
PENGEMBANGAN ALAT TES KESAMAPTAAN TNI/POLRI BERBASIS TEKNOLOGI COMPUTER VISION DAN IOT DENGAN METODE POSE ESTIMATION MENGGUNAKAN PYTHON

Aditya Lapu Kalua¹⁾, Jaidun Ramadhan Kaplale²⁾, Natassya Klarissa Ribka Mapalie³⁾,
Irfah Syagitsyah Iriansu⁴⁾, Eliasta Ketaren⁵⁾

Program Studi Sistem Informasi,

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus Unsrat, Bahu-Kleak, Manado

email: adityalapu.kalua@unsrat.ac.id¹⁾, jaidunkaplale106@student.unsrat.ac.id²⁾,
natassyamapalie106@student.unsrat.ac.id³⁾, irfahiriansu106@student.unsrat.ac.id⁴⁾, eliasketaren@unsrat.ac.id⁵⁾

Abstrak

Alat tes kesamaptaan fisik TNI/Polri saat ini masih dilakukan secara manual oleh instruktur/pelatih. Hal ini berpotensi pada kesalahan perhitungan dan subjektivitas penilaian. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat tes sistem kesamaptaan TNI/Polri yang dapat secara otomatis mendeteksi dan menganalisis gerakan fisik. Metode yang digunakan adalah memanfaatkan teknologi computer vision dan Internet of Things dengan menerapkan metode pose estimation berbasis Python. Sistem ini akan mendeteksi setiap kali gerakan push up, pull up, dan sit up dilakukan dan secara otomatis menghitung jumlah repetisinya. Dengan demikian para peserta olahraga dapat melakukan latihan fisik dengan jumlah repetisi yang sesuai target dan dengan form yang benar. Sistem ini diharapkan dapat mencegah kecurangan saat penilaian jumlah repetisi, serta menjadi asisten yang berguna bagi pelatih dan atlet dalam memantau apakah gerakan yang sudah benar atau belum. Pengembangan sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi serta mendorong penerapan teknologi yang lebih interaktif dan efektif dalam dunia berolahraga.

Kata Kunci: Computer Vision Internet of Things Machine Learning Pose Estimation Samapta.

1. Pendahuluan

TNI dan Polri merupakan institusi pertahanan dan keamanan negara yang sangat membutuhkan personel dengan tingkat kebugaran dan kekuatan fisik yang prima. Salah satu syarat agar bisa lolos menjadi anggota TNI/Polri adalah lulus dalam tes kesamaptaan jasmani. tes kesamaptaan jasmani TNI/Polri saat ini masih dilakukan secara manual, padahal kesehatan dan kebugaran jasmani sangat penting bagi anggota TNI/Polri dalam menjalankan tugas serta tanggung jawab mereka. Kesehatan jasmani merupakan olahraga tubuh untuk melakukan berbagai kegiatan tanpa mengalami kelelahan [1]. Latihan beban tubuh atau body weight exercise merupakan salah satu jenis olahraga yang sangat populer dan mudah dilakukan, contohnya adalah push up, pull up dan sit up. Jenis gerakan tersebut cukup efektif membentuk otot dan meningkatkan kekuatan tanpa memerlukan alat selain tubuh kita sendiri. Namun terkadang sulit bagi peserta olahraga untuk menghitung jumlah repetisi atau pengulangan gerakan yang telah dilakukan apakah sudah benar sesuai form atau belum. Tidak sedikit peserta olahraga yang melakukan gerakan dengan form yang tidak benar sehingga dapat menimbulkan cedera. Untuk memudahkan perhitungan repetisi atau pengulangan pada gerakan push up, pull up dan sit up diperlukan alat bantu hitung berupa sistem perkembangan teknologi.

