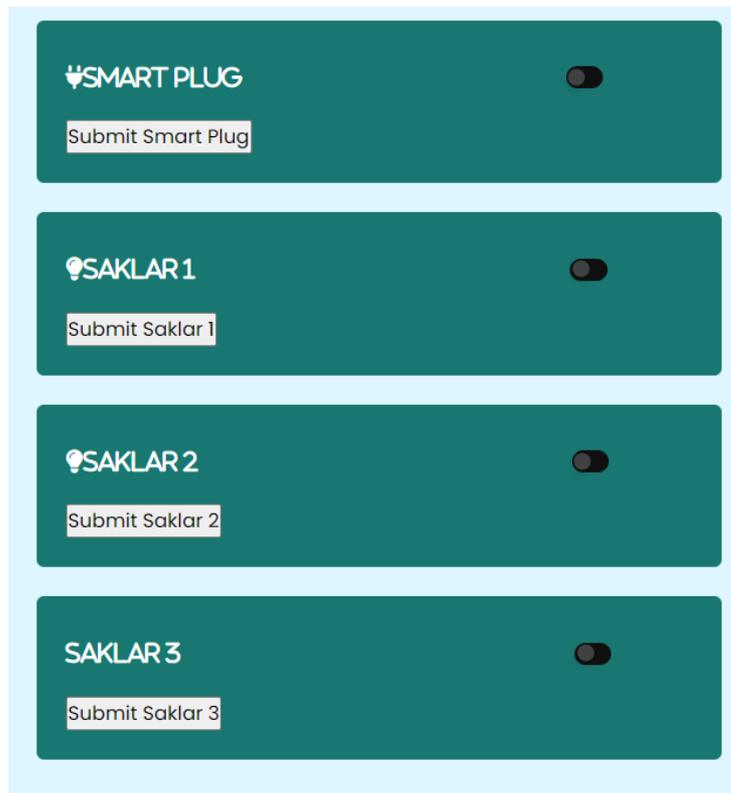
memilih *control system* untuk mematikan/menyalakan *smartplug*, saklar 1, saklar 2, dan saklar 3 secara manual.

4.2.2.1 Control System



Gambar 4. 20 Activity Diagram Control System

Gambar 4.20 merupakan *activity diagram control system*. Pada *activity diagram* ini, *user* dapat mengontrol *smartplug*, saklar 1, saklar 2, dan saklar 3. Pada kasus ini, *user* dapat mematikan secara manual *smartplug*, saklar 1, saklar 2, dan saklar 3 yang berada pada *class-1401* dengan cara menekan tombol *control system* dan sistem akan menampilkan halaman *control system*. Setelah itu, *user* dapat memilih tombol yang statusnya sedang ON lalu sistem akan mematikan saklar tersebut.



Gambar 4. 21 Antarmuka *Control System*

Gambar 4.21 merupakan antarmuka *control system*. Pada halaman *control system*, *user* dapat mematikan/menyalakan *smartplug*, saklar 1, saklar 2, dan saklar 3. *Smarplug* disini berfungsi untuk pemutus arus listrik yang mengalir ke TV dan stopkontak pada meja dosen, sedangkan saklar 1 dan 2 berfungsi untuk mengontrol lampu dan saklar 3 berfungsi untuk mengontrol AC. Hal ini dilakukan secara manual dengan cara menekan *toggle* yang disebelah kanan kemudian menekan tombol *submit*, sehingga dengan ini fasilitas elektronik yang ada pada ruang kelas dapat dikontrol melalui *website*.

4.3 Prosedur Pengoperasian

Tabel 4. 4 Prosedur Pengoperasian *Intelligent Monitoring System*

Perangkat	Prosedur Pengoperasian
Hardware	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pastikan perangkat CCTV dalam kondisi baik dan terhubung ke sistem <i>monitoring</i>. 2. Pastikan sistem mulai berfungsi dengan benar dan tampilkan tampilan langsung dari kamera CCTV. 3. Pastikan semua saklar terhubung dengan perangkat atau sistem yang sesuai, seperti pencahayaan, proyektor, atau peralatan elektronik lainnya. 4. Pastikan bahwa sirkuit listrik terhubung dengan baik dan aman untuk digunakan. 5. Untuk menyalakan lampu di ruang kelas, tekan saklar 1 & 2, sedangkan untuk menyalakan AC tekan saklar 3. 6. Untuk mematikan lampu, AC, dan TV pengguna tidak perlu melakukan hal yang sama seperti pada saat menyalakan. Hal ini dikarenakan sistem akan secara otomatis untuk mematikan lampu, AC, dan TV. 7. Lakukan pemeriksaan rutin terhadap CCTV, saklar, dan sistem untuk memastikan tidak ada kerusakan yang dapat mempengaruhi kinerjanya.
Website	<ol style="list-style-type: none"> 1. Akses <i>link website</i> yang sudah tersedia. 2. <i>Login</i> menggunakan kredensial yang telah diberikan oleh administrator. 3. Pilih ruang kelas yang ingin di <i>monitoring</i>. 4. Pada halaman ruang kelas terdapat status dan <i>control system</i>. 5. Pengguna dapat menekan <i>control system</i> jika ingin mengontrol ruang kelas tersebut, jika hanya ingin melihat status pengguna dapat tetap berada pada halaman ruang kelas 6. Pengguna dapat <i>logout</i> setelah menggunakan <i>website</i> tersebut. 7. Lakukan pemeriksaan dan perawatan rutin terhadap program perangkat lunak yang dirancang.

Berdasarkan Tabel 4.4 Terdapat prosedur pengoperasian yang dapat digunakan oleh pengguna. Dengan demikian sistem dapat dioperasikan dengan baik tidak hanya oleh tim penyusun tetapi juga dapat dioperasikan oleh pengguna baru nantinya. Panduan pengoperasian IMS ini juga sudah dilengkapi dengan ukuran gambar yang memadai dan video panduan penggunaan yang terlampir.

<https://youtu.be/584SWisXQXk>

BAB 5

PENGUJIAN SISTEM

5.1 Skema Pengujian Sistem

Bagian pertama CD-5 adalah skenario umum pengujian. Bagian ini membahas hal-hal terkait pengujian secara umum. Tujuan dilakukannya pengujian sistem IMS ini ialah untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat bekerja dengan baik dan sesuai yang ditargetkan, pengujian sistem dilakukan di gedung TULT pada kelas 14.01 dan waktu pelaksanaan pengujian mulai dilakukan pada bulan Januari 2024. Pengujian yang pertama dilakukan adalah pengujian *hardware*, dimana pada pengimplementasian sistem ini menggunakan beberapa *hardware* pendukung seperti saklar lampu yang dapat terhubung internet, kontaktor sebagai alat yang digunakan untuk pemutus arus listrik dan *smartplug* yang digunakan sebagai alat penghubung antara arus listrik dengan peralatan listrik. Pada saat dilakukannya pengujian terhadap *hardware*, hasil yang diperoleh ialah *hardware* berjalan dengan baik dan sesuai target.

Dalam pengujian sistem IMS ini tidak hanya *hardware* yang dilakukan proses pengujian, akan tetapi sistem ini juga menggunakan *software* untuk mendukung berjalannya sistem dengan baik. *Software* yang digunakan dalam pengimplementasian IMS ini ialah *Visual Studio Code* sebagai aplikasi yang digunakan untuk pengujian sistem dan bahasa pemrograman python dengan metode YOLOv8. Tujuan dilakukan pengujian *software* ini adalah untuk mengetahui tingkat akurasi terhadap gambar masukan dalam mendeteksi manusia yang berada di ruang kelas. Pada saat pengujian diperoleh hasil yang cukup baik dan mendapatkan tingkat akurasi yang bagus dalam mendeteksi manusia.

Setelah dilakukannya pengujian terhadap *hardware* dan *software* untuk mendapatkan tingkat akurasi yang baik dalam hal mendeteksi manusia, hal selanjutnya yang dilakukan ialah melakukan pengujian terhadap *website* yang sudah dibangun. Fungsi dari *website* ini adalah untuk memudahkan pengguna nantinya dalam memantau dan mengontrol ruang kelas dari jarak jauh, *website* ini juga dirancang dengan tampilan yang sederhana sehingga dapat digunakan dengan mudah oleh pengguna baru. Pada saat pengujian *website*, hasil yang diperoleh ialah *website* mampu memantau dan mengontrol kondisi ruang kelas secara *real-time* dan dapat menghidupkan/mematikan fasilitas elektronik seperti lampu, AC, dan TV yang ada di ruang kelas.

5.2 Detail Pengujian

Pengujian sistem “IMS” dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa sistem ini dapat beroperasi sesuai dengan harapan memenuhi kebutuhan pengguna dengan baik. Penulis telah melakukan serangkaian skenario pengujian yang mencakup berbagai aspek fungsional sistem. Adapun pengujian yang telah dilakukan ialah pengujian *hardware*, *people detection*, dan *website*. Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai pengujian, maka akan dijelaskan terkait proses pengujian yang terdiri dari langkah dan hasil dari masing-masing pengujian. Proses pengujian adalah sebagai berikut.

5.2.1 Detail Pengujian *Hardware*

Pada proses pengujian *hardware* yang telah diimplementasikan seperti yang dijelaskan pada CD-4 terdapat 3 proses pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian saklar terhadap lampu, saklar terhadap AC, dan *smartplug* terhadap TV pada ruang kelas. Adapun penjelasan dari setiap proses pengujian tersebut sebagai berikut.

