

Pengembangan Sistem Penilaian Digital Berbasis Arduino dan Microsoft Visual Studio untuk Meningkatkan Akurasi Penilaian pada Kompetisi Taekwondo

Dhimas Wicaksono^{*1}, M. Luqman Bukhori², Ferry Setiawan³

^{1,3}S1 Rekayasa Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, Indonesia

²S1 Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, Indonesia

Email: [1dhimas.wicaksono@sttkd.ac.id](mailto:dhimas.wicaksono@sttkd.ac.id), [2m.luqman@sttkd.ac.id](mailto:m.luqman@sttkd.ac.id), [3ferry.setiawan@sttkd.ac.id](mailto:ferry.setiawan@sttkd.ac.id)

Abstrak

Penelitian ini mengembangkan sistem penilaian digital untuk pertandingan Taekwondo dengan menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler dan Microsoft Visual Studio untuk pengembangan perangkat lunak, bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi penilaian pertandingan. Sistem ini memanfaatkan sensor dan joystick untuk penilaian *real-time*, yang mengurangi ketergantungan pada penilaian subjektif oleh juri. Metode yang digunakan melibatkan integrasi perangkat keras, yaitu mikrokontroler Arduino Uno, dengan modul Bluetooth HC-05 untuk komunikasi nirkabel, serta aplikasi desktop untuk menampilkan hasil penilaian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan akurasi penilaian hingga 98% dan respons sistem dalam mencatat skor rata-rata hanya 250 ms setelah tombol ditekan. Pengujian juga menunjukkan bahwa sistem dapat secara efektif mengurangi subjektivitas penilaian konvensional dan menyediakan visualisasi *real-time* dari skor dan lokasi serangan pada tubuh atlet. Implikasi temuan ini menyarankan bahwa teknologi ini dapat diadopsi secara luas untuk meningkatkan transparansi dan objektivitas dalam kompetisi Taekwondo dan olahraga beladiri lainnya.

Kata kunci: Taekwondo; Sistem Penilaian Digital; Microsoft Visual Studio; Arduino Uno

Abstract

This study develops a digital scoring system for Taekwondo matches using Arduino Uno as the microcontroller and Microsoft Visual Studio for software development, aimed at improving the accuracy and efficiency of match scoring. The system utilizes sensors and a joystick for real-time scoring, reducing reliance on subjective judgments by referees. The method involves integrating hardware, specifically the Arduino Uno microcontroller, with a Bluetooth HC-05 module for wireless communication, and a desktop application to display the scoring results. The results of the study show that the system can provide 98% accuracy and a system response time for recording scores of just 250 ms after the button is pressed. Testing also indicates that the system effectively reduces the subjectivity of conventional scoring and provides real-time visualization of scores and the location of strikes on the athlete's body. The implications of these findings suggest that this technology could be widely adopted to improve transparency and objectivity in Taekwondo competitions and other martial arts.

Keywords: Taekwondo; Digital Scoring System; Microsoft Visual Studio; Arduino Uno

This work is an open access article and licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)



1. PENDAHULUAN

Olahraga beladiri Taekwondo telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir, baik dari segi teknik maupun sistem penilaian. Penilaian dalam pertandingan Taekwondo tradisional sering kali dilakukan secara manual oleh juri, yang dapat menyebabkan subjektivitas dan ketidakakuratan dalam menentukan skor. Oleh karena itu, pengembangan sistem penilaian digital menjadi sangat penting untuk meningkatkan keakuratan dan efisiensi dalam penilaian pertandingan [1]

Sistem penilaian konvensional pada Taekwondo cenderung mengandalkan pengalaman dan ketelitian juri, yang dapat menyebabkan variasi dalam pemberian nilai antara satu pertandingan dengan pertandingan lainnya. Selain itu, sistem ini rentan terhadap **kesalahan manusia**, baik dalam penghitungan skor maupun dalam mengidentifikasi area tubuh yang terkena serangan. Beberapa studi sebelumnya telah mengusulkan sistem penilaian berbasis teknologi, namun mayoritas masih terbatas pada **penilaian statis** tanpa adanya visualisasi langsung atau *real-time* dalam menilai serangan yang terjadi selama pertandingan. Sistem berbasis sensor yang ada cenderung masih belum mampu menampilkan data secara interaktif atau memperhitungkan dinamika pertandingan secara menyeluruh .

