

Klasifikasi Gambar Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Pada Komunitas Tuli Menggunakan Machine Learning

Kurnia Khoirul Candra^{*1}, Kusrini²

^{1,2}Magister Teknik Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta
e-mail: ^{*1}kkcandra@students.amikom.ac.id, ²kusrini@amikom.ac.id

Abstrak

Bahasa isyarat merupakan sebuah cara komunikasi khusus yang digunakan para penyandang disabilitas khususnya penyandang Tuli. Pada sebuah sistem pengembangan komunikasi di masa kini bahasa utama yang digunakan komunitas Tuli di Indonesia adalah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Tujuan penelitian ini yaitu mengimplementasikan metode klasifikasi gambar BISINDO menggunakan metode machine learning, mengetahui akurasi penerapan gambar BISINDO dengan menggunakan machine learning. Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif, klasifikasi gambar Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) menggunakan teknik machine learning. Metode ini digunakan untuk menggunakan model Convolutional Neural Networks (CNN) yang tersedia pada dataset gambar dapat meningkatkan akurasi. Hasil pada penelitian yang dilakukan penulis menunjukkan bahwa metode CNN memiliki akurasi 98,07% dan metode machine learning memiliki akurasi 100%. Kesimpulan menunjukkan implementasi metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan menggunakan arsitektur SSD MobileNet dan machine learning dalam melakukan deteksi objek pada simbol abjad Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) berjalan dengan baik dan menghasilkan keberhasilan pendeteksian simbol abjad BISINDO dengan peningkatan akurasi yang baik.

Kata kunci—BISINDO, *Convolutional Neural Network (CNN)*, *Machine Learning*.

Abstract

Sign language is a special way of communication used by people with disabilities, especially deaf people. In today's communication development system, the main language used by the deaf community in Indonesia is Indonesian Sign Language (BISINDO). The aim of this research is to implement the BISINDO image classification method using machine learning methods, to determine the accuracy of applying BISINDO images using machine learning. This type of research is qualitative research, classifying Indonesian Sign Language (BISINDO) images using machine learning techniques. This method is used to use Convolutional Neural Networks (CNN) models available on image datasets to increase accuracy. The results of research conducted by the author show that the CNN method has an accuracy of 98.07% and the machine learning method has an accuracy of 100%. The conclusion shows that the implementation of the Convolutional Neural Network (CNN) method using SSD MobileNet architecture and machine learning in detecting objects on Indonesian Sign Language (BISINDO) alphabet symbols went well and resulted in successful detection of BISINDO alphabet symbols with good accuracy increases.

Keywords—BISINDO, *Convolutional Neural Network (CNN)*, *Machine Learning*.

1. PENDAHULUAN

Komunikasi sangat penting bagi setiap orang, namun sebagian orang mengalami kesulitan dalam berkomunikasi dengan bahasa isyarat. Terutama jika menyangkut topik dan situasi sulit.

Manusia membutuhkan interaksi sosial untuk berbagi informasi, berbagi pikiran, dan berbagi perasaan. Orang-orang dengan berbagai keterbatasan, seperti Tuli, tuna daksa, tunagrahita, netra dan sebagainya. Salah satu cara yang dapat digunakan komunitas Tuli adalah dengan menggunakan bahasa isyarat. Bahasa utama yang digunakan komunitas Tuli di Indonesia adalah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). BISINDO itu penting bagi masyarakat untuk memahami dan mempelajari bahasa isyarat Indonesia untuk meningkatkan komunikasi. Bahasa isyarat tangan adalah untuk membantu orang-orang dengan disabilitas atau yang biasa disebut penyandang disabilitas dalam berkomunikasi satu sama lain. Bahasa isyarat tangan juga banyak digunakan oleh orang-orang yang memiliki gangguan perilaku seperti autisme dan sindrom down. Bahasa isyarat yang umum digunakan adalah BISINDO (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia) dan BISINDO (Bahasa Isyarat Indonesia) [1].

