

PENERAPAN ALGORITME *YOU ONLY LOOK ONCE* VERSION 8 UNTUK IDENTIFIKASI ABJAD BAHASA ISYARAT INDONESIA

Agung Ma'ruf^{1*}, Mardi Hardjianto²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jakarta Selatan, Indonesia

Email: ^{1*}agungmaruf@gmail.com, ²mardi.hardjianto@budiluhur.ac.id
(*: corresponding author)

Abstrak-Komunikasi memegang peran penting dalam menyampaikan pesan dan berinteraksi dengan sesama. Bagi individu teman tuli, bahasa isyarat menjadi sarana komunikasi vital untuk berhubungan, berinteraksi, dan saling memahami. Namun pemahaman terhadap bahasa isyarat tidak dimiliki oleh semua orang, sehingga penggunaan teknologi pengolahan citra menjadi krusial dalam mengklasifikasikan gerakan bahasa isyarat secara *real-time* melalui kamera, *video*, dan gambar diam. Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *You Only Look Once* Version 8 (YOLOv8), yang terbukti efektif dalam mengenali gerakan bahasa isyarat. Hasil deteksi dan klasifikasi akan ditampilkan melalui antarmuka dengan *output* suara menggunakan teknologi *Google Text-to-Speech* dan juga teks, sehingga memudahkan pemahaman bagi pengguna. Metode deteksi menggunakan YOLO menghasilkan variasi hasil yang berguna dan relevan dalam penelitian ini, sehingga memberikan kontribusi penting untuk pengembangan sistem pengenalan bahasa isyarat. Dari 26 abjad, terdapat 25 abjad yang terdeteksi dengan sempurna dan 1 abjad yang mencapai persentase keberhasilan sebesar 96,5%. Proses evaluasi menghasilkan nilai yang bervariasi, seperti akurasi sebesar 99,8%, presisi sebesar 99,4%, dan *recall* sebesar 99,8%. Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan aksesibilitas komunikasi bagi individu dengan gangguan pendengaran melalui pengenalan gerakan bahasa isyarat secara *real-time* menggunakan teknologi YOLO. Dengan penelitian ini, diharapkan aksesibilitas komunikasi bagi individu teman tuli dapat ditingkatkan, memfasilitasi interaksi dengan lingkungan sekitar dan saling berkomunikasi dengan lebih baik.

Kata Kunci: Bahasa Isyarat, Bisindo, Deteksi Objek, *You Only Look Once*, YOLOv8

APPLICATION OF THE *YOU ONLY LOOK ONCE* VERSION 8 ALGORITHM FOR INDONESIAN SIGN LANGUAGE ALPHABET IDENTIFICATION

Abstract-*Communication plays a crucial role in conveying messages and interacting with others. For individuals with hearing impairments, sign language becomes a vital means of communication to connect, interact, and understand one another. However, not everyone possesses a deep understanding of sign language, making the use of image processing technology crucial in real-time classification of sign language gestures through cameras, videos, and still images. One of the methods used in this research is You Only Look Once Version 8 (YOLOv8), which has proven to be effective in recognizing sign language gestures. The detection and classification results will be displayed through an interface with voice output using Google Text-to-Speech technology, as well as in text form, to facilitate understanding for users. The YOLO-based detection method has yielded useful and relevant results in this research, significantly contributing to the development of sign language recognition systems. Out of the 26 alphabet letters, 25 letters were detected perfectly, and one letter achieved a success rate of 96.5%. The evaluation process produced varying values, including accuracy of 99.8%, precision of 99.4%, and recall of 99.8%. Overall, the purpose of this research is to enhance communication accessibility for individuals with hearing impairments through real-time sign language gesture recognition using YOLO technology. The aim is to improve communication accessibility for the deaf community, facilitating interaction with their surroundings and better communication with others.*

Keywords: Sign Language, Bisindo, Object Detection, *You Only Look Once*, YOLOv8

1. PENDAHULUAN

Kemampuan berbahasa merupakan salah satu aspek dasar dan penting dalam kehidupan sehari-hari manusia. Bahasa berfungsi sebagai alat komunikasi yang memungkinkan terjadinya interaksi, pertukaran informasi, dan pembentukan hubungan sosial antar manusia [1]. Bahasa memiliki banyak variasi dan penggunaannya dapat dipengaruhi oleh faktor sosial, budaya dan gender. Selain bahasa lisan yang umum dikenal, ada juga bahasa isyarat tangan yang biasa digunakan oleh teman tuli dan teman bisu sebagai alat komunikasi.

Bahasa isyarat adalah sistem komunikasi yang mengandalkan tangan, jari, bahkan ekspresi wajah untuk menyampaikan pesan dan menciptakan makna [2]. Dengan bahasa isyarat, teman tuli dan teman bisu dapat

berkomunikasi dengan orang lain dan melakukan berbagai aktivitas sehari-hari.

