

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Absensi pegawai merupakan bagian penting dari manajemen sumber daya manusia di banyak organisasi, termasuk institusi pendidikan seperti universitas. Kehadiran tepat waktu merupakan bagian dari pendisiplinan karyawan yang sangat berpengaruh terhadap pelaksanaan tugas dan kewajiban, peningkatan citra, kerja dan kinerja (Susilo & Abdurrahman, 2023). Meski demikian, masih banyak organisasi yang menggunakan metode absensi manual seperti tanda tangan di kertas. Cara konvensional ini memerlukan pengelolaan yang lebih banyak tenaga dan waktu, serta rentan terhadap kesalahan dan kecurangan, seperti menitipkan absen. Fenomena ini sering kali mengurangi kedisiplinan dan menurunkan efisiensi kerja, sehingga banyak organisasi mulai mempertimbangkan penggunaan teknologi untuk mengatasi masalah tersebut (Sartika Cendikia & Praningtyas, 2024).

Seiring perkembangan teknologi, berbagai sistem absensi modern mulai diterapkan, salah satunya adalah penggunaan teknologi berbasis biometrik. Deteksi wajah merupakan salah satu teknologi berbasis biometrik yang dapat menjadi solusi karena mampu mencatat kehadiran dengan lebih akurat dan otomatis (Nordin & Fauzi, 2020). Namun, teknologi ini masih menemui tantangan, seperti kompleksitas dalam pengelolaan banyak individu secara bersamaan (Kusuma & Soewito, 2023). Ini menunjukkan perlunya algoritma yang cepat dan efisien, salah satunya adalah YOLO (*You Only Look Once*). Algoritma YOLO merupakan algoritma deteksi objek yang dikenal karena kecepatan dan akurasi dalam mendeteksi objek secara *real-time*, termasuk wajah manusia (Sun, 2023). Algoritma ini sangat relevan bagi sistem absensi berbasis deteksi wajah, terutama ketika memerlukan kemampuan untuk mendeteksi banyak wajah secara bersamaan (Mardiana et al., 2021).

Dalam konteks Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan menurut Bapak Erik Kurniadi, M.Kom., sistem absensi yang saat ini digunakan telah mengadopsi aplikasi Android berbasis *mock location* bernama ABSENKU. Aplikasi ini memiliki beberapa kelemahan, seperti potensi kecurangan yang cukup tinggi, dimana terdapat kemungkinan penggunaan aplikasi sejenis “*FakeGPS*” untuk memanipulasi lokasi sehingga dapat melakukan absensi tanpa berada di lokasi yang ditentukan. Selain itu, aplikasi ini masih dapat mencatat kehadiran meskipun telah melewati batas waktu absen. Hal ini menunjukkan pentingnya pengembangan sistem absensi yang lebih efektif dan akurat.

Melalui permasalahan yang ada, dapat ditarik kesimpulan bahwa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan memerlukan sistem absensi yang lebih efisien dan cepat. Salah satu solusinya adalah dengan merancang aplikasi absensi berbasis deteksi wajah menggunakan algoritma YOLO. Aplikasi ini diharapkan mampu mendeteksi kehadiran pegawai secara *real-time*, mengelola data absensi secara otomatis, serta mengurangi potensi kecurangan karena dapat memvalidasi wajah sekaligus ketika absen. Implementasi algoritma YOLO juga dapat mengatasi masalah yang berkaitan dengan pendeteksian banyak wajah sekaligus serta memastikan bahwa data yang dihasilkan lebih akurat dan dapat diandalkan.