Machine learning merupakan salah satu cabang kecerdasan buatan yang saat ini berkembang pesat [2]. Machine learning menempati posisi ketiga dalam kategori pengembangan tercepat yang diberikan. Tujuh besar termasuk IBM, Microsoft, Google, LinkedIn, Facebook, Intel, dan Fujitsu memiliki paten terbaru di bidang tersebut. Machine Learning mengalami tingkat pertumbuhan tahunan gabungan sebesar 120% antara tahun 2020 dan 2023 dan diperkirakan akan terus berlanjut pada tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 34% pada tahun 2024. Deloitte Global juga memperkirakan penggunaan machine learning akan lebih integral atau utuh dan akan terus tumbuh.

Untuk membangun sebuah model menggunakan pendekatan machine learning, dibutuhkan banyak data yang relevan agar mampu melakukan generalisasi dan memberikan hasil prediksi yang tepat. Karena bukan bahasa isyarat formal, ketersediaan dataset Bisindo terbatas. Hal ini diatasi dengan melakukan transfer learning, metode pembelajaran terhadap suatu tugas baru melalui pemindahan pengetahuan (transfer of knowledge) dari tugas serupa yang telah dipelajari sebelumnya [3].

Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa penerjemahan bahasa isyarat merupakan bagian penting dalam memfasilitasi komunikasi efektif dengan individu penyandang disabilitas pendengaran. Penelitian ini menggambarkan implementasi algoritma Convolutional Neural Network (CNN) menggunakan YOLOV5 untuk menerjemahkan bahasa isyarat menjadi teks. Metodologi eksperimental digunakan dengan memanfaatkan dataset berisi citra tangan yang menggambarkan isyarat dalam Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Proses pelatihan YOLOV5 melibatkan langkah-langkah deteksi objek dan klasifikasi untuk mengenali isyarat tangan yang kompleks. Hasil eksperimen menunjukkan kemampuan YOLOV5 dalam menerjemahkan bahasa isyarat dengan tingkat akurasi yang memuaskan. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan sistem penerjemah bahasa isyarat yang dapat digunakan dalam berbagai konteks, mendukung inklusivitas dan memudahkan komunikasi antara komunitas tuli dengan individu yang tidak menggunakan bahasa isyarat [4].

Penelitian ini menggunakan teknik machine learning untuk mengenali huruf bergerak dalam BISINDO, seperti huruf J dan Z. Tujuan utama adalah untuk meningkatkan akurasi pengenalan huruf dalam BISINDO, sehingga mendukung orang-orang dapat membantu proses komunikasi antara masyarakat yang awam dengan komunitas Tuli. Penulis mengklasifikasi gambar bahasa isyarat, karena penelitian ini dapat mendorong pengembangan model machine learning yang lebih baik untuk pengenalan objek gambar pada bahasa isyarat.

Kelemahan algoritma populer yang sering digunakan pada penelitian - penelitian, yaitu Sistem Klarifikasi Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Dengan Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network dan Analisis Perbandingan Algoritma Machine Learning dan Deep Learning untuk Klasifikasi Citra Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (BISINDO). Kelemahan algoritma populer yang ada pada [5], yaitu kualitas gambar masukan (256x256 pixel) dapat mempengaruhi hasil prediksi. Gambar dengan resolusi rendah atau kualitas buruk dapat mengurangi akurasi sistem dalam mengenali tanda-tanda. Sedangkan, kelemahan algoritma populer pada [6], yaitu peneliti dengan spesifikasi komputer yang terbatas mungkin lebih baik menggunakan algoritma machine learning seperti K-Nearest Neighbors (KNN) atau Support Vector Machine (SVM). Maka lebih cepat dalam waktu training, meskipun dengan performa yang lebih rendah.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah penelitian kualitatif dipilih untuk mendalami pengalaman dan persepsi anggota komunitas Tuli terkait dengan klasifikasi gambar Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) menggunakan teknik machine learning ($y = mx + b + e$). Penelitian ini menggunakan data dengan mendalami pengalaman dan perspektif dari anggota komunitas tuli yang nantinya akan diproses menggunakan metode Convolutional Neural Networks (Convnets) ($W_2 = ((W_1 - F + 2P)) / (S + 1)$).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan oleh peneliti saat melakukan penelitian terhadap analisis akurasi pada simbol abjad BISINDO yang diuji dengan menggunakan model SSD *MobileNet* dan Machine Learning. Penelitian ini merupakan penelitian yang difokuskan pada deteksi gambar simbol abjad BISINDO dari A sampai Z dengan total jumlah kelas sebanyak 26 kelas data yang setiap kelasnya berjumlah 10 gambar dan total keseluruhan data yaitu 260 data gambar.

