

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Sistem Monitoring Cerdas di Area Parkiran Kos-kosan



Penyusun:

Muhammad Iqbal Angkasa (20524054)

Abdullah Martua Muslih (20524071)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

HALAMAN PENGESAHAN

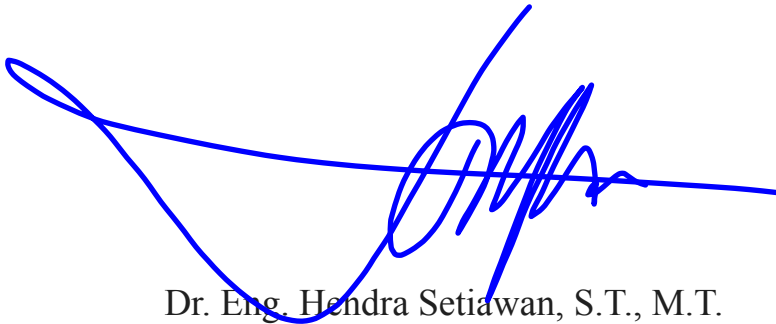
Sistem Monitoring Cerdas di Parkiran

Penyusun:

Muhammad Iqbal Angkasa (20524054)

Abdullah Martua Muslih (20524071)

Yogyakarta, 04 Januari 2024



Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

025200526



Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd., M.Eng.

155231301

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Sistem Monitoring Cerdas di Area Parkiran Kos-kosan



Disusun oleh:

Muhammad Iqbal Angkasa 20524054

Abdullah Martua Muslih 20524071

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 05 Agustus 2024

Susunan Dewan Penguji

الجمهورية الإسلامية الإندونيسية

Ketua Penguji

: Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

Anggota Penguji 1

: Husein Mubarak, S.T., M.Eng.

Anggota Penguji 2

: Dr. Mohd Azhar Bin Abdul Razak

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 05-08-2024

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.

035240102

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 05-08-2024



Muhammad Iqbal Angkasa (20524054)



Abdullah Martua Muslih (20524071)

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	3
BAB 1. PENDAHULUAN.....	5
1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah.....	5
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan.....	7
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan.....	7
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM.....	8
2.1 Studi Literatur dan Observasi.....	8
2.2 Dasar Teori.....	17
2.2.1 Face Recognition.....	17
2.2.2 Internet of Things.....	19
2.2.3 Haar Cascade Classifier.....	20
2.2.4 Local Binary Pattern Histogram(LBPH).....	28
2.2.5 You Only Look Once (YOLO).....	30
2.2.6 Deep learning.....	31
2.3 Analisis Stakeholder.....	32
2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem.....	33
2.4.1 Aspek Ekonomi:.....	33
2.4.2 Aspek Sosial:.....	33
2.4.3 Aspek Keamanan:.....	33
2.5 Spesifikasi Sistem.....	33
BAB 3. USULAN SOLUSI.....	34
3.1 Usulan Solusi 1.....	36
3.1.1 Desain Sistem 1.....	36
3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1.....	39
3.1.3 Analisis Risiko Desain 1.....	39
3.1.4 Pengukuran Performa.....	40
3.2 Usulan Solusi 2.....	41
3.2.1 Desain Sistem 2.....	41
3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2.....	43
3.2.3 Analisis Risiko Desain 2.....	43
3.2.4 Pengukuran Performa.....	43
3.3 Usulan Solusi 3.....	45
3.3.1 Desain Sistem 3.....	45
3.3.2 Rencana Anggaran.....	47
3.3.3 Analisis Resiko Desain 3.....	47
3.3.4 Pengukuran Performa.....	47
3.4 Usulan Solusi 4.....	48

3.4.1 Desain Sistem 4.....	49
3.4.2 Rencana Anggaran.....	51
3.4.3 Analisis Resiko Desain 4.....	51
3.4.4 Pengukuran Performa.....	51
3.5 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik.....	52
3.6 Gantt Chart.....	56
3.7 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1.....	57
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN.....	60
4.1 Hasil Rancangan Sistem.....	60
4.1.1 Rangkaian elektronik.....	62
4.1.2 Software atau interface.....	63
4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan.....	65
4.2.1 Pengujian Ketepatan Akurasi.....	65
4.2.2 Pengujian Ketahanan Sistem terhadap Perubahan Suhu.....	71
4.2.3 Pengujian Notifikasi Real-Time.....	73
4.2.4 Pengujian Kestabilan Operasional Sistem selama 24 Jam.....	77
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS.....	79
5.1. Analisis Hasil.....	79
5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator.....	79
5.1.1.1 Hasil pengujian Ketepatan Akurasi (Pencerayaan - Jarak - Waktu - Subjek).....	80
5.1.1.2 Hasil pengujian Ketahanan Sistem terhadap Perubahan Suhu.....	104
5.1.1.3 Hasil Pengujian Notifikasi Secara Real-Time.....	105
5.1.1.4 Hasil Pengujian Kestabilan Operasional Sistem selama 24 Jam.....	105
5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem.....	105
5.1.3 Pengalaman Pengguna.....	107
5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya.....	108
5.2 Dampak Implementasi Sistem.....	111
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	113
6.1 Kesimpulan.....	113
6.2 Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA.....	114
LAMPIRAN – LAMPIRAN.....	116

ABSTRACT

Pencurian kendaraan bermotor di Indonesia, khususnya di kawasan kos-kosan, merupakan masalah keamanan yang serius. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini mengembangkan sistem keamanan berbasis pengenalan wajah menggunakan teknologi deep learning. Sistem ini terdiri dari kamera Arducam IMX477 yang terhubung dengan Raspberry Pi 4B, yang memproses gambar wajah dan mengirim notifikasi real-time kepada pengguna melalui bot Telegram. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sistem sebesar 86% dan presisi 85.5%, dengan kinerja yang lebih baik pada kondisi malam hari (akurasi 92%). Dari enam spesifikasi yang diusulkan, lima spesifikasi telah terpenuhi, termasuk kemampuan mengirim notifikasi real-time, resolusi kamera 1080p, identifikasi orang, hasil monitoring melalui aplikasi, dan operasi 24 jam. Ketahanan alat terhadap hujan masih perlu ditingkatkan. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan di lingkungan kos-kosan dan mengurangi angka kejahatan.

Kata Kunci—face recognition, deep learning, sistem keamanan , deteksi wajah.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Pencurian adalah tindakan kriminal yang sangat merugikan masyarakat. Pencurian kendaraan di Indonesia menjadi masalah keamanan yang semakin serius di berbagai wilayah. Data dari Robinopsnal Bareskrim Polri menunjukkan peningkatan jumlah penindakan terhadap kasus pencurian sepeda motor selama dua pekan pertama Mei 2022. Pada tanggal 1 sampai 7 Mei 2022, polisi berhasil menindak 118 kasus pencurian sepeda motor di seluruh wilayah Indonesia. Namun, jumlah tersebut meningkat drastis pada periode 8 sampai 14 Mei 2022, mencapai peningkatan sebesar 61%, atau sebanyak 309 kasus. Setelah itu, terjadi penurunan jumlah kasus pada periode 15 sampai 21 Mei 2022, sebanyak 257 kasus [1]. Menurut data dari Radar Jogja, kawasan kos-kosan sering kali menjadi target para pelaku tindak pidana pencurian kendaraan bermotor. Iptu Mateus Wiwit Kustiyadi, Kanit Reskrim Polsek Depok Barat, menegaskan bahwa lingkungan kos-kosan merupakan daerah yang rawan. Kejadian sering kali menjadi incaran pelaku pencurian bukan tanpa alasan. Hal ini disebabkan oleh kurangnya sistem keamanan yang memadai di area parkir kos-kosan, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan kasus pencurian kendaraan. Kondisi ini memberikan kepercayaan diri kepada para pencuri untuk melancarkan aksinya [2].

Dijelaskan dalam Pasal 362 KUHP, “Barang siapa yang mengambil barang atau sesuatu, yang seluruhnya atau sebagian kepunyaan orang lain, dengan pidana penjara paling lama lima tahun atau denda paling banyak enam puluh rupiah.” Tindak kejahatan yang memiliki efek yang cukup merugikan korban adalah pencurian, karena selain kehilangan materi, korban pencurian kendaraan sering kali harus menghadapi kerugian finansial yang signifikan karena harus mengganti kendaraan yang dicuri atau melakukan perbaikan yang mahal. Pencurian kendaraan dapat mengganggu mobilitas harian dan menciptakan rasa ketidakamanan di lingkungan tempat tinggal.

Kejahatan pencurian kendaraan sering kali terjadi di lingkungan kos-kosan, terutama ketika kehadiran orang asing tidak terdeteksi. Hal ini menimbulkan kekhawatiran bagi penghuni, yang berpotensi merasa tidak aman. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan sistem keamanan yang lebih efektif. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pengembangan alat yang memanfaatkan teknologi pengenalan wajah melalui kamera CCTV. Alat ini dirancang untuk

membedakan antara penghuni kos-kosan dan orang asing, sehingga dapat memberikan peringatan dini kepada penghuni.

Sistem ini akan dilengkapi dengan komponen yang mampu mengirimkan data secara real-time kepada pengguna, memastikan bahwa setiap aktivitas mencurigakan dapat segera ditindaklanjuti. Saat ini, banyak sistem CCTV yang tidak memiliki kemampuan untuk mengenali wajah, sehingga pengembangan sistem baru ini sangat penting. Dengan memanfaatkan kemajuan dalam teknologi pengenalan wajah, yang kini semakin akurat dan cepat berkat algoritma kecerdasan buatan, sistem ini dapat meningkatkan keamanan di lingkungan kos-kosan secara signifikan.

Pasar teknologi pengenalan wajah diperkirakan akan tumbuh pesat, mencapai lebih dari USD 19,3 miliar pada tahun 2032, dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 14,6% [17]. Hal ini menunjukkan potensi besar untuk penerapan teknologi ini dalam meningkatkan sistem keamanan. Dengan demikian, pengembangan sistem pengenalan wajah yang terintegrasi dengan CCTV tidak hanya akan memberikan rasa aman bagi penghuni kos-kosan, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan angka kejahatan di area tersebut.

Tabel 1.1 menampilkan hasil survei yang telah kami lakukan mengenai pandangan antara pengembang dan pengguna terkait sistem keamanan parkir di kos-kosan. Untuk memperinci aspek keamanan ini lebih lanjut, kami melakukan wawancara langsung dengan penghuni kos-kosan dengan tujuan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang perasaan keamanan mereka terhadap fasilitas keamanan parkir saat ini.

Tabel 1.1. Hasil survei antara pengembang dan pengguna

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Seberapa penting keamanan parkir di kos-kosan ?	Keamanan parkir di kos-kosan sangat penting untuk mencegah insiden pencurian.
Apakah anda merasa aman ketika meninggalkan kendaraan anda di area kos-kosan?	Kadang-kadang merasa tidak aman meninggalkan kendaraan di area kos-kosan.
Seberapa besar pentingnya pemantauan area parkir kos-kosan?	Pemantauan area parkir kos-kosan penting untuk mencegah tindak kriminal dan memberikan rasa aman.
Apakah penghuni kos-kosan pernah mengalami kejadian pencurian atau kerusakan kendaraan di area parkir kos-kosan?	Ya, beberapa penghuni kos-kosan pernah mengalami pencurian atau kerusakan kendaraan di area parkir.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan diatas yang kami temukan, terdapat beberapa rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana cara mencegah aksi pencurian motor di kos-kosan?
2. Bagaimana cara merancang dan membuat sistem keamanan parkir di kos-kosan yang lebih baik dan efisien?

1.3 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam tugas akhir ini adalah :

1. Untuk memperbaiki sistem keamanan di kos-kosan dengan teknologi yang sudah ada saat ini.
2. Untuk mengurangi risiko pencurian kendaraan di lingkungan kos-kosan dan meningkatkan rasa aman bagi penghuni kos-kosan.

1.4 Batasan Masalah

Agar tujuan dari tugas akhir ini tidak menyimpang dari tujuan semula, dibutuhkan suatu batasan-batasan yang jelas guna mengarahkan pembahasan. Batasan-batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sistem ini difokuskan pada pendeteksian, khususnya dalam mendeteksi wajah manusia.
2. Sistem kerja alat hanya difokuskan kepada monitoring dalam area parkir kos-kosan.
3. Sistem hanya dapat mengenali wajah-wajah yang sudah terdaftar pada database.

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

Berikut adalah batasan-batasan realistis aspek keteknikan:

1. Luasan area yang di monitoring bergantung pada jangkauan luasan sudut pandang kamera dengan memenuhi standar teknis *IEC 62676-4:2014*.
2. Kamera yang digunakan mengacu pada standar *MIPI CSI-2 (Camera Serial Interface 2)*.
3. Sistem hanya dapat mendeteksi wajah jika wajah terlihat oleh kamera secara utuh tanpa penghalang (seperti, masker, cadar, topeng, atau benda yang menutupi kamera) dengan standar teknis *ISO/IEC 30137-1:2019*.
4. Informasi yang dikirimkan ke aplikasi bagi penghuni kos-kosan berupa foto atau gambar.
5. Data Real-Time: mengindikasikan bahwa sistem atau aplikasi yang dibangun harus mampu mengambil dan memproses data secara real-time.

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Dalam hasil studi literatur ini, pada tabel 2.1 akan membahas mengenai solusi sejenis yang telah diterapkan pada permasalahan yang serupa dengan topik penelitian yang diusulkan. Dengan mempelajari solusi sejenis yang telah ada, diharapkan dapat memberikan wawasan dan inspirasi dalam mengembangkan solusi yang lebih baik dan efektif pada topik penelitian yang diusulkan.

Tabel 2.1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Sistem Keamanan Rumah melalui Pengenalan Wajah Menggunakan Webcam dan Library Opencv Berbasis Raspberry Pi [3].	Solusi yang ditawarkan peneliti berupaya <i>membangun sistem keamanan menggunakan Raspberry Pi dan webcam dengan pengenalan wajah.</i>	<p>Hasil: sistem keamanan dapat mengenali baik penghuni rumah maupun orang asing. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis waktu siang dan malam, didapatkan persentase kesalahan untuk siang hari sebesar 35,2 %, untuk malam hari sebesar 74,3 %, waktu pendeteksian pada siang hari lebih baik dibandingkan dengan malam hari.</p> <p>Kelebihan: Pengenalan Wajah: Sistem ini menggunakan pengenalan wajah, yang dapat menjadi metode yang lebih akurat dan aman dibandingkan dengan</p>

		<p>metode lain untuk mengidentifikasi orang.</p> <p>Pemberitahuan Cepat: Sistem ini mengirimkan pemberitahuan (push notification) ke telepon pintar para penghuni rumah ketika ada orang asing yang terdeteksi. Ini memberikan tindakan cepat dalam menghadapi situasi yang mencurigakan.</p> <p>Kekurangan:</p> <p>Kesalahan Identifikasi: Sistem ini memiliki tingkat kesalahan yang cukup tinggi pada malam hari (sebesar 74,3%). Ini dapat mengakibatkan identifikasi yang salah dan memberikan pemberitahuan palsu kepada penghuni rumah.</p> <p>Keterbatasan Jarak: Sistem ini mungkin memiliki jarak yang terbatas dalam mendeteksi wajah, terutama jika subjek berada dalam jarak yang cukup jauh dari webcam</p>
Implementasi <i>Face Recognition</i> Berbasis <i>Haar-Cascade</i> Pada	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa sistem	Hasil: melakukan pengujian sistem dengan jarak 50 cm

<p>Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Dual-Camera [4].</p>	<p>keamanan yang mampu mengirimkan notifikasi kepada pemilik jika terdeteksi orang asing melalui smartphone secara real time.</p>	<p>hingga 250 cm. Dari data-data pengujian diketahui bahwa sistem ini dapat membedakan wajah pemilik rumah dan orang asing. Perhitungan menunjukkan bahwa prosentase keberhasilan sebesar 99,2% pada jarak 50 cm dan sebesar 92,82% secara keseluruhan.</p> <p>Kelebihan :</p> <p>Notifikasi Real-Time: Sistem ini memiliki keunggulan utama dalam memberikan notifikasi kepada pemilik rumah secara real-time jika terdeteksi orang asing di depan rumah. Ini memungkinkan tindakan cepat jika ada potensi ancaman.</p> <p>Dual-Camera: untuk Akurasi Lebih Tinggi: Penggunaan dual-camera bertujuan untuk meningkatkan akurasi dalam mendeteksi citra wajah, yang dapat mengurangi tingkat kesalahan identifikasi.</p> <p>Kekurangan :</p> <p>Biaya yang diperlukan akan lebih banyak dan memiliki</p>
---	---	---

		perbedaan resolusi diantara 2 kamera
Prototipe Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Face Recognition Berbasis Raspberry PI 4 [5].	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa sistem keamanan rumah berbasis pengenalan wajah sebagai kata sandi pintu rumah.	<p>Hasil : Secara keseluruhan tingkat akurasi sistem pada penelitian ini mencapai 98,5%. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi cahaya terang dengan ekspresi senyum memiliki tingkat performansi yang terbaik, pencapaian tingkat akurasi sebesar 100% keberhasilan dengan rata rata nilai confidence 20,06547 dan 2.6883 detik untuk rata-rata waktu komputasi.</p> <p>Kelebihan :</p> <p>Keamanan Tinggi: Sistem keamanan berbasis pengenalan wajah memiliki tingkat keamanan yang tinggi karena hanya pemilik rumah atau orang yang diizinkan yang dapat membuka kunci rumah.</p> <p>Tingkat Akurasi Tinggi: Tingkat akurasi sebesar 98,5% menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengenali dengan baik</p>

		<p>pemilik rumah dan orang asing.</p> <p>Kekurangan :</p> <p>Keterbatasan dalam kondisi pencahayaan: kondisi pencahayaan terang memiliki tingkat performansi yang terbaik. Namun, sistem ini mungkin kurang efektif dalam kondisi pencahayaan yang rendah atau gelap. Pencahayaan yang buruk dapat mengurangi kemampuan sistem untuk mengenali wajah dengan benar.</p>
<p>Monitoring Parkiran Mobil Menggunakan CCTV dan Computer Vision Live [6].</p>	<p>Solusi yang ditawarkan peneliti yaitu untuk mengetahui jumlah parkiran yang tersedia ataupun tidak, adapun metode yang digunakan adalah dengan menggunakan pengolahan citra digital yang memanfaatkan CCTV yang terdapat pada parkiran</p>	<p>Hasil yang didapatkan oleh peneliti bahwa pengukuran akurasi pendeteksian mobil yang berada pada lokasi 4 slot parkir yang telah dibuat, peneliti melakukan analisa manual dengan memantau video parkiran dan membandingkannya dengan hasil yang dideteksi oleh sistem, setiap mobil yang benar berada pada slot lokasi parkiran yang telah dibuat maka akan masuk pada True</p>

		<p>Detection in Second (TDIS) jika pendeteksian gagal atau terdapat objek yang tidak dikenal pada slot lokasi parkir atau mobil tidak terdeteksi pada slot parkir maka akan masuk pada False Detection in Second</p> <p>Kelebihan pada penelitian ini adalah pendeteksian objek pada lokasi parkir dapat membantu monitoring pada lokasi parkir untuk mengetahui jumlah parkir yang kosong dan tidak.</p> <p>Kekurangan pada penelitian ini adalah sistem tidak dibuat secara live streaming saat mengambil gambar dari parkir dan mengolah data yang telah ditangkap oleh webcam untuk mengeluarkan status slot parkir yang tersedia</p>
<p>Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode <i>YOLO (You Only Look Once)</i> [13].</p>	<p>Usulan solusi yang ditawarkan adalah meningkatkan alat identifikasi wajah berdasarkan Metode You Only Look Once</p>	<p>Hasil : Tingkat Akurasi Tinggi: Sistem ini memiliki tingkat akurasi 100% dalam mengenali wajah dari berbagai sudut (depan, kanan, kiri) dan</p>

	<p>(YOLO) untuk mencapai kecepatan mendeteksi dan akurasi yang tinggi.</p>	<p>pada jarak yang bervariasi (5-100 cm). Kecepatan Deteksi yang Efisien: Dengan menggunakan metode YOLO, sistem mampu mendeteksi wajah dengan cepat, meningkatkan efisiensi dalam aplikasi praktis. Kelebihan : Kemudahan dalam Identifikasi: Keakuratan tinggi memungkinkan identifikasi individu dengan cepat dan tepat, berguna dalam banyak aplikasi keamanan dan pemantauan. Fleksibilitas Sudut dan Jarak: Kemampuan untuk mengenali wajah dari berbagai sudut dan jarak menambah fleksibilitas sistem dalam lingkungan yang berbeda. Kekurangan : Biaya dan Sumber Daya: Pengembangan dan implementasi teknologi canggih seperti ini mungkin memerlukan biaya dan sumber daya yang signifikan.</p>
<p>Perancangan Alat Identifikasi Wajah Dengan Algoritma You Only</p>	<p>Penggunaan Teknologi Absensi Face Recognition:</p>	<p>Hasil : Tingkat Akurasi Tinggi: Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem absensi</p>

<p>Look Once (YOLO) Untuk Presensi Mahasiswa [14].</p>	<p>Mengadopsi teknologi absensi face recognition berbasis machine learning dengan algoritma You Only Look Once (YOLO) sebagai solusi untuk menggantikan sistem absensi konvensional berbasis lembaran kertas. Teknologi ini memungkinkan identifikasi mahasiswa berdasarkan wajah mereka secara akurat dan otomatis.</p>	<p>menggunakan algoritma YOLO memiliki rata-rata akurasi sebesar 0,9793. Ini berarti kemampuan sistem untuk mengenali wajah mahasiswa sangat tinggi.</p> <p>Efektivitas Proses Absensi: Penggunaan teknologi absensi face recognition dengan algoritma YOLO telah meningkatkan efektivitas proses absensi. Mahasiswa tidak perlu lagi secara manual menandatangani lembaran kertas, sehingga menghemat waktu dan mengurangi risiko manipulasi absensi.</p> <p>Kelebihan : Akurasi Tinggi: Sistem ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mengenali wajah mahasiswa, sehingga dapat meminimalkan kesalahan absensi.</p> <p>Efisiensi Waktu: Proses absensi menjadi lebih cepat dan efisien karena tidak memerlukan waktu untuk mencatat absensi secara manual.</p>
--	--	---

		<p>Real-Time Monitoring: Kemampuan untuk memantau kehadiran mahasiswa secara real-time memungkinkan tindakan segera dalam menangani masalah absensi</p> <p>Kekurangan : Biaya Implementasi: Implementasi teknologi absensi face recognition mungkin memerlukan investasi awal yang signifikan dalam perangkat keras dan perangkat lunak.</p>
--	--	---

Dari hasil studi literatur dan observasi yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa keamanan rumah dan area parkir menjadi perhatian utama mengingat meningkatnya intensitas kejahatan. Sistem keamanan tradisional, seperti CCTV dengan DVR, dinilai rentan terhadap manipulasi oleh para pelaku kejahatan yang memiliki pengetahuan teknis. Sebagai respons terhadap tantangan ini, penelitian mengarah pada pengembangan sistem keamanan inovatif dengan menggunakan Raspberry Pi, webcam, dan metode pengenalan wajah Haar-Cascade Classifier.

Studi literatur juga menyoroti kelemahan pada sistem keamanan konvensional, khususnya dalam memberikan notifikasi real-time kepada pemilik rumah mengenai kehadiran orang asing di depan rumah. Oleh karena itu, penggunaan teknologi face recognition dengan dual-camera menjadi solusi yang lebih proaktif dan akurat. Metode Haar-Cascade Classifier terbukti efisien dengan komputasi yang cepat dan algoritma sederhana, memberikan keunggulan dalam implementasi. Penerapan teknologi pengenalan wajah tidak hanya terbatas pada keamanan rumah, tetapi juga dapat digunakan dalam pengelolaan sistem otomasi rumah, seperti kontrol lampu dan kunci pintu melalui aplikasi Telegram. Hal ini menciptakan solusi yang tidak hanya aman, tetapi juga memadukan fungsionalitas otomasi untuk kenyamanan penghuni rumah.

Demikian, studi literatur menggambarkan penerapan computer vision pada CCTV untuk live monitoring parkir mobil. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi dapat diterapkan untuk memecahkan masalah sehari-hari, seperti mencari lahan parkir yang tersedia, dengan potensi mengurangi emisi gas dan waktu yang terbuang. Secara keseluruhan, studi literatur ini memberikan wawasan tentang bagaimana pengenalan wajah dan teknologi terkini dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi dalam berbagai konteks, mulai dari keamanan rumah hingga pengelolaan parkir. Integrasi teknologi ini membuka peluang untuk solusi yang lebih adaptif dan responsif terhadap tuntutan zaman yang terus berkembang.

Selain itu juga, studi literatur menggambarkan bahwa Sistem pengenalan wajah yang menggunakan Metode You Only Look Once (YOLO) telah memberikan prestasi yang mengesankan dengan tingkat akurasi mencapai 100% dalam mengenali wajah dari berbagai sudut dan jarak yang beragam. Keunggulan utama dari teknologi ini adalah kecepatan deteksinya yang efisien, memungkinkan penggunaan sistem ini dalam berbagai aplikasi praktis. Kemampuan tinggi dalam mengidentifikasi individu dengan cepat dan tepat memberikan nilai tambah yang besar dalam aplikasi keamanan dan pemantauan. Selain itu, sistem ini juga memiliki fleksibilitas dalam mengenali wajah dari berbagai sudut dan jarak, menjadikannya cocok untuk berbagai lingkungan. Namun, perlu diingat bahwa pengembangan dan implementasi teknologi canggih seperti ini dapat memerlukan biaya dan sumber daya yang signifikan, yang bisa menjadi tantangan tersendiri dalam mengadopsinya.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Face Recognition

Face Recognition adalah sebuah teknologi biometrik yang sering digunakan dalam sistem keamanan. Penggunaan sistem deteksi wajah melalui CCTV dapat membantu mengidentifikasi pelaku tindakan kriminal. Hal ini merupakan salah satu contoh penerapan *Face Recognition* yang sangat penting dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam sistem keamanan. Proses *Face Recognition* melibatkan perbandingan citra wajah yang terdeteksi dengan data yang sudah ada, kemudian mengidentifikasi wajah yang paling mirip dengan data yang ada [7].

Face Recognition, atau pengenalan wajah, adalah proses otomatis mengidentifikasi atau memverifikasi identitas seseorang berdasarkan ciri-ciri wajah mereka. Langkah-langkah umum dalam proses pengenalan wajah meliputi [8] :

1. Pendeteksian Wajah (*Face Detection*):

Proses dimulai dengan pendeteksian wajah dalam citra atau video. Algoritma pemrosesan citra digunakan untuk mengidentifikasi lokasi wajah dalam gambar. Ini mungkin melibatkan identifikasi titik-titik kunci pada wajah, seperti mata, hidung, dan mulut.