Berdasarkan uraian latar belakang dan kondisi yang telah dijelaskan, diperlukan penelitian untuk menemukan solusi terhadap sistem absensi yang efektif, mampu mencegah kecurangan, dan menghasilkan data kehadiran yang valid. Oleh karena itu, peneliti berupaya merancang serta membangun aplikasi absensi berbasis deteksi multi wajah yang dapat digunakan untuk memperoleh data kehadiran yang lebih akurat, *real-time* dan dapat diandalkan sekaligus meningkatkan efisiensi dalam operasional harian. Dengan demikian, penelitian dengan judul **“Rancang Bangun Aplikasi Absensi Pegawai Berbasis Deteksi Wajah Multiple Menggunakan Algoritma YOLO (Studi Kasus: Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan)”** akan dilakukan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi permasalahan yang ada, yaitu:

1. Sistem absensi pegawai yang ada di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan kurang efektif sehingga memungkinkan adanya kecurangan berupa manipulasi lokasi dalam melakukan absensi sehingga data kehadiran menjadi tidak valid.
2. Akses untuk melakukan absensi yang tidak memiliki batas waktu, sehingga absensi dapat dilakukan walaupun telah melewati batas waktu kehadiran yang ada.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi dan ruang lingkup yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang aplikasi absensi berbasis deteksi multi wajah di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan agar dapat mencegah kecurangan manipulasi lokasi dan memiliki pencatatan waktu yang *real-time*?
2. Bagaimana cara mengimplimentasikan algortima YOLO pada sistem absensi berbasis deteksi multi wajah?

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dilakukan, batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pegawai yang dimaksud adalah staf tata usaha, dosen, pelaksana, laboran, pustakawan.
2. Jumlah dataset 16733, dengan perbandingan 70:20:10 masing-masing untuk data latih, data uji dan data validasi.
3. Absensi hanya berbasis deteksi wajah.
4. Kamera yang digunakan hanya webcam beresolusi 1080p.

5. Sistem absensi ini beroperasi secara real-time, sehingga proses deteksi wajah dan pencatatan kehadiran dilakukan secara langsung tanpa penundaan.
6. Dataset yang digunakan terbatas pada gambar individu yang telah dikumpulkan sebelumnya.
7. Algoritma yang diterapkan adalah YOLO versi 8.
8. Aplikasi absensi ini berbasis dekstop.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mendesain model aplikasi absensi berbasis deteksi multi wajah untuk pegawai.
2. Membangun sistem absensi pegawai berbasis deteksi multi wajah menggunakan algoritma YOLO agar potensi kecurangan berupa manipulasi lokasi dan pencatatan waktu absensi yang sesuai dapat teratasi.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin didapat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Teoritis:
 - a. Menggambarkan penerapan teknologi deteksi multi wajah menggunakan algoritma YOLO dalam sistem absensi.
 - b. Menyajikan metode pendeteksian wajah yang lebih cepat dan akurat dalam sistem absensi.
 - Cepat : Sistem ini dapat mencatat kehadiran pegawai secara *real-time* dan mendeteksi banyak wajah sekaligus.
 - Akurat : Sistem absensi otomatis ini mengurangi potensi kecurangan serta meminimalkan waktu dan tenaga dalam pengelolaan data kehadiran.
 - c. Menambah pemahaman mengenai bagaimana absensi berbasis deteksi multi wajah dapat digunakan untuk mengurangi potensi kecurangan.
2. Manfaat Praktis:

a. Bagi Penulis

Memahami bagaimana algoritma YOLO dapat digunakan untuk absensi berbasis deteksi multi wajah.

b. Bagi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan:

- Mempermudah pihak Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan dalam memantau absensi pegawai secara lebih cepat dan akurat.
- Mengurangi potensi kecurangan dalam absensi pegawai.

c. Bagi Pegawai

Proses absensi menjadi lebih mudah karena tidak perlu menyentuh apapun sehingga tidak ada keterlambatan waktu absensi karena adanya proses input.

1.7 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, pertanyaan penelitian yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Apakah dapat merancang aplikasi absensi berbasis deteksi multi wajah di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan agar dapat mencegah kecurangan manipulasi lokasi dan memiliki pencatatan waktu yang sesuai dalam proses absensi?
2. Apakah dapat mengimplimentasikan algortima YOLO pada sistem absensi berbasis deteksi multi wajah?

1.8 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian, hipotesis yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Rancangan sistem absensi berbasis deteksi multi wajah yang dikembangkan mampu mencegah kecurangan manipulasi lokasi dan dapat mencatat data kehadiran yang valid di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan.
2. Penerapan algoritma YOLO mampu menjadi solusi untuk pendeteksian banyak wajah sekaligus secara cepat dan *real-time*.

