

**DETEKSI DAN KLASIFIKASI GERAKAN TOLAK PELURU
MENGUNAKAN MEDIAPIPE DAN CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (CNN)**

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 :

Alfina Putri Tursina

NPM : 2213020002

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

2026

Skripsi oleh:

Alfina Putri Tursina

NPM : 2213020002

Judul :

**DETEKSI DAN KLASIFIKASI GERAKAN TOLAK PELURU
MENGUNAKAN MEDIAPIPE DAN CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (CNN)**

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

Tanggal : 19 Juni 2026

Pembimbing I



Made Ayu Dusea Widvadara M.kom
NIDN. 0729088802

Pembimbing II



Daniel Swanjava S.Kom, M.Kom
NIDN. 0723098303

Skripsi oleh:

Alfina Putri Tursina
NPM: 2213020002

Judul :

**DETEKSI DAN KLASIFIKASI GERAKAN TOLAK PELURU
MENGUNAKAN MEDIAPIPE DAN CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK (CNN)**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri
Pada tanggal : 16 Juli 2026

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Syarat

Panitia Penguji :

1. Ketua : Made Ayu Dusea Widyadara M.kom
2. Penguji I : Patmi Kasih, S.Kom, M.Kom.
3. Penguji II : Daniel Swanjaya S.Kom, M.Kom



Mengetahui,
Dekan FTIK

Dr. Sulistiono, M.Si.
NIDN. 0007076801

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Alfina Putri Tursina

Jenis Kelamin : Perempuan

Tempat/Tgl Lahir : Nganjuk, 29 Januari 2004

NPM : 2213020002

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, 16 Juli 2026

Yang Menyatakan



Alfina Putri Tursina

NPM : 2213020002

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

Alfina Putri Tursina. Deteksi dan Klasifikasi Gerakan Tolak Peluru Menggunakan MediaPipe dan *Convolutional Neural Network* (CNN), Skripsi, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2026.

Kata Kunci: Tolak Peluru, MediaPipe Pose, 1D-CNN, Klasifikasi Gerakan, Aplikasi Web.

Penelitian ini bertujuan merancang, membangun, serta menguji aplikasi berbasis web untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kualitas gerakan tolak peluru gaya *spin* pada fase awalan, dorongan, dan sikap akhir ke dalam kategori sempurna atau tidak sempurna. Data pengembangan model berasal dari 220 video, yang terdiri atas 110 video kategori sempurna dan 110 video kategori tidak sempurna. Setiap video dipisahkan menjadi tiga fase sehingga menghasilkan 660 sampel, dengan masing-masing fase terdiri atas 220 sampel. Setiap sampel direpresentasikan menggunakan 30 *frame* yang diambil secara merata. MediaPipe Pose digunakan untuk mengekstraksi 33 titik *landmark* tubuh yang masing-masing memiliki koordinat x, y, z, dan nilai *visibility*, sehingga bentuk masukan model adalah matriks berukuran 30×132 . Metode klasifikasi menggunakan tiga model *One-Dimensional Convolutional Neural Network* atau 1D-CNN yang dilatih secara terpisah untuk setiap fase gerakan. Sistem diimplementasikan menggunakan *framework* Flask dengan fitur unggah video, perekaman melalui kamera web, pengaturan batas fase secara otomatis dan manual, visualisasi *landmark*, hasil klasifikasi, nilai *confidence*, *feedback*, serta kesimpulan kualitas gerakan. Hasil evaluasi model menunjukkan bahwa fase awalan memperoleh akurasi sebesar 93,94% dengan rata-rata presisi, *recall*, dan *F1-score* sebesar 0,94. Fase dorongan memperoleh akurasi sebesar 45,45% dengan rata-rata presisi, *recall*, dan *F1-score* sebesar 0,45, sedangkan fase sikap akhir memperoleh akurasi sebesar 84,85% dengan rata-rata presisi, *recall*, dan *F1-score* sebesar 0,85. Pengujian fungsional menunjukkan bahwa seluruh fitur utama aplikasi berjalan sesuai rancangan. Pengujian nonfungsional menggunakan tiga video baru dengan perbedaan durasi dan *frame rate*. Masing-masing video diuji sebanyak tiga kali sehingga diperoleh sembilan percobaan. Seluruh video berhasil diproses mulai dari pembacaan video, penentuan batas fase, ekstraksi *landmark*, hingga penyajian hasil klasifikasi, dengan rata-rata waktu pemrosesan keseluruhan sebesar 34,48 detik. Berdasarkan hasil tersebut, aplikasi berhasil dikembangkan dan mampu memproses video baru serta memberikan informasi kualitas gerakan pada setiap fase. Namun, model fase dorongan belum andal sehingga hasilnya perlu ditafsirkan secara hati-hati dan masih memerlukan peningkatan pada penelitian selanjutnya.