2. Ekstraksi Ciri (*Feature Extraction*):

Setelah wajah terdeteksi, langkah berikutnya adalah ekstraksi ciri-ciri unik dari wajah yang akan digunakan untuk pengenalan. Ini bisa termasuk jarak antara mata, bentuk hidung, dan sebagainya. Metode yang umum digunakan adalah Principal Component Analysis (PCA) atau *Local Binary Pattern* (LBP).

3. Pencocokan dengan Database (*Matching*):

Data ciri yang diekstrak dari wajah yang terdeteksi kemudian dibandingkan dengan data ciri yang ada dalam database. Database ini berisi ciri-ciri wajah orang-orang yang diizinkan atau yang perlu diidentifikasi.

4. Verifikasi atau Identifikasi:

Berdasarkan hasil pencocokan, ada dua jenis tindakan yang dapat diambil:

Verifikasi: Proses untuk memastikan bahwa orang tersebut adalah orang yang mereka klaim dengan membandingkan wajah yang terdeteksi dengan satu entitas tertentu dalam database.

Identifikasi: Proses mencocokkan wajah yang terdeteksi dengan semua entitas dalam database untuk mengidentifikasi orang itu sebagai siapa.

5. Keputusan (*Decision*):

Sistem memberikan keputusan berdasarkan hasil pencocokan. Jika wajah cocok dengan data dalam database dan memenuhi ambang batas tertentu, sistem akan memberikan hasil positif. Jika tidak cocok atau melewati ambang batas yang ditentukan, sistem akan memberikan hasil negatif.

6. Rekam Log Akses (*Access Logging*):

Setiap aktivitas pengenalan wajah, baik yang berhasil maupun yang gagal, dicatat dalam log akses. Log ini mencatat waktu, hasil pencocokan, dan informasi terkait lainnya untuk keperluan audit dan pemantauan.

7. Pemberian Akses atau Penolakan:

Berdasarkan hasil keputusan, sistem dapat memberikan akses atau menolak akses ke sumber daya tertentu. Ini mungkin termasuk membuka pintu otomatis, memberikan izin masuk, atau menolak akses jika identifikasi tidak berhasil.

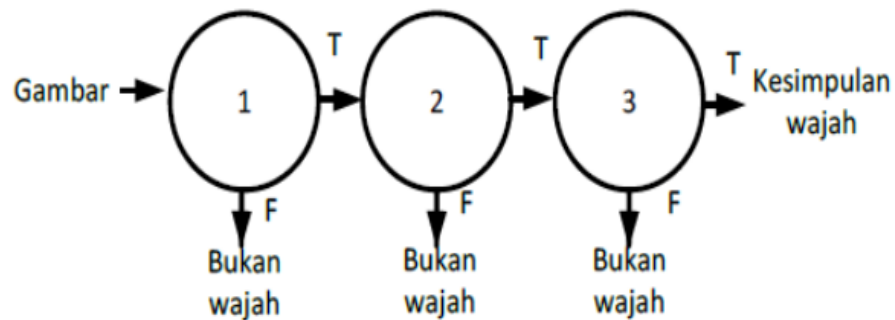
2.2.2 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah kemampuan perangkat untuk selalu terhubung dan berbagi data melalui jaringan internet. IoT adalah teknologi yang memungkinkan pengendalian, komunikasi, serta kerja sama dengan berbagai perangkat keras dan pertukaran data melalui internet. Pemanfaatan IoT sangat luas, mencakup sektor seperti transportasi, pertanian, kesehatan, produksi, distribusi energi, dan berbagai bidang lainnya. Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen [9].

Internet of Things atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung. misalnya CCTV yang terpasang di sepanjang jalan dihubungkan dengan koneksi internet dan disatukan di ruang kontrol yang jaraknya mungkin puluhan kilometer. atau sebuah rumah cerdas yang dapat di manage lewat smartphone dengan bantuan koneksi internet. pada dasarnya perangkat IoT terdiri dari sensor sebagai media pengumpul data, sambungan internet sebagai media komunikasi dan server sebagai pengumpul informasi yang diterima sensor dan untuk analisa. Ide awal *Internet of Things* pertama kali dimunculkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 di salah satu presentasinya. Kini banyak perusahaan besar mulai mendalami *Internet of Things* sebut saja Intel, Microsoft, Oracle, dan banyak lainnya. Banyak yang memprediksi bahwa pengaruh *Internet of Things* adalah “ *the next big thing* ” di dunia teknologi informasi, hal ini karena IoT menawarkan banyak potensi yang bisa digali. Contoh sederhana manfaat dan implementasi dari *Internet of Things* misalnya adalah kulkas yang dapat memberitahukan kepada pemiliknya via SMS atau email tentang makanan dan minuman apa saja yang sudah habis dan harus di stok lagi [9].

2.2.3 Haar Cascade Classifier

Proses identifikasi wajah dalam penelitian ini menggunakan metode *Haar Cascade Classifier*. Secara prinsip, istilah "*Haar*" merujuk pada sebuah fungsi matematika (*Haar Wavelet*) yang memiliki bentuk kotak. Pada awalnya, pengolahan gambar hanya berdasarkan nilai RGB dari setiap pixel, namun ternyata metode ini tidak memberikan hasil yang efektif. Kemudian, para peneliti Viola dan Jones mengembangkan suatu metode untuk memproses gambar, yang akhirnya menghasilkan fitur "*Haar-Like*." Fitur *Haar-Like* ini mengoperasikan gambar dengan membaginya menjadi kotak-kotak kecil, di mana setiap kotak berisi sejumlah pixel. Setiap kotak ini kemudian dijalani proses, menghasilkan perbedaan nilai yang mengindikasikan keberadaan area dengan kontras gelap dan terang. Nilai-nilai ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam pemrosesan gambar. Dengan kata lain, metode ini mendeteksi wajah dengan memeriksa pola dan perbedaan nilai warna dalam kotak-kotak pada gambar. Dalam penerapan metode *Haar Cascade*, terdapat beberapa tipe citra yang dapat digunakan, termasuk citra dalam skala warna abu-abu (*grayscale*). *Haar Cascade Classifier* adalah langkah kunci untuk mencapai hasil yang lebih akurat dengan menghitung fitur *Haar* dalam jumlah besar dan secara berulang [10].



Gambar 1. Alur kerja Metode *Haar Cascade Classifier* [10]

Haar Cascade bisa diprogram untuk mengenali berbagai objek, dan langkah yang perlu diambil adalah mengidentifikasi area pada wajah yang kemungkinan mengandung fitur-fitur wajah. Wajah memiliki karakteristik seperti kulit dan perbedaan warna pixel di dalam kulit. Oleh karena itu, teknik segmentasi digunakan untuk memusatkan perhatian pada warna pixel yang ada di wajah. Setelah proses segmentasi, hasilnya kemudian divalidasi dengan menggunakan *Haar Cascade Classifier*. Jika *pixel* yang telah divalidasi sesuai dengan pola geometri yang

diharapkan, sistem akan mengenali keberadaan wajah yang dimaksud. Namun, jika tidak sesuai dengan pola tersebut, sistem akan mengabaikannya [10].

Wajah yang akan di-*training* diperoleh dari beberapa foto wajah para penghuni kos-kosan. Foto yang digunakan adalah foto wajah dengan berbagai ekspresi sehingga sistem dapat mengenali wajah secara baik. Foto yang digunakan antara 8-10 foto dengan format *.jpg*, *.png* dan *.jpeg*. pendeteksian dilakukan dengan cara membandingkan wajah yang tertangkap di kamera dengan wajah yang ada pada basis data. Berikut adalah alur proses metode *Haar Cascade Classifier* [10] :

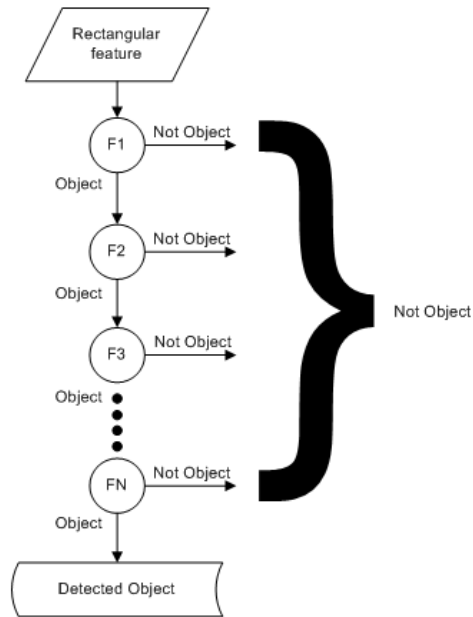
1. Ekstraksi Fitur *Haar-like*:

Fitur *Haar* melibatkan perhitungan perbedaan intensitas piksel di berbagai bagian rectangle pada citra. *Haar like feature* memproses citra dalam sebuah kotak persegi dengan ukuran tertentu misalnya 24 x 24 pixel seperti ditunjukkan pada gambar 2 sebagai berikut:



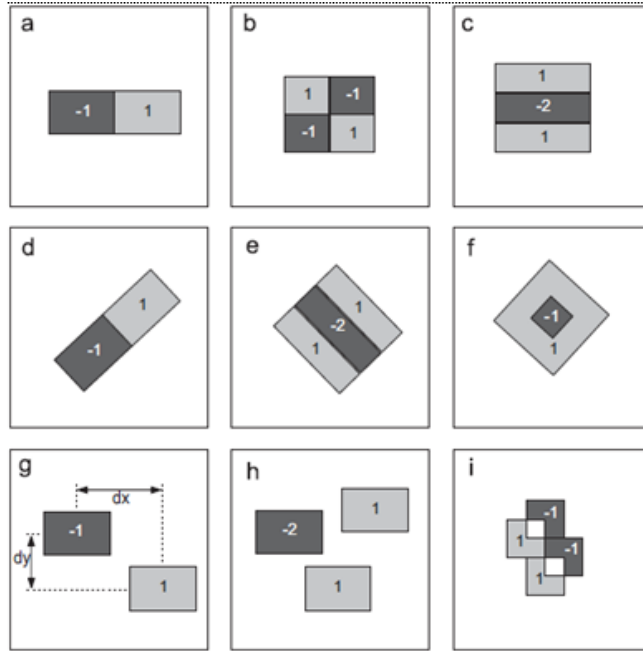
Gambar 2. *Rectangular Feature Haar Cascade* [11]

Dalam kotak ini, terjadi proses penyaringan obyek untuk menentukan keberadaan atau ketiadaan suatu objek yang akan dideteksi. Filterisasi ini dilakukan secara berlapis, sehingga metode ini dikenal sebagai *Haar Cascade Classifier*. Seperti ditunjukkan pada skema filter di gambar 3 sebagai berikut:



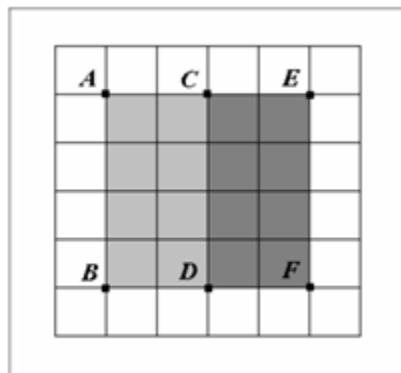
Gambar 3. Skema Pendeteksi Objek [11]

Hasil deteksi *Haar-like Feature* kurang akurat jika hanya menggunakan satu fungsi, dan semakin tinggi tingkatan filter pendeteksian, semakin tepat suatu obyek dideteksi, namun proses pendeteksian menjadi lebih lama. Pemrosesan *Haar-like feature* yang banyak diatur dalam classifier cascade. *Haar-Wavelet*, yang merupakan gelombang persegi dengan interval gelap dan terang, dibandingkan dengan nilai rata-rata pixel keduanya. Jika perbandingan nilai rata-rata intensitas melebihi threshold, maka fitur *Haar* dianggap memenuhi syarat. Pada gambar bergerak seperti video, proses ini dilakukan secara diskrit dengan mencuplik video pada frame rate tertentu. Terdapat variasi *Haar-like feature* yang beragam. ditunjukkan pada gambar 4 sebagai berikut :



Gambar 4. Berbagai variasi persegi *Haar* dengan Bobot Standar Persegi Panjang [11]

Perhitungan nilai fitur Gambar 4 di atas ditunjukkan pada Gambar 5 dan formula (1) sebagai berikut:



Gambar 5. Fitur Persegi *Haar-like* [11]

$$\text{Nilai Fitur (ABFE)} = \text{Jumlah Nilai Pixel (ABDC)} - \text{Jumlah Nilai Pixel (CDFE)} \dots\dots (1)$$

Jika nilai dari Fitur *Haar* (ABFE) melebihi nilai threshold, maka fitur tersebut dianggap memenuhi syarat. Seperti yang diilustrasikan pada gambar 3, jika suatu fitur tidak memenuhi syarat, area ABFE tidak mengandung objek yang akan dideteksi, dan area persegi tersebut akan

berpindah lokasi. Namun, jika persegi ABFE memenuhi fitur, maka aturan fitur berikutnya akan diterapkan. Jika semua syarat fitur terpenuhi, maka dikatakan bahwa pada persegi ABFE tersebut terdapat obyek [11].

Proses pendeteksian mobil menggunakan *Haar-like feature* ditunjukkan pada gambar 6 sebagai berikut:



Gambar 6. Pendeteksian Kendaraan dengan *Haar-like Feature* [11]

2. Integral Image:

Integral image digunakan untuk mempercepat perhitungan fitur *Haar-like*. Integral image menyimpan nilai kumulatif dari intensitas piksel di seluruh gambar. Dengan menggunakan integral image, perhitungan nilai *Haar-like* pada suatu area gambar dapat dilakukan dengan operasi sederhana. Sebuah citra digital memiliki komponen nilai RGB (kombinasi dari warna merah, hijau dan biru). Dari nilai RGB tersebut dapat diketahui nilai grayscale (derajat keabu-abuan) yang dihitung menggunakan formula (2) sebagai berikut:

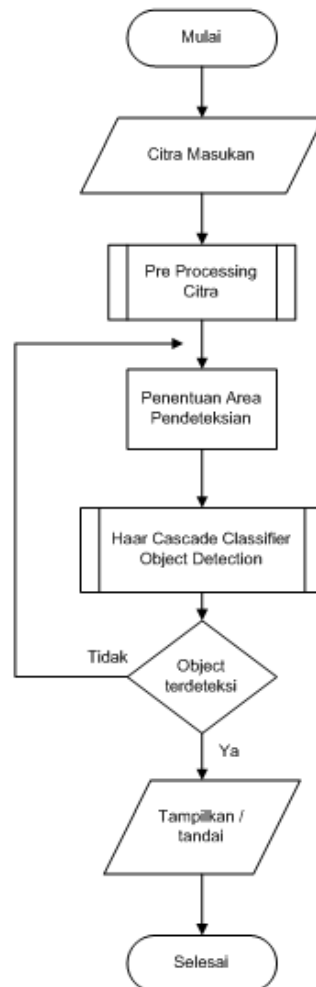
$$\text{Grayscale_pixel} = 0.2989R + 0.5870G + 0.1140B \dots\dots\dots (2)$$

Sebagai ilustrasi, jika suatu pixel memiliki kombinasi warna dengan nilai R=100, G=100, dan B=100, maka nilai grayscale, menurut formula 2 di atas, akan setara dengan 99.99. Proses pengubahan citra menjadi grayscale dapat dilihat pada gambar 6 berikut:



Gambar 7. Perbedaan Citra Asli dengan Grayscale [11]

Proses pendeteksian objek ditunjukkan pada diagram alir pada gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 8. Pendeteksian Objek dengan *Haar Cascade Classifier* [11]

Pertama, area yang akan diuji untuk menentukan keberadaan obyek atau tidak diidentifikasi. Proses selanjutnya melibatkan penggunaan *Haar Cascade Classifier*, dengan langkah-langkah detail yang akan dijelaskan sebagai berikut. Citra integral adalah jenis citra di mana nilai setiap pixelnya dihitung sebagai jumlah dari nilai pixel-pixel di atas dan di sebelah kirinya. Sebagai contoh, pada gambar 6 (c), sebuah daerah persegi yang akan di-scan menggunakan persegi gelap dan terang akan memiliki nilai yang dihitung sebagai berikut:

2	3	1	3	6	5
3	1	2	5	4	4
1	2	3	4	5	4
4	4	5	6	7	3
5	4	3	6	7	4
1	2	3	4	5	6

Gambar 9. Citra Masukan [11]

Pada citra masukan yang diberi persegi pada gambar 6 (c) terlihat pada gambar 10 sebagai berikut:

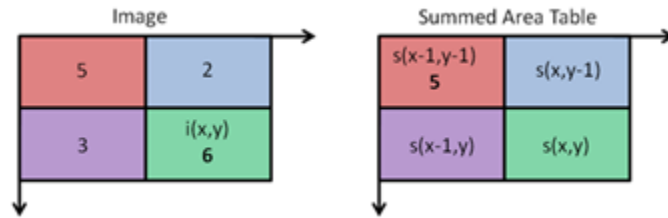
2	3	1	3	6	5
3	1	2	5	4	4
1	2	3	4	5	4
4	4	5	6	7	3
5	4	3	6	7	4
1	2	3	4	5	6

Gambar 10. Persegi *Haar Like* Pada Citra masukan [11]

Untuk menghitung nilai Fitur *Haar* dengan menggunakan Summed Area Table, atau yang lebih dikenal sebagai citra integral, langkah awalnya adalah membentuk matriks integral image. Proses integral image matriks citra ditentukan menggunakan formula (3) sebagai berikut:

$$s(x,y)=i(x,y)+s(x-1,y)+s(x,y-1)-s(x-1,y-1) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana $x-1$ dan $y-1$ adalah pixel tetangga dari pixel yang akan dihitung seperti terlihat pada gambar 11 sebagai berikut:



Gambar 11. Pixel Tetangga pada Proses Integral image [11]

Menggunakan formula 3 di atas, integral image dari citra masukan di gambar 7 terlihat pada gambar 12 sebagai berikut:

2	5	6	9	15	20
5	9	12	20	30	39
6	12	18	30	45	58
10	20	31	49	71	87
15	29	43	67	96	116
16	32	49	77	111	137

Gambar 12. Matriks Integral Image dari Citra Masukan [11]

Nilai fitur *Haar* dari area matriks di gambar 12 dihitung menggunakan formula (4) sebagai

berikut: $i(x',y')=s(A)+s(D)-s(B)-s(C)$ (4)

Sehingga: fitur nilai *Haar* = $(32+2-16-5) - (49+5-32-6) + (77 +6 - 49-9) = 22$

Hasil ini sesuai dengan perhitungan manual menggunakan formula 1. Nilai 22 kemudian dibandingkan dengan threshold yang telah ditentukan sebagai kriteria deteksi objek. Jika nilai fitur *Haar* melebihi threshold, maka dapat disimpulkan bahwa area tersebut memenuhi filter *Haar*. Sesuai dengan alur diagram pada gambar 3, proses ini akan berlanjut untuk menguji kembali area tersebut dengan filter *Haar* yang lain. Jika seluruh filter *Haar* terpenuhi, maka dapat dinyatakan bahwa pada area tersebut terdapat objek yang sedang diamati [11].

3. Metoda AdaBoost machine-learning:

AdaBoost mengintegrasikan sejumlah besar classifier lemah untuk membentuk sebuah classifier kuat. Dalam konteks pengolahan citra, penggunaan beberapa classifier AdaBoost diatur sebagai serangkaian filter yang efisien untuk mengklasifikasikan daerah-daerah pada gambar. Setiap filter, yang merupakan satu classifier AdaBoost terpisah, terdiri dari classifier lemah atau filter *Haar* tunggal. Selama proses pemfilteran, jika salah satu filter tidak dapat melewati suatu daerah pada gambar, daerah tersebut segera dikategorikan sebagai bukan wajah. Namun, jika filter berhasil melewati suatu daerah gambar dan berhasil melewati semua proses filter dalam rangkaian, maka daerah gambar tersebut diidentifikasi sebagai wajah [11].

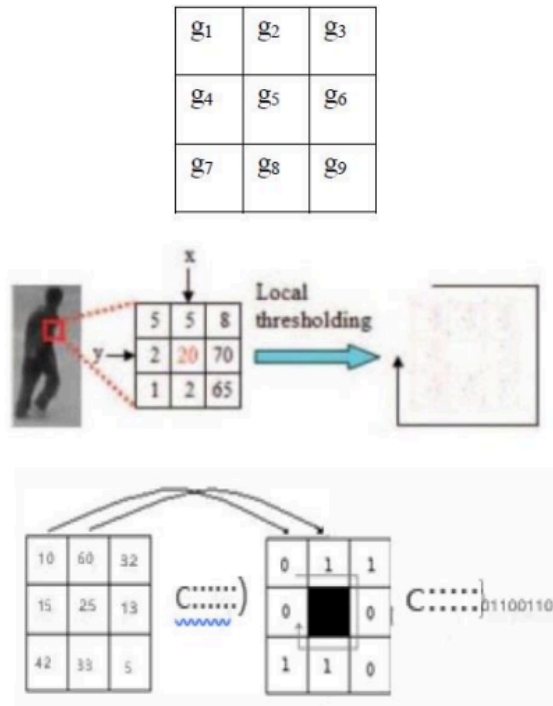
4. Proses *Cascade Classifier*:

Langkah berikutnya dalam proses adalah *cascade*. Urutan filter dalam *cascade* ditentukan oleh bobot yang diberikan oleh AdaBoost. Filter dengan bobot tertinggi ditempatkan pada tahap pertama dengan tujuan untuk secara cepat mengeliminasi daerah gambar yang bukan wajah. *Haar-like feature* memiliki sifat sebagai learner dan classifier yang lemah. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, diperlukan proses *haar-like feature* secara massal. Semakin banyak proses *haar-like feature* yang dilakukan, semakin akurat hasil yang dapat dicapai. Oleh karena itu, proses *haar-like feature* yang banyak tersebut diatur dalam *cascade classifier* untuk optimalitas klasifikasi [11].

2.2.4 Local Binary Pattern Histogram(LBPH)

Pengenalan wajah adalah langkah lanjutan dalam sistem deteksi wajah, di mana proses pengenalan wajah menggunakan pencocokan template dengan menggunakan LBPH. Citra wajah yang diambil secara real-time melalui kamera akan dibandingkan dan dicocokkan dengan histogram yang telah diekstraksi dari citra wajah dalam database. *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH) berfungsi sebagai fitur untuk mengklasifikasi citra dan merupakan salah satu teknik terbaru dari metode LBP yang digunakan untuk meningkatkan kinerja pengenalan wajah. LBP pada dasarnya dirancang untuk mengenali tekstur dengan merangkum struktur lokal dalam gambar melalui perbandingan setiap piksel dengan lingkungannya. Hasilnya dianggap sebagai

angka biner, kemudian diubah menjadi angka desimal, yang disebut sebagai nilai piksel LBPH, dengan rentang nilai antara 0 hingga 255 [12].



Gambar 13. Cara kerja metode LBPH [12]

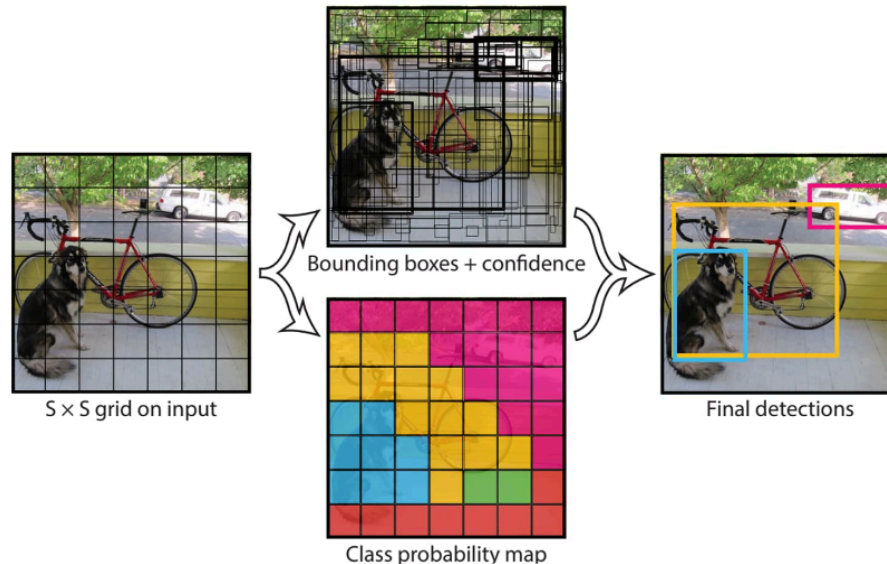
Dalam ilustrasi cara kerja LBPH pada gambar, dijelaskan bahwa piksel yang terletak di tengah diperoleh dengan membandingkan intensitas citra yang diambil oleh kamera dengan intensitas piksel di sekelilingnya. Nilai dari piksel yang di tengah ditentukan sebagai nilai ambang batas dari kedelapan piksel di sekitarnya. Dalam suatu matriks, nilai biner yang di tengah akan dibandingkan dengan nilai di sekelilingnya. Jika nilai di tengah lebih tinggi daripada nilai di sekelilingnya, maka nilai matriks di sekelilingnya akan menjadi '1'; sebaliknya, jika nilai di tengah lebih rendah, maka nilai matriks di sekelilingnya akan menjadi '0'. Selanjutnya, dihitung nilai histogram untuk membandingkan dan mencocokkan wajah yang terdeteksi oleh kamera dengan wajah yang ada dalam database. Berikut adalah persamaan untuk menghitung nilai histogramnya [12].

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^n (hist 1i - hist 2i)^2} \quad (5)$$

Nilai D adalah pembandingan citra wajah di database dengan yang ada di kamera.

