

KLASIFIKASI KUALITAS TEKNIK LEMPAR LEMBING

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom) Pada Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri



Disusun Oleh :

Reihan Rafi Rahmadtulloh

NPM : 2213020244

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER (FTIK)
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI**

2026

Skripsi Oleh :

Reihan Rafi Rahmadtulloh
NPM: 2213020244

Judul:

KLASIFIKASI KUALITAS TEKNIK LEMPAR LEMBING

Telah Disetujui Untuk Diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal : 25 Juni 2026

Pembimbing I



Patmi Kasih, S.Kom, M.Kom.
NIDN. 0701107802

Pembimbing II



Muh. Aris Saputra, M.Kom
NIDN. 0721109801

Skripsi oleh:

Reihan Rafi Rahmadtulloh
NPM: 2213020244

Judul :

KLASIFIKASI KUALITAS TEKNIK LEMPAR LEMBING

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri
Pada tanggal : 17 Juli 2026

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Syarat

Panitia Penguji :

- | | | |
|---------------|---|---------------------------------|
| 1. Ketua | : | Patmi Kasih, S.Kom, M.Kom. |
| 2. Penguji I | : | Intan Nur Farida, S.Kom, M.Kom. |
| 3. Penguji II | : | Muh. Aris Saputra, M.Kom. |



Mengetahui,
Dekan FTIK

Dr. Sulistiono, M.Si.
NIDN. 0007076801

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Reihan Rafi Rahmadtulloh
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Tempat/Tgl Lahir : Kediri, 22 Januari 2003
NPM : 2213020244
Fakultas/Prodi : Teknik dan Ilmu Komputer/ Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak dapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 17 Juli 2026

Yang Menyatakan



Reihan Rafi Rahmadtulloh
NPM : 2213020244

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulisan skripsi ini dengan tulus saya dedikasikan kepada:

1. Kedua orang tua saya, yang dengan penuh kesabaran senantiasa mendoakan, memberikan dukungan terbaik, serta menjadi sumber motivasi tak henti-hentinya dalam perjalanan menyelesaikan skripsi ini.
2. Adik-adik saya, yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral, sehingga saya dapat menyelesaikan proses ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan pelajaran berharga, baik dalam ranah akademik maupun kehidupan sehari-hari.
4. Teman-teman seperjuangan di kampus, yang menjadi tempat berbagi suka dan duka, serta saling menyemangati selama menjalani masa perkuliahan hingga tahap akhir ini.
5. Almamater tercinta, Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah menjadi tempat saya tumbuh, belajar, dan mengembangkan diri selama masa perkuliahan.
6. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi dalam berbagai bentuk dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.

Semoga dedikasi ini dapat menjadi penghormatan atas semua dukungan, doa, dan kebersamaan yang telah diberikan.

RINGKASAN

Reihan Rafi Rahmadtulloh Klasifikasi Kualitas Teknik Lempar Lembing, Skripsi, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2026.

