

**PENERAPAN YOLOV11 BERBASIS *KEYPOINT DETECTION*
UNTUK DETEKSI BAHASA ISYARAT INDONESIA
(BISINDO) DI *PLATFORM MOBILE***

SKRIPSI



**OLEH:
MUHAMMAD PASHA NABEEL
NIM. 2210817110002**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARMASIN, JUNI 2026**

**PENERAPAN YOLOV11 BERBASIS *KEYPOINT DETECTION*
UNTUK DETEKSI BAHASA ISYARAT INDONESIA
(BISINDO) DI *PLATFORM MOBILE***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Sarjana Strata-1 Teknologi Informasi



OLEH:

MUHAMMAD PASHA NABEEL

NIM. 2210817110002

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARMASIN, JUNI 2026**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Pasha Nabeel
NIM : 2210817110002
Fakultas : Teknik
Prodi : Teknologi Informasi
Judul : Penerapan YOLOv11 Berbasis *Keypoint Detection* untuk Deteksi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) di *Platform Mobile*
Pembimbing Utama : Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar rujukan.

Banjarmasin, 03 Juni 2026



MUHAMMAD PASHA NABEEL

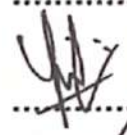
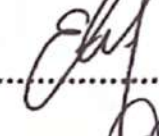
NIM. 2210817110002

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI INFORMASI
Penerapan YOLOv11 Berbasis *Keypoint* Detection untuk Deteksi
Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) di Platform *Mobile*
Oleh
Muhammad Pasha Nabeel (2210817110002)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 17 Juni 2026 dan dinyatakan
LULUS

Komite Penguji :
Ketua : Ir. Eka Setya Wijaya, S.T., M.Kom.
NIP. 198205082008011010
Anggota 1 : Muhammad Fajrian Noor, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199611092023211009
Anggota 2 : Erika Maulidiya, S.Kom., M.Kom.
NIP. 200006192025062016
Pembimbing : Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom.
Utama NIP. 199307032019031011


.....

.....

.....

.....

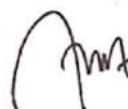
Banjarbaru, 23 JUN 2026

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknologi Informasi,




Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199307032019031011

PERSETUJUAN MAJU SIDANG SKRIPSI

PENERAPAN YOLOV11 BERBASIS *KEYPOINT* DETECTION UNTUK
DETEKSI BAHASA ISYARAT INDONESIA (BISINDO)
DI PLATFORM *MOBILE*

OLEH

MUHAMMAD PASHA NABEEL

NIM. 2210817110002

Telah diperiksa dan terpenuhi semua persyaratan akademik, administrasi, dan
disetujui untuk dipertahankan di hadapan dewan penguji

Banjarmasin, 03 Juni 2026

Pembimbing Utama,



Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom.

NIP. 199307032019031011

ABSTRAK

Hambatan komunikasi antara masyarakat umum dan penyandang disabilitas tuna rungu-wicara memerlukan sistem penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) praktis dan dapat diakses melalui perangkat *mobile*. Penelitian terdahulu berbasis pendekatan deteksi objek (*bounding box*) kerap mengalami penurunan akurasi akibat bias latar belakang dan ambiguitas gerakan dinamis. Penelitian ini mengusulkan penerapan model YOLOv11 berbasis *Keypoint Detection* untuk mengenali 58 kosakata BISINDO dinamis pada platform *mobile*. *Dataset* berjumlah 34.800 gambar dibangun melalui proses pelabelan koordinat otomatis (*automated labeling*) memanfaatkan MediaPipe Holistic. Model dilatih menggunakan varian YOLOv11n-pose dengan transfer learning dan *fine-tuning* berlapis yang dievaluasi melalui variasi pembagian data serta jenis *optimizer*. Hasil eksperimen menunjukkan konfigurasi *optimizer* MuSGD dengan rasio data 80:10:10 memberikan performa tertinggi dengan nilai *mean Average Precision* (mAP@50) sebesar 98,24%, *precision* 98,8%, *recall* 98,79%, F1-Score 98,79%, dan kecepatan inferensi desktop mencapai 16,04 FPS. Setelah melalui tahapan kuantisasi menjadi format TensorFlow Lite, pengujian interaktif waktu nyata (*real-time*) pada perangkat *mobile* Android mencatatkan rata-rata pengujian dunia nyata sebesar 46,34% dengan kecepatan komputasi 0,71 FPS. Penurunan performa ini dipicu oleh efek kompresi arsitektur model serta variabilitas lingkungan fisik dan jumlah kelas yang lebih banyak dari penelitian sebelumnya. Meskipun demikian, sistem berhasil mendeteksi 29 kosakata pada perangkat *mobile*. Model mampu mempertahankan kapabilitas ekstraksi spasial dari 75 titik sendi anatomi tangan.

Kata kunci: Bahasa Isyarat Indonesia, *Computer Vision*, Estimasi Pose, MediaPipe Holistic, TensorFlow Lite, YOLOv11-Pose.

ABSTRACT

Communication barriers between the general public and individuals with deaf-mute disabilities necessitate a practical and accessible Indonesian Sign Language (BISINDO) translator system deployable on mobile devices. Previous studies based on object detection approaches (bounding box) frequently experienced accuracy degradation due to background bias and dynamic gesture ambiguity. This study proposes the application of a YOLOv11 model based on Keypoint Detection to recognize 58 dynamic BISINDO vocabulary items on a mobile platform. A dataset of 34,800 images was constructed through an automated coordinate labeling process leveraging MediaPipe Holistic. The model was trained using the YOLOv11n-pose variant with transfer learning and layered fine-tuning, evaluated across variations in data splitting ratios and optimizer types. Experimental results show that the MuSGD optimizer configuration with an 80:10:10 data ratio yielded the highest performance, achieving a mean Average Precision (mAP@50) of 98.24%, precision of 98.8%, recall of 98.79%, F1-Score of 98.79%, and a desktop inference speed of 16.04 FPS. Following quantization into TensorFlow Lite format, interactive real-time testing on an Android mobile device recorded an average real-world accuracy of 46.34% with a computational speed of 0.71 FPS. This actual performance drop was attributed to model architecture compression effects as well as physical environment variability and a larger number of classes compared to prior studies. Nevertheless, the system successfully detected 29 vocabulary items on the mobile device. The model retained the capability to extract spatial features from 75 anatomical hand joint points.

Keywords: Computer Vision, Indonesian Sign Language, MediaPipe Holistic, Pose Estimation, TensorFlow Lite, YOLOv11-Pose.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa dipanjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, kesehatan, dan kekuatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan YOLOv11 Berbasis *Keypoint Detection* untuk Deteksi Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) di *Platform Mobile*” ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada junjungan kita, Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju cahaya keilmuan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 (S1) pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis menyampaikan penghargaan kepada:

1. Bapak Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, yang telah memberikan izin dan dukungan dalam proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Andreyan Rizky Baskara, S.Kom., M.Kom., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Informasi sekaligus Pembimbing Utama, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi dengan penuh kesabaran selama penyusunan tugas akhir ini.
3. Keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan moral.
4. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknologi Informasi angkatan 2022, abang dan kakak tingkat, serta adik tingkat yang telah menjadi tempat berbagi ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
5. Seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Skripsi ini terdiri dari beberapa bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- BAB I: Pendahuluan, yang mencakup latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.
- BAB II: Tinjauan Pustaka, berisi landasan teori, penelitian terkait, dan

kerangka pemikiran.

- BAB III: Metodologi Penelitian, meliputi alat dan bahan, lokasi penelitian, alur penelitian.
- BAB IV: Hasil dan Pembahasan, yang memaparkan hasil penelitian serta analisisnya.
- BAB V: Kesimpulan dan Saran, yang berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan lebih lanjut.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi referensi bagi para pembaca.

Banjarmasin, 03 Juni 2026

Penulis,

Muhammad Pasha Nabeel

NIM. 2210817110002

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERSETUJUAN MAJU SIDANG SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1 Penelitian Terkait.....	9
2.1.1 <i>Real-Time American Sign Language Interpretation Using Deep learning and Keypoint Tracking</i>	9
2.1.2 <i>Fine-Tuning YOLOv11 Architecture for Real-Time Object Detection on Mobile Devices for Visually Impaired</i>	9
2.1.3 Implementasi YOLO11 dan OpenCV untuk Pengenalan Frasa dalam	

Video <i>Real-Time</i> Bahasa Isyarat Tangan.....	10
2.1.4 <i>Enhancing Kazakh Sign Language Recognition with BiLSTM Using YOLO Keypoints and Optical Flow</i>	11
2.1.5 Pengenalan Gestur Bahasa Isyarat Indonesia dengan Mediapipe Keypoints	11
2.1.6 <i>Real-Time Norwegian Sign Language Recognition Using MediaPipe and LSTM</i>	12
2.1.7 Deteksi Makna Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Secara <i>Real-Time</i> Menggunakan <i>Transfer Learning</i>	12
2.2 Landasan Teori	18
2.2.1 Bahasa Isyarat	18
2.2.2 Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO)	18
2.2.3 <i>Computer Vision</i>	19
2.2.4 <i>Deep learning</i>	19
2.2.5 <i>Keypoint Detection</i>	20
2.2.6 YOLOv11	20
2.2.7 MediaPipe Holistic.....	21
2.2.8 <i>Transfer Learning</i>	22
2.2.9 <i>Fine-Tuning</i>	22
2.2.10 <i>Optimizer</i>	23
2.2.11 Kalman Filter.....	25
2.2.12 Bot-Sort	26
2.2.13 Kuantisasi Model dan TensorFlow Lite	27
2.2.14 <i>Performance Evaluation Metrics</i>	28
2.3 Kerangka Pemikiran	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32

3.1	Alat dan Bahan	32
3.1.1	Alat Penelitian	32
3.1.2	Bahan Penelitian.....	33
3.2	Alur Penelitian.....	33
3.2.1	Identifikasi Masalah	33
3.2.2	Studi Literatur	34
3.2.3	Pengumpulan Data	35
3.2.4	Eksperimen Model	39
3.2.5	Evaluasi Performa	42
3.2.6	Implementasi	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		46
4.1	Pengumpulan Data.....	46
4.1.1	Data Primer	46
4.1.2	Data Sekunder	47
4.2	Pre-Processing Data.....	48
4.2.1	Ekstraksi <i>Frame</i> dan Resizing.....	48
4.2.2	<i>Data Balancing</i>	49
4.3	Pelabelan Data	53
4.4	Pembagian Data.....	55
4.5	Pelatihan Model.....	56
4.5.1	Konfigurasi Model	56
4.5.2	Eksperimen Model	57
4.5.3	Pengujian Model	61
4.5.4	Evaluasi Performa Eksperimen Model.....	62
4.5.5	Evaluasi Performa Model Terbaik	71
4.6	Implementasi Model.....	75

4.6.1	Implementasi pada Perangkat <i>Desktop</i>	75
4.6.2	Implementasi pada Platform <i>Mobile</i>	76
4.7	Analisis dan Pembahasan	78
4.7.1	Pengujian real-time pada perangkat desktop.....	79
4.7.2	Pengujian real-time pada perangkat <i>mobile</i>	92
4.7.3	Pembahasan Hasil Pengujian	118
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		121
5.1	Kesimpulan.....	121
5.2	Saran	121
DAFTAR PUSTAKA		123
LAMPIRAN.....		132

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur YOLOv11-Pose.....	21
Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran.....	30
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Sampel <i>Dataset</i> BISINDO	38
Gambar 3.3 Alur Eksperimen Model	39
Gambar 3.4 Contoh <i>Keypoint</i> pada Gambar	40
Gambar 3.5 Contoh Penggunaan Lux Meter untuk Skenario Pencahayaan	44
Gambar 3.6 Contoh Implementasi	45
Gambar 4.1 Hasil Perekaman Data Primer.....	46
Gambar 4.2 Data Primer	47
Gambar 4.3 Perbandingan Data Primer dan Data Sekunder	47
Gambar 4.4 Data Sekunder dari Kaggle	48
Gambar 4.5 Data Sekunder dari Roboflow	48
Gambar 4.6 Pemisahan Data Berdasarkan Sumber.....	49
Gambar 4.7 Proses Ekstraksi <i>Frame</i>	49
Gambar 4.8 Proses <i>upsampling</i> data gambar	52
Gambar 4.9 Proses Pelabelan <i>Keypoint</i>	53
Gambar 4.10 Hasil Ekstraksi <i>Keypoint</i> pada File TXT.....	54
Gambar 4.11 Tampilan Hasil Pelabelan.....	54
Gambar 4.12 <i>Confusion Matrix</i> 80:10:10 (AdamW)	62
Gambar 4.13 Sampel Kelompok Kata “Selamat”	63
Gambar 4.14 Sampel Hasil Prediksi Model (80:10:10 (AdamW)).....	63
Gambar 4.15 <i>Confusion Matrix</i> 70:20:10 (AdamW)	64
Gambar 4.16 Sampel Hasil Prediksi Model (70:20:10 (AdamW)).....	65

Gambar 4.17 <i>Confusion Matrix</i> 80:10:10 (MuSGD)	65
Gambar 4.18 Sampel Hasil Prediksi Model (80:10:10 (MuSGD)).....	66
Gambar 4.19 <i>Confusion Matrix</i> 70:20:10 (MuSGD)	67
Gambar 4.20 Sampel Hasil Prediksi Model (70:20:10 (MuSGD)).....	68
Gambar 4.21 <i>Confusion Matrix</i> 80:10:10 (SGD).....	68
Gambar 4.22 Sampel Hasil Prediksi Model (80:10:10 (SGD))	69
Gambar 4.23 <i>Confusion Matrix</i> 70:20:10 (SGD).....	70
Gambar 4.24 Sampel Hasil Prediksi Model (70:20:10 (SGD))	71
Gambar 4.25 <i>Confusion Matrix</i> Model Terbaik.....	72
Gambar 4.26 Sampel Hasil Prediksi Model Terbaik	72
Gambar 4.27 Implementasi pada <i>Desktop</i>	76
Gambar 4.28 Proses Kuantisasi Model	76
Gambar 4.29 Implementasi pada <i>Mobile</i>	77
Gambar 4.30 Kode Penggunaan Bot-Sort.....	79
Gambar 4.31 Kode Penggunaan Kalman Filter	86
Gambar 4.32 Kode Klasifikasi pada Aplikasi <i>Mobile</i>	93
Gambar 4.33 Contoh Oklusi Diri pada Kosakata Takut	119

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	14
Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian.....	17
Tabel 3.1 Daftar Alat Penelitian.....	32
Tabel 3.2 <i>Dataset</i> Kosakata BISINDO	35
Tabel 3.3 Klasifikasi Kosakata Berdasarkan Kelas Kata.....	37
Tabel 3.4 Skenario Pembagian <i>Dataset</i>	40
Tabel 3.5 Konfigurasi Hyperparameter Pelatihan YOLOv11n-pose.....	41
Tabel 3.6 Skenario Pengujian <i>Real Time</i>	44
Tabel 4.1 Skenario Pengambilan Data Primer.....	46
Tabel 4.2 Hasil <i>Upsampling</i> Data	50
Tabel 4.3 Rasio Pembagian Data	56
Tabel 4.4 Konfigurasi Eksperimen Penelitian	57
Tabel 4.5 Hasil Eksperimen dengan AdamW	57
Tabel 4.6 Eksperimen dengan MuSGD	58
Tabel 4.7 Eksperimen dengan SGD	59
Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Eksperimen	60
Tabel 4.9 Hasil Metrik Pengujian Model.....	61
Tabel 4.10 Parameter Model Terbaik.....	71
Tabel 4.11 Hasil Evaluasi Performa Model Terbaik Per Kelas	73
Tabel 4.12 Hasil setiap eksperimen	78
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Real-Time Pertama pada Perangkat <i>Desktop</i>	80
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Real-Time Kedua pada Perangkat <i>Desktop</i>	87
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Real-Time pada Perangkat <i>Mobile</i>	94
Tabel 4.16 Sampel Pengujian <i>Real-Time</i>	99

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Konsultasi.....	132
Lampiran 2. Kode <i>Upsampling</i> dengan Augmentasi untuk Data Balancing	133
Lampiran 3. Kode Pelabelan menggunakan MediaPipe Holistic.....	135
Lampiran 4. Kode Pelatihan Model YOLOv11n-pose	137
Lampiran 5. Kode Pengujian Implementasi Perangkat <i>Desktop</i> (Bot-Sort)	139
Lampiran 6. Kode Pengujian Implementasi Perangkat <i>Desktop</i> (Kalman Filter).....	143
Lampiran 7. Kode Pengujian Implementasi Perangkat <i>Mobile</i>	147
Lampiran 8. Validasi Label <i>Dataset</i>	151