

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Olahraga bela diri tradisional Indonesia, Pencak Silat, telah diakui sebagai warisan budaya takbenda oleh UNESCO pada tahun 2019 dan terus berkembang sebagai cabang olahraga yang dipertandingkan di tingkat nasional maupun internasional. Pencak Silat tidak hanya menekankan aspek fisik, tetapi juga mengandung nilai-nilai mental, spiritual, dan pembentukan karakter bangsa (Wulandari et al., 2025). Seiring perkembangan teknologi informasi dan kecerdasan buatan, berbagai cabang olahraga dunia telah memanfaatkan sistem berbasis *Computer Vision* dan *Machine Learning* untuk meningkatkan kualitas pelatihan dan evaluasi atlet. Penerapan teknologi dalam analisis gerakan olahraga terbukti mampu meningkatkan objektivitas penilaian, mengidentifikasi kesalahan teknik secara spesifik, dan mendukung proses latihan mandiri yang lebih terstruktur (Echeverria & C. Santos, 2021).

Dalam pembelajaran Pencak Silat, penguasaan gerakan dasar seperti kuda-kuda, pukulan dan tangkisan menjadi fondasi utama sebelum mempelajari teknik lanjutan. Ketepatan dalam melakukan gerakan dasar sangat menentukan kualitas teknik seorang pesilat, karena kesalahan pada tahap dasar dapat berdampak pada kesalahan teknik di tingkat yang lebih tinggi (Wulandari et al., 2025). Namun, proses evaluasi gerakan yang berlangsung saat ini umumnya masih dilakukan secara manual oleh pelatih melalui pengamatan langsung, yang cenderung memiliki tingkat subjektivitas tinggi dan sulit memberikan umpan balik yang konsisten terutama ketika jumlah peserta latihan banyak atau ketika pesilat berlatih secara mandiri tanpa kehadiran pelatih (Ragil et al., 2025).

Permasalahan tersebut secara nyata terjadi di Perguruan Pencak Silat BIMA SUCI, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. Perguruan yang didirikan pada 15 Januari 1973 dan menggunakan aliran Pencak Sinar Ciremai ini (Fadilah & Wantoro, 2021), menghadapi kendala dalam proses evaluasi

gerakan karena satu pelatih harus menangani 2–3 satuan latihan (satlat) sekaligus yang tersebar sebagai kegiatan ekstrakurikuler di beberapa sekolah. Kondisi ini menyebabkan evaluasi bersifat subjektif, koreksi gerakan tidak konsisten, dan pesilat pemula kesulitan mengetahui kesalahan gerakannya secara spesifik. Studi pendahuluan melalui kuesioner kepada 18 pesilat Satlat SMPN 3 Kuningan mengungkap data yang memprihatinkan: 61,1% pesilat menyatakan cukup kesulitan mempelajari gerakan dasar, 72,2% belum berhasil naik dari Kuning 1 ke Kuning 2 meskipun rata-rata telah berlatih selama 1–3 tahun, dan 50% mengaku sering melakukan kesalahan gerakan yang sama secara berulang. Lebih lanjut, koreksi dari pelatih hanya diberikan kadang-kadang (44,4%) bahkan jarang (16,7%), sementara 50% pesilat merasa cukup kesulitan menilai kebenaran gerakannya sendiri saat berlatih mandiri.

Kondisi rendahnya penguasaan gerakan dasar ini tidak bersifat lokal. Penelitian deskriptif kuantitatif pada 28 siswa ekstrakurikuler pencak silat SMA Negeri 4 Banda Aceh menunjukkan tidak ada satu pun siswa yang mencapai kategori 'baik' atau 'baik sekali', sementara 50% berada dalam kategori 'kurang sekali' (Satria et al., 2022). Data-data tersebut secara keseluruhan menunjukkan bahwa terdapat kesenjangan yang signifikan antara intensitas latihan dengan kualitas penguasaan gerakan dasar, yang disebabkan oleh keterbatasan mekanisme evaluasi yang objektif dan umpan balik yang spesifik.

