

INTEGRASI NOTIFIKASI CCTV MELALUI TELEGRAM BERBASIS IOT DENGAN METODE POSE ESTIMATION

Opitasari¹, Putri Dina Mardika^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer,

Universitas Indraprasta PGRI Jakarta; Jl. Raya Tengah No.80, RT.6/RW.1, Gedong, Kec. Ps.Rebo,

Kota Jakarta Timur; Telepon: (021) 78835283

Keywords:

CCTV, Telegram, BlazePose, IOT

Correspondent Email:

putridinamar@gmail.com



Copyright © [JPI](#) (Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung).

Abstrak. Penelitian ini menyajikan pengembangan sistem notifikasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan kamera *Closed-Circuit Television* (CCTV) konvensional menggunakan metode *Pose Estimation* untuk mendeteksi keberadaan manusia secara *real-time*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *BlazePose* dari pustaka *MediaPipe*, yang mampu mendeteksi hingga 33 titik kunci tubuh manusia. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan *framework* *Flask* untuk *backend* dan *Vue.js* untuk *frontend*. *Streaming* video ditangkap melalui protokol *Real-Time Streaming Protocol* (RTSP) dari DVR CCTV, lalu dianalisis menggunakan algoritma deteksi pose tubuh. Apabila sistem mendeteksi keberadaan manusia berdasarkan *threshold* jarak, sudut, dan kemiripan pose (*cosine similarity*), maka sistem akan mengirimkan notifikasi otomatis melalui Telegram kepada pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mendeteksi pose manusia dengan tingkat akurasi yang baik, dan dapat mengirimkan notifikasi secara efisien sesuai jadwal yang ditentukan. Sistem juga menyediakan fitur berbasis web yang menampilkan statistik aktivitas, jumlah notifikasi, dan laporan log yang mempermudah proses pemantauan. Penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi deteksi pose dapat diimplementasikan secara efektif pada sistem CCTV konvensional untuk meningkatkan respons keamanan secara *real-time* dan hemat biaya.

Abstract. This research presents the development of an *Internet of Things* (IoT)-based automatic notification system integrated with conventional *Closed-Circuit Television* (CCTV) cameras using the pose estimation method to detect human presence in *real-time*. The method used in this research is *BlazePose* from the *MediaPipe* library, which is capable of detecting up to 33 key points of the human body. The system was developed using the *Python* programming language with the *Flask* framework for the backend and *Vue.js* for the frontend. Video streaming is captured via the *Real-Time Streaming Protocol* (RTSP) protocol from the CCTV DVR, then analysed using a body pose detection algorithm. If the system detects human presence based on distance, angle, and pose similarity thresholds (*cosine similarity*), the system will send an automatic notification via Telegram to the user. The test results show that the system successfully detects human poses with a good level of accuracy and can send notifications efficiently according to the specified schedule. The system also provides a web-based feature that displays activity statistics, the number of notifications, and log reports that simplify the monitoring process. This research shows that pose detection technology can be effectively implemented in conventional CCTV systems to improve security responses in *real-time* and cost-effectively.

1. PENDAHULUAN

Salah satu teknologi yang umum digunakan dalam mendukung aspek keamanan adalah *Closed-Circuit Television* (CCTV). CCTV merupakan salah satu sistem keamanan modern yang digunakan untuk menunjang kegiatan pemantauan, pengawasan, dan dokumentasi visual.[1]

Sebagian besar sistem CCTV konvensional, terutama yang masih menggunakan sistem *Digital Video Recorder* (DVR), memiliki keterbatasan karena hanya mampu merekam aktivitas tanpa kemampuan kecerdasan buatan untuk mendeteksi atau mengenali objek secara otomatis. Sistem seperti ini tidak mampu mengidentifikasi objek tertentu seperti manusia secara *real-time*, sehingga masih sangat bergantung pada pengawasan manual.

Ketergantungan tersebut sering kali menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi dan merespons insiden, terutama di area yang memerlukan pengawasan terus-menerus. Adapun konsep *Internet of Things* (IoT) memberikan solusi terhadap masalah yang melanda yaitu dengan dibantu menggunakan metode *Pose Estimation*.

Pose Estimation adalah teknik dalam *computer vision* yang mampu mengidentifikasi postur, posisi, dan gerakan tubuh manusia berdasarkan data visual dari kamera. Dengan mengintegrasikan teknologi ini ke dalam sistem CCTV, perangkat dapat mengenali keberadaan manusia secara otomatis dan mengirimkan notifikasi secara *real-time* melalui aplikasi seperti Telegram.[2]

Melalui pendekatan ini, sistem CCTV konvensional dapat dikembangkan menjadi *smart* CCTV yang tidak hanya merekam, tetapi juga mendeteksi keberadaan manusia serta mengirimkan peringatan otomatis kepada pengguna. Integrasi dengan teknologi IoT memungkinkan sistem ini untuk terhubung ke jaringan internet dan mengirim notifikasi ke perangkat seluler atau komputer di mana pun pengguna berada, sehingga meningkatkan kecepatan respons terhadap potensi ancaman. Penelitian ini dilakukan di PT. Peremeks Multi Sistem, Kelapa Gading, Jakarta Utara.