1.9 Metodologi Penelitian

Untuk memperoleh data penelitian, perlu ditetapkan pendekatan dan teknik yang akan dipakai. Oleh karena itu, dalam bagian ini akan dibahas metode yang dipilih berdasarkan ciri penelitian serta alasan pemilihannya. Bagian ini mencakup teknik pengumpulan data, metode pengembangan sistem, dan metode penyelesaian masalah.

1.9.1 Metode Pengumpulan Data

Dalam metode pengumpulan data ini, dijelaskan cara pengumpulan data yang diperlukan untuk penelitian, yang meliputi beberapa pendekatan, yaitu Studi Pustaka, Observasi, dan Wawancara. Penjelasan mengenai setiap metode di bawah ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah metode pengumpulan data yang menggunakan pemahaman teori dari berbagai literatur yang relevan dengan penelitian (Adlini et al., 2022). Peneliti memilih literatur yang berhubungan dengan manajemen kehadiran, teknologi deteksi wajah, serta penggunaan algoritma YOLO dalam konteks absensi. Penelitian ini bertujuan untuk memahami teori-teori yang mendasari sistem absensi. Dari studi pustaka ini, peneliti membangun landasan teori yang akan menjadi acuan dalam menganalisis data yang diperoleh dari observasi dan wawancara, serta mengidentifikasi kebutuhan untuk pengembangan sistem absensi yang lebih efisien dan akurat.

2. Observasi

Metode observasi dapat didefinisikan sebagai metode pengambilan data yang dilakukan secara langsung melalui pengamatan situasi atau kejadian di lapangan (Hanadya et al., 2022). Peneliti mengamati praktik sistem absensi di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan secara langsung. Peneliti melakukan observasi mendalam untuk memahami bagaimana ABSENKU digunakan dan bagaimana karyawan berinteraksi dengan sistem. Peneliti mencatat masalah yang dihadapi pekerja saat menggunakan aplikasi serta

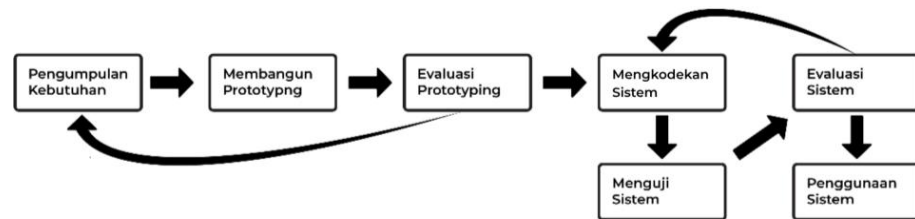
memperhatikan potensi kecurangan seperti penggunaan aplikasi sejenis "*FakeGPS*", dan bagaimana hal ini berdampak pada tingkat kedisiplinan pegawai. Tujuan observasi ini adalah untuk mengumpulkan data empiris yang dapat memberikan gambaran yang jelas tentang seberapa efektif dan tidak efektif sistem absensi yang ada saat ini.

3. Wawancara

Wawancara adalah metode pengumpulan data melalui proses pertukaran informasi verbal yang berlangsung secara satu arah (Hanadya et al., 2022). Wawancara dilakukan dengan Bapak Erik Kurniadi, M.Kom., sebagai wakil dekan dua di Fakultas Ilmu Komputer. Wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mendalam tentang pengalaman dan masalah yang dihadapi selama menggunakan sistem absensi saat ini. Pertanyaan yang diajukan berfokus pada kendala yang dialami, seperti potensi kecurangan dan keterlambatan dalam pencatatan absensi. Selain itu, wawancara juga mengeksplorasi harapan pegawai dan manajemen terhadap sistem absensi yang lebih baik, serta pandangannya mengenai penerapan teknologi deteksi wajah. Informasi yang diperoleh dari wawancara ini akan melengkapi data dari observasi dan studi pustaka, sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai permasalahan dan solusi yang diusulkan.

1.9.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode yang akan diterapkan untuk mengatasi permasalahan dalam penelitian ini adalah Metode *Prototype*. Metode ini merupakan teknik pengembangan perangkat lunak yang memungkinkan terjalinnya interaksi antara pengembang sistem dan pelanggan, sehingga dapat meminimalisir ketidaksesuaian antara hasil pengembangan dan kebutuhan pelanggan. Model pengembangan *Prototype* dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Metode Pengembangan Prototype (Burhanuddin, 2021)

Gambar 1.1 di atas menunjukkan tahapan dalam Metode Pengembangan Sistem *Prototype*, yang akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengumpulan Kebutuhan

Tahap pertama dalam metode prototype adalah mengidentifikasi dan merumuskan kebutuhan, pelanggan dan pengembang akan bekerja sama untuk merumuskan format keseluruhan perangkat lunak, menentukan semua kebutuhan yang diperlukan, dan menetapkan sistem yang akan dikembangkan (Descania, 2023). Pada tahap ini peneliti mengidentifikasi dan merumuskan kebutuhan sistem absensi berbasis deteksi wajah. Melalui wawancara dan observasi dengan pihak Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan. Diperoleh informasi mengenai kebutuhan akan sistem yang dapat mendeteksi kehadiran pegawai secara *real-time*. Data yang diperlukan meliputi fitur wajah pegawai dan informasi waktu kehadiran. Hasil dari pengumpulan informasi ini akan menjadi dasar bagi perancangan sistem yang akan dikembangkan.

2. Membangun Prototyping

Setelah kebutuhan teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah membangun prototipe. Prototipe ini akan mencakup desain awal sistem yang memanfaatkan algoritma YOLO untuk deteksi banyak wajah sekaligus (Descania, 2023). Pada tahap ini, penulis akan menggunakan Unified Modeling Language (UML) untuk memvisualisasikan alur kerja sistem, memastikan bahwa semua fungsi yang diperlukan, seperti pengenalan wajah dan pengelolaan data absensi, terintegrasi dengan baik.

3. Evaluasi Prototyping

Prototipe yang telah dikembangkan akan dievaluasi oleh pengguna, termasuk pengelola dan pegawai yang akan menggunakan sistem (Descania, 2023). Umpan balik dari pengguna sangat penting pada tahap ini. Jika prototipe memenuhi harapan dan kebutuhan pengguna, maka proses dapat dilanjutkan. Namun, jika tidak, perbaikan akan dilakukan dengan kembali ke langkah sebelumnya untuk menyempurnakan desain dan fungsionalitas prototipe.

4. Mengkodekan Sistem

Setelah prototipe disetujui, langkah selanjutnya adalah membangun sistem secara keseluruhan (Descania, 2023). Ini mencakup pengembangan perangkat lunak (program absensi) untuk memproses dan menyimpan data kehadiran secara otomatis. Proses pengembangan ini akan memanfaatkan algoritma YOLO untuk memastikan kecepatan dan akurasi dalam mendeteksi wajah pegawai.

5. Menguji Sistem

Setelah sistem selesai dibangun, tahap berikutnya adalah melakukan pengujian. Pengujian ini mencakup pengujian fungsional untuk memastikan bahwa setiap fitur berfungsi dengan baik dan pengujian performa untuk mengevaluasi kecepatan serta akurasi sistem dalam mendeteksi kehadiran pegawai (Descania, 2023).