Tabel 5. 1 Tabel Skenario Pengujian *Hardware*

Skenario	Saklar	Lampu, AC, dan TV
0	 <p data-bbox="568 1384 804 1420">Kondisi saklar <i>Off</i></p>	 <p data-bbox="959 1361 1407 1397">Lampu dan AC dalam keadaan <i>Off</i></p>
1	 <p data-bbox="628 1749 804 1785">Saklar L1 <i>On</i></p>	 <p data-bbox="1086 1809 1283 1845">Lampu G1 <i>On</i></p>

Skenario	Saklar	Lampu, AC, dan TV
2	 <p data-bbox="571 600 807 633">Saklar L1&L2 <i>On</i></p>	 <p data-bbox="1054 667 1308 701">Lampu G1&G2 <i>On</i></p>
3	 <p data-bbox="518 1039 855 1072">Saklar L1, L2, dan L3 <i>On</i></p>	 <p data-bbox="1002 1050 1362 1084">Lampu G1, G2, dan AC <i>On</i></p>
4	 <p data-bbox="534 1482 847 1516">Kondisi Stopkontak <i>Off</i></p>	 <p data-bbox="1034 1442 1334 1476">TV dalam keadaan <i>Off</i></p>
5	 <p data-bbox="588 1919 788 1953">Stopkontak <i>On</i></p>	 <p data-bbox="1034 1904 1331 1937">TV dalam keadaan <i>On</i></p>

Berdasarkan tabel 5.1 diatas, diperoleh 6 skenario yang terdapat pada pengujian *hardware* yaitu:

0. Skenario 0 yaitu menunjukkan kondisi saklar *off/standby* dan semua fasilitas elektronik dalam keadaan *off/mati*.
1. Skenario 1 yaitu menunjukkan kondisi saklar pin L1 *on/menyala* dan lampu grup 1 menyala, sedangkan untuk fasilitas elektronik yang lainnya masih dalam keadaan *off*.
2. Skenario 2 yaitu menunjukkan kondisi saklar pin L1 dan L2 *on/menyala*. Kondisi ini menunjukkan lampu grup 1 dan grup 2 menyala, sedangkan untuk fasilitas elektronik yang lainnya masih dalam keadaan *off*.
3. Skenario 3 yaitu menunjukkan kondisi saklar pin L1, L2, dan L3 *on/menyala*. Kondisi ini menunjukkan lampu grup 1, grup 2, dan AC sudah menyala.
4. Skenario 4 yaitu menunjukkan kondisi *smartplug* dalam keadaan *off/standby*. Dalam kondisi ini TV dalam keadaan *off/mati*
5. Skenario 5 yaitu menunjukkan kondisi *smartplug* dalam keadaan *on/menyala*. Dalam kondisi ini TV dalam keadaan *on/menyala* seperti yang dilihatkan pada gambar.

5.2.2 Detail Pengujian *People Detection*

Setelah menyelesaikan proses implementasi sub-sistem seperti yang sudah dijelaskan pada CD-4, maka akan dilakukan pengujian keakuratan dengan menentukan *confidence level* yang sesuai, untuk mengevaluasi seberapa yakin model terhadap prediksi yang dibuatnya. Adapun pengujian dengan kondisi waktu pagi, siang, dan malam untuk mengetahui kinerja sistem dalam berbagai kondisi waktu. Proses pengujian dari *people detection* adalah sebagai berikut.

5.2.2.1 Pengujian Dengan Parameter *Confidence Level*

Dataset yang digunakan dalam pengujian *people detection* sebanyak 56, diambil dari ruangan TULT 14.01 melalui CCTV yang mengambil gambar setiap 15 menit. Metode yang digunakan dalam pengujian keakuratan tingkat kepercayaan sistem adalah dengan menentukan *confidence level* yang sesuai yaitu 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 dan 0.5. Hasil pengujian *people detection* menggunakan YOLOv8 dengan parameter *confidence level* ditunjukkan pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5. 2 Pengujian *People Detection* Menggunakan YOLOv8 dengan Parameter *Confidence Level* (CL)

No	Dataset	Jumlah Manusia Sebenarnya	Jumlah Manusia Hasil Deteksi YOLOv8 Dengan Parameter <i>Confidence Level</i>								
			0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
1	1710819281233	8	12	12	8	0	5	2	0	0	0
2	1710820481238	8	8	8	4	0	3	0	0	0	0
3	1710910481393	1	3	3	2	1	1	1	1	1	0
4	1710987281535	4	9	9	8	3	4	3	3	2	2
5	1710988481537	12	12	12	9	2	7	3	0	0	0
6	1710989681538	29	25	25	16	7	12	8	7	4	2
7	1710990881539	27	28	28	21	5	16	8	5	4	3
8	1710992081539	27	41	41	29	9	22	9	9	4	3
9	1710993281540	27	42	42	26	7	15	10	6	7	5
10	1710994481542	28	19	19	15	6	12	7	6	6	4
11	1710998081544	27	35	35	26	3	17	8	3	2	2
12	1710996881543	14	21	21	15	13	14	14	13	11	10
13	1710998081544	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14	1710999281544	6	10	10	8	1	7	2	1	1	0
15	1711000481543	16	24	24	16	4	12	6	4	2	1
16	1711001681545	23	27	27	18	5	11	6	5	1	1
17	1711002881547	25	29	29	21	5	13	8	5	5	2
18	1711004081546	25	37	37	24	4	9	6	4	3	2
19	1711005281547	25	34	34	22	6	14	11	1	3	1
20	1711006481549	24	30	30	21	5	14	8	5	4	1
21	1711007681548	27	37	37	20	6	13	8	6	3	2
22	1711019681555	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	1711020881555	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0

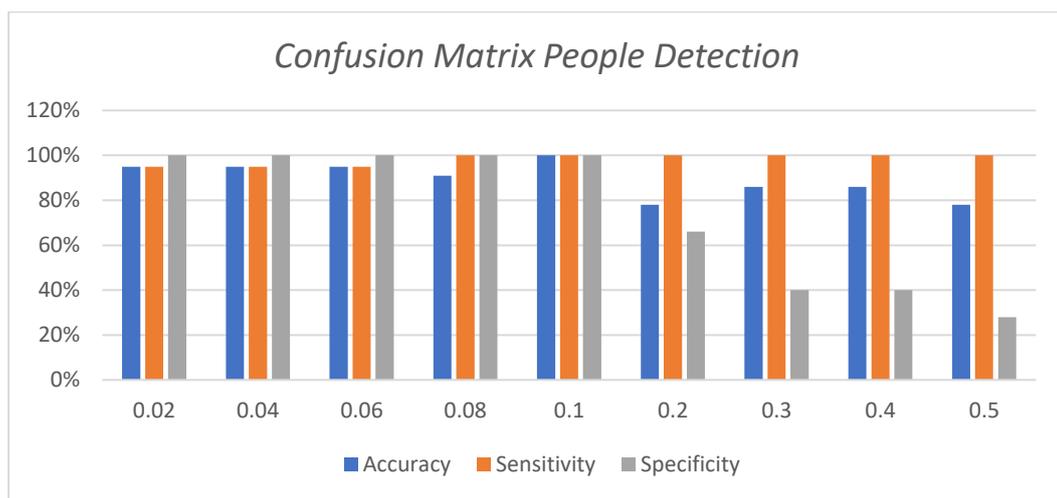
Dari hasil pengujian pada Tabel 5.2, sistem mendeteksi objek keberadaan manusia yang lebih dekat terlebih dahulu sehingga objek yang lebih jauh dari CCTV tidak dapat terdeteksi oleh sistem. Namun ketika objek yang lebih dekat dari CCTV pergi, maka objek keberadaan manusia yang lebih jauh dari CCTV akan terdeteksi.

Selanjutnya dilakukan penghitungan *confusion matrix* berdasarkan pengujian *confidence level* yang telah dilakukan. Penghitungan ini bertujuan untuk mengetahui

tingkat akurasi, sensitifitas, dan spesifisitas terhadap semua *confidence level* yang telah diuji.

Tabel 5. 3 Hasil Penghitungan *Confusion Matrix* Berdasarkan Pengujian *Confidence Level*

	<i>Confidence Level</i>								
	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
<i>Accuracy</i>	95%	95%	95%	91%	100%	78%	86%	86%	78%
<i>Sensitivity</i>	95%	95%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Specificity</i>	100%	100%	100%	100%	100%	66%	40%	40%	28%



Gambar 5. 1 Bagan dari *Confusion Matrix People Detection*

Berdasarkan gambar diatas, diperoleh tingkat akurasi 100%, sensitifitas 100%, dan spesifisitas 100% dengan menggunakan *confidence level* sistem 0.1. Sehingga *confidence level* 0.1 akan digunakan pada Tugas Akhir ini untuk melakukan deteksi keberadaan manusia pada kelas.

5.2.2.2 Pengujian Dengan Kondisi Waktu Pagi, Siang, dan Malam

Pengujian pagi, siang, dan malam pada sistem *people detection* bertujuan untuk mengetahui hasil pengujian sistem ketika terjadi perbedaan kondisi pencahayaan pada lingkungan yang diamati. Pada pengujian ini dilakukan kembali deteksi keberadaan manusia didalam ruangan kelas dan memberikan keterangan Jumlah Manusia Sebenarnya = JMS. Menggunakan dataset sebanyak 56 dengan *confidence level* = 0.1, diambil melalui CCTV setiap 15 menit dari jam 07.00 pagi hingga 21.00 malam. Dimana untuk waktu pagi dibatasi dari jam 07.00 hingga 11.45, waktu siang dibatasi dari jam

12.00 hingga 17.45, dan waktu malam dibatasi dari jam 18.00 hingga 20.45. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5. 4 Pengujian Dengan Kondisi Waktu Pagi, Siang, dan Malam dengan *Confidence Level* 0.1

No	Dataset	JMS	Pagi	Dataset	JMS	Siang	Dataset	JMS	Malam
1	1_7.00	0	0	21_12.00	6	7	45_18.00	0	0
2	2_7.15	0	0	22_12.15	16	12	46_18.15	0	0
3	3_7.30	0	0	23_12.30	23	11	47_18.30	0	0
4	4_7.45	0	0	24_12.45	25	13	48_18.45	0	0
5	5_8.00	0	0	25_13.00	25	9	49_19.00	0	0
6	6_8.15	0	0	26_13.15	25	14	50_19.15	0	0
7	7_8.30	0	0	27_13.30	24	14	51_19.30	0	0
8	8_8.45	0	0	28_13.45	27	13	52_19.45	0	0
9	9_9.00	0	0	29_14.00	0	0	53_20.00	0	0
10	10_9.15	0	0	30_14.15	0	0	54_20.15	0	0
11	11_9.30	4	4	31_14.30	0	0	55_20.30	0	0
12	12_9.45	12	7	32_14.45	0	0	56_20.45	0	0
13	13_10.00	29	12	33_15.00	0	0			
14	14_10.15	27	16	34_15.15	0	0			
15	15_10.30	27	22	35_15.30	0	0			
16	16_10.45	27	15	36_15.45	0	0			
17	17_11.00	28	12	37_16.00	0	0			
18	18_11.15	27	17	38_16.15	0	0			
19	19_11.30	13	14	39_16.30	0	0			
20	20_11.45	3	2	40_16.45	0	0			
				41_17.00	0	0			
				42_17.15	0	0			
				43_17.30	0	0			
				44_17.45	0	0			

Dari hasil pengujian pada Tabel 5.3, diperoleh tingkat akurasi deteksi manusia dengan nilai *confidence level* 0.1 pada rentang waktu 07.00 pagi hingga 21.00 malam sebesar 100%. Nilai *confidence level* 0.1 ini menunjukkan bahwa nilai tersebut sangat bagus untuk dijadikan parameter dalam mendeteksi keberadaan manusia pada ruang kelas.

5.2.2.3 Skenario Pengujian *People Detection*

Pada proses pengujian sistem *people detection* yang telah diimplementasikan seperti yang dijelaskan pada CD-4 terdapat 3 kondisi pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian kondisi waktu pagi, siang, dan malam. Adapun penjelasan dari proses pengujian tersebut sebagai berikut.