3.1. *Confusion Matrix* pada SSD *MobileNet*

Berikut perhitungan *confusion matrix* dari seluruh data yang telah di uji coba deteksi menggunakan model SSD *MobileNet*.

Tabel 1 *Confusion Matrix* pada SSD *MobileNet*

No	Hasil Deteksi	TP	FP	FN	TN
1	A	2	0	0	0
2	B	2	0	0	0
3	C	2	0	0	0
4	D	2	0	0	0
5	E	2	1	0	0
6	F	2	0	0	0
7	G	2	0	0	0
8	H	2	0	0	0
9	I	2	0	0	0
10	J	2	0	0	0
11	K	2	0	0	0
12	L	2	0	0	0
13	M	2	0	0	0
14	N	2	0	0	0
15	O	2	0	0	0
16	P	2	0	0	0
17	Q	2	0	0	0
18	R	2	0	0	0
19	S	1	0	0	0
20	T	2	0	0	0
21	U	2	0	0	0
22	V	2	0	0	0
23	W	2	0	0	0
24	X	2	0	0	0
25	Y	2	0	0	0
26	Z	2	0	0	0
Total		51	1	0	0

Tabel 2 Hasil *Confusion Matrix* pada SSD *MobileNet*

TP	51
FP	1
FN	0
TN	0
Total	52

Dari pengujian data pada tabel 2 didapatkan sebanyak 51 data *True Positive (TP)* yaitu data terdeteksi oleh model dengan benar, terdapat 1 data *False Positive (FP)* yaitu data terdeteksi oleh model, tetapi bukan dari kelas data yang sebenarnya. Total data testing yang digunakan sebanyak 52 data gambar simbol abjad BISINDO.

Setelah dilakukan uji coba pendeteksian pada seluruh data simbol abjad BISINDO, maka untuk mendapatkan keakuratan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dari akurasi, *precision*, *recall* dan *F1 Score*. Berikut proses pencarian perhitungan akurasi, presisi dan recall dari dataset simbol abjad BISINDO pada SSD *MobileNet*.

1. Persamaan Akurasi

$$\begin{aligned}
 Accuracy &= \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \times 100\% \\
 &= \frac{51+0}{51+1+0+0} \times 100\% \\
 &= \frac{51}{52} \times 100\% = 98,07\% \\
 &= 98,07\%
 \end{aligned}$$

2. Persamaan *Precision*

$$\begin{aligned}
 Precision &= \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \\
 &= \frac{51}{51+1} \times 100\% \\
 &= \frac{51}{52} \times 100\% \\
 &= 0,9807 = 98,07\%
 \end{aligned}$$

3. Persamaan *Recall*

$$\begin{aligned}
 Recall &= \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \\
 &= \frac{51}{51+0} \times 100\% \\
 &= \frac{51}{51} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

4. Persamaan *F1 score*

$$\begin{aligned}
 F1 \text{ Score} &= 2 \frac{precision \cdot recall}{precision + recall} \\
 &= 2 \frac{98,07 \cdot 100}{98,07 + 100} \\
 &= 2 \frac{9,807}{198,07} \\
 &= 99,2\%
 \end{aligned}$$

Tabel 3 Perhitungan *Accuracy*, *Presicion*, *Recall*, dan *F1 Score* pada model SSD *MobileNet*

SSD MOBILENET	
<i>Accuracy</i>	98,07%
<i>Presicion</i>	99,07%
<i>Recall</i>	100%
<i>F1 Score</i>	99,02%

Dari tabel 3 di atas terdapat bahwa tingkat akurasi dari hasil deteksi pada objek simbol abjad BISINDO menggunakan model SSD *MobileNet* mendapatkan nilai yang cukup tinggi dengan nilai akurasi pada model SSD *MobileNet* yaitu 98,07%.