Dalam penelitian ini kami membatasi ruang lingkup antara lain, sistem hanya mendukung kamera CCTV atau DVR, deteksi difokuskan pada keberadaan seorang manusia dengan menggunakan metode *Pose Estimation* (*BlazePose*). Sistem tidak melakukan klasifikasi terhadap objek lain seperti kendaraan, hewan, atau benda bergerak lainnya dan tidak mendukung *multi-person detection*. Notifikasi dikirimkan melalui aplikasi Telegram yang sudah di daftarkan dan di konfigurasikan sebelumnya. Sistem dikembangkan dengan Bahasa pemrograman python.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Rancang Bangun

Rancang bangun adalah serangkaian langkah yang menerjemahkan hasil analisis sistem ke dalam bahasa pemrograman untuk menjelaskan secara rinci bagaimana komponen-komponen sistem digunakan. Dengan kata lain, rancang bangun mencakup pekerjaan menciptakan sistem baru atau mengganti atau memperbaiki sistem yang sudah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian.

Penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa komponen yang terpisah ke dalam satu unit yang utuh dan berfungsi disebut rancang bangun. Menerjemahkan hasil analisis ke dalam paket perangkat lunak dan kemudian membangun atau memperbaiki sistem adalah bagian dari rancang bangun juga.[3]

2.2. CCTV

CCTV merupakan sistem pengawasan yang menggunakan kamera untuk menampilkan dan merekam gambar pada lokasi dan waktu tertentu saat peralatan dipasang, dengan menggunakan sinyal tertutup yang berbeda dari siaran televisi pada umumnya. Sistem ini banyak digunakan dalam konteks pengawasan keamanan karena mampu merekam kondisi suatu area secara visual dan tersimpan dalam sistem perekam. Simpulan yang didapat bahwa CCTV adalah sistem yang digunakan sebagai standar keamanan yang menghasilkan suatu rekaman atau bukti yang sah secara visual dan dapat digunakan sebagai sarana analisis suatu kejadian tertentu. Welsh mengatakan CCTV justru cenderung menurun ketika sistem hanya digunakan secara pasif untuk merekam tanpa pemantauan aktif dan tindak lanjut yang terstruktur.[4] Hal ini menunjukkan bahwa sistem CCTV konvensional yang tidak

dilengkapi kemampuan deteksi dan peringatan dini secara otomatis masih belum cukup optimal dalam mendukung keamanan secara *real-time*.

2.3. Internet Of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan jaringan dari objek fisik atau 'benda' yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya, dengan tujuan untuk saling terhubung dan bertukar data dengan perangkat dan sistem lain melalui jaringan internet.[5]

Menurut Susanto dkk, *Internet of Things* (IoT) adalah konsep di mana objek fisik yang dilengkapi dengan sensor dan konektivitas internet dapat saling bertukar data secara otomatis tanpa intervensi manusia secara langsung. [6]

IoT merupakan sebuah konsep yang memungkinkan perangkat-perangkat fisik untuk saling berkomunikasi dan bertukar data tanpa intervensi manusia, sehingga mendukung berbagai aplikasi cerdas, termasuk dalam bidang sistem keamanan seperti integrasi CCTV dengan sistem notifikasi otomatis.

2.4. Metode Pose Estimation

Pose estimation adalah tugas yang mendeteksi posisi spasial bagian tubuh manusia dari gambar atau video.[7]

Human pose estimation adalah salah satu tugas fundamental dalam *computer vision* yang bertujuan untuk menemukan posisi *keypoints* anatomi manusia dan cukup menantang karena adanya variasi *occlusion*, *truncation*, skala, dan perbedaan penampilan manusia. [8]

Metode ini banyak diterapkan dalam berbagai bidang seperti interaksi manusia-robot, sistem pengawasan (*surveillance*), olahraga, animasi, hingga rehabilitasi. *Pose estimation* terbagi menjadi dua kategori besar, yaitu estimasi pose 2D dan 3D. Pose 2D hanya mendeteksi titik kunci pada permukaan gambar, sementara pose 3D berupaya merekonstruksi struktur kerangka tubuh secara volumetrik dalam ruang tiga dimensi, sehingga lebih akurat dalam merepresentasikan posisi tubuh manusia di dunia nyata.

