

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Olahraga atau aktivitas fisik merupakan bagian penting dalam menjaga kesehatan fisik dan mental manusia, karena mampu meningkatkan kebugaran jasmani serta menurunkan risiko berbagai penyakit tidak menular (Yu et al., 2025). Dalam praktiknya, olahraga memiliki beragam bentuk, salah satunya adalah latihan angkat beban (*weight training*) yang termasuk ke dalam latihan resistensi. Latihan angkat beban didefinisikan sebagai aktivitas fisik yang menggunakan beban eksternal untuk memberikan rangsangan mekanik pada otot guna meningkatkan kekuatan, daya tahan, dan fungsi neuromuskular tubuh (Schoenfeld et al., 2021). Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya kebugaran, latihan angkat beban menjadi salah satu jenis olahraga yang paling banyak dilakukan, khususnya di pusat kebugaran (*gym*), karena terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas fisik dan kualitas hidup secara keseluruhan (Yu et al., 2025).

Latihan angkat beban (*weight training*) merupakan salah satu bentuk latihan resistensi yang bertujuan meningkatkan kekuatan otot, daya tahan otot, stabilitas sendi, serta kepadatan tulang. Latihan ini memberikan rangsangan mekanik pada jaringan otot sehingga mampu meningkatkan fungsi neuromuskular dan performa fisik tubuh secara keseluruhan (Schoenfeld et al., 2021). Selain berperan dalam peningkatan kekuatan, latihan angkat beban juga terbukti efektif dalam mendukung aktivitas fungsional sehari-hari, memperbaiki postur tubuh, serta mencegah penurunan kapasitas fisik akibat gaya hidup sedentari (Yu et al., 2025). Oleh karena itu, latihan angkat beban menjadi salah satu jenis olahraga yang direkomendasikan dalam program kebugaran modern dan banyak diterapkan di pusat kebugaran (*gym*) sebagai sarana peningkatan kualitas kesehatan jangka panjang.

Dalam pelaksanaannya, latihan angkat beban mencakup berbagai gerakan dasar yang dirancang untuk melatih kelompok otot tertentu, seperti *Biceps Curl*

yang menargetkan otot biseps, *Lateral Raise* dan *Shoulder Press* yang berfokus pada otot bahu, serta *Squat* yang melibatkan otot tubuh bagian bawah dengan karakteristik biomekanik yang berbeda-beda (Brennan et al., 2025). Meskipun termasuk gerakan fundamental, latihan ini memiliki kompleksitas biomekanika yang cukup tinggi karena menuntut koordinasi antarsegmen tubuh, stabilitas sendi, serta pengaturan beban yang seimbang. Ketidaktepatan postur, distribusi beban yang tidak proporsional, maupun kontrol gerakan yang kurang baik dapat meningkatkan tekanan pada sistem muskuloskeletal dan berpotensi menimbulkan cedera otot maupun sendi, khususnya pada individu pemula yang belum menguasai teknik secara optimal (Xie et al., 2025). Angka cedera pada olahraga weightlifting dalam konteks kompetitif berkisar antara 10,7% hingga 68% dengan insidensi sekitar 2,4 -3,3 cedera per 1000 jam latihan (Tung et al., 2024). Pada latihan beban rekreasional di pusat kebugaran, sekitar 14,8% anggota gym pernah mengalami cedera dan 12,2% di antaranya mengalami cedera berulang (Bukhary et al., 2023). Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa prevalensi cedera pada praktisi *resistance training* dalam periode enam bulan dapat mencapai 59,6% (Batista et al., 2025). Temuan tersebut menunjukkan bahwa latihan angkat beban memiliki tingkat risiko cedera yang signifikan apabila tidak dilakukan dengan teknik yang benar dan pengawasan yang memadai.