Sejumlah penelitian telah mengembangkan sistem evaluasi gerakan berbasis teknologi untuk mengatasi keterbatasan evaluasi manual. (Rahmawati et al., 2023) membangun sistem klasifikasi gerakan Pencak Silat menggunakan *CNN* berbasis *body pose* dengan akurasi 77%, namun sistem tersebut belum diimplementasikan dalam bentuk aplikasi mobile yang dapat digunakan secara mandiri oleh pesilat. (Wu et al., 2025) mengembangkan sistem pengenalan aksi bela diri menggunakan *stacked hourglass network* yang menunjukkan performa baik pada kondisi pose kompleks, namun memerlukan komputasi tinggi sehingga kurang cocok

untuk perangkat mobile. Penelitian lain di bidang olahraga umum seperti evaluasi gerakan *squat* (Ragil et al., 2025) dan *push-up* (Andriawan et al., 2025) telah berhasil mengimplementasikan sistem berbasis *pose estimation* pada platform Android, namun belum ada implementasi serupa yang spesifik untuk evaluasi gerakan dasar Pencak Silat. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya pengembangan sistem evaluasi gerakan Pencak Silat yang tidak hanya akurat, tetapi juga dapat diakses secara mudah melalui perangkat mobile oleh pesilat pemula dalam sesi latihan mandiri.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan aplikasi Android SilatPRO, sebuah sistem evaluasi gerakan dasar Pencak Silat berbasis *Computer Vision* dan *Artificial Intelligence*. Sistem ini memanfaatkan algoritma *YOLOv8n-Pose* untuk mengekstraksi 17 *keypoint* tubuh manusia secara *real-time*. Pemilihan algoritma ini didasarkan pada pertimbangan komparatif terhadap metode *pose estimation* alternatif seperti *MediaPipe Pose* dan *OpenPose*. *OpenPose* dikenal akurat namun membutuhkan sumber daya komputasi yang besar sehingga tidak cocok untuk perangkat dengan keterbatasan perangkat keras. *MediaPipe Pose* menawarkan latensi rendah, tetapi hanya mampu melakukan *pose estimation* untuk satu orang dalam satu waktu dan arsitektur *top down* mengalami penurunan performa signifikan pada kondisi kompleks seperti oklusi yang lazim terjadi pada gerakan bela diri. Sebaliknya, *YOLOv8n-Pose* unggul dalam skenario kompleks termasuk teknik bela diri, dengan kemampuan penanganan oklusi yang lebih superior. Pendekatan *single stage* memungkinkan deteksi dan estimasi *keypoint* dalam satu *forward pass* sehingga waktu inferensi tetap konstan tanpa bergantung pada jumlah orang dalam scene, menjamin konsistensi kecepatan pemrosesan *real-time*. Lebih lanjut, (Muslim et al., 2025) membuktikan bahwa *YOLOv8n-Pose* mampu mengekstraksi *keypoint* tubuh dengan akurasi tinggi dan arsitektur yang efisien, sementara (Dong & Du, 2024) mengonfirmasi bahwa *YOLOv8n-Pose* menunjukkan performa lebih unggul dibandingkan generasi YOLO sebelumnya dalam

hal akurasi dan kecepatan estimasi pose, dengan varian *nano*-nya yang secara khusus direkomendasikan untuk deployment pada perangkat mobile Android berkat ukurannya yang kecil dan inferensi yang cepat. Koordinat *keypoint* yang diekstraksi kemudian diklasifikasikan menggunakan model *Multilayer Perceptron (MLP)* untuk mengenali 10 kelas gerakan dasar Pencak Silat, dilanjutkan dengan evaluasi berbasis aturan geometri (*rule-based evaluation*) untuk menghasilkan skor penilaian dan umpan balik korektif secara otomatis.

Dengan demikian, aplikasi SilatPRO diharapkan dapat menjadi media bantu latihan mandiri yang objektif bagi pesilat pemula khususnya di lingkungan Perguruan Pencak Silat BIMA SUCI sehingga pesilat dapat memperoleh umpan balik yang akurat mengenai kesesuaian gerakan tanpa harus selalu bergantung pada kehadiran pelatih. Pendekatan ini sejalan dengan temuan (Echeverria & C. Santos, 2021) yang menegaskan bahwa pemanfaatan kecerdasan buatan dalam analisis gerakan bela diri dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran teknik dasar dan mendukung proses pelatihan yang lebih terstruktur dan mandiri.

Tabel 1.1. Penelitian Sebelumnya

No	Nama Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1.	(Wu et al ., 2025)	<i>Enhanced Pose estimation for Badminton Players via Improved YOLOv8-Pose with Efficient Local Attention</i>	<i>Improved YOLOv8-Pose dengan mekanisme Efficient Local Attention (ELA).</i>	Meningkatkan akurasi lokalisasi titik kunci (<i>Keypoint</i>) secara signifikan pada pemain bulu tangkis.

