



Integrasi Metode Viola-Jones dan Algoritma Pelabelan untuk Akurasi Deteksi Objek Manusia

Ardi Wijaya¹, Bima Satria Yudha², Yovi Apridiansyah³, Nuri David Maria Veronika⁴

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Indonesia, 38119. Jl. Bali, Kp. Bali, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu, Bengkulu 38119.

*Penulis Korespondensi, Email: bimayudha90@gmail.com

Abstrak- Deteksi gerakan merupakan elemen krusial dalam sistem pengawasan modern untuk menjamin keamanan optimal. Namun, tantangan utama muncul dalam hal keakuratan deteksi objek di berbagai kondisi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi deteksi objek dengan memanfaatkan metode Viola-Jones dan algoritma pelabelan. Metode Viola-Jones diterapkan untuk deteksi wajah sebagai langkah awal identifikasi objek manusia, sedangkan algoritma pelabelan digunakan untuk memperbaiki dan memvalidasi hasil deteksi secara lebih rinci. Eksperimen dilakukan dengan menganalisis 15 video yang merekam berbagai kondisi, termasuk dalam ruangan, luar ruangan, dan malam hari. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi kedua metode ini berhasil meningkatkan akurasi deteksi objek; dari 15 video, 11 menghasilkan deteksi yang akurat, sementara hanya 4 yang tidak tepat. Metrik evaluasi kinerja sistem, yaitu Precision, Recall, dan Accuracy, menunjukkan tingkat Precision sebesar 73.33%, Recall mencapai 100%, dan Accuracy sebesar 73.33%. Perhitungan manual menghasilkan tingkat Accuracy yang lebih tinggi, yakni 91.77%. Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa kombinasi metode Viola-Jones dan algoritma pelabelan secara signifikan meningkatkan akurasi deteksi objek dalam berbagai kondisi. Dengan Recall yang sempurna dan tingkat akurasi yang tinggi, meskipun Precision masih memerlukan perbaikan, penelitian ini menawarkan solusi efektif untuk tantangan deteksi gerakan dalam sistem pengawasan modern dan membuka peluang untuk pengembangan metode deteksi yang lebih canggih di masa depan.

Kata Kunci: Deteksi objek; viola jones; pelabelan; video; akurasi.

Abstract- Motion detection is a crucial element in modern surveillance systems to ensure optimal security. However, a major challenge arises in terms of the accuracy of object detection under various environmental conditions. This study aims to enhance object detection accuracy by utilizing the Viola-Jones method and labeling algorithms. The Viola-Jones method is implemented for face detection as an initial step in human object identification, while the labeling algorithm is employed to refine and validate detection results in greater detail. Experiments were conducted by analyzing 15 videos capturing different conditions, including indoor, outdoor, and nighttime scenarios. The results demonstrate that the combination of these two methods significantly improves object detection accuracy; of the 15 videos, 11 yielded accurate detections, while only 4 produced incorrect results. Performance evaluation metrics, namely Precision, Recall, and Accuracy, indicated a Precision rate of 73.33%, a perfect Recall of 100%, and an Accuracy rate of 73.33%. Manual calculations yielded a higher Accuracy rate of 91.77%. This study concludes that the combination of the Viola-Jones method and labeling algorithms significantly enhances object detection accuracy across various conditions. With perfect Recall and high Accuracy, although Precision still requires improvement, this research provides an effective solution to the challenges of motion detection in modern surveillance systems and opens the door for the development of more advanced detection methods in the future.

Keywords: Motion detectio; viola jone; labelling; video, accuracy.

1. PENDAHULUAN

Deteksi objek manusia merupakan salah satu bidang penelitian yang penting dalam visi komputer dan pengolahan citra, dengan aplikasi yang luas seperti pengawasan keamanan, interaksi manusia-komputer, dan analisis video[1]. Aplikasi dari teknologi ini sangat luas, meliputi pengawasan keamanan, interaksi manusia-komputer, dan analisis video. Di antara berbagai metode yang ada, metode Viola-Jones telah dikenal luas sebagai algoritma yang efektif untuk deteksi wajah manusia, berkat kecepatan dan akurasi yang ditawarkannya. Namun, meskipun metode ini memiliki banyak keunggulan, tantangan masih tetap ada, terutama dalam menghadapi variasi pencahayaan, posisi, dan ekspresi wajah yang berbeda, meskipun memiliki keunggulan tersebut, metode ini menghadapi tantangan tertentu, terutama dalam menghadapi variasi pencahayaan, posisi, dan ekspresi wajah yang bervariasi. Ketidakkampuan metode Viola-Jones untuk menangani kondisi lingkungan yang bervariasi mengarah pada kebutuhan untuk meningkatkan keakuratan deteksi objek manusia. Dalam konteks ini, pelabelan data menjadi penting. Pelabelan adalah proses memberikan label atau kelas pada data yang dapat digunakan untuk identifikasi

atau klasifikasi. Integrasi algoritma pelabelan dengan metode Viola-Jones menawarkan potensi yang signifikan untuk meningkatkan akurasi deteksi. Pendekatan ini diharapkan dapat mengatasi kelemahan-kelemahan yang ada pada metode Viola-Jones murni, dengan meningkatkan ketahanan terhadap variasi kondisi lingkungan dan memperbaiki kemampuan deteksi dalam situasi yang lebih kompleks.

Deteksi objek manusia merupakan bagian penting dalam aplikasi teknologi modern, seperti sistem keamanan dan pengawasan video. Kemampuan untuk mendeteksi pergerakan manusia secara akurat dan efisien sangat krusial dalam meningkatkan kinerja dan fungsi dari sistem yang menggunakan analisis video, seperti sistem monitoring.[2]. Sistem monitoring adalah salah satu aplikasi pendeteksi objek yang dapat mengidentifikasi atau menginformasikan objek pada suatu citra yang bergerak.

Pelabelan adalah proses memberikan label atau kelas pada data, yang digunakan untuk mengidentifikasi atau mengklasifikasikan data[3]. Integrasi algoritma pelabelan dengan metode *Viola-Jones* menawarkan potensi untuk meningkatkan akurasi deteksi dengan memanfaatkan kekuatan dari kedua pendekatan tersebut. Pendekatan ini diharapkan dapat memperbaiki kelemahan-kelemahan yang ada pada metode *Viola-Jones* murni, seperti meningkatkan pengujian terhadap variasi kondisi lingkungan dan meningkatkan kemampuan deteksi objek pada situasi yang lebih kompleks. Metode *Viola-Jones* dinilai relative lebih akurat, cepat, serta efisien. Metode *Viola-Jones* adalah teknik yang sangat terkenal dan banyak digunakan dalam deteksi objek, khususnya untuk deteksi wajah dalam gambar dan video. Dikenalkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001, metode ini menawarkan pendekatan yang efisien dan efektif dengan memanfaatkan serangkaian fitur yang sederhana dan proses pelatihan yang terstruktur. Metode ini mengandalkan tiga komponen utama: fitur *Haar-like*, *integral image*, dan *classifier* berbasis *AdaBoost*.

Fitur Haar-like adalah fitur yang digunakan untuk menangkap perbedaan kontras antara area yang berbeda dalam gambar. Fitur ini diukur dengan menggunakan *integral image*, sebuah representasi gambar yang memungkinkan perhitungan fitur Haar-like secara cepat. *AdaBoost*, di sisi lain, adalah teknik pembelajaran mesin yang digunakan untuk menggabungkan beberapa *classifier* lemah menjadi satu *classifier* yang kuat. Dengan memanfaatkan ketiga komponen ini, metode *Viola-Jones* mampu melakukan deteksi objek dengan kecepatan tinggi dan tingkat akurasi yang memadai.

Meskipun metode ini telah terbukti efisien, masih terdapat kelemahan dalam menghadapi variasi besar dalam kondisi lingkungan dan kompleksitas objek yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi objek manusia yang mengintegrasikan algoritma pelabelan dengan metode Viola-Jones. Melalui integrasi ini, diharapkan dapat dicapai peningkatan akurasi dan efisiensi dalam deteksi objek, serta memberikan kontribusi signifikan dalam bidang deteksi objek manusia.

Metode *Viola Jones* merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi citra, dimana pendeteksian wajah dilakukan dengan mengklasifikasikan sebuah citra yang sebelumnya telah ada di dalam data. Metode Viola Jones ini ada di dalam tool Matlab yaitu *Cascade Detector*. Dalam penelitiannya Teguh untuk mengenali 15 gambar dengan 5 fitur yaitu fitur wajah, mata kanan, mata kiri, mulut dan hitung. *Cascade* ini merupakan metode yang digunakan untuk mendeteksi objek dan algoritmanya memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Metode ini dinilai cepat dan Tangguh untuk deteksi wajah. Dari hasil implementasi ekstraksi fitur wajah menggunakan *Cascade Detector*, maka dapat disimpulkan bahwa hasil ekstraksi fitur untuk deteksi Untuk wajah dan hidung menghasilkan akurasi 85,2% sedangkan untuk deteksi mata kanan , mata kiri dan mulut menghasilkan akurasi 81,9% yang berarti tingkat akurasi ini lebih kecil dibandingkan dengan deteksi wajah dan hidung. Untuk nilai rata-rata akurasi dari setiap hasil ekstraksi fitur wajah, mata kanan, mata kiri, hidung dan mulut yaitu sebesar 83.22 [4].

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi langkah-langkah metodologis yang diperlukan untuk mencapai tujuan tersebut, termasuk pengumpulan data, implementasi metode Viola-Jones, pengembangan algoritma pelabelan, integrasi kedua metode, serta pengujian dan evaluasi kinerja sistem yang diusulkan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan lebih lanjut dalam teknologi deteksi objek manusia yang lebih canggih di masa depan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital saat ini merupakan subjek menarik dan menantang dalam teknologi informasi. Ini meliputi dua jenis kegiatan utama: meningkatkan ketepatan citra gambar atau video, dan mendapatkan informasi dari gambar untuk keperluan pengenalan objek secara otomatis, yang sering kali melibatkan persepsi visual [5].

Pengolahan citra (*image Processing*) merupakan proses mengolah piksel-piksel di dalam citra digital untuk tujuan tertentu. Pada awalnya pengolahan citra ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra, namun dengan berkembangnya dunia komputasi yang ditandai dengan semakin meningkatnya kapasitas dan kecepatan proses

komputer serta munculnya ilmu-ilmu komputasi yang memungkinkan manusia dapat mengambil informasi dari suatu citra[6].

2.2 Computer Vision

Computer vision merupakan ilmu komputer yang bekerja dengan cara meniru kemampuan visual manusia. *Computer vision* mempunyai beberapa macam bidang salah satunya adalah *object detection*[7]. *Object detection* berfungsi untuk mengidentifikasi objek yang ada dalam gambar serta menentukan posisi mereka. Teknologi ini dapat digunakan dalam berbagai konteks seperti keamanan, pengumpulan informasi, pemantauan, meningkatkan produktivitas, dan kebutuhan lainnya. [8]. Dengan kemampuannya untuk melihat data dalam bentuk piksel dengan berbagai warna, membandingkan objek pada dua gambar yang sama, meningkatkan ketajaman objek, dan membantu mengurangi beban kerja manusia, *Object Detection* merupakan sebuah teknologi yang penting. Sementara itu, *Computer Vision* adalah sistem evaluasi informasi dari gambar, biasanya dari kamera, yang menggunakan algoritma ekstraksi khusus. Teknologi ini akan mempermudah proses produksi untuk menciptakan barang dengan cepat dan handal [9].

2.4 Metode Viola-Jones

Metode *Viola-Jones* adalah teknik untuk deteksi objek dalam citra, terutama wajah, yang dikembangkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001. Metode ini terdiri dari dua fase utama: pelatihan dan deteksi. Pada fase pelatihan, klasifier dibentuk menggunakan algoritma pembelajaran mesin. Selanjutnya, pada fase deteksi, klasifier ini digunakan untuk mengidentifikasi objek dalam citra [10].

Metode *Viola-Jones* adalah salah satu metode yang paling umum digunakan untuk deteksi objek dalam citra, terutama untuk deteksi wajah dengan menggunakan pendekatan klasifikasi terhadap citra yang sudah ada dalam dataset. Metode ini diimplementasikan dalam *Cascade Detector*, sebuah alat dalam Matlab. Dalam penelitiannya, Teguh menemukan bahwa menggunakan metode ini dapat meningkatkan akurasi deteksi wajah, bahkan ketika subjek yang dikenali mengenakan masker [4].

lustrasi Metode *Viola-Jones*

Metode *Viola-Jones* adalah teknik yang sangat efektif untuk deteksi objek, terutama wajah, dalam citra digital. Berikut adalah langkah-langkah utama dalam metode ini:

1. Pelatihan (Training)
 - Fase 1: Ekstraksi Fitur Metode ini menggunakan fitur *Haar-like*, yang merupakan pola sederhana dari perbedaan intensitas warna dalam citra. Fitur ini mencakup elemen seperti tepi, garis, dan area gelap-terang. Misalnya, fitur *Haar-like* dapat menangkap perbedaan antara area mata yang lebih gelap dan pipi yang lebih terang.
 - Fase 2: Klasifikasi menggunakan *AdaBoost* Fitur *Haar-like* yang diekstraksi digunakan untuk melatih classifier menggunakan algoritma *AdaBoost*. *AdaBoost* memilih subset dari fitur dan menggabungkannya dalam sebuah model yang kuat.
 - Fase 3: *Cascade Classifier* Klasifikasi dilakukan dalam beberapa tahap, di mana setiap tahap (atau "level") semakin ketat dalam menentukan apakah sebuah area citra mengandung objek yang dicari. Hanya bagian citra yang lolos dari semua tahap yang dianggap sebagai objek yang terdeteksi.
2. Deteksi (*Detection*)
 - Setelah model dilatih, ia dapat digunakan untuk mendeteksi objek dalam citra baru. Proses ini melibatkan pemindahan jendela deteksi (*sliding window*) di seluruh citra dan menggunakan classifier untuk memutuskan apakah jendela tersebut mengandung objek yang dicari.
 - Jika deteksi menunjukkan bahwa objek ada di area tertentu, maka area tersebut diidentifikasi dan ditandai sebagai objek yang terdeteksi.

Metode *Viola-Jones* sangat efisien karena kemampuannya untuk mendeteksi objek dalam waktu nyata dan kemampuannya untuk menangani variasi dalam pencahayaan dan ekspresi. Ini menjadikannya salah satu teknik yang paling populer untuk deteksi wajah dan objek lainnya dalam citra.

2.5 Algoritma

Algoritma adalah rencana operasi komputer yang mencakup perangkat keras, pemrograman, dan instruksi yang diperlukan agar sistem komputer dapat berfungsi dengan baik. Tanpa algoritma, sistem komputer tidak akan dapat beroperasi secara efisien. Istilah "perhitungan" dalam konteks yang berbeda merujuk pada serangkaian langkah atau metode input yang digabungkan untuk menyelesaikan masalah sederhana (*Webster's Dictionary*). Algoritma sering diterapkan secara tidak sadar dalam kehidupan sehari-hari kita, dan dalam pemrograman, algoritma terutama berkaitan dengan proses matematis. Namun, tidak semua algoritma berfokus pada perhitungan matematis yang kompleks; misalnya, algoritma genetika digunakan secara luas untuk menyelesaikan berbagai masalah optimisasi.

2.6 Pelabelan

Pelabelan adalah teknik yang digunakan untuk memberikan label pada citra digital pada setiap objek yang berbeda dalam bentuk nomor, bertujuan untuk mendapatkan ciri khusus pada objek yang terdeteksi dengan merepresentasikan masing-masing objek yang terdapat dalam gambar [11].

2.7 Motion Detection

Deteksi gerak adalah proses untuk memverifikasi perubahan posisi suatu objek relatif terhadap lingkungannya atau perubahan dalam lingkungan sekitar terkait dengan suatu objek. Metode deteksi gerak dapat dilakukan secara mekanik maupun elektronik. Gerakan dapat terdeteksi melalui berbagai cara, seperti melalui suara (sensor akustik), perubahan opasitas (sensor optik, proses gambar video, dan inframerah), medan geomagnetik (sensor magnetik atau magnetometer), refleksi energi transmisi (radar, laser inframerah, sensor ultrasonik, dan sensor radar gelombang mikro), induksi elektromagnetik (*detektor inductive-loop*), dan getaran (*triboelectric* dan seismik) [9].

Deteksi objek dalam pemrosesan citra digital adalah proses yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memverifikasi keberadaan objek tertentu di dalam citra digital. Proses ini melibatkan berbagai cara dan metode di mana fitur-fitur dari objek dalam citra digunakan sebagai data input. Fitur-fitur ini kemudian dibandingkan dengan fitur dari objek referensi yang sudah dikenal sebelumnya. Hasil perbandingan antara fitur input dan fitur referensi digunakan untuk menentukan apakah objek yang terdeteksi dapat dianggap sebagai objek yang dimaksud atau tidak [12]. Deteksi objek bergerak merupakan bidang penelitian penting dalam meningkatkan kemampuan sistem pengawasan di area publik. Secara umum, pendekatan deteksi objek manusia ini meniru kemampuan pengamatan visual manusia dalam dunia nyata. Prosesnya dimulai dengan pembelajaran untuk menganalisis gambar dan video guna mencapai hasil yang serupa dengan kemampuan visual manusia. Dengan demikian, pendeteksian objek manusia berusaha meniru sistem visual manusia yang dikenal sebagai teknologi *computer vision* [13]. Sistem deteksi gerakan merupakan salah satu teknik dalam pengolahan citra yang memungkinkan identifikasi dan manipulasi gambar atau citra dengan lebih efektif. Teknik *thresholding*, sebagai bagian dari pengolahan ini, mempermudah penentuan objek gerak dalam video. Dengan menerapkan proses *thresholding*, kita dapat mengubah pixel-pixel citra asli menjadi lebih jelas dalam menampilkan titik-titik inti sebuah citra. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, penulis tertarik untuk mengembangkan sistem pengolahan citra yang berfungsi sebagai penghitung objek gerak dalam video [6].