Sistem penilaian digital yang memanfaatkan teknologi modern, seperti mikrokontroler dan perangkat lunak, dapat memberikan solusi yang lebih baik dalam menilai performa atlet. Arduino Uno, sebagai salah satu mikrokontroler yang populer, menawarkan fleksibilitas dan kemudahan dalam pengembangan sistem[2]. Selain itu, penggunaan Microsoft Visual Studio dalam pengembangan perangkat lunak memungkinkan pembuatan aplikasi yang intuitif dan responsif untuk menampilkan skor secara *real-time* [3].

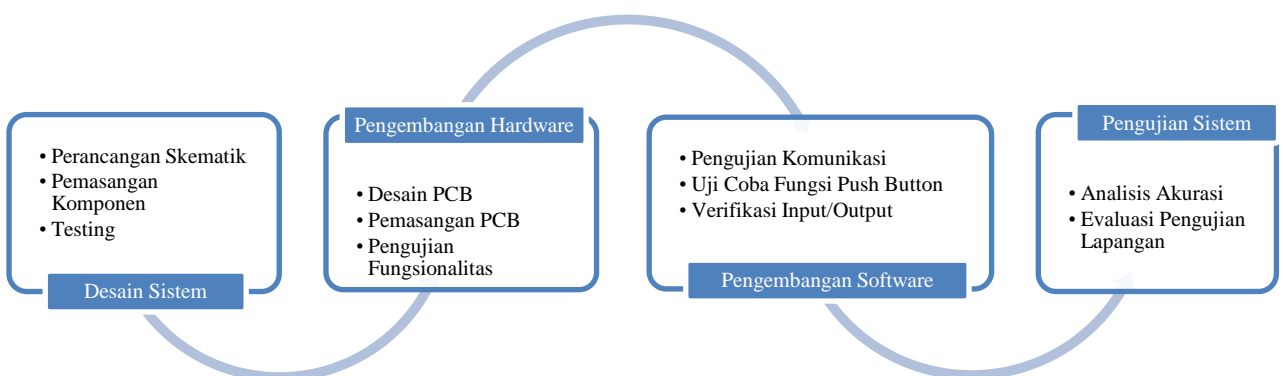
Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas penerapan sistem serupa. Ihsan juga mengembangkan sistem penilaian berbasis sensor untuk pencak silat, menunjukkan efektivitas sensor dalam mengurangi subjektivitas [4]. Seckin mengulas teknologi *wearable* dalam olahraga, menyoroti potensi integrasi teknologi digital untuk meningkatkan performa atlet [5]. Penelitian lain oleh Hasibuan mengembangkan sistem penilaian otomatis Taekwondo berbasis Arduino dan menekankan pentingnya validasi sistem melalui uji coba lapangan [6].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penilaian digital yang efektif dan efisien menggunakan Arduino dan Visual Studio, dengan tujuan meningkatkan akurasi penilaian pada pertandingan Taekwondo serta mengurangi subjektivitas penilaian konvensional. Dengan memodifikasi sistem yang sudah ada, kami berharap dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap teknologi penilaian dalam olahraga Taekwondo[7]. Sistem ini diharapkan dapat diadopsi secara luas dalam kompetisi Taekwondo di masa depan, memberikan pengalaman yang lebih baik bagi atlet, juri, dan penonton.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa sistem Mikrokontroler Arduino Pro Micro sebagai inti dari sistem penilaian digital dalam olahraga beladiri Taekwondo. Penggunaan teknologi IoT dalam sistem ini sejalan dengan penelitian oleh Amri Maulana (2023) yang membahas "Implementasi Motor DC Seri sebagai Penggerak Kursi Roda Berbasis IoT untuk Disabilitas di Klinik Mitra Bakti Husada," yang menunjukkan bagaimana teknologi IoT dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam berbagai aplikasi[8]. Sistem ini juga memanfaatkan modul Bluetooth HC-05 untuk komunikasi nirkabel antara perangkat dan aplikasi desktop. Komponen lain yang digunakan dalam penelitian ini meliputi konektor holder baterai 9V, indikator baterai, baterai 9V, dan push button untuk input penilaian[9][10]