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. Made Ayu Dusca Widyadara M.kom, Selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan Bimbingannya saat Mengerjakan Skripsi
5. Daniel Swanjaya S.Kom, 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



Alifna Putri Tursina
NPM: 2213020002

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
RINGKASAN	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Batasan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. Teori dan Penelitian Terdahulu	7
1. Landasan Teori	7
2. Kajian Pustaka	19
B. Kerangka Berpikir	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
A. Desain Penelitian	26
B. Instrumen Penelitian	30
C. Tempat dan Jadwal Penelitian	34
D. Objek Penelitian / Subjek Penelitian	35
E. Prosedur Penelitian	39
F. Teknik Analisis Data	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	64
A. Hasil Penelitian	64
B. Pembahasan	102
BAB V PENUTUP	106

A. Kesimpulan.....	106
B. Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA	108
LAMPIRAN.....	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu	22
Tabel 3.1 Karakteristik Dataset Penelitian.....	30
Tabel 3.2 Rancangan Pengujian Fungsional	32
Tabel 3.3 Rancangan Pengujian Nonfungsional	33
Tabel 3.4 Jadwal Penelitian.....	35
Tabel 3.5 Contoh Data Numerik <i>Landmark</i> pada Satu <i>Frame</i>	54
Tabel 3.6 Contoh Data Keluaran Hasil Klasifikasi	62
Tabel 4.1 Distribusi Data	65
Tabel 4.2 Karakteristik Data Hasil Ekstraksi Landmark	69
Tabel 4.3 Pembagian Data Latih, Validasi, dan Uji.....	70
Tabel 4.4 Hasil Klasifikasi Model 1D-CNN Berdasarkan Fase	77
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Fungsional Sistem	90
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Nonfungsional Menggunakan Tiga Video Baru.....	94
Tabel 4.7 Hasil Klasifikasi Fase Awalan	96
Tabel 4.8 Hasil Klasifikasi Fase Dorongan.....	97
Tabel 4.9 Hasil Klasifikasi Fase Sikap Akhir	99
Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Pengujian Model 1D-CNN	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fase biomekanika gerak tolak peluru gaya spin.....	10
Gambar 2.2 Struktur Titik <i>Landmark MediaPipe Pose</i>	12
Gambar 2.3 Arsitektur Model 1D-CNN Penelitian	14
Gambar 2.4 Alur Eksekusi Framework dan Pustaka dalam Sistem.....	16
Gambar 2.5 Kerangka Berpikir Penelitian	24
Gambar 3.1 Tahapan Desain Penelitian Pengembangan.....	27
Gambar 3.2 Alur Prosedur Penelitian	39
Gambar 3.3 Use Case.....	44
Gambar 3.4 Activity Diagram Sistem Deteksi dan Klasifikasi Gerakan Tolak Peluru	45
Gambar 3.5 Sequence Diagram Sistem Deteksi dan Klasifikasi Gerakan Tolak Peluru	47
Gambar 3.6 Class Diagram Sistem Deteksi dan Klasifikasi Gerakan Tolak Peluru	49
Gambar 3.7 Desain Antarmuka Sistem Deteksi dan Klasifikasi Gerakan Tolak Peluru	51
Gambar 3.8 Contoh <i>Frame</i> Data Video Gerakan Tolak Peluru.....	53
Gambar 3.9 Hasil Deteksi <i>Landmark</i> Menggunakan MediaPipe Pose	53
Gambar 4.1 Pembagian Data Set	65
Gambar 4.2 Contoh Hasil Pemotongan dan Pengelompokan Dataset Video	67
Gambar 4.3 Landmark Per Fase.....	68
Gambar 4.4 Perbandingan Akurasi dan <i>Loss</i> Model 1D-CNN pada Setiap Fase .	77
Gambar 4.5 Tampilan Lembar Kerja Dashboard.....	79
Gambar 4.6 Tampilan Lembar Kerja Upload Video.....	80
Gambar 4.7 Tampilan Lembar Kerja Rekam Kamera	81
Gambar 4.8 Tampilan Lembar Kerja Pengaturan Batas Fase	82
Gambar 4.9 Tampilan Deteksi Pose dan Ekstraksi Landmark.....	83
Gambar 4.10 Tampilan Klasifikasi Gerakan Per Fase	84
Gambar 4.11 Tampilan Lembar Kerja Kesimpulan Akhir.....	84
Gambar 4.12 Dokumentasi Pengujian Nonfungsional pada Tiga Video Uji	93