Tabel 5. 5 Tabel Skenario Pengujian *People Detection*

Skenario	Data Uji	Hasil Deteksi Menggunakan YOLOv8
0	 <p>Kondisi ruang kelas jam 10.15 yang diambil melalui CCTV.</p>	 <p>Kondisi hasil deteksi keberadaan manusia menggunakan sistem yang ditandai dengan <i>bounding box</i> berwarna hijau.</p>
1	 <p>Kondisi ruang kelas jam 13.30 yang diambil melalui CCTV.</p>	 <p>Kondisi hasil deteksi keberadaan manusia menggunakan sistem yang ditandai dengan <i>bounding box</i> berwarna hijau.</p>
2	 <p>Kondisi ruang kelas jam 20.00 yang diambil melalui CCTV.</p>	 <p>Hasil menunjukkan tidak terdapat keberadaan manusia pada ruang kelas ditandai dengan <i>bounding box</i> yang tidak muncul.</p>

5.2.3 Detail Pengujian Website

Pada proses pengujian *website* yang telah diimplementasikan, pengujian dilakukan untuk memeriksa program yang telah diimplementasikan berjalan sesuai yang ditargetkan. Metode yang digunakan untuk menguji *website* yaitu *Blackbox Testing*. Berikut hasil pengujian dari aplikasi yang diuji.

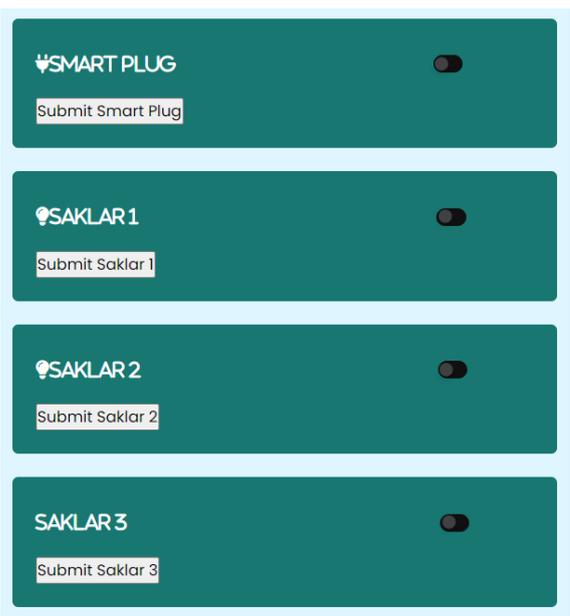
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Halaman Antarmuka Login

Antarmuka	Skenario Pengujian	Text Case	Hasil yang ditargetkan	Hasil Pengujian
Halaman Login	<i>Email</i> dan <i>password</i> tidak diisi lalu tekan tombol <i>login</i>	<i>Email</i> dan <i>password</i> kosong	Tidak bisa masuk dan memberi pesan “ <i>please fill out this field</i> ” pada bagian <i>email</i>	Berjalan dengan baik
	<i>Email</i> diisi dan <i>password</i> tidak diisi lalu tekan tombol <i>login</i>	<i>Email</i> : admin@stidif.com <i>Password</i> kosong	Tidak bisa masuk dan tetap berada pada halaman <i>login</i>	Berjalan dengan baik
	<i>Email</i> tidak diisi dan <i>password</i> diisi lalu tekan tombol <i>login</i>	<i>Email</i> kosong <i>Password</i> : password	Tidak bisa masuk dan memberi pesan “ <i>please fill out this field</i> ” pada bagian <i>email</i>	Berjalan dengan baik
	Mengisi <i>email</i> dan	<i>Email</i> : admin@gmail.com <i>Password</i> : 123456	Tidak bisa masuk dan tetap berada pada halaman <i>login</i>	Berjalan dengan baik

Antarmuka	Skenario Pengujian	Text Case	Hasil yang ditargetkan	Hasil Pengujian
	<i>password</i> tidak sesuai			
	Mengisi <i>email</i> dan <i>password</i> sesuai	<i>Email:</i> admin@stidif.com <i>Passsword:</i> password	Sistem menerima akses <i>login</i> dan menampilkan halaman <i>dashboard</i>	Berjalan dengan baik

Pada tabel 5.4 menunjukkan hasil dari pengujian halaman antarmuka *website* yang dibangun. Dari tabel terlihat bahwa hasil pengujian sudah berjalan dengan baik sesuai dengan target. Secara keseluruhan, pengujian *website* menegaskan bahwa *website* tersebut telah berhasil dan siap digunakan untuk pengguna.

Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Kontrol Ruangn Menggunakan *Website*

Skenario	Website	Lampu, AC, dan TV
0		Lampu, AC, TV <i>Off</i>

Skenario	Website	Lampu, AC, dan TV
1		Lampu L1 menyala, AC dan TV mati
2		Lampu L2 menyala, AC dan TV mati
3		Lampu mati, AC nyala, TV mati

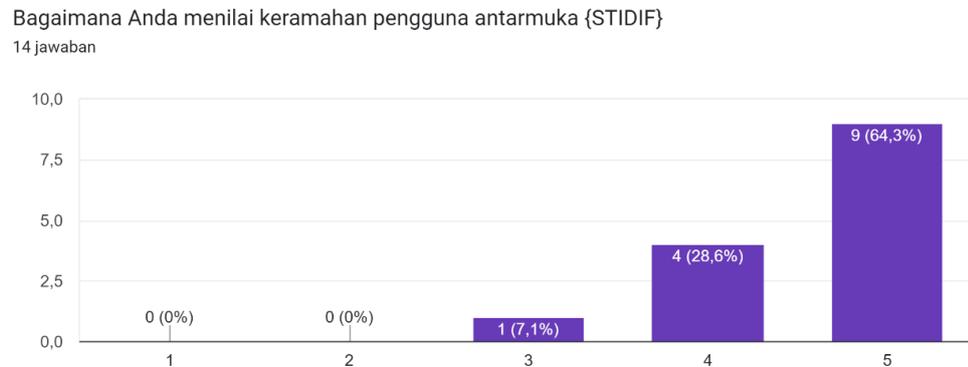
4	 <p>The screenshot shows a smart home control interface with four rows. Each row contains a device name, a 'Submit' button, and a toggle switch. The first row is 'SMART PLUG' with a white toggle switch. The second row is 'SAKLAR 1' with a black toggle switch. The third row is 'SAKLAR 2' with a black toggle switch. The fourth row is 'SAKLAR 3' with a black toggle switch.</p>	Lampu dan AC mati, TV nyala
5	 <p>The screenshot shows a smart home control interface with four rows. Each row contains a device name, a 'Submit' button, and a toggle switch. The first row is 'SMART PLUG' with a black toggle switch. The second row is 'SAKLAR 1' with a white toggle switch. The third row is 'SAKLAR 2' with a white toggle switch. The fourth row is 'SAKLAR 3' with a black toggle switch.</p>	Lampu L1 &L2 nyala, TV mati, AC mati
6	 <p>The screenshot shows a smart home control interface with four rows. Each row contains a device name, a 'Submit' button, and a toggle switch. The first row is 'SMART PLUG' with a white toggle switch. The second row is 'SAKLAR 1' with a white toggle switch. The third row is 'SAKLAR 2' with a white toggle switch. The fourth row is 'SAKLAR 3' with a black toggle switch.</p>	Lampu L1 L2 nyala, TV nyala, AC mati

7		Semua fasilitas menyala
---	---	-------------------------

Tabel 5.5 menunjukkan hasil pengujian control ruangan menggunakan *website*. Diperoleh 7 hasil pengujian yang kami lakukan sebagai berikut.

1. Pada kondisi 0 dilakukan pengujian kondisi lampu, AC, dan TV dalam kondisi *off*.
2. Pada kondisi 1 dilakukan pengujian untuk *on*/menyalakan lampu L1 pada *website*. Pada pengujian ini, lampu L2, *smartplug*, dan AC dalam kondisi *off*/mati.
3. Pada kondisi 2 dilakukan pengujian untuk *on*/menyalakan lampu L2 pada *website*. Pada pengujian ini, lampu L1, *smartplug*, dan AC dalam kondisi *off*/mati.
4. Pada kondisi 3 dilakukan pengujian untuk *on*/menyalakan AC pada *website*. Pada pengujian ini, Lampu dan *smartplug* dalam kondisi *off*/mati.
5. Pada kondisi 4 dilakukan pengujian untuk *on*/menyalakan *smartplug* pada *website*. Pada pengujian ini, Lampu dan AC dalam kondisi *off*/mati.
6. Pada kondisi 5 dilakukan pengujian untuk *on*/menyalakan lampu L1 dan lampu L2 pada *website*. Pada pengujian ini, *smartplug* dan AC dalam kondisi *off*/mati.
7. Pada kondisi 6 dilakukan pengujian untuk *on*/menyalakan lampu L1, lampu L2, dan *smurtplug* pada *website*. Pada pengujian ini, AC dalam kondisi *off*/mati.
8. Pada kondisi 7 dilakukan pengujian untuk *on*/menyalakan semua fasilitas elektronik.

Pengujian selanjutnya, evaluasi tampilan dengan melakukan survei kepada 14 responden dari pegawai dan mahasiswa/i Universitas Telkom. Hasil survei tersebut dapat dilihat pada gambat berikut.



Gambar 5. 2 Hasil Survei Keramahan Pengguna Antarmuka

Dari hasil survei pada Gambar 5.2, sebanyak 64,3% menilai bahwa keramahan pengguna *Website* antarmuka sangat ramah pengguna. Sebanyak 28,6% menilai bahwa keramahan pengguna *Website* antarmuka ramah pengguna. Sementara itu, 7,1% menilai bahwa keramahan pengguna *Website* antarmuka cukup ramah pengguna [21]. Melalui survei, responden dapat menilai dari beberapa elemen yaitu tata letak, ukuran dan jenis huruf, dan penggunaan warna yang tepat.



Gambar 5. 3 Hasil Survei Penilaian Terhadap Desain Antarmuka

Dalam hasil survei penilaian terhadap desain antarmuka yang terdapat pada Gambar 5.3, beragam tanggapan yang diperoleh dari responden. Sebagian besar responden

menyebutkan bahwa antarmuka tersebut sudah baik dengan fokus pada kejelasan desain. Namun, terdapat sejumlah kecil responden yang menyebutkan bahwa desain kurang menarik. Meskipun demikian, mayoritas tanggapan menunjukkan bahwa penggunaan antarmuka secara umum dianggap positif.



Gambar 5. 4 Hasil Survei deskripsi *website* dalam satu kata atau lebih

Dari hasil survei pada Gambar 5.4, survey memiliki berbagai macam tanggapan dari responden. Sebagian besar responden menyebutkan bahwa *website* sudah baik dan mayoritas tanggapan menunjukkan bahwa *website* dianggap positif. Hasil survei ini mencerminkan keberagaman pengalaman dan harapan pengguna terhadap penggunaan *website*, yang dapat dijadikan landasan untuk perbaikan berkelanjutan.