3.2. *Confusion Matrix* pada model Machine Learning

Berikut perhitungan *confusion matrix* dari seluruh data yang telah di uji coba deteksi menggunakan model Machine Learning.

Tabel 4 *Confusion Matrix* pada Machine Learning

No	Hasil Deteksi	TP	FP	FN	TN
1	A	2	0	0	0
2	B	2	0	0	0
3	C	2	0	0	0
4	D	2	0	0	0
5	E	2	1	0	0
6	F	2	0	0	0
7	G	2	0	0	0
8	H	2	0	0	0
9	I	2	0	0	0
10	J	2	0	0	0
11	K	2	0	0	0
12	L	2	0	0	0
13	M	2	0	0	0
14	N	2	0	0	0
15	O	2	0	0	0
16	P	2	0	0	0
17	Q	2	0	0	0
18	R	2	0	0	0
19	S	2	0	0	0
20	T	2	0	0	0
21	U	2	0	0	0
22	V	2	0	0	0
23	W	2	0	0	0
24	X	2	0	0	0
25	Y	2	0	0	0
26	Z	2	0	0	0
Total		52	1	0	0

Tabel 5 Hasil *Confusion Matrix* pada Machine Learning

TP	52
FP	1
FN	0
TN	0
Total	53

Dari pengujian data pada objek simbol BISINDO menggunakan model Machine Learning, mendapatkan hasil seperti pada tabel IV.8 bahwa hasil pengujian dari 52 data terprediksi *True Positive (TP)* semua oleh model. Setelah dilakukan pengujian terhadap seluruh data simbol

BISINDO, maka untuk mendapatkan keakuratan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dari akurasi, *precision*, *recall* dan F1 *Score*. Berikut proses pencarian perhitungan akurasi, *precision*, *recall*, dan F1 *Score* dari data simbol BISINDO pada model Machine Learning.

1. Persamaan Akurasi

$$\begin{aligned} Accuracy &= \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \times 100\% \\ &= \frac{52+0}{52+1+0+0} \times 100\% \\ &= \frac{52}{52} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

2. Persamaan *Precision*

$$\begin{aligned} Precision &= \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \\ &= \frac{52}{52+1} \times 100\% \\ &= \frac{52}{52} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

3. Persamaan *Recall*

$$\begin{aligned} Recall &= \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \\ &= \frac{52}{52+0} \times 100\% \\ &= \frac{52}{52} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

4. Persamaan F1 score

$$\begin{aligned} F1 \text{ Score} &= 2 \frac{precision \cdot recall}{precision + recall} \\ &= 2 \frac{100 \cdot 100}{100 + 100} \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Tabel 6 Perhitungan *Accuracy*, *Presicion*, *Recall*, dan F1 *Score* pada model Machine Learning

Machine Learning	
<i>Accuracy</i>	100%
<i>Presicion</i>	100%
<i>Recall</i>	100%
F1 <i>Score</i>	100%

Dari tabel 3 dan 6 terdapat bahwa tingkat akurasi dari hasil deteksi pada objek simbol abjad BISINDO menggunakan model SSD *MobileNet* dan Machine Learning mendapatkan nilai yang cukup tinggi dengan nilai akurasi pada model SSD *MobileNet* yaitu 98,07% dan pada Machine Learning 100%. Kemudian untuk nilai *precision* pada SSD *MobileNet* sebanyak 99,07% dan pada Machine Learning sebanyak 100% . Nilai *recall* pada SSD *MobileNet* sebanyak 100% dan pada Machine Learning sebanyak 100%, Dan nilai F1 *Score* yang dihasilkan pada model SSD *MobileNet* sebanyak 99,02% dan pada Machine Learning sebanyak 100%.

3.3 Pembahasan

Analisis akurasi pada simbol Abjad Bahasa Isyarat Bahasa Indonesia (BISINDO) menggunakan metode CNN dengan arsitektur SSD *MobileNet* yang dilakukan pada 26 kelas gambar simbol abjad BISINDO. Pendeteksian dari kedua model tersebut mendapatkan hasil akurasi bahwa model deteksi menggunakan machine learning mampu memberikan akurasi

deteksi yang lebih tinggi, hal ini didapatkan berdasarkan dari perhitungan menggunakan *Confusion Matrix*.

