

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan teknologi dalam dunia olahraga saat ini telah menjadi kebutuhan penting yang didukung oleh peraturan hukum di Indonesia. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2022 tentang Keolahragaan, khususnya Pasal 74, menegaskan bahwa pengembangan olahraga nasional wajib didukung oleh implementasi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) (Republik Indonesia, 2022). Ketentuan ini selaras dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 yang mendorong pemanfaatan teknologi informasi agar hasil pengembangan ilmu pengetahuan dapat memberikan manfaat langsung bagi masyarakat (Republik Indonesia, 2012). Landasan hukum tersebut menjadi dasar dalam pengembangan sistem berbasis teknologi untuk mendukung proses penilaian gerakan agar lebih objektif.

Pencak silat merupakan olahraga bela diri yang tidak hanya melatih kemampuan fisik, tetapi juga membentuk karakter, kedisiplinan, dan tanggung jawab. Dalam Persaudaraan Setia Hati Terate (PSHT), proses latihan dilakukan secara bertahap yang ditandai dengan adanya tingkatan sabuk, yaitu sabuk hitam (polos), sabuk jambon, sabuk hijau, sabuk putih, hingga sabuk mori sebagai tahap pengesahan. Setiap tingkatan menunjukkan perkembangan kemampuan siswa dalam menguasai gerakan yang telah ditentukan.

Permasalahan ini terjadi ketika siswa melakukan gerakan secara mandiri tanpa pengawasan langsung dari pelatih. Dalam kondisi tersebut, siswa sering mengalami kesulitan untuk memastikan ketepatan posisi dan sudut gerakan tangan saat sedang melakukan latihan teknik dasar. Ketidaktepatan posisi yang dilakukan menyebabkan menurunkan kualitas latihan dan dapat beresiko terjadinya cedera. (Sudaryanto et al., 2022).

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, teknologi *Internet of Things (IoT)* dapat dimanfaatkan untuk membangun sistem *monitoring* gerakan. Dengan

memasang sensor dibagian penting pada tangan, data gerakan dapat dideteksi dan dianalisis secara digital. Integrasi sensor *Inertial Measurement Unit (IMU)* memastikan penilaian sudut rotasi anggota tubuh secara tepat, sebagaimana telah dibuktikan bahwa pengolahan data *IMU* mampu menghasilkan parameter posisi yang akurat untuk pemantauan objek secara *real-time*. Dengan demikian, Hal ini tidak lagi bergantung pada perkiraan subjektif, namun didasarkan pada data yang terukur (Harrison et al., 2025)

Penelitian oleh Rezki et al. (2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dengan metode *Support Vector Machine (SVM)* mampu mengenali lima posisi kepala dengan tingkat akurasi sebesar 98,85%. Nilai akurasi yang tinggi ini menunjukkan bahwa metode SVM memiliki kinerja yang baik dalam proses klasifikasi gerakan, sehingga efektif digunakan dalam mendeteksi kesalahan posisi kepala saat pemanasan. Selain itu, penggunaan SVM juga dinilai lebih efisien untuk diimplementasikan pada perangkat *wearable* berbasis *mikrokontroler* karena memiliki kompleksitas yang relatif lebih ringan dibandingkan metode lain. Dengan demikian, SVM terbukti unggul dalam memberikan hasil klasifikasi yang akurat serta mendukung sistem pemantauan gerakan secara *real-time* di lapangan.

Penelitian oleh Muhammad et al. (2022) berfokus pada pengembangan gerak yang efektif dan efisien sebagai bagian dari kebugaran jasmani peserta didik. Namun, penelitian terdahulu lebih menekankan pada perubahan metode penyampaian semangat bergerak, tanpa menyediakan alat untuk menilai ketepatan gerakan. Sebagai perbandingan, penelitian ini mengembangkan sistem deteksi gerakan tubuh bagian atas yaitu tangan berbasis *IoT* yang mampu menilai gerakan secara nyata melalui data sensor. Dengan demikian, gerakan dapat dilakukan secara benar dan tujuan tercapai secara terukur.

Dalam upaya meningkatkan akurasi pendeteksian gerakan, sistem ini tidak hanya merujuk pada batasan sudut tertentu, tetapi juga menerapkan pendekatan *Machine Learning* kemudian diproses menggunakan algoritma *Support Vector Machine (SVM)* untuk mengklasifikasikan pola gerakan dengan 2 penilaian, yaitu benar dan salah. Algoritma *SVM* dipilih karena kemampuannya dalam mengklasifikasikan data berdimensi tinggi secara tetap, meskipun terdapat variasi

gaya gerak antara pengguna. Dalam penelitian ini digunakan metrik evaluasi untuk mengukur kinerja sistem dalam menilai ketepatan gerakan.