Gambar 4.13 Plot Confusion Matrix Fase Awalan	97
Gambar 4.14 Plot Confusion Matrix Fase Dorongan.....	98
Gambar 4.15 Plot Confusion Matrix Fase Sikap Akhir	99
Gambar 4.16 Plot Perbandingan Akurasi Model Per Fase.....	101

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Bimbingan Skripsi	110
Lampiran 2. Kartu Bimbingan Skripsi (Lanjutan)	111
Lampiran 3. Berita Acara	112
Lampiran 4. Lembar Revisi.....	113
Lampiran 5. Lembar Revisi Ketua Penguji.....	114
Lampiran 6. Lembar Revisi Penguji 1	115
Lampiran 7. Lembar Revisi Penguji 2	116
Lampiran 8. Similarity	117

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tolak peluru merupakan salah satu nomor lempar pada cabang olahraga atletik yang menuntut kekuatan, kecepatan, koordinasi, dan keterampilan teknik yang baik (Y. Rizki & Parlindungan, 2024) . Gerakan dilakukan dengan mendorong bola logam sejauh mungkin menggunakan satu tangan dari bahu di dalam lingkaran tolakan, kemudian hasilnya diukur dari jarak antara pelempar dan titik jatuh peluru (Y. Rizki & Parlindungan, 2024). Penguasaan teknik dasar yang tidak baik dapat mengurangi jarak tolakan dan meningkatkan risiko cedera sehingga latihan teknik menjadi bagian penting dalam pembinaan atlet (Ikadarny, 2024).

Penilaian teknik tolak peluru gaya *spin* memerlukan pengamatan terhadap gerakan putaran, tolakan, dan posisi akhir. Berdasarkan wawancara dengan validator gerakan tolak peluru yang terlibat dalam pembuatan dataset, bagian yang paling sulit dilakukan dan dinilai adalah gerakan saat berputar serta menjaga keseimbangan pada posisi akhir. Secara komputasional, fase dorongan juga lebih sulit dianalisis karena putaran tubuh berlangsung cepat, melibatkan perubahan posisi beberapa anggota tubuh secara bersamaan, dan dapat menyebabkan sebagian titik tubuh saling menutupi sehingga hasil pelacakan *landmark* menjadi kurang stabil. Sebanyak 270 video telah diperiksa, terdiri atas 220 video untuk pelatihan model dengan pembagian 110 video sempurna dan 110 video tidak sempurna, serta 50 video sebagai data pengujian. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem berbasis video untuk membantu meninjau dan menganalisis perubahan posisi tubuh selama gerakan berlangsung.