2.5. Algoritma BlazePose

BlazePose adalah algoritma estimasi

pose berbasis jaringan saraf yang dioptimalkan untuk penggunaan *real-time* pada perangkat pengguna seperti ponsel dan laptop. *BlazePose General HUMAN shape and motion model (GHUM) Holistic* dirancang untuk mendeteksi 2D dan 3D titik-titik tubuh manusia, termasuk tangan, hanya dari satu gambar RGB.[9]

Menurut Brazarevsky dkk, *BlazePose* sebuah arsitektur jaringan saraf *konvolusional* ringan untuk estimasi pose manusia yang disesuaikan untuk inferensi *real-time* pada perangkat *mobile*. Selama inferensi, jaringan ini menghasilkan 33 titik kunci tubuh untuk satu orang dan berjalan di atas 30 *frame* per detik pada ponsel *Pixel 2*. Hal ini membuat *BlazePose* sangat cocok digunakan untuk aplikasi *real-time* seperti pelacakan kebugaran dan pengenalan bahasa isyarat.[10]

2.6. Real-Time Streaming Protocol (RTSP)

Menurut Iqbal, *Real Time Streaming Protocol* (RTSP) adalah protokol yang dirancang untuk digunakan dalam sistem hiburan dan komunikasi untuk mengendalikan server media *streaming*. sedangkan menurut Darius & Umber, *Real-Time Streaming Protocol* (RTSP) adalah sistem komunikasi jaringan tingkat aplikasi yang mentransfer data *real-time* dari multimedia ke perangkat *endpoint* dengan berkomunikasi langsung dengan server yang mengalirkan data tersebut. [11]

RTSP bertindak sebagai pengatur komunikasi antara klien dan server, di mana klien dapat memulai, menghentikan, menjeda, atau melanjutkan *streaming* video. Dalam sistem *streaming* video modern, RTSP biasanya bekerja bersama dengan *Real-Time Transport Protocol* (RTP) untuk mentransmisikan paket-paket video secara sinkron dan efisien.[12]

Salah satu keunggulan RTSP adalah kemampuannya dalam menangani aliran data yang dinamis dan beradaptasi terhadap kondisi jaringan yang berubah, seperti *bandwidth* dan latensi. Server RTSP akan merespons permintaan dari klien dengan mengelola pengiriman paket dan menyesuaikan kebutuhan *bandwidth* untuk memastikan pengalaman menonton yang stabil. RTSP juga mendukung sesi *multi-client*, menjadikannya sangat relevan dalam aplikasi pengawasan video, seperti sistem CCTV berbasis IP atau DVR yang mendukung RTSP *streaming*.

2.7. Telegram

Telegram adalah sebuah aplikasi pesan instan berbasis *cloud* yang dapat digunakan

untuk mengirimkan teks, gambar, video, file, hingga membuat bot otomatis untuk berinteraksi dengan pengguna.[13]

Menurut Parlika dkk, telegram adalah aplikasi pesan yang mempunyai fitur spesial dari aplikasi lainnya yaitu fitur robot atau bot. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk memprogram dengan berbagai perintah.[14]

Di sisi lain Kusuma dkk, menjelaskan bahwa "Telegram adalah platform berbasis *open-source* yang menyediakan fitur sistem enkripsi *end-to-end*, *self destruction messages*, dan infrastruktur *multidata center*. Dengan memanfaatkan fasilitas *open Application Programming Interface (API)* yang disediakan oleh Telegram, administrator dapat menggunakan bot untuk mengirimkan pesan secara otomatis. [15]

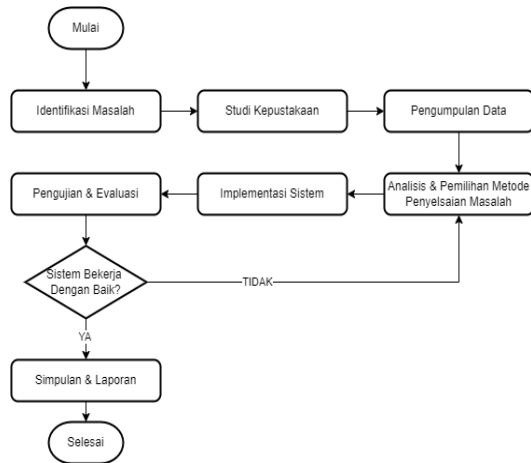
Berdasarkan penelitian dari beberapa jurnal di atas, maka dapat disimpulkan bahwa Telegram dapat diandalkan untuk menangani notifikasi secara *real-time* berdasarkan perintah otomatis yang terintegrasi dengan sistem.

Melalui penggunaan Telegram Bot API, sistem dapat mengirimkan pemberitahuan atau informasi penting kepada pengguna tanpa perlu interaksi manual, sehingga sangat mendukung dalam implementasi sistem *monitoring* atau deteksi berbasis *Internet of Things (IoT)*. Python peneliti gunakan sebagai Bahasa pemrograman dalam membangun integrasi CCTV dan IoT.

