

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Berlari merupakan olahraga yang banyak diminati karena kemudahan akses dan manfaat kesehatan yang signifikan, termasuk meningkatkan kapasitas kardiovaskular dan kebugaran tubuh secara keseluruhan [1]. Namun, meskipun terlihat sederhana, berlari dengan teknik yang kurang tepat dapat menimbulkan cedera pada bagian tubuh, terutama sendi lutut, pinggul, dan pergelangan kaki. Banyak pelari amatir dan lanjut usia cenderung mengabaikan teknik yang benar, sehingga berisiko mengalami cedera seperti *runner's knee* dan *shin splints* [2]. Selain itu, teknik yang salah juga mengakibatkan ketidakefisienan energi, yang menyebabkan pelari lebih cepat lelah dan kesulitan mempertahankan stamina dalam jarak tempuh tertentu. Hal ini menjadi permasalahan umum yang perlu diatasi, agar olahraga lari bisa dilakukan dengan lebih aman dan efektif.

Teknologi estimasi pose telah dikembangkan untuk berbagai aktivitas fisik, namun pada penelitian ini difokuskan pada olahraga lari. Penerapannya di lingkungan luar ruangan masih menghadapi berbagai keterbatasan, seperti akurasi yang rendah dan kesulitan dalam menangkap gerakan dinamis [3]. Hal ini menegaskan pentingnya pengembangan lebih lanjut tentang penggunaan teknologi estimasi pose dengan metode pemrosesan yang tepat untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas aktivitas lari. Teknologi ini memungkinkan ketepatan terhadap posisi dan pergerakan tubuh, seperti sudut lutut, posisi pinggul, serta gerakan lengan, yang merupakan elemen penting dalam menentukan efisiensi dan keamanan teknik berlari [4].

Penelitian ini berfokus pada peningkatan teknik jogging untuk mengurangi potensi cedera dan kelelahan yang sering dialami oleh pelari. Dengan pendekatan yang aplikatif dan relevan untuk aktivitas jogging di lingkungan luar ruangan, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai posisi tubuh, sudut sendi, dan postur tubuh saat berlari. Pemanfaatan pose estimation dalam teknik jogging menggunakan CNN (*Convolutional Neural Networks*) dan LSTM (*Long Short Term Memory*) bertujuan untuk mendeteksi dan

meningkatkan efisiensi gerakan tubuh pelari. Dengan mengidentifikasi posisi tubuh, sudut sendi, dan postur tubuh, teknologi ini dapat memberikan wawasan mengenai kesalahan dalam teknik berlari, seperti posisi kaki, lutut, dan postur tubuh yang tidak optimal [5]. Hal ini memungkinkan pelari untuk memperbaiki teknik berlari mereka, mengurangi kelelahan yang disebabkan oleh postur yang salah, serta meminimalkan potensi cedera, seperti cedera lutut atau pergelangan kaki, yang sering terjadi akibat gerakan yang tidak efisien atau salah [2]. Untuk memberikan evaluasi objektif terhadap kualitas teknik berlari, penelitian ini menggunakan standar parameter biomekanik yang telah ditetapkan berdasarkan analisis dari pelatih profesional, meliputi irama langkah (*cadence*) dalam rentang 150-200 langkah per menit, kemiringan tubuh ke depan (*forward lean*) antara 1.0-3.0 derajat, simetri gerakan bilateral dengan toleransi 2-11 persen, dan konsistensi gerak lutut dalam variasi 3-10 derajat, yang menjadi acuan untuk mengklasifikasikan efisiensi dan keamanan teknik berlari.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengembangkan model *pose estimation* yang dapat mendeteksi teknik berlari yang benar dalam olahraga jogging untuk mengurangi potensi cedera dan meningkatkan efisiensi energi?
2. Bagaimana implementasi *pose estimation* pada perangkat kamera dan Jetson Nano?