Perkembangan teknologi computer vision dan IoT saat ini telah memungkinkan otomatisasi proses monitoring latihan fisik. Penerapan computer vision dengan metode pose estimation dapat digunakan untuk mendeteksi gerakan tubuh saat melakukan push up, pull up, dan sit up. Sistem dapat mendeteksi setiap kali gerakan push up, pull up maupun sit up dilakukan dan secara otomatis menghitung jumlah repetisinya. peserta olahraga dapat melakukan latihan dengan jumlah repetisi dengan form yang benar dan sesuai target. Berat badan seseorang dapat mempengaruhi kualitas gerakan push up pada jangkauan tangan dan tinggi duduk tegak. Untuk push up, pada saat gerakan dilakukan dada harus menyentuh lantai atau alas dengan syarat posisi dada harus lebih rendah dari pada bahu dalam melakukan push up kemudian kembali lagi ke posisi awal seolah-olah sedang mendorong gravitasi sehingga tubuh kembali ke posisi di atas [2]. Sehingga, tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun alat tes sistem kesamaptaan TNI/Polri yang dapat secara otomatis mendeteksi dan menganalisis gerakan fisik serta memanfaatkan teknologi computer vision dan IoT pada alat tes sensor kesamaptaan. Selain itu, menerapkan metode pose estimation berbasis Python pada alat tes sensor dan menguji akurasi alat tes sensor kesamaptaan TNI/Polri berbasis computer vision dan IoT dengan metode pose estimation. Dalam penelitian ini, analisis data gerakan fisik dibatasi hanya dari 1 orang subjek dalam satu waktu. Diharapkan penelitian ini dapat berkontribusi

dalam pengembangan teknologi tes kesamaptaan yang lebih akurat dan efisien untuk TNI/Polri. Selain untuk memastikan apakah gerakan pull up, push up dan sit up dilakukan dengan form yang benar, sistem ini juga diharapkan dapat mencegah kecurangan saat penilaian jumlah repetisi atau pengulangan yang sering kali kurang cermat yang dapat merugikan atlet atau peserta olahraga yang berlatih atau sedang dalam perlombaan serta dapat berguna sebagai alat penilaian profesional untuk memantau gerakan peserta olahraga ataupun peserta perlombaan.

2. Landasan Teori

SAMAPTA

Tes kesamaptaan jasmani adalah alat untuk mengukur kemampuan fisik prajurit, pegawai negeri sipil, dan calon prajurit. Tes ini terdiri dari dua bagian: baterai kesamaptaan "A" berupa lari 12 menit, dan baterai kesamaptaan "B" yang meliputi tes shuttle run, push up, sit up, dan pull up bagi pria, serta chinning modifikasi sit up, modifikasi shuttle run, dan push up bagi wanita. Latihan pull up dilakukan dengan bergantung pada tiang vertikal dan menarik badan hingga dagu melewati tiang. Sit up dilakukan dengan posisi tidur dan bangun, berusaha mencium lutut. Push up dilakukan dalam posisi telungkup dengan gerakan naik turun, menggunakan tangan dan kaki sebagai tumpuan, dengan perbedaan tumpuan pada pria (ujung kaki) dan wanita (lutut) [3].

Internet of Things

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 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 [4].

Python

Bahasa pemrograman Python mampu secara linguistik, menggabungkan fitur dan sintaks pemrograman yang bersih dengan kemampuan perpustakaan standar yang cukup besar dan luas. Pemrograman Bahasa Python difokuskan untuk digunakan dalam menganalisis data, visualisasi data, membuat dan mengembangkan AI [5].

Machine Learning

Mesin cerdas akan secara bertahap maju dan meningkatkan kemampuan manusia di berbagai bidang. Seiring berlalunya waktu, mesin pintar atau cerdas perlahan-lahan akan menggantikan dan meningkatkan kemampuan manusia di berbagai bidang. Kecerdasan yang ditunjukkan oleh mesin biasanya disebut dengan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) yang merupakan bagian dari ilmu komputer [6].

Artificial Intelligence

Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/AI) adalah bidang studi yang mencakup pengembangan komputer dan sistem yang mampu meniru dan melakukan tugas-tugas yang membutuhkan kecerdasan manusia, seperti pengenalan wajah, bahasa alami, pengambilan keputusan, dan pembelajaran. AI mencakup berbagai teknik seperti machine learning, deep learning, dan neural networks [7].

Pose Estimation

Human pose estimation merupakan estimasi bagian-bagian tubuh manusia terutama letak sendi- sendi yang akan dihubungkan sehingga membentuk kerangka manusia yang diambil oleh sensor sensor seperti video dan gambar [8].