5.3 Analisis Hasil Pengujian

Pada sub-sistem *hardware* terdapat 6 skenario pengujian yaitu pengujian terhadap saklar lampu pin L sebagai masukan arus listrik, pin L1 saklar terhadap lampu grup 1, pin L2 saklar terhadap lampu grup 2, pin L3 saklar terhadap AC, dan pengujian smartplug terhadap TV yang ada di ruang kelas. Langkah pengujian pada *hardware* dilakukan dengan menekan saklar secara manual untuk dapat menghidupkan lampu, AC dan TV. Dengan hal ini *hardware* yang digunakan dalam sistem telah memenuhi persyaratan kinerja, stabilitas, dan skalabilitas yang diinginkan.

pada pengujian sistem *people detection* menggunakan data uji gambar yang diambil menggunakan CCTV yang berisi manusia yang berada didalam ruangan kelas, penulis menggunakan parameter *confidence level* dan kondisi waktu pagi, siang, dan malam guna

mengevaluasi kinerja model untuk membedakan hasil informasi yang digunakan oleh sistem dengan hasil informasi yang sebenarnya. Dengan begitu, kita dapat memahami seberapa baik algoritma YOLOv8 dalam mendeteksi manusia dalam gambar uji dan mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan dalam model tersebut.

Setelah melakukan pengujian terhadap *website*, hasil pengujian halaman antarmuka menunjukkan bahwa halaman tersebut sudah berjalan dengan baik dan sesuai dengan hasil yang ditargetkan. Pengujian halaman antarmuka menegaskan kesesuaian konten dengan spesifikasi yang sudah ditetapkan. Pengujian responsif juga menunjukkan bahwa *website* merespon dengan baik.

5.4 Kesimpulan

Pengujian yang dilakukan dalam sistem IMS ini yaitu pengujian terhadap *hardware*, *people detection*, dan pengujian terhadap *website*. Pada masing-masing sub-sistem telah dilakukan pengujian, sehingga diperoleh hasil yang maksimal. Pengujian pada sub-sistem *hardware* sudah berjalan sesuai dengan target seperti yang dijelaskan dalam poin detail implementasi.

Adapun hasil pengujian menggunakan algoritma YOLOv8 dengan dataset sebanyak 56, diketahui bahwa *confidence level* sangat mempengaruhi untuk proses deteksi manusia. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, *confidence level* yang diuji terdiri dari 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, dan 0.5. didapatkan hasil *confidence level* terbaik adalah 0.1 dengan tingkat akurasi 100%, sensitivitas 100%, dan spesifisitas 100%. Kemudian, pengujian berdasarkan waktu didapat akurasi 100%, karena sistem dapat mendeteksi keberadaan manusia didalam kelas dengan sesuai.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap *website* yang telah dibangun, dapat disimpulkan bahwa *website* berhasil melewati kriteria pengujian dengan baik. *Website* telah memenuhi ekspektasi dalam hal fungsional dan responsifitas. Namun, direkomendasikan pemeliharaan rutin dan pemantauan untuk memastikan *website* tetap berkinerja optimal dan aman dalam jangka panjang.

5.5 Saran

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya, dikarenakan pada penelitian ini masih tahap implementasi. Tentunya masih banyak hal-hal yang harus dikembangkan seperti menambahkan ruang kelas untuk diimplementasikan, melakukan pengukuran konsumsi energi listrik, dan menganalisis

sebelum dan sesudah diterapkannya sistem IMS. Serta menambahkan fitur *stream* CCTV pada *website* yang sudah dibangun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Kamilah, A. Suhendi, C. Saputra, F. T. Elektro, and U. Telkom, “MONITORING DAN KONTROL PEMBATAAN BEBAN DAYA LISTRIK BANGUNAN BERBASIS IOT MONITORING AND CONTROL OF IOT BASED BUILDING.”
- [2] I. W. Sukadana, D. Prayoga, and I. W. Suriana, “Sistem Monitoring dan Audit Energi Listrik Berbasis Internet Of Things (IOT),” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 2, p. 139, Aug. 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i2.112081.
- [3] Tukadi, W. Widodo, M. Ruswiensari, and A. Qomar, “Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VII 2019*, pp. 581–586, 2019, [Online]. Available: <https://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/download/659/468>.
- [4] M. Nursamsi Adiwiranto and C. Budi Waluyo, “PROTOTIPE SISTEM MONITORING KONSUMSI ENERGI LISTRIK SERTA ESTIMASI BIAYA PADA PERALATAN RUMAH TANGGA BERBASIS INTERNET OF THINGS,” *ELECTRON J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 13–22, Nov. 2021, doi: 10.33019/electron.v2i2.2.
- [5] M. K. Rakhmat Kurniawan. R, S.T., “KECERDASAN BUATAN (ARTIFICIAL INTELLIGENCE) Edisi Revisi I Oleh : RAKHMAT KURNIAWAN . R , S . T . , M . KOM FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI,” 2020.
- [6] I. A. Akhinov and M. R. A. Cahyono, “Pengembangan Smart Home System Berbasis Kecerdasan Buatan untuk Memanajemen Konsumsi Energi Rumah Tangga dengan Pendekatan Finansial,” *JSAI (Journal Sci. Appl. Informatics)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, Feb. 2021, doi: 10.36085/jsai.v4i1.1218.
- [7] T. F. Prasetyo, D. Zaliluddin, and M. Iqbal, “Prototype of smart office system using based security system,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1013, p. 012189, May 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1013/1/012189.
- [8] K. Khairunnas, E. M. Yuniarno, and A. Zaini, “Pembuatan Modul Deteksi Objek Manusia Menggunakan Metode YOLO untuk Mobile Robot,” *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 1, Aug. 2021, doi: 10.12962/j23373539.v10i1.61622.
- [9] A. Setiyadi, E. Utami, and D. Ariatmanto, “Analisa Kemampuan Algoritma YOLOv8

- Dalam Deteksi Objek Manusia Dengan Metode Modifikasi Arsitektur,” vol. 7, no. September, pp. 891–901, 2023.
- [10] Muhammad Nur Ihsan Muhlashin and A. Stefanie, “Klasifikasi Penyakit Mata Berdasarkan Citra Fundus Menggunakan YOLO V8,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 1363–1368, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i2.6927.
- [11] H. Sirait and S. Ambarita, “Aplikasi Sistem Pemantauan Berbasis CCTV dan Perhitungan Kapasitas Media Penyimpanan DVR,” *J. BisantaraInformatika*, vol. 6, no. 1, 2022, [Online]. Available: <https://bisantara.amikparbinanusantara.ac.id/index.php/bisantara/article/download/70/59>.
- [12] H. Mulyo and H. Kusumodestoni, “Object Detection pada CCTV untuk Smart City Kabupaten Kendal,” *AMRI (Analisa, Metod. Rekayasa, Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 121–124, 2022, doi: 10.12487/AMRI.v1i1.xxxxx.
- [13] D. Desmira, D. Aribowo, W. D. Nugroho, and S. Sutarti, “Penerapan Sensor Passive Infrared (Pir) Pada Pintu Otomatis Di Pt Lg Electronic Indonesia,” *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.30656/prosisko.v7i1.2123.
- [14] S. Z. M. Nurul Hidayati Lusita Dewi, Mimin F. Rohmah, “Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot),” *Tekno. Inf.*, pp. 3–3, 2019.
- [15] E. Panja, H. Hendry, and C. Dewi, “YOLOv8 Analysis for Vehicle Classification Under Various Image Conditions,” *Sci. J. Informatics*, vol. 11, no. 1, pp. 127–138, Feb. 2024, doi: 10.15294/sji.v11i1.49038.
- [16] G. Zeng, “On the confusion matrix in credit scoring and its analytical properties,” *Commun. Stat. - Theory Methods*, vol. 49, no. 9, pp. 2080–2093, May 2020, doi: 10.1080/03610926.2019.1568485.
- [17] I. P. Sary, S. Andromeda, and E. U. Armin, “Performance Comparison of YOLOv5 and YOLOv8 Architectures in Human Detection using Aerial Images,” *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, vol. 15, no. 1, pp. 8–13, 2023, doi: 10.31937/sk.v15i1.3204.
- [18] R. A. Yuha, M. Al Fiqri, Ashari, R. Pratama, and M. Harahap, “Deteksi Gerakan pada

- Kamera CCTV dengan Algoritma Frame Difference dan Frame Substraction,” *Semin. Nas. Aptikom 2019*, pp. 503–511, 2019.
- [19] R. Toyib, I. Bustami, D. Abdullah, and O. Onsardi, “Penggunaan Sensor Passive Infrared Receiver (PIR) Untuk Mendeteksi Gerak Berbasis Short Message Service Gateway,” *Pseudocode*, vol. 6, no. 2, pp. 114–124, 2019, doi: 10.33369/pseudocode.6.2.114-124.
- [20] P. S. F. Yudha and R. A. Sani, “JURNAL EINSTEIN Jurnal Hasil Penelitian Bidang Fisika IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 SEBAGAI SENSOR PARKIR MOBIL BERBASIS ARDUINO,” *J. Einstein*, vol. 5, no. 3, pp. 19–26, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/inpafie-issn:2407-747x,p-issn2338-1981>.
- [21] K. Teori and A. Tinjauan, “meningkatkan aspek-aspek User Experience berdasarkan pengukuran UEQ pada aplikasi Xyz II,” vol. 10, no. 5, p. 5081, 2023.

LAMPIRAN I

Curriculum Vitae 1

PERSONAL INFORMATION

Full Name : Ilham Kurniawan
Gender : Male
Birth Place and Date : Pagaran Pasar Rao August 16th 2001
Nationality : Indonesia
Religion : Islam
Phone Number : 082114477618
Email : Kurniawanilham710@gmail.com



ACADEMIC STATUS

University : Telkom University
Major : Bachelor Degree of Telecommunication Engineering
Semester : 8

EDUCATION

Institutions	City and Province	Year
SMK N 1 Sumatera Barat	Padang, West Sumatera	2016 - 2019
Universitas Telkom	Bandung, West Java	2019 - present

PERSONAL ACHIEVEMENTS

Awards	Year	Description
-	-	-
-	-	-

SUPPORTING ACTIVITIES AND TRAININGS

Activities and Trainings	Period	Place
-	-	-

ORGANIZATIONAL EXPERIENCE

Organizations	Title	Period	Descriptions
Microcontroller Laboratory Telkom University	Head of assistant Microcontroller Laboratory	2021-2022	Laboratorium mikrokontroler berfokus pada dasar teknik digital, komponen kontrol elektronika seperti IoT, sensor, dll.
Himpunan Mahasiswa D3 Teknologi Telekomunikasi	Head of Advocacy Department	2021-2022	An organization that accommodates D3 telecommunications technology students and acts as the head of the Advocacy department who is responsible to the head of the association and core ranks in matters related to advocacy both in terms of faculty and university majors encouraging participation in social, academic, and community activities.