2.2.5 *You Only Look Once (YOLO)*

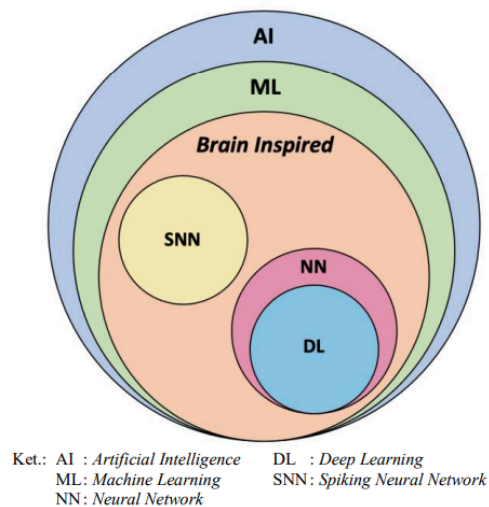
You Only Look Once (Yolo) adalah sebuah algoritma yang dikembangkan untuk mendeteksi sebuah objek secara real-time. Sistem pendeteksian yang dilakukan adalah dengan menggunakan repurpose classifier atau localizer untuk melakukan deteksi. Sebuah model diterapkan pada sebuah citra di beberapa lokasi dan skala Daerah dengan citra yang diberi score paling tinggi akan dianggap sebagai sebuah pendeteksian. Yolo menggunakan pendekatan jaringan saraf tiruan (JST) untuk mendeteksi objek pada sebuah citra. Jaringan ini membagi citra menjadi beberapa wilayah dan memprediksi setiap kotak pembatas dan probabilitas untuk setiap wilayah. Kotak-kotak pembatas ini kemudian dibandingkan dengan probabilitas yang diprediksi. Yolo memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan sistem yang berorientasi pada classifier, terlihat dari seluruh citra pada saat dilakukan test dengan prediksi yang diinformasikan secara global pada citra. Hal tersebut juga sintesis jaringan saraf ini tidak seperti sistem Region-Convolutional Neural Network (R-CNN) yang membutuhkan ribuan untuk sebuah citra sehingga membuat Yolo lebih cepat hingga beberapa kali daripada R-CNN [15]. Ilustrasi proses metode *YOLO* sebagai berikut:



Gambar 14. Ilustrasi proses metode *YOLO* [16]

2.2.6 Deep learning

Deep learning adalah subbidang dari machine learning yang menggunakan struktur jaringan saraf tiruan berlapis untuk menganalisis dan memproses data. Dalam deep learning, komputer dapat belajar dari data yang diberikan, mirip dengan cara manusia belajar dari pengalaman. Jaringan ini terdiri dari beberapa lapisan neuron yang terhubung, di mana setiap neuron menerima input, melakukan perhitungan, dan mengirimkan output ke neuron berikutnya. Proses ini memungkinkan sistem untuk mengenali pola yang kompleks dalam data, seperti gambar dan suara, yang menjadikannya sangat efektif dalam aplikasi seperti pengenalan wajah dan pemrosesan bahasa alami [19].



Gambar 15. Taksonomi AI [18].

Dalam praktiknya, deep learning telah diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk kesehatan, analisis sentimen, dan pengenalan objek. Meskipun memberikan hasil yang menjanjikan, teknologi ini juga menghadapi tantangan, seperti kebutuhan akan data yang besar dan berkualitas tinggi serta masalah interpretabilitas model. Banyak model deep learning dianggap sebagai "kotak hitam," yang membuat sulit untuk memahami bagaimana keputusan diambil. Namun, dengan kemajuan dalam komputasi dan teknik pemrosesan data, potensi aplikasi deep learning terus berkembang, menjadikannya salah satu teknologi kunci dalam kecerdasan buatan saat ini [18].

Salah satu keunggulan utama dari deep learning adalah kemampuannya untuk melakukan feature extraction secara otomatis, yang mengurangi kebutuhan akan rekayasa fitur manual. Dalam pendekatan tradisional machine learning, fitur-fitur yang relevan harus ditentukan dan

diekstraksi oleh manusia, yang sering kali memerlukan pengetahuan domain yang mendalam. Namun, dengan deep learning, jaringan saraf dapat secara otomatis mengidentifikasi fitur-fitur penting dari data mentah selama proses pelatihan. Hal ini tidak hanya mempercepat proses pengembangan model, tetapi juga meningkatkan akurasi prediksi, karena model dapat menangkap kompleksitas dan nuansa dalam data yang mungkin terlewatkan oleh manusia. Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini telah menghasilkan kemajuan signifikan dalam berbagai aplikasi, termasuk pengenalan suara dan analisis citra medis, yang menunjukkan potensi besar deep learning dalam mendorong inovasi di banyak sektor industri.

2.3 Analisis Stakeholder

Analisis Stakeholder merupakan pendekatan yang penting dalam perancangan dan implementasi sistem keamanan. Ini membantu mengidentifikasi pihak-pihak yang memiliki kepentingan dan dampak terkait dengan sistem tersebut. Dalam tabel 2.2 berikut, kita akan melihat siapa saja yang terlibat (stakeholder) dalam konteks keamanan parkir kos-kosan, serta bagaimana kepentingan mereka dapat memengaruhi atau diakomodasi dalam perancangan sistem.

Tabel 2.2 Analisis Stakeholder

<i>Stakeholder</i>	<i>Analisis</i>
Penghuni kos-kosan	<ul style="list-style-type: none"> ● Kepentingan: Keamanan pribadi, privasi, dan kenyamanan. ● Kontribusi: Memberikan perspektif langsung tentang efektivitas sistem, memberikan umpan balik terhadap tingkat keamanan yang dirasakan.
Pemilik kos-kosan	<ul style="list-style-type: none"> ● Kepentingan: Keberlanjutan bisnis, nilai properti, dan keamanan aset. ● Kontribusi: Menentukan anggaran dan sumber daya untuk implementasi sistem, memastikan integritas dan keberlanjutan operasional.
Pemerintah daerah dan pihak yang berwenang	<ul style="list-style-type: none"> ● Kepentingan: Keamanan umum, ketaatan hukum, dan regulasi. ● Kontribusi: Menetapkan peraturan terkait, memastikan kepatuhan, dan memberikan dukungan pada tingkat keamanan publik

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

2.4.1 Aspek Ekonomi:

Biaya Implementasi: Perancangan harus mempertimbangkan biaya produksi yang efisien sehingga dapat memahami permintaan pasar, trend konsumen, dan kondisi persaingan untuk mengidentifikasi peluang dan tantangan.

2.4.2 Aspek Sosial:

Privasi: Penggunaan teknologi pengenalan wajah dapat menimbulkan kekhawatiran tentang privasi. Dengan mengatur kontrol akses yang ketat, memastikan hanya pihak berwenang yang memiliki akses ke data tersebut, dengan autentikasi berlapis.

2.4.3 Aspek Keamanan:

Perlindungan Data: Perlindungan data yang dikumpulkan dalam proses pengenalan wajah adalah aspek penting yang perlu diperhatikan. Sistem harus dirancang untuk melindungi data ini dari ancaman keamanan.

2.5 Spesifikasi Sistem

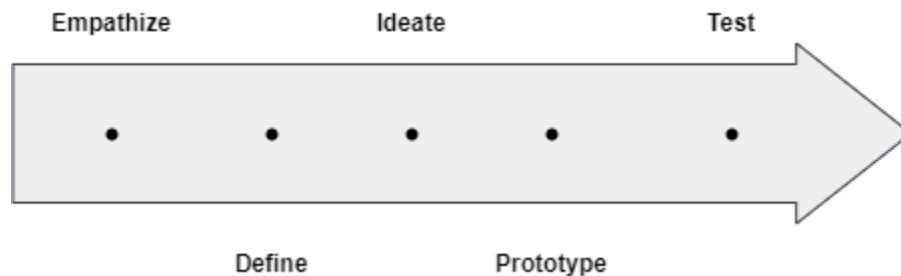
Berdasarkan kajian literatur, dasar teori dan informasi yang didapat, mahasiswa menulis spesifikasi dan kriteria sistem yang akan dirancang. Rincian spesifikasi boleh dalam bentuk tabel atau daftar rincian seperti contoh.

- Alat ini dirancang agar tahan terhadap suhu tinggi dan hujan, memastikan keamanannya dalam berbagai kondisi cuaca.
- Gambaran citra yang dihasilkan beresolusi minimal HD 720p.
- Dapat mengirimkan notifikasi secara *real-time*.
- Dapat mendeteksi orang asing yang tidak tersimpan dalam data base.
- Terhubung di sebuah aplikasi untuk menerima data berupa gambar yang sudah didapatkan.
- Alat tersebut memiliki kemampuan untuk beroperasi selama 24 jam.

BAB 3. USULAN SOLUSI

Perancangan monitoring keamanan parkir kos-kosan memperhatikan beberapa aspek seperti aspek ekonomi, sosial, keamanan, dan standar keteknikan. Aspek ekonomi pada dasarnya akan melihat dari aspek biaya perancangan dan implementasi sistem, sehingga sistem perancangan akan dirancang menyesuaikan dengan biaya perancangan. Aspek sosial akan dipengaruhi oleh kebiasaan dan budaya penghuni kos. Dengan adanya penyesuaian ini diharapkan memberi kenyamanan bagi semua penghuni kos, sehingga nanti edukasi penggunaan alat dan rancangan sistem dapat tersampaikan dengan baik. Aspek keamanan akan mempertimbangkan perlindungan data untuk dapat memastikan keamanan data untuk semua penghuni kos-kosan. Aspek budaya juga menjadi aspek penting. Hal ini karena penghuni kos harus saling peduli dengan sesama penghuni kos supaya sistem dapat berjalan dengan lancar.

Berdasarkan aspek dan kondisi yang telah dijelaskan sebelumnya, perancangan sistem akan mengikuti tahapan proses *design thinking process*. Design thinking process adalah suatu metode proses berulang yang bertujuan untuk memahami pengguna, menantang asumsi, dan meninjau kembali definisi masalah, dengan tujuan mengidentifikasi strategi alternatif dan solusi yang mungkin tidak terlihat pada pemahaman awal. Tahapan pada proses *design thinking process* melibatkan langkah-langkah berikut.



Gambar 3.1 Urutan *Design Thinking Process*

Pada tahap empathize, melakukan studi literatur dan wawancara pada penghuni kos-kosan terkait permasalahan yang dialami yaitu kurang terkontrolnya area parkir pada kos-kosan. Setelah pengumpulan data dari pihak terkait, menunjukkan bahwa terdapat perasaan yang tidak aman pada saat meninggalkan kendaraan di area kos-kosan.

Pada tahap *define*, melakukan perumusan masalah berdasarkan informasi yang telah didapatkan melalui wawancara, pengumpulan data, dan studi literatur pada tahap sebelumnya. Tahap ini didapat permasalahan utama yang dialami oleh penghuni kos-kosan yaitu terdapat pencurian atau kerusakan kendaraan di area parkir.

Pada tahap *ideate*, didapatkan solusi berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Setelah mendalami rumusan masalah tersebut, didapat solusi yang cocok yaitu melakukan pemasangan alat monitoring cerdas berbasis Raspberry PI. Alat ini mampu mendeteksi dan melakukan pengenalan wajah pada saat keluar-masuknya orang di dalam area parkir.

Pada tahap *prototype*, dilakukan perancangan alat berdasarkan solusi yang telah dibuat dari permasalahan yang ada. Alat yang dirancang harus memiliki spesifikasi yang mampu mengatasi permasalahan dan faktor luar yang dapat mempengaruhi kinerja dari alat.

Pada tahap *test*, alat hasil perancangan pada tahap *prototype* dilakukan uji coba secara langsung pada area parkir. Uji coba dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat akurasi hasil pendeteksian sistem. Pengujian juga dilakukan pada fitur pemantauan jarak jauh untuk mengetahui fitur dapat berfungsi serta nilai delay yang dihasilkan.

Tahapan terakhir yang dilakukan adalah *implement*, pada tahapan ini alat sudah siap digunakan dengan menampilkan hasil yang terbaik yaitu sistem mampu mendeteksi dan melakukan pengenalan wajah dengan akurasi minimal 90% dan rata-rata durasi proses < 2 s.

Untuk memastikan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang optimal dalam implementasi sistem monitoring parkir untuk kos-kosan dengan teknologi pengenalan wajah, langkah-langkah berikut perlu diperhatikan.

Pertama, sebelum implementasi, lakukan evaluasi risiko menyeluruh untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko yang terkait dengan penggunaan teknologi ini, termasuk aspek privasi penghuni dan keamanan data. Kedua, berikan pelatihan yang memadai kepada penghuni kos-kosan untuk memahami cara menggunakan sistem, hak-hak mereka terkait privasi, dan langkah-langkah dalam situasi darurat. Ketiga, pastikan data wajah penghuni disimpan dengan aman dan dilindungi dari akses yang tidak sah dengan mengimplementasikan protokol keamanan yang kuat. Keempat, peroleh izin tertulis dari setiap penghuni yang akan diidentifikasi, dan jelaskan secara transparan bagaimana data mereka akan digunakan dan dijamin privasinya. Kelima, selalu awasi keandalan teknologi pengenalan wajah dan lakukan

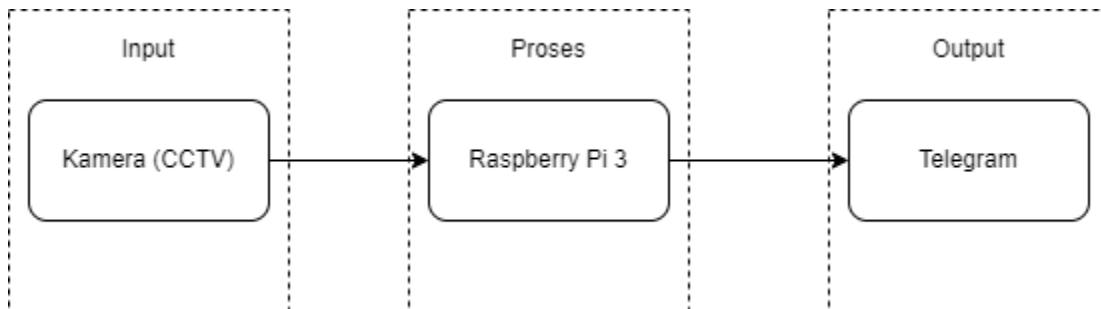
pemeliharaan rutin. Terakhir, sediakan protokol keamanan darurat yang jelas dan siapakan penghuni dengan pengetahuan tentang tindakan yang harus diambil dalam situasi yang mungkin melibatkan ancaman atau intrusi terhadap keselamatan mereka. Dengan menerapkan langkah-langkah K3 ini, diharapkan sistem monitoring parkir ini dapat digunakan secara aman, etis, dan efektif dalam menjaga keamanan dan privasi penghuni kos-kosan serta memastikan keselamatan area parkir.

3.1 Usulan Solusi 1

Usulan solusi pertama adalah sistem monitoring parkir untuk kos-kosan. Metode yang digunakan dalam pembangunan alat ini adalah metode *Face Recognition* dengan menggunakan *Haar-cascade Classifier*. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi wajah-wajah dan mengklasifikasikan penghuni kos-kosan dari orang asing. Selain itu, sistem ini akan mengirimkan pemberitahuan ke *smartphone* penghuni kos-kosan sebagai peringatan jika terdeteksi adanya orang selain penghuni kos-kosan di area parkir.

3.1.1 Desain Sistem 1

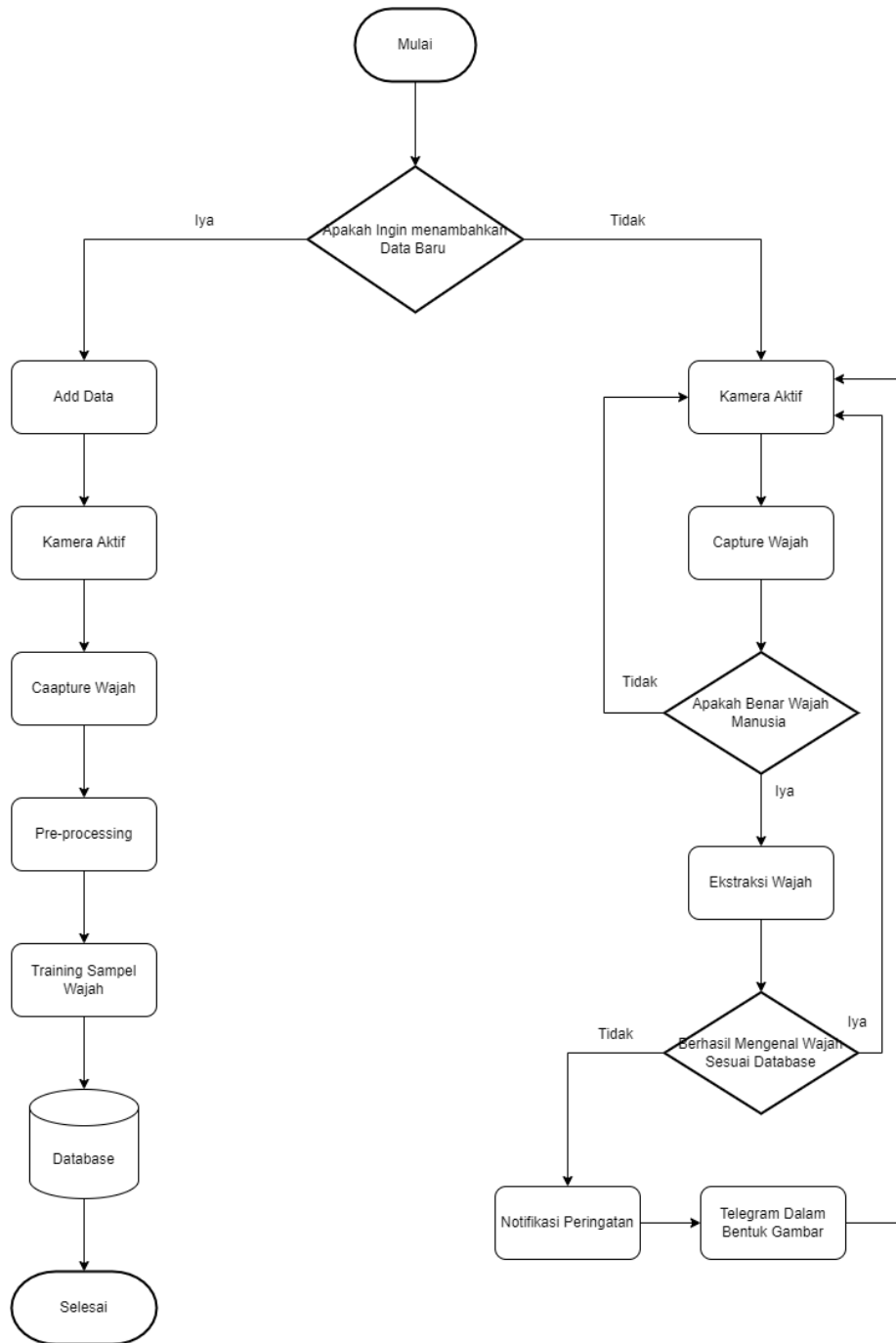
Pada desain sistem yang pertama ini akan diperlihatkan cara kerja sistem dengan diagram blok yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.2 Diagram blok usulan solusi desain 1

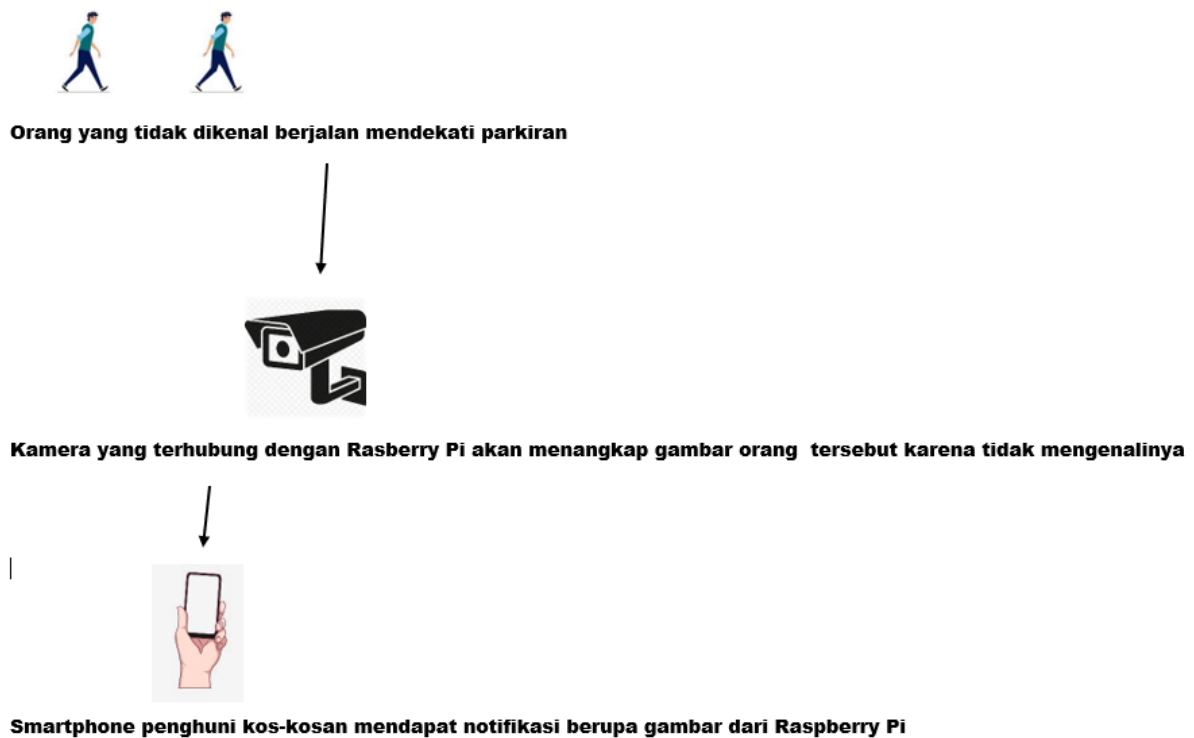
Desain sistem yang pertama yaitu sistem monitoring parkir kos-kosan dengan menggunakan metode *Face Recognition*. Pada desain pertama ini akan digunakan metode *Haar Cascade Classifier* metode ini mudah diaplikasikan karena *image* akan diubah menjadi citra *grayscale*. Kemudian, pada image tersebut akan dilakukan proses pengkotak-kotakan pada setiap area wajah seperti mata, hidung dan mulut. Metode ini memberikan indikasi secara spesifik pada

sebuah gambar atau image. Ide dari *haar-feature* untuk mengenali objek berdasarkan nilai sederhana dari fitur. Namun bukan merupakan nilai *pixel* dari nilai image tersebut.



Gambar 3.3 Diagram sistem kerja usulan solusi desain 1

Metode ini memiliki keunggulan dalam hal komputasi yang sangat cepat, karena metode *Haar Cascade* hanya bergantung pada jumlah pixel dalam suatu kotak daripada memproses setiap nilai pixel dalam gambar. Hasil pemantauan akan ditampilkan pada aplikasi Telegram dengan menggunakan protokol komunikasi Wi-Fi. Secara umum, prinsip kerja alat ini adalah ketika alat dihidupkan, maka alat akan memulai proses deteksi wajah, mengambil gambar, dan mengkonversinya menjadi citra grayscale. Selanjutnya, dilakukan proses penempatan kotak di sekitar wajah yang terdeteksi. Perhitungan fitur dalam algoritma *Haar* dilakukan dengan menghitung perbedaan nilai pixel antara area yang berwarna putih dan area yang berwarna hitam. Algoritma ini menggunakan integral image dari citra gambar dalam bentuk grayscale, di mana setiap nilai pixel dijumlahkan dari sudut kiri atas menuju sudut bawah.



Gambar 3.4 Analisis sistem usulan solusi desain 1

Tabel 3.1. Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras

No	Nama perangkat	Keterangan
1	CCTV	Kamera digunakan untuk melakukan pengambilan objek yang dilakukan secara langsung.
2	Smart phone	Digunakan untuk menerima notifikasi saat mendeteksi orang asing.
3	Database	Database digunakan sebagai tempat kumpulan data wajah penghuni kos-kosan yang dapat diakses.
4	Raspberry pi	Raspberry pi digunakan untuk melakukan komunikasi dan terkoneksi pada internet sehingga dapat mengirimkan data pembacaan sistem
5	Telegram	Telegram digunakan sebagai platform untuk menampilkan hasil monitoring parkir di kos-kosan

3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Tabel 3.2. Rencana anggaran pengembangan sistem

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	CCTV	Pcs	Rp.1.500.000, -	1	Rp. 1.500.000, -
2	Raspberry Pi 3	Pcs	Rp. 1.165.000, -	1	Rp. 1.165.000, -
3	Telegram/bulan	Pcs	Rp. 60.000, -	3	Rp. 180.000, -
Total Belanja					Rp. 2.845.000, -

3.1.3 Analisis Risiko Desain 1

Resiko Teknis :

- Proses hasil deteksi *Haar-like Feature* kurang akurat jika hanya menggunakan satu fungsi saja. Semakin tinggi tingkatan filter pendeteksian maka semakin tepat pula sebuah obyek dideteksi akan tetapi akan semakin lama proses pendeteksiannya.

Resiko non teknis :

- Kesulitan dalam Mengatasi Perubahan Sudut dan Rotasi: CCTV sering kali menangkap objek dari berbagai sudut dan orientasi. Haar-cascade dapat memiliki keterbatasan dalam mengatasi variasi ini, yang dapat mengurangi kemampuan deteksi terutama pada objek yang mengalami perubahan rotasi.

3.1.4 Pengukuran Performa

- **Pengujian ketahanan sistem terhadap perubahan suhu:**

1. Sistem ditempatkan di luar rumah tanpa adanya pelindung.
2. Sistem diaktifkan dan beroperasi selama beberapa jam di bawah paparan sinar matahari.
3. Dilakukan pengecekan terhadap sistem untuk memastikan apakah masih berfungsi dengan normal atau tidak.
4. Siapkan simulasi berupa air hujan dengan semprotan air.
5. Memastikan bahwa alat dapat bertahan dalam lingkungan yang ekstrim.

- **Pengujian Notifikasi Real-Time:**

1. Tentukan skenario uji coba yang melibatkan situasi yang memungkinkan adanya kebutuhan untuk memberikan notifikasi.
2. Lakukan pengujian dengan melibatkan penghuni kos yang sudah terdaftar maupun yang belum terdaftar pada dataset saat memasuki wilayah yang sedang disimulasikan, untuk menilai kemampuan sistem dalam mendeteksi dan mengirimkan notifikasi secara real-time.
3. Pastikan bahwa skenario uji coba mencakup variasi dalam intensitas dan durasi peristiwa yang terjadi.
4. Catat waktu yang diperlukan oleh sistem mulai dari deteksi hingga pengiriman notifikasi.
5. Koreksi parameter sensitivitas agar dapat meningkatkan keakuratan notifikasi secara real-time.

- **Pengujian Deteksi Orang Asing:**

1. Persiapkan database dengan orang-orang penghuni kos-kosan yang telah terdaftar.
2. Pastikan data database terus diperbarui.
3. Tempatkan alat di lingkungan yang berbeda-beda, termasuk kondisi pencahayaan rendah dan tinggi.
4. Gunakan orang yang tidak ada dalam database sebagai objek uji.
5. Pastikan notifikasi pendeteksi orang asing masuk pada smartphone pengguna.
6. Bandingkan hasil deteksi dengan database yang ada dan ukur tingkat akurasi deteksi.