Confusion Matrix merupakan sebuah metode evaluasi yang digunakan untuk mengukur kinerja deteksi dari model yang telah dilatih. *Confusion matrix* menampilkan perbandingan antara prediksi yang dilakukan oleh model dengan nilai sebenarnya dari data yang diuji. Dalam confusion matrix terdapat empat matrix evaluasi utama, yaitu *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN), dan *True Negative* (TN) (Sindy, 2019).

Keterangan:

1. *True Positive* (TP) yaitu jumlah data yang diprediksi benar positif oleh model.
2. *False Positive* (FP) yaitu jumlah data yang diprediksi salah positif oleh model.
3. *False Negative* (FN) yaitu jumlah data yang diprediksi salah negatif oleh model.
4. *True Negative* (TN) yaitu jumlah data yang diprediksi benar negatif oleh model.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah penulis lakukan, penulis mengambil beberapa kesimpulan pada penelitian ini, yaitu:

Proses dalam implementasi metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan menggunakan arsitektur *SSD MobileNet* dan *Machine Learning* dalam melakukan deteksi objek pada simbol abjad Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) berjalan dengan baik dan menghasilkan keberhasilan pendeteksian simbol abjad BISINDO. Dataset yang digunakan sebanyak 260 data gambar simbol abjad BISINDO dengan jumlah kelas sebanyak 26 kelas. Dataset terbagi 2 yaitu data *train* 80% dan data *test* 20%. Pendeteksian dengan model *SSD MobileNet* menghasilkan tingkat akurasi sebesar 98,07%, *presisi* 99,07%, *recall* 100% dan nilai *F1 Score* 99,02%. Sedangkan pendeteksian menggunakan model *Machine Learning* menghasilkan nilai akurasi yang cukup tinggi yaitu 100% nilai akurasi, 100% nilai *presisi*, 100% nilai *recall*, dan 100% nilai *F1 Score*. Dari pelatihan model yang dilakukan dengan menggunakan model *SSD MobileNet* dan *Machine learning* pada penelitian ini diperoleh bahwa pendeteksian objek menggunakan model *Machine learning* menghasilkan nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan deteksi objek pada model *SSD MobileNet* yaitu 100% akurasi pada *Machine learning* dan 98,07% pada *SSD MobileNet*.

5. SARAN

Adapun saran untuk pengembangan pada penelitian ini agar lebih baik, terdapat beberapa saran yaitu:

1. Menggunakan objek gambar lain dengan dilakukan secara *realtime*.
2. Pada model pelatihan *ssd mobilenet* dapat menambahkan jumlah *steps* diatas 2000 agar tingkat akurasi yang didapatkan semakin baik dan tinggi.

Jika pelatihan model diimplementasikan pada *Google Colab* dan dengan jumlah *steps* yang lebih dari 1500, disarankan menggunakan jenis *google colab pro* atau menggunakan platform komputasi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adeyanju, I. A., Bello, O. O., & Adegboye, M. A. (2021) Komunikasi dan Bahasa Isyarat bagi Komunitas Tuli di Indonesia.pdf.”. Machine learning methods for sign language recognition: A critical review and analysis. *Intelligent Systems with Applications*, 12, 200056.
 - [2] Al Rivan, M. E., & Hartoyo, S. (2022). Klasifikasi Isyarat Bahasa Indonesia Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 8(2), 364-373.10.28932/jutisi.v8i2.4863.
-