Menurut data yang diperoleh Sistem Informasi Penyandang Disabilitas Kementerian Kesehatan Republik Indonesia pada Maret 2022, jumlah penyandang disabilitas di Indonesia mencapai 212.240. Jumlah ini meningkat selama dua tahun terakhir. Pada Maret 2020, jumlah penyandang disabilitas sebanyak 197.582 dan pada Maret 2021 mencapai 207.604. Jumlah penyandang tunarungu akan mencapai 19.392 pada Maret 2022, terhitung sekitar 9,14% dari total jumlah penyandang disabilitas di Indonesia [3].

Di Indonesia, terdapat dua jenis bahasa isyarat, yaitu Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) [4]. SIBI adalah sistem bahasa yang telah diresmikan oleh pemerintah Indonesia, menggunakan satu tangan dalam strukturnya. Adanya imbuhan dan struktur SIBI membuat teman tuli dan teman bisu menjadi kurang memahami isyarat yang disampaikan, Pada tahun 1960, Gerakan untuk Kesejahteraan Tunarungu Indonesia (GERKATIN) memperkenalkan bahasa isyarat BISINDO. BISINDO lebih fleksibel karena menggunakan gerakan kedua tangan dan ekspresi wajah. Dari perspektif budaya, penggunaan BISINDO dapat disesuaikan dengan keunikan budaya setiap daerah [5].

Sampai saat ini terdapat kesenjangan komunikasi antara teman tuli dan teman bisu dengan masyarakat yang tidak memiliki keterbatasan pendengaran dan bicara. Komunikasi di antara keduanya memerlukan pemahaman yang kompleks, terutama bagi mereka yang belum terbiasa menggunakan bahasa isyarat. Untuk membantu memahami bahasa isyarat di Indonesia, diperlukan pengembangan teknologi deteksi objek pada bahasa isyarat. Oleh Karena itu, dibuatlah sebuah sistem pengenalan bahasa isyarat BISINDO dengan menggunakan algoritme YOLO, *library OpenCV*, bahasa pemrograman *Python* serta *Google Text-To-Speech*. Dengan dibuatnya sistem pengenalan bahasa isyarat BISINDO diharapkan dapat mempersempit kesenjangan komunikasi antara teman tuli dan teman bisu dengan masyarakat umum.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Arifah dkk., [6] menggunakan metode YOLO versi 5 (YOLOv5) dan *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi gambar tangan dan mengidentifikasi lima objek berbeda, yakni gambar tangan dengan bentuk angka satu, dua, tiga, empat, dan lima. Meskipun demikian, beberapa data tangan tidak dapat terdeteksi dengan akurat karena pengaruh dari pencahayaan dan perubahan latar belakang, yang menyebabkan nilai akurasi mencapai 89% dengan jumlah *epoch* sebanyak 75 dan *batch* sebanyak 5 pada saat pelatihan. Sebuah penelitian lain telah dilakukan oleh Dadang dkk., [7] mereka fokus pada identifikasi bahasa isyarat, khususnya huruf hijaiyah, menggunakan *dataset* yang berisi 1014 gambar mencakup kelas huruf hijaiyah dari alif sampai ya. Dalam penelitian ini, mereka menerapkan metode YOLOv5 dengan pelatihan 150 epoch dan menggunakan *batch* 16. Hasil menunjukkan bahwa kemampuan pengenalan objek sistem konsisten dengan akurasi tinggi, mencapai 95%. Di sisi lain, penelitian yang dilakukan oleh Syahrul dkk., [8] ifokuskan pada identifikasi bahasa isyarat secara *real-time* menggunakan *webcam* dan metode YOLO untuk mengklasifikasikan gerakan Bahasa Isyarat. Hasil deteksi dan klasifikasi gerakan Bahasa Isyarat ditampilkan melalui sebuah antarmuka yang menyajikan output dalam bentuk suara dan teks dari perangkat yang digunakan. Evaluasi terhadap metode YOLO menunjukkan hasil yang memuaskan, dengan 19 dari 20 kata percobaan berhasil dideteksi secara sempurna dan 1 kata lainnya berhasil dideteksi dengan persentase keberhasilan 90%. Evaluasi proses memberikan hasil yang memuaskan dengan tingkat akurasi sebesar 94%, presisi sebesar 99,9%, dan *recall* sebesar 100%. Untuk mendapatkan hasil deteksi yang optimal, proses deteksi memerlukan tingkat pencahayaan sebesar 77,5 lux.