1.3 Tujuan

1. Mengembangkan model *pose estimation* yang mampu mendeteksi teknik berlari yang benar melalui analisis empat parameter: *Cadence* (150-200 SPM), *Forward Lean* (1.0-3.0°), *Bilateral Symmetry* (2-11%), dan *Knee Consistency* (3-10°), dengan target akurasi *Mean Absolute Error* korelasi ≥ 0.85 terhadap *ground truth* untuk membantu pelari mengidentifikasi postur dan gerakan yang optimal.
2. Mengimplementasikan metode *pose estimation* yang dikembangkan pada perangkat *Portable Jetson Nano P3450*

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

1. Meningkatkan efisiensi dalam aktivitas jogging dengan memberikan klasifikasi tentang teknik lari yang benar dan yang salah bertujuan untuk mengurangi potensi cedera yang disebabkan oleh teknik berlari yang tidak tepat.
2. Mendukung perkembangan penelitian dalam bidang kesehatan dan olahraga, terutama dalam upaya mengurangi potensi cedera olahraga dengan metode berbasis teknologi.

1.5 Batasan Masalah

1. Objek Penelitian ini terbatas pada pelari yang melakukan jogging di lingkungan yang aman dan terkendali, seperti *treadmill* untuk menghindari variasi lingkungan yang dapat memengaruhi kualitas video yang digunakan untuk deteksi pose tubuh.
2. Data pose yang dideteksi terbatas pada video yang direkam dengan beberapa sudut pandang kamera. Sistem ini tidak menggunakan dataset dari sensor tambahan, seperti *depth sensor* atau kamera. Analisis hanya bergantung pada informasi visual yang ditangkap oleh kamera untuk mendeteksi pose tubuh.
3. Sistem ini dirancang untuk mengidentifikasi kesalahan teknik jogging yaitu irama langkah, keseimbangan gerakan kaki, konsistensi lutut dan postur tubuh secara keseluruhan. Fokus utama adalah pada klasifikasi posisi tubuh berdasarkan empat parameter:
 - a. Irama Langkah (*Cadence*): Mengukur konsistensi ritme langkah pelari, apakah gerakan kaki menunjukkan pola kecepatan dan interval yang stabil.
 - b. Posisi Kemiringan Tubuh (*Forward Lean*): Mengklasifikasikan derajat kemiringan tubuh pelari saat berlari, apakah terlalu condong ke depan, terlalu tegak, atau berada dalam posisi ideal yang mendukung efisiensi gerakan dan distribusi beban yang optimal.
 - c. Simetri Gerakan (*Bilateral Symmetry*): Menganalisis keseimbangan antara kaki kiri dan kanan dalam siklus langkah, untuk mendeteksi

ketidakseimbangan yang dapat menyebabkan ketegangan otot atau cedera.

- d. Konsistensi Lutut (*Knee Consistency*): Mengevaluasi kestabilan sudut dan lintasan gerak lutut dari frame ke frame, guna mendeteksi inkonsistensi teknis yang dapat menjadi indikator risiko cedera atau kelelahan dini pada pelari.
4. Sistem ini hanya akan menganalisis gerakan jogging dasar dan postur tubuh yang terkait, dan tidak mencakup analisis mendalam terkait jenis gerakan lari lainnya (misalnya *sprinting*) atau cedera yang kompleks yang mungkin terjadi akibat teknik berlari yang tidak tepat.
5. Evaluasi sistem terbatas pada pengukuran akurasi klasifikasi 2 kelas yaitu lari baik dan lari buruk. Penilaian akurasi tidak mencakup pengukuran cedera atau masalah kesehatan yang disebabkan oleh kesalahan postur.

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam tugas akhir ini meliputi:

1. Studi Literatur: Melakukan kajian terhadap penelitian sebelumnya mengenai estimasi pose analisis teknik berlari, dan penerapan pada perangkat keras seperti Jetson Nano.
2. Pengukuran Empirik: Mengumpulkan data video pelari yang akan digunakan sebagai dataset untuk menguji dan melatih model.
3. Analisis Statistik: Melakukan evaluasi hasil deteksi pose untuk mengukur akurasi model dan relevansinya dalam memperbaiki teknik berlari.
4. Perancangan dan Implementasi: Merancang dan mengimplementasikan sistem perangkat keras dan perangkat lunak yang dapat berjalan di Jetson Nano dengan kamera.
5. Validasi data hasil implementasi.
6. Diseminasi penelitian dalam bentuk pembuatan buku TA dan publikasi.

1.7 Proyeksi Pengguna

1. Pelari Amatir untuk membantu mereka dalam memperbaiki teknik berlari yang optimal.

2. Pelatih dan Pembina Olahraga sebagai alat bantu dalam memberikan pelatihan teknik berlari yang tepat bagi atlet.