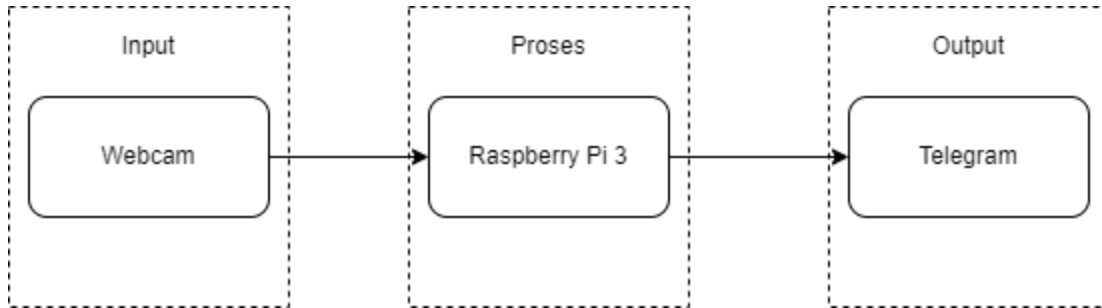
7. Identifikasi faktor yang mempengaruhi keakuratan, seperti pencahayaan atau sudut pandang.
- **Pengujian Koneksi Aplikasi dan Penerimaan Data:**
 1. Pastikan alat terhubung dengan aplikasi dengan benar melalui protokol yang sesuai.
 2. Uji koneksi pada variasi kecepatan dan jenis jaringan.
 3. Lakukan pengujian agar sistem melakukan pengambilan data dari alat ke aplikasi dan pastikan data diterima tanpa kehilangan atau distorsi.
 4. Periksa kualitas gambar untuk memastikan data yang diterima sesuai dengan target yang diinginkan.
 - **Pengujian Kestabilan Operasional Sistem selama 24 Jam:**
 1. Pantau suhu perangkat, penggunaan daya, dan kinerja secara terus-menerus selama 24 jam.
 2. Log setiap peristiwa atau perubahan kinerja yang dapat terjadi selama pengujian.
 3. Catat konsumsi daya pada interval waktu tertentu.
 4. Amati apakah ada penurunan kinerja seiring waktu dan identifikasi penyebabnya.
 5. Perhatikan apakah ada kegagalan fungsi, peningkatan suhu yang signifikan, atau penurunan kualitas gambar selama periode pengujian.

3.2 Usulan Solusi 2

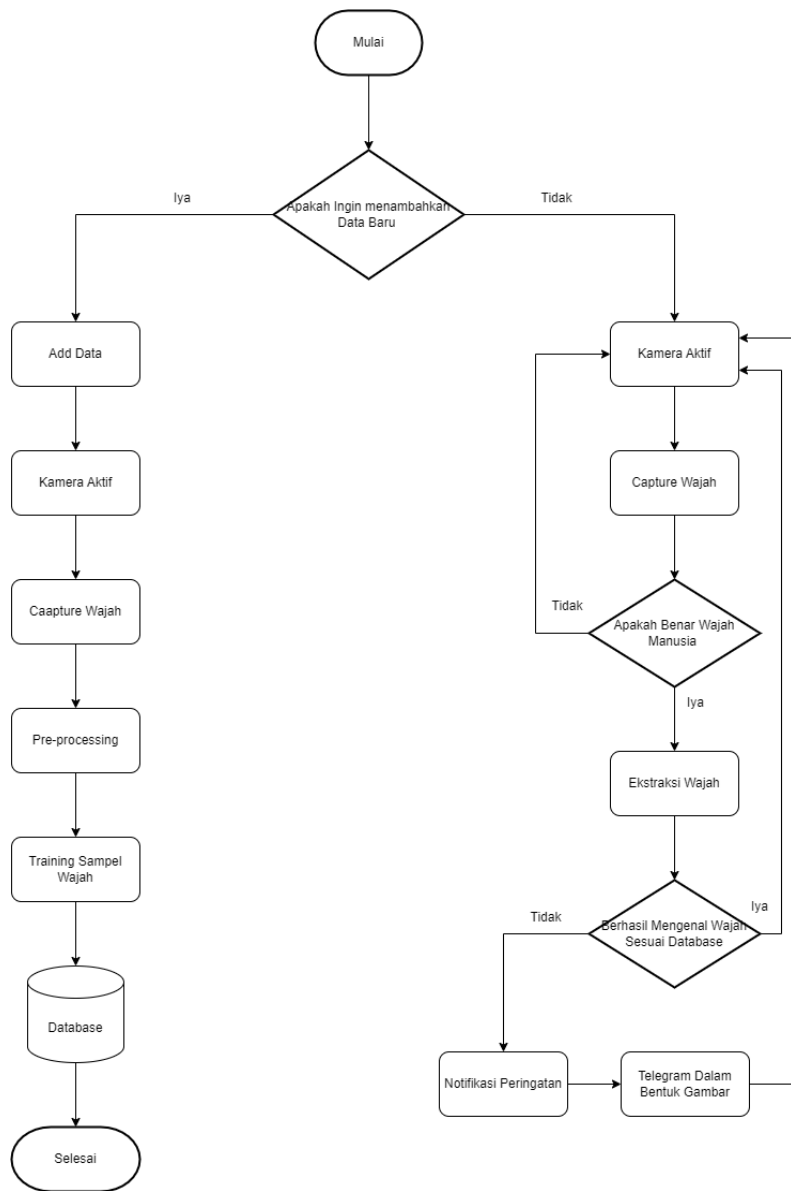
Usulan solusi kedua adalah sistem monitoring parkir untuk kos-kosan. Metode yang digunakan dalam pembangunan alat ini adalah metode *Local Binary Pattern Histogram* dengan menggunakan *Local Binary Pattern Histogram*. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi wajah-wajah dan mengklasifikasikan penghuni kos-kosan dari orang asing. Selain itu, sistem ini akan mengirimkan pemberitahuan ke *smartphone* penghuni kos-kosan sebagai peringatan jika terdeteksi adanya orang selain penghuni kos-kosan di area parkir.

3.2.1 Desain Sistem 2

Pada desain sistem yang kedua ini akan diperlihatkan cara kerja sistem dengan diagram blok yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.5 Diagram blok usulan solusi desain 2



Gambar 3.6 Diagram sistem kerja usulan solusi desain 2

3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Tabel 3.3. Rencana anggaran pengembangan sistem desain 2

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Webcam	Pcs	Rp. 525.000, -	1	Rp. 525.000, -
2	Raspberry Pi 3	Pcs	Rp. 1.165.000, -	1	Rp. 1.165.000, -
3	Telegram/bulan	Pcs	Rp. 60.000, -	3	Rp. 180.000, -
Total Belanja					Rp.1.870.000, -

3.2.3 Analisis Risiko Desain 2

Resiko Teknis :

- Kinerja pada Citra Beresolusi Tinggi: Metode LBP cenderung kurang efektif dalam menangani citra beresolusi tinggi.

Resiko Non-Teknis :

- Pengaruh Kondisi Lingkungan: Alat akan diposisikan pada titik yang mampu mendeteksi keberadaan orang di depan kamera, memastikan cakupan pemantauan yang optimal. Namun, perlu diperhatikan bahwa penempatan pada titik yang mudah dijangkau oleh manusia juga membawa risiko tersendiri. Risiko terkena gangguan, seperti senggolan dan interaksi manusia lainnya, dapat mempengaruhi kinerja alat tersebut.

3.2.4 Pengukuran Performa

- **Pengujian ketahanan sistem terhadap perubahan suhu:**

1. Sistem ditempatkan di luar rumah tanpa adanya pelindung.
2. Sistem diaktifkan dan beroperasi selama beberapa jam di bawah paparan sinar matahari.
3. Dilakukan pengecekan terhadap sistem untuk memastikan apakah masih berfungsi dengan normal atau tidak.
4. Siapkan simulasi berupa air hujan dengan semprotan air.
5. Memastikan bahwa alat dapat bertahan dalam lingkungan yang ekstrim.

- **Pengujian Notifikasi Real-Time:**

1. Tentukan skenario uji coba yang melibatkan situasi yang memungkinkan adanya kebutuhan untuk memberikan notifikasi.
2. Lakukan pengujian dengan melibatkan penghuni kos yang sudah terdaftar maupun yang belum terdaftar pada dataset saat memasuki wilayah yang sedang disimulasikan, untuk menilai kemampuan sistem dalam mendeteksi dan mengirimkan notifikasi secara real-time.
3. Pastikan bahwa skenario uji coba mencakup variasi dalam intensitas dan durasi peristiwa yang terjadi.
4. Catat waktu yang diperlukan oleh sistem mulai dari deteksi hingga pengiriman notifikasi.
5. Koreksi parameter sensitivitas agar dapat meningkatkan keakuratan notifikasi secara real-time.

- **Pengujian Deteksi Orang Asing:**

1. Siapkan database dengan orang-orang penghuni kos-kosan yang telah terdaftar.
2. Pastikan data database terus diperbarui.
3. Tempatkan alat di lingkungan yang berbeda-beda, termasuk kondisi pencahayaan rendah dan tinggi.
4. Gunakan orang yang tidak ada dalam database sebagai objek uji.
5. Pastikan notifikasi pendeteksi orang asing masuk pada smartphone pengguna.
6. Bandingkan hasil deteksi dengan database yang ada dan ukur tingkat akurasi deteksi.
7. Identifikasi faktor yang mempengaruhi keakuratan, seperti pencahayaan atau sudut pandang.

- **Pengujian Koneksi Aplikasi dan Penerimaan Data:**

1. Pastikan alat terhubung dengan aplikasi dengan benar melalui protokol yang sesuai.
2. Uji koneksi pada variasi kecepatan dan jenis jaringan.
3. Lakukan pengujian agar sistem melakukan pengambilan data dari alat ke aplikasi dan pastikan data diterima tanpa kehilangan atau distorsi.

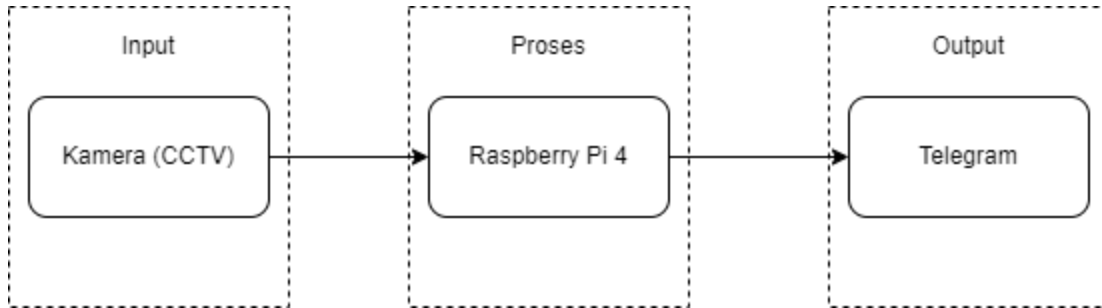
4. Periksa kualitas gambar untuk memastikan data yang diterima sesuai dengan target yang diinginkan.
- **Pengujian Kestabilan Operasional Sistem selama 24 Jam:**
 1. Pantau suhu perangkat, penggunaan daya, dan kinerja secara terus-menerus selama 24 jam.
 2. Log setiap peristiwa atau perubahan kinerja yang dapat terjadi selama pengujian.
 3. Catat konsumsi daya pada interval waktu tertentu.
 4. Amati apakah ada penurunan kinerja seiring waktu dan identifikasi penyebabnya.
 5. Perhatikan apakah ada kegagalan fungsi, peningkatan suhu yang signifikan, atau penurunan kualitas gambar selama periode pengujian.

3.3 Usulan Solusi 3

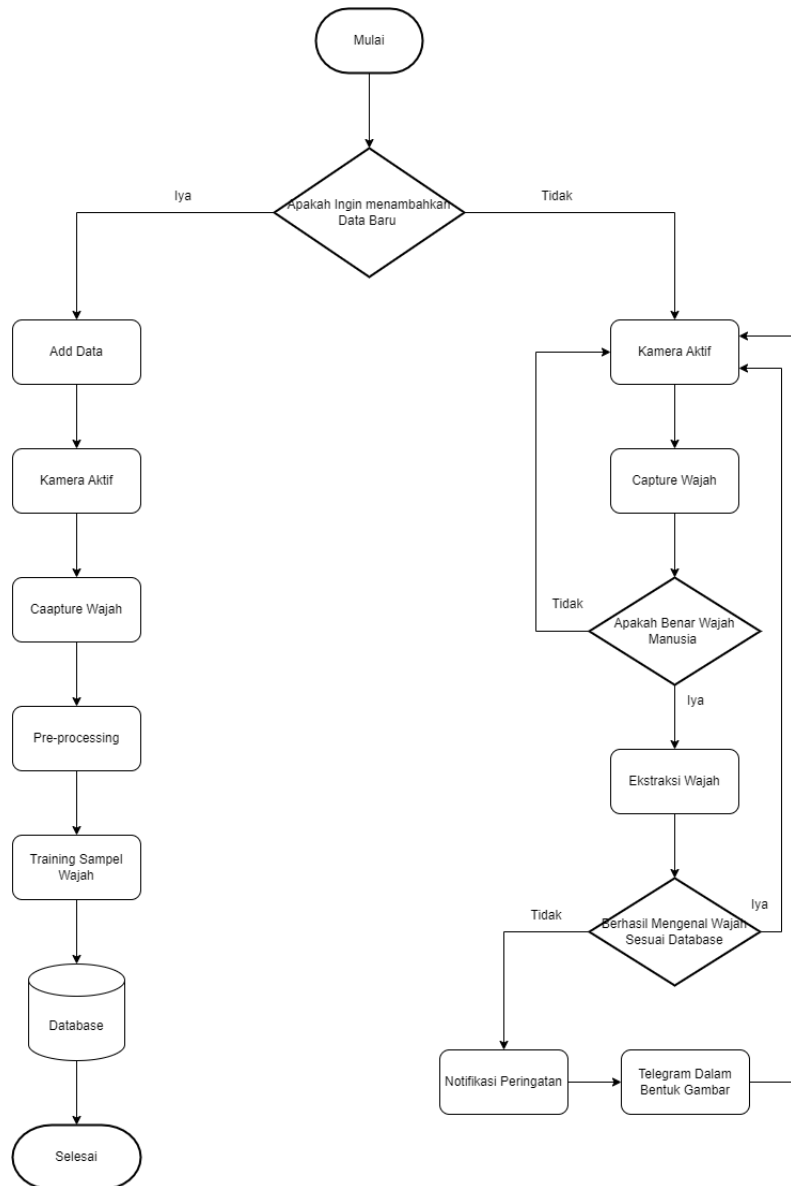
Usulan solusi ketiga adalah pengembangan sistem pemantauan parkir untuk kos-kosan dengan menggunakan metode *YOLO (You Only Look Once)* dalam pengenalan wajah. *YOLO* digunakan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan objek dalam citra, termasuk identifikasi wajah. Dengan memanfaatkan *YOLO* untuk *Face Recognition*, sistem ini dapat mengenali wajah-wajah dan mengklasifikasikan penghuni kos-kosan dari orang asing dengan akurasi tinggi. Sistem ini akan mengintegrasikan kemampuan *YOLO* untuk deteksi objek manusia dan pengenalan wajah, memungkinkan pengawasan parkir yang lebih efisien. Ketika sistem mendeteksi keberadaan orang asing di area parkir, pemberitahuan otomatis akan dikirimkan ke smartphone penghuni kos-kosan sebagai peringatan. Hal ini bertujuan untuk memberikan penghuni informasi cepat dan proaktif terkait keamanan dan aktivitas yang terjadi di sekitar area parkir.

3.3.1 Desain Sistem 3

Pada desain sistem yang tiga ini akan diperlihatkan cara kerja sistem dengan diagram blok yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.7 Diagram blok usulan solusi desain 3



Gambar 3.8 Diagram sistem kerja usulan solusi desain 3

3.3.2 Rencana Anggaran

Tabel 3.4. Rencana anggaran pengembangan sistem desain 3

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Kameta (CCTV)	Pcs	Rp. 1.500.000, -	1	Rp. 1.500.000, -
2	Raspberry Pi 4	Pcs	Rp. 2.000.000, -	1	Rp. 2.000.000, -
3	Telegram	Pcs	Rp. 60.000, -	3	Rp. 180.000, -
Total Belanja					Rp.3.680.000, -

3.3.3 Analisis Resiko Desain 3

Resiko Teknis :

- Memerlukan sumber daya yang jauh lebih tinggi: YOLO memanfaatkan deep neural network yang memerlukan GPU yang kuat untuk melatih model dan melakukan inferensi.

Resiko Non-Teknis :

- Biaya Produksi yang Tinggi: YOLO memerlukan perangkat keras yang canggih dan mahal untuk inferensi real-time, sehingga meningkatkan biaya produksi dan operasional.

3.3.4 Pengukuran Performa

- **Pengujian ketahanan sistem terhadap perubahan suhu:**
 1. Sistem ditempatkan di luar rumah tanpa adanya pelindung.
 2. Sistem diaktifkan dan beroperasi selama beberapa jam di bawah paparan sinar matahari.
 3. Dilakukan pengecekan terhadap sistem untuk memastikan apakah masih berfungsi dengan normal atau tidak.
 4. Siapkan simulasi berupa air hujan dengan semprotan air.
 5. Memastikan bahwa alat dapat bertahan dalam lingkungan yang ekstrim.
- **Pengujian Notifikasi Real-Time:**
 1. Tentukan skenario uji coba yang melibatkan situasi yang memungkinkan adanya kebutuhan untuk memberikan notifikasi.
 2. Lakukan pengujian dengan melibatkan penghuni kos yang sudah terdaftar maupun yang belum terdaftar pada dataset saat memasuki wilayah yang sedang

disimulasikan, untuk menilai kemampuan sistem dalam mendeteksi dan mengirimkan notifikasi secara real-time.

3. Pastikan bahwa skenario uji coba mencakup variasi dalam intensitas dan durasi peristiwa yang terjadi.
 4. Catat waktu yang diperlukan oleh sistem mulai dari deteksi hingga pengiriman notifikasi.
 5. Koreksi parameter sensitivitas agar dapat meningkatkan keakuratan notifikasi secara real-time.
- **Pengujian Ketepatan Akurasi:**
 1. Siapkan database dengan orang-orang penghuni kos-kosan yang telah terdaftar.
 2. Pastikan data database terus diperbarui.
 3. Tempatkan alat di lingkungan yang berbeda-beda, termasuk kondisi pencahayaan rendah dan tinggi.
 4. Gunakan orang yang tidak ada dalam database sebagai objek uji.
 5. Pastikan notifikasi pendeteksi orang asing masuk pada smartphone pengguna.
 6. Bandingkan hasil deteksi dengan database yang ada dan ukur tingkat akurasi deteksi.
 7. Identifikasi faktor yang mempengaruhi keakuratan, seperti pencahayaan atau sudut pandang.
 - **Pengujian Kestabilan Operasional Sistem selama 24 Jam:**
 1. Pantau suhu perangkat, dan kinerja secara terus-menerus selama 24 jam.
 2. Log setiap peristiwa atau perubahan kinerja yang dapat terjadi selama pengujian.
 3. Amati apakah ada penurunan kinerja seiring waktu dan identifikasi penyebabnya.
 4. Perhatikan apakah ada kegagalan fungsi, peningkatan suhu yang signifikan, atau penurunan kualitas gambar selama periode pengujian.

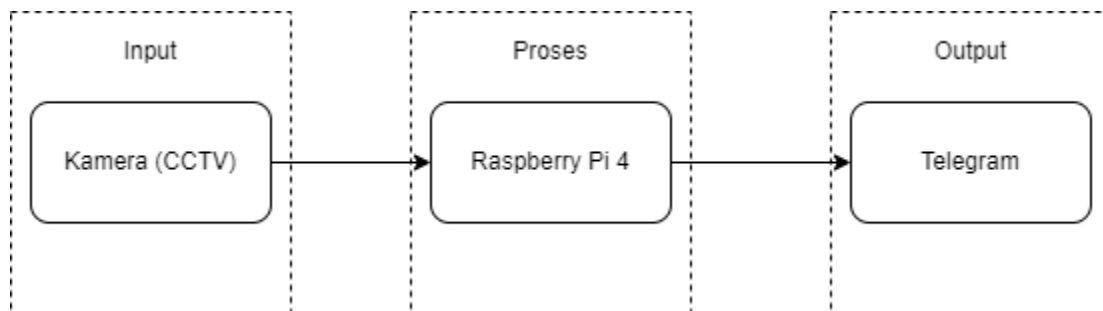
3.4 Usulan Solusi 4

Usulan solusi keempat adalah pengembangan sistem pemantauan parkir untuk kos-kosan dengan menggunakan metode pengenalan wajah berbasis deep learning. Sistem ini akan memanfaatkan algoritma deep learning untuk deteksi dan pengenalan wajah, yang mampu mengidentifikasi wajah penghuni kos-kosan dan membedakannya dari wajah orang asing dengan

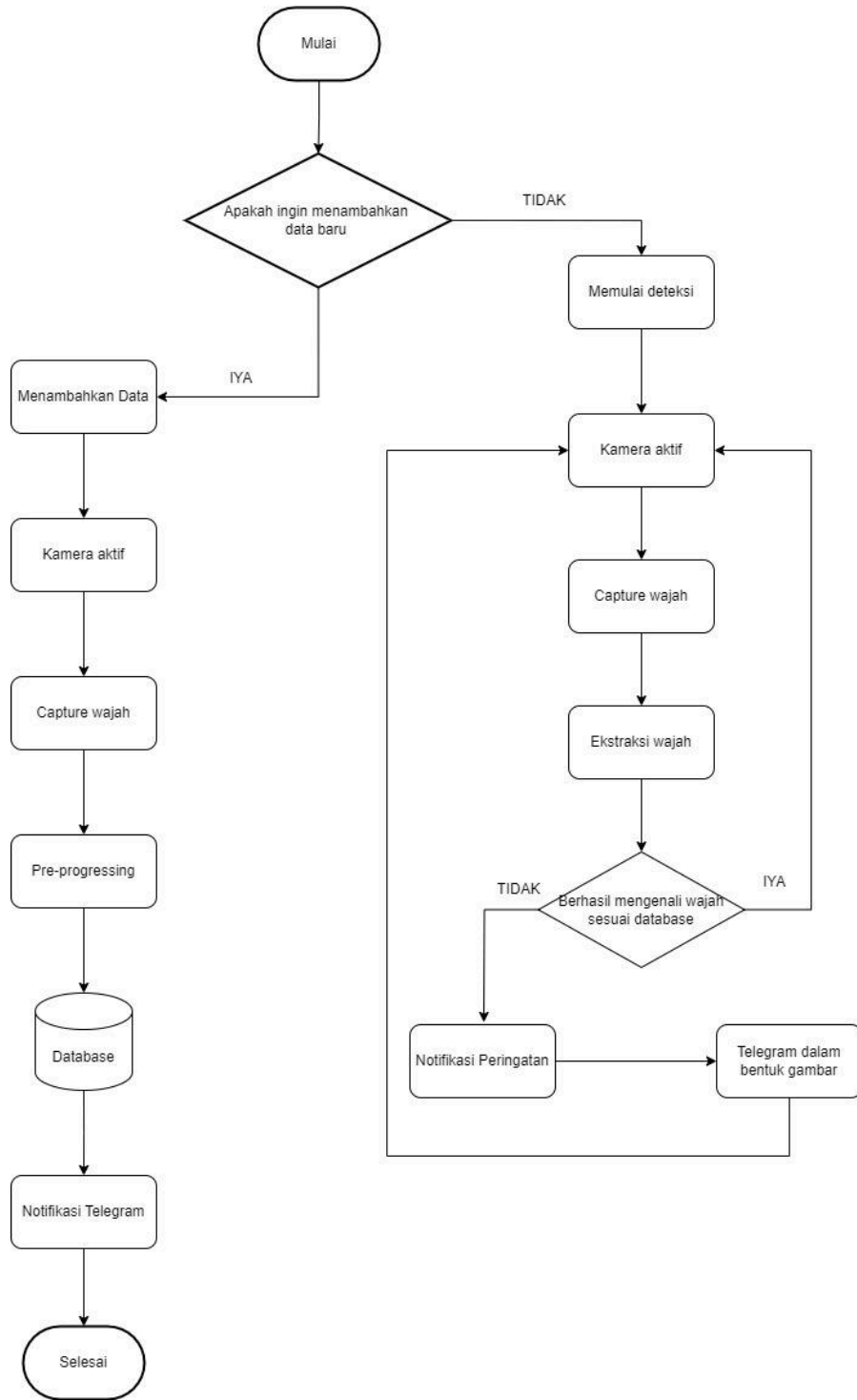
akurasi tinggi. Dengan mengintegrasikan teknologi ini, sistem pemantauan parkir akan lebih efisien dalam mengawasi area parkir. Ketika sistem mendeteksi keberadaan orang asing di area parkir, sistem akan mengirimkan pemberitahuan otomatis ke telegram penghuni kos-kosan sebagai peringatan. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk memberikan penghuni informasi yang cepat dan proaktif terkait keamanan dan aktivitas yang terjadi di sekitar area parkir, sehingga meningkatkan tingkat keamanan dan kenyamanan bagi para penghuni.

3.4.1 Desain Sistem 4

Pada desain sistem yang kedua ini akan diperlihatkan cara kerja sistem dengan diagram blok yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.9 Diagram blok usulan solusi desain 4



Gambar 3.10 Diagram sistem kerja usulan solusi desain 4

3.4.2 Rencana Anggaran

Tabel 3.5. Rencana anggaran pengembangan sistem desain 4

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Kameta (CCTV)	Pcs	Rp. 1.500.000, -	1	Rp. 1.500.000, -
2	Raspberry Pi 4	Pcs	Rp. 2.000.000, -	1	Rp. 2.000.000, -
3	Telegram	Pcs	Rp. 60.000, -	3	Rp. 180.000, -
Total Belanja					Rp.3.680.000, -

3.4.3 Analisis Resiko Desain 4

Resiko Teknis :

- Tanpa dataset yang cukup besar dan beragam, model dapat belajar dari noise dalam data, menyebabkan overfitting. Ini mengurangi kemampuan model untuk generalisasi pada data baru, yang sangat penting dalam aplikasi dunia nyata.

Resiko Non-Teknis :

- Biaya Produksi yang Sangat Tinggi: Sistem berbasis deep learning memerlukan GPU yang kuat dan infrastruktur komputasi yang mahal, meningkatkan biaya produksi dan operasional secara signifikan.

3.4.4 Pengukuran Performa

- **Pengujian ketahanan sistem terhadap perubahan suhu:**
 1. Sistem ditempatkan di luar rumah tanpa adanya pelindung.
 2. Sistem diaktifkan dan beroperasi selama beberapa jam di bawah paparan sinar matahari.
 3. Dilakukan pengecekan terhadap sistem untuk memastikan apakah masih berfungsi dengan normal atau tidak.
 4. Siapkan simulasi berupa air hujan dengan semprotan air.
 5. Memastikan bahwa alat dapat bertahan dalam lingkungan yang ekstrim.
- **Pengujian Notifikasi Real-Time:**
 1. Tentukan skenario uji coba yang melibatkan situasi yang memungkinkan adanya kebutuhan untuk memberikan notifikasi.