2. METODE PENELITIAN

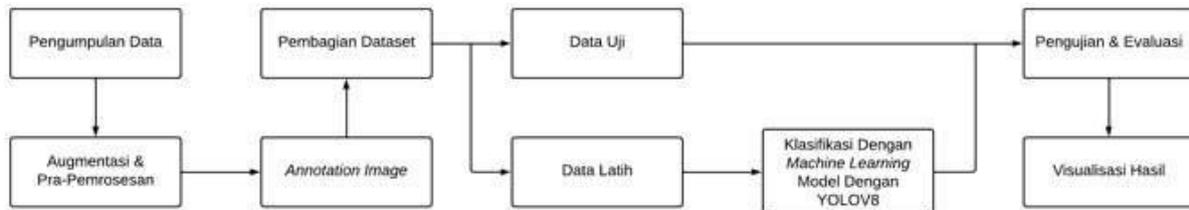
2.1 Data Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis sumber data utama, yaitu data primer dan data sekunder, yang digunakan untuk melatih dan menguji model deteksi abjad BISINDO. Data primer diperoleh dari 25 relawan yang mengambil citra sebanyak 26 kali, mewakili setiap huruf dari A-Z dalam bahasa isyarat BISINDO. Beberapa relawan juga mengambil citra dengan latar belakang yang berbeda. Sebelum pengambilan citra, relawan diberikan panduan dan instruksi mengenai posisi tangan yang benar. Pengambilan citra dilakukan menggunakan *smartphone* penulis dengan kualitas citra yang optimal.

Data sekunder diperoleh dari *Kaggle*, platform *online* yang menyediakan data untuk penelitian. Data ini berupa citra-citra yang mewakili abjad dalam bahasa isyarat BISINDO. Setiap citra menampilkan satu huruf dengan variasi gerakan tangan yang umum digunakan dalam bahasa isyarat. Data ini mencakup berbagai gaya tangan dan skala yang berbeda.

2.2 Penerapan Metode

Dalam pembangunan sistem aplikasi identifikasi abjad bahasa isyarat BISINDO menggunakan algoritme YOLO, terdapat beberapa tahapan yang menjadi inti dari rencana pengembangan. Rancangan ini bertujuan memberikan gambaran proses atau alur aplikasi secara menyeluruh, mulai dari awal hingga akhir, dan dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Alur Proses Penerapan Metode

2.3 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini pengumpulan data dilakukan melalui dua sumber utama, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan dari keikutsertaan 25 orang relawan yang diminta untuk mengambil citra sebanyak 26 kali, mewakili setiap huruf dari A sampai Z dalam Bahasa Isyarat Indonesia. Jumlah total citra pada data primer mencapai 859 citra. Data sekunder diperoleh dari platform *Kaggle* dan berisi 2.964 citra yang mewakili abjad dalam Bahasa Isyarat Indonesia dengan berbagai variasi gerakan tangan. Setelah menggabungkan kedua jenis data tersebut, dilakukan proses augmentasi untuk meningkatkan variasi *dataset* dengan melakukan rotasi, *resize*, dan pembalikan citra. Jumlah total citra dalam *dataset* meningkat menjadi 11.469 citra, yang mencakup representasi abjad Bahasa Isyarat Indonesia dari data primer dan data sekunder. *Dataset* ini terdiri dari 26 *class* dengan latar belakang yang beragam, yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sampel *Dataset* Bahasa Isyarat Indonesia

2.4 Augmentasi dan Pra-pemrosesan

Dalam penelitian ini, dilakukan beberapa proses penting untuk memperluas variasi *dataset* menggunakan teknik data augmentasi. Tahap augmentasi merupakan teknik yang memodifikasi *dataset* yang sudah ada agar menjadi lebih beragam [9]. Tahap ini menjelaskan metode-metode yang digunakan untuk mempersiapkan citra sebelum dilakukan analisis lebih lanjut.

a. Data *Cropping*

Pada tahap *Cropping Image*, dilakukan pemotongan atau *cropping* pada citra *dataset* untuk memfokuskan perhatian pada area tangan yang mengekspresikan abjad. Proses ini menggunakan perangkat lunak *Photos*, di mana pengguna secara manual memilih area yang akan dipotong dalam citra.

b. *Data Resize*

Pada tahap *Resize*, citra-citra dalam *dataset* diubah menjadi ukuran 640 x 640 piksel untuk mencapai konsistensi ukuran. Proses ini memudahkan pengolahan dan analisis data selanjutnya serta memastikan format citra yang seragam, meningkatkan efisiensi pelatihan model dan analisis.

c. *Data Flip Horizontal*

Pada tahap *Flip Horizontal*, citra-citra dalam *dataset* dibalik secara *horizontal* untuk menciptakan variasi tambahan. Proses ini mencakup variasi orientasi yang lebih luas, meningkatkan kemampuan model dalam mengenali dan memahami abjad dalam berbagai posisi dan arah yang berbeda.