Computer Vision

Computer Vision adalah cabang ilmu komputer yang berfokus pada bagaimana komputer dapat menganalisis dan memahami citra atau video dengan cara yang mirip dengan kemampuan manusia dalam melihat dan memahami objek. Algoritma pengenalan citra digunakan dalam bidang ini untuk mengekstrak informasi yang berguna dari input citra. Salah satu algoritma utama dalam computer vision adalah You Only Look Once (YOLO), yang digunakan untuk mendeteksi objek dan mengenali bagian-bagian tubuh yang relevan dalam citra atau video secara real-time. Algoritma ini memungkinkan sistem untuk secara langsung memprediksi bounding box dan probabilitas kelas dari keseluruhan gambar, yang sangat penting dalam proses analisis gerakan tubuh [9].

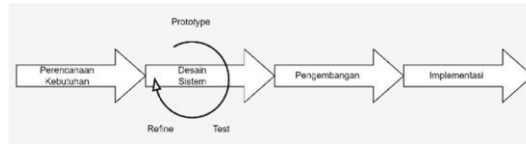
You Only Look Once (YOLO)

You Only Look Once (YOLO) merupakan algoritma deteksi objek real-time yang mampu memprediksi bounding box dan probabilitas kelas secara langsung dari keseluruhan gambar dalam satu kali proses evaluasi. YOLO v2, sebagai salah satu versi pengembangannya, membagi gambar masukan menjadi grid dan menghasilkan prediksi bounding box serta probabilitas kelas untuk setiap sel grid. Algoritma ini memanfaatkan anchor boxes

untuk mengidentifikasi wilayah objek potensial, dimana setiap bounding box direpresentasikan oleh lima parameter utama yaitu koordinat titik sudut kiri atas (x, y), lebar (w), tinggi (h), serta confidence score yang mencerminkan tingkat kepastian bahwa wilayah tersebut mengandung objek. [11]

Metode Rapid Application Development (RAD)

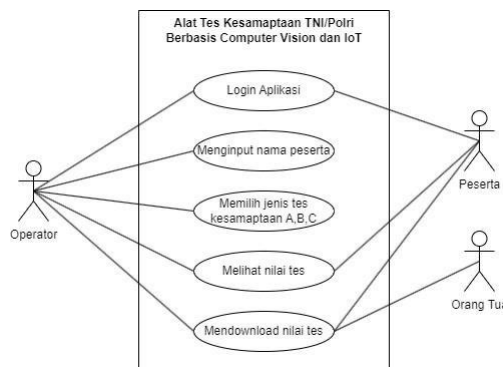
Rapid Application Development (RAD) adalah sebuah pendekatan pengembangan perangkat lunak yang bertujuan untuk mempercepat proses pengembangan dengan memprioritaskan siklus iteratif dan pengembangan prototipe yang cepat. Berbeda dengan pendekatan tradisional seperti Metode Waterfall, RAD fokus pada pengembangan yang adaptif dan responsif terhadap perubahan kebutuhan bisnis dan pengguna [10]. Metode RAD digambarkan dengan diagram pada gambar 1:



Gambar 1. Diagram Metode Rapid Application Development

Use Case Diagram

Use Case diagram menggambarkan keseluruhan sistem aplikasi secara umum, menjelaskan tentang tampilan umum dari aplikasi, menu dan sub-menu yang ada di aplikasi. Interaksi pengguna dengan aplikasi Tes Kesamaptan TNI/Polri dapat digambarkan oleh use case diagram yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Use Case Diagram

3. Metode Penelitian

Pengembangan alat tes kesamaptan TNI/Polri berbasis teknologi Computer Vision dan IoT dengan metode Pose Estimation menggunakan Python dapat memanfaatkan pendekatan Rapid Application Development (RAD). Metode RAD cocok diterapkan dalam proyek ini karena memungkinkan pengembangan cepat melalui iterasi dan prototyping. Dengan RAD, setiap tahap pengembangan dapat disesuaikan dan diperbaiki berdasarkan umpan balik dari pemangku kepentingan dan pengguna, sehingga menghasilkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan instansi TNI/Polri secara lebih cepat dan efektif.

1. Perencanaan Kebutuhan Awal:

Pada tahap ini, tim pengembang bersama dengan pihak TNI/Polri melakukan identifikasi awal terhadap jenis tes kesamaptan yang akan diotomatisasi (misalnya, lari, push-up, sit-up), serta menentukan metrik yang akan diukur (seperti jumlah repetisi atau postur tubuh). Kebutuhan ini dirumuskan secara umum untuk memberikan ruang bagi iterasi dan penyesuaian pada tahap berikutnya.