Doctor Fit Gym Kuningan merupakan pusat kebugaran yang bergerak di bidang layanan kesehatan dan kebugaran jasmani dengan tujuan mendukung penerapan gaya hidup sehat di masyarakat yang berlokasi di Jl. Pramuka No. 219, Purwawinangun, Kec. Kuningan, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat 45512. Fasilitas ini menyediakan berbagai sarana latihan fisik, baik latihan beban maupun latihan kebugaran lainnya, yang dirancang untuk meningkatkan kekuatan otot, daya tahan tubuh, dan kebugaran secara menyeluruh. Selain itu, DoctorFit Gym didukung oleh instruktur dan *personal trainer* profesional yang berperan dalam memberikan pendampingan latihan serta edukasi teknik gerakan yang benar guna menunjang keamanan dan efektivitas latihan bagi setiap member.

Adapun sistem pemantauan teknik gerakan yang berjalan saat ini masih dilakukan secara manual, yaitu instruktur gym mengawasi latihan member secara langsung dan memberikan koreksi ketika ditemukan momen kesalahan postur atau teknik geraknya. Namun, evaluasi teknik sangat bergantung pada keberadaan instruktur di area latihan, sehingga member yang berlatih secara mandiri tidak selalu mendapatkan koreksi gerakan secara konsisten pada setiap repetisi latihan gerakan angkat beban apalagi member pemula tanpa sewa jasa instruktur gym itu hanya berlatih tanpa mengetahui kesalahan postur, sendi serta teknik sehingga tidak ada lanjutan untuk mengoreksi kesalahan tersebut.

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara mendalam yang dilakukan di Doctor Fit Gym dengan instruktur utama yaitu Bapak Thia Azhari serta sebagian member pemula yang bernama Evan Nugraha, ditemukan bahwa sebagian member gym pemula sering terjadinya kesalahan mengenai postur tubuh, sudut sendi, serta urutan pada gerakan angkat beban yang diakibatkan kurangnya pemahaman mengenai teknik dasar gerakan angkat beban, sehingga akan berpotensi meningkatkan terjadinya cedera otot dan sendi. Kondisi tersebut diperparah oleh tingginya motivasi dan rasa ingin tahu member pemula untuk segera memulai latihan beban, meskipun belum memiliki pemahaman teknik yang memadai. Idealnya, latihan angkat beban perlu dilakukan dengan pendampingan instruktur yang berpengalaman agar teknik gerakan dapat dikoreksi secara langsung. Namun, keterbatasan finansial menjadi kendala utama bagi member, khususnya pelajar dan mahasiswa, sehingga mereka tidak dapat menggunakan jasa *personal trainer* secara privat. Akibatnya, latihan sering dilakukan secara mandiri dengan meniru gerakan member lain atau mengandalkan video singkat tanpa evaluasi teknik yang tepat. Selain itu, keterbatasan jumlah instruktur dibandingkan dengan jumlah member yang berlatih secara bersamaan menyebabkan proses pengawasan teknik gerakan belum dapat dilakukan secara individual dan berkelanjutan kepada setiap member. Kondisi ini membuat koreksi gerakan tidak selalu dapat diberikan pada setiap repetisi latihan, khususnya ketika jumlah member

yang berlatih meningkat, sehingga berpotensi menyebabkan kesalahan teknik latihan yang dilakukan secara berulang.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan aplikasi berbasis *computer vision* dan *deep learning* yang mengevaluasi kualitas teknik gerakan angkat beban secara mandiri melalui tiga proses terintegrasi, yaitu deteksi 17 titik *keypoints* tubuh pengguna secara real-time menggunakan estimasi pose *YOLOv8n-Pose*, klasifikasi kualitas gerakan ke dalam kategori benar atau salah menggunakan algoritma CNN-1D berdasarkan pola *time-series keypoints*, serta evaluasi rinci berbasis *rule-based* yang menghitung sudut sendi untuk memberikan umpan balik korektif. Melalui integrasi ketiga proses tersebut, aplikasi ini diharapkan dapat menjadi sarana pendukung dalam mengurangi risiko cedera otot akibat kesalahan teknik latihan angkat beban, khususnya bagi member gym pemula.