2. Lakukan pengujian dengan melibatkan penghuni kos yang sudah terdaftar maupun yang belum terdaftar pada dataset saat memasuki wilayah yang sedang disimulasikan, untuk menilai kemampuan sistem dalam mendeteksi dan mengirimkan notifikasi secara real-time.
 3. Pastikan bahwa skenario uji coba mencakup variasi dalam intensitas dan durasi peristiwa yang terjadi.
 4. Catat waktu yang diperlukan oleh sistem mulai dari deteksi hingga pengiriman notifikasi.
 5. Koreksi parameter sensitivitas agar dapat meningkatkan keakuratan notifikasi secara real-time.
- **Pengujian Ketepatan Akurasi:**
 1. Persiapkan database dengan orang-orang penghuni kos-kosan yang telah terdaftar.
 2. Pastikan data database terus diperbarui.
 3. Tempatkan alat di lingkungan yang berbeda-beda, termasuk kondisi pencahayaan rendah dan tinggi.
 4. Gunakan orang yang tidak ada dalam database sebagai objek uji.
 5. Pastikan notifikasi pendeteksi orang asing masuk pada smartphone pengguna.
 6. Bandingkan hasil deteksi dengan database yang ada dan ukur tingkat akurasi deteksi.
 7. Identifikasi faktor yang mempengaruhi keakuratan, seperti pencahayaan atau sudut pandang.
 - **Pengujian Kestabilan Operasional Sistem selama 24 Jam:**
 1. Pantau suhu perangkat, dan kinerja secara terus-menerus selama 24 jam.
 2. Log setiap peristiwa atau perubahan kinerja yang dapat terjadi selama pengujian.
 3. Amati apakah ada penurunan kinerja seiring waktu dan identifikasi penyebabnya.
 4. Perhatikan apakah ada kegagalan fungsi, peningkatan suhu yang signifikan, atau penurunan kualitas gambar selama periode pengujian.

3.5 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Dalam menyusun usulan solusi desain, kriteria-kriteria yang sesuai dengan poin-poin tertentu digunakan untuk menentukan solusi desain terbaik. Analisis ini dipilih karena metode ini

memungkinkan perbandingan berbagai faktor, seperti biaya, kesulitan, instalasi, perawatan, dan keamanan. Berikut pada tabel 3.6 yang memperlihatkan perbandingan solusi desain.

Tabel 3.6. Keterangan point

Keterangan	Cukup	Baik	Sangat Baik
Point	1	2	3

Tabel 3.7. Tabel Pengelompokan Rentang Faktor berdasarkan Keterangan

Faktor	Point dan Keterangan		
	1	2	3
Metode	Membutuhkan waktu yang lama dalam pemrosesan data dan deteksi objek	Memiliki kecepatan yang relatif baik dalam pemrosesan data dan deteksi objek	Cepat dan tidak membutuhkan waktu yang lama dalam pemrosesan data dan deteksi objek
Biaya	Rp 4.000.000.00 ≥ Rp 5.000.000.00	Rp 3.000.000.00 ≥ Rp 4.000.000.00	Rp 0 ≥ Rp. 3.000.000.00

Kesulitan Perencanaan Sistem	Pengelolaan sumber daya yang sangat terbatas atau perencanaan untuk skala besar.	Keterbatasan sumber daya yang memerlukan perencanaan lebih cermat.	Ketersediaan sumber daya yang mencukupi.
Perawatan	Memerlukan pengecekan setiap saat pada kondisi sistem khususnya pada sumber tenaga sistem	Memerlukan pengecekan rutin kondisi sistem setiap sebulan sekali khususnya pada sumber tenaga sistem	Tidak memerlukan pengecekan rutin. Hanya cukup sesekali untuk memastikan akses komunikasi sistem
Instalasi	Instalasi bisa memakan waktu berhari-hari atau bahkan berbulan-bulan	Instalasi dapat memakan waktu beberapa jam hingga beberapa hari	Instalasi dapat diselesaikan dalam waktu singkat (beberapa jam atau kurang).

Tabel 3.8. Penentuan usulan solusi sistem terbaik

Faktor	Usulan Solusi			
	Desain 1	Desain 2	Desain 3	Desain 4
Metode	2	2	3	3

Biaya	3	3	2	2
Kesulitan	2	2	2	2
Instalasi	2	2	2	2
Perawatan	1	1	2	2
Total point	10	10	11	11

Pada tabel 3.7 Berdasarkan tabel yang diberikan, terlihat bahwa desain 1 dan 2 memiliki total poin 10, sedangkan desain 3 dan 4 memiliki total poin 11. Desain 1 unggul dalam hal biaya dengan nilai 3, namun memiliki nilai metode dan perawatan yang lebih rendah, masing-masing 2 dan 1. Desain 2 juga memiliki keunggulan dalam biaya dengan nilai 3, namun tidak menunjukkan keunggulan signifikan dalam faktor metode, kesulitan, instalasi, dan perawatan.

Desain 3 dipilih sebagai desain terbaik karena menggunakan metode YOLO (You Only Look Once), yang memiliki keunggulan dalam kecepatan dan akurasi deteksi objek. Metode ini memberikan nilai 3 pada faktor metode, menunjukkan kecepatan deteksi dan pemrosesan data yang lebih baik. Meskipun biaya pada desain 3 lebih tinggi dengan nilai 2, peningkatan kinerja yang diberikan oleh metode YOLO sebanding dengan biaya tambahan ini. Kecepatan dan akurasi yang lebih tinggi dapat mengurangi biaya operasional jangka panjang dan meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan. Desain 3 juga memiliki nilai kesulitan dan instalasi yang sama dengan desain lainnya, yaitu 2, dan nilai perawatan yang lebih tinggi, yaitu 2, sehingga lebih mudah dalam hal pemeliharaan dan perawatan rutin.

Desain 4 juga memiliki total poin 11 dan menunjukkan keunggulan pada faktor metode dan perawatan dengan nilai masing-masing 3 dan 2. Namun, seperti desain 3, desain 4 juga memiliki biaya yang lebih tinggi dengan nilai 2. Meskipun memiliki keunggulan serupa dengan desain 3, desain 3 dipilih karena metode YOLO yang digunakan memberikan kecepatan dan akurasi yang lebih tinggi.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, desain 3 dengan metode YOLO dipilih sebagai desain terbaik karena menawarkan keunggulan dalam kecepatan, akurasi, dan kemudahan perawatan, meskipun biaya awal lebih tinggi dibandingkan desain 1 dan 2. Keunggulan dalam metode deteksi ini membuat desain 3 lebih unggul dan efisien dalam jangka panjang.

3.6 Gantt Chart

Tujuan dari tampilan Gantt Chart adalah untuk melakukan visualisasi beberapa hal, seperti berbagai tugas yang harus dikerjakan, penanggung jawab atas keberlangsungan kegiatan, dan lamanya waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap tugas. Tampilan ini akan menampilkan rincian kegiatan yang dimulai dari bulan September 2023 hingga bulan Juni 2024

Tabel 3.9 Gantt chart pelaksanaan Capstone

No.	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -											
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Survei dan identifikasi permasalahan	A,I											
2	Mencari literatur dan informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem	A,I	A,I										
3	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi usulan perancangan sistem beserta manajemen dan rancangan belanja		A,I	A,I									
4	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1/Capstone Project dan seminar				A,I								
5	Pembelian alat dan bahan				.I	A							
6	Perancangan sistem sesuai proposal					A,I	A,I	A,I	A,I				

No.	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -												
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
7	Testing dan Validasi										A,I	A,I	A,I	
8	Expo dan pengumpulan laporan akhir													A,I

Ket. : I : Muhammad Iqbal Angkasa , A : Abdullah Martua Muslih

3.7 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Tuliskan aktivitas secara detail dan pelaksanaan dalam pembuatan laporan TA 1 ini berdasarkan *timeline* pada *Gantt chart* beserta peran dari masing-masing anggota seperti contoh pada Tabel 3.4. Tuliskan kendala yang dihadapi dalam pengerjaan TA 1 di sub bab ini.

Tabel 3.10 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Jum'at, 15 September 2023	Mencari studi literatur terkait permasalahan sistem keamanan	Abdul Iqbal
2	Sabtu, 16 September 2023	Mencari studi literatur terkait permasalahan sistem keamanan pada parkir kos-kosan	Abdul Iqbal
3	Jum'at, 22 September 2023	Melakukan wawancara dengan penghuni kos-kosan terkait permasalahan yang sering terjadi pada parkir kos-kosan	Abdul Iqbal
4	Jum'at, 29 September 2023	Mengolah data hasil wawancara yang sudah didapat	Abdul Iqbal

5	Minggu, 1 Oktober 2023	Mencari studi literatur terkait alat yang sudah pernah dibuat	Abdul Iqbal
6	Senin, 9 Oktober 2023	Mencari studi literatur terkait metode yang dapat digunakan	Abdul Iqbal
7	Jum'at, 13 Oktober 2023	Mencari komponen apa saja yang dibutuhkan dalam dasar teori	Abdul Iqbal
8	Minggu, 15 Oktober 2023	Melakukan analisis aspek yang mempengaruhi sistem	Abdul Iqbal
9	Jum'at, 20 Oktober 2023	Melakukan analisis aspek yang mempengaruhi sistem	Abdul Iqbal
10	Senin, 23 Oktober 2023	Membuat spesifikasi sistem	Abdul Iqbal
11	Sabtu, 28 Oktober 2023	Membuat usulan solusi desain 1	Abdul Iqbal
12	Jum'at, 3 November 2023	Merancang desain pada usulan 1	Abdul Iqbal
13	Kamis, 9 November 2023	Membuat Rancangan anggaran biaya dari usulan 1	Abdul Iqbal
14	Sabtu, 11 November 2023	Membuat analisis risiko desain 1 dan mengukur performa dari desain 1	Abdul Iqbal
15	Jum'at, 17 November 2023	Membuat usulan solusi desain 2	Abdul Iqbal

16	Minggu, 19 November 2023	Merancang desain pada usulan 1	Abdul Iqbal
17	Jum'at, 24 November 2023	Membuat rancangan anggaran biaya dari desain 2, membuat analisis risiko desain 2, dan mengukur performa dari desain 2	Abdul Iqbal
18	Senin, 27 November 2023	Melakukan Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik dan Gantt Chart	Abdul Iqbal

BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

Hasil rancangan sistem ini menghasilkan solusi deteksi dan pengenalan wajah yang komprehensif serta efisien, yang dapat dioperasikan pada platform *Raspberry Pi*. Sistem ini memanfaatkan teknologi deep learning melalui pustaka *face_recognition* untuk melakukan identifikasi wajah dengan akurasi tinggi. Proses pengenalan wajah dimulai dengan menangkap gambar menggunakan kamera *Raspberry Pi* yang dikendalikan oleh pustaka *Picamera2*. Gambar yang diambil kemudian diproses menggunakan *OpenCV (cv2)*. Setelah pemrosesan, gambar diproses lebih lanjut ke pustaka *face_recognition* untuk mendeteksi lokasi wajah dan mengkonversinya menjadi kode. Hasil dari deteksi ini kemudian dibandingkan dengan basis data wajah yang sudah dikenal untuk menentukan identitas atau mendeteksi wajah yang tidak dikenal.

Selain pengenalan wajah, sistem ini juga dirancang untuk berinteraksi secara *real-time* dengan pengguna melalui berbagai antarmuka. Sistem ini juga terintegrasi dengan bot Telegram menggunakan pustaka *telepot*, yang memungkinkan pengiriman notifikasi dan gambar wajah tidak dikenal secara otomatis kepada pengguna. Mekanisme *retry* dari pustaka *tenacity* memastikan bahwa pesan Telegram selalu terkirim meskipun terjadi kesalahan sementara. Dengan pendekatan ini, sistem tidak hanya memberikan deteksi dan pengenalan wajah yang andal, tetapi juga menyediakan komunikasi yang efektif dan responsif dengan pengguna, sehingga memastikan keamanan dan kenyamanan penggunaan.



Gambar 4.1 (a) kamera tampak depan. (b) kamera tampak samping

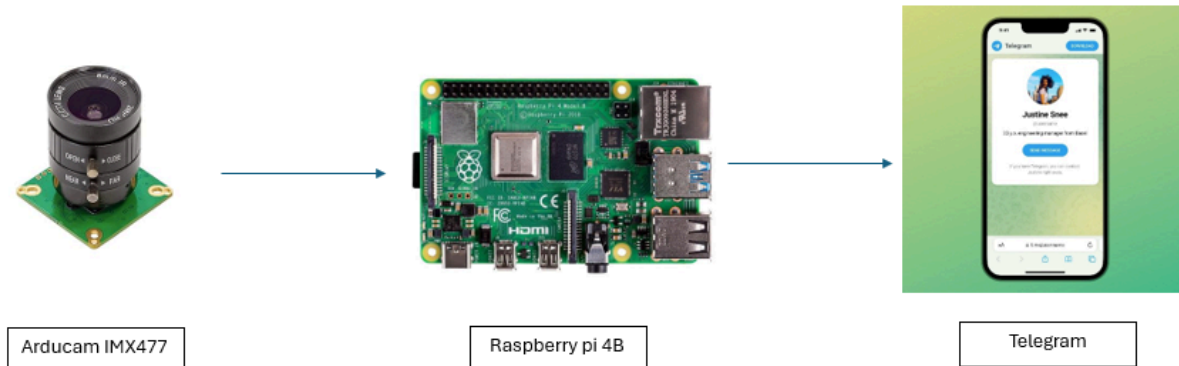


Gambar 4.2 (a) komponen tampak depan. (b) komponen tampak samping

Rancangan kamera akan dilengkapi dengan casing untuk pelindung dari faktor eksternal yang dapat merusak kamera tersebut. Namun, casing yang digunakan merupakan casing bekas dari kamera CCTV biasa, yang diaplikasikan pada kamera *Arducam Imx477* seperti terlihat pada Gambar 4.1.

4.1.1 Rangkaian elektronik

Pada alat kami yang telah dirancang mencakup beberapa komponen utama yang saling bekerja untuk menciptakan sistem keamanan parkir kos-kosan, yang mampu mendeteksi dan mengenali wajah dengan akurat.



Gambar 4.3 Rangkaian Elektronik

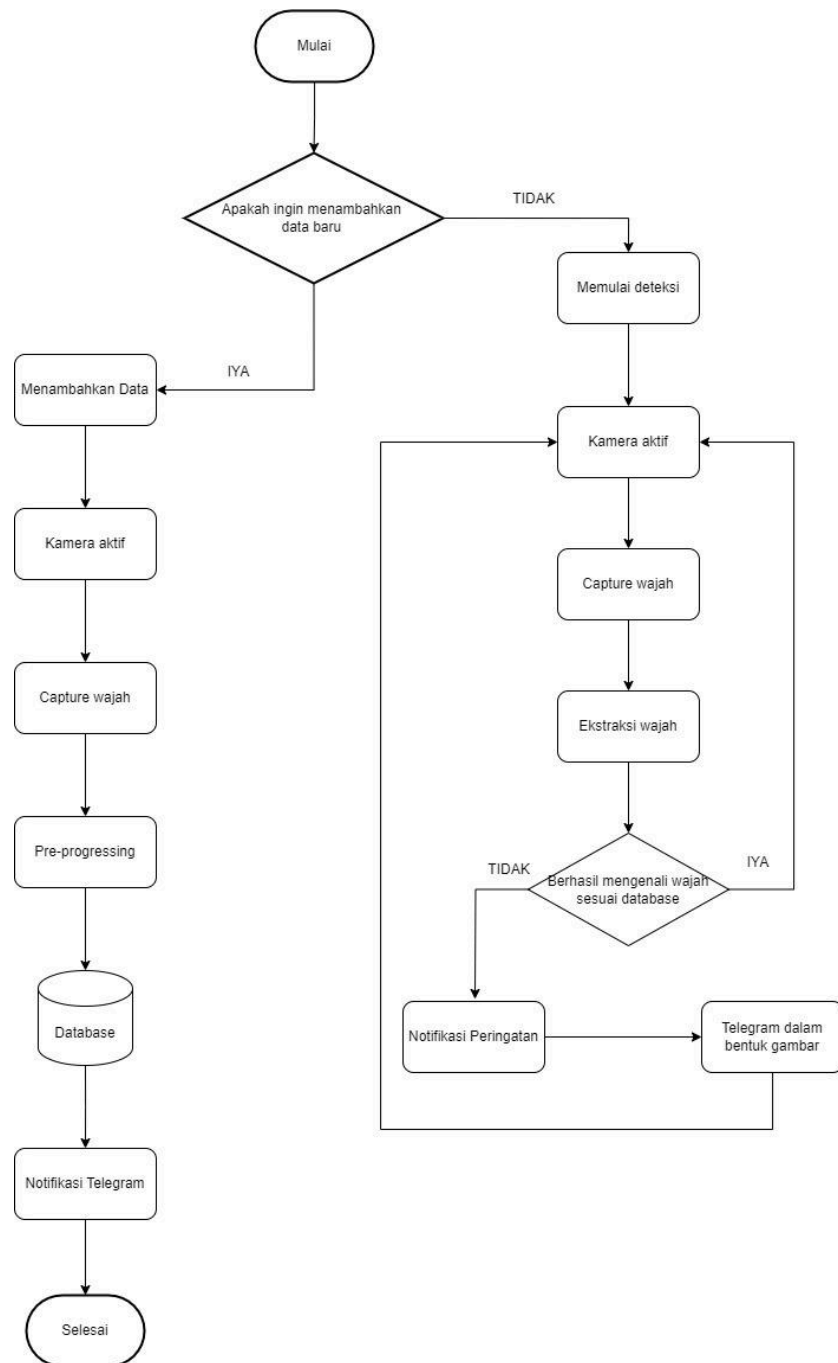
Kamera *Arducam IMX477* berfungsi sebagai perangkat input visual yang menangkap gambar dan video dari lingkungan parkir. Kamera ini dilengkapi dengan sensor *Sony IMX477* yang memiliki resolusi tinggi (12,3 megapiksel), memungkinkan pengambilan gambar dengan detail yang sangat baik, yang sangat penting untuk proses deteksi dan pengenalan wajah. Kamera ini kompatibel dengan *Raspberry Pi* melalui antarmuka CSI (*Camera Serial Interface*), yang memastikan transfer data gambar dengan cepat dan efisien. Gambar dan video yang diambil oleh kamera ini akan diproses oleh *Raspberry Pi* untuk dilakukan deteksi dan pengenalan wajah.

Raspberry Pi 4B berfungsi sebagai unit pemrosesan utama dalam sistem ini. Perangkat ini menjalankan algoritma deteksi dan pengenalan wajah. *Raspberry Pi 4B* dilengkapi dengan prosesor quad-core *ARM Cortex-A72*, *RAM* hingga 4GB, dan konektivitas yang lengkap (*WiFi*, *Bluetooth*, *Ethernet*). Kemampuan pemrosesan yang kuat ini memungkinkan *Raspberry Pi 4B* untuk menjalankan aplikasi berbasis deep learning secara efektif. *Raspberry Pi 4B* menjalankan perangkat lunak berbasis *OpenCV* dan algoritma deep learning untuk mendeteksi dan mengenali wajah dari gambar yang ditangkap oleh kamera. Selain itu, *Raspberry Pi 4B* juga mengelola penyimpanan data serta berfungsi sebagai server yang mengirimkan notifikasi ke aplikasi *Telegram*.

Telegram berfungsi sebagai antarmuka komunikasi antara sistem keamanan dan pengguna (pemilik kos-kosan atau petugas keamanan). Aplikasi *Telegram* mendukung fitur *bot* yang memungkinkan sistem untuk mengirimkan pesan otomatis ke pengguna. Notifikasi ini berupa gambar wajah yang terdeteksi, informasi waktu, serta status keamanan terkini. Ketika sistem mendeteksi wajah yang tidak dikenal, *Raspberry Pi 4B* akan mengirimkan data tersebut melalui *bot Telegram*. Pengguna akan menerima notifikasi real-time, sehingga dapat segera mengambil tindakan jika diperlukan.

4.1.2 Software atau interface

Pada perangkat lunak yang kami kembangkan, kami melakukan perubahan signifikan dari rencana awal. Awalnya, kami merencanakan penggunaan metode *YOLO* untuk deteksi wajah. Namun, metode *YOLO* hanya mampu melakukan deteksi wajah (*face detection*) dan tidak mendukung pengenalan wajah (*face recognition*), yang merupakan kebutuhan utama perangkat lunak kami. Oleh karena itu, kami memutuskan untuk beralih menggunakan metode deep learning untuk pengenalan wajah. Metode ini lebih sesuai dengan spesifikasi teknis dan kebutuhan fungsional dari perangkat yang kami gunakan. Berikut adalah diagram sistem kerja yang telah diperbarui setelah perubahan metode tersebut:



Gambar 4.4 Diagram sistem kerja setelah perubahan

Program deteksi dan pengenalan wajah ini mengintegrasikan berbagai komponen perangkat lunak untuk mencapai fungsionalitas yang canggih dan interaktif. Program ini menggunakan perpustakaan *Python* seperti *threading*, *numpy*, dan *face_recognition* untuk melakukan deteksi dan pengenalan wajah secara efisien. Threading memungkinkan tugas-tugas berjalan secara paralel, sehingga memastikan proses utama tidak terganggu. Pustaka

face_recognition, yang berbasis deep learning, digunakan untuk menemukan lokasi wajah dan melakukan identifikasi. *OpenCV*, melalui modul *cv2*, digunakan untuk pemrosesan gambar seperti konversi warna dan peningkatan kontras. Untuk berkomunikasi dengan pengguna, program ini menggunakan *telepot* dan *Telegram Bot API* untuk mengirim notifikasi dan gambar hasil deteksi. *Picamera2* mengakses kamera pada *Raspberry Pi* untuk menangkap gambar dan video. Pustaka *tenacity* memastikan pengiriman pesan *Telegram* tetap andal dengan mekanisme *retry* otomatis saat terjadi kesalahan. Kombinasi komponen perangkat lunak ini menghasilkan sistem yang tangguh dan *user-friendly*, memungkinkan deteksi dan pengenalan wajah yang akurat serta komunikasi yang efisien dengan pengguna melalui berbagai antarmuka.

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Pengujian ini akan dilaksanakan secara eksperimen yang terbagi menjadi dua jenis yaitu pengujian sistem dan pengujian secara teoritis. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang dan untuk mengidentifikasi potensi kesalahan atau penyimpangan dalam pengukuran. Terdapat lima pengujian yaitu :

4.2.1 Pengujian Ketepatan Akurasi

Pada dasarnya, indikator pengujian perlu diperhatikan pada saat tahap pengujian. Metode confusion matrix akan digunakan pada tahap pengujian. Metode ini adalah sebuah tabel yang sering digunakan untuk mengukur kinerja model klasifikasi dalam machine learning. Tabel ini memberikan gambaran lebih detail tentang jumlah data yang diklasifikasikan dengan benar atau salah. Metode confusion matrix menampilkan dan membandingkan nilai aktual atau nilai sebenarnya dengan nilai hasil prediksi model, yang kemudian dapat digunakan untuk menghasilkan matrik evaluasi. Gambar 4.10 menunjukkan tabel dari confusion matrix.

		Nilai Aktual	
		Positive	Negative
Nilai Prediksi	Positive	TP	FP
	Negative	FN	TN

Gambar 4.5 Tabel Confusion Matrix

Keterangan Gambar 4.5:

True Positive (TP): Jumlah data yang sebenarnya positif dan diprediksi dengan benar sebagai positif.

False Positive (FP): Jumlah data yang sebenarnya negatif tetapi diprediksi sebagai positif.

False Negative (FN): Jumlah data yang sebenarnya positif tetapi diprediksi sebagai negatif.

True Negative (TN): Jumlah data yang sebenarnya negatif dan diprediksi dengan benar sebagai negatif.

Pada metode confusion matrix, terdapat persamaan untuk menghitung variabel-variabel yang diperlukan pada tahap pengujian. Berikut adalah contoh persamaan yang akan digunakan dalam tahap pengujian.

$$Recall = \frac{TP}{(TP + FN)} \quad (4.1)$$

Keterangan Persamaan 4.1:

True Positive (TP) : Jumlah data yang sebenarnya positif dan diprediksi dengan benar sebagai positif.

False Negative (FN) : Jumlah data yang sebenarnya positif tetapi diprediksi sebagai negatif.

Persamaan 4.1 digunakan untuk menentukan berapa banyak data yang diperkirakan benar dari semua kelas yang positif. Persamaan ini berguna untuk memprediksi ketepatan deteksi data, dan hasil persamaan ini dianggap baik jika nilainya semakin tinggi.

$$Presisi = \frac{TP}{(TP + FP)} \quad (4.2)$$

Keterangan Persamaan 4.1:

True Positive (TP) : Jumlah data yang sebenarnya positif dan diprediksi dengan benar sebagai positif.

False Positive (FP) : Jumlah data yang sebenarnya negatif tetapi diprediksi sebagai positif.

Persamaan 4.2 digunakan untuk menentukan berapa banyak data yang benar-benar positif dari semua kelas yang telah diperkirakan sebagai positif. Persamaan ini berguna untuk mengukur tingkat presisi hasil deteksi, dan hasil persamaan ini dianggap baik jika nilai presisinya semakin tinggi.

$$Akurasi = \frac{(TP + TN)}{(TP + FP + FN + TN)} \quad (4.3)$$

Keterangan Persamaan 4.3 :

True Positive (TP): Jumlah data yang sebenarnya positif dan diprediksi dengan benar sebagai positif.

False Positive (FP): Jumlah data yang sebenarnya negatif tetapi diprediksi sebagai positif.

False Negative (FN): Jumlah data yang sebenarnya positif tetapi diprediksi sebagai negatif.

True Negative (TN): Jumlah data yang sebenarnya negatif dan diprediksi dengan benar sebagai negatif.

Persamaan 4.3 digunakan untuk menentukan berapa banyak data yang sudah diprediksi dengan benar dari semua kelas (positif dan negatif). Persamaan ini berguna untuk mengukur tingkat akurasi hasil deteksi, dan hasil persamaan ini dianggap baik jika nilai presisinya semakin tinggi.

Parameter yang diukur:

- Keakuratan deteksi: Tingkat keberhasilan dalam membedakan antara penghuni terdaftar dan yang belum terdaftar dalam database.
- Faktor pengaruh: Kondisi pencahayaan, jarak, waktu dan subjek.