Sejalan dengan kebutuhan tersebut, perkembangan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dan *computer vision* memberikan peluang untuk menganalisis gerakan manusia melalui citra maupun video secara otomatis (Daniel Tanugraha et al., 2022). Dalam penelitian *human activity recognition*,

gerakan tubuh dapat dikenali dan diklasifikasikan menggunakan model *deep learning* dengan mempelajari pola perubahan posisi tubuh yang terjadi secara berurutan selama gerakan berlangsung.

MediaPipe merupakan salah satu teknologi *computer vision* yang menyediakan fitur *pose estimation* untuk mendeteksi posisi titik-titik tubuh manusia atau *landmark* secara *real-time* dan menghasilkan koordinat pada setiap titik (Pringsewu et al., 2023). Data koordinat tersebut dapat diolah menjadi fitur numerik dan telah dimanfaatkan dalam pengembangan sistem deteksi simbol isyarat SIBI, serta identifikasi ukuran tubuh berdasarkan jarak antarsendi (Soekarta et al., 2024). Koordinat *landmark* yang diperoleh dari setiap *frame* video selanjutnya membentuk data berurutan yang menggambarkan perubahan posisi tubuh selama gerakan berlangsung.

Berdasarkan karakteristik data tersebut, penelitian ini menggunakan *1D-Convolutional Neural Network* untuk mengklasifikasikan gerakan tolak peluru. *1D-CNN* dipilih karena dapat melakukan proses konvolusi pada data satu dimensi dan mempelajari pola lokal pada data yang tersusun secara berurutan (Kiranyaz et al., 2021). Penerapan data pose dalam pengenalan gerakan juga dilakukan oleh (Angelini et al., 2018) dengan memanfaatkan rangkaian koordinat tubuh sebagai masukan model klasifikasi aktivitas manusia. Oleh karena itu, *1D-CNN* dinilai sesuai untuk mempelajari perubahan koordinat *landmark* tubuh pada fase awalan, dorongan, dan sikap akhir, kemudian mengklasifikasikannya ke dalam kategori sempurna dan tidak sempurna. Model tersebut diimplementasikan menggunakan Flask karena *framework* berbasis Python tersebut dapat mengintegrasikan proses penerimaan video, ekstraksi *landmark*, prediksi model, dan penyajian hasil klasifikasi dalam aplikasi berbasis web. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem deteksi dan klasifikasi gerakan tolak peluru menggunakan *MediaPipe Pose* dan *1D-CNN* sebagai alat bantu evaluasi teknik gerakan.

B. Identifikasi Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang ada maka identifikasi masalahnya sebagai berikut :

1. Penilaian teknik tolak peluru masih dilakukan melalui pengamatan langsung, sedangkan rangkaian gerakan berlangsung cepat sehingga kesalahan pada setiap fase gerakan tidak selalu dapat diketahui secara konsisten.
2. Belum tersedia mekanisme otomatis yang dapat mengekstraksi koordinat *landmark* tubuh dari video dan menganalisis perubahan posisi tubuh berdasarkan urutan waktu untuk menilai kualitas gerakan tolak peluru.
3. Penerapan *MediaPipe Pose* dan *1D-Convolutional Neural Network* untuk mengklasifikasikan fase awalan, dorongan, dan sikap akhir gerakan tolak peluru ke dalam kategori sempurna dan tidak sempurna masih terbatas.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas maka rumusan masalah sebagai berikut yaitu:

1. Bagaimana cara merancang sistem deteksi gerakan tolak peluru menggunakan *MediaPipe* dan *Convolutional Neural Network* (CNN)?
2. Bagaimana sistem yang dibangun dapat mendeteksi, menganalisis, dan mengklasifikasikan gerakan tolak peluru menjadi kategori sempurna atau tidak sempurna melalui video yang diunggah maupun video hasil perekaman langsung menggunakan kamera *web*?
3. Bagaimana kinerja model *1D-Convolutional Neural Network* dalam mengklasifikasikan gerakan tolak peluru pada fase awalan, fase dorongan, dan fase sikap akhir berdasarkan nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*?

D. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Objek yang dianalisis dibatasi pada gerakan tolak peluru gaya *spin* yang terdiri atas fase awalan, fase dorongan, dan fase sikap akhir.
2. Setiap klip video direpresentasikan menjadi 30 *frame* yang diambil secara merata dari bagian awal hingga akhir klip.
3. Ekstraksi pose dilakukan menggunakan *MediaPipe Pose* terhadap 33 titik *landmark* tubuh. Setiap titik terdiri atas koordinat x, y, z, dan nilai *visibility*, sehingga setiap *frame* menghasilkan 132 fitur dan setiap sampel memiliki bentuk masukan 30×132 .
4. Model klasifikasi yang digunakan adalah *1D-Convolutional Neural Network* yang melakukan operasi konvolusi sepanjang dimensi waktu pada urutan 30 *frame*, dengan 132 fitur *landmark* pada setiap *frame*. Model digunakan untuk mengklasifikasikan gerakan ke dalam kategori sempurna dan tidak sempurna. Penelitian ini tidak membandingkan kinerja 1D-CNN dengan arsitektur jaringan saraf lainnya.
5. Sistem dikembangkan menggunakan Python versi 3.11.0, TensorFlow versi 2.15.1, MediaPipe versi 0.10.14, OpenCV versi 4.9.0, dan Flask versi 3.1.1.
6. Data masukan sistem berupa berkas video yang diunggah atau video hasil perekaman melalui kamera web. Format video dibatasi pada MP4, AVI, MOV, dan WebM.
7. Aktor yang menggunakan sistem dibatasi pada satu pengguna, yaitu atlet, pelatih, atau pengguna yang ingin menganalisis gerakan, tanpa pembagian hak akses dan tanpa proses masuk ke dalam akun.
8. Evaluasi model dibatasi menggunakan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *confusion matrix*. Penelitian tidak membahas analisis biomekanika, jarak hasil tolakan, kecepatan peluru, maupun besarnya gaya yang dihasilkan.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang disampaikan diatas adalah :

1. Merancang dan membangun sistem deteksi gerakan tolak peluru menggunakan MediaPipe dan 1D-*Convolutional Neural Network* atau 1D-CNN.
2. Menghasilkan dan menguji sistem yang mampu mendeteksi, menganalisis, dan mengklasifikasikan gerakan tolak peluru menjadi kategori sempurna atau tidak sempurna melalui video yang diunggah maupun video hasil perekaman langsung menggunakan kamera *web*.
3. Menguji dan menganalisis kinerja model 1D-*Convolutional Neural Network* pada fase awalan, fase dorongan, dan fase sikap akhir berdasarkan nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kecerdasan buatan dan *computer vision*, khususnya pada penerapan MediaPipe Pose dan 1D-*Convolutional Neural Network* atau 1D-CNN untuk analisis gerakan tubuh manusia. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan sistem evaluasi teknik olahraga berbasis *pose estimation* dan klasifikasi gerakan. Kontribusi khusus penelitian ini terletak pada pemanfaatan data sekuensial koordinat 33 titik *landmark* tubuh untuk mempelajari pola temporal pada tiga fase gerakan olahraga yang melibatkan rotasi tubuh.