d. *Data Rotation*

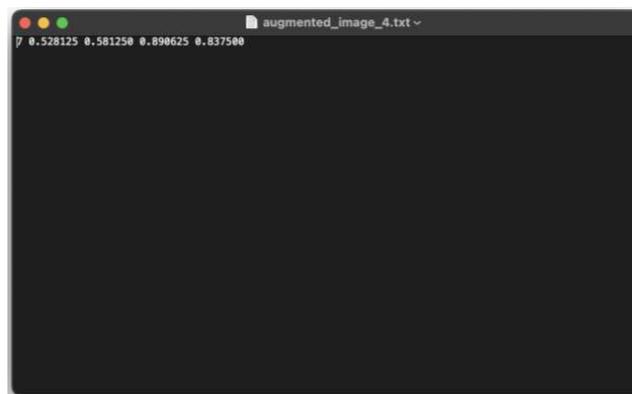
Pada tahap *Rotation Image*, *dataset* citra abjad bahasa isyarat BISINDO mengalami proses rotasi dengan sudut -18 derajat sampai 18 derajat. Proses ini menciptakan variasi sudut pandang dalam *dataset*, memperkaya data dan membantu model dalam mengenali abjad dalam berbagai posisi rotasi.

e. *Data Annotation* atau *Labeling*

Pada tahap *Annotation Image*, *dataset* citra abjad bahasa isyarat BISINDO diannotasi dengan label dan kotak pembatas pada area tangan yang mengekspresikan abjad. Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bagian dari *dataset* setelah mengalami proses *annotation image*. Proses anotasi menggunakan alat *labelimg* dan hasilnya disimpan dalam file (.txt). File anotasi ini akan digunakan dalam proses *training* model untuk membantu model memahami ciri-ciri khusus dari abjad bahasa isyarat BISINDO.



Gambar 3. *Annotation Image*



Gambar 4. Isi File .txt Hasil *Annotation Image*

2.5 Pembagian Data

Pembagian data dalam penelitian ini merupakan langkah penting untuk melatih dan menguji model deteksi abjad bahasa isyarat BISINDO. Jumlah total *dataset* dalam penelitian ini mencakup 11.469 citra yang sudah diberi label. Data tersebut dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu data *training* (80% dari total *dataset*) dan data *testing* (20% dari total *dataset*). Dalam penelitian ini, terdapat sebanyak 9.168 citra yang akan digunakan sebagai data

latih, sementara 2.301 citra akan digunakan sebagai data uji. Setelah pembagian data selesai, *dataset* akan disimpan di *Google Drive* sebagai *Cloud Data Storage* yang memudahkan pengelolaan *dataset*.

2.6 Modeling YOLOv8

Setelah melakukan pembagian *dataset* menjadi data *training* dan data *testing*, kemudian membangun dan melatih model *machine learning* menggunakan model klasifikasi yang dibangun menggunakan algoritme *You Only Look Once Version 8*. Algoritme YOLO merupakan metode deteksi objek yang populer karena kecepatannya dalam mengolah citra. Tidak seperti metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dan variasi lainnya, YOLO menggunakan satu lapisan jaringan untuk melakukan prediksi objek dalam gambar atau video, yang menyebabkan kecepatannya lebih tinggi daripada CNN dengan mengorbankan sedikit akurasi [10]. Proses pembuatan model *Machine Learning* pada tahap ini dibagi menjadi tiga tahap yang berbeda.

Pada tahap pertama, *dataset* yang telah dimuat sebelumnya dari *Google Drive* akan dibaca. Kemudian, pada tahap kedua, dilakukan pembuatan model YOLOv8 kustom dengan mengubah nilai parameter "*nc*" menjadi 26, yang sesuai dengan jumlah kelas abjad BISINDO, serta mengatur nilai parameter "*scales*" menjadi '1', yang akan memberikan jumlah lapisan, parameter, gradien, dan operasi *floating point* yang optimal. Nilai parameter *scales* '1' memiliki performa deteksi yang cukup baik dengan mAPval sebesar 52.9. Namun, perlu diperhatikan bahwa semakin kompleks model, semakin tinggi pula kebutuhan komputasi yang dibutuhkan (dinyatakan dalam *Params* dan *FLOPs*). Oleh karena itu, dalam pemilihan model yang tepat, harus mempertimbangkan *trade-off* antara performa dan kebutuhan komputasi yang tersedia. Pada tahap akhir, bagian ketiga melibatkan evaluasi dari model terbaik yang telah dibangun. Hasil evaluasi akan digunakan untuk memastikan bahwa model tersebut mencapai tingkat akurasi tertinggi. Setelah evaluasi selesai, model yang telah diuji akan disimpan dalam format file (.pt) pada *Google Drive*.