Gambar 1 menunjukkan **diagram alur tahapan penelitian** yang menggambarkan proses mulai dari desain sistem, pengembangan *hardware* dan *software*, hingga pengujian dan analisis hasil. Proses ini diikuti dengan tahap-tahap yang jelas untuk memastikan sistem dapat berfungsi secara efektif di lapangan. Diagram ini memvisualisasikan bagaimana tiap komponen sistem bekerja secara bersama-sama dalam memberikan hasil penilaian yang akurat.



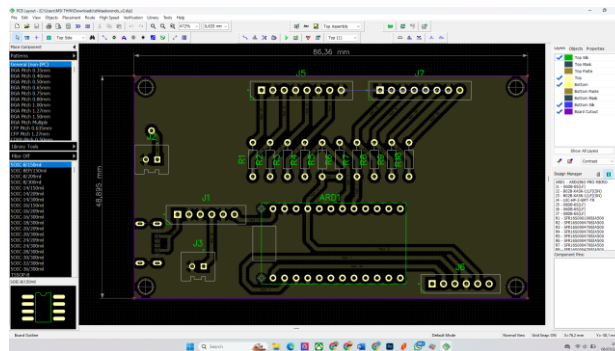
Gambar 1. Diagram Alur Tahapan Penelitian Pengembangan Sistem Penilaian Digital Taekwondo

Untuk meningkatkan validitas hasil pengujian, kami menggunakan teknik pengujian yang umum dikenali, yaitu *Blackbox Testing* [11]. Fokus dari pengujian ini adalah verifikasi fungsionalitas input/output, seperti memastikan bahwa ketika tombol *joystick* ditekan, skor yang sesuai ditampilkan di aplikasi, tanpa melakukan analisis terhadap struktur internal sistem. Dengan demikian, tahap desain dan

pengerjaan hardware ini menjadi fondasi yang kuat untuk pengembangan sistem penilaian digital yang efektif dan efisien.

2.1. Desain dan Pengerjaan Hardware

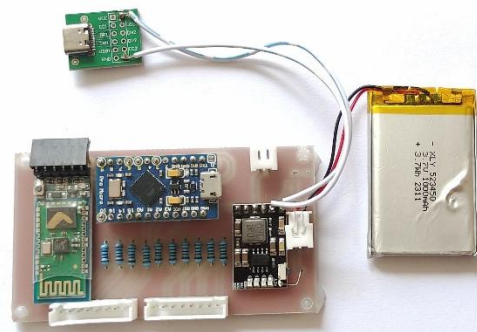
Pengerjaan hardware dimulai dengan desain sirkuit rangkaian ke *Printed Circuit Board* (PCB). Proses ini melibatkan pembuatan skematik yang menggambarkan hubungan antar komponen, termasuk Mikrokontroler Arduino Pro Micro, modul Bluetooth HC-05, konektor holder baterai, dan push button. Skematik ini berfungsi sebagai panduan untuk memastikan bahwa semua komponen terhubung dengan benar dan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan[12]. **Gambar 2** dan **Gambar 3** memperlihatkan **desain PCB** dan **rangkaian PCB joystick**, yang menggambarkan bagaimana komponen elektronik seperti Arduino Pro Micro, modul Bluetooth HC-05, dan push button disusun untuk membentuk sebuah system satu kesatuan.



Gambar 2. Desain PCB

Setelah desain skematik selesai, langkah selanjutnya adalah mencetak desain ke PCB layer. Proses ini melibatkan penggunaan perangkat lunak desain PCB untuk menghasilkan layout yang akurat. Layout ini mencakup jalur-jalur yang menghubungkan setiap komponen, serta penempatan komponen yang optimal untuk meminimalkan interferensi dan memastikan efisiensi ruang. Setelah layout selesai, PCB dicetak menggunakan metode fotolitografi atau pencetakan langsung, untuk memastikan kualitas dan akurasi sirkuit[6].