3. METODE PENELITIAN

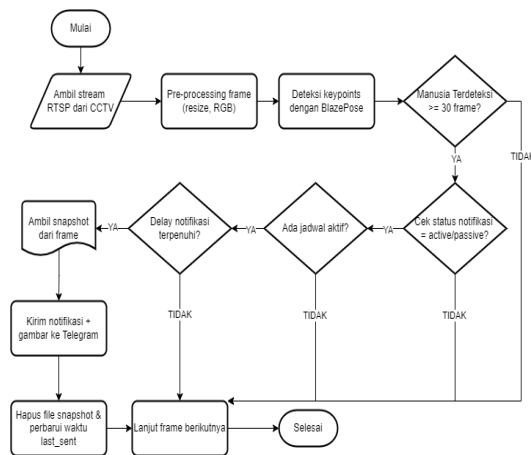
3.1. Tahapan Penelitian

- a. Tahapan awal dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan utama pada sistem CCTV konvensional di PT Peremeks Multi Sistem, yaitu keterbatasan dalam mendeteksi kejadian secara *real-time* dan mengirimkan notifikasi secara otomatis.
- b. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung ke PT. Peremeks Multi Sistem. Langkah selanjutnya peneliti mewawancarai pihak terkait untuk mendapat keterangan data CCTV yang sedang berjalan. Peneliti melakukan Teknik analisis data secara deskriptif untuk memahami kebutuhan sistem dan spesifikasi teknis, serta analisis perbandingan metode deteksi objek berbasis *Computer Vision*.
- c. Dalam penelitian ini digunakan metode *Pose Estimation* karena mampu mendeteksi posisi tubuh manusia dengan tingkat presisi yang lebih tinggi dibandingkan metode deteksi gerakan biasa. Algoritma yang digunakan dalam implementasinya adalah *BlazePose* dari Google MediaPipe, yang telah tersedia dalam bentuk modul atau pustaka (*library*) untuk bahasa pemrograman Python, serta terbukti efisien dalam mendeteksi postur tubuh secara *real-time* dengan akurasi tinggi dan ringan dijalankan pada perangkat *edge*.
- d. Implementasi sistem dibangun menggunakan Bahasa pemrograman Python. dan *framework* Flask pada sisi *backend* untuk memproses video *stream*, serta Vue.js pada sisi *frontend* untuk tampilan antarmuka pengguna. CCTV terhubung melalui protokol *Real-Time Streaming Protocol (RTSP)* untuk mendapatkan *feed* video secara langsung, kemudian data pose dianalisis menggunakan pustaka *Mediapipe*. Apabila terdeteksi manusia, sistem akan mengirimkan notifikasi otomatis ke Telegram melalui Bot API yang telah dikonfigurasi sebelumnya. Data notifikasi juga dapat dijadwalkan sesuai waktu yang telah ditentukan oleh pengguna.
- e. Sistem yang telah dibangun diuji dengan metode *black box* untuk memastikan semua fitur berjalan sesuai dengan fungsinya, seperti pengambilan *stream* RTSP, deteksi pose, dan pengiriman notifikasi Telegram.
- f. Setelah pengujian, dilakukan penarikan simpulan berdasarkan hasil evaluasi. Tahapan ini juga mencakup penyusunan laporan penelitian secara lengkap yang terdiri dari seluruh bab mulai dari pendahuluan hingga simpulan. Berikut peneliti berikan visual tahapan penelitian.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

3.2. Algoritma Sistem Keseluruhan



Gambar 2. Algoritma Sistem

Algoritma sistem diatas menjelaskan setiap alur dalam sistem yang dibangun. Memulai dengan mengakses video dan mengambil data stream melalui RTSP, membaca setiap frame, mengubah setiap frame ke RGB, menyesuaikan resolusi frame jika diperlukan. Setelah melakukan pre-prosesing selanjutnya deteksi gerakan manusia menggunakan metode *Pose Estimation*. *BlazePose* yang disediakan oleh pustaka *MediaPipe* yang dikembangkan oleh Google, dirancang untuk mendeteksi hingga 33 titik kunci (*keypoints*) pada tubuh manusia secara *real-time* dan akurat. Proses deteksi dilakukan terhadap citra video yang ditangkap dari kamera CCTV konvensional dan digunakan untuk menganalisis pose serta mendeteksi gerakan manusia.

pencocokan dilakukan melalui beberapa metode perhitungan berikut:

Mendeteksi perubahan posisi, digunakan rumus jarak *Euclidean* antar titik:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Analisis postur seperti membungkuk atau mengangkat tangan, digunakan rumus:

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{BA} \cdot \vec{BC}}{\|\vec{BA}\| \cdot \|\vec{BC}\|}\right)$$

Pose juga dapat dinyatakan dalam vektor, kemudian dibandingkan persamaan antar *frame* dengan *cosine similarity*:

$$\text{similarity} = \frac{A \cdot B}{\|A\| \cdot \|B\|}$$

Status Notifikasi: Hanya notifikasi dengan status *passive* yang diproses saat *stream* berlangsung. Notifikasi *active* dikirimkan oleh proses *background* terpisah, dan *nonactive* diabaikan. Sistem memverifikasi apakah waktu saat ini berada dalam rentang jadwal notifikasi yang aktif. Setiap notifikasi memiliki jeda waktu minimum antar pengiriman yang disebut *delayed* (dalam detik). Secara *default* diatur ke 300 detik (5 menit). Jika belum melewati waktu tersebut sejak pengiriman terakhir (*last_sent*), notifikasi tidak akan dikirim untuk mencegah spam.