-
- [3] Amri, I. (2024). Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network Untuk Menerjemahkan Bahasa.
 - [4] Arisandi, L., & Satya, B. (2022). Sistem klarifikasi bahasa isyarat indonesia (Bisindo) dengan menggunakan algoritma convolutional neural network. *Jurnal Sistem Cerdas*, 5(3), 135–146. <https://doi.org/10.37396/jsc.v5i3.262>.
 - [5] E J Honesty Praiselin, Dr. G Manikandan, Vilma Veronica, & Ms. S. Hemalatha. (2024). Sign language detection and recognition using media pipe and deep learning algorithm. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 11(2), 123–130. <https://doi.org/10.32628/IJSRST52411223>
 - [6] Fadillah, R. Z. (2020). Model Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Menggunakan Convolutional Neural Network Model Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Menggunakan Convolutional Neural Network. *Fakultas Sains Dan Ilmu Komputer, Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Pertamina*.
 - [7] Fitriani, A. S. (2019). Penerapan Data Mining Menggunakan Metode Klasifikasi Naïve Bayes untuk Memprediksi Partisipasi Pemilihan Gubernur. *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika)*, 3(2), 98-104.
 - [8] Fortune Business Insights, “Machine Learning Market Size, Share, Growth | Trends [2030]”.
 - [9] Hamdani, I. M., & Bustamin, S. (2023). Pengoptimalan Komunikasi Bahasa Isyarat Abjad dengan Augmented Reality. *Jurnal PROCESSOR*, 18(2).
 - [10] Hasan, I. K., Resmawan, R., & Ibrahim, J. (2022). Perbandingan K-Nearest Neighbor dan Random Forest dengan Seleksi Fitur Information Gain untuk Klasifikasi Lama Studi Mahasiswa. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 5(1), 58-66.
 - [11] I. Kami, “KENAL DEKAT DENGAN BAHASA ISYARAT DAN TEMAN TULI”. *ISYARAT. Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(9), 70-87.
 - [12] Miah, A. S. M., Hasan, M. A. M., Tomioka, Y., & Shin, J. (2024). Hand gesture recognition for multi-culture sign language using graph and general deep learning network. *IEEE Open Journal of the Computer Society*. Aggarwal, D., Ahirwar, S., Srivastava, S., Verma, S., & Goel, Y. (2023, March). Sign Language Prediction using Machine Learning Techniques: A Review. In *2023 Second International Conference on Electronics and Renewable Systems (ICEARS)* (pp. 1296-1300). IEEE.
 - [13] Muarif, J. A., Jihad, F. A., Alfadli, M. I., & Setiabudi, D. I. (2022). Hubungan perkembangan teknologi AI terhadap pembelajaran mahasiswa. *Seroja: Jurnal Pendidikan*, 1(2), 117-127.
 - [14] Nugroho, A., Setiawan, R., & Harris, A. (2023). Deteksi Bahasa Isyarat Bisindo Menggunakan Metode Machine Learning. *Jurnal PROCESSOR*, 18(2).
 - [15] Nugroho, A., Setiawan, R., & Harris, A. (2023). Deteksi Bahasa Isyarat Bisindo Menggunakan Metode Machine Learning. *Jurnal PROCESSOR*, 18(2).
 - [16] Santoso, A. K. (2022). ANALISIS SENTIMEN TWITTER BAHASA INDONESIA MENGGUNAKAN PENDEKATAN MACHINE LEARNING. *Jurnal Informatika Kaputama (JIK)*, 6(2), 129-136.
 - [17] Santoso, H., & Rochadiani, T. H. (2022). Pelatihan Machine Learning Menggunakan Bahasa Pemrograman Python Bagi Karyawan PT. Yokogawa Indonesia. *Jurnal ABDINUS: Jurnal Pengabdian Nusantara*, 6(2), 349-356.
 - [18] Susanty, M., Fadillah, R. Z., & Irawan, A. (2021). Model penerjemah Bahasa isyarat Indonesia (BISINDO) menggunakan pendekatan transfer learning.
 - [19] Susanty, M., Fadillah, R. Z., & Irawan, A. (2021). Model penerjemah Bahasa isyarat Indonesia (BISINDO) menggunakan pendekatan transfer learning.
 - [20] Syah, A. R. (2022). APLIKASI PENERJEMAH BAHASA ISYARAT MENGGUNAKAN METODE K-NN (K-NEARST NEIGHBOUR). *Jurnal Teknologi Pintar*, 2(4).
 - [21] Via, Y. V., Saputra, W. S., Fachrurrozi, M. I., Puspaningrum, E. Y., Anggraeny, F. T., & Nudin, S. R. (2023). Object Localization and Detecting Alphabet in Sign Language BISINDO Using Convolution Neural Network.
-