2.7 Pengujian dan Evaluasi

Pada tahap evaluasi, dilakukan analisis terhadap hasil pelatihan model deteksi objek. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan tujuh plot matriks, yaitu *box_loss*, *cls_loss*, *dfl_loss*, *precision*, *recall*, mAP50, dan mAP50-95. Plot matriks ini memberikan informasi tentang performa model dalam hal kehilangan kotak pembatas, kehilangan kelas, kehilangan detail fitur, presisi, *recall*, serta *mean Average Precision (mAP)* pada rentang nilai IoU 0.5 dan 0.5-0.95.

Selanjutnya, dalam tahap pengujian, akan dilakukan evaluasi hasil dari sistem yang telah dibangun menggunakan penghitungan *Confusion Matrix*. *Confusion Matrix* adalah tabel yang mencatat jumlah data uji yang diklasifikasikan dengan benar dan jumlah data uji yang diklasifikasikan dengan salah [11]. Dalam rancangan pengujian ini, digunakan *Confusion Matrix Multi Class*. Tabel *Confusion Matrix* dapat dilihat pada Gambar 5.

		Actual Values	
		1 (Positive)	0 (Negative)
Predicted Values	1 (Positive)	<p>TP (True Positive)</p>	<p>FP (False Positive) <i>Type I Error</i></p>
	0 (Negative)	<p>FN (False Negative) <i>Type II Error</i></p>	<p>TN (True Negative)</p>

Gambar 5. *Confusion Matrix*

Confusion Matrix digunakan untuk membandingkan hasil prediksi dengan data aktual. Setelah perbandingan dilakukan, pengujian dilakukan untuk menghitung nilai *Accuracy*, *Precision*, dan *Recall*. *Accuracy* menggambarkan tingkat keakuratan model dalam mengklasifikasikan data dengan benar. *Accuracy* adalah metode pengujian yang mengukur kesesuaian antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya. Dengan mengetahui jumlah data yang terklasifikasi dengan benar, kita dapat menghitung keakuratan hasil prediksi. Rumus perhitungan *accuracy* dapat dilihat pada persamaan (1).

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

Precision merupakan salah satu teknik pengujian yang melibatkan perbandingan jumlah informasi relevan yang diperoleh sistem dengan jumlah total informasi yang diambil oleh sistem, termasuk informasi relevan dan tidak relevan. Rumus untuk menghitung *Precision* dapat dilihat pada persamaan (2).

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

Recall adalah metode pengujian yang membandingkan jumlah informasi relevan yang ditemukan oleh sistem dengan jumlah total informasi relevan dalam koleksi informasi (baik ditemukan maupun tidak ditemukan oleh sistem). Perhitungan *Recall* dapat dilihat pada persamaan (3).

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

Selain itu, dalam rangka menguji kehandalan model secara lebih komprehensif, dilakukan juga pengujian melalui variasi jarak dan pengujian intensitas cahaya dengan menggunakan *lux level*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Metode

Dalam penelitian ini, dipilih algoritme YOLOv8 karena memiliki beberapa keunggulan, seperti kemampuan untuk menghasilkan prediksi dengan tingkat akurasi yang tinggi, kecepatan yang optimal, dan kemudahan dalam pemahaman. Selain itu, algoritme ini menunjukkan efisiensi yang tinggi bahkan ketika diterapkan pada *dataset* berskala besar. Pemilihan ini sangat relevan dalam konteks sistem deteksi bahasa isyarat BISINDO, yang memungkinkan penggunaan algoritme ini untuk menghasilkan hasil yang lebih baik.

3.2 Pengujian

Pengujian adalah salah satu tahapan penting dalam pengembangan sistem untuk melakukan evaluasi, analisis, dan menilai tingkat akurasi serta kesesuaian hasil yang telah dicapai oleh sistem yang dirancang. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan untuk mengukur nilai akurasi, presisi dan *recall* dari model YOLOv8. Pada penelitian ini juga menguji tingkat presisi dan *recall* masing-masing label abjad bahasa isyarat BISINDO. Berikut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Data Uji