2. Manfaat Praktis :

a. Bagi Atlet dan Pelatih

Sistem ini dapat membantu atlet dan pelatih dalam menganalisis kualitas gerakan tolak peluru secara lebih terstruktur. Hasil analisis berupa

klasifikasi gerakan, nilai *confidence*, visualisasi *landmark*, dan *feedback* perbaikan dapat digunakan sebagai bahan evaluasi teknik latihan.

b. Bagi Dunia Pendidikan dan Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam penerapan teknologi kecerdasan buatan untuk mendukung pembelajaran dan analisis gerakan olahraga. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi dasar bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan sistem klasifikasi gerakan dengan jumlah data, metode, atau fitur yang lebih beragam.

c. Bagi Pengembang Teknologi Olahraga

Hasil penelitian ini dapat mendukung pengembangan teknologi di bidang *sport science* melalui pemanfaatan MediaPipe Pose dan 1D-CNN sebagai alat bantu analisis gerakan. Sistem yang dikembangkan dapat menjadi dasar pengembangan aplikasi evaluasi teknik olahraga yang lebih praktis, terukur, dan mudah digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiba, F. H. (2015). *SISTEM ANALISIS GERAKAN BULUTANGKIS BERBASIS TEKNOLOGI BIOMETRIK*. Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Angelini, F., Fu, Z., Long, Y., Shao, L., & Naqvi, S. M. (2018). ActionXPose: A Novel 2D Multi-view Pose-based Algorithm for Real-time Human Action Recognition. *ArXiv*, 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.12126>
- Bazarevsky, V., Grishchenko, I., Raveendran, K., Zhu, T., Zhang, F., & Grundmann, M. (2020). BlazePose: On-device Real-time Body Pose tracking. *ArXiv*, 1–4. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.10204>
- Daniel Tanugraha, F., Pratikno, H., Musayanah, M., & Indah Kusumawati, W. (2022). Pengenalan Gerakan Olahraga Berbasis (Long Short- Term Memory) Menggunakan Mediapipe. *Journal of Advances in Information and Industrial Technology*, 4(1), 37–45. <https://doi.org/10.52435/jaiit.v4i1.182>
- Ikadarny. (2024). ANALISIS POLA GERAK TOLAK PELURU GAYA MENYAMPING MAHASISWA FIK UNM. *JURNAL ILMIAH STOK BINA GUNA MEDAN*, 12(1), 21–29. <https://doi.org/https://doi.org/10.55081/jsbg.v12i1.1823>
- Kato, T., Urita, Y., Kintaka, H., & Maeda, A. (2018). *Relationship Between Momentum of Athlete-Shot System and Release Velocity in Rotational Shot Put Technique*. 891–2311.
- Kiranyaz, S., Avci, O., Abdeljaber, O., Ince, T., Gabbouj, M., & Inman, D. J. (2021). 1D convolutional neural networks and applications: A survey. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2020.107398>
- 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. <https://doi.org/https://doi.org/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. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v19i1.53698>
- Pringsewu, U. A., Fauziah Novianti, A., & Saragih, Y. (2023). Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering 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. <https://doi.org/10.30604/jti.v5i2.151>
- Rizki, A. B., & Zuliarso, E. (2022). Klasifikasi Teknik Bulutangkis Berdasarkan Pose Dengan Convolutional Neural Network. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 10(02), 96–101. <https://doi.org/https://doi.org/10.33884/jif.v10i02.5559>
- Rizki, Y., & Parlindungan, D. P. (2024). *Upaya Melatih Teknik Dasar Tolak Peluru untuk Meningkatkan Kemampuan Lemparan Siswa SMK Mutu Muhamadiyah 01 Wonosobo*.
- Soekarta, R., Aras, S., & Ainun KDP, N. (2024). Sistem Deteksi Simbol Isyarat Pada SIBI (Sistem Isyarat Bahasa Indonesia) Menggunakan Mediapipe Berbasis Android. *Insect (Informatics and Security): Jurnal Teknik Informatika*, 10(2), 90–100. <https://doi.org/https://doi.org/10.33506/insect.v10i2.4079>
- William, R., Therry, L., Junaidi, A., & Sihananto, A. N. (2024). PROGRAM PENERJEMAH BAHASA ISYARAT INDONESIA (BISINDO) SECARA REAL TIME MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DAN MEDIAPIPE. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(6), 11642–11649. <https://doi.org/https://doi.org/10.36040/jati.v8i6.11582>