2.8 Aplikasi Matlab

MATLAB, yang merupakan singkatan dari *Matrix Laboratory*, menawarkan kemudahan penggunaan yang tinggi dan kinerja komputasi yang efisien untuk memecahkan masalah teknik. MATLAB menggabungkan komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam satu sistem interaktif. Dalam MATLAB, konsep *array* atau *matriks* digunakan sebagai variabel elemen tanpa memerlukan pendeklarasian array secara eksplisit. [14]. *Software* Matlab memiliki berbagai aplikasi yang berbeda, terutama dalam domain yang memerlukan perhitungan matematis yang kompleks. Penting untuk dicatat bahwa Matlab melakukan semua perhitungan matematis dalam bentuk matriks.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Viola-Jones

Metode *Viola-Jones* adalah teknik yang digunakan untuk mendeteksi objek dalam citra, terutama untuk deteksi wajah. Dikembangkan oleh *Paul Viola* dan *Michael Jones* pada tahun 2001, metode ini terdiri dari dua tahap utama: pelatihan (*training*) dan deteksi (*detection*). Pada tahap pelatihan, klasifier dibentuk menggunakan algoritma pembelajaran mesin. Sedangkan pada tahap deteksi, klasifier yang telah dilatih digunakan untuk mengidentifikasi dan menandai objek yang ada dalam citra [10].

Ilustrasi Metode Viola-Jones

Metode *Viola-Jones* adalah teknik yang sangat efektif untuk deteksi objek, terutama wajah, dalam citra digital. Berikut adalah langkah-langkah utama dalam metode ini:

1. Pelatihan (Training)

- Fase 1: Ekstraksi Fitur Metode ini menggunakan fitur Haar-like, yang merupakan pola sederhana dari perbedaan intensitas warna dalam citra. Fitur ini mencakup elemen seperti tepi, garis, dan area gelap-terang. Misalnya, fitur *Haar-like* dapat menangkap perbedaan antara area mata yang lebih gelap dan pipi yang lebih terang.
- Fase 2: Klasifikasi menggunakan AdaBoost Fitur Haar-like yang diekstraksi digunakan untuk melatih classifier menggunakan algoritma AdaBoost. AdaBoost memilih subset dari fitur dan menggabungkannya dalam sebuah model yang kuat.
- Fase 3: *Cascade Classifier* Klasifikasi dilakukan dalam beberapa tahap, di mana setiap tahap (atau "level") semakin ketat dalam menentukan apakah sebuah area citra mengandung objek yang dicari. Hanya bagian citra yang lolos dari semua tahap yang dianggap sebagai objek yang terdeteksi.

2. Deteksi (Detection)

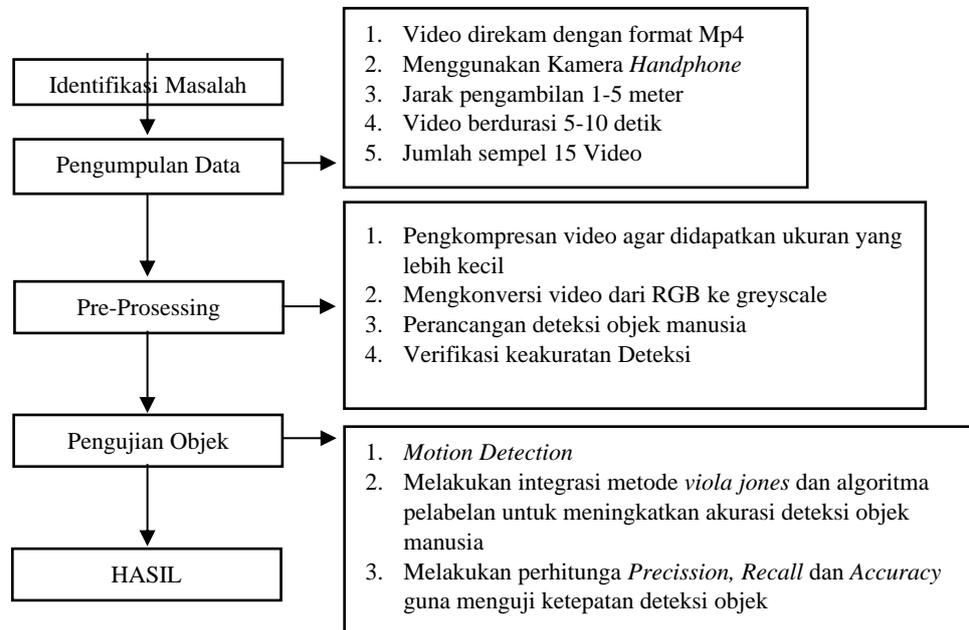
- Setelah model dilatih, ia dapat digunakan untuk mendeteksi objek dalam citra baru. Proses ini melibatkan pemindahan jendela deteksi (*sliding window*) di seluruh citra dan menggunakan classifier untuk memutuskan apakah jendela tersebut mengandung objek yang dicari.
- Jika deteksi menunjukkan bahwa objek ada di area tertentu, maka area tersebut diidentifikasi dan ditandai sebagai objek yang terdeteksi.

Metode *Viola-Jones* sangat efisien karena kemampuannya untuk mendeteksi objek dalam waktu nyata dan kemampuannya untuk menangani variasi dalam pencahayaan dan ekspresi. Ini menjadikannya salah satu teknik yang paling populer untuk deteksi wajah dan objek lainnya dalam citra.

3.2 Algoritma Pelabelan

Pelabelan adalah teknik yang digunakan untuk memberikan label pada citra digital pada setiap objek yang berbeda dalam bentuk nomor, bertujuan untuk mendapatkan ciri khusus pada objek yang terdeteksi dengan merepresentasikan masing-masing objek yang terdapat dalam gambar [11]. Selain itu, penggunaan alat bantu seperti *LabelImg* atau perangkat pelabelan lainnya memainkan peran penting dalam meningkatkan kualitas dataset. Proses pelabelan gambar memungkinkan penandaan objek atau fitur penting dalam gambar, yang menjadi dasar utama dalam pelatihan model. Dengan anotasi yang teliti dan terstruktur, dataset yang dihasilkan memberikan informasi yang diperlukan bagi model untuk belajar merepresentasikan *entitas visual* dengan lebih baik. Kombinasi pendekatan jaringan neural konvolusional dengan dataset yang terlabel dengan baik menjadi kunci dalam pengembangan model yang handal untuk pengenalan citra [15].