Kata Kunci: Lempar Lembing, MediaPipe Pose, CNN 1D, Klasifikasi Gerakan, Aplikasi Web.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi kualitas teknik lempar lembing berbasis web yang mampu menilai fase awalan, langkah silang, dan pelepasan ke dalam kategori sempurna atau tidak sempurna. Penelitian menggunakan jenis penelitian pengembangan atau *development research* dengan model pengembangan *Waterfall*. Data penelitian diperoleh melalui perekaman gerakan lempar lembing di Lapangan Gogorante, Kediri, menggunakan telepon pintar dan tripod. *Dataset* yang digunakan berjumlah 658 klip video, terdiri atas 223 klip fase awalan, 212 klip fase langkah silang, dan 223 klip fase pelepasan. Setiap klip diseragamkan menjadi 30 *frame*, kemudian diproses menggunakan MediaPipe Pose untuk memperoleh 33 titik *landmark* tubuh dengan koordinat x, y, dan z. Proses tersebut menghasilkan 99 fitur pada setiap *frame*, sehingga setiap data memiliki ukuran 30×99 . Data selanjutnya melalui proses interpolasi dan standardisasi sebelum digunakan sebagai masukan pada tiga model CNN 1D yang dilatih secara terpisah untuk setiap fase. Pembagian data dilakukan dengan perbandingan 70% data pelatihan, 15% data validasi, dan 15% data pengujian. Sistem dikembangkan menggunakan Flask dan dapat menerima masukan melalui unggah video maupun rekaman kamera. Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk kelas kualitas teknik, tingkat keyakinan, probabilitas kelas, visualisasi *skeleton*, dan umpan balik pada setiap fase. Evaluasi model dilakukan menggunakan *confusion matrix*, akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Pengujian model menggunakan 100 klip data uji menunjukkan bahwa model fase awalan memperoleh akurasi sebesar 82,35%, model fase langkah silang sebesar 93,75%, dan model fase pelepasan sebesar 79,41%. Dari keseluruhan data uji tersebut, sebanyak 85 klip berhasil diklasifikasikan dengan benar sehingga diperoleh akurasi gabungan sebesar 85%. Selain pengujian model, pengujian sistem dilakukan menggunakan 10 video baru yang tidak termasuk dalam data pelatihan, validasi, maupun pengujian model. Seluruh video baru berhasil diproses oleh aplikasi hingga menghasilkan 30 keluaran klasifikasi, terdiri atas 16 klasifikasi sempurna dan 14 klasifikasi tidak sempurna. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan proses analisis pada video baru dan dapat digunakan sebagai media pendukung edukasi serta evaluasi awal kualitas teknik lempar lembing, tetapi tidak menggantikan penilaian pelatih atau ahli teknik lempar lembing.

PRAKATA

Puji Syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas ridha dan karunianya peneliti dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini. Penulisan ini juga tak lepas dari dukungan pihak yang selalu membantu dalam penulisan penelitian ini. Oleh karenanya peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Zainal Arifin, M.Pd selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri.
2. Dr. Sulistiono, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri.
3. Risa Helilintar, M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri.
4. Patmi Kasih, S.Kom, M.kom, Selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan Bimbingannya saat Mengerjakan Skripsi
5. Muh. Aris Saputra, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing II yang telah mengarahkan kami selama mengerjakan skripsi.
6. Kedua Orang Tua saya dan Keluarga atas doa dan dukungannya.
7. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu menyelesaikan penulisan penelitian ini.

Disadari penelitian ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak.

Kediri, 22 Juni 2026



Reihan Rafi Rahmadtulloh
NPM: 2213020244

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
RINGKASAN	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Rumusan Masalah	3
D. Batasan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
A. Teori dan Penelitian Terdahulu	6
1. Landasan Teori	6
2. Kajian Pustaka	19
B. Kerangka Berpikir	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
A. Desain Penelitian	27
B. Instrumen Penelitian	30
C. Tempat dan Jadwal Penelitian	40
D. Objek Penelitian/Subjek Penelitian	43
E. Prosedur Penelitian	45
F. Teknik Analisis Data	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	72
A. Hasil Penelitian	72
B. Pembahasan	72

BAB V PENUTUP.....	73
A. Kesimpulan.....	73
B. Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Bentuk <i>Confusion Matrix</i>	18
Tabel 3.1 Distribusi Dataset Penelitian.....	34
Tabel 3.2 Indikator Pelabelan Kualitas Teknik.....	38
Tabel 3.3 Jadwal Penelitian.....	42
Tabel 3.4 Contoh Data Landmark pada Satu Frame	66
Tabel 3.5 Pembagian Data Penelitian	68
Tabel 3.6 Konfigurasi Model CNN 1D.....	69
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Fungsional Sistem	72
Tabel 4.2 Skenario Pengujian Nonfungsional.....	72
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Video Baru.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan Gerak Lempar Lembing: (A) Awalan, (B) Peralihan, (C) Fase Akhir, dan (D) Lemparan	6
Gambar 2.2 Susunan 33 Titik <i>Landmark</i> MediaPipe Pose	12
Gambar 2.3 Arsitektur CNN 1D untuk Klasifikasi Kualitas Teknik Lempar Lembing	15
Gambar 2.4 Kerangka Berpikir	25
Gambar 3.1 Struktur Folder Dataset Penelitian	34
Gambar 3.2 Contoh Dataset Berdasarkan Fase dan Kelas Kualitas.....	36
Gambar 3.3 Tahapan Prosedur Penelitian Menggunakan Model <i>Waterfall</i>	46
Gambar 3.4 <i>Use Case Diagram</i> Sistem Klasifikasi Kualitas Teknik Lempar Lembing	50
Gambar 3.5 <i>Activity Diagram</i> Mengunggah Video	50
Gambar 3.6 <i>Activity Diagram</i> Merekam Video melalui Kamera	51
Gambar 3.7 <i>Activity Diagram</i> Mengatur Parameter Analisis.....	52
Gambar 3.8 <i>Activity Diagram</i> Menjalankan Analisis Video	54
Gambar 3.9 <i>Activity Diagram</i> Melihat Hasil Analisis	55
Gambar 3.10 <i>Sequence Diagram</i> Proses Analisis Video	56
Gambar 3.11 <i>Sequence Diagram</i> Merekam Video melalui Kamera.....	57
Gambar 3.12 <i>Sequence Diagram</i> Mengatur Parameter Analisis.....	59
Gambar 3.13 <i>Sequence Diagram</i> Menjalankan Analisis Video.....	60
Gambar 3.14 <i>Sequence Diagram</i> Melihat Hasil Analisis.....	62
Gambar 3.15 <i>Class Diagram</i> Sistem Klasifikasi Kualitas Teknik Lempar Lembing	63
Gambar 3.16 Rancangan Halaman Utama Aplikasi	64
Gambar 4.1 Tampilan Lembar Kerja Halaman Utama	72
Gambar 4.2 Tampilan Lembar Kerja Pengunggahan Video	72
Gambar 4.3 Tampilan Lembar Kerja Perekaman Video melalui Kamera	72
Gambar 4.4 Tampilan Lembar Kerja Pengaturan Analisis Video	72
Gambar 4.5 Contoh Hasil Deteksi <i>Landmark</i> pada Video.....	72
Gambar 4.6 Tampilan Lembar Kerja Hasil Analisis.....	72

Gambar 4.7 <i>Confusion Matrix</i> Model Fase Awalan	72
Gambar 4.8 <i>Confusion Matrix</i> Model Fase Langkah Silang	72
Gambar 4.9 <i>Confusion Matrix</i> Model Fase Pelepasan.....	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Bimbingan Skripsi	77
Lampiran 2. Kartu Bimbingan Skripsi (Lanjutan)	78
Lampiran 3. Surat Keterangan Similarity	79
Lampiran 4. Berita Acara	80
Lampiran 5. Lembar Revisi.....	81
Lampiran 6. Lembar Revisi Ketua Penguji.....	82
Lampiran 7. Lembar Revisi Penguji 1	83
Lampiran 8. Lembar Revisi Penguji 2	84

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lempar lembing merupakan salah satu nomor dalam cabang olahraga atletik yang dilakukan dengan melemparkan lembing sejauh mungkin melalui rangkaian gerakan yang terstruktur. Teknik lempar lembing terdiri atas tahapan awalan, peralihan atau *cross steps*, fase akhir, dan pelepasan lembing (Rahman dkk., 2022). Pelaksanaan setiap tahapan membutuhkan penguasaan teknik serta kemampuan fisik berupa kekuatan, kecepatan, daya ledak, keseimbangan, dan koordinasi tubuh. Atlet perlu memadukan kecepatan lari, koordinasi gerak, dan daya ledak otot agar gerakan pelepasan dapat dilakukan secara optimal (Hamzah dan Aksir, 2025). Oleh karena itu, kesalahan teknik pada salah satu tahapan dapat memengaruhi kesinambungan gerak dan kualitas teknik lempar lembing secara keseluruhan.