2. Desain Prototipe Awal:

Prototipe awal dibuat menggunakan Python dan teknologi Pose Estimation. Pada tahap ini, sistem dasar yang dapat mengenali gerakan tubuh peserta tes diimplementasikan dengan menggunakan library seperti OpenCV dan TensorFlow untuk mendeteksi pose. Sensor IoT diintegrasikan untuk memantau parameter fisik tambahan seperti kecepatan dan intensitas gerakan. Prototipe ini tidak harus sempurna, tetapi harus cukup fungsional untuk mendapatkan umpan balik awal dari pengguna.

3. Iterasi dan Umpan Balik:

Prototipe diuji pada sejumlah peserta tes, dan umpan balik dari pengguna serta pemangku kepentingan (misalnya, instruktur fisik atau penguji) dikumpulkan. Berdasarkan masukan ini, pengembang melakukan perubahan dan perbaikan pada sistem, baik dari sisi akurasi pengenalan gerakan, integrasi sensor IoT, maupun kemudahan penggunaan antarmuka. Proses ini dilakukan secara berulang hingga sistem berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan instansi.

4. Pengembangan Lebih Lanjut dan Penyesuaian:

Setelah beberapa iterasi dan prototipe yang diperbarui, sistem mulai berkembang lebih lanjut dengan menambahkan fitur-fitur penting, seperti penghitungan otomatis jumlah repetisi, deteksi postur tubuh yang

salah, atau laporan evaluasi real-time. Teknologi IoT diperhalus untuk memberikan data tambahan yang lebih akurat, dan antarmuka pengguna diperbaiki untuk memudahkan pengoperasian oleh instruktur atau penguji.

5. Finalisasi Sistem:

Setelah pengembangan dan iterasi yang cukup, sistem disempurnakan dan difinalisasi. Pada tahap ini, semua fitur dan komponen yang telah diuji dan disetujui oleh pemangku kepentingan diimplementasikan ke dalam sistem penuh. Sistem pose estimation untuk deteksi gerakan dan sensor IoT untuk pengukuran fisik lainnya telah berfungsi secara optimal, siap untuk digunakan dalam tes kesamaptaan resmi.

6. Implementasi dan Pemeliharaan:

Sistem diimplementasikan secara penuh dalam tes kesamaptaan TNI/Polri. Namun, karena RAD memungkinkan fleksibilitas, sistem dapat terus diperbaiki dan diperbarui seiring dengan kebutuhan baru yang mungkin muncul di masa depan. Tim pengembang akan tetap menyediakan dukungan teknis dan pemeliharaan berkelanjutan untuk memastikan sistem tetap relevan dan efisien.

Dengan menggunakan metode RAD, sistem ini dapat disesuaikan dengan cepat terhadap perubahan kebutuhan TNI/Polri. RAD memungkinkan pengembangan yang lebih adaptif, di mana umpan balik dari pengguna langsung diterapkan dalam pengembangan sistem. Hal ini memungkinkan alat tes kesamaptaan berbasis teknologi Computer Vision dan IoT tersebut berfungsi secara optimal sesuai dengan standar fisik yang diharapkan oleh TNI/Polri, sekaligus memodernisasi dan mempercepat proses evaluasi fisik secara keseluruhan.

4. Hasil Penelitian

Pemodelan sistem ini bertujuan untuk mengidentifikasi posisi tubuh yang benar saat melakukan tes push up, pull up, dan sit up. Pengguna perlu mengatur posisi kamera dengan cermat untuk menangkap gerakan tubuh secara optimal, dengan memperhatikan ketinggian, jarak, dan pencahayaan. Setelah kamera disiapkan, sistem menggunakan algoritma pengenalan citra untuk mendeteksi bagian-bagian tubuh pengguna dan menganalisis gerakan berdasarkan landmark yang telah ditentukan. Posisi tubuh yang dikenali kemudian divalidasi, memastikan bahwa gerakan yang dilakukan sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan: tubuh tetap lurus pada push up, dagu melewati palang pada pull up, dan punggung menyentuh lantai pada sit up. Setiap gerakan yang valid akan dihitung sebagai satu repetisi, dengan sistem yang dirancang untuk menghindari duplikasi hitungan. Setelah tes selesai, hasil akhir berupa jumlah repetisi yang valid akan ditampilkan, disertai dengan umpan balik terkait kualitas gerakan. Untuk pemahaman yang lebih baik, rincian sistem ini akan dilengkapi dengan diagram alur pada Gambar 3, yang menggambarkan interaksi antar komponen sistem.