Notifikasi dikirim melalui Telegram Bot API ke chat ID yang telah terdaftar. Pesan dikirim bersama dengan tangkapan layar (*snapshot*) dari *frame* deteksi. Setelah gambar berhasil dikirim ke Telegram, *file* gambar akan langsung dihapus secara otomatis dari sistem untuk menghemat ruang penyimpanan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembahasan Algoritma

Pembuktian bahwa sistem mampu mendeteksi keberadaan manusia melalui analisis pose tubuh, penulis melakukan simulasi perhitungan berdasarkan kutipan data yang dihasilkan aplikasi. Simulasi ini menggunakan parameter jarak *Euclidean* antara bahu kiri dan kanan, sudut persendian (siku kiri), serta nilai kemiripan arah vektor tubuh (*cosine similarity*) sebagai representasi pose parsial. Berikut adalah kutipan tabel hasil pengujian sistem:

Sistem mendeteksi adanya gerakan signifikan berdasarkan perbandingan pose dari dua *frame* berbeda (sebelum dan sesudah). Proses

Tabel 4. 1

Kutipan data hasil simulasi. Sumber Pribadi

No.	<i>Euclidean</i> jarak bahu kiri- kanan	Sudut siku kiri	<i>Cosine</i> <i>Similarity</i> (<i>Pose</i> <i>Partial</i>)	Hasil
1	131.14	127.37°	0.9946	<i>Not</i> <i>Detected</i>
2	151.49	146.83°	0.9422	<i>Not</i> <i>Detected</i>
3	142.89	178.84°	0.9841	<i>Detected</i>
4	147.00	154.29°	1.0000	<i>Detected</i>
5	145.50	162.96°	0.9999	<i>Detected</i>
6	72.67	152.55°	0.9454	<i>Not</i> <i>Detected</i>
7	99.30	151.47°	0.9583	<i>Detected</i>
8	91.55	151.71°	0.9583	<i>Detected</i>
9	93.80	156.42°	0.9478	<i>Detected</i>
10	106.25	156.56°	0.9480	<i>Detected</i>

Berdasarkan tabel tersebut, dilakukan simulasi perhitungan manual pada baris nomor 3 untuk memvalidasi kebenaran hasil pendeteksian:

- Validasi Titik Kunci Berdasarkan *Confidence Score*. Sistem terlebih dahulu memverifikasi
- apakah titik-titik kunci tubuh yang digunakan memiliki nilai *confidence score* di atas ambang batas. Dalam pengujian ini, digunakan ambang batas 0.5 (dari rentang 0.5 – 0.7) dan berdasarkan kutipan *input* data simulasi dari aplikasi sebagai berikut:

Tabel 4. 2

Kutipan data input. Sumber Pribadi

Nama Keypoint	Nomor Keypoint	Confidence (Pk)
Bahu Kiri	11	0.92
Bahu Kanan	12	0.95
Siku Kiri	13	0.90
Pergelangan Tangan Kiri	15	0.89

$P_k > \tau \Rightarrow$ semua titik valid karena $P > 0.5$

Terlihat seluruh data *keypoint* memiliki nilai di atas *threshold*, maka data dinyatakan valid dan dapat digunakan dalam perhitungan lebih lanjut.

c. Perhitungan Jarak *Euclidean* antar *Keypoint* (bahu kiri-kanan) Selanjutnya dilakukan perhitungan Jarak *Euclidean* berdasarkan kutipan data simulasi baris nomor 3.

Diketahui titik bahu kiri :

$$(x_1 = 300, y_1 = 250)$$

Diketahui titik bahu kanan:

$$(x_2 = 442.89, y_2 = 250)$$

Maka:

$$d = \sqrt{(442.89 - 300)^2 + (250 - 250)^2}$$

$$d = \sqrt{(142.89)^2 + (0)^2} = 142.89$$

d. Perhitungan sudut sendi

Diketahui bahu kiri (A) : (300,250)

Siku kiri (B) : (350,250)

Pergelangan tangan kiri (C) : (400,252)

Maka vektor $\vec{BA}$: (-50,0)

Vektor $\vec{BC}$: (50,2)

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{-2500}{50 \times 50.04} \right) \approx -0.9992$$

$$\theta = \cos^{-1} (-0.9992) \approx 178.84^\circ$$

e. Cosine Similarity (Pose Parsial)

Diketahui Bahu kiri $\rightarrow$ pinggul kiri: $\vec{v_1} = (0, 60)$

Bahu kanan $\rightarrow$ pinggul kanan: $\vec{v_2} = (10, 60)$

Maka :

$$\vec{v_1} \times \vec{v_2} = (0)(10) + (50)(60) = 3600$$

$$|\vec{v_1}| = \sqrt{0^2 + 60^2} = 60$$

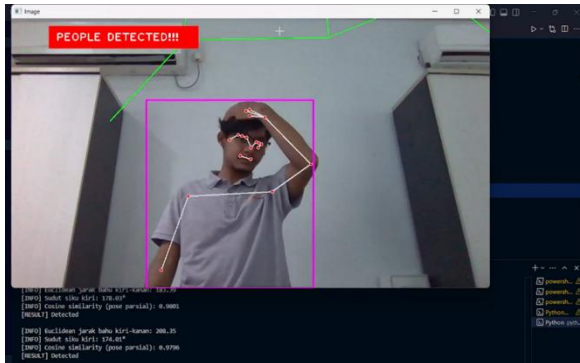
$$|\vec{v_2}| = \sqrt{10^2 + 60^2} = \sqrt{3700} \approx 60.83$$