6. Evaluasi Sistem

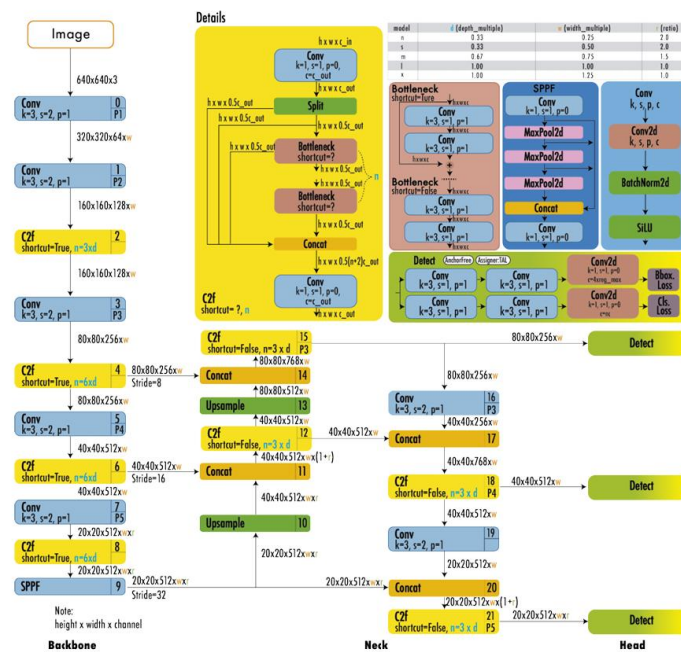
Setelah tahap pengujian, semua langkah yang telah dilakukan akan dievaluasi. Evaluasi ini bertujuan untuk menentukan apakah sistem sudah memenuhi kebutuhan yang telah ditentukan atau masih memerlukan revisi. Jika ada aspek yang perlu diperbaiki, maka pengembang dapat kembali ke tahap sebelumnya untuk melakukan perbaikan yang diperlukan (Descania, 2023).

7. Menggunakan Sistem

Setelah sistem dinyatakan memenuhi semua standar dan disetujui oleh pengguna, perangkat lunak siap untuk diimplementasikan dalam operasional sehari-hari (Descania, 2023). Sistem absensi berbasis deteksi wajah ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam manajemen kehadiran pegawai di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Kuningan.

1.9.3 Metode Penyelesaian Masalah

Metode penyelesaian masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode YOLO (*You Only Look Once*). Metode YOLO adalah metode yang dirancang untuk deteksi objek secara *real-time* yang sangat cepat dan akurat. YOLO membagi gambar *input* menjadi *grid* dan memprediksi *bounding box* serta probabilitas kelas untuk setiap *grid cell* dalam satu kali proses (Terven et al., 2023). Berikut merupakan arsitektur yang ada dalam algoritma YOLO:



Gambar 1. 2 Arsitektur YOLOv8 (Terven et al., 2023)

Preprocessing

Sebelum gambar diinputkan ke dalam model YOLO, terdapat beberapa langkah pra-pemrosesan yang dilakukan untuk mempersiapkan

data agar sesuai dengan persyaratan model dan meningkatkan kinerja serta akurasi. Langkah-langkah tersebut meliputi:

1. Pengubahan Ukuran (*Resize*): Gambar diubah ukurannya menjadi resolusi tetap yang sesuai dengan model. Untuk model YOLOv8, ukuran gambar standar yang sering digunakan adalah 640x640 piksel. Proses ini memastikan setiap gambar memiliki dimensi yang seragam sehingga dapat diproses dengan baik oleh model.
2. Normalisasi (*Normalization*): Nilai piksel dari gambar dinormalisasi ke rentang $[0, 1]$. Normalisasi ini penting untuk menghindari nilai piksel yang terlalu besar, yang dapat mengganggu proses pelatihan. Dengan normalisasi, proses konvergensi selama pelatihan akan lebih cepat dan stabil.
3. Augmentasi Data (*Data Augmentation*): Berbagai teknik augmentasi diterapkan pada gambar, seperti rotasi, *flipping* (membalik gambar), *cropping* (pemotongan), dan *scaling* (pengubahan skala). Augmentasi ini bertujuan untuk membuat model lebih tahan terhadap variasi dalam data gambar yang dihadapi, sehingga mampu meningkatkan kemampuan generalisasi model dalam mendeteksi objek pada kondisi gambar yang beragam.