Pada sistem yang akan dikembangkan, data yang diperoleh dari sensor dikirim melalui internet kemudian ke server untuk diproses. Setiap gerakan yang dilakukan pengguna dianalisis menggunakan algoritma klasifikasi, kemudian hasilnya ditampilkan secara langsung pada *dashboard website*. Hal ini membuat pengguna bisa melihat evaluasi gerakan mereka dan menyesuaikan posisi atau teknik dengan cepat tanpa harus menunggu arahan dari pelatih. Sistem ini berfungsi sebagai alat pendamping untuk latihan teknik dasar di pencak silat PSHT, dengan kemampuannya memberi peringatan atau saran koreksi ketika ada gerakan yang salah. Dengan fitur ini, kualitas dan ketepatan gerakan tetap terjaga meski pelatih tidak hadir. Sehingga, pengguna bisa belajar melakukan gerakan dengan benar secara mandiri.

Kehadiran sistem *monitoring* berbasis *IoT* ini diharapkan mampu mengatasi keterbatasan pengawasan langsung, waktu, dan ruang dalam proses pembelajaran pencak silat. Selain berfungsi sebagai alat deteksi gerakan. Penerapan teknologi ini tidak hanya membantu meningkatkan kualitas latihan, tetapi juga mendukung upaya pelestarian budaya pencak silat di kalangan generasi muda. Melalui integrasi teknologi modern dalam proses latihan di lingkungan Persaudaraan Setia Hati Terate (PSHT), diharapkan siswa dapat belajar dengan lebih disiplin, mandiri, dan tetap menghargai nilai-nilai budaya yang terkandung dalam pencak silat.

Berdasarkan kesenjangan dan potensi teknologi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring gerakan tangan berbasis *IoT* menggunakan algoritma SVM untuk menguji ketepatan gerakan teknik dasar siswa PSHT secara terukur.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mampu mengklasifikasikan jenis gerakan dan juga penilaian?
2. Bagaimana penerapan sensor *Inertial Measurement Unit (IMU)* dan algoritma *Support Vector Machine (SVM)* dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan gerakan?
3. Bagaimana sistem yang dikembangkan dapat memberikan umpan balik terhadap gerakan sebagai pendamping latihan mandiri?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dapat mengklasifikasikan jenis gerakan dan penilaian benar atau salah berdasarkan ketepatan gerakan.
2. Mengimplementasikan sensor *Inertial Measurement Unit (IMU)* dan algoritma *Support Vector Machine (SVM)* untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan gerakan teknik dasar.
3. Membangun sistem pendamping berbasis *web* yang mampu memberikan umpan balik secara *real-time* terhadap gerakan, sehingga dapat mempermudah proses penilaian dalam latihan mandiri.

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan dan ruang lingkup masalah yang digunakan untuk membatasi pembahasan, sehingga fokus permasalahan yang telah ditetapkan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

1. Sistem yang dikembangkan berfokus pada gerakan tubuh bagian atas (tangan) sebagai teknik gerakan dasar pada PSHT yang dilakukan untuk latihan secara mandiri berdasarkan gerakan yang diterapkan pada organisasi Persaudaraan Setia Hati Terate.
2. Proses klasifikasi data dilakukan menggunakan metode *Support Vector Machine (SVM)*.

3. Pengujian sistem dilakukan menggunakan data yang diperoleh dari sepuluh partisipan dengan rentang usia 17 hingga 25 tahun serta memiliki tinggi badan antara 150 hingga kurang lebih 170 sentimeter
4. Pengambilan dan pengujian data dilakukan menggunakan empat sensor *MPU6050* dengan konfigurasi dua sensor pada masing-masing tangan, yaitu tangan kanan dan tangan kiri.
5. Sensor ditempatkan pada bagian punggung tangan dan lengan bawah tangan, baik pada sisi kiri atau sisi kanan.
6. Sistem memiliki total enam gerakan, yaitu pukulan jep (jab), tangkisan, serta kombinasi gerakan antara pukulan jep dan tangkisan yang dilakukan pada tangan kiri dan kanan.
7. Pengambilan data dilakukan saat pengguna berdiri dengan posisi kaki kuda-kuda.
8. Perangkat keras sistem menggunakan mikrokontroler *ESP32* yang terhubung dengan empat sensor *MPU6050* dan modul *multiplexer TCA9548A* untuk membaca data sensor, sehingga gerakan pada tangan kiri dan kanan dapat dideteksi secara bersamaan oleh sistem.
9. Input sistem berupa data yang diperoleh dari empat sensor *MPU6050*. Setiap sensor menghasilkan data percepatan (*accelerometer*) dan kecepatan sudut (*gyroscope*) pada tiga sumbu, yaitu sumbu X, Y, dan Z. Data tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses analisis pergerakan pada sistem.
10. Output sistem berupa hasil klasifikasi gerakan yang ditampilkan dalam 2 penilaian gerakan, yaitu benar dan salah melalui tampilan *web*. Sistem juga memberikan umpan balik agar pengguna dapat memperbaiki gerakan yang dilakukan.