$$\cos(\theta) = \frac{3600}{60 \times 60.83} \approx 0.9841$$

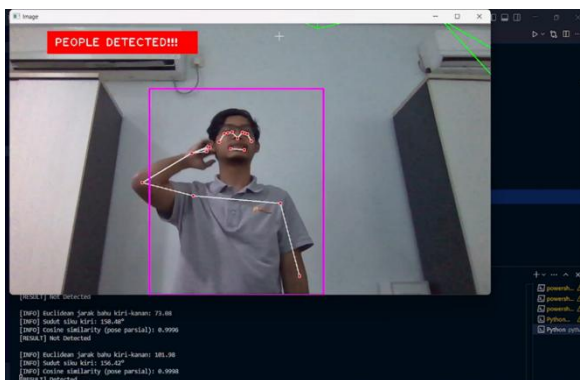
Nilai yang didapat sesuai dengan hasil cosine similarity.

4.2. Hasil Deteksi Pose Estimation

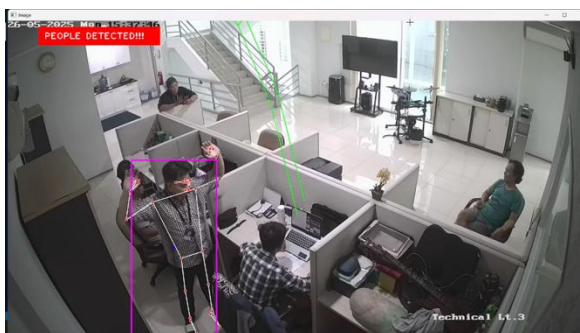
Gambar berikut merupakan hasil yang menunjukkan deteksi manusia pada saat CCTV menangkap pergerakan di area pengawasan.



Gambar 4.3 Hasil Deteksi 1. Sumber Pribadi



Gambar 4.4 Hasil Deteksi 2. Sumber Pribadi

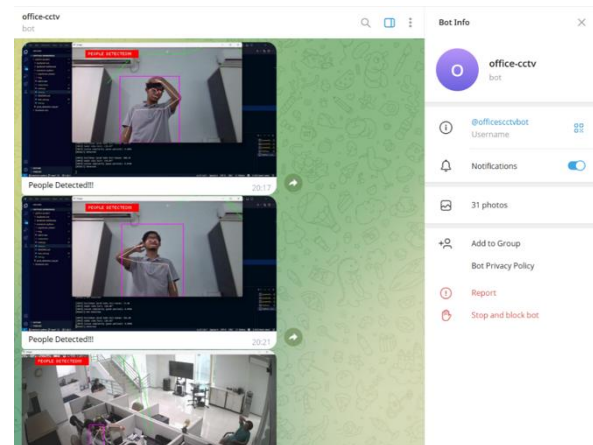


Gambar 4.5 Hasil Deteksi 3. Sumber Pribadi

Berdasarkan gambar tersebut, sistem berhasil mendeteksi sebagian dari 13 *keypoint* utama sesuai dengan model *pose estimation*. Posisi tubuh dikenali dari koordinat titik tubuh.

Berdasarkan hasil perhitungan, sistem menentukan bahwa individu tersebut terdeteksi sebagai manusia karena:

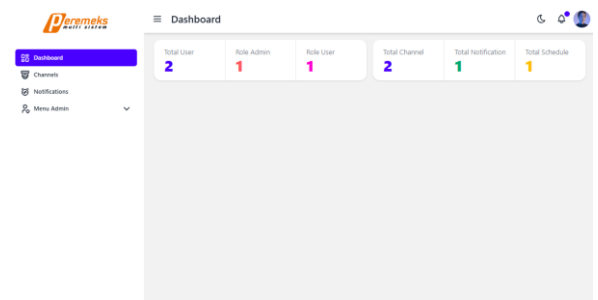
Jarak bahu dalam rentang normal (142.89 *piksel*). Sudut siku kiri berada dalam batas postur berdiri tegak dengan tangan cenderung menekuk sudut (178.84°). Kemiripan pose antara sisi kiri dan kanan tubuh tinggi atau mendekati 1 (*cosine similarity* 0.9841). Dari bukti perhitungan tersebut maka sistem selanjutnya akan memicu notifikasi ke Telegram sesuai jadwal yang telah ditentukan.



Gambar 4.5 Notifikasi Telegram . Sumber Pribadi

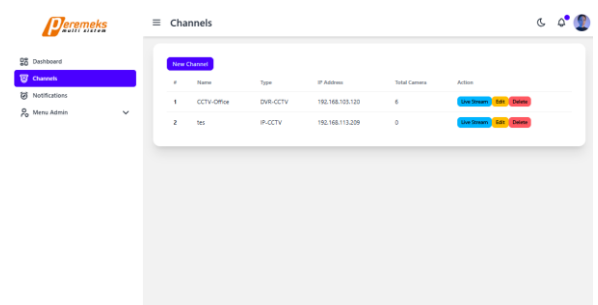
4.3. Tampilan Layar

1. Tampilan Dashboard



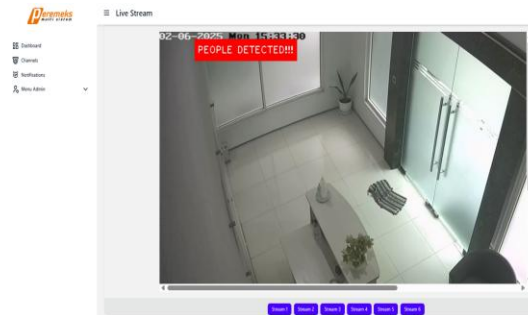
Gambar 4.6 Dashboard. Sumber Pribadi

2. Tampilan Menu Channels



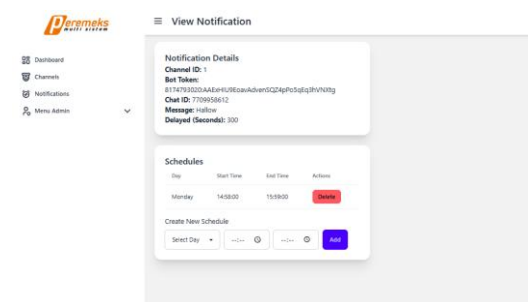
Gambar 4.7 Menu Channels. Sumber Pribadi

3. Tampilan Layar Live Stream



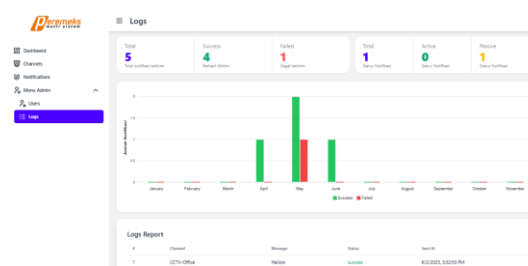
Gambar 4.8 Layar Live Stream. Sumber Pribadi

4. Tampilan Layar Detail Notifikasi



Gambar 4.9 Layar Detail Notifikasi . Sumber Pribadi

5. Tampilan Log Reports



Gambar 5. Layar Log Reports. Sumber Pribadi

4.4. Kelebihan dan Kelemahan Penelitian

Berikut adalah poin-poin yang dapat menjadi kelebihan dan kelemahan penelitian mengenai sistem CCTV berbasis IoT untuk mendeteksi keberadaan manusia menggunakan metode *Pose Estimation* serta integrasi notifikasi otomatis melalui platform Telegram:

1. Kelebihan.

- Sistem ini mampu mendeteksi keberadaan manusia secara otomatis dengan bantuan algoritma *Pose Estimation*, yang lebih akurat dibandingkan deteksi gerakan biasa karena fokus pada struktur tubuh manusia.
- Notifikasi dikirim secara *real-time* melalui Telegram ketika manusia terdeteksi, sehingga pengguna dapat segera mengetahui aktivitas di area

pengawasan tanpa harus terus-menerus memantau layar CCTV.

- Sistem dapat diintegrasikan dengan perangkat CCTV konvensional (baik IP-CCTV maupun DVR-CCTV) melalui protokol RTSP, tanpa perlu mengganti perangkat keras yang sudah ada.
- Dilengkapi fitur pengaturan jadwal dan *delay* notifikasi, sehingga pengguna bisa menghindari spam pesan dan mengatur waktu aktif sistem sesuai kebutuhan.
- Sistem menyediakan *dashboard* berbasis web dengan tampilan statistik, jumlah kanal, jumlah pengguna, serta grafik aktivitas, yang membantu dalam proses evaluasi dan pemantauan sistem secara keseluruhan.
- Memiliki manajemen pengguna dengan peran admin dan *user*, serta pengelolaan kanal secara dinamis, membuat aplikasi fleksibel dan aman digunakan di berbagai skenario lingkungan.

2. Kelemahan

- Deteksi masih memiliki potensi *false positive*, terutama saat mendeteksi objek seperti hewan (contohnya kucing) yang kadang terdeteksi sebagai manusia karena bentuk atau posisi gerakannya.
- Sistem mendeteksi keberadaan manusia tanpa membedakan tipe aktivitas (misalnya berlari, duduk, atau jatuh), sehingga semua aktivitas diperlakukan sama dan belum dapat memprioritaskan aktivitas yang mencurigakan secara spesifik.
- Akurasi deteksi sangat bergantung pada kualitas gambar dan pencahayaan. Dalam kondisi gelap atau ketika kamera memiliki resolusi rendah, sistem bisa gagal mendeteksi atau memberikan hasil yang tidak akurat.
- Sistem saat ini hanya mengirimkan peringatan melalui Telegram. Jika pengguna tidak aktif di platform tersebut, maka peringatan penting bisa saja tidak segera diketahui. Dan belum ada fitur menyimpan video secara otomatis, sehingga pengguna belum dapat meninjau Kembali rekaman langsung dari aplikasi.