Gambar 4.6 Pengujian Deteksi orang asing malam hari



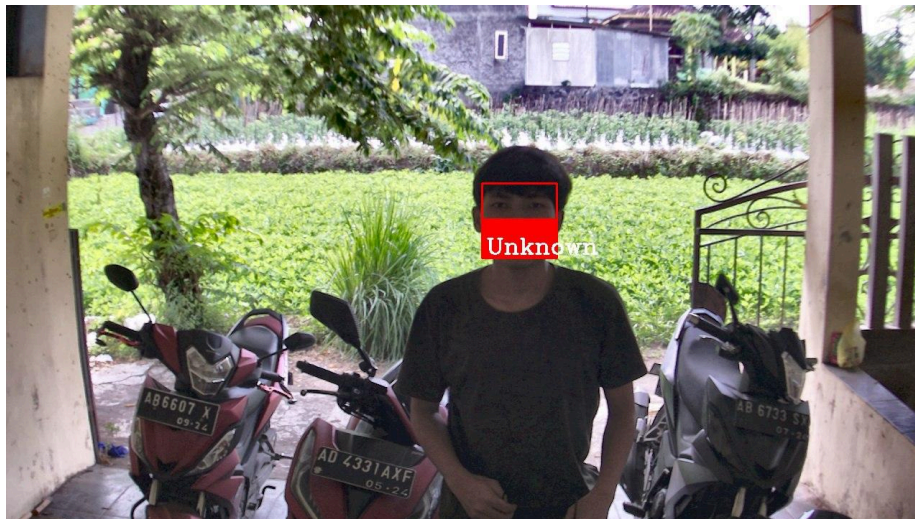
Gambar 4.7 Pengujian Deteksi orang asing malam hari

Pada gambar 4.6 dan 4.7 diatas adalah hasil pengujian deteksi orang asing pada saat malam hari dengan menggunakan lampu sorot dan tanpa menggunakan lampu sorot yang dimana pada saat pengujian ini dilakukan pada jam 8 malam, pengujian deteksi orang asing pada saat malam hari dengan menggunakan lampu sorot dan tanpa menggunakan lampu sorot, dapat mendeteksi sejauh 4 meter dari posisi tempat kamera.



Gambar 4.8 Pengujian Deteksi orang asing pada pagi hari

Pada gambar 4.8 diatas adalah hasil pengujian deteksi orang asing pada saat pagi hari tanpa menggunakan lampu sorot yang dimana pada saat pengujian ini dilakukan pada jam 9 pagi, pengujian deteksi orang asing pada saat pagi hari tanpa menggunakan lampu sorot dapat mendeteksi sejauh 3 meter dari posisi tempat kamera.



Gambar 4.9 Pengujian Deteksi orang asing pada siang hari

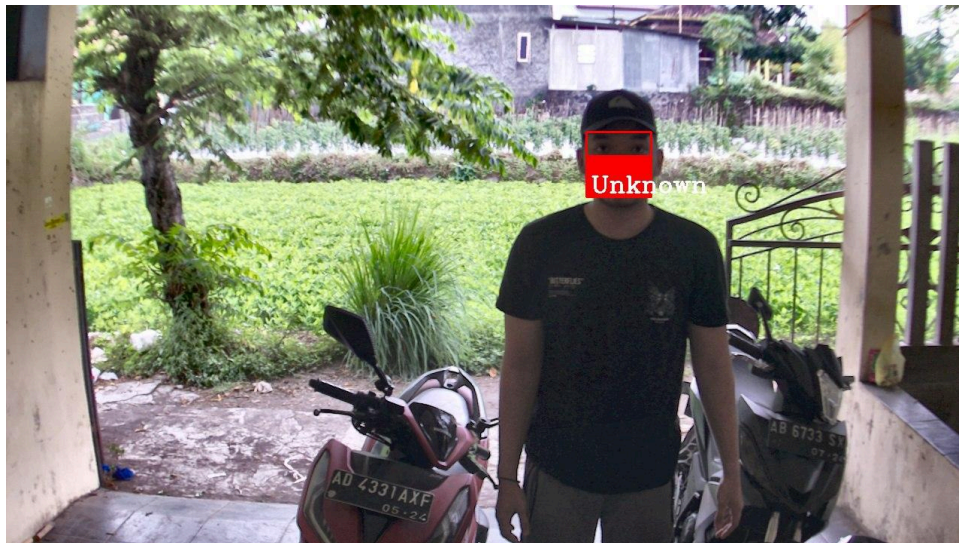
Pada gambar 4.9 diatas adalah hasil pengujian deteksi orang asing pada saat siang hari tanpa menggunakan lampu sorot yang dimana pada saat pengujian ini dilakukan pada jam 12

siang, pengujian deteksi orang asing pada saat siang hari tanpa menggunakan lampu sorot dapat mendeteksi sejauh 3 meter dari posisi tempat kamera.



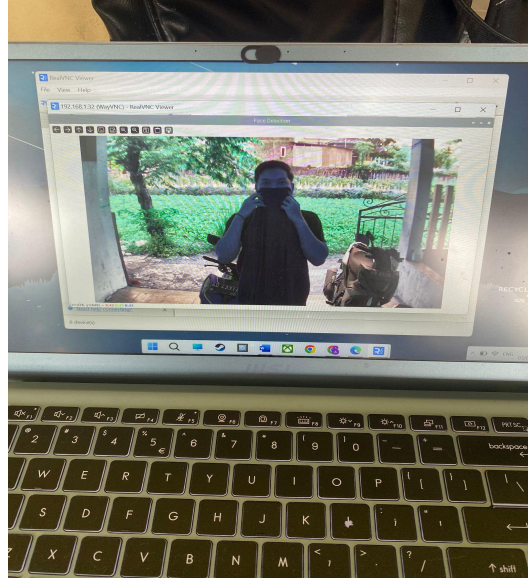
Gambar 4.10 Pengujian Deteksi orang asing dengan menggunakan kacamata

Pada gambar 4.10 diatas adalah hasil pengujian deteksi orang asing dengan menggunakan kacamata dan tanpa menggunakan lampu sorot yang dimana pada saat pengujian ini dilakukan pada jam 10 pagi.



Gambar 4.11 Pengujian Deteksi orang asing dengan menggunakan topi

Pada gambar 4.11 diatas adalah hasil pengujian deteksi orang asing dengan menggunakan topi dan tanpa menggunakan lampu sorot yang dimana pada saat pengujian ini dilakukan pada jam 10 pagi.



Gambar 4.12 Pengujian Deteksi orang asing dengan masker

Pada gambar 4.12 diatas adalah hasil pengujian deteksi orang asing dengan menggunakan masker dan tanpa menggunakan lampu sorot yang dimana pada saat pengujian ini dilakukan pada jam 10 pagi.

4.2.2 Pengujian Ketahanan Sistem terhadap Perubahan Suhu

Pengujian ketahanan sistem terhadap perubahan suhu merupakan metode kritis dalam memastikan keandalan dan stabilitas suatu sistem dalam berbagai kondisi lingkungan. Proses ini melibatkan pemaparan sistem atau komponen tertentu pada rentang suhu yang luas, baik suhu tinggi maupun rendah, untuk mengidentifikasi batas-batas operasionalnya. Pengujian ini penting untuk mendeteksi potensi kegagalan. Hasil dari pengujian ini memberikan data yang berharga dalam merancang sistem yang tahan lama dan dapat diandalkan dalam situasi ekstrem, serta membantu dalam menentukan tindakan pencegahan atau perbaikan yang diperlukan untuk mengoptimalkan kinerja sistem di berbagai suhu.

Pengambilan data saat pengujian ketahanan sistem terhadap perubahan suhu dengan sistem yang ditempatkan di luar rumah tanpa pelindung melibatkan beberapa tahap. Pertama, sistem diaktifkan dan dibiarkan beroperasi selama beberapa jam di bawah paparan sinar matahari untuk mensimulasikan kondisi suhu tinggi. Setelah paparan sinar matahari, dilakukan pengecekan untuk memastikan sistem masih berfungsi dengan normal. Selanjutnya, simulasi kondisi hujan dilakukan dengan menggunakan semprotan air untuk mensimulasikan hujan deras dengan

menyemprotkan sebanyak 5 percobaan dengan jarak 50 cm. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis untuk memastikan bahwa sistem mampu bertahan dan berfungsi dengan baik dalam kondisi lingkungan ekstrem tersebut.

Parameter yang diukur:

- Suhu perangkat: Suhu internal dan eksternal perangkat selama pengujian.
- Kinerja sistem: Fungsi operasional perangkat selama dan setelah paparan suhu ekstrem.
- Ketahanan terhadap air: Fungsi operasional setelah simulasi hujan.



Gambar 4.13 Pengujian Ketahanan Sistem terhadap Perubahan Suhu

Pada gambar 4.13 diatas adalah hasil Pengujian Ketahanan Sistem terhadap Perubahan Suhu yang dimana pengujian diatas merupakan simulasi berupa air hujan dengan semprotan air.

4.2.3 Pengujian Notifikasi Real-Time

Metodologi pengukuran notifikasi secara real-time pada aplikasi Telegram dilakukan melalui beberapa langkah terstruktur. Pertama, lingkungan uji disiapkan dengan menginstal sistem deteksi dan pengenalan wajah pada *Raspberry Pi 4B*, menggunakan kamera *Arducam IMX477* untuk menangkap gambar wajah. Pustaka *face_recognition* digunakan untuk mendeteksi dan mengenali wajah, sementara bot Telegram diatur untuk mengirim notifikasi ketika terdeteksi wajah yang tidak dikenal. Prosedur pengujian melibatkan menempatkan wajah yang tidak terdaftar dalam database di depan kamera, mencatat waktu mulai (T_0) saat wajah terdeteksi, dan mencatat waktu akhir (T_1) saat notifikasi diterima di aplikasi Telegram pengguna. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali untuk mendapatkan data yang konsisten dan akurat. Waktu pengiriman notifikasi, keandalan sistem, dan responsivitas pengguna dianalisis berdasarkan hasil pengukuran tersebut. Berikut adalah persamaan untuk menghitung rata-rata waktu pengiriman notifikasi :

$$\text{Rata - rata Waktu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \quad (4.4)$$

Keterangan persamaan 4.4:

t_i adalah waktu pengiriman notifikasi untuk percobaan ke-iii

n adalah jumlah total percobaan

Langkah-langkah:

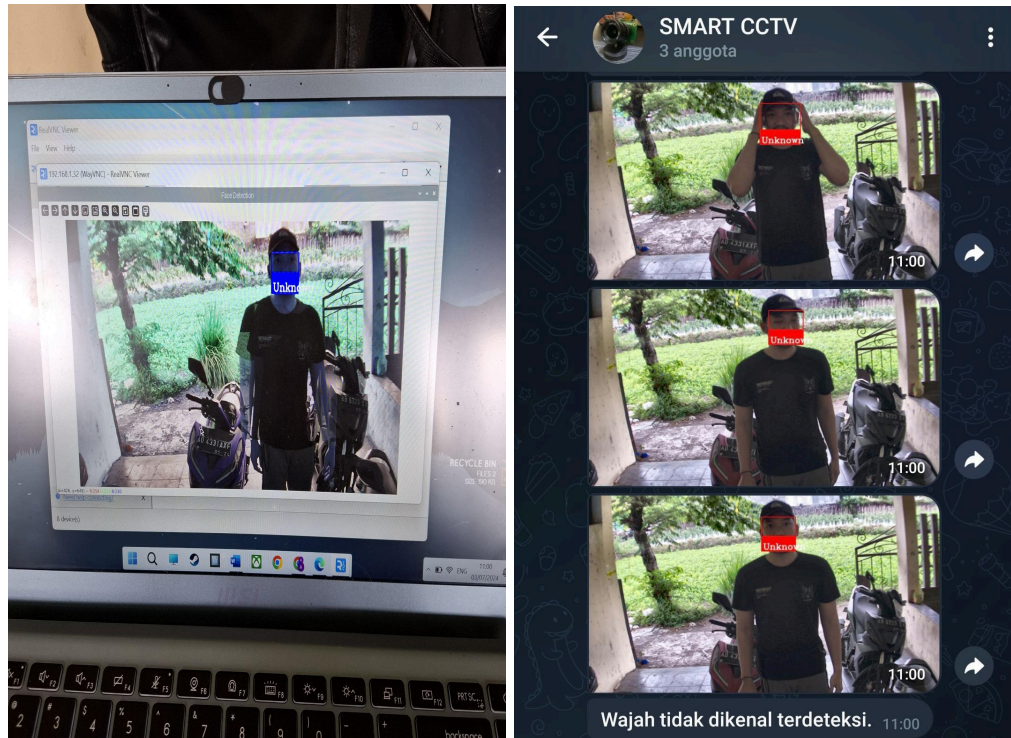
1. Catat waktu pengiriman notifikasi untuk setiap percobaan.
2. Jumlahkan semua waktu pengiriman notifikasi tersebut.
3. Bagi total waktu pengiriman dengan jumlah percobaan untuk mendapatkan rata-rata waktu pengiriman.

Alat dan Bahan:

1. Sistem deteksi wajah (menggunakan OpenCV)
2. Bot Telegram yang telah dikonfigurasi
3. Jaringan internet yang stabil
4. Jam atau alat pengukur waktu yang akurat (software atau stopwatch digital)

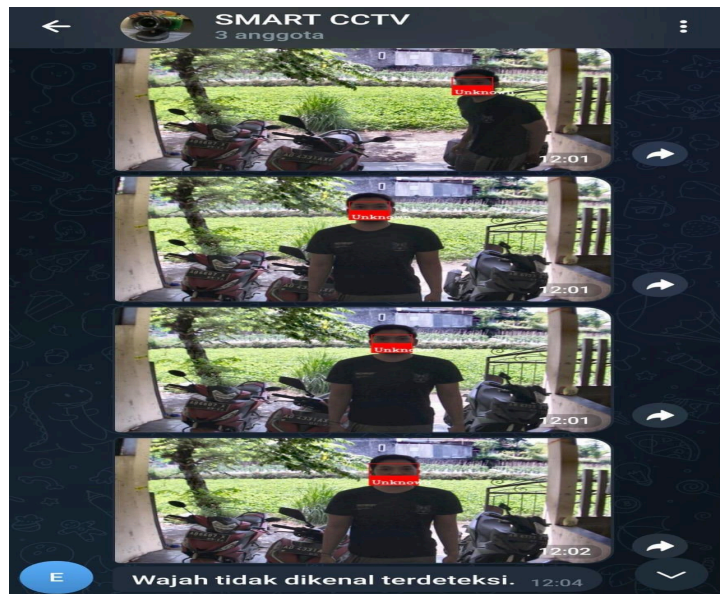
Parameter yang diukur:

- Kecepatan deteksi dan pengiriman notifikasi: Waktu yang diperlukan mulai dari deteksi hingga notifikasi.
- Keakuratan deteksi: Tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi penghuni kos yang terdaftar dan tidak terdaftar.



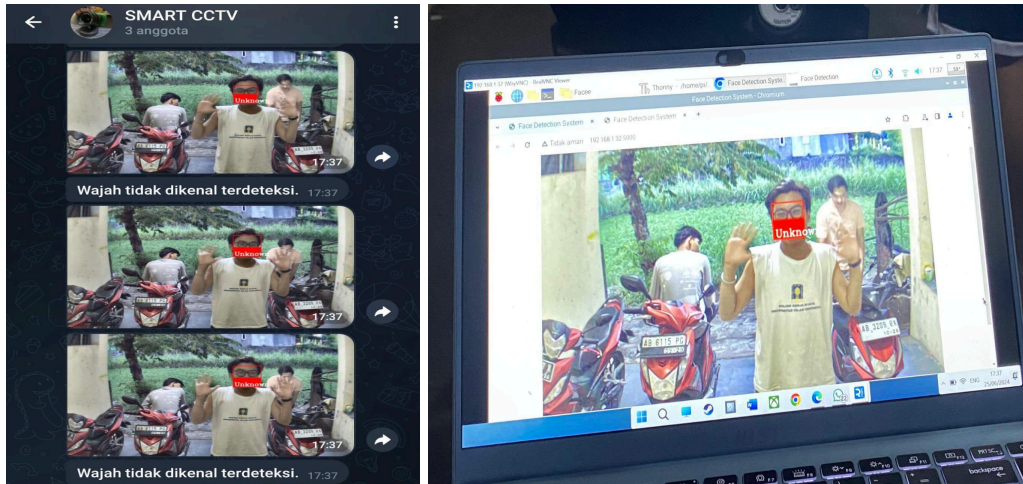
Gambar 4.14 Pengujian Notifikasi Real-Time

Pada gambar 4.14 diatas adalah hasil Pengujian Notifikasi Real-Time pada penghuni kos-kosan yang tidak terdaftar pada database pada saat pagi hari tanpa menggunakan lampu sorot.



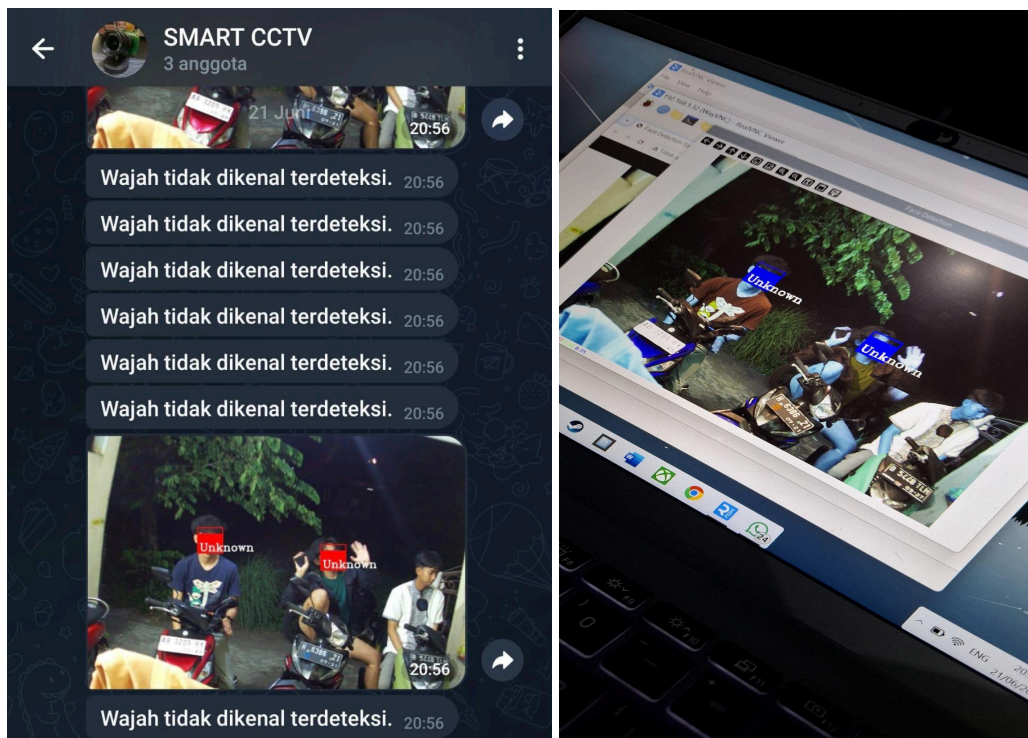
Gambar 4.15 Pengujian Notifikasi Real-Time

Pada gambar 4.15 diatas adalah hasil Pengujian Notifikasi Real-Time pada penghuni kos-kosan yang tidak terdaftar pada database pada saat siang hari tanpa menggunakan lampu sorot.



Gambar 4.16 Pengujian Notifikasi Real-Time

Pada gambar 4.16 diatas adalah hasil Pengujian Notifikasi Real-Time pada penghuni kos-kosan yang tidak terdaftar pada database pada saat sore hari tanpa menggunakan lampu sorot



Gambar 4.17 Pengujian Notifikasi Real-Time

Pada gambar 4.17 diatas adalah hasil Pengujian Notifikasi Real-Time pada penghuni kos-kosan yang tidak terdaftar pada database pada saat malam hari dengan menggunakan lampu sorot

4.2.4 Pengujian Kestabilan Operasional Sistem selama 24 Jam

Pengujian kestabilan operasional sistem selama 24 jam adalah proses evaluasi yang bertujuan untuk menilai kemampuan suatu sistem untuk beroperasi secara konsisten dan andal dalam jangka waktu yang panjang tanpa mengalami kegagalan atau penurunan kinerja. Dalam pengujian ini, sistem dijalankan secara 2 jam sekali di bawah kondisi beban kerja yang realistis atau bahkan ekstrem untuk mengidentifikasi potensi masalah seperti overheating, kebocoran memori, atau kerusakan komponen. Hasil pengujian ini sangat penting untuk memastikan bahwa sistem mampu memenuhi standar keandalan dan kinerja yang diperlukan untuk operasi non-stop, serta membantu dalam mengidentifikasi area yang memerlukan peningkatan untuk mendukung operasi jangka panjang yang stabil.

Prosedur pengambilan data saat pengujian kestabilan operasional sistem selama 24 jam melibatkan beberapa langkah penting. Selama periode ini, suhu perangkat, penggunaan daya, dan kinerja dipantau secara terus-menerus untuk memastikan data yang akurat dan real-time. Setiap peristiwa atau perubahan kinerja yang terjadi selama pengujian dipantau secara detail. Selain itu, pengujian ini juga bertujuan untuk mengamati apakah ada penurunan kinerja seiring waktu dan mengidentifikasi penyebabnya. Perhatian khusus diberikan pada potensi kegagalan fungsi, peningkatan suhu yang signifikan, atau penurunan kualitas gambar yang mungkin terjadi selama periode pengujian. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk menilai kestabilan dan kehandalan sistem dalam kondisi operasional yang berkelanjutan.

Parameter yang diukur:

- Suhu perangkat: Pemantauan suhu internal perangkat.
- Kinerja sistem: Stabilitas operasional dan kualitas fungsi perangkat.



Gambar 4.18 Pengujian Kestabilan Operasional Sistem selama 24 Jam

BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1. Analisis Hasil

Dalam era digital ini, keamanan dan kenyamanan penghuni kos-kosan menjadi prioritas utama bagi pengelola. Dengan semakin banyaknya penghuni yang tinggal di kos-kosan, tantangan dalam menjaga keamanan dan kenyamanan menjadi semakin kompleks. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang inovatif dan efektif untuk mengatasi masalah ini. Salah satu solusi yang diimplementasikan adalah sistem monitoring cerdas berbasis pengenalan wajah yang memanfaatkan teknologi terkini untuk memberikan pemantauan yang lebih baik dan responsif terhadap aktivitas di sekitar area parkir kos-kosan. Dengan kemampuan untuk mendeteksi dan mengenali wajah secara *real-time*, sistem ini dapat membantu mengidentifikasi penghuni dan pengunjung dengan lebih akurat.

Sistem ini dirancang untuk memberikan deteksi dan pengenalan wajah secara efisien dan akurat dengan menggunakan platform *Raspberry Pi* dan teknologi deep learning. *Raspberry Pi* dipilih karena keandalannya, biaya yang relatif rendah, dan kemampuannya untuk mendukung berbagai aplikasi berbasis IoT (*Internet of Things*). Teknologi deep learning, yang menjadi inti dari sistem ini, memungkinkan pengenalan wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sistem dapat mengenali wajah dengan cepat dan tepat. Proses pengenalan dimulai dari saat seseorang memasuki area parkir, di mana kamera *Arducam imx477* yang dilengkapi dengan *Library Picamera2* menangkap gambar wajah. Gambar tersebut kemudian diproses menggunakan *OpenCV* untuk mendeteksi lokasi wajah dan mengkonversinya menjadi representasi digital yang unik. Dengan kombinasi teknologi ini, sistem monitoring cerdas ini tidak hanya meningkatkan keamanan tetapi juga memberikan kenyamanan bagi penghuni kos-kosan.

5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

Pengujian dilakukan dengan menggunakan berbagai indikator yang telah ditentukan sebelumnya. Indikator-indikator ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah alat yang telah dirancang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dalam proses perancangan. Hasil pengujian dari setiap indikator diperoleh berdasarkan langkah-langkah pengujian yang dijelaskan pada Sub-Bab 4.2 sebelumnya.

5.1.1.1 Hasil pengujian Ketepatan Akurasi (Pencahayaan - Jarak - Waktu - Subjek)

Ketepatan akurasi deteksi orang yang terdaftar dan tidak terdaftar dalam database diukur saat seseorang terdeteksi melewati zona atau wilayah yang telah ditetapkan, dan deteksi orang yang tidak terdaftar dalam database tersebut dikirimkan ke Telegram. Tingkat ketepatan diukur berdasarkan pencahayaan, jarak, waktu, dan subjek. Pengukuran dilakukan dari jarak 50 cm, 100 cm, 200 cm, 300 cm, dan 400 cm, diuji pada pagi, siang, dan malam hari dengan lampu sorot serta tanpa lampu sorot. Selanjutnya, tingkat akurasi dan presisi deteksi dihitung menggunakan confusion matrix.

- Sesi Pagi

Tabel 5.1. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 50 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (50 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.2. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 100 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (100 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.3 .Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 200 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (200 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.4 .Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 300 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (300 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.5 .Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 400 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (400 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Tidak terdeteksi
2	Subjek 2	Dikenal	Tidak terdeteksi
3	Subjek 3	Dikenal	Tidak terdeteksi
4	Subjek 4	Dikenal	Tidak terdeteksi
5	Subjek 5	Dikenal	Tidak terdeteksi

Pada Tabel 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, dan 5.5, diperoleh data yang menunjukkan hasil output dari deteksi pengenalan wajah orang yang terdaftar dalam database yang terdeteksi oleh kamera pada

pagi hari. Selanjutnya, data tersebut diolah menggunakan metode confusion matrix untuk menghitung tingkat akurasi dan presisi dari sistem deteksi pengenalan wajah. Gambar 5.1 merupakan tabel hasil confusion matrix yang sudah mencantumkan hasil klasifikasi benar, salah, dan tidak terdeteksi.

		Aktual		
		Terdaftar dalam database	Tidak terdaftar dalam database	Tidak terdeteksi
Terbaca	Terdaftar dalam database	20	0	0
	Tidak terdaftar dalam database	0	0	0
	Tidak terdeteksi	5	0	0

Gambar 5. 1 Tabel total hasil confusion matrix **Ketepatan Akurasi** pada pagi hari dengan berbagai jarak dari posisi kamera yakni 50 cm, 100cm, 200cm, 300cm dan 400cm.

Pada Gambar 5.1, terlihat bahwa jika data terdaftar dalam database aktual dan data terdaftar dalam database yang terbaca sama-sama benar, maka akan masuk pada kolom "Terdaftar dalam database" dan baris "Terdaftar dalam database" (TP). TP (*True Positive*): Data input terdaftar dalam database dan algoritma kita mengatakan data tersebut terdaftar dalam database. Sedangkan, jika data terdaftar dalam database menunjukkan hasil yang salah, maka akan masuk pada kolom "Terdaftar dalam database" dan baris "Tidak terdeteksi" (FN). FN (*False Negative*): Data input terdaftar dalam database dan algoritma kita mengatakan data tersebut tidak terdeteksi. Kondisi pada kolom "Tidak terdaftar dalam database" dan baris "Terdaftar dalam database" terjadi jika data tidak terdaftar dalam database aktual, namun terdeteksi sebagai terdaftar dalam database (FP). FP (*False Positive*): Data input tidak terdaftar dalam database dan algoritma kita mengatakan data tersebut terdaftar dalam database. Kemudian, pada kolom "Tidak terdeteksi" dan baris "Tidak terdeteksi", terjadi jika data tidak terdeteksi baik secara aktual

maupun terbaca (TN). TN (*True Negative*): Data input tidak terdaftar dalam database atau tidak terdeteksi dan algoritma kita mengatakan data tersebut tidak terdeteksi. Dengan adanya confusion matrix, dapat dilakukan perhitungan tingkat akurasi, presisi, dan recall.