WORKING EXPERIENCE

Work	Year	Descriptions
Directorate of Asset And Sustainability Telkom University	2021-Present	Plays a role in helping the provision of electrical installations in each building and is fully responsible for the maintenance of gansets on the Telkom University campus

SKILLS AND HOBBIES

Language Skills : Indonesia (Native), English (Advance)

Computer Skills : Microsoft Office, Python

Hobbies and interests : Football, Artificial Intelligence, and Electricity

Others : Public Speaking, Leadership, Teamwork

Curriculum Vitae 2

PERSONAL INFORMATION

Full Name : Fiona Okki Rahmalisty
Gender : Female
Birth Place and Date : Bandung, 20th July 2001
Nationality : Indonesia
Religion : Islam
Phone Number : +62895342926107
Email : Fionaokki164@gmail.com



ACADEMIC STATUS

University : Telkom University
Major : Bachelor Degree of Telecommunication Engineering
Semester : 8

EDUCATION

Institutions	City and Province	Year
SMAN 1 Padalarang	West Bandung, West Java	2016 - 2019
Universitas Telkom	Bandung, West Java	2019 - present

PERSONAL ACHIEVEMENTS

Awards	Year	Description
-	-	-
-	-	-

SUPPORTING ACTIVITIES AND TRAININGS

Activities and Trainings	Period	Place
-	-	-

ORGANIZATIONAL EXPERIENCE

Organizations	Title	Period	Descriptions
Himpunan Mahasiswa D3 Teknologi Telekomunikasi	head of the Community Social Department	2021-2022	An organization that accommodates D3 telecommunications technology students and acts as the head of the Social Department, responsible for work programs and implementation of activities in the field social society
Microcontroller Laboratory Telkom University	Research Staff and Pacticum Assistant	2020-2022	As an assistant instructor to assist lecturers in carrying out community service Arduino-based VLC (Visible Light Communication) training, and help lecturers teach operate microcontroller devices such as Arduino and IoT devices in class.

WORKING EXPERIENCE

Work	Year	Descriptions
PT. Telkom Indonesia (Persero) Tbk	2022	Assists in conducting test offer validation processes and helps monitor customer service disruptions.

SKILLS AND HOBBIES

Language Skills : Indonesia (Native), English (Advance)

Computer Skills : Microsoft Office, Python, C++

Hobbies and interests : Artificial Intelligence, Learn by doing, Gaming, Reading

Others : Leadership, Teamwork

Curriculum Vitae 3

PERSONAL INFORMATION

Full Name : Dhiva Byantika Amara
Gender : Female
Birth Place and Date : Bekasi, January 17th 2003
Nationality : Indonesia
Religion : Islam
Phone Number : 089601804339
Email : dbyantikaamara@gmail.com



ACADEMIC STATUS

University : Telkom University
Major : Bachelor Degree of Telecommunication Engineering
Semester : 8

EDUCATION

Institutions	City and Province	Year
SMA Bani Saleh	Bekasi, West Java	2017 - 2020
Universitas Telkom	Bandung, West Java	2020 - present

PERSONAL ACHIEVEMENTS

Awards	Year	Description
-	-	-
-	-	-

SUPPORTING ACTIVITIES AND TRAININGS

Activities and Trainings	Period	Place
-	-	-

ORGANIZATIONAL EXPERIENCE

Organizations	Title	Period	Descriptions
Basic Transmission Laboratory Telkom University	Member of the Administrative Division	2023-2024	Basic transmission laboratory focuses on fundamental aspects of transmission such as waves, polarization, transmission channels, and others.
Himpunan Mahasiswa Teknik Telekomunikasi	Staf Khusus Pengembangan Minat dan Bakat (PMB)	2023-2024	An organization that accommodates telecommunication engineering students aimed at strengthening solidarity, developing soft and hard skills, and encouraging participation in social, academic, and community activities.

WORKING EXPERIENCE

Work	Year	Descriptions
PT. Angkasa Pura II	2023	PT Angkasa Pura II is a company engaged in airport management in Indonesia. PT Angkasa Pura II is

		also responsible for the development and improvement of airport infrastructure as well as providing services for passengers and airlines.
--	--	---

SKILLS AND HOBBIES

Language Skills : Indonesia (Native), English (Advance)

Computer Skills : Microsoft Office, Python, C

Hobbies and interests : Music, Traveling, Artificial Intelligence

Others : Public Speaking, Leadership, Teamwork

LAMPIRAN II

LAMPIRAN *HARDWARE*

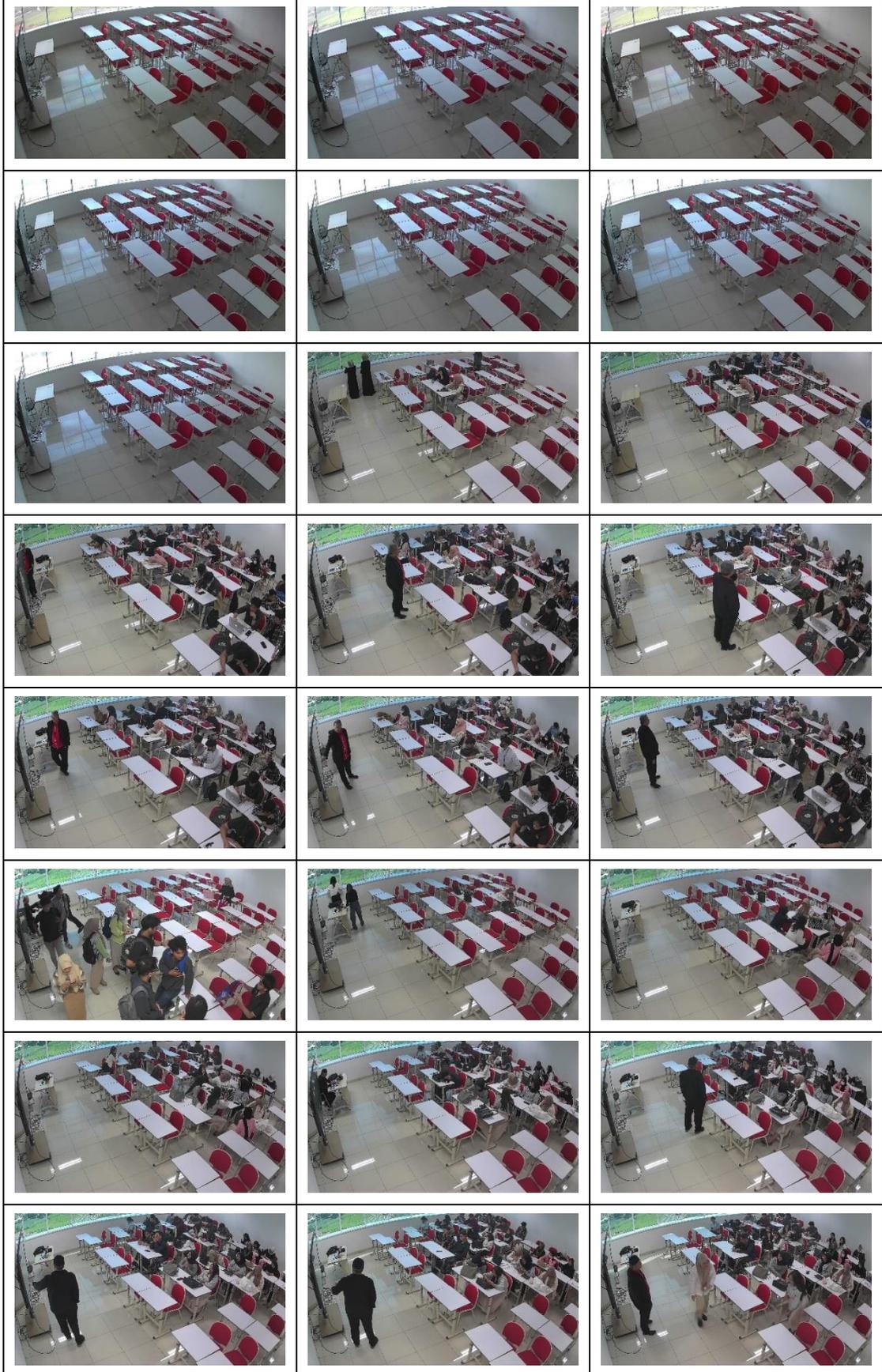


LAMPIRAN *PEOPLE DETECTION SYSTEM*

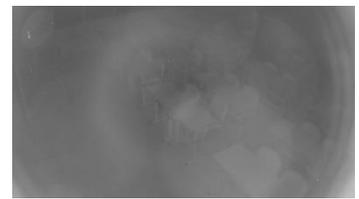
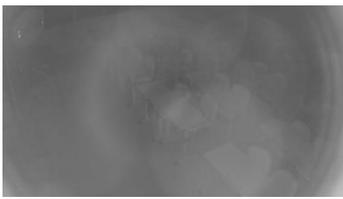
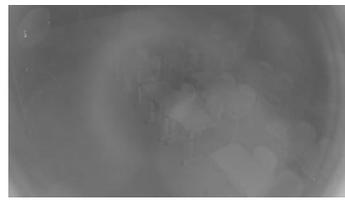
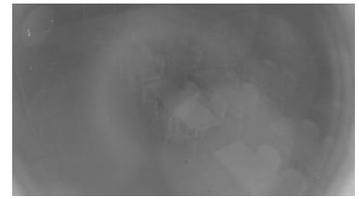
1. Dataset yang digunakan dalam pengujian people detection dari kelas TULT 14.01

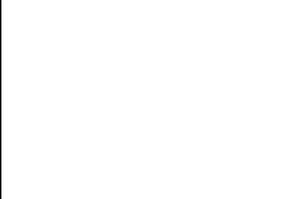


DATASET

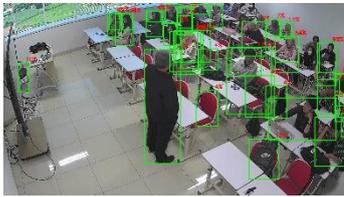
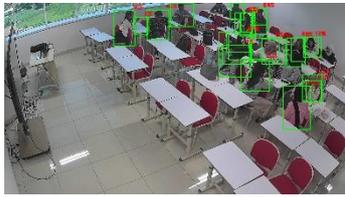


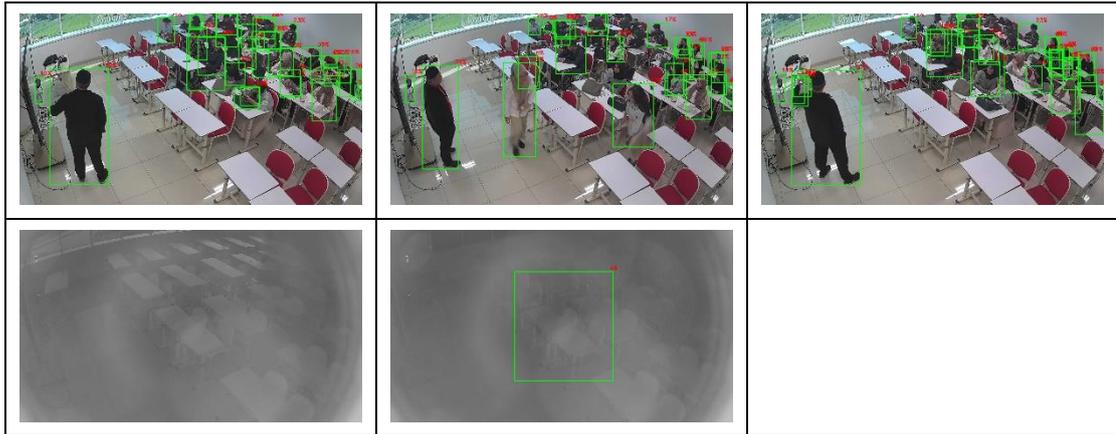
DATASET



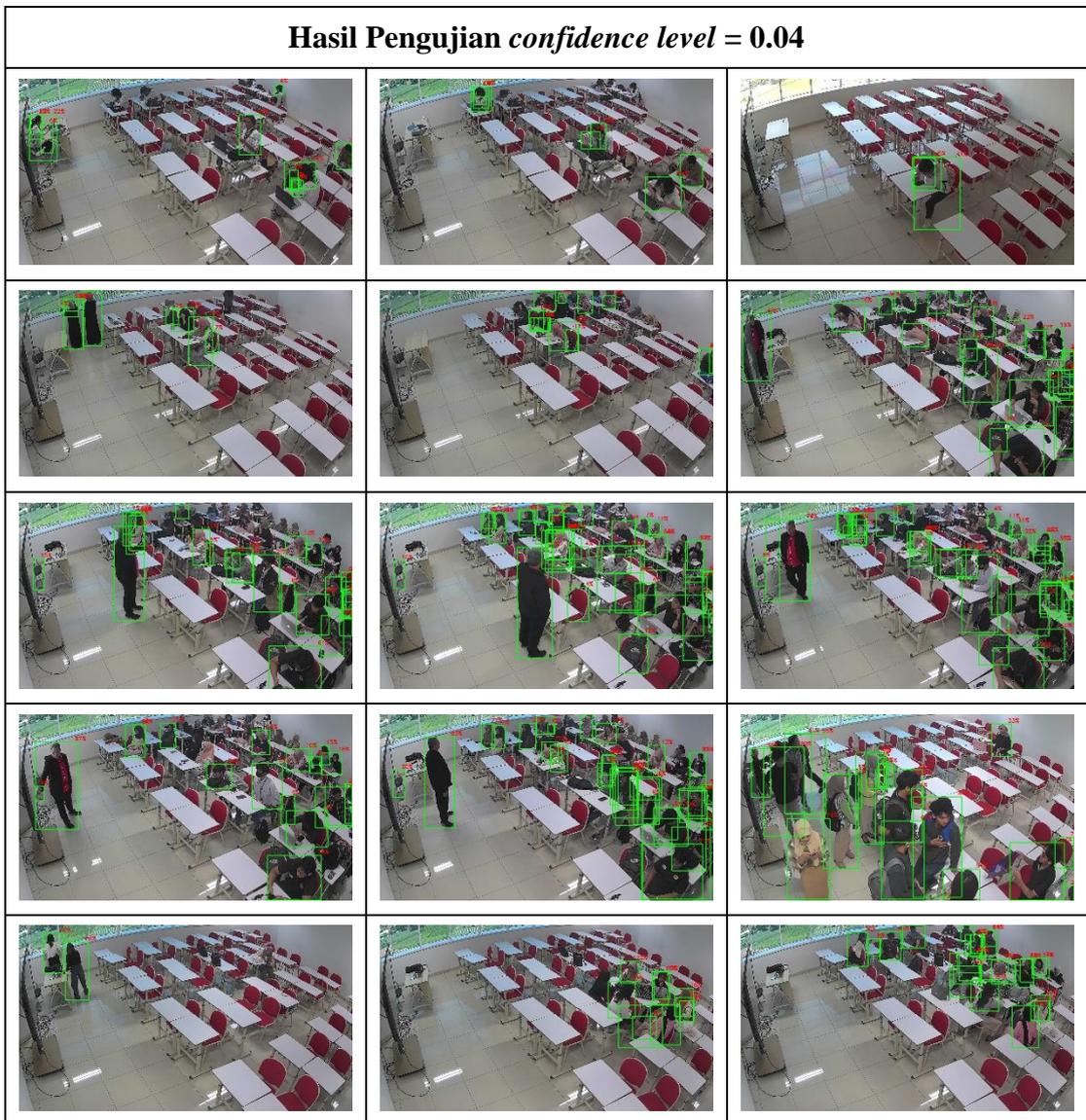
DATASET		
		

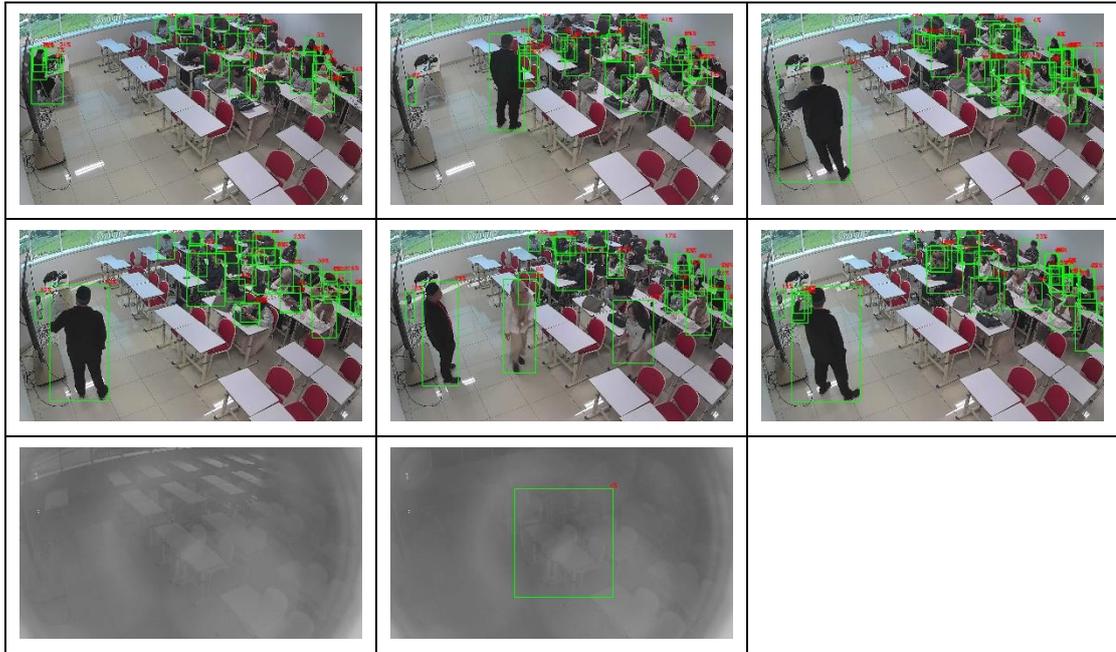
2. Hasil Pengujian *confidence level* = 0.02

Hasil Pengujian <i>confidence level</i> = 0.02		
		
		
		
		
		
		

