

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Musik merupakan salah satu unsur yang penting dalam kehidupan manusia. Berdasarkan KBBI, musik merupakan seni menyusun suatu nada atau suara dengan berbagai urutan dan kombinasi untuk menghasilkan komposisi yang saling berkesinambungan. Musik menjadi media yang dapat memberikan kesenangan yang bukan hanya sebagai hiburan, tapi sebagai media yang memberikan kepuasan batin bagi manusia. Karena itu, musik tidak dapat dipisahkan dengan berbagai aspek kehidupan lainnya dan sekarang telah masuk sebagai bagian dalam perkembangan teknologi [1].

Musik telah muncul dan terus berkembang sejak ribuan tahun yang lalu. Salah satu catatan notasi musik tertua yang pernah ditemukan berasal dari Babilonia. Catatan itu diperkirakan dibuat pada tahun 1250-1200 SM [2]. Pencatatan karya musik saat ini mulai dilakukan secara digital untuk menyimpan dan menjaga karya-karya musik yang dulunya ditulis secara langsung dengan tangan. Terdapat banyak jenis dan cara penulisan notasi untuk mencatat karya musik. Jenis penulisan notasi yang umum digunakan adalah *Common Western Music Notation* (CWMN) atau yang sering disebut sebagai notasi balok [3].

Notasi balok merupakan musik yang direpresentasikan dalam bentuk gambar. Representasi tinggi rendahnya suatu nada digambarkan secara vertikal dengan garis paranada dan ritmis secara horizontal. Nada yang dibunyikan dapat berbeda tergantung dengan tanda mula yang terdapat pada bagian depan partitur. Ada tiga jenis kunci yang sering digunakan sebagai tanda mula dalam penulisan notasi balok, yaitu kunci G (*treble clef*), kunci F (*bass clef*), dan kunci C (*alto clef*). Kunci ini menunjukkan nada dasar pada suatu partitur dengan melihat jumlah *accidentals* yang dapat berupa kumpulan *flats*/tanda mol (b) dan *sharps*/tanda kres (#) [4].

Optical Music Recognition (OMR) merupakan sistem komputer yang diciptakan untuk memproses/membaca gambar notasi balok dari partitur. Gambar yang telah dibaca ini kemudian di simpan menjadi file digital dengan format MEI, MusicXML, atau format lainnya. OMR dapat mempercepat proses pengumpulan data musik untuk didigitalisasikan. OMR juga dapat mengurangi *human error* dalam melakukan transkrip partitur ke dalam bentuk digital [5].

Di sisi lain, proses membaca dan mengenali isi partitur secara otomatis merupakan tugas yang kompleks. Tanda mula menjadi komponen yang penting karena tanda mula mendefinisikan nada dari lagu. Artinya, deteksi tanda mula menjadi hal yang krusial pada proses konversi gambar menjadi file digital. Tanda mula sering kali dianggap sebagai komponen yang terpisah, padahal merupakan satu kesatuan [5]. Selain itu, sistem perlu memperhatikan pemisahan garis paranada, hubungan tanda mula dengan notasi, pemisahan notasi dari lirik, pemisahan lirik dari dinamika, pengisolasian simbol *accidentals* pada tanda mula [6], dan lain-lain. Oleh karena itu, deteksi citra notasi balok dengan OMR menjadi hal yang menantang.

Pada partitur bernotasi balok, tanda mula/*key signature* merupakan elemen yang penting dalam memberikan konteks interpretasi nada. Dalam OMR, proses identifikasi tanda mula secara akurat merupakan salah satu langkah awal yang penting, karena tanda mula mengatur interpretasi *pitch* pada notasi berikutnya. Akan tetapi, pendekatan tradisional menggunakan *template matching* atau *edge detection* sering kali mengalami kesulitan dalam mendeteksi tanda mula secara tepat, terutama pada partitur berkualitas rendah atau yang ditulis dengan tangan. Oleh karena itu, ini menjadi alasan perlu adanya penelitian lebih lanjut yang menggunakan metode berbasis *deep learning* [7].

Dalam beberapa tahun terakhir, *deep learning* telah menjadi topik penelitian yang populer untuk deteksi citra seperti OMR. Tidak seperti algoritma biasa, *deep learning* menggunakan *multi-layered neural networks* untuk mempelajari fitur-fitur dari suatu data. Karena itu, *deep learning* mampu

digunakan untuk mempelajari data dengan struktur yang kompleks seperti gambar, teks, dan lain-lain [8]. Salah satu algoritma yang sering digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN).