Dalam sistem *Human Action Recognition* (HAR) modern, pendekatan berbasis estimasi pose manusia semakin banyak digunakan karena mampu merefleksikan atau menggambarkan gerakan tubuh secara ringkas dalam bentuk koordinat titik kunci (*keypoints*) yang mewakili posisi sendi utama. Model estimasi pose generasi terbaru seperti *YOLOv8n-Pose* mampu mengekstraksi informasi spasial yaitu data mengenai posisi tubuh dalam ruang pada setiap *frame* dengan kecepatan tinggi dan tingkat ketelitian yang memadai untuk pemrosesan video secara langsung (Ding et al., 2024). Namun demikian, estimasi pose hanya menyediakan informasi posisi dan belum mampu menggambarkan hubungan temporal atau urutan perubahan gerakan dari waktu ke waktu tanpa adanya proses analisis lanjutan. Untuk memahami pola gerakan secara berurutan, diperlukan algoritma yang mampu memodelkan perubahan posisi sendi sebagai data deret waktu (*Time-series*). Dalam konteks tersebut,

Pada penelitian ini digunakan *Convolutional Neural Network* 1 Dimensi (CNN-1D), yaitu varian CNN yang dirancang khusus untuk memproses data berurutan. CNN-1D menerapkan filter konvolusi sepanjang sumbu waktu guna mempelajari perubahan koordinat sendi antar *frame*, termasuk arah pergerakan, kecepatan relatif

(kecepatan yang bergantung pada perubahan posisi antar waktu), serta kesinambungan gerakan. Pendekatan ini terbukti mampu menganalisis pola temporal gerakan manusia dengan kebutuhan komputasi yang lebih ringan dibandingkan metode berbasis graf (Zheng et al., 2025).

Berdasarkan penelitian terdahulu, terdapat beberapa pendekatan klasifikasi gerakan olahraga yang masih terbatas pada citra statis atau tanpa analisis temporal mendalam. Tabel berikut merangkum keterbatasan utama studi-studi tersebut dibandingkan kebaharuan penelitian ini. Penelitian terdahulu bisa dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Keterbatasan Penelitian
1	(Arwintoro et al., 2025)	<i>Human Action Recognition Using Static Image-Based Classification</i>	<i>Convolutional Neural Network (CNN) berbasis citra statis</i>	Akurasi mencapai 89,6% dalam klasifikasi aktivitas manusia.	Tidak mampu menganalisis urutan dan tempo gerakan karena menggunakan citra tunggal.
2	(Rifqy Kurniadi et al., 2025)	Klasifikasi Citra Gerakan Olahraga Gym Menggunakan <i>Graph Convolutional Network</i>	<i>Graph Convolutional Network (GCN)</i>	Model mencapai nilai F1-Score sebesar 0,8667 dalam klasifikasi bench	Menggunakan citra statis dan hanya melakukan pengenalan jenis gerakan tanpa evaluasi kualitas Teknik

				press, <i>Squat</i> , dan deadlift	
3	(Mahendran , 2021)	<i>Deep Learning for Fitness Exercise Correction</i>	<i>PoseNet (Pose Estimation)</i>	Sistem mampu memberik an koreksi postur latihan secara real-time	Tidak melakukan klasifikasi kualitas gerakan (benar/salah) dan tidak menganalisis pola temporal gerakan secara berurutan.
4	(Akram et al., 2023)	Klasifikasi Aktivitas Olahraga Berdasarkan Citra Foto Menggunak an CNN	<i>CNN DenseNet12 1 berbasis citra</i>	Akurasi pelatihan 99% dan validasi 88,78% .	Menggunakan citra statis sehingga tidak mampu menganalisis urutan gerakan dan kualitas teknik latihan.
5	(Q. Li et al., 2024)	<i>Research on sports image classificatio n method based on SE-RES-CN N model</i>	<i>SE-RES- CNN</i>	Akurasi mencapai 98%	Berbasis citra olahraga, tidak menganalisis gerakan manusia atau pose skeleton