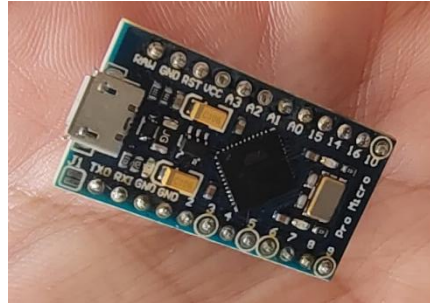
Setelah PCB selesai, dilakukan perakitan komponen ke PCB dan alat. Proses perakitan ini melibatkan pemasangan komponen seperti Arduino Pro Micro, modul HC-05, baterai dan push button ke dalam PCB. Setiap komponen dipasang dengan hati-hati untuk memastikan bahwa semua koneksi solder terhubung dengan baik dan tidak ada komponen yang terbalik. Setelah semua komponen terpasang, dilakukan pemeriksaan visual untuk memastikan tidak ada kesalahan dalam pemasangan[13].



Gambar 3. Rangkaian PCB Joystick

Arduino Pro Micro adalah papan mikrokontroler kecil yang berbasis pada ATmega32U4. Papan ini dirancang untuk aplikasi yang memerlukan ukuran kompak dan kemampuan USB. Pro Micro memiliki 12 pin input/output digital, 4 pin input analog, dan dilengkapi dengan koneksi USB yang memungkinkan komunikasi langsung dengan komputer tanpa memerlukan chip tambahan. **Gambar 4** dan **Gambar 5** memperlihatkan **Arduino Pro Micro** dan Program Mikro Arduino yang digunakan untuk input penilaian. Dalam **Gambar 6**, prototipe joystick ini digunakan oleh **tiga wasit** nantinya yang

bertugas mencatat serangan yang dilakukan oleh atlet. **Gambar 6** menunjukkan desain lebih rinci mengenai tata letak tombol pada *joystick* yang digunakan untuk memasukkan data ke dalam sistem. Desain ini mengedepankan **ergonomi** untuk memastikan kenyamanan dan kemudahan penggunaan selama pertandingan.



Gambar 4. Arduino Pro Mikro

Papan ini juga mendukung komunikasi serial dan dapat diprogram menggunakan Arduino IDE. Keunggulan utama dari Pro Micro adalah kemampuannya untuk berfungsi sebagai perangkat USB, seperti keyboard atau mouse, berkat ATmega32U4 yang terintegrasi. Dengan ukuran yang kecil dan kemampuan yang fleksibel, Arduino Pro Micro sangat cocok untuk proyek-proyek yang memerlukan ruang terbatas dan interaksi dengan perangkat lain[13].

Setelah perakitan hardware selesai, sistem diuji untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik. Pengujian ini mencakup pengujian konektivitas antara Arduino dan modul Bluetooth, serta pengujian fungsi dari setiap push button yang digunakan untuk mencatat skor. Dengan demikian, tahap desain dan pengerjaan hardware ini menjadi fondasi yang kuat untuk pengembangan sistem penilaian digital yang efektif dan efisien.

2.2. Software

Lingkungan Pengembangan Terpadu (IDE) Arduino adalah aplikasi lintas platform yang ditulis dalam Java, berasal dari IDE untuk bahasa pemrograman Processing dan proyek Wiring. IDE ini dirancang untuk memperkenalkan pemrograman kepada seniman dan pemula yang tidak berpengalaman dalam pengembangan perangkat lunak. Fitur utamanya mencakup editor kode dengan sintaks yang disorot, pencocokan brace, dan indentasi otomatis, serta kemampuan untuk mengkompilasi dan mengunggah program ke papan dengan satu klik. Program yang ditulis untuk Arduino disebut sketsa, dan ditulis dalam C atau C++. IDE ini juga dilengkapi dengan pustaka "Wiring" yang menyederhanakan operasi input/output umum, memungkinkan pengguna hanya perlu mendefinisikan dua fungsi untuk membuat program eksekutif siklik[14].

```
program_mikro | Arduino IDE 2.3.4
File Edit Sketch Tools Help
Select Board
program_mikro.ino
1 int responA[] = {550,730,800,850};
2 int responB[] = {550,730,800,850};
3
4 void setup() {
5   Serial.begin(9600);
6   Serial1.begin(9600);
7   pinMode(A0,INPUT_PULLUP);
8   pinMode(A1,INPUT_PULLUP);
9 }
10
11 void loop() {
12   Serial.print("TB:");
13   int tmb1Biru = analogRead(A0);
14   Serial.print(tmb1Biru);
15   if (tmb1Biru < responA[0]) {
16     kirim_data("B4", responA[0], "B");
17   } else if (tmb1Biru < responA[1]) {
18     kirim_data("B3", responA[1], "B");
19   } else if (tmb1Biru < responA[2]) {
20     kirim_data("B2", responA[2], "B");
21   } else if (tmb1Biru < responA[3]) {
22     kirim_data("B1", responA[3], "B");
23   }
24 }
Output
Ln 23, Col 4 × No board selected
```