Pada kondisi pagi hari, hasil pengukuran menunjukkan bahwa tingkat akurasi mencapai 80%, seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.1. Angka ini menunjukkan bahwa 80% dari seluruh prediksi yang dilakukan oleh sistem adalah benar. Selain itu, tingkat presisi yang tercatat pada Gambar 5.1 adalah 100%, yang berarti semua objek yang terdeteksi sebagai positif oleh sistem benar-benar merupakan positif. Dengan kata lain, tidak ada prediksi positif yang salah (false positive).

Tingkat recall pada kondisi pagi hari juga mencapai 80%, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.1. Ini menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi 80% dari seluruh objek positif yang sebenarnya ada. Dengan demikian, 20% dari objek positif yang sebenarnya ada tidak terdeteksi oleh sistem (false negative).

Secara keseluruhan, pada kondisi pagi hari, Gambar 5.1 menunjukkan tingkat akurasi sebesar 80%, tingkat presisi sebesar 100%, dan tingkat recall sebesar 80%.

- Sesi siang

Tabel 5.6. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 50 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (50 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.7. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 100 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (100 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar

2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.8 .Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 200 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (200 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.9 .Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 300 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (300 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.10 .Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 400 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (400 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Tidak terdeteksi
2	Subjek 2	Dikenal	Tidak terdeteksi

3	Subjek 3	Dikenal	Tidak terdeteksi
4	Subjek 4	Dikenal	Tidak terdeteksi
5	Subjek 5	Dikenal	Tidak terdeteksi

Pada Tabel 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10 didapat data yang menunjukkan hasil output dari deteksi pengenalan wajah orang yang terdaftar dalam database yang terdeteksi kamera pada siang hari. Selanjutnya, data tersebut diolah menggunakan metode confusion matrix, untuk menghitung tingkat akurasi dan presisi dari sistem deteksi pengenalan wajah. Gambar 5.2 merupakan tabel hasil confusion matrix yang sudah dihitung jumlah ketepatan akurasi benar, salah dan tidak terdeteksi. Hasil klasifikasi benar, salah dan tidak terdeteksi dicantumkan pada tabel confusion matrix.

		Aktual		
		Terdaftar dalam database	Tidak terdaftar dalam database	Tidak terdeteksi
Terbaca	Terdaftar dalam database	20	0	0
	Tidak terdaftar dalam database	0	0	0
	Tidak terdeteksi	5	0	0

Gambar 5. 2 Tabel total hasil confusion matrix **Ketepatan Akurasi** pada siang hari dengan berbagai jarak dari posisi kamera yakni 50 cm, 100cm, 200cm, 300cm dan 400cm.

Pada kondisi siang hari, hasil pengukuran menunjukkan bahwa tingkat akurasi mencapai 80%, seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.2. Angka ini menunjukkan bahwa 80% dari seluruh prediksi yang dilakukan oleh sistem adalah benar. Selain itu, tingkat presisi yang tercatat pada Gambar 5.2 adalah 100%, yang berarti semua objek yang terdeteksi sebagai positif oleh

sistem benar-benar merupakan positif. Dengan kata lain, tidak ada prediksi positif yang salah (false positive).

Tingkat recall pada kondisi siang hari juga mencapai 80%, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.2. Ini menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi 80% dari seluruh objek positif yang sebenarnya ada. Dengan demikian, 20% dari objek positif yang sebenarnya ada tidak terdeteksi oleh sistem (false negative).

Secara keseluruhan, pada kondisi siang hari, Gambar 5.2 menunjukkan tingkat akurasi sebesar 80%, tingkat presisi sebesar 100%, dan tingkat recall sebesar 80%.

- Sesi malam

Tabel 5.11. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 50 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (50 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.12. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 100 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (100 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.13. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 200 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (200 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.14. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 300 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (300 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.15. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 400 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (400 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Tidak terdeteksi
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Tidak tereteksi
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Pada Tabel 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15 didapat data yang menunjukkan hasil output dari deteksi pengenalan wajah orang yang terdaftar dalam database yang terdeteksi kamera pada

malam hari. Selanjutnya, data tersebut diolah menggunakan metode confusion matrix, untuk menghitung tingkat akurasi dan presisi dari sistem pengenalan wajah. Gambar 5.3 merupakan tabel hasil confusion matrix yang sudah dihitung jumlah ketepatan akurasi benar, salah dan tidak terdeteksi. Hasil klasifikasi benar, salah dan tidak terdeteksi dicantumkan pada tabel confusion matrix.

		Aktual		
		Terdaftar dalam database	Tidak terdaftar dalam database	Tidak terdeteksi
Terbaca	Terdaftar dalam database	23	0	0
	Tidak terdaftar dalam database	0	0	0
	Tidak terdeteksi	2	0	0

Gambar 5. 3 Tabel total hasil confusion matrix **Ketepatan Akurasi** pada malam hari dengan berbagai jarak dari posisi kamera yakni 50 cm, 100 cm, 200 cm, 300 cm dan 400 cm.

Pada kondisi malam hari, hasil pengukuran menunjukkan bahwa tingkat akurasi mencapai 92%, seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.2. Angka ini menunjukkan bahwa 92% dari seluruh prediksi yang dilakukan oleh sistem adalah benar. Selain itu, tingkat presisi yang tercatat pada Gambar 5.2 adalah 100%, yang berarti semua objek yang terdeteksi sebagai positif oleh sistem benar-benar merupakan positif. Dengan kata lain, tidak ada prediksi positif yang salah (false positive).

Tingkat recall pada kondisi malam hari juga mencapai 92%, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.2. Ini menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi 92% dari seluruh objek positif yang sebenarnya ada. Dengan demikian, 8% dari objek positif yang sebenarnya ada tidak terdeteksi oleh sistem (false negative).

Secara keseluruhan, pada kondisi malam hari, hasil yang ditampilkan pada Gambar 5.2 menunjukkan tingkat akurasi sebesar 92%, tingkat presisi sebesar 100%, dan tingkat recall sebesar 92%.

- Sesi malam (dengan lampu sorot)

Tabel 5.16. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 50 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (50 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.17. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 100 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (100 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.18. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 200 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (200 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar

3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.19. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 300 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (300 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Tabel 5.20. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang terdaftar dalam database dengan jarak 400 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (400 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Dikenal	Tidak terdeteksi
2	Subjek 2	Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Dikenal	Tidak terdeteksi
4	Subjek 4	Dikenal	Tidak terdeteksi
5	Subjek 5	Dikenal	Benar

Pada Tabel 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20 didapat data yang menunjukkan hasil output dari deteksi orang yang tidak terdaftar dalam database yang terdeteksi kamera pada malam hari (dengan lampu sorot). Selanjutnya, data tersebut diolah menggunakan metode confusion matrix, untuk menghitung tingkat akurasi dan presisi dari sistem deteksi orang yang tidak terdaftar dalam database. Gambar 5.4 merupakan tabel hasil confusion matrix yang sudah dihitung jumlah deteksi orang yang tidak terdaftar dalam database benar dan salah. Hasil klasifikasi benar dan salah dicantumkan pada tabel confusion matrix.

		Aktual		
		Terdaftar dalam database	Tidak terdaftar dalam database	Tidak terdeteksi
Terbaca	Terdaftar dalam database	22	0	0
	Tidak terdaftar dalam database	0	0	0
	Tidak terdeteksi	3	0	0

Gambar 5. 4 Tabel total hasil confusion matrix **Ketepatan Akurasi** pada malam hari dengan menambahkan lampu sorot dan berbagai jarak dari posisi kamera yakni 50 cm, 100 cm, 200 cm, 300 cm dan 400 cm.

Pada kondisi malam hari dengan menggunakan lampu sorot, hasil pengukuran menunjukkan bahwa tingkat akurasi mencapai 88%, seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.4. Angka ini menunjukkan bahwa 88% dari seluruh prediksi yang dilakukan oleh sistem adalah benar. Selain itu, tingkat presisi yang tercatat pada Gambar 5.4 adalah 100%, yang berarti semua objek yang terdeteksi sebagai positif oleh sistem benar-benar merupakan positif. Dengan kata lain, tidak ada prediksi positif yang salah (false positive).

Tingkat recall pada kondisi malam hari dengan menggunakan lampu sorot juga mencapai 88%, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.4. Ini menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi 88% dari seluruh objek positif yang sebenarnya ada. Dengan demikian, 12% dari objek positif yang sebenarnya ada tidak terdeteksi oleh sistem (false negative).

Secara keseluruhan, pada kondisi malam hari dengan menggunakan lampu sorot, hasil yang ditampilkan pada Gambar 5.4 menunjukkan tingkat akurasi sebesar 88%, tingkat presisi sebesar 100%, dan tingkat recall sebesar 88%.

- Sesi Pagi

Tabel 5.21. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 50 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (50 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.22. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 100 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (100 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.23. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 200 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (200 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.24. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 300 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (300 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.25. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 400 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (400 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Terdeteksi
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi

Pada Tabel 5.21, 5.22, 5.23, 5.24, 5.25 didapat data yang menunjukkan hasil output dari deteksi pengenalan wajah orang yang **tidak** terdaftar dalam database yang terdeteksi kamera pada pagi hari. Selanjutnya, data tersebut diolah menggunakan metode confusion matrix, untuk menghitung tingkat akurasi dan presisi dari sistem pengenalan wajah. Gambar 5.5 merupakan tabel hasil confusion matrix yang sudah dihitung jumlah ketepatan akurasi benar, salah dan tidak terdeteksi. Hasil klasifikasi benar, salah dan tidak terdeteksi dicantumkan pada tabel confusion matrix.

		Aktual		
		Terdaftar dalam database	Tidak terdaftar dalam database	Tidak terdeteksi
Terbaca	Terdaftar dalam database	0	0	0
	Tidak terdaftar dalam database	0	21	4

Gambar 5. 5 Tabel total hasil confusion matrix **ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database pada pagi hari dengan berbagai jarak dari posisi kamera yakni 50 cm, 100 cm, 200 cm, 300 cm dan 400 cm.

Pada kondisi pagi hari, hasil pengukuran **ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database menunjukkan bahwa tingkat akurasi mencapai 84%, seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.5. Angka ini menunjukkan bahwa 84% dari seluruh prediksi yang dilakukan oleh sistem adalah benar. Selain itu, tingkat presisi yang tercatat pada Gambar 5.5 adalah 100%, yang berarti semua objek yang terdeteksi sebagai tidak terdaftar oleh sistem benar-benar tidak terdaftar dalam database. Dengan kata lain, tidak ada prediksi positif yang salah (false positive).

Namun, recall tidak diukur dalam konteks ini karena pengukuran yang dilakukan hanya berfokus pada ketepatan sistem dalam mengidentifikasi orang yang tidak terdaftar dalam database. Recall biasanya digunakan untuk mengukur kemampuan sistem dalam mendeteksi seluruh kasus positif yang sebenarnya ada, tetapi dalam pengukuran ini, recall tidak relevan karena tidak ada pengukuran terhadap kasus positif (true positive).

Secara keseluruhan, pada kondisi pagi hari, Gambar 5.5 menunjukkan tingkat akurasi sebesar 84% dan tingkat presisi sebesar 100%.

- Sesi Siang

Tabel 5.26. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 50 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (50 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.27. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 100 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (100 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.28. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 200 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (200 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.29. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 300 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (300 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.30. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 400 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (400 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi

Pada Tabel 5.26, 5.27, 5.28, 5.29, 5.30 didapat data yang menunjukkan hasil output dari deteksi pengenalan wajah orang yang **tidak** terdaftar dalam database yang terdeteksi kamera pada **siang** hari. Selanjutnya, data tersebut diolah menggunakan metode confusion matrix, untuk menghitung tingkat akurasi dan presisi dari sistem pengenalan wajah. Gambar 5.6 merupakan tabel hasil confusion matrix yang sudah dihitung jumlah ketepatan akurasi benar, salah dan tidak terdeteksi. Hasil klasifikasi benar, salah dan tidak terdeteksi dicantumkan pada tabel confusion matrix.

		Aktual		
		Terdaftar dalam database	Tidak terdaftar dalam database	Tidak terdeteksi
Terbaca	Terdaftar dalam database	0	0	0
	Tidak terdaftar dalam database	0	20	5

Gambar 5. 6 Tabel total hasil confusion matrix **ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database pada siang hari dengan berbagai jarak dari posisi kamera yakni 50 cm, 100 cm, 200 cm, 300 cm dan 400 cm.

Pada kondisi **siang** hari, hasil pengukuran **ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database menunjukkan bahwa tingkat akurasi mencapai 80%, seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.6. Angka ini menunjukkan bahwa 80% dari seluruh prediksi yang dilakukan oleh sistem adalah benar. Selain itu, tingkat presisi yang tercatat pada Gambar 5.6 adalah 100%, yang berarti semua objek yang terdeteksi sebagai tidak terdaftar oleh sistem benar-benar tidak terdaftar dalam database. Dengan kata lain, tidak ada prediksi positif yang salah (false positive).

Namun, recall tidak diukur dalam konteks ini karena pengukuran yang dilakukan hanya berfokus pada ketepatan sistem dalam mengidentifikasi orang yang tidak terdaftar dalam database. Recall biasanya digunakan untuk mengukur kemampuan sistem dalam mendeteksi seluruh kasus positif yang sebenarnya ada, tetapi dalam pengukuran ini, recall tidak relevan karena tidak ada pengukuran terhadap kasus positif (true positive).

Secara keseluruhan, pada kondisi siang hari, Gambar 5.6 menunjukkan tingkat akurasi sebesar 80% dan tingkat presisi sebesar 100%.

- Sesi Malam

Tabel 5.31. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 50 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (50 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.32. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 100 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (100 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.33. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 200 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (200 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.34. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 300 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (300 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.35. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 400 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (400 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Pada Tabel 5.31, 5.32, 5.33, 5.34, 5.35 didapat data yang menunjukkan hasil output dari deteksi pengenalan wajah orang yang **tidak** terdaftar dalam database yang terdeteksi kamera pada **malam** hari. Selanjutnya, data tersebut diolah menggunakan metode confusion matrix, untuk menghitung tingkat akurasi dan presisi dari sistem pengenalan wajah. Gambar 5.7 merupakan tabel hasil confusion matrix yang sudah dihitung jumlah ketepatan akurasi benar, salah dan tidak terdeteksi. Hasil klasifikasi benar, salah dan tidak terdeteksi dicantumkan pada tabel confusion matrix.

		Aktual		
		Terdaftar dalam database	Tidak terdaftar dalam database	Tidak terdeteksi
Terbaca	Terdaftar dalam database	0	0	0
	Tidak terdaftar dalam database	0	23	2

Gambar 5. 7 Tabel total hasil confusion matrix **ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database pada malam hari dengan berbagai jarak dari posisi kamera yakni 50 cm, 100 cm, 200 cm, 300 cm dan 400 cm.

Pada kondisi **malam** hari, hasil pengukuran **ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database menunjukkan bahwa tingkat akurasi mencapai 92%, seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.7. Angka ini menunjukkan bahwa 92% dari seluruh prediksi yang dilakukan oleh sistem adalah benar. Selain itu, tingkat presisi yang tercatat pada Gambar 5.7 adalah 100%, yang berarti semua objek yang terdeteksi sebagai tidak terdaftar oleh sistem benar-benar tidak terdaftar dalam database. Dengan kata lain, tidak ada prediksi positif yang salah (false positive).

Namun, recall tidak diukur dalam konteks ini karena pengukuran yang dilakukan hanya berfokus pada ketepatan sistem dalam mengidentifikasi orang yang tidak terdaftar dalam database. Recall biasanya digunakan untuk mengukur kemampuan sistem dalam mendeteksi seluruh kasus positif yang sebenarnya ada, tetapi dalam pengukuran ini, recall tidak relevan karena tidak ada pengukuran terhadap kasus positif (true positive).

Secara keseluruhan, pada kondisi siang hari, Gambar 5.7 menunjukkan tingkat akurasi sebesar 92% dan tingkat presisi sebesar 100%.

- Sesi Malam (dengan lampu sorot)

Tabel 5.36. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 50 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (50 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.37. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 100 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (100 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.38. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 200 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (200 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.39. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 300 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (300 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Benar
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Benar
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Tabel 5.40. Hasil **Ketepatan Akurasi** yang **tidak** terdaftar dalam database dengan jarak 400 cm

No	Orang yang masuk dengan jarak (400 cm)	Keterangan	Hasil Terbaca Benar atau Salah
1	Subjek 1	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi
2	Subjek 2	Tidak Dikenal	Benar
3	Subjek 3	Tidak Dikenal	Tidak terdeteksi
4	Subjek 4	Tidak Dikenal	Benar
5	Subjek 5	Tidak Dikenal	Benar

Pada Tabel 5.36, 5.37, 5.38, 5.39, 5.40 didapat data yang menunjukkan hasil output dari deteksi pengenalan wajah orang yang **tidak** terdaftar dalam database yang terdeteksi kamera pada **malam** hari (dengan lampu sorot). Selanjutnya, data tersebut diolah menggunakan metode confusion matrix, untuk menghitung tingkat akurasi dan presisi dari sistem deteksi orang yang tidak terdaftar dalam database. Gambar 5.8 merupakan tabel hasil confusion matrix yang sudah dihitung jumlah deteksi orang yang tidak terdaftar dalam database benar dan salah. Hasil klasifikasi benar dan salah dicantumkan pada tabel confusion matrix.

		Aktual		
		Terdaftar dalam database	Tidak terdaftar dalam database	Tidak terdeteksi
Terbaca	Terdaftar dalam database	0	0	0
	Tidak terdaftar dalam database	0	23	2

Gambar 5. 8 Tabel total hasil confusion matrix **Ketepatan Akurasi** pada malam hari dengan berbagai jarak dari posisi kamera yakni 50 cm, 100 cm, 200 cm, 300 cm dan 400 cm.

Pada kondisi **malam** hari (dengan lampu sorot), hasil pengukuran menunjukkan bahwa tingkat akurasi mencapai 92%, seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.8. Angka ini menunjukkan bahwa 92% dari seluruh prediksi yang dilakukan oleh sistem adalah benar. Selain itu, tingkat presisi yang tercatat pada Gambar 5.8 adalah 100%, yang berarti semua objek yang terdeteksi sebagai tidak terdaftar oleh sistem benar-benar tidak terdaftar dalam database. Dengan kata lain, tidak ada prediksi positif yang salah (false positive).

Namun, recall tidak diukur dalam konteks ini karena pengukuran yang dilakukan hanya berfokus pada ketepatan sistem dalam mengidentifikasi orang yang tidak terdaftar dalam database. Recall biasanya digunakan untuk mengukur kemampuan sistem dalam mendeteksi seluruh kasus positif yang sebenarnya ada, tetapi dalam pengukuran ini, recall tidak relevan karena tidak ada pengukuran terhadap kasus positif (true positive).

Secara keseluruhan, pada kondisi siang hari, Gambar 5.7 menunjukkan tingkat akurasi sebesar 92% dan tingkat presisi sebesar 100%.

- Secara Keseluruhan

		Aktual		
		Terdaftar dalam database	Tidak terdaftar dalam database	Tidak terdeteksi
Terbaca	Terdaftar dalam database	65	0	0
	Tidak terdaftar dalam database	0	64	0
	Tidak terdeteksi	10	11	0

Gambar 5. 9 Tabel total keseluruhan hasil confusion matrix **Ketepatan Akurasi**.

Pada tabel berikut, terlihat bahwa sistem klasifikasi yang digunakan menunjukkan performa yang cukup baik dengan akurasi 86% dan presisi 85.5%. Akurasi dihitung dari proporsi total prediksi yang benar terhadap keseluruhan data, yang dalam hal ini menunjukkan bahwa sistem berhasil mengklasifikasikan 86% dari data dengan benar. Sedangkan presisi dihitung dari proporsi prediksi benar pada kategori "Terdaftar dalam database" terhadap total prediksi yang termasuk dalam kategori tersebut, yang dalam hal ini adalah 85.5%.

5.1.1.2 Hasil pengujian Ketahanan Sistem terhadap Perubahan Suhu

Suhu 40 derajat sampai 50 derajat adalah suhu stabil pada sistem dan pada hasil pengujian ketahanan sistem terhadap perubahan suhu setelah melakukan simulasi hujan dengan menggunakan semprotan air, perangkat tetap berjalan dengan lancar dan dapat mendeteksi serta suhu masih terpantau stabil. Sedangkan pada saat cuaca panas suhu pada sistem terpantau mencapai 60 derajat dan sistem masih berjalan dengan lancar serta dapat mendeteksi apabila terdapat orang asing yang tidak terdapat pada database.

5.1.1.3 Hasil Pengujian Notifikasi Secara Real-Time

Pengukuran ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja notifikasi secara real-time pada aplikasi Telegram ketika terdeteksi wajah yang tidak terdaftar dalam database. Pengukuran ini melibatkan pengujian kecepatan pengiriman notifikasi, keandalan sistem, serta responsivitas pengguna.

Hasil Pengukuran:

1. Kecepatan Pengiriman Notifikasi:

- Waktu pengiriman notifikasi: kurang dari 2 detik
- Waktu pengiriman tercepat: kurang dari 2 detik
- Waktu pengiriman terlama: kurang dari 3 detik

2. Keandalan Sistem:

- Jumlah notifikasi yang berhasil terkirim: 30 dari 30
- Tingkat keberhasilan pengiriman: 100%

Pengukuran menunjukkan bahwa sistem notifikasi real-time melalui Telegram sangat cepat dan andal. Waktu pengiriman notifikasi kurang dari 2 detik menunjukkan bahwa pengguna dapat segera menerima informasi tentang wajah yang tidak dikenal. Keandalan sistem terjamin dengan tingkat keberhasilan pengiriman notifikasi sebesar 100%. menunjukkan bahwa pengguna dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan.

5.1.1.4 Hasil Pengujian Kestabilan Operasional Sistem selama 24 Jam

Hasil pengujian kestabilan operasional sistem selama 24 jam menunjukkan bahwa sistem berhasil mempertahankan performa optimal tanpa mengalami kegagalan atau penurunan kinerja yang signifikan. Selama pengujian, sistem menunjukkan respons waktu yang konsisten, dengan penggunaan sumber daya yang efisien dan stabil. Tidak ditemukan kebocoran memori atau overheating, dan semua komponen berfungsi sesuai dengan spesifikasinya.

5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Sistem monitoring cerdas di area parkir kos-kosan dirancang untuk mendeteksi keberadaan orang yang terdaftar dan tidak terdaftar dalam database. Sistem ini menggunakan teknologi pengenalan wajah dan mampu mengenali wajah orang yang terdaftar maupun yang belum terdaftar. Kamera yang digunakan memiliki resolusi minimal HD 720p, namun

realisasinya menggunakan kamera dengan resolusi 1080p. Hasil deteksi orang yang belum terdaftar akan ditampilkan melalui aplikasi Telegram dalam bentuk gambar. Sistem ini memenuhi lima dari enam spesifikasi yang diusulkan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.1.1. Meskipun sistem ini dirancang untuk tahan terhadap suhu tinggi dan hujan guna memastikan keamanan dalam berbagai kondisi cuaca, satu spesifikasi yang belum terpenuhi adalah ketahanan alat terhadap hujan. Sistem ini juga dirancang agar dapat beroperasi selama 24 jam dan memenuhi spesifikasi tersebut.

Kelebihan dari sistem ini dibandingkan dengan sistem teknologi yang sudah ada yaitu sistem ini dapat mendeteksi wajah manusia yang sesuai dan yang tidak sesuai dengan data base yang sudah tersedia dan sistem ini dapat memberikan notifikasi pada aplikasi telegram apabila sistem ini mendeteksi wajah manusia yang tidak tersimpan dalam database, serta sistem ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan menggunakan algoritma *face recognition (deep learning)* dan menggunakan metode *confusion matrix* didapatkan bahwa sistem ini memiliki nilai rata-rata akurasi sebesar 86%. Maka dari itu sistem ini memiliki kemampuan untuk mengenali wajah dengan akurasi yang sangat tinggi.

Tabel 5.1.1 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dapat mengirimkan notifikasi secara <i>real-time</i> .	Bisa	Memenuhi Spesifikasi
2	Resolusi Kamera	Minimal 720p	Memenuhi Spesifikasi
3	Identifikasi orang	Bisa	Memenuhi Spesifikasi
4	Hasil monitoring ditampilkan melalui aplikasi	Bisa	Memenuhi Spesifikasi
5	Alat ini dirancang agar tahan terhadap suhu tinggi dan hujan, memastikan keamanannya dalam berbagai kondisi cuaca.	Bisa (pengujian menggunakan semprotan air).	Belum bisa (terhadap hujan deras)
6	Alat tersebut memiliki kemampuan untuk beroperasi selama 24 jam.	Bisa	Memenuhi Spesifikasi

5.1.3 Pengalaman Pengguna

Hasil dari pengalaman pengguna saat menggunakan sistem yang sudah diimplementasikan hasilnya cukup memuaskan dan terdapat beberapa kendala dari pengalaman pengguna dari sistem ini, bahwa ketika sistem sedang memantau dan terdapat seseorang yang menggunakan masker, maka orang tersebut tidak dapat terdeteksi oleh sistem. Hal ini disebabkan oleh sistem yang hanya dapat mendeteksi wajah secara keseluruhan. Selain itu, sistem ini sangat bergantung dengan pencahayaan.

Bagian ini berisi hasil pengalaman pengguna saat implementasi sistem. Jelaskan hasil dan kendala saat pengguna menggunakan sistem yang diimplementasikan beserta perbaikannya. Tabel 5.1.2 merupakan contoh tabel pengalaman pengguna baik capaiannya maupun kendalanya serta aksi/perbaikan.