Gambar 3. Gambaran Umum Sistem

Pengaturan posisi kamera merupakan langkah awal yang krusial dalam sistem ini, di mana pengguna diminta menempatkan kamera pada sudut yang optimal agar dapat menangkap seluruh gerakan tubuh saat melakukan tes push up, pull up, atau sit up. Untuk push up dan sit up, kamera harus ditempatkan sejajar dengan tubuh pengguna agar dapat melihat apakah tubuh tetap lurus dan posisi tangan serta kaki benar, sedangkan untuk pull up, kamera sebaiknya diletakkan sedikit lebih tinggi dan mengarah ke bawah agar dapat menangkap gerakan lengan dan tubuh bagian atas dengan jelas. Selain itu, penting untuk memastikan pencahayaan yang memadai untuk meningkatkan kontras antara pengguna dan latar belakang, sehingga sistem dapat mengenali objek dengan lebih baik, karena pengaturan yang tepat sangat berpengaruh terhadap akurasi pengenalan gerakan.

Setelah posisi kamera diatur, sistem memulai proses pengenalan objek, yaitu tubuh pengguna, dengan menggunakan algoritma pengenalan citra berbasis kecerdasan buatan untuk mendeteksi bagian-bagian tubuh. Proses ini mencakup pembagian tubuh menjadi beberapa titik pengamatan (landmarks) seperti kepala, bahu, siku, lutut, dan kaki, serta penggunaan teknik pemrosesan citra untuk membedakan antara tubuh pengguna dan latar belakang, memastikan objek utama terdeteksi dengan jelas. Dalam laporan kemajuan penelitian, metode yang digunakan untuk pelatihan model pengenalan citra akan dijelaskan, termasuk dataset yang digunakan, jumlah iterasi pelatihan, dan parameter evaluasi model, serta hasil dari pengujian awal yang menunjukkan efektivitas sistem dalam mengenali pengguna.

Setelah proses pengenalan, sistem akan memvalidasi posisi tubuh pengguna berdasarkan standar gerakan yang benar untuk setiap jenis tes fisik. Kriteria spesifik yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut: untuk push up, tubuh harus tetap lurus dari kepala hingga kaki dengan penurunan hingga siku membentuk sudut 90 derajat; untuk pull up, dagu harus melewati palang saat menarik tubuh ke atas, dan lengan harus sepenuhnya lurus saat menurunkan tubuh; serta untuk sit up, pengguna harus memulai dari posisi berbaring dengan punggung menyentuh lantai dan mengangkat tubuh hingga duduk dengan siku mendekati lutut. Evaluasi dalam laporan akhir penelitian akan menunjukkan seberapa baik sistem dapat mendeteksi dan memvalidasi posisi tubuh pengguna, termasuk analisis kesalahan yang sering terjadi dan dampaknya terhadap penghitungan repetisi.

Setiap gerakan yang divalidasi sebagai benar akan dihitung sebagai satu repetisi, dan sistem dirancang untuk secara otomatis menambahkan hitungan repetisi berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Keakuratan sistem dalam menghitung repetisi sangat penting untuk memberikan umpan balik yang akurat kepada pengguna, di mana sistem akan mencatat setiap kali pengguna melakukan gerakan yang sesuai, dan gerakan yang tidak memenuhi kriteria tidak akan dihitung. Laporan kemajuan akan menyertakan analisis performa sistem dalam menghitung repetisi, mencakup jumlah total yang dihitung, kesalahan penghitungan, serta rekomendasi untuk perbaikan di masa mendatang.

Setelah menyelesaikan tes, sistem akan menampilkan hasil berupa jumlah repetisi yang valid untuk setiap jenis gerakan. Penyajian hasil ini dapat dilakukan dalam bentuk tampilan real-time, di mana pengguna dapat melihat jumlah repetisi saat latihan, dan laporan akhir yang mencakup analisis performa serta umpan balik yang bermanfaat, seperti kesalahan umum yang perlu diperbaiki dan rekomendasi untuk latihan berikutnya. Dalam laporan akhir, bagian ini akan mencakup hasil analisis statistik terkait efektivitas latihan dan peningkatan yang dapat diharapkan pengguna dari sistem.