Pada tahapan ini akan digambarkan alur penelitian seperti gambar dibawah ini :



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

1) Identifikasi Masalah

Berdasarkan masalah yang muncul, penelitian ini berfokus pada masalah yaitu Menguji keakuratan deteksi objek manusia menggunakan integrasi metode *Viola Jones* dan algoritma pelabelan apakah dapat mendeteksi objek manusia secara akurat.

2) Pengumpulan Data

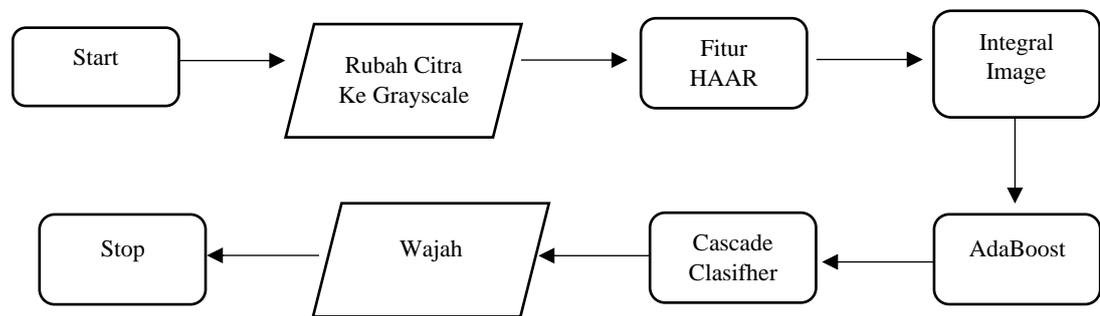
Pada tahapan ini peneliti memulai mengumpulkan data berupa sampel video berformat MP4 berjumlah 15 video, dengan 3 kondisi pencahayaan yang berbeda yaitu luar ruangan, dalam ruangan dan malam hari dengan objek manusia didalam video. Jarak pengambilan video yang akan dilakukan sejauh 1-5 meter dengan durasi video 5-10 detik dalam keadaan terang atau siang hari, malam hari maupun didalam ruangan. Adapun kamera yang digunakan adalah kamera *handphone* bersistem operasi android dengan resolusi 48 MP.

3) *Pre-Processing*

Dalam tahapan ini, peneliti mengolah hasil akuisisi citra berupa video menggunakan metode *Viola Jones*. Sebelum proses pengolahan dimulai, video yang tersimpan dalam satu folder dulu dikompres menggunakan situs pengubah video online untuk mempermudah rendering di aplikasi MATLAB. Video awalnya berformat *Red, Green, Blue (RGB)* kemudian dikonversi menjadi skala abu-abu (*Grayscale*), di mana video ini hanya memiliki satu saluran warna dengan nilai intensitas berkisar dari 0 (hitam) hingga 255 (putih). Selanjutnya, metode *Viola Jones* dimodifikasi sedikit dengan menggunakan toolbox *HumanDetector* untuk mendeteksi gerakan dan melabeli objek yang merupakan manusia, serta menghitung jumlah manusia yang terdeteksi.

4) Pengujian Objek

Pada tahapan ini, dirancang untuk menguji secara *real-time* terhadap input yang telah dipilih. Dalam proses ini, dilakukan integrasi antara metode *Viola Jones* dan algoritma pelabelan untuk mendeteksi objek, khususnya manusia, dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Hasil dari pengujian ini akan memberikan data berupa persentase akurasi yang telah diperoleh, yang kemudian akan dicatat dalam tabel hasil pengujian.



Gambar 2. Ilustrasi Metode Viola Jones

Metode Viola Jones Metode deteksi objek Viola-Jones memiliki tingkat keakuratan sekitar 93,7%. Paul Viola dan Michael Jones mengembangkan metode ini pada tahun 2001 dengan memanfaatkan empat fitur dasar: 1) Start: Proses dimulai dengan citra masukan. 2) Rubah Citra ke Grayscale: Citra dikonversi menjadi skala abu-abu untuk menyederhanakan analisis intensitas piksel. 3) Fitur Haar: Fitur Haar digunakan untuk mengidentifikasi pola penting dalam citra, seperti tepi dan tekstur wajah. 4) Integral Image: Integral image dihitung untuk mempercepat perhitungan fitur Haar, memungkinkan deteksi objek secara efisien. 5) Adaboost: Adaboost digunakan untuk memilih fitur-fitur Haar yang paling informatif dalam membedakan antara wajah dan non-wajah. 6) Cascade Classifier: Cascade classifier digunakan untuk meningkatkan efisiensi deteksi dengan mengurangi jumlah kandidat negatif secara bertahap. 7) Deteksi Wajah: Deteksi wajah dilakukan saat kandidat positif melewati semua tahap klasifikasi. 8) Stop: Proses berakhir setelah wajah terdeteksi atau setelah citra selesai dianalisis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Adapun hasil dari penelitian Integrasi metode *Viola Jones* dan algoritma Pelabelan untuk tingkat akurasi deteksi objek berikut :

- 1) Dapat mendeteksi objek yang berupa manusia yang sedang bergerak secara lebih akurat dan melabelkan objek serta menghitung jumlah objek yang terdeteksi dengan lebih akurat.
- 2) Data yang digunakan untuk pengujian ini adalah video yang berjumlah 15 video dengan 3 kondisi yang berbeda yaitu luar ruangan, didalam ruangan dan malam hari dengan objek manusia yang sedang bergerak dengan durasi video 5-10 detik, jarak pengambilan video 1-5 meter.
- 3) Dapat menerapkan metode *viola jones* dan algoritma pelabelan untuk membatu mendeteksi manusia yang bergerak pada video agar lebih akurat.