Evaluasi teknik lempar lembing diperlukan untuk mengetahui kesesuaian gerakan pada setiap fase. Pendekatan ilmiah dalam pembinaan olahraga dapat membantu proses latihan berjalan lebih terarah dan sistematis (Hamzah dan Aksir, 2025). Namun, gerakan yang berlangsung cepat dapat menyulitkan pengamatan kesalahan pada fase awalan, langkah silang, dan pelepasan. Oleh karena itu, diperlukan sarana pendukung yang dapat membantu evaluasi teknik secara lebih konsisten dan terstruktur.

Teknologi *human pose estimation* memungkinkan gerakan tubuh pada video diubah menjadi data numerik. MediaPipe Pose dapat mendeteksi 33 titik *landmark* tubuh yang mencakup bahu, siku, pergelangan tangan, pinggul, lutut, dan pergelangan kaki (Fimaskoro dkk., 2024). Setiap titik memiliki koordinat (x), (y), dan (z) yang digunakan untuk merepresentasikan perubahan posisi tubuh antar-*frame* (Mubayyin dkk., 2025). Data tersebut selanjutnya digunakan sebagai fitur masukan untuk menganalisis pola gerakan lempar lembing.

Pemanfaatan MediaPipe dan model klasifikasi telah diterapkan pada berbagai jenis gerakan. Mubayyin dkk. (2025) menggunakan MediaPipe dan *Random Forest Classifier* untuk mengklasifikasikan pose pilates, sedangkan Hidayatul Adiba (2025) menerapkan *K-Nearest Neighbors* untuk menganalisis gerakan bulutangkis. William dkk. (2024) juga menggabungkan MediaPipe dan *Convolutional Neural Network* untuk mengenali abjad BISINDO. Meskipun menunjukkan bahwa data *landmark* dapat digunakan sebagai fitur klasifikasi, penelitian tersebut belum membahas kualitas teknik lempar lembing berdasarkan fase gerakan. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan CNN 1D untuk mengklasifikasikan kualitas teknik pada fase awalan, langkah silang, dan pelepasan.

Penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi kualitas teknik lempar lembing berbasis video menggunakan MediaPipe Pose dan CNN 1D. Video diperoleh melalui fitur unggah atau kamera, kemudian dianalisis pada fase awalan, langkah silang, dan pelepasan. Sistem menghasilkan kelas sempurna atau tidak sempurna, tingkat keyakinan, visualisasi *skeleton*, serta umpan balik teknik. Validasi awal digunakan untuk menyaring video yang tidak memenuhi pola minimum gerakan lempar lembing, sedangkan kinerja model diukur menggunakan *confusion matrix*, akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, permasalahan dalam penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Belum tersedia sistem pendukung evaluasi teknik lempar lembing berbasis video yang mampu memberikan penilaian secara terstruktur pada fase awalan, langkah silang, dan pelepasan.
2. Belum tersedia dataset video lempar lembing yang disusun berdasarkan fase gerakan dan kategori kualitas teknik sempurna serta tidak sempurna untuk kebutuhan pelatihan, validasi, dan pengujian model.

3. Belum diketahui kinerja model CNN 1D dalam mengklasifikasikan kualitas teknik lempar lembing pada setiap fase gerakan berdasarkan data *landmark* tubuh.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membangun sistem klasifikasi kualitas teknik lempar lembing berbasis video menggunakan MediaPipe Pose dan CNN 1D untuk menilai fase awalan, langkah silang, dan pelepasan?
2. Bagaimana membentuk dataset video lempar lembing yang diberi anotasi berdasarkan fase gerakan dan kategori kualitas teknik untuk pelatihan, validasi, dan pengujian model CNN 1D?
3. Bagaimana kinerja model CNN 1D dalam mengklasifikasikan kualitas teknik lempar lembing pada fase awalan, langkah silang, dan pelepasan berdasarkan *confusion matrix*, akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*?