Backbone

Bagian *backbone* pada model YOLO berfungsi untuk mengekstraksi fitur-fitur dasar dari gambar *input*. Proses ini dilakukan melalui beberapa lapisan konvolusi (*convolutional layers*) yang dirancang untuk menangkap elemen-elemen penting dari gambar. Berikut adalah penjelasan lebih mendetail mengenai komponen dalam *backbone*:

1. *Convolutional Layers* (Lapisan Konvolusi): Sejumlah lapisan konvolusi bertugas mengubah gambar *input* menjadi representasi fitur dengan resolusi yang lebih rendah, tetapi dengan kedalaman atau jumlah *channel* yang lebih tinggi. Lapisan ini berperan penting dalam mengekstraksi informasi visual seperti pola, tepi, dan tekstur dari gambar, yang merupakan ciri khas objek dalam gambar. Dengan

mengubah gambar menjadi representasi fitur ini, model dapat memfokuskan diri pada aspek yang lebih bermakna dalam pengenalan objek.

2. *C2f (Cross-Stage Partial with 2-Fused Layers)*: Blok ini merupakan salah satu komponen penting dalam YOLOv8, yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi komputasi dan kemampuan ekstraksi fitur. C2f menggunakan dua lapisan yang digabungkan (*fused*) untuk memaksimalkan penggunaan informasi dalam jaringan sambil mengurangi jumlah perhitungan yang diperlukan, sehingga membuat proses ekstraksi fitur lebih cepat tanpa mengorbankan akurasi.
3. *SPPF (Spatial Pyramid Pooling-Fast)*: SPPF adalah metode *pooling* yang dilakukan pada beberapa skala berbeda untuk mengumpulkan informasi dari berbagai tingkat resolusi dalam gambar. Fitur ini memungkinkan model lebih fleksibel dalam mendeteksi objek yang memiliki ukuran beragam. Dengan melakukan *pooling* pada berbagai skala, SPPF membantu model menjadi lebih tahan terhadap variasi ukuran objek yang ditemukan di gambar, sehingga mampu meningkatkan performa deteksi pada objek yang kecil maupun besar.

Neck

Bagian *neck* pada diagram YOLOv8 ini menunjukkan bagaimana fitur dari berbagai tingkat resolusi diolah dan digabungkan sebelum diteruskan ke bagian head untuk deteksi objek. Berikut adalah penjelasan detailnya:

1. *Upsampling*: Di bagian *neck*, fitur dari lapisan yang lebih rendah (dengan resolusi lebih kecil) di-*upsample* atau dinaikkan kembali resolusinya agar bisa digabungkan dengan fitur dari lapisan yang lebih tinggi. Ini memungkinkan model menggunakan informasi dari berbagai skala. Proses ini terlihat di beberapa tempat dalam diagram, seperti di bagian yang menunjukkan "*Upsample*" yang merujuk pada

pengembalian resolusi data.

2. *Concat* (Kombinasi): Setelah di-*upsample*, fitur dari berbagai resolusi digabungkan (*concatenated*) dengan fitur lain yang berasal dari tahap sebelumnya, yang juga berasal dari resolusi yang berbeda. Tujuannya adalah untuk menggabungkan informasi dari beberapa skala agar model dapat lebih baik mendeteksi objek dengan berbagai ukuran. Di diagram, bagian ini ditandai dengan "*Concat*".
3. C2f: Pada bagian neck juga terdapat blok C2f (*Cross-Stage Partial with 2-Fused Layers*), yang merupakan lapisan penting untuk memaksimalkan ekstraksi fitur sambil tetap menjaga efisiensi komputasi. Blok ini membantu mengolah fitur yang telah digabungkan dari berbagai resolusi dengan lebih efektif.
4. Integrasi Resolusi Berbeda: Bagian *neck* secara keseluruhan menghubungkan fitur dari berbagai skala, yang didapatkan dari bagian *backbone* (dengan berbagai tingkat resolusi) dan memprosesnya melalui beberapa lapisan untuk menghasilkan informasi yang lebih kaya. Ini memastikan bahwa model dapat mengenali objek besar maupun kecil.