Tabel 5.1.2 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Deteksi	Sistem sudah dapat mendeteksi wajah seseorang yang sudah sesuai dengan database atau tidak sesuai dengan database.	Dipertahankan
2	Kemudahan	Untuk memonitoring melalui aplikasi (telegram) sudah cukup mudah.	Dipertahankan
3	Keamanan	Keamanan data sudah cukup baik karena perlu <i>login</i> sebelum melihat data.	Dipertahankan
4.	Notifikasi	Mengirim notifikasi ke pengguna melalui aplikasi (telegram) jika ada perubahan status, seperti ketika wajah seseorang yang tidak dikenal	Dipertahankan
5	Kamera Arducam IMX477	Memberikan resolusi tinggi dan kemampuan low-light untuk deteksi wajah	Dipertahankan

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
		seseorang yang akurat, baik siang maupun malam.	
6	Raspberry Pi 4B 4GB RAM	Berfungsi sebagai otak dari sistem, mengelola input dari kamera dan menjalankan perangkat lunak analisis.	Menggunakan otak dari sistem dengan spesifikasi yang lebih tinggi untuk memaksimalkan kecepatan dalam memproses data
7	Pencahayaan	Berpengaruh pada sistem untuk menghasilkan pengenalan wajah yang lebih baik dan akurasi yang tinggi.	Memperbaiki kondisi cahaya di area parkir kos-kosan

5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Pada pengerjaan sistem *monitoring* cerdas di parkir terdapat perubahan waktu pelaksanaan kegiatan dan kebutuhan dalam merancang sistem. Tabel 5.1.3 menunjukkan kesesuaian antara usulan dan realisasi pelaksanaan kegiatan pengerjaan tugas akhir 2. Dari tabel tersebut, terlihat bahwa terdapat kegiatan yang dilaksanakan tidak sesuai dengan usulan waktu. Meskipun demikian, perbedaan waktu ini tidak signifikan dan masih berada dalam rentang yang dapat diterima. Beberapa faktor yang menyebabkan ketidaktepatan waktu ini antara lain adalah kendala teknis, dan kendala waktu, serta adanya penyesuaian dalam metode.

Tabel 5.1.3 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Desember – Januari	Maret – April
2	Perancangan sistem dengan usulan	Januari – April	April – Juni
3	Testing dan Validasi	Mei – Juli	Juni – Juli
4	Expo	Agustus	Juli

Tabel 5.1.4 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Arducam 12.3MP IMX477 HQ Camera With 6mm CS Lens For Raspberry Pi	1 pcs	Rp 1.500.000	1 pcs	Rp 1.609.600
2	KIT-2C : Raspberry Pi 4 (4GB RAM) - Complete SET	1 pcs	Rp 2.000.000	1 pcs	Rp 1.609.400
3	Dual Fan Heatsink Radiator Cooling System for Raspberry Pi	1 pcs	Rp 60.000	1 pcs	Rp. 65.750
4	Telegram	3 Bulan	-	3 Bulan	-

Pembelian alat dan bahan, yang awalnya direncanakan berlangsung dari Desember hingga Januari, dilaksanakan pada bulan Maret hingga April, menunjukkan adanya penundaan. Perancangan sistem sesuai proposal yang direncanakan berlangsung dari Januari hingga April ternyata baru selesai pada bulan Juni, ini juga mengalami perpanjangan waktu yang signifikan. Testing dan validasi yang diusulkan untuk periode Mei hingga Juli, baru terealisasi dari Juni hingga Juli, mengindikasikan keterlambatan dalam tahap pengujian. Expo dan pengumpulan laporan akhir yang dijadwalkan pada bulan Juli tidak berhasil dilaksanakan sesuai rencana. Keseluruhan proyek mengalami beberapa penundaan dalam tahap awal, namun berhasil menyelesaikan tahap akhir sesuai jadwal yang diusulkan, menunjukkan penyesuaian dan manajemen waktu yang dilakukan tim untuk mengejar ketertinggalan di awal proyek.

Tabel 5.1.5 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Selasa, 5 Maret 2024.	Pembelian komponen-komponen yang dibutuhkan di toko online.	Abdul Iqbal

2	Jum`at, 15 Maret 2024.	Mencoba menghubungkan raspberry pi dengan real vnc.	Abdul Iqbal
3	Kamis, 28 Maret 2024.	Menghubungkan kamera IMX 477 dengan raspberry pi.	Abdul Iqbal
4	Kamis, 2 Mei 2024.	Mencari referensi metode-metode yang akan digunakan	Abdul Iqbal
5	Senin, 6 Mei 2024.	Mencoba apakah metode sudah dapat digunakan atau belum	Abdul Iqbal
6	Rabu, 15 Mei 2024.	Mengambil database	Abdul Iqbal
7	Rabu, 22 Mei 2024.	Mencoba metode yang akan digunakan untuk sistem mendeteksi	Abdul Iqbal
8	Kamis, 30 Mei 2024.	Mencoba metode yang digunakan untuk menyesuaikan database	Abdul Iqbal
9	Jum`at, 7 Juni 2024.	Mencoba sistem untuk monitoring wajah yang sesuai dengan database	Abdul Iqbal
10	Selasa, 11 Juni 2024.	Mencoba sistem untuk menjalankan pendeteksian	Abdul Iqbal
11	Kamis, 13 Juni 2024.	Mengambil database dan mencoba sistem yang digunakan	Abdul Iqbal
12	Jum`at, 21 Juni 2024.	Mengambil database dan mencoba sistem yang digunakan	Abdul Iqbal
13	Senin, 24 Juni 2024.	Mencoba sistem pendeteksian di area parkir kos-kosan	Abdul Iqbal
14	Rabu, 26 Juni 2024.	Mencoba sistem pendeteksian di area parkir kos-kosan	Abdul Iqbal
15	Senin, 1 Juli 2024.	Mengambil data pada area parkir kos-kosan	Abdul Iqbal

16	Selasa, 2 Juli 2024.	Mengambil data pada area parkir kos-kosan	Abdul Iqbal
17	Rabu, 3 Juli 2024.	Mengambil data pada area parkir kos-kosan	Abdul Iqbal
18	Kamis, 4 Juli 2024.	Mengambil data pada area parkir kos-kosan	Abdul Iqbal
19	Jum`at, 5 Juli 2024.	Mengambil data pada area parkir kos-kosan	Abdul Iqbal
20	Sabtu, 6 Juli 2024.	Mengambil data pada area parkir kos-kosan	Abdul Iqbal

5.2 Dampak Implementasi Sistem

Dampak implementasi sistem ketika telah diaplikasikan memiliki dua aspek yaitu aspek keamanan dan sosial. Aspek tersebut terkena dampak dikarenakan sistem yang kami implementasi merupakan suatu hal baru yang akan menjadi dampak positif pada aspek-aspek tersebut. Pada aspek keamanan, sistem ini dapat memonitor aktivitas di area parkir secara real-time, sehingga membantu mendeteksi dan mencegah tindak kejahatan seperti pencurian kendaraan. Kemudian untuk aspek sosialnya yaitu penghuni kos akan merasa lebih aman dan percaya bahwa properti mereka dilindungi dengan baik. Ini dapat meningkatkan rasa nyaman dan kepuasan tinggal di kos tersebut.

Ada beberapa kekurangan dari alat yang sudah dibuat dan di implementasikan diantaranya seperti :

1. Kamera tidak dapat berotasi sesuai dengan arah yang diinginkan dan dikendalikan dari jarak jauh.
2. Kamera tidak dilengkapi dengan sensor infrared.
3. Rancangan sistem tidak dapat tahan terhadap cuaca ekstrem, seperti hujan deras.
4. Monitoring kamera tidak dapat diakses dan dikendalikan dari jarak jauh.

Untuk memperbaiki kekurangan sistem tersebut dapat dilakukan dengan cara seperti :

1. Kamera dirancang dengan menggunakan motor penggerak yang memungkinkan pergerakan horizontal (pan) dan vertikal (tilt), dikendalikan melalui sinyal elektronik.
2. Kamera dilengkapi dengan sensor infrared dan mampu menghasilkan citra beresolusi minimal HD 720p.
3. Pastikan kamera dilengkapi dengan housing atau pelindung yang dirancang khusus untuk melindungi komponen internal dari air dan kelembapan. Gunakan material tahan karat seperti stainless steel atau aluminium untuk bagian luar kamera dan mounting bracket.
4. Gunakan aplikasi resmi yang disediakan oleh produsen kamera untuk memastikan kompatibilitas dan dukungan penuh terhadap fitur remote access. Jika tidak tersedia aplikasi resmi, gunakan browser untuk mengakses antarmuka web kamera CCTV.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah melewati berbagai tahap mulai dari perancangan hingga implementasi sistem, kami memperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem menunjukkan kinerja yang lebih baik pada kondisi malam hari dengan nilai akurasi 92 %.
2. Secara keseluruhan, sistem menunjukkan tingkat akurasi dan presisi yang tinggi yaitu:
 - a. Akurasi : 86 %
 - b. Presisi : 85.5 %
3. Dari enam spesifikasi yang diusulkan, lima spesifikasi terpenuhi:
 - Kemampuan mengirim notifikasi secara real-time.
 - Resolusi kamera minimal 720p (dengan realisasi 1080p).
 - Identifikasi orang.
 - Hasil monitoring yang ditampilkan melalui aplikasi.
 - Kemampuan alat untuk beroperasi selama 24 jam.
4. Satu spesifikasi belum terpenuhi sepenuhnya: Ketahanan alat terhadap hujan.

6.2 Saran

Berdasarkan tahap perancangan hingga implementasi sistem, berikut adalah saran dari kami:

- Kegiatan sebaiknya direncanakan dengan lebih mendetail untuk mengurangi keterlambatan.
- Monitoring kamera dapat diakses dan dikendalikan dari jarak jauh.
- Kamera dapat berotasi sesuai dengan arah yang diinginkan dan dikendalikan dari jarak jauh.
- Menggunakan mikroprosesor dengan spesifikasi yang lebih tinggi untuk memaksimalkan kecepatan dalam memproses data.
- Merancang casing kamera yang tahan terhadap cuaca ekstrem, seperti hujan deras.
- Kamera sudah dilengkapi dengan sensor infrared.

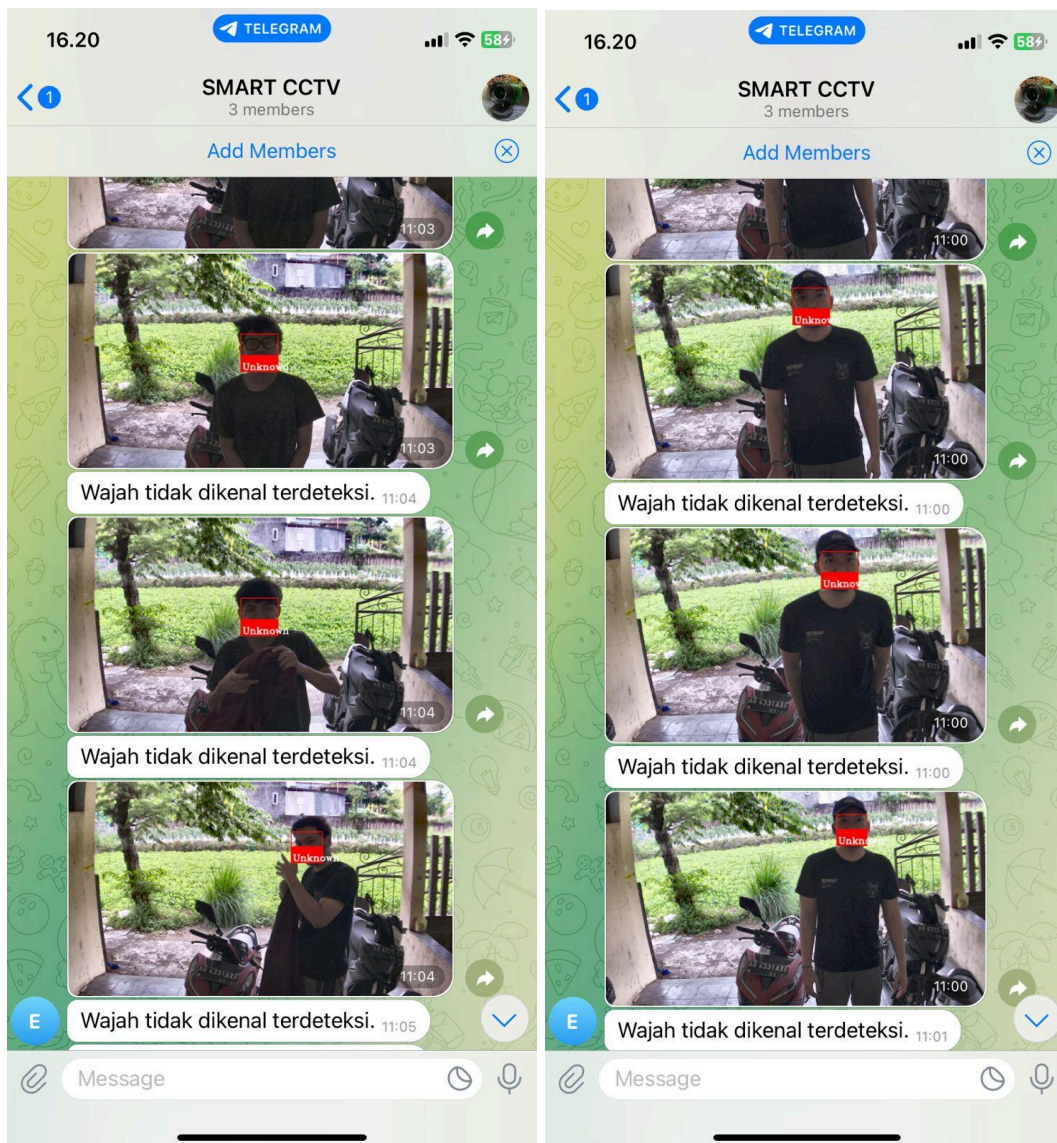
DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Waspada! Pencurian Sepeda Motor Mencapai 700 Kasus dalam Dua Pekan | Pusiknas Bareskrim Polri.” Accessed: Dec. 19, 2023. [Online]. Available: https://pusiknas.polri.go.id/detail_artikel/waspada_pencurian_sepeda_motor_mencapai_700_kasus_dalam_dua_pekan
- [2] “Kesadaran Keamanan Rendah, Kos-Kosan Sering Jadi Incaran Pelaku Curanmor - Radar Jogja.” Accessed: Dec. 19, 2023. [Online]. Available: <https://radarjogja.jawapos.com/hukum-kriminal/65757605/kesadaran-keamanan-rendah-koskosa-n-sering-jadi-incaran-pelaku-curanmor>
- [3] Sutarti, Sunny Samsuni, and Isnan Asseghaf, “Sistem Keamanan Rumah melalui Pengenalan Wajah Menggunakan Webcam dan Library Opencv Berbasis Raspberry Pi,” 2019.
- [4] A. Putri Jutika, “IMPLEMENTASI FACE RECOGNITION BERBASIS HAAR-CASCADE CLASSIFIER PADA SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN DUAL-CAMERA,” 2022, doi: 10.31949/infotech.v8i2.3610.
- [5] I. I. Setiawan, A. Jaenul, and D. Priyokusumo, *P-75 PROTOTIPE SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN FACE RECOGNITION BERBASIS RASPBERRY PI 4 PROTOTYPE OF HOME SECURITY SYSTEM USING FACE RECOGNITION BASED ON RASPBERRY PI 4*. 2020.
- [6] A. Gautama Putrada and S. Prabowo, “LIVE MONITORING PARKIRAN MOBIL MENGGUNAKAN CCTV DAN COMPUTER VISION,” 2019.
- [7] A. H. R. Zain Putra and E. M. Diwangkara, “Proposal_N4_19524086,” 2022.
- [8] G. Levakov, O. Sporns, and G. Avidan, “Modular community structure of the face network supports face recognition,” *Cerebral Cortex*, vol. 32, no. 18, pp. 3945–3958, Sep. 2022, doi: 10.1093/cercor/bhab458.
- [9] Y. Efendi, “INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE,” *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, 2018, [Online]. Available: <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>
- [10] F. Ludia Ramadini and E. Haryatmi, “Penggunaan Metode Haar Cascade Classifier dan LBPH Untuk Pengenalan Wajah Secara Realtime,” vol. 6, no. 2, 2022, doi: 10.30743/infotekjar.v6i2.4714.

- [11] “Deteksi Objek Menggunakan Haar Cascade Classifier - JatiTech - Platform Edukasi Kolaboratif, Hari Ini.” Accessed: Nov. 21, 2023. [Online]. Available: <https://jati.itda.ac.id/2015/09/deteksi-obyek-menggunakan-haar-cascade.html>
- [12] F. Ludia Ramadini and E. Haryatmi, “Penggunaan Metode Haar Cascade Classifier dan LBPH Untuk Pengenalan Wajah Secara Realtime,” vol. 6, no. 2, 2022, doi: 10.30743/infotekjar.v6i2.4714.
- [13] Muhammad Syarif Hidayatulloh, “SISTEM PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN METODE YOLO (YOU ONLY LOOK ONCE),” 2021.
- [14] I. Salamah, M. R. A. Said, and S. Soim, “Perancangan Alat Identifikasi Wajah Dengan Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Presensi Mahasiswa,” *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 6, no. 3, p. 1492, Jul. 2022, doi: 10.30865/mib.v6i3.4399.
- [15] L. Rahma, H. Syaputra, A. H. Mirza, and S. D. Purnamasari, “Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once),” 2021.
- [16] “Cara Kerja Object Detection dengan YOLO (You Only Look Once).” Accessed: Jan. 04, 2024. [Online]. Available: <https://pacmann.io/blog/cara-kerja-object-detection-dengan-yolo>
- [17] “7 New Facial Recognition Technology Trends to Boom in the Future.” Accessed: Jul. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.lystloc.com/blog/7-new-facial-recognition-technology-trends-to-boom-in-the-future/>
- [18] M. Haris, T. Pustaka, M. H. Diponegoro, S. Kusumawardani, and I. Hidayah, “Tinjauan Pustaka Sistematis: Implementasi Metode Deep Learning pada Prediksi Kinerja Murid (Implementation of Deep Learning Methods in Predicting Student Performance: A Systematic Literature Review),” 2021.
- [19] P. Adi Nugroho, I. Fenriana, and R. Arijanto, “IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) PADA EKSPRESI MANUSIA,” *JURNAL ALGOR*, vol. 2, no. 1, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.buddhidharma.ac.id/index.php/algor/index>.

LAMPIRAN – LAMPIRAN

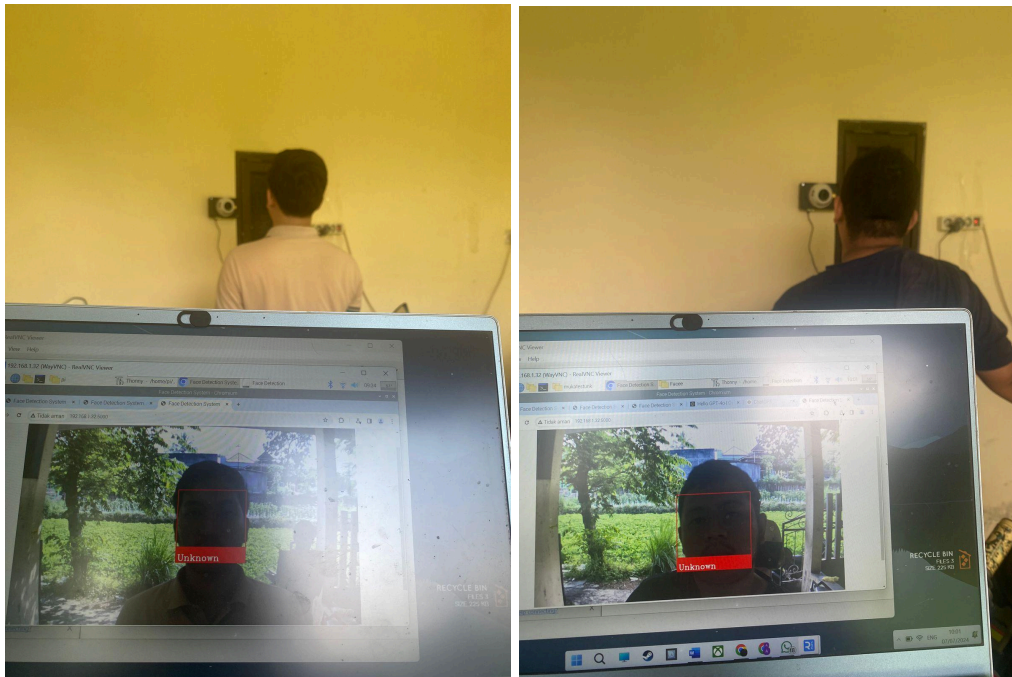
1. Gambar Telegram



2. Gambar Pengujian Kondisi Malam Hari



3. Gambar Pengujian Kondisi Pagi Hari



4. Gambar Pengujian Kondisi Siang Hari



5. Gambar Instalasi Saat Pengujian

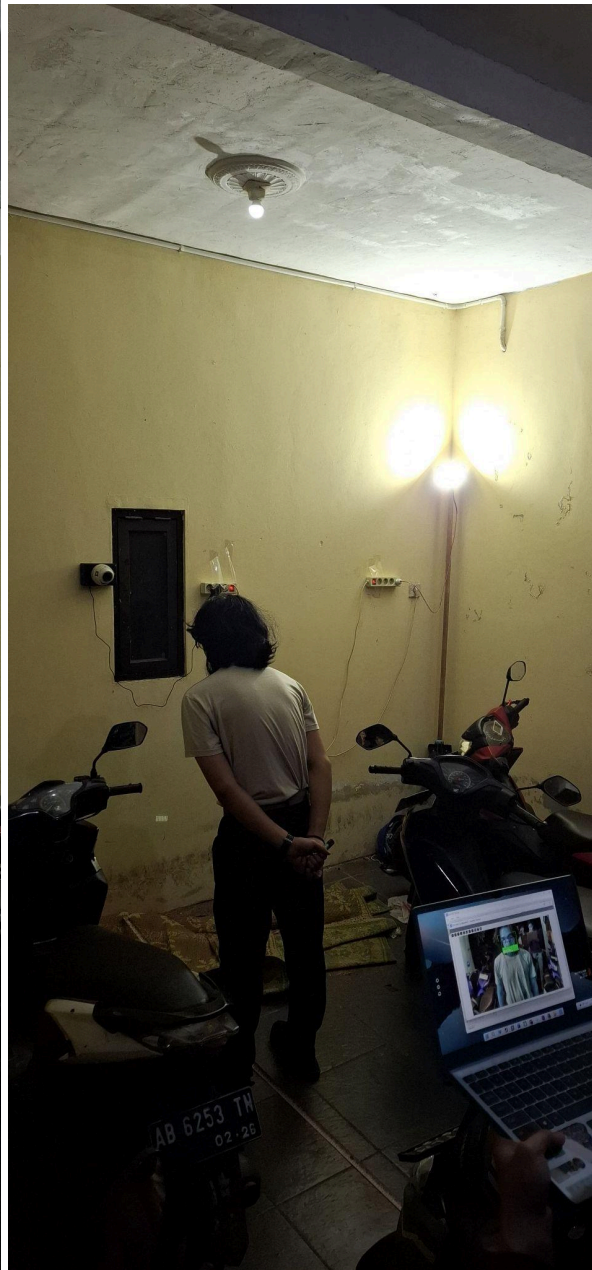


6. Dokumentasi Saat Pengujian





7. Pengujian dengan lampu sorot pada saat malam hari



8. Kwitansi bukti pembelian komponen

DITERBITKAN ATAS NAMA

Penjual : badank Electronic (Dilayani Tokopedia)

UNTUK

Pembeli : iqbal angkasa
Tanggal Pembelian : 05 Maret 2024
Alamat Pengiriman : iqbal angkasa (6282110034675)
Rumah kontrakan sadewa rt01rw1
kimpulan umbulmartani kecamatan
ngemplak sleman Ngemplak, Kab.
Sleman, 55584 D.I. Yogyakarta

INFO PRODUK	JUMLAH	HARGA SATUAN	TOTAL HARGA
KIT-2C : Raspberry Pi 4 (4GB RAM) - Complete SET Berat: 500 gr	1	Rp1.580.800	Rp1.580.800
TOTAL HARGA (1 BARANG)			Rp1.580.800
Total Ongkos Kirim			Rp17.000
Biaya Asuransi Pengiriman			Rp9.600
TOTAL BELANJA			Rp1.607.400
Biaya Layanan			Rp 1.000
Biaya Jasa Aplikasi			Rp1.000
TOTAL TAGIHAN			Rp1.609.400
Promo Tokopedia			Rp31.616
Promo Cashback KKA42102			(31.616 GoPay Coins)

Kurir:

GTL - Regular Asuransi Pengiriman Tokopedia

Metode Pembayaran:

BCA Virtual AccountInvoice ini sah dan diproses oleh komputer
Silakan hubungi **Tokopedia Care** apabila kamu membutuhkan bantuan.

Terakhir diupdate: 09 Maret 2024 12:08 WIB

DITERBITKAN ATAS NAMA

Penjual : **badank Electronic** (Dilayani Tokopedia)

UNTUK

Pembeli : **iqbal angkasa**
 Tanggal Pembelian : **05 Maret 2024**
 Alamat Pengiriman : **iqbal angkasa** (6282110034675)
 Rumah kontrakan sadewa rt01rw1
 kimpulan umbulmartani kecamatan
 ngemplak sleman Ngemplak, Kab.
 Sleman, 55584 D.I. Yogyakarta

INFO PRODUK	JUMLAH	HARGA SATUAN	TOTAL HARGA
KIT-2C : Raspberry Pi 4 (4GB RAM) - Complete SET Berat: 500 gr	1	Rp1.580.800	Rp1.580.800
TOTAL HARGA (1 BARANG)			Rp1.580.800
Total Ongkos Kirim			Rp17.000
Biaya Asuransi Pengiriman			Rp9.600
TOTAL BELANJA			Rp1.607.400
Biaya Layanan			Rp 1.000
Biaya Jasa Aplikasi			Rp1.000
TOTAL TAGIHAN			Rp1.609.400
Promo Tokopedia			Rp31.616
Promo Cashback KKKA42102			(31.616 GoPay Coins)

Kurir:

GTL - Regular

Asuransi Pengiriman Tokopedia

Metode Pembayaran:

BCA Virtual Account

Invoice ini sah dan diproses oleh komputer
 Silakan hubungi **Tokopedia Care** apabila kamu membutuhkan bantuan.

Terakhir diupdate: 09 Maret 2024 12:08 WIB

← Nota Pesanan / Faktur

Klik tombol untuk mendapatkan faktur pesanan melalui email

Kirim

No. Pesanan: 240607CY3D30QE

Total Pembayaran Waktu Pembayaran
Rp65.750 **07/06/24**

Rincian Pengiriman Metode Pembayaran
vybpnythr ShopeePay
Rumah kontrakan sadewa
rt01rw1 kimpulan
umbulmartani kecamatan
ngemplak sleman, KAB.
SLEMAN, NGEMPLAK, DI
YOGYAKARTA, ID, 55584
62881024806843

Rincian Pesanan

Dual Fan Heatsink Radiator Cooling ... x 1
Rp65.000

Subtotal untuk Produk Rp65.000
Subtotal Pengiriman - Hemat Rp13.000
Biaya Layanan Rp1.000
Total Diskon Pengiriman -Rp10.000
Voucher Shopee Digunakan -Rp3.250
Total Pembayaran Rp65.750