

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah website edukasi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) yang interaktif dan dapat digunakan sebagai media pembelajaran tambahan bagi guru di SMP Galuh Handayani Surabaya. Website yang dibangun menyediakan materi pembelajaran yang terstruktur serta fitur latihan gerakan tangan secara *real-time*, sehingga memungkinkan pengguna untuk mempelajari dan mempraktikkan BISINDO secara mandiri melalui perangkat berbasis web.

Integrasi teknologi deteksi gerakan tangan menggunakan model deteksi objek YOLOv11 berhasil diimplementasikan dengan baik pada sistem. Model ini mampu mengenali gerakan tangan berupa alfabet BISINDO (A–Z) serta 38 kosakata dasar sesuai dengan kebutuhan mitra penelitian, serta memberikan umpan balik otomatis berupa informasi benar atau salah terhadap gerakan yang dilakukan pengguna. Berdasarkan hasil pengujian, pada pengenalan kosakata BISINDO diperoleh nilai *Precision* rata-rata sebesar 0,972, *Recall* 0,987, dan mAP50 0,986, sedangkan pada pengenalan huruf BISINDO diperoleh nilai *Precision* rata-rata sebesar 0,915, *Recall* 0,915, dan mAP50 0,952. Performa pengenalan kosakata BISINDO yang lebih tinggi dibandingkan huruf abjad BISINDO disebabkan oleh gestur kosakata yang memiliki pola gerakan lebih khas serta didukung oleh jumlah dan variasi dataset yang lebih besar, sehingga model lebih mudah mempelajari ciri pembeda tiap kelas. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model YOLOv11 memiliki performa deteksi yang tinggi dan andal dalam mendukung proses pembelajaran BISINDO secara *real-time*.

Hasil pengujian fungsional menggunakan metode *Black box testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur utama sistem, baik pada sisi pengguna maupun admin, dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah dirancang. Selain itu, hasil evaluasi *usability* menggunakan metode USE Questionnaire menghasilkan nilai *usability* sebesar 86,04% yang berada pada kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat

kegunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan dipelajari, serta kepuasan pengguna yang tinggi, sehingga dapat diterima dengan baik oleh pengguna.

Secara keseluruhan, website edukasi BISINDO berbasis YOLOv11 yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat menjadi solusi pembelajaran yang inovatif dan aplikatif dalam mendukung pendidikan inklusif. Sistem ini tidak hanya membantu meningkatkan kompetensi guru dalam memahami dan menggunakan Bahasa Isyarat Indonesia, tetapi juga berkontribusi dalam menciptakan proses pembelajaran yang lebih inklusif, interaktif, dan berbasis teknologi.

### **5.1. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan selama proses pengembangan sistem, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan selanjutnya, yaitu:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan sistem agar mampu mengenali gerakan BISINDO yang bersifat dinamis (*time series*), sehingga tidak hanya terbatas pada gerakan statis dalam satu frame citra.
2. Sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur umpan balik yang lebih detail, seperti panduan koreksi posisi jari atau sudut tangan, agar pengguna dapat memperbaiki gerakan secara lebih akurat.
3. Pengembangan selanjutnya dapat memperluas cakupan materi dengan menambahkan kosakata BISINDO yang lebih kompleks, kalimat, atau ekspresi sehari-hari yang sering digunakan dalam proses pembelajaran.
4. Untuk meningkatkan aksesibilitas, website edukasi BISINDO dapat dikembangkan lebih lanjut ke dalam bentuk aplikasi mobile atau menambahkan dukungan multi-bahasa agar dapat digunakan oleh pengguna yang lebih luas.
5. Dari sisi teknis, performa sistem dapat ditingkatkan dengan melakukan optimasi model YOLOv11 atau membandingkannya dengan metode deteksi lain guna memperoleh akurasi dan efisiensi yang lebih baik.