No	Citra Uji	Label Aktual	Label Prediksi
1		A	A
2		B	B
3		N	M
...
2301		Z	Z

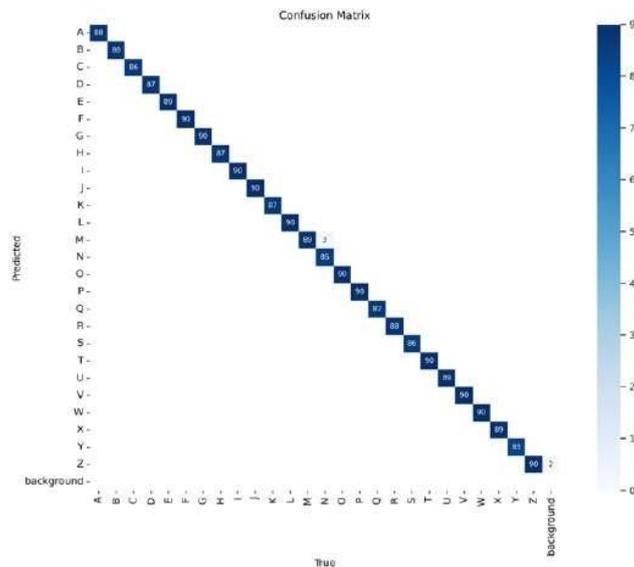
3.2.1 Pengujian Performa Model

Pada tahap ini, akan dilakukan pengujian model dengan melihat beberapa metrik akurasi standar seperti *precision*, *recall*, mAP, dan *average* IoU terhadap model yang telah dibuat sebelumnya. Gambar 6 menampilkan detail dari pengukuran nilai *precision*, *recall*, mAP, dan *average* IoU pada setiap label atau citra abjad BISINDO dengan menggunakan model hasil dari proses pemodelan menggunakan YOLO.

Class	Images	Instances	Box(P	R	mAP50	mAP50-95) :
all	2301	2301	0.994	0.998	0.995	0.946
A	2301	88	0.995	1	0.995	0.981
B	2301	88	0.994	1	0.995	0.968
C	2301	86	1	0.998	0.995	0.972
D	2301	87	0.995	1	0.995	0.985
E	2301	89	0.995	1	0.995	0.934
F	2301	90	0.995	1	0.995	0.963
G	2301	90	0.996	1	0.995	0.958
H	2301	87	0.995	1	0.995	0.975
I	2301	90	0.997	1	0.995	0.933
J	2301	90	0.996	1	0.995	0.944
K	2301	87	0.996	1	0.995	0.959
L	2301	90	0.995	1	0.995	0.894
M	2301	89	0.964	1	0.994	0.94
N	2301	88	1	0.971	0.995	0.967
O	2301	90	0.996	1	0.995	0.87
P	2301	90	0.996	1	0.995	0.935
Q	2301	87	0.997	1	0.995	0.972
R	2301	88	0.994	1	0.995	0.927
S	2301	86	0.994	1	0.995	0.972
T	2301	90	0.995	1	0.995	0.983
U	2301	89	0.995	1	0.995	0.953
V	2301	90	0.996	1	0.995	0.963
W	2301	90	0.995	1	0.995	0.987
X	2301	89	0.995	1	0.995	0.977
Y	2301	83	0.995	1	0.995	0.926
Z	2301	90	0.989	0.983	0.993	0.757

Gambar 6. Pengujian Performa Model

Berdasarkan pengukuran nilai *precision*, *recall*, mAP, dan *average* IoU pada Gambar 6, didapatkan hasil berikut: akurasi sebesar 0,998 atau 99,8%, presisi sebesar 0,994 atau 99,4%, dan *recall* sebesar 0,998 atau 99,8%. Hasil ini menunjukkan bahwa kinerja model untuk pengenalan abjad dalam bahasa isyarat sangat baik. Model yang telah dilatih mampu mengidentifikasi abjad dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam berbagai kelas yang diuji. Dapat disimpulkan bahwa model dapat mengenali objek dengan tingkat akurasi yang tinggi tanpa mengabaikan sejauh mana prediksi dan kebenaran sebenarnya (*ground truth*) bersesuaian.



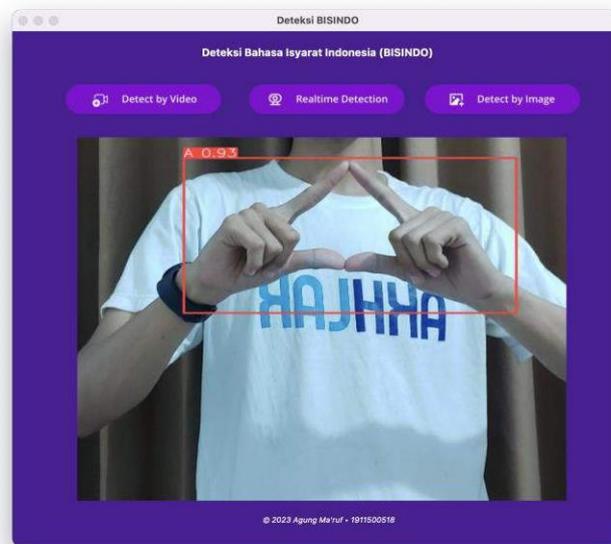
Gambar 7. Hasil Confusion Matrix

Berdasarkan informasi dari Gambar 6 dan Gambar 7, nilai *Accuracy*, *Precision*, dan *Recall* akan dihitung dengan menggunakan rumus-rumus yang telah dijelaskan dalam Persamaan (1), Persamaan (2), dan Persamaan (3). Hasil dari perhitungan tersebut akan ditampilkan dalam Tabel 2.