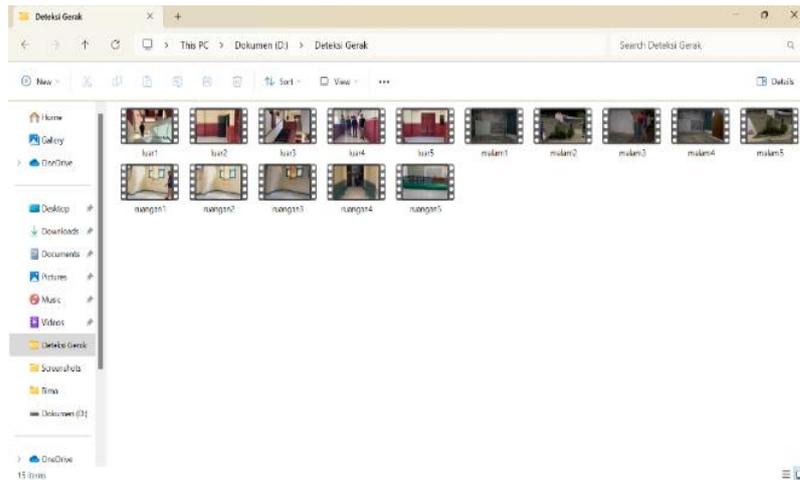
4.2 Pembahasan

Proses pelaksanaan penelitian guna mendeteksi objek pada suatu video ini menggunakan MATLAB 2021a yang terinstal pada system operasi windows 11.

Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini yaitu :

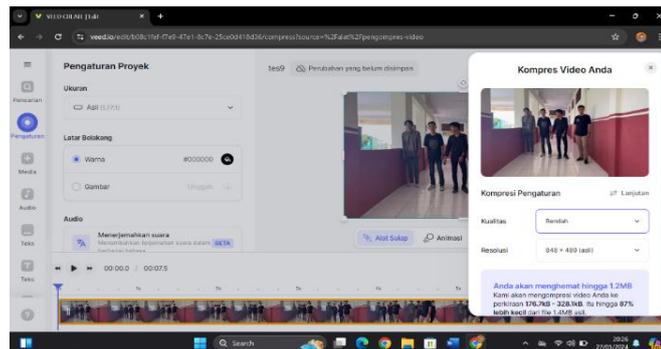
1. Proses pengambilan video

Langkah awal yang dilakukan peneliti yaitu mengambil video digital dengan menggunakan kamera *handphone* dengan jarak 5-10 meter pada saat pengambilan video ada kondisi yang berbeda yaitu siang hari, malam hari dan didalam, dengan objek berupa manusia yang sedang bergerak. Adapun jumlah sampel video yang diambil adalah 15 video, lalu disatukan dalam satu folder yang sama, berikut adalah video yang telah dikumpulkan dalam satu folder.



Gambar 2. Pengumpulan Video

Setelah mendapatkan video yang akan diteliti, kemudian ukuran video diperkecil menggunakan situs pengubah ukuran video online agar lebih mudah dalam pemrosesan, selanjutnya video yang telah dikompres ukuran size, dimasukkan kedalam satu folder tersendiri berbeda dari folder sebelumnya yang dimana satu folder ini nantinya akan melakukan tahap pengolahan untuk mendapatkan hasil deteksi yang akurat, Adapun hasil kompres video sebagai berikut :



Gambar 3. Proses Kompres Video

2. Proses Pengolahan Citra

Proses konversi video yang awalnya RGB diubah ke *greyscale* (abu-abu) terlebih dahulu untuk mempermudah proses deteksi. Untuk mengolah video dalam format *grayscale* akan lebih efisien secara pemrosesan, karena memerlukan lebih sedikit sumber daya dari pada gambar berwarna.

Adapun hasil implementasi konversi RGB ke *grayscale* adalah sebagai berikut :



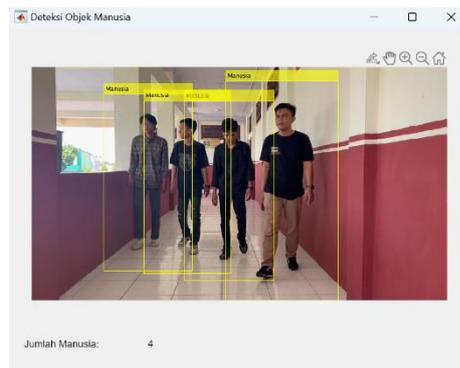
Gambar 4. proses pengubahan video dari RGB ke *Greyscale*

Setelah memanggil video yang akan diproses menggunakan metode *viola jones* menggunakan *toolbox* untuk mendeteksi yang berupa manusia. Selanjutnya video yang telah diproses diubah menjadi frame per frame agar lebih mudah mendeteksi objek saat bergerak.

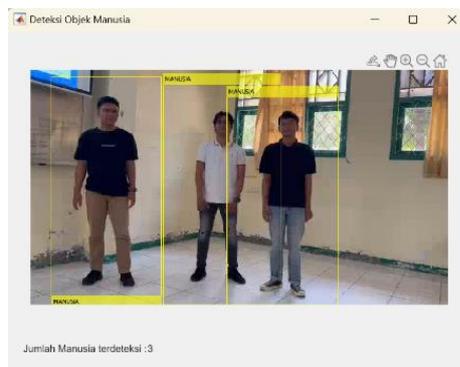
3. Mendeteksi objek

Setelah video diproses kemudian selanjutnya dilanjutkan ketahap pemberian label berupa kotak yang dimana kotak tersebut akan mendeteksi keberadaan manusia didalam video, jika objek tidak ada akan diabaikan.