Penjabaran sistem ini, lengkap dengan semua elemen di atas, akan disertakan dalam laporan kemajuan penelitian, menggambarkan setiap langkah pengembangan sistem dari pengaturan kamera hingga penyajian hasil. Pada laporan akhir, penjelasan ini akan diperluas untuk mencakup metodologi yang digunakan dalam pengembangan sistem, hasil pengujian yang menunjukkan keakuratan dan efektivitas sistem, serta rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut berdasarkan umpan balik dari pengguna dan hasil analisis yang telah dilakukan. Dengan demikian, penjabaran sistem ini tidak hanya menjadi bagian dari laporan kemajuan penelitian, tetapi juga membentuk fondasi penting dalam laporan akhir yang mendokumentasikan kontribusi sistem terhadap peningkatan teknik latihan fisik.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Alat tes kesamaptaan TNI/Polri berbasis teknologi computer vision dan IoT dengan metode pose estimation menggunakan Python berhasil dirancang dan dikembangkan. Sistem ini mampu secara otomatis mendeteksi, menganalisis, dan menghitung repetisi gerakan push up, pull up, dan sit up dengan akurasi tinggi. Penerapan teknologi ini terbukti efektif dalam meningkatkan objektivitas dan efisiensi proses penilaian tes fisik TNI/Polri, sekaligus memastikan ketepatan form gerakan untuk mencegah cedera. Integrasi teknologi computer vision, IoT, dan pose estimation dalam konteks tes kesamaptaan TNI/Polri merupakan inovasi baru yang berkontribusi signifikan dalam meningkatkan standar dan kualitas penilaian fisik di lingkungan TNI/Polri.

6. Daftar Pustaka

- [1] Arjuna DN, Nawawi I, Setyowati I. Sistem Penghitung Pull Up Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Atmega16. *Theta Omega: Journal Of Electrical Engineering, Computer And Information Technology*. 2020 Oct 30;1(2):24-30.
- [2] Rosadi D, Hardiansyah L, Rusdiana A. Pengembangan Teknologi Alat Ukur Push Up Berbasis Microcontroller Dengan Sensor Ultrasonic. *JTIKOR (Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan)*. 2018 Jun;3(1):34-8.
- [3] Astuti F, Capritasari R, Sumego M, Hardjanto TE. Analisis Hasil Tes Kesamaptaan Jasmani Peserta Seleksi Calon Bintara Tenaga Kesehatan TNI AU Alumni Poltekkes TNI AU Adsutjipto Yogyakarta. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*. 2023 Mar 14;3(2):426-36.
- [4] Efendi Y. Internet of Things (IOT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry PI berbasis mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*. 2018 Sep 1;4(2):21-7.
- [5] Normalisa N, Rachmaniar A, Diana D, Saefudin M, Parulian R. Application Of Computer Vision Detection Of Apples And Oranges Using Python Language. *JISICOM (Journal of Information System, Informatics and Computing)*. 2022 Dec 5;6(2):455-66.
- [6] Roihan A, Sunarya PA, Rafika AS. Pemanfaatan machine learning dalam berbagai bidang. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*. 2020;5(1):490845.
- [7] Rifky S. Dampak penggunaan artificial intelligence bagi pendidikan tinggi. *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*. 2024 Feb 2;2(1):37-42.

- [8] Steven G, Liliana L, Purbowo AN. Penerapan 3D human pose estimation indoor area untuk motion capture dengan menggunakan YOLOv4-Tiny, EfficientNet simple baseline, dan VideoPose3D. *Jurnal Infra*. 2022 Aug 29;10(2):191-7.
- [9] Ramadan AK, Budilaksono S. Rancang Bangun Aplikasi Deteksi Objek Untuk Menghitung Jumlah Pengunjung Restoran Berbasis Computer Vision. *IKRA-ITH Informatika: Jurnal Komputer dan Informatika*. 2023;7(1).
- [10] Seputra HS, Kardian AR. Implementasi Metode Rapid Application Development (RAD) untuk Virtual Class pada SMAN 14 Bekasi Berbasis Web: Array. *Jurnal Ilmiah Komputasi*. 2020 Sep 15;19(1):69-82.
- [11] Deng, J., Lu, Y., & Lee, V. C.-S. (2020). Imaging-based crack detection on concrete surfaces using You Only Look Once network. *Structural Health Monitoring*, 147592172093848. doi:10.1177/1475921720938486