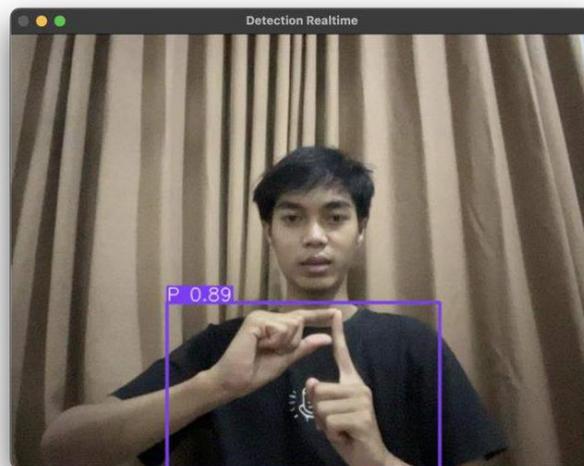
Tabel 2. Perhitungan Pengujian

Pengujian		
<i>Accuracy</i>	$= (2298 / 2301) * 100 \%$ $= 0,998 * 100 \%$	$= 99,8 \%$
<i>Precision</i>	$= (25,86 / 26) * 100 \%$ $= 0,994 * 100 \%$	$= 99,4 \%$
<i>Recall</i>	$= (25,95 / 26) * 100 \%$ $= 0,998 * 100 \%$	$= 99,8 \%$

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode YOLOv8 berhasil dengan baik dalam mendeteksi bahasa isyarat BISINDO berdasarkan Gambar 8 dan Tabel 2. Tingkat keakurasiannya sangat tinggi bahkan mendekati sempurna, menunjukkan bahwa pendekatan ini berjalan lancar dan memberikan hasil yang memuaskan. Gambar 8 dan Gambar 9 menampilkan contoh visualisasi dari pendeteksian BISINDO yang berhasil dilakukan.



Gambar 8. Visualisasi Hasil Prediksi



Gambar 9. Visualisasi Hasil Prediksi *Real-time*

3.2.2 Pengujian Inferensi Variasi Jarak

Pada tahap ini, dilakukan pengujian untuk menemukan jarak optimal dalam mendeteksi gerakan bahasa isyarat. Empat nilai jarak yang diuji adalah 30cm, 50cm, 100cm, dan 150cm. Pengujian ini bertujuan untuk menilai tingkat akurasi deteksi gerakan dengan menghitung jumlah kelas yang berhasil terdeteksi pada setiap jarak yang

diuji. Hasil lengkap dari pengujian jarak dapat ditemukan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Jarak Obyek

Jarak	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Akurasi
30cm	78	78	100%
50cm	78	78	100%
100cm	78	54	69.23%
150cm	78	0	0%

Dapat disimpulkan jarak optimal terdapat pada 30cm dan 50cm dengan akurasi 100%. Meskipun demikian, pada jarak 100cm, hasil akurasi masih cukup baik dengan nilai sebesar 69,23%. Namun, terdapat penurunan yang signifikan pada jarak 150cm, di mana sistem gagal mendeteksi objek dengan akurasi 0%.

3.2.3 Pengujian Inferensi Intensitas Cahaya

Pada tahap ini, dilakukan pengujian variasi intensitas cahaya dengan menggunakan empat level pencahayaan yang diukur dalam satuan *lux*, yaitu 5 *lux*, 50 *lux*, 100 *lux*, dan 150 *lux*. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengamati kemampuan model secara *real-time* dalam berbagai kondisi pencahayaan yang berbeda. Fokus utama dari pengujian ini adalah pada tingkat akurasi sebagai hasil yang akan dievaluasi. Hasil lengkap dari pengujian intensitas cahaya dapat ditemukan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Intensitas Cahaya

<i>Lux Level</i>	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Akurasi
5	78	74	94.87%
50	78	78	100%
100	78	78	100%
150	78	78	100%