Analisis terhadap penelitian terdahulu pada tabel 1.1 menunjukkan bahwa metode klasifikasi gerakan olahraga umumnya mengandalkan citra statis (CNN, GCN, SE-RES-CNN) dengan akurasi 88-99%, tetapi secara seragam gagal menganalisis dinamika temporal, urutan biomekanik, dan evaluasi kualitas teknik Latihan keterbatasan krusial untuk *weight training gym* yang rentan cedera pemula.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengangkat judul: **“Rancang Bangun Aplikasi Deteksi Gerakan Angkat Beban Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN)”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Member gym pemula sering melakukan kesalahan postur tubuh, sudut sendi, dan urutan gerakan akibat kurangnya pemahaman terhadap teknik dasar latihan angkat beban.
2. Proses pengawasan dan evaluasi teknik latihan belum dapat dilakukan secara individual dan berkelanjutan kepada sebagian member *gym*, baik karena keterbatasan jumlah instruktur maupun keterbatasan finansial member khususnya pelajar untuk menggunakan jasa *personal trainer profesional*, sehingga latihan sering dilakukan secara mandiri tanpa koreksi teknik yang memadai.
3. Belum tersedianya solusi teknologi yang dapat diterapkan secara praktis di Doctor Fit Gym Kuningan untuk membantu member gym dalam mengevaluasi kualitas teknik gerakan angkat beban secara otomatis dan *real-time*, karena sistem yang telah dikembangkan dipenelitian sebelumnya masih terbatas pada klasifikasi jenis gerakan berbasis citra statis dan belum mampu menganalisis pola gerakan secara berurutan untuk membedakan gerakan benar dan salah.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas maka dapat disusun menjadi rumusan masalah , yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi deteksi gerakan angkat beban yang mampu mengevaluasi kualitas teknik gerakan secara otomatis dan mandiri ke dalam kategori gerakan benar dan salah berdasarkan parameter postur tubuh, sudut sendi, dan pola gerakan tubuh?
2. Bagaimana menerapkan algoritma *Convolutional Neural Network 1 Dimensi* (CNN-1D) yang terintegrasi dengan metode estimasi pose *YOLOv8n-Pose* untuk menganalisis pola temporal gerakan tubuh dan mengklasifikasikan kualitas teknik gerakan angkat beban secara akurat?
3. Bagaimana tingkat akurasi dan performa sistem yang dikembangkan dalam melakukan klasifikasi kualitas gerakan angkat beban berdasarkan hasil pengujian model?

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi deteksi gerakan angkat beban yang mencakup proses estimasi pose tubuh, serta evaluasi kualitas teknik gerakan ke dalam kategori gerakan benar dan gerakan salah berdasarkan parameter postur tubuh, sudut sendi serta pola pergerakan tubuh .
2. Penelitian ini dilaksanakan di Doctor Fit Gym Kuningan, yang sekaligus menjadi lokasi pengujian aplikasi dalam mengevaluasi gerakan angkat beban.
3. Aplikasi yang dikembangkan fokus mengevaluasi 4 gerakan dasar yaitu *Bicep Curl* , *Lateral Raise* , *Shoulder Press* dan *Squat*.
4. Algoritma yang dipakai yaitu Algoritma *Convolutional Neural Network* dengan 1 Dimensi (CNN-1D).
5. Penelitian ini menggunakan *pose estimation* model *YOLOv8n-Pose single person only* yang berfungsi khusus sebagai *ekstraktor* fitur spasial untuk menghasilkan koordinat titik sendi tubuh (*keypoints*).

6. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berupa kumpulan video gerakan angkat beban dengan format .mp4 yang terdiri atas empat jenis gerakan dasar, yaitu *Biceps Curl*, *Lateral Raise*, *Shoulder Press*, dan *Squat*. Untuk setiap jenis gerakan, dataset dibagi ke dalam tiga kondisi, yaitu gerakan benar, kesalahan postur, dan kesalahan tempo, sehingga setiap gerakan memiliki lebih dari satu video sebagai representasi variasi teknik. Seluruh video direkam di dalam ruangan (*indoor*) pada area latihan Doctor Fit Gym Kuningan dengan kondisi pencahayaan standar ruangan gym. Proses perekaman dilakukan oleh subjek yang memahami teknik dasar gerakan angkat beban dengan baik agar gerakan yang direkam tetap sesuai dengan standar biomekanik. Dataset pada penelitian ini diambil dari satu lokasi gym dan belum mencakup variasi tubuh manusia yang beragam.
7. Data video diproses menjadi dataset numerik berupa deret waktu (*timeseries keypoints*), kemudian disimpan dalam *file* CSV dan dibentuk menjadi *sequence* berdurasi tetap sebagai input model CNN-1D.
8. Pengambilan data dan penggunaan aplikasi dilakukan dengan sudut pandang kamera yang disesuaikan dengan jenis gerakan angkat beban, sehingga posisi kamera tidak bersifat bebas dan mengikuti ketentuan yang telah ditetapkan pada masing-masing gerakan.
9. Jumlah dataset dibagi menjadi 3 bagian dimana 80% untuk data *training*, 10% untuk *validasi*, dan 10% untuk *testing*.
10. Evaluasi teknik gerakan secara rinci dilakukan menggunakan pendekatan berbasis aturan (*rule-based*) berdasarkan parameter sudut sendi dan pola pergerakan.
11. Aplikasi ini mendeteksi objek hanya berada dalam 2,5 sampai 3 meter.
12. Aplikasi yang dibangun berbasis android.
13. Pengguna yang terlibat dalam aplikasi ini Member Gym.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Merancang dan membangun aplikasi deteksi gerakan angkat beban yang mampu mengevaluasi kualitas teknik secara otomatis ke dalam kategori gerakan benar dan salah secara otomatis berdasarkan parameter postur tubuh, sudut sendi, dan pola gerakan tubuh sebagai solusi pendamping pengawasan latihan mandiri bagi member gym pemula.
2. Mengimplentasikan algoritma *Convolutional Neural Network 1 Dimensi* (CNN-1D) yang terintegrasi dengan metode estimasi pose *YOLOv8n-Pose* untuk menganalisis pola temporal gerakan tubuh dan mengklasifikasikan kualitas teknik gerakan secara akurat.
3. Menguji algoritma *Convolutional Neural Network 1 Dimensi* (CNN-1D) dalam mengklasifikasikan kualitas gerakan berdasarkan metrik akurasi, precision, recall, dan F1-score guna mengetahui tingkat keberhasilan sistem yang dibangun.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis

Manfaat Teoritis dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Penelitian ini mendukung teori bahwa algoritma *Convolutional Neural Network* satu dimensi (CNN-1D) efektif digunakan untuk menganalisis data deret waktu (*Time-series*), khususnya data pose skeleton hasil estimasi pose, dalam konteks klasifikasi kualitas gerakan tubuh manusia ke dalam kategori gerakan benar dan gerakan salah.
- b. Hasil penelitian ini memperkaya kajian teoretis mengenai integrasi metode *pose estimation* berbasis *deep learning* dengan CNN-1D sebagai pendekatan analisis temporal, sehingga menunjukkan bahwa data koordinat titik sendi (*keypoints*) dapat dimanfaatkan untuk mengevaluasi kualitas teknik gerakan angkat beban.
- c. Penelitian ini memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan konsep evaluasi teknik gerakan angkat beban dengan membedakan gerakan benar

dan gerakan salah berdasarkan pola temporal sudut sendi dan koordinat pose skeleton, bukan hanya berdasarkan citra statis atau penilaian subjektif.

- d. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi teoretis bagi penelitian selanjutnya yang mengkaji pengolahan data pose skeleton berbasis *Time-series* menggunakan CNN-1D, khususnya pada domain olahraga dan aktivitas fisik.

2. Manfaat Praktis

- a. Penelitian ini memberikan pemahaman kepada peneliti mengenai konsep latihan angkat beban, karakteristik gerakan dasar, serta klasifikasi kualitas gerakan ke dalam kategori benar dan salah berdasarkan postur tubuh, sudut sendi, dan pola pergerakan. Selain itu, penelitian ini menjadi sarana penerapan teknologi *YOLOv8n-Pose* dan CNN-1D dalam pengembangan aplikasi evaluasi gerakan angkat beban.
- b. Penelitian ini membantu member gym pemula mengevaluasi teknik gerakan angkat beban secara mandiri melalui hasil klasifikasi benar atau salah serta feedback kesalahan teknik berdasarkan postur, sudut sendi, dan pola gerakan.
- c. Penelitian ini dapat menjadi referensi untuk pengembangan sistem evaluasi gerakan tubuh berbasis *pose skeleton Time-series*, baik dengan penambahan jenis gerakan, variasi dataset, maupun peningkatan metode klasifikasi.