Head

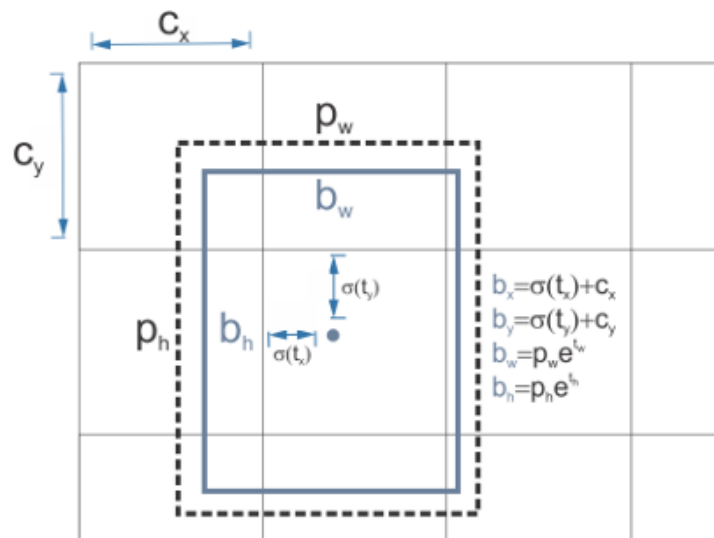
Bagian *head* pada model YOLO bertanggung jawab untuk melakukan deteksi objek berdasarkan fitur yang telah diekstraksi dan diproses oleh bagian *backbone* dan *neck*. Setelah fitur-fitur dari berbagai resolusi dikombinasikan di bagian *neck*, bagian *head* menggunakan informasi ini untuk memprediksi keberadaan objek dan menentukan lokasi serta klasifikasi objek tersebut. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai bagian *head*:

1. Deteksi (*Detection*): Bagian *head* berfungsi untuk mendeteksi objek pada gambar *input* dengan menggunakan keluaran dari neck. Pada diagram, terlihat bahwa setelah fitur digabungkan dan di-*upsample*, data ini diteruskan ke beberapa lapisan untuk melakukan deteksi di berbagai resolusi. Proses ini memungkinkan YOLO untuk

mendeteksi objek kecil, sedang, dan besar dalam satu gambar.

2. *Convolutional Layers*: Di bagian *head*, beberapa lapisan konvolusi diterapkan untuk melakukan prediksi. Lapisan ini bertugas untuk memproses fitur yang diterima dari *neck* dan menghasilkan keluaran yang digunakan untuk mendeteksi objek. Hasil akhir dari proses ini adalah prediksi mengenai koordinat *bounding box* (kotak pembatas), klasifikasi objek, dan nilai keyakinan (*confidence score*). Keluaran Deteksi: Bagian head menghasilkan tiga keluaran utama:

- *Bounding Box Regression*: Bagian ini memprediksi lokasi objek dalam bentuk kotak pembatas (*bounding box*). Setiap objek yang terdeteksi akan dikelilingi oleh kotak yang menunjukkan posisi dan ukurannya dalam gambar.



Gambar 1. 3 Prediksi Bounding Box (Terven et al., 2023)

- *Klasifikasi Objek*: Bagian ini memprediksi kategori atau kelas dari objek yang terdeteksi. Misalnya, apakah objek tersebut adalah mobil, orang, anjing, atau kategori lainnya.
- *Confidence Score*: Head juga menghasilkan nilai keyakinan atau *confidence score*, yang menunjukkan seberapa yakin model terhadap prediksinya. Nilai ini digunakan untuk memutuskan apakah deteksi tersebut cukup akurat untuk dipertimbangkan

atau harus diabaikan.

- *Multi-Scale Detection*: Salah satu kekuatan utama dari YOLOv8 adalah kemampuan deteksinya pada berbagai skala. Bagian *head* memproses fitur dari berbagai resolusi, memungkinkan model untuk mendeteksi objek dengan ukuran yang berbeda dalam satu gambar. Pada diagram, terlihat beberapa jalur deteksi dengan resolusi yang berbeda (misalnya 80x80, 40x40, 20x20), yang dirancang untuk menangani objek kecil, sedang, dan besar secara bersamaan.
3. Penggunaan Lapisan SPPF dan C2f: Sebelum prediksi akhir dilakukan, fitur-fitur diproses melalui lapisan tambahan seperti SPPF (*Spatial Pyramid Pooling-Fast*) dan C2f (*Cross-Stage Partial with 2-Fused Layers*), yang membantu memperkaya informasi yang digunakan untuk deteksi, memperkuat kemampuan model dalam mengidentifikasi objek dengan berbagai ukuran.