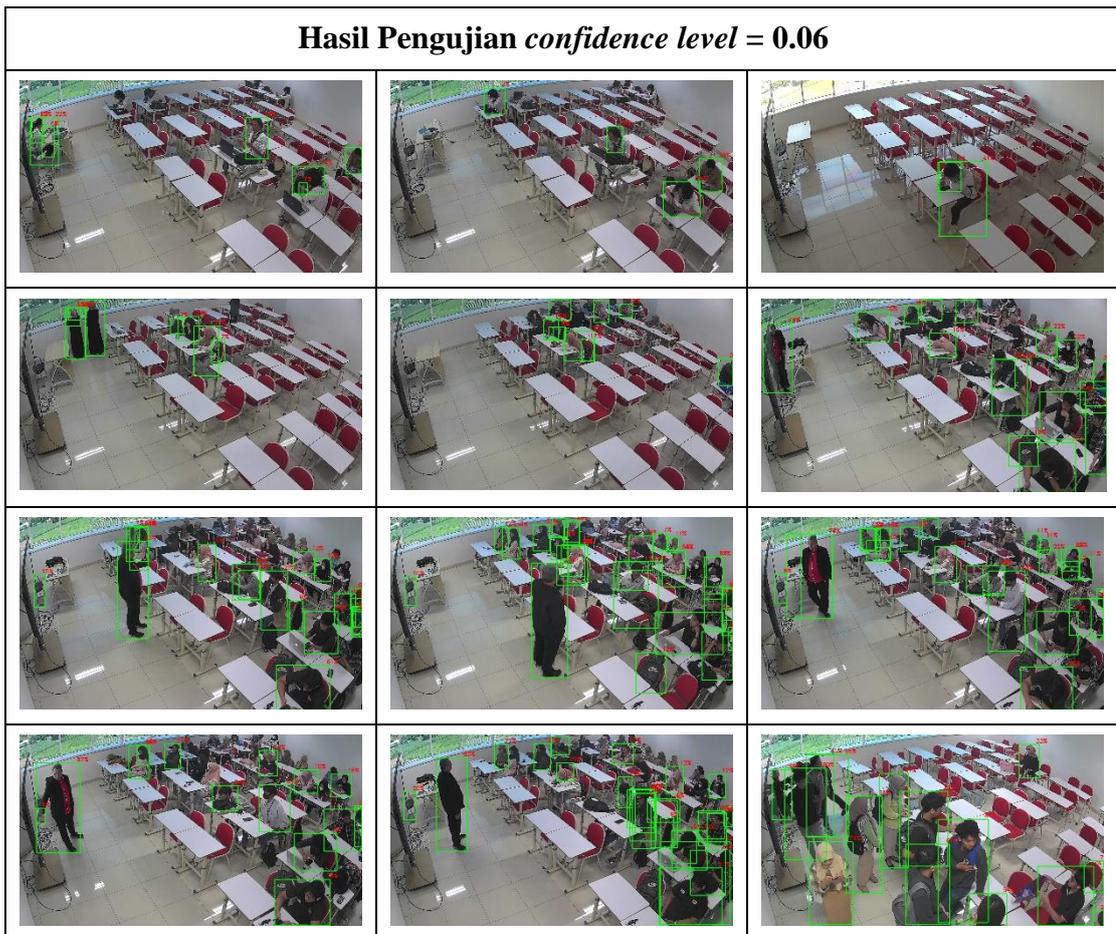


3. Hasil Pengujian *confidence level* = 0.04



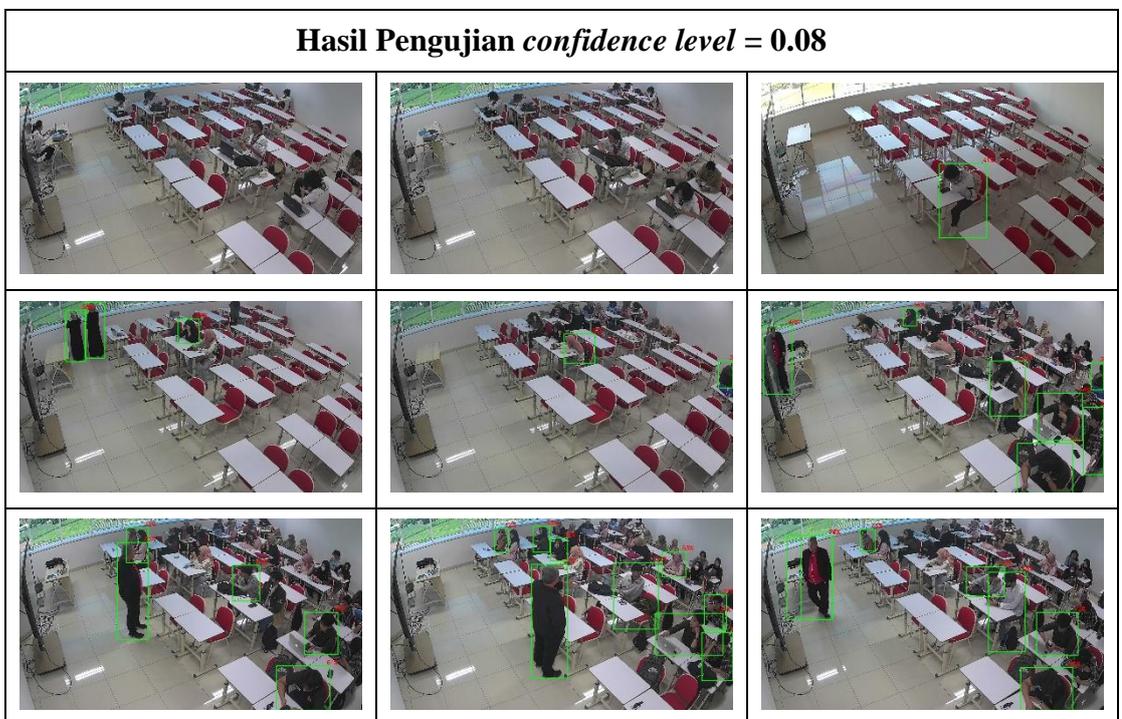


4. Hasil Pengujian *confidence level* = 0.06





5. Hasil Pengujian *confidence level* = 0.08





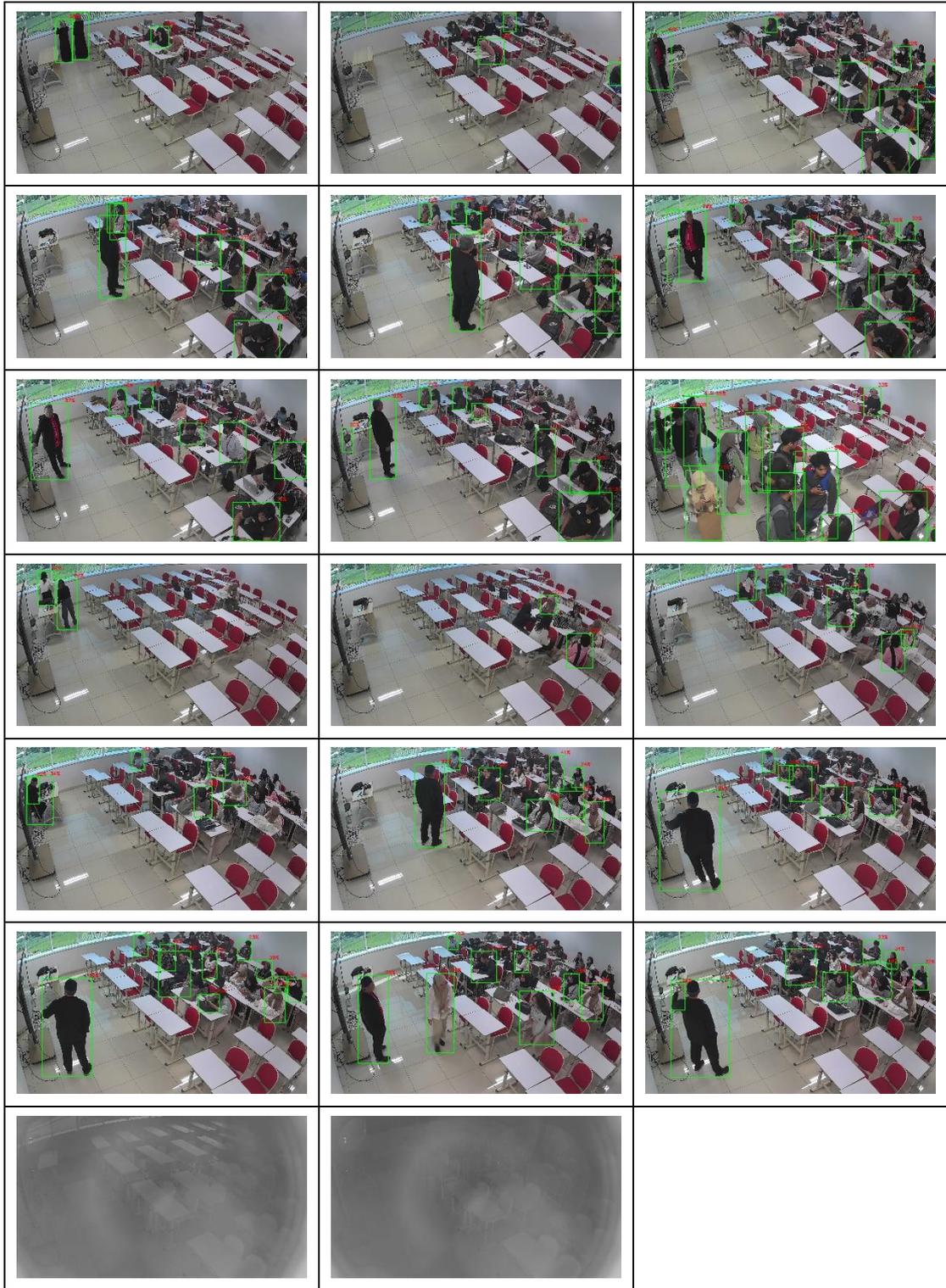
6. Hasil Pengujian *confidence level* = 0.1