CNN telah mengalahkan performa dari metode-metode lain yang sering digunakan pada pendeteksian citra seperti *template matching* karena algoritma ini dapat menangkap hierarki spasial dari suatu gambar. Sebuah tinjauan yang dilakukan terhadap CNN menyoroti perkembangan dan dampak transformatifnya untuk deteksi citra [9]. Kegunaan lain yang penting dari CNN adalah untuk ekstraksi fitur. CNN dapat mengekstrak fitur yang penting dari suatu gambar sehingga membuat algoritma ini efektif dalam deteksi citra untuk berbagai bidang. Model matematis menunjukkan bahwa CNN menghasilkan *translation invariance* yang penting dalam klasifikasi objek serupa pada posisi yang berdekatan pada gambar [10].

Meskipun CNN memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan klasifikasi citra, algoritma ini memiliki kekurangan karena memiliki kemampuan deteksi lokasi objek yang terbatas, terutama pada gambar yang berukuran besar seperti satu halaman partitur. Tantangan untuk OMR yang akan dilakukan bukan hanya untuk mendeteksi tanda mula, tetapi juga untuk membedakannya dari *accidentals* yang memiliki bentuk serupa. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan dua tahap yaitu dengan menggunakan YOLOv8 sebagai detektor untuk menentukan lokasi tanda mula, dan menggunakan CNN untuk melakukan klasifikasi pada area yang terdeteksi.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana penerapan algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi lokasi tanda mula pada partitur bernotasi balok dan membedakannya dari *accidentals*?
2. Bagaimana kemampuan algoritma YOLOv8 dalam mendeteksi perubahan tanda nada dasar pada partitur bernotasi balok?
3. Bagaimana mengembangkan sistem berbasis *Convolutional Neural Network* untuk melakukan klasifikasi 15 jenis tanda mula pada partitur bernotasi balok secara akurat?

4. Bagaimana kemampuan sistem dengan *pipeline* YOLOv8 dan CNN dalam menangani partitur tanpa tanda mula dengan menggunakan *negative samples*?

C. Batasan Penelitian

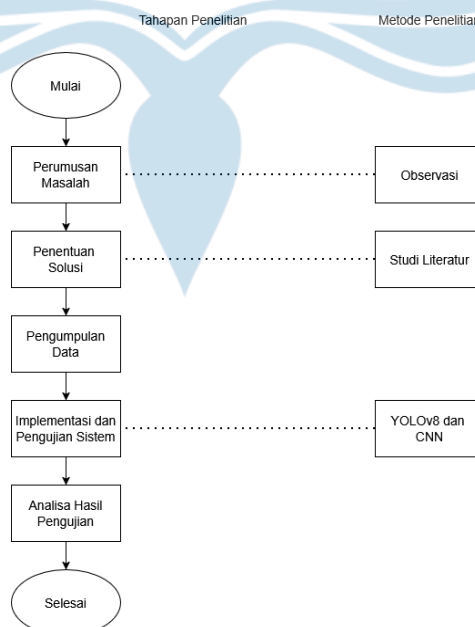
1. Penelitian ini hanya mencakup deteksi dan klasifikasi tanda mula pada partitur bernotasi balok dan tidak mencakup deteksi elemen-elemen lain pada partitur seperti dinamika, ritmis, lirik, dan komponen-komponen lainnya.
2. Penelitian ini difokuskan pada partitur paduan suara yang menggunakan *Common Western Music Notation*, terutama pada partitur yang berbasis pada kunci G (*treble clef*) dan kunci F (*bass clef*) dengan jumlah maksimal 8 baris paranada pada tiap garis umum (maksimal delapan baris paranada, termasuk pembagian suara vokal serta paranada instrumen pengiring seperti piano.).
3. Penelitian ini menggunakan gambar partitur dengan kualitas yang bervariasi, namun tidak mencakup partitur yang kualitasnya sangat rendah atau partitur dengan kerusakan fisik yang berat.
4. Dataset akan diambil dari partitur yang dimiliki oleh Paduan Suara Mahasiswa Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan partitur yang terdapat pada situs Choral Public Domain Library (CPDL).
5. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada pendekatan dengan metode *two-stage deep learning* dengan YOLOv8 sebagai detektor dan *Convolutional Neural Network* (CNN) sebagai klasifikator.
6. Sistem yang dibuat dirancang untuk mengenali 15 jenis tanda mula dan mengenali ketiadaan tanda mula sebagai C mayor.
7. Sistem diuji menggunakan citra dari kamera *smartphone* dengan resolusi *input* yang diatur 1920×1080 *pixels* (*landscape*) yang dihubungkan dengan sistem menggunakan *IP Webcam*. Kualitas deteksi sangat bergantung pada pencahayaan yang cukup dan fokus kamera yang stabil
8. Evaluasi model yang dikembangkan akan dinilai dengan melihat skor *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-score*, dan mAP.