Postprocessing

Setelah model YOLOv8 memprediksi kotak pembatas (*bounding boxes*) dan skor keyakinan, langkah-langkah pasca-pemrosesan diterapkan untuk menyaring dan mengoptimalkan hasil deteksi. Tujuannya adalah memastikan bahwa hanya hasil deteksi yang relevan dan akurat yang ditampilkan, sekaligus mengurangi prediksi berlebihan atau tidak tepat. Berikut ini adalah dua langkah utama dalam proses pasca-pemrosesan:

1. *Thresholding* Skor Keyakinan: Pada tahap awal pasca-pemrosesan, dilakukan *thresholding* terhadap skor keyakinan (*confidence score*) untuk menyaring hasil deteksi. Dalam proses ini, kotak pembatas yang memiliki nilai *confidence score* di bawah ambang batas tertentu akan dibuang. Misalnya, jika ambang batas ditetapkan pada 0.5, maka semua kotak yang menunjukkan tingkat keyakinan kurang dari 50% akan diabaikan. Proses ini sangat penting karena memastikan bahwa hanya prediksi yang memiliki tingkat keyakinan

yang cukup tinggi yang dipertimbangkan. Dengan demikian, langkah ini berfungsi untuk mengurangi kemungkinan munculnya deteksi palsu dan memastikan bahwa hasil yang ditampilkan lebih akurat dan relevan.

2. *Non-Maximum Suppression* (NMS): Setelah proses *thresholding*, langkah selanjutnya adalah penerapan *Non-Maximum Suppression* (NMS). NMS digunakan untuk menangani situasi di mana beberapa kotak pembatas tumpang tindih dan mendeteksi objek yang sama. Dalam kondisi ini, NMS bertugas memilih satu kotak terbaik berdasarkan skor keyakinan tertinggi dari serangkaian prediksi yang ada. Proses NMS dilakukan dengan menghitung *Intersection over Union* (IoU), yang merupakan rasio tumpang tindih antara dua kotak pembatas. Jika nilai IoU antara dua kotak melebihi ambang batas tertentu—biasanya 0.5 atau 50%—maka hanya kotak dengan skor keyakinan tertinggi yang akan dipertahankan, sedangkan kotak lainnya akan diabaikan. Dengan menerapkan NMS, model dapat menghindari deteksi ganda pada objek yang sama dan memastikan bahwa hanya satu kotak pembatas yang paling akurat mewakili objek tersebut.



Gambar 1. 4 *Non-Maximum Suppression* (Terven et al., 2023).

Final Output

Setelah proses pasca-pemrosesan selesai, model YOLOv8 menghasilkan *output* yang terdiri dari tiga komponen utama: *bounding*

1.11 Sistematika Penelitian

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang penelitian, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode yang digunakan, serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORITIS

Bab ini membahas teori-teori yang relevan sebagai landasan pengetahuan guna mendukung proses pengembangan sistem. Uraian mencakup landasan teori yang digunakan dalam penyusunan penelitian, tinjauan terhadap penelitian terdahulu sebagai referensi, serta kerangka teoritis yang merupakan sintesis dari teori dan penelitian terkait yang digunakan sebagai solusi dalam penelitian ini.

BAB III : ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini membahas proses perancangan yang dilakukan, yang meliputi perancangan sistem dan perancangan aplikasi.

BAB IV : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini memuat implementasi dari perancangan yang telah dilakukan, serta pengujian terhadap aplikasi yang telah dikembangkan guna mengetahui kelebihan dan kekurangannya.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi simpulan mengenai keseluruhan aplikasi yang telah dibuat, serta saran untuk penelitian selanjutnya dalam rangka pengembangan lebih lanjut.