D. Batasan Masalah

Agar pembahasan penelitian lebih terarah, batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada klasifikasi kualitas teknik lempar lembing berdasarkan rekaman video dan tidak mengukur jarak hasil lemparan maupun kondisi fisik atlet.
2. Gerakan lempar lembing yang dianalisis dibatasi pada tiga fase, yaitu awalan, langkah silang, dan pelepasan.
3. Pengambilan data video dilakukan di Lapangan Gogorante, Kediri, dengan melibatkan pelaku gerakan lempar lembing.
4. Dataset yang digunakan berjumlah 658 klip video yang terdiri atas 223 klip fase awalan, 212 klip fase langkah silang, dan 223 klip fase pelepasan.
5. Setiap fase gerakan dibagi ke dalam dua kategori kualitas teknik, yaitu sempurna dan tidak sempurna.

6. Setiap klip video diseragamkan menjadi 30 *frame* sebelum digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian model.
7. MediaPipe Pose digunakan untuk memperoleh 33 titik *landmark* tubuh dengan koordinat (x), (y), dan (z), sehingga setiap *frame* menghasilkan 99 fitur.
8. Penelitian menggunakan tiga model CNN 1D yang dilatih secara terpisah untuk fase awalan, langkah silang, dan pelepasan.
9. Dataset pada setiap fase dibagi menjadi 70% data pelatihan, 15% data validasi, dan 15% data pengujian.
10. Sistem menerima masukan melalui unggah video atau rekaman kamera. Analisis video dari kamera dilakukan setelah proses perekaman selesai dan bukan berupa prediksi langsung pada setiap *frame*.
11. Pembagian fase gerakan dapat dilakukan secara otomatis oleh sistem atau ditentukan secara manual oleh pengguna berdasarkan waktu video.
12. Video yang dianalisis harus menampilkan tubuh secara cukup lengkap, menggunakan posisi kamera yang relatif stabil, serta memiliki pencahayaan yang memadai agar proses deteksi pose dapat dilakukan.
13. Sistem menerapkan validasi awal berbasis aturan untuk menyaring video yang tidak memenuhi pola minimum gerakan lempar lembing. Validasi tersebut tidak menjamin seluruh jenis gerakan selain lempar lembing dapat ditolak secara mutlak.
14. Keluaran sistem berupa kategori kualitas teknik pada setiap fase, tingkat keyakinan, probabilitas kelas, visualisasi *skeleton*, dan umpan balik teknik.
15. Sistem dikembangkan berbasis web menggunakan Python, Flask, OpenCV, MediaPipe, serta TensorFlow/Keras.
16. Evaluasi kinerja setiap model dilakukan menggunakan *confusion matrix*, akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan aplikasi berbasis web menggunakan MediaPipe Pose dan CNN 1D untuk mengklasifikasikan kualitas teknik lempar lembing pada fase awalan, langkah silang, dan pelepasan ke dalam kategori sempurna dan tidak sempurna.
2. Menyusun dataset sebanyak 658 klip video yang telah diberi label berdasarkan fase gerakan dan kategori kualitas teknik, kemudian diubah menjadi data berukuran (30 \times 99) fitur untuk pelatihan, validasi, dan pengujian model.
3. Mengukur kinerja tiga model CNN 1D menggunakan *confusion matrix*, akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat secara teoritis dan praktis sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Menambah referensi mengenai penerapan MediaPipe Pose dan CNN 1D dalam klasifikasi kualitas gerakan olahraga berbasis data *landmark*, khususnya pada teknik lempar lembing.