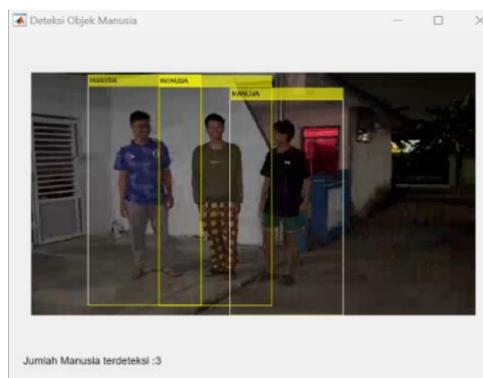
Adapun hasil dari pendeteksi objek bergerak serta pelabelan objek yang berupa manusia :



Gambar 5. hasil dari metode *viola-jones* dan algoritma pelabelan luar ruangan



Gambar 6. Hasil dari metode *viola-jones* dan algoritma pelabelan dalam ruangan



Gambar 7. Hasil dari metode *viola-jones* dan algoritma pelabelan malam hari

4. Hasil dari video yang telah dideteksi

Pada penelitian ini, peneliti membandingkan deteksi gerak tanpa menggunakan metode *viola jones* dan algoritma pelabelan menunjukkan hasil yang kurang akurat. Dimana tanpa pelabelan membuat objek tidak diketahui saat program memproses sebaliknya, dengan menerapkan metode *Viola-Jones* dan algoritma pelabelan, deteksi gerak dapat dilakukan dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Untuk menghitung tingkat akurasi dalam suatu video digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Presentase Berhasil} = \left(\frac{\text{Jumlah objek terdeteksi} - \text{Jumlah gagal}}{\text{jumlah objek total}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Dalam Penelitian ini untuk mendapatkan presentase keberhasilan maka jumlah objek terdeteksi dikurangi jumlah gagal dibagi dengan objek total lalu di kalikan 100%.Berikut adalah contoh hasil dari rumus:

$$\text{Presentase Berhasil} = \left(\frac{5 - 1}{5} \right) \times 100\% = \left(\frac{4}{5} \right) \times 100\% = 80\%$$

Tabel 1. Hasil dari metode *viola-jones* dan algoritma pelabelan

No	Citra Video	Manual	Program	Presentase
1.	Luar Ruang 1	1	1	100%
2.	Luar Ruang 2	2	2	100%
3.	Luar Ruang 3	3	2	66.67%
4.	Luar Ruang 4	4	4	100%
5.	Luar Ruang 5	5	4	80%
6.	Dalam Ruang 1	1	1	100%
7.	Dalam Ruang 2	2	2	100%
8.	Dalam Ruang 3	3	3	100%
9.	Dalam Ruang 4	4	5	80%
10.	Dalam Ruang 5	5	5	100%
11.	Malam Hari 1	1	1	100%
12.	Malam Hari 2	1	2	50%
13.	Malam Hari 3	3	3	100%
14.	Malam Hari 4	4	4	100%
15.	Malam Hari 5	5	5	100%

Dari 15 video yang telah diproses menggunakan metode *viola jones* dan algoritma pelabelan menunjukkan presentase keseluruhan dari 15 video adalah 1.376.67%, untuk mendapatkan hasil tersebut peneliti menjumlah seluruh presentase keberhasilan dari 15 uji coba yang telah dilakukan setelah itu dibagi 15. Dengan rata-rata yang presentase yang didapatkan adalah 91.77%, yang artinya menggunakan metode *viola jones* dan algoritma pelabelan dapat meningkatkan akurasi dalam mendeteksi terutama objek manusia.

4.3 Pengujian Objek

Dalam penelitian ini menggunakan metode *viola jones* dan algoritma pelabelan terdapat 15 sampel video yang terbagi dalam 3 kondisi yang berbeda yaitu kondisi siang hari, malam hari dan di dalam ruangan. Dari 15 video tersebut menghasilkan hasil deteksi yang berbeda, Dimana 11 dari 15 video berhasil mendeteksi objek manusia sesuai dengan jumlah aslinya dan 4 video gagal dikarenakan objek manusia satu dan yang lainnya menempel dan pada saat malam hari kurangnya cahaya juga berpengaruh pada hasil deteksi. Untuk mengetahui tingkat keberhasilan penelitian ini maka akan digunakan 3 parameter yaitu dengan afektivitas *precision*, *recall*, dan *accuracy*.

Tingkat keberhasilan metode *Viola Jones* dalam mendeteksi objek bergerak yang berupa manusia adalah *Precision* 73.33%, *Recall* 100% dan *Accuracy* 73.33% yang didapat dari perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Precision} = \left(\frac{TP}{TP + FP} \right) \quad (2)$$

$$Recall = \left(\frac{TP}{TP + FN} \right)$$

$$Accuracy = \left(\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \right)$$

Tabel 2. Hasil 15 video uji Precession *Recall*, dan *Accuracy* dengan *Viola jones* dan algoritma pelabelan

No	Citra Video	True Positif	False Positif	True Negative	False Negative
1.	Luar Ruang 1	1			
2.	Luar Ruang 2	1			
3.	Luar Ruang 3		1		
4.	Luar Ruang 4	1			
5.	Luar Ruang 5		1		
6.	Dalam Ruang 1	1			
7.	Dalam Ruang 2	1			
8.	Dalam Ruang 3	1			
9.	Dalam Ruang 4		1		
10.	Dalam Ruang 5	1			
11.	Malam Hari 1	1			
12.	Malam Hari 2		1		
13.	Malam Hari 3	1			
14.	Malam Hari 4	1			
15.	Malam Hari 5	1			

Maka dari table di atas diterapkan :

Tabel 3. Penghitungan hasil 15 video Uji *Precision*, *Recall*, dan *Accuracy*

Jumlah Video	Tp	Fp	Tn	Fn
15	11	4	-	-

$$precision = \frac{11}{11 + 4} \times 100\% = 73.33\%$$

$$Recall = \frac{11}{11 + 0} \times 100\% = 100\%$$

$$Accuracy = \frac{11 + 0}{11 + 0 + 4 + 0} \times 100\% = 73.33\%$$

Tabel 4. Hasil dari *Precision*, *Recall* dan *Accuracy*

<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>Accuracy</i>
Tingkat keberhasilan yang diberikan oleh sistem	Tingkat keberhasilan sistem menemukan informasi	Rasio prediksi benar (positif dan negative) dari keseluruhan data

Hasil penelitian dengan judul “Integrasi metode *viola jones* dan algoritma pelabelan untuk tingkat akurasi deteksi objek manusia” dengan menggunakan metode *viola jones* dan algoritma pelabelan memiliki tingkat keberhasilan sebesar.