D. Tujuan Penelitian

1. Menerapkan algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi lokasi tanda mula pada partitur bernotasi balok dan membedakannya *accidentals* yang muncul dalam partitur.
2. Menguji kemampuan deteksi algoritma YOLOv8 dalam mendeteksi perubahan tanda nada dasar yang terjadi di tengah partitur.
3. Mengembangkan model *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dapat mengklasifikasikan tanda mula menjadi 15 kelas tangga nada pada partitur bernotasi balok secara akurat.
4. Mengevaluasi kemampuan *pipeline* YOLOv8 dan CNN dalam menangani partitur tanpa tanda mula dengan menggunakan *negative samples*.

E. Metode Penelitian

Penelitian akan dilakukan secara sistematis untuk membuat model yang dapat mengklasifikasikan tanda mula secara akurat. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.1, penelitian akan dilakukan mulai dari perumusan masalah, penentuan solusi, pengumpulan dataset, analisis dan perancangan, implementasi, dan diakhiri dengan melakukan analisis ke hasil pengujian.



Gambar 1.1 *Flowchart* Tahapan Penelitian

1. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan utama yang akan diselesaikan melalui penelitian ini, yaitu melakukan deteksi dan klasifikasi tanda mula pada partitur bernotasi balok dengan YOLOv8 dan *Convolutional Neural Network*.

2. Studi Literatur

Dilakukan studi literatur untuk menemukan solusi yang terbaik untuk semua masalah yang telah diidentifikasi. Pada penelitian ini, penulis memilih untuk menyelesaikan masalah dengan *two-stage pipeline* menggunakan YOLOv8 untuk deteksi dan *Convolutional Neural Network* untuk klasifikasi tanda mula secara akurat.

3. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan citra yang mengandung tanda mula. Citra ini didapatkan dengan melakukan *scanning* pada partitur yang dimiliki oleh Paduan Suara Mahasiswa Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan dari Choral Public Domain Library (CPDL). Anotasi citra untuk deteksi dilakukan dengan menggunakan Roboflow.

4. Perancangan Model

Tahap ini meliputi perancangan model untuk deteksi dan klasifikasi. Akan dibuat kode berdasarkan sistem yang telah rencanakan sebelumnya. Kode akan dibuat dengan bahasa Python menggunakan JupyterLab. *Library* yang akan digunakan mencakup *OpenCV*, *numpy*, dan *library* lainnya. Setelah itu, dilakukan pengujian menggunakan *test set* yang belum pernah dilihat oleh model.

5. Analisa Hasil Pengujian

Setelah melakukan pengujian, maka dilakukan analisis hasil pengujian menggunakan *confusion matrix* dan metrik-metrik lain untuk mengukur kemampuan model yang telah dibuat untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan tanda mula pada partitur bernotasi balok..

F. Sistematika Penulisan

Pengerjaan Tugas Akhir ini ditulis dengan sistematika sistematika penulisan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan metode penelitian yang akan digunakan untuk membuat sistem yang dapat melakukan deteksi dan klasifikasi tanda mula pada partitur bernotasi balok secara akurat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas dan meninjau penelitian yang sudah pernah dilakukan untuk memahami penelitian yang sebelumnya telah dilakukan. Hal ini diperlukan untuk memastikan bahwa model yang akan dibuat dapat mengatasi kekurangan pada penelitian sebelumnya.

BAB III LANDASAN TEORI

Bab ini membahas kumpulan teori yang akan digunakan dalam membangun model deteksi dan klasifikasi tanda mula. Teori ini kemudian akan digunakan sebagai acuan dalam membangun model *deep learning*.

BAB IV DATASET DAN PENGEMBANGAN MODEL

Bab ini membahas proses pembuatan dataset dan informasi-informasi yang berkaitan dengan isi dari dataset. Pada bab ini, penulis juga akan membahas proses pengembangan model deteksi dan klasifikasi yang sudah dibuat.

BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Bab ini membahas implementasi model dan bagaimana pengujian yang dilakukan.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari proses pengembangan model deteksi dan klasifikasi tanda mula pada partitur bernotasi balok, serta kritik dan saran untuk pengembangan ke depannya.