Dapat disimpulkan hasil pengujian dengan variasi nilai *lux* yang berbeda, ditemukan bahwa akurasi terbaik didapatkan pada nilai *lux* 50, *lux* 100, *lux* 150, dengan tingkat akurasi mencapai 100%. Namun, pada nilai *lux* 5, akurasi yang diperoleh masih sangat baik dengan persentase akurasi sebesar 94.87%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, penggunaan metode *You Only Look Once Version 8* (YOLOv8) dalam mendeteksi abjad Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) pada gambar-gambar yang diunggah oleh pengguna, baik melalui video langsung maupun gambar diam, telah diimplementasikan dan diuji. Pengujian konfigurasi *hyperparameter* dengan 100 iterasi dan ukuran batch 16, serta *learning rate* 0,01, menghasilkan tingkat akurasi 99,8%, tingkat presisi 99,4%, dan tingkat *recall* 99,8%. Penerapan metode YOLOv8 memungkinkan deteksi bahasa isyarat tanpa dipengaruhi oleh tingkat intensitas cahaya, namun hasil deteksinya lebih optimal ketika intensitas cahaya berada di atas 50 *lux*. Selain itu, sistem juga dapat mengenali bahasa isyarat dengan baik pada jarak kurang dari 100cm, tetapi menjadi kurang optimal jika jaraknya lebih dari itu. Sistem memberikan *output* berupa teks dan suara *Google Text-To-Speech*, dengan respon yang cepat terhadap gerakan baru yang terdeteksi dan hanya mengeluarkan *output* suara ketika diperlukan untuk menghindari kebisingan yang tidak perlu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Laras Sati, P. Poerwadi, Y. Eka Asi, A. Nurachmana, S. Ratu Lestaringtyas, and U. Palangka Raya, "Prinsip Kesantunan Berbahasa Dalam Film Layangan Putus Dan Implikasinya Terhadap Pembelajaran Bahasa Indonesia Di SMP," *Mei*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [2] I. Hendapratama, I. W. Hamzah, and S. Astuti, "Rancang Bangun Aplikasi Penerjemah SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia) Menggunakan Algoritma Random Forest Classifier," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 8, no. 6, pp. 3850–3855, 2022.
- [3] L. Arisandi and B. Satya, "Sistem Klarifikasi Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Dengan Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network," *Jurnal Sistem Cerdas*, vol. 05, no. 03, pp. 135–146, 2022, doi: <https://doi.org/10.37396/jsc.v5i3.262>.
- [4] S. Apendi, C. Setianingsih, and M. W. Paryasto, "Deteksi Bahasa Isyarat Sistem Isyarat Bahasa Indonesia Menggunakan Metode Single Shot Multibox Detector," vol. 10, no. 1, pp. 249–255, 2023.

- [5] I. Sari and E. Altiarika, “Sistem Pengembangan Bahasa Isyarat Untuk Berkomunikasi dengan Penyandang Disabilitas (Tunarungu),” 2023. [Online]. Available: <https://jits.unmuhbabel.ac.id/>
- [6] I. I. Arifah, F. N. Fajri, and G. Q. O. Pratamasunu, “Deteksi Tangan Otomatis Pada Video Percakapan Bahasa Isyarat Indonesia Menggunakan Metode YOLO Dan CNN,” *Journal of Applied Informatics and Computing*, vol. 6, no. 2, pp. 171–176, 2022, doi: 10.30871/jaic.v6i2.4694.
- [7] D. Iskandar Mulyana, M. Faizal Lazuardi, and M. Betty Yel, “Deteksi Bahasa Isyarat Dalam Pengenalan Huruf Hijaiyah Dengan Metode YOLOV5,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 4, no. 2, pp. 145–1, 2022.
- [8] S. Hidayatullah, I. J. Endrasmono, and M. K. Hasin, “Rancang Bangun Penerjemah Bahasa Isyarat Menggunakan Pengolahan Citra Dengan Metode You Only Look Once (YOLO),” *Jurnal Conference on Automation Engineering and Its Application*, vol. 1, no. 1, pp. 206–211, 2021, [Online]. Available: <http://journal.ppns.ac.id/index.php/CAEA/article/view/1895>
- [9] Z. N. Nugroho, A. Harjoko, and M. Auzan, “Klasifikasi Eritrosit Pada Thalasemia Minor Menggunakan Fitur Konvolusi dan Multi-Layer Perceptron,” *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentations Systems)*, vol. 13, no. 1, pp. 91–100, 2023, doi: 10.22146/ijeis.83473.
- [10] D. Luthfy, C. Setianingsih, and M. W. Paryasto, “Indonesian Sign Language Classification Using You Only Look Once 1,” vol. 10, no. 1, pp. 454–459, 2023.
- [11] G. M. C. Batubara, A. Desiani, and A. Amran, “Klasifikasi Jamur Beracun Menggunakan Algoritma Naïve Bayes dan K-Nearest Neighbors,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 33–42, Jun. 2023, doi: 10.54082/jiki.68.