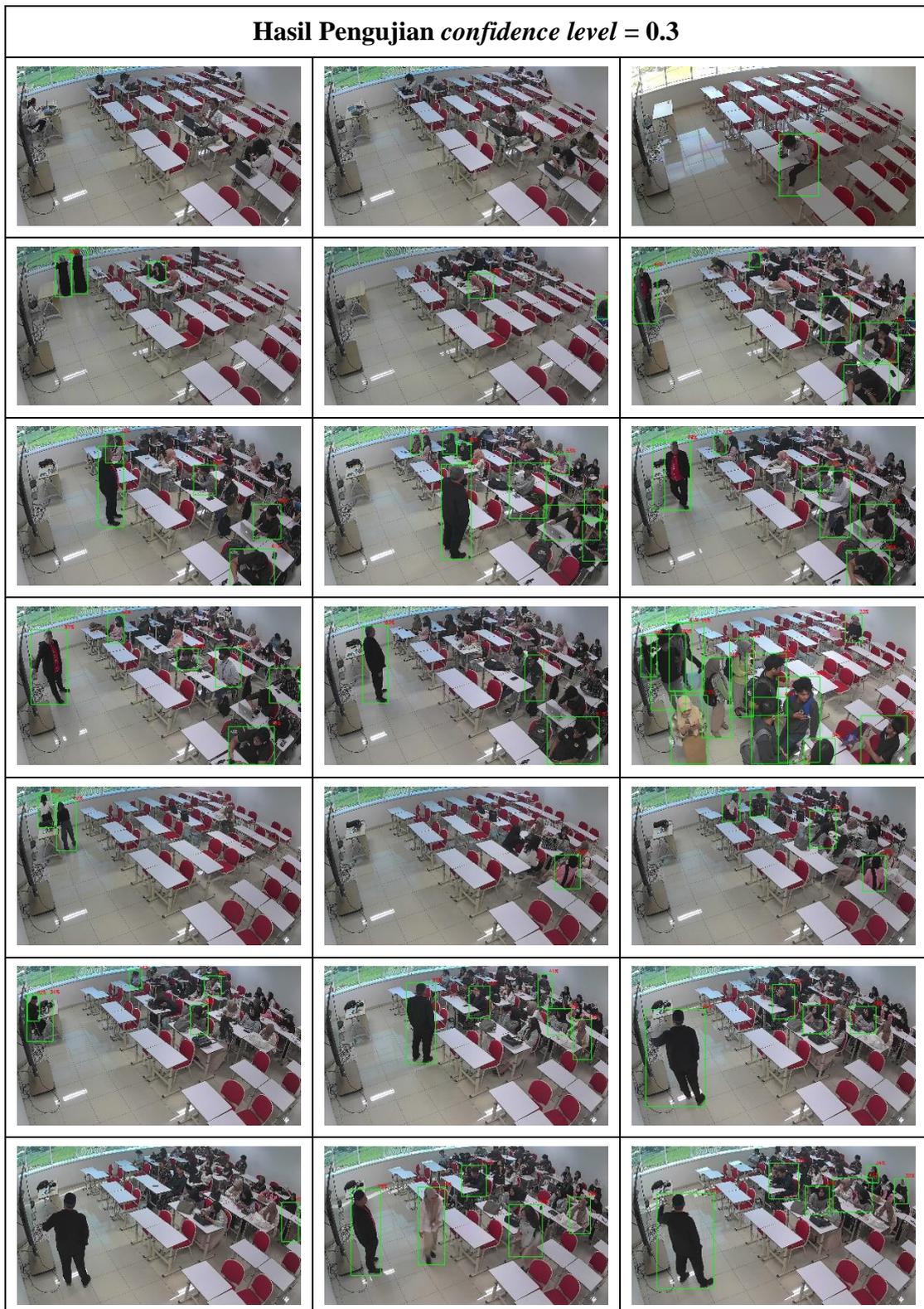


7. Hasil Pengujian *confidence level* = 0.2



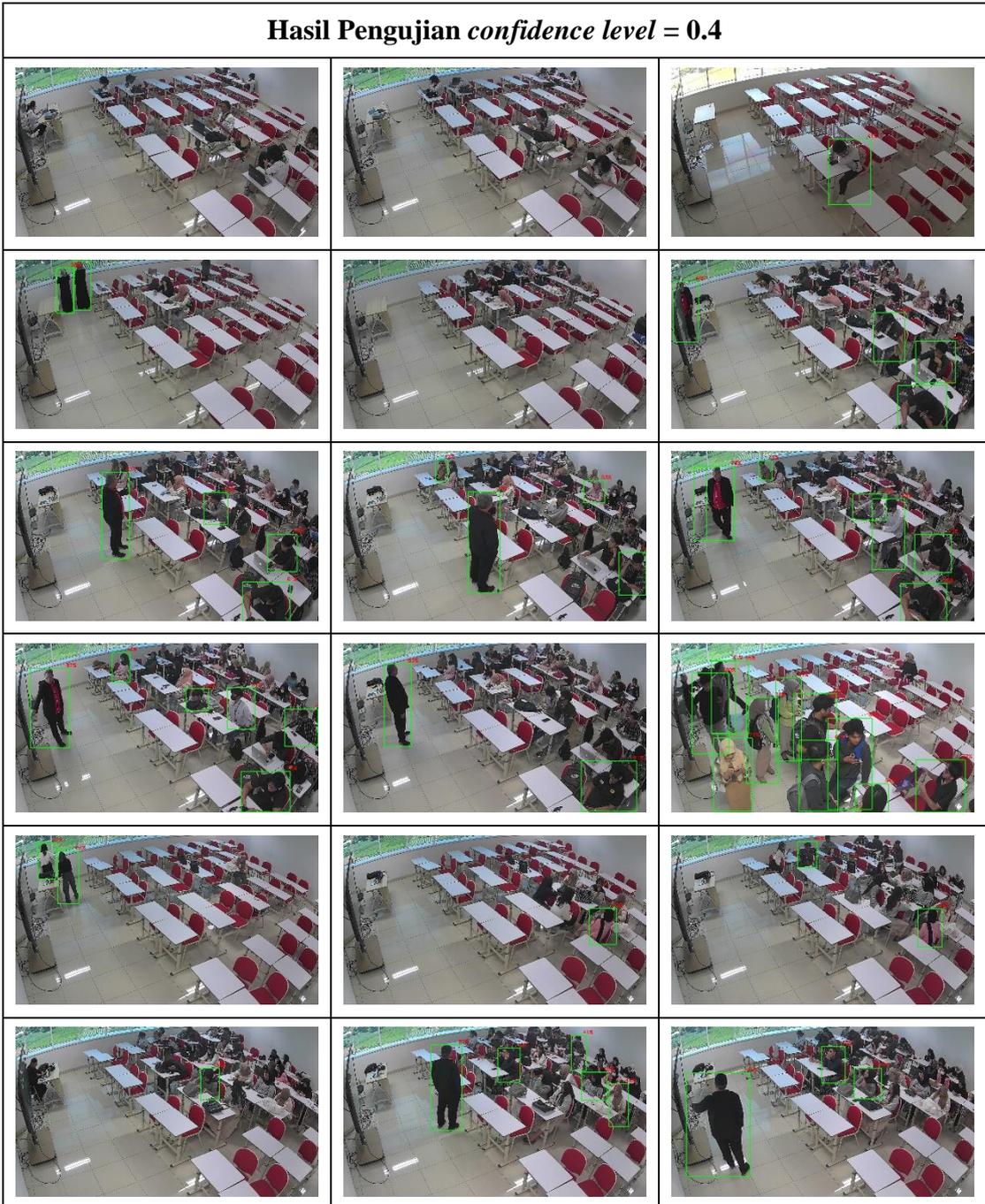


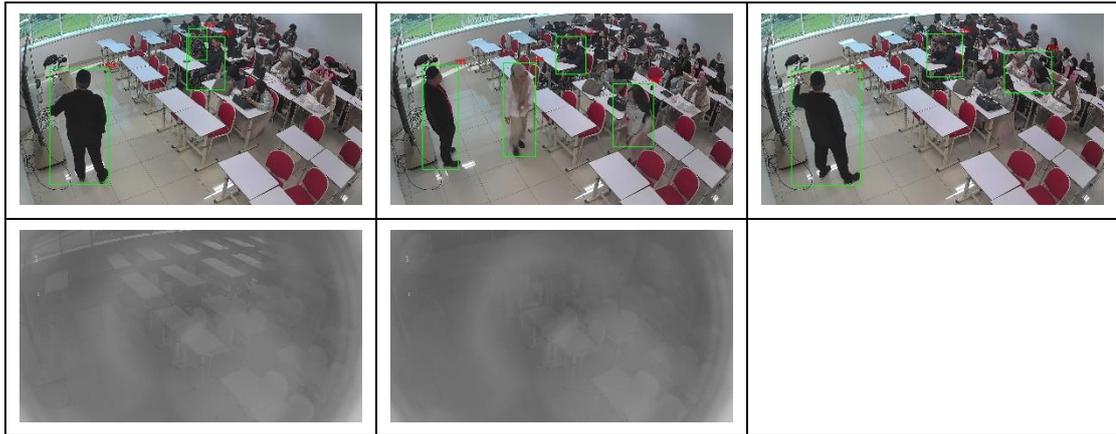
8. Hasil Pengujian *confidence level* = 0.3





9. Hasil Pengujian *confidence level* = 0.4





10. Hasil Pengujian *confidence level* = 0.5





Lampiran Website

1. Login

```
@app.route('/', methods=['GET', 'POST'])
def login():
    if request.method == 'POST':
        email = request.form.get('email')
        password = request.form.get('password')
        api_login_data = {'email': email, 'password': password}

        response = requests.post('http://127.0.0.1:5000/api/login',
            json=api_login_data)
        if response.status_code == 200:
            token = response.json().get('token')
            session['login_token'] = token # Simpan token dalam session
            return redirect(url_for('dashboard'))
        else:
            return 'Email atau password salah'
    return render_template('login.html')

@app.route('/api/login', methods=['GET', 'POST'])
def login_api():
    if request.method == 'POST':
        data = request.get_json()
        email = data.get('email')
        password = data.get('password')

        # Validasi kredensial
        if email in users and users[email]['password'] == password:
            user_info = {
                "email": email,
                "password": password
            }
            token = generate_token(user_info) # Menghasilkan token
            return jsonify({'message': 'Login successful', 'token': token}), 200
        else:
            return jsonify({'message': 'Login failed. Invalid email or password'}), 401
```

```

elif request.method == 'GET':
    # Penanganan permintaan GET
    return jsonify({'message': 'Metode ini tidak diperbolehkan'}),
405

```

2. Data Assets

```

@app.route('/get_assets', methods=['GET'])
def get_assets():
    response = None # Inisialisasi response dengan nilai default
    None

    try:
        # Mengambil data locations
        locations_url =
'https://api2.envisionsapp.com/api/v1/locations'
        locations_response = requests.get(locations_url,
headers=headers)
        locations_data = locations_response.json()

        # Mengambil id dari location pertama
        location_id = locations_data['data'][0]['id']

        # Mengambil data areas berdasarkan location_id
        areas_url =
f'https://api2.envisionsapp.com/api/v1/areas?location_id={location_
id}'
        areas_response = requests.get(areas_url, headers=headers)
        areas_data = areas_response.json()

        # Mengambil id dan name dari area pertama
        area_id = areas_data['data'][1]['id']
        area_name = areas_data['data'][1]['name']

        # Mengambil data assets berdasarkan area_id
        assets_url =
f'https://api2.envisionsapp.com/api/v1/assets?area_id={area_id}'
        assets_response = requests.get(assets_url, headers=headers)
        assets_data = assets_response.json()

        # Mengonversi updated_at ke format yang diinginkan
        for asset in assets_data['data']:
            asset['updated_at'] =
format_datetime(asset['updated_at'])
        # Memformat response

```

```

        response = {
            "location_id": location_id,
            "area_id": area_id,
            "area_name": area_name,
            "assets": assets_data['data']
        }

        # Cetak data assets
        print("Data assets:")
        for asset in response['assets']:
            print(asset)

        return render_template('class-1401.html', response=response)

    except requests.exceptions.RequestException as e:
        if response is not None:
            # Jika response sudah terisi, gunakan nilai response
            yang ada
            return render_template('class-1401.html',
                response=response)
        else:
            # Jika response belum terisi, kembalikan error
            return jsonify({"error": str(e)}), 500

import requests

```

3. *Control System*

```

@app.route('/controlProcces', methods=['POST'])
def controlProcces():
    idtenant = request.json.get('idtenant')
    iddevice = request.json.get('iddevice')
    name = request.json.get('name') # Mendapatkan nilai 'name' dari
    JSON
    attribute = request.json.get('attribute') # Mendapatkan nilai
    'attribute' dari JSON
    data = request.json.get('data') # Mendapatkan nilai 'data' dari
    JSON

    if not all([name, attribute, data]):
        return jsonify({"error": "Incomplete data."}), 400

    try:

```

```

# Menyiapkan payload untuk dikirim ke API
payload = {
    'idtenant': idtenant,
    'iddevice': iddevice,
    'name': name,
    'attribute': attribute,
    'data': data
}

# Melakukan permintaan POST ke API dengan header dan payload
yang disiapkan

requests.post('https://api2.envisionsapp.com/iot/api/v1/control',
              headers=headers, json=payload)

# Memeriksa status code respon dari API
if response.status_code == 200:
    return jsonify({"message": "Data received
successfully."}), 200
else:
    return jsonify({"error": f"Failed to send data to API.
Status code: {response.status_code}"}), 500

```

4. Menampilkan Tanggal *Real-Time*

```

function updateDate() {
    var now = new Date();
    var year = now.getFullYear();
    var month = now.getMonth() + 1; // Bulan dimulai dari 0, tambahkan
1 untuk mendapatkan bulan yang benar
    var day = now.getDate();

    var dateString = padZero(day) + "/" + padZero(month) + "/" +
year;
    document.getElementById('date').textContent = dateString;
}

function padZero(number) {
    return (number < 10 ? '0' : '') + number;
}

```

```
}  
  
setInterval(updateDate, 1000);
```

5. Menampilkan Waktu secara *Real-Time*

```
function updateClock() {  
    var now = new Date();  
    var hours = now.getHours();  
    var minutes = now.getMinutes();  
    var seconds = now.getSeconds();  
    var timeString = padZero(hours) + ":" + padZero(minutes) + ":" +  
padZero(seconds);  
    document.getElementById('clock').textContent = timeString;  
}  
  
function padZero(number) {  
    return (number < 10 ? '0' : '') + number;  
}  
  
setInterval(updateClock, 1000);
```