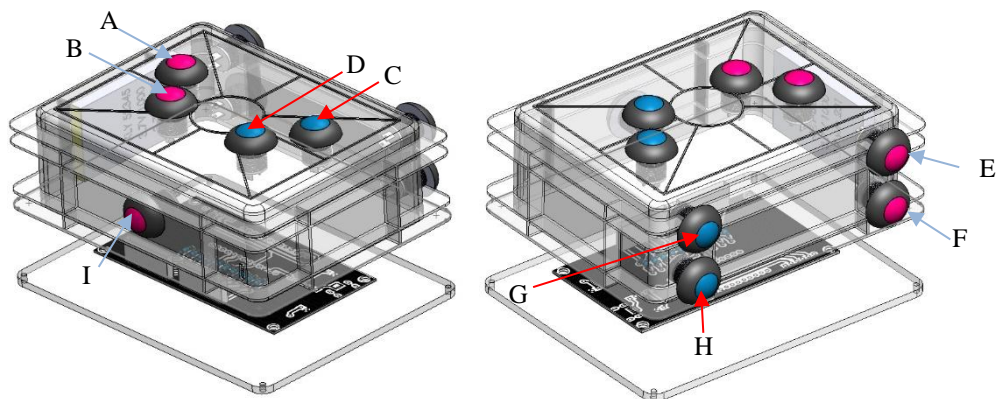
Gambar 5. Program Mikro Arduino

2.3. Desain Joystick

Dalam upaya untuk meningkatkan kenyamanan dan estetika penggunaan sistem, kami juga mendesain *joystick* yang akan digunakan untuk mengontrol input pada Arduino. Desain *joystick* ini bertujuan untuk memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik, serta memastikan bahwa semua komponen terintegrasi dengan rapi[15].

Proses desain dilakukan menggunakan **SolidWorks 3D**, sebuah perangkat lunak desain berbantuan komputer (CAD) yang memungkinkan pembuatan model tiga dimensi dengan presisi tinggi. Langkah-langkah dalam proses desain *joystick* meliputi:

1. **Pembuatan Model 3D:** Kami mulai dengan membuat model 3D dari *joystick*, yang mencakup semua elemen penting seperti pegangan, tombol, dan konektor. Desain ini mempertimbangkan ergonomi agar pengguna dapat mengoperasikan *joystick* dengan nyaman selama pertandingan.



Gambar 6. Rancangan *Joystick Digital Scoring System*

Keterangan :

- | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|
| A : Point 2 Merah | D : Point 1 Biru | G : Point 3 biru |
| B : Point 1 Merah | E : Point 3 Merah | H : Point 3 biru |
| C : Point 2 Biru | F : Point 4 Merah | I : On/off |
| D : Point 1 Biru | | |

2. **Pembuatan Prototipe:** Setelah desain final disetujui, prototipe *joystick* dibuat serta kami untuk menguji bentuk dan fungsi *joystick* secara langsung, serta melakukan penyesuaian jika diperlukan.
3. **Integrasi dengan Arduino:** *Joystick* yang telah dirancang kemudian diintegrasikan dengan sistem Arduino. Konektor dan jalur sirkuit dirancang untuk memastikan bahwa *joystick* dapat berfungsi dengan baik dan memberikan input yang akurat ke sistem penilaian digital.