5. KESIMPULAN

Berikut terdapat beberapa kesimpulan dari hasil penelitian terhadap Integrasi Notifikasi CCTV melalui Telegram Berbasis IoT Menggunakan Metode *Pose Estimation* pada PT Peremeks Multi Sistem, terlampir antara lain:

- Sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi keberadaan manusia secara otomatis dengan memanfaatkan metode *Pose Estimation (BlazePose)*, yang bekerja secara *real-time* pada video *streaming* dari

- CCTV konvensional melalui protokol RTSP. Deteksi dilakukan dengan mengenali *keypoints* tubuh manusia, seperti bahu, siku, dan pinggul.
2. Sistem berhasil diintegrasikan dengan Telegram Bot API, sehingga dapat mengirimkan notifikasi otomatis saat manusia terdeteksi di area pengawasan. Fitur notifikasi ini juga mendukung pengaturan jadwal dan *delay*, untuk menghindari pengiriman pesan yang berlebihan atau tidak relevan.
 3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi manusia dengan tingkat akurasi yang baik, meskipun masih terdapat potensi *false positive*, terutama terhadap objek yang menyerupai manusia (misalnya hewan peliharaan). Namun, melalui simulasi perhitungan manual seperti jarak *Euclidean*, sudut sendi, dan *cosine similarity*, sistem terbukti memiliki logika analisis yang sah dan dapat dijelaskan secara matematis.
 4. Solusi ini memberikan nilai tambah secara signifikan bagi lingkungan kerja PT Peremeks Multi Sistem, karena memungkinkan optimalisasi penggunaan perangkat CCTV lama tanpa perlu penggantian perangkat keras, serta memberikan peningkatan dalam efisiensi dan kecepatan respons keamanan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Astanta dkk., "PERAN CLOSED CIRCUIT TELEVISION (CCTV) DALAM MENINGKATKAN KEAMANAN DI KAMPUS STIE GANESHA," 2023.
- [2] A. F. R. Nogueira, H. P. Oliveira, dan L. F. Teixeira, "Markerless Multi-view 3D Human Pose Estimation: a survey," Jun 2025, doi: 10.1016/j.imavis.2025.105437.
- [3] B. Rachman, R. Suppa, dan A. A. H. Dani, "RANCANG BANGUN SMART LAMP MENGGUNAKAN NODEMCU BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 1, Jan 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5591.
- [4] B. C. Welsh, E. L. Piza, A. L. Thomas, dan D. P. Farrington, "Private Security and Closed-Circuit Television (CCTV) Surveillance: A Systematic Review of Function and Performance," *J Contemp Crim Justice*, vol. 36, no. 1, hlm. 56–69, Feb 2020, doi: 10.1177/1043986219890192.
- [5] R. A. Radouan Ait Mouha, "Internet of Things (IoT)," *Journal of Data Analysis and Information Processing*, vol. 09, no. 02, hlm. 77–101, 2021, doi: 10.4236/jdaip.2021.92006.
- [6] F. Susanto, N. Komang Prasiani, dan P. Darmawan, "IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI," Online, 2022. [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagine>
- [7] "Deep Learning-Based Pose Estimation for Dystonia Score Prediction."
- [8] Y. Xu, J. Zhang, Q. Zhang, dan D. Tao, "ViTPose: Simple Vision Transformer Baselines for Human Pose Estimation." [Daring]. Tersedia pada: <https://github.com/ViTAE-Transformer/ViTPose>.
- [9] I. Grishchenko dkk., "BlazePose GHUM Holistic: Real-time 3D Human Landmarks and Pose Estimation," Jun 2022, [Daring]. Tersedia pada: <http://arxiv.org/abs/2206.11678>
- [10] V. Bazarevsky, I. Grishchenko, K. Raveendran, T. Zhu, F. Zhang, dan M. Grundmann, "BlazePose: On-device Real-time Body Pose tracking," Jun 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://arxiv.org/abs/2006.10204>
- [11] M. Iqbal, M. Firmansyah, N. Suharto, dan Y. H. Prasetyo, "RTSP and HTTP Protocol Analysis for Streaming Services on Manet Networks in State Polytechnic of Malang," *Journal of Telecommunication Network*, vol. 12, no. 3, 2022.
- [12] A. Darius Govindasamy, "GETTING RTSP TO WORK NATIVELY IN THE BROWSER," 2022.
- [13] "13.Optimalisasi Sistem Informasi Melalui Penambahan Fitur Notifikasi Sebagai Upaya Peningkatan Jumlah Kenaikan Pangkat Pegawai".
- [14] R. Parlika, H. Khariono, H. A. Kusuma, dan A. Setyawan, "JIP (Jurnal Informatika Polinema) PEMANFAATAN BOT TELEGRAM SEBAGAI E-LEARNING UJIAN BERBASIS FILE".
- [15] H. A. Kusuma, S. B. Wijaya, dan D. Nusyirwan, "SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS ESP32-CAM DAN TELEGRAM SEBAGAI NOTIFIKASI," *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 8, no. 1, hlm. 30, Jun 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.1.2291.