- a) *Precision* = tingkat ketepatan diantara informasi yang diinginkan dan hasil yang diperoleh sistem adalah sebesar 73.33%.
- b) *Recall* = tingkat keberhasilan sistem dalam mendapatkan kembali informasi yang diberikan adalah 100%.
- c) *Accuracy* = tingkat keberhasilan antara nilai prediksi dengan nilai yang aktual yang diberikan oleh system adalah sebesar 73.33%.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian penelitian yang telah dilakukan, maka penulis mengambil kesimpulan bahwa integrasi metode *Viola Jones* dan algoritma pelabelan dalam mendeteksi objek manusia dapat meningkatkan hasil deteksi dengan menggunakan aplikasi Matlab 2021a. Dimana pada penelitian ini telah melakukan pengujian sebanyak 15 video dengan 3 kondisi yang berbeda yaitu di luar ruangan, di dalam ruangan dan malam hari dengan jarak 5-10 meter dan durasi video 5-10 detik dengan menggunakan metode *Viola Jones* dan algoritma pelabelan peneliti berhasil mendapatkan presentase rata-rata 91,77% dan dapat memperoleh tingkat ketepatan atau *Precision* sebesar 73,33%, *Recall* sebesar 100% serta tingkat *Accuracy* keberhasilan nilai actual yang diberikan oleh system adalah sebesar 73,33%.

Untuk prospek ke depan, penelitian ini dapat dikembangkan dengan menerapkan teknik deteksi objek yang lebih canggih dan adaptif, seperti metode deep learning atau algoritma berbasis neural network, untuk meningkatkan *Precision* dan *Accuracy* lebih lanjut. Penelitian juga dapat diperluas dengan menguji berbagai kondisi lingkungan yang lebih variatif, serta meningkatkan ukuran dataset untuk mendapatkan hasil yang lebih representatif dan akurat dalam sistem pengawasan modern.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik, Prodi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Bengkulu serta Dosen yang telah membantu dan terlibat dalam pelaksanaan penelitian. Diharapkan artikel ini dapat menjadi referensi dan kontribusi positif bagi pembaca.

REFERENCES

- [1] D. N. Alfari, R. A. Pangestu, D. Aditya, M. A. Setiawan, and M. Penelitian, “Penggunaan Metode YOLO Pada Deteksi Objek : Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis,” vol. 1, no. 1, pp. 54–63, 2023.
- [2] I. P. Dewi and R. Fikri, “Optimalisasi Keamanan Rumah dengan Implementasi Sistem Notifikasi Gerbang Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT),” vol. 4, no. 4, pp. 816–829, 2023, doi: 10.47065/josyc.v4i4.4004.
- [3] J. Multidisiplin and S. Volume, “No Title,” vol. 2, no. 9, pp. 70–86, 2024.
- [4] P. Rosyani and R. Retnawati, “Ekstraksi Fitur Wajah Menggunakan Metode Viola Jones dengan Tools Cascade Detector,” *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 10, no. 2, p. 633, 2023, doi: 10.30865/jurikom.v10i2.6062.
- [5] Ardi wijaya, Puji Rahayu, and Rozali Toyib, “Analisis Algoritma Shi-Tomasi Dalam Pengujian Citra Senyum Pada Wajah Manusia,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 6, pp. 1036–1043, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i6.3496.
- [6] Y. Apridiansyah and J. R. Gumiri, “Penerapan Metode Background Subtraction Untuk Deteksi Gerak Pada Kendaraan,” *JUKOMIKA (Jurnal Ilmu Komput. dan Inform.)*, vol. 4, no. 1, pp. 47–56, 2021, doi: 10.54650/jukomika.v4i1.355.
- [7] E. T. Susdarwono, “ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) DRONE DALAM PERTAHANAN : PROBLEM DAN KEMAJUAN,” vol. 3, no. 01, pp. 1–11, 2021.
- [8] T. A. Dompeipen and S. R. U. . Sompie, “Penerapan computer vision untuk pendeteksian dan penghitung jumlah manusia,” *J. Tek. Inform.*, vol. 15, no. 4, pp. 1–12, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika>

- [9] I. B. A. Peling, M. P. A. Ariawan, G. B. Subiksa, and I. K. A. G. Wiguna, "Pendeteksi Keberadaan Orang Asing Menggunakan Face Recognition dan Motion Detection," *J. Bangkit Indones.*, vol. 13, no. 1, pp. 18–23, 2024, doi: 10.52771/bangkitindonesia.v13i1.275.
- [10] A. Hanafie, N. P. Husain, H. Kumkelo, and R. R. Putri, "Aplikasi Ekstraksi Wajah Menggunakan Algoritma Viola Jones," *ILTEK J. Teknol.*, vol. 18, no. 02, pp. 87–91, 2023, doi: 10.47398/iltek.v18i02.130.
- [11] D. Sepriana, K. Adi, and C. A. Widodo, "Menghitung Jumlah Sel Goblet Usus Ayam Secara Otomatis Dengan Metode Multilevel Thresholding," vol. 5, pp. 154–161, 2023.
- [12] A. S. Riyadi, I. P. Wardhani, M. S. Wulandari, and S. Widayati, "Perbandingan Metode ResNet, YoloV3, dan TinyYoloV3 pada Deteksi Citra dengan Pemrograman Python," *Petir*, vol. 15, no. 1, pp. 135–144, 2022, doi: 10.33322/petir.v15i1.1302.
- [13] G. Julia and N. Putri, "Metode Background Substraction Untuk Monitoring Obyek Bergerak Melalui Kamera Webcam," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 110–116, 2019.
- [14] K. Pada and I. Continuous, *Digitally signed by Halim Mudia*. 2021.
- [15] M. A. Surya, M. Susanto, A. Setyawan, H. Fitriawan, and Mardiana, "Sistem Keamanan Ruangn Dengan Human Detection Menggunakan Sensor Kamera Berbasis Deep Learning," *J. Teknoinfo*, vol. 18, no. 1, pp. 182–192, 2024, [Online]. Available: <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/index>