2. Manfaat Praktis

- a. Membantu atlet, pelatih, guru olahraga, dan pengguna dalam memperoleh informasi kualitas teknik pada fase awalan, langkah silang, dan pelepasan.
- b. Memberikan hasil klasifikasi, tingkat keyakinan, visualisasi *skeleton*, dan umpan balik sebagai pendukung perbaikan teknik lempar lembing.
- c. Menyediakan aplikasi berbasis *web* yang dapat digunakan melalui fitur unggah video maupun rekaman kamera.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, A., Asmuddin, & Badaruddin. (2021). Hubungan kekuatan otot lengan dengan kemampuan lempar lembing pada siswa SMA Negeri 2 Tomia. *Jurnal Olympic*, 1(1), 51–60.
- Fimaskoro, B. A., Aulia, S., & Rimasa, D. (2024). Identifikasi atlet anggar berdasarkan pengukuran antropometri menggunakan MediaPipe Pose. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 13(1), 11–17. doi:10.22146/jnteti.v13i1.8145
- Hamzah, A., & Aksir, M. I. (2025). Analisis daya ledak otot lengan pada atlet lempar lembing FIKK UNM. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 5(6), 2458–2465. doi:10.55081/jurdip.v5i6.4094
- Hidayatul Adiba, F. (2025). *Sistem analisis gerakan bulutangkis berbasis teknologi biometrik* [Skripsi, Universitas Nusantara PGRI Kediri].
- Jericho, V., & Rochadiani, T. H. (2025). Implementasi CNN dan MediaPipe dalam peningkatan efektivitas *stretching* pada olahraga futsal. *Technomedia Journal*, 9(3), 387–398. doi:10.33050/tmj.v9i3.2294
- Lay, A., & Lina. (2022). Pendeteksian aktivitas manusia dengan *human pose estimation* dan *convolutional neural network*. *Computatio: Journal of Computer Science and Information Systems*, 6(1), 51–60. doi:10.24912/computatio.v6i1.16202
- Maharani, V. N., Suardika, I. K., & Refiater, U. H. (2024). Analisis biomekanika olahraga terhadap metode latihan teknik *shooting* bola basket: Literatur review. *Jambura Sports Coaching Academic Journal*, 3(1), 29–40. doi:10.37905/jscaj.v3i1.23783
- Mubayyin, M. T., Anantacia, E. M. A., Salsabila, C., & Hidayattullah, M. F. (2025). Klasifikasi dan deteksi pose pilates menggunakan MediaPipe dan *Random Forest Classifier*. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 19(1), 56–63. doi:10.24252/teknosains.v19i1.53698
- Novianti, A. F., & Saragih, Y. (2023). Sistem identifikasi pengukuran baju menggunakan *human body estimation dataset* MediaPipe dengan metode *Euclidean distance*. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, 5(2), 127–134. doi:10.30604/jti.v5i2.151
- Rahman, M. A., Hamdiana, & Naheria. (2022). Analisis kondisi fisik pada atlet atletik nomor lempar lembing binaan PASI Kabupaten Paser. *Borneo Physical Education Journal*, 3(2), 64–72.

- Rizki, A. B., & Zuliarso, E. (2022). Klasifikasi teknik bulutangkis berdasarkan pose dengan *convolutional neural network*. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 10(2), 96–101. doi:10.33884/jif.v10i02.5559
- Sobari, B., Moedjiono, & Rizkiawan, M. A. (2025). Pose analysis and classification in shooting sport using convolutional neural network and long short-term memory. *Jurnal Informatika*, 12(2), 122–130. doi:10.31294/inf.v12i2.25566
- Tanugraha, F. D., Pratikno, H., Musayyanah, & Kusumawati, W. I. (2022). Pengenalan gerakan olahraga berbasis *long short-term memory* menggunakan MediaPipe. *Journal of Advances in Information and Industrial Technology*, 4(1), 37–45. doi:10.52435/jaiit.v4i1.182
- Therry, R. W. L., Junaidi, A., & Sihananto, A. N. (2024). Program penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) secara *real time* menggunakan *convolutional neural network* dan MediaPipe. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(6), 11642–11649. doi:10.36040/jati.v8i6.11582
- Tidow, G. (1996). Model technique analysis sheets—Part X: The javelin throw. *New Studies in Athletics*, 11(1), 45–62.