2.	(Ragil et al., 2025)	Penggunaan <i>Computer Vision</i> untuk Estimasi Pose <i>Squat</i> sebagai Solusi Alternatif Latihan Kebugaran di Gym	<i>MediaPipe</i> , <i>OpenCV</i> , dan perhitungan sudut koordinat tubuh.	Sistem mampu mendeteksi kesalahan <i>form</i> squat dan memberikan umpan balik secara <i>real-time</i> dengan akurasi tinggi.
3.	(Muslim et al., 2025)	<i>Pose Classification in Archery Sports Based on YoloV8 Using SVM and Random Forest Methods</i>	<i>YOLOv8-Pose</i> dikombinasikan dengan metode SVM dan <i>Random Forest</i> (RF).	Akurasi kategori <i>Recurve</i> mencapai 90% (SVM) & 87% (RF). Kategori <i>Barebow</i> mencapai 76% (SVM) & 75% (RF).
4.	(Echeverria & C. Santos, 2021)	<i>Exploring Pose estimation with Computer Vision Processing to Model Psychomotor Performance in Karate Combats</i>	<i>Human Pose estimation</i> (HPE) dan <i>Data Mining</i> untuk pelacakan multi-orang secara <i>real-time</i> .	Memajukan pemodelan performa psikomotorik pada gerakan karate yang eksplosif dan cepat dalam situasi tanding.

5.	(Rahmawati et al ., 2023)	Pencak Silat <i>Movement Classification Using Convolutional Neural Network (CNN)</i>	Ekstraksi pose menggunakan <i>MediaPipe</i> yang kemudian diinput ke dalam model <i>CNN</i> .	Sistem mampu mengenali pola gerakan pencak silat secara otomatis melalui ekstraksi fitur dari <i>bodypose</i> .
----	---------------------------	---	---	---

Pada Tabel 1.1, beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teknologi pose *estimation* berbasis *deep learning* termasuk *YOLOv8n-Pose* mampu digunakan untuk menganalisis dan mengevaluasi gerakan manusia dalam bidang olahraga. Metode tersebut terbukti efektif dalam mendeteksi postur tubuh serta membantu proses penilaian teknik gerakan secara lebih objektif. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji penerapan *YOLOv8n-Pose* untuk mengevaluasi gerakan dasar Pencak Silat masih sangat terbatas.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang berfokus pada olahraga umum seperti squat, panahan, dan karate, penelitian ini secara spesifik menerapkan algoritma *YOLOv8n-Pose* untuk mendukung evaluasi gerakan dasar Pencak Silat. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam pemanfaatan *Computer Vision* untuk pengembangan teknologi pelatihan bela diri tradisional Indonesia.

Berdasarkan uraian sebelumnya, peneliti ini mengajukan judul: **“RANCANG BANGUN APLIKASI EVALUASI GERAKAN DASAR PENCAK SILAT MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan di Perguruan Pencak Silat BIMA SUCI, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang menjadi dasar dilaksanakannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Pesilat pemula masih mengalami kesulitan dalam melakukan evaluasi mandiri terhadap gerakan dasar pencak silat karena belum tersedia media bantu yang mampu memberikan penilaian secara objektif.
2. Belum tersedia pemanfaatan teknologi yang mampu melakukan evaluasi gerakan dasar pencak silat secara otomatis serta memberikan hasil berupa skor penilaian dan umpan balik yang mudah dipahami oleh pesilat.
3. Pesilat pemula mengalami kesulitan dalam mengetahui kesalahan gerakan dasar secara spesifik saat melakukan latihan, sehingga kesalahan teknik berpotensi terus berulang.

1.3 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi evaluasi gerakan dasar Pencak Silat yang mampu melakukan penilaian gerakan pada kategori pukulan dan tangkisan secara objektif?
2. Bagaimana menerapkan algoritma *YOLOv8n-Pose* berbasis *CNN* untuk mendeteksi pose tubuh pada gerakan dasar kategori pukulan dan tangkisan Pencak Silat?
3. Bagaimana aplikasi dapat memberikan hasil evaluasi berupa skor penilaian dan umpan balik otomatis terhadap kesesuaian gerakan dasar Pencak Silat?