Dengan adanya pengembangan lanjutan tersebut, diharapkan sistem yang dibangun dapat memberikan manfaat yang lebih luas dan berkelanjutan dalam mendukung pembelajaran Bahasa Isyarat Indonesia serta penguatan pendidikan inklusif di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adelia, D., Putri, R. A., Rahma, A. L., Jaya, I., & Ageng, R. (2023). Tantangan Pendidikan Inklusi untuk Anak Berkebutuhan Khusus Tunarungu di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Khusus*, 2, 68–82.
- Alaftekin, M., Pacal, I., & Cicek, K. (2024). Real-time sign language recognition based on YOLO algorithm. *Neural Computing and Applications*, 36(14), 7609–7624. <https://doi.org/10.1007/s00521-024-09503-6>
- Anggara, A. D., & Sujatmiko, B. (2024). Implementasi Media Pembelajaran Berbasis Website Dalam Kompetensi Desain Produk Multimedia Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Desain Media Interaktif Bagi Siswa Smk. *IT-Edu : Jurnal Information Technology and Education*, 9(1), 63–72. <https://doi.org/10.26740/it-edu.v9i1.58645>
- Ariansyah, D. S., & Ariansyah, D. S. (2024). Pendeteksi Kata Dalam Bahasa Isyarat Menggunakan Algoritma Yolo Versi 8. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4904>
- Dipura, G. P. A., Amanda, F., Firmansyah, M. R., Rizky, M. R., & Jamal, M. N. K. (2024). Teknologi Komputer Vision dalam Kamera Pengawas. *Karimah Tauhid*, 3(3), 3754–3760. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v3i3.12292>
- Duwi Saputra, L., & Widyananda Putra, R. (2024). Perancangan Aplikasi Permainan “Bisindoku” Sebagai Media Komunikasi Pengenalan Bahasa Isyarat. *Kartala*, 3(1), 12–26. <https://doi.org/10.36080/kvs.v3i1.127>
- Gujjar J, P., & Kumar V, N. (2021). Google Colaboratory : Tool for Deep Learning and Machine Learning Applications. In *Indian Journal of Computer Science*.
- Gupta, A. K., Seal, A., Prasad, M., & Khanna, P. (2020). Salient object detection techniques in computer vision—a survey. *Entropy*, 22(10), 1–49. <https://doi.org/10.3390/e22101174>
- Hakim, A. A. N., & Prianda, M. (2020). Implementasi Pengenalan Bahasa Isyarat Real-Time Menggunakan YOLOv11 untuk Komunikasi Inklusif Implementation of Real-Time Sign Language Recognition Using YOLOv11 for Inclusive Communication. *International Journal of Informatics*, 1–13.
- Jabar, T. A., Heriansyah, R., & Purnamasari, E. (2025). *Pengenalan Pola Huruf Bahasa Isyarat Menggunakan Framework You Only Look Once (YOLO)*.

15(2), 327–335.

- Khairunnas, K., Yuniarno, E. M., & Zaini, A. (2021). Pembuatan Modul Deteksi Objek Manusia Menggunakan Metode YOLO untuk Mobile Robot. *Jurnal Teknik ITS*, 10(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i1.61622>
- Kumawat, A., Jawdekar, A., Gupta, V., & Kumar, S. (2025). *Next-Generation Aerial Threat Detection Using Yolov5 Real-time Detection*. 6(March), 914–931. <https://doi.org/10.47857/irjms.2025.v06i03.04370>
- Kurniawan, R., & Arie Wijaya, Y. (2025). *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications YOLOv8 Algorithm to Improve the Sign Language Letter Detection System Model*. 4(2), 2808–4519.
- Kusuma, P. C., Soewito, B., & Author, C. (2023). *MULTI-OBJECT DETECTION USING YOLOV7 OBJECT DETECTION*. 5(1), 305–320.
- Malik, A., & Mangellak, D. (2024). *Perbandingan Kinerja YOLO vs Faster R-CNN untuk Deteksi & Estimasi Berat Ikan*. 7, 363–376.
- Mariah Ulfah, S. U. (2023). Ulfah Penerapan Bahasa Isyarat dalam Pembelajaran bagi Anak Berkebutuhan Khusus Tuna Rungu. *Journal of Disability Studies and Research*, 2(1), 29–42.
- Maya Kinanti Putri, A., & Fauzan Rozi, A. (2024). Implementasi Convolutional Neural Network Dalam Menentukan Tingkat Kematangan Mentimun Dan Tomat Berdasarkan Warna Kulit. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(5), 10388–10394. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i5.11076>
- Ningtyas, D. F., & Setiyawati, N. (2021). Implementasi Flask Framework pada Pembangunan Aplikasi Purchasing Approval Request. *Jurnal Janitra Informatika Dan Sistem Informasi*, 1(1), 19–34. <https://doi.org/10.25008/janitra.v1i1.120>
- Nur Ichsanudin, M., Uminingsih, Suraya, & Yusuf, M. (2022). Pengujian Fungsional Perangkat Lunak Sistem Informasi Perpustakaan Dengan Metode Black Box Testing Bagi Pemula Info Artikel Abstrak. *STORAGE – Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 1(2), 1–8.
- Padilla, R., Passos, W. L., Netto, S. L., & Silva, E. A. B. (2021). *A Comparative Analysis of Object Detection Metrics with a Companion Open-Source Toolkit*.
- Rismayanti, A., & Rahmadewi, R. (2025). Deteksi Dan Klasifikasi Tingkat

- Kematangan Buah Mangga Harum Manis Menggunakan You Only Look Once (Yolo) V8. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(3), 3645–3654. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i3.13320>
- Saputra, H. S. (2024). *Aplikasi Deteksi Kata Dasar Bahasa Isyarat Sibi (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia) Menggunakan Yolov8 Berbasis Website*.
- Singh, S. (2025). Comparative Analysis of Python's Role in AI and Machine Learning. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 8(2), 59–64. <https://journal.ijresm.com/index.php/ijresm/article/view/3219>
- Sri Nugraheni, A., Pratiwi Husain, A., & Unayah, H. (2021). Optimalisasi Penggunaan Bahasa Isyarat Dengan Sibi Dan Bisindo Pada Mahasiswa Difabel Tunarungu Di Prodi Pgmi Uin Sunan Kalijaga. *Holistika*, 5(1), 28–33.
- Statistik, B. P. (2020). *Potret Penyandang Disabilitas di Indonesia: Hasil Long Form Sensus Penduduk 2020*. <https://www.bps.go.id/publication/2024/12/20/43880dc0f8be5ab92199f8b9/potret-penyandang-disabilitas-di-indonesia--hasil-long-form-sp2020.html>
- Swasono, H. Y. A., Himamunanto, A. R., & Maedjaja, F. (2025). Implementasi YOLO11 dan OpenCV untuk Pengenalan Frasa dalam Video Real-Time Bahasa Isyarat Tangan. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(3), 1061–1073. <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i3.2130>
- Taupiq, A., Wildan Fajri, M., & Dannylee. (2024). Identification of Indonesian Sign Language System Using Deep Learning in Yolo-based. *Media Journal of General Computer Science*, 1(2), 40–47. <https://doi.org/10.62205/mjgcs.v1i2.22>
- Timotius, A., Putro, A., & Wibowo, A. (2024). *Evaluasi Usability pada Aplikasi Sistem Pencatatan Pegawai Menggunakan Metode Usability Testing dan USE Questionnaire*. 15(November). <https://doi.org/10.14710/jmasif.15.2.67263>
- Ultralytics. (2024). *YOLO11 Models Documentation*. Ultralytics. <https://docs.ultralytics.com/models/yolo11/>
- Utomo, P. B., Ramadhani, R. A., & Kurniawan, H. (2024). Deteksi Gerak Tangan sebagai Pengenal Bahasa Isyarat menggunakan Mediapipe dan Long-Short

Term Memory. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 15(1), 121–136. <https://doi.org/10.24176/simet.v15i1.10505>

Widiastiwi, Y., Zaidiah, A., & Indriana, I. H. (2020). Pengujian Model Aplikasi User Interface E-Anjal Dengan Menggunakan Metode Black Box. *Informatik : Jurnal Ilmu Komputer*, 16(2), 106. <https://doi.org/10.52958/iftk.v16i2.1980>