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan tidak meluas dari tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan sistem difokuskan pada aplikasi evaluasi gerakan dasar Pencak Silat yang digunakan sebagai media bantu latihan mandiri bagi pesilat pemula.
2. Gerakan dasar yang dievaluasi dibatasi pada dua kategori, yaitu pukulan dengan 4 jenis gerakan, dan tangkisan dengan 6 jenis gerakan. Setiap gerakan disertai kuda-kuda dan variasi sisi kanan dan kiri sehingga kelas yang diuji berjumlah 10 kelas.
3. Sistem menggunakan *input* berupa video yang diperoleh dari kamera *smartphone* dengan resolusi minimal 720p (*HD*), *frame rate* minimal 30 fps, dengan 1 sudut pandang bagian depan dengan jarak kamera ke pengguan antara 2-3 m, dan seluruh tubuh harus masuk kedalam *frame*.
4. Proses evaluasi dilakukan pada *fase* kunci atau pose statis dari setiap gerakan, tanpa menganalisis rangkaian dinamika gerakan secara penuh (temporal).
5. Dataset yang digunakan terdiri dari 2-4 video perjenis gerakan, dengan total 20 video, yang diekstraksi per frame pada tiap kelas dengan jumlah 500 frame lalu dibagi menjadi data latih (*training*) 70% data = 3.500 frame + 1.000 frame hasil augmentasi, validasi (*validation*) 15% = 750 frame dan data uji (*testing*) 15% = 750 frame, dengan total 6.000 frame yang dijadikan sebagai dataset, setiap video memiliki karakteristik yang berbeda seperti orang, pakaian, latar belakang maupun jarak yang berbeda.
6. Kualitas video yang digunakan diasumsikan berada dalam kondisi layak, sehingga gangguan *motion blur* yang terjadi ditangani secara terbatas pada tahap pra-pemrosesan tanpa melakukan rekonstruksi citra secara kompleks.

7. Evaluasi gerakan dilakukan berdasarkan koordinat *keypoint* tubuh hasil deteksi *YOLOv8n-Pose* melalui perhitungan jarak antar *keypoint* dengan *euclidean* dan sudut persendian dengan *trigonometri*, kemudian dibandingkan dengan data referensi untuk menghasilkan skor dan umpan balik gerakan.
8. Keluaran sistem berupa hasil penilaian kebenaran gerakan yang dibagi menjadi beberapa kategori (kurang, cukup baik, baik, sangat baik), disertai indikator kesalahan pada posisi dasar tubuh.
9. Sistem tidak memberikan koreksi gerakan lanjutan secara kompleks, melainkan hanya menampilkan umpan balik sederhana berdasarkan hasil evaluasi.
10. Luaran penelitian berupa aplikasi berbasis android (.APK) yang dijalankan secara lokal pada perangkat *smartphone* dengan sistem operasi minimal android 10, RAM 4 GB.

1.5 Tujuan Penelitian

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

1. Merancang dan membangun aplikasi evaluasi gerakan dasar Pencak Silat yang mampu melakukan penilaian dan umpan balik secara *real-time* dari beberapa gerakan pada kategori pukulan dan tangkisan.
2. Menerapkan algoritma *YOLOv8n-Pose* berbasis *CNN* untuk mendeteksi pose tubuh dan mengekstraksi *keypoint*, serta metode *MLP* untuk mengklasifikasikan gerakan dasar Pencak Silat, pada beberapa gerakan kategori pukulan dan tangkisan dasar Pencak Silat.
3. Menghasilkan aplikasi yang mampu memberikan hasil evaluasi berupa skor penilaian dan umpan balik otomatis terhadap kesesuaian gerakan dasar Pencak Silat.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis
 - a) Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dibidang *Computer Vision* dan *ML*, khususnya

dalam penerapan *pose estimation* berbasis *CNN* untuk evaluasi gerakan olahraga.

- b) Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang membahas pemanfaatan algoritma *YOLOv8n-Pose* dan metode *MLP* untuk analisis serta klasifikasi gerakan manusia berdasarkan *keypoint* tubuh.
- c) Memperkaya kajian ilmiah mengenai penerapan teknologi deep learning dan *rule-based system* dalam evaluasi gerakan olahraga bela diri, khususnya pada cabang olahraga Pencak Silat.

2. Manfaat Praktis

a) Bagi Pesilat

Aplikasi yang dikembangkan dapat membantu pesilat, khususnya pemula, dalam mengetahui kesesuaian gerakan dasar Pencak Silat serta memperoleh umpan balik sebagai bahan perbaikan latihan.

b) Bagi Pelatih

Aplikasi dapat digunakan sebagai media bantu dalam proses evaluasi gerakan, sehingga pelatih memperoleh dukungan penilaian yang lebih objektif dan konsisten.

c) Bagi Perguruan Pencak Silat

Penelitian ini dapat menjadi dasar penerapan teknologi dalam proses pembinaan, sehingga kualitas latihan menjadi lebih terstruktur dan modern.

d) Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi atau acuan dalam pengembangan sistem serupa dengan cakupan gerakan yang lebih luas maupun penerapan metode yang lebih lanjut. Selain itu, peneliti selanjutnya dapat menambahkan dataset baru yang bersifat original serta memperkaya variasi data agar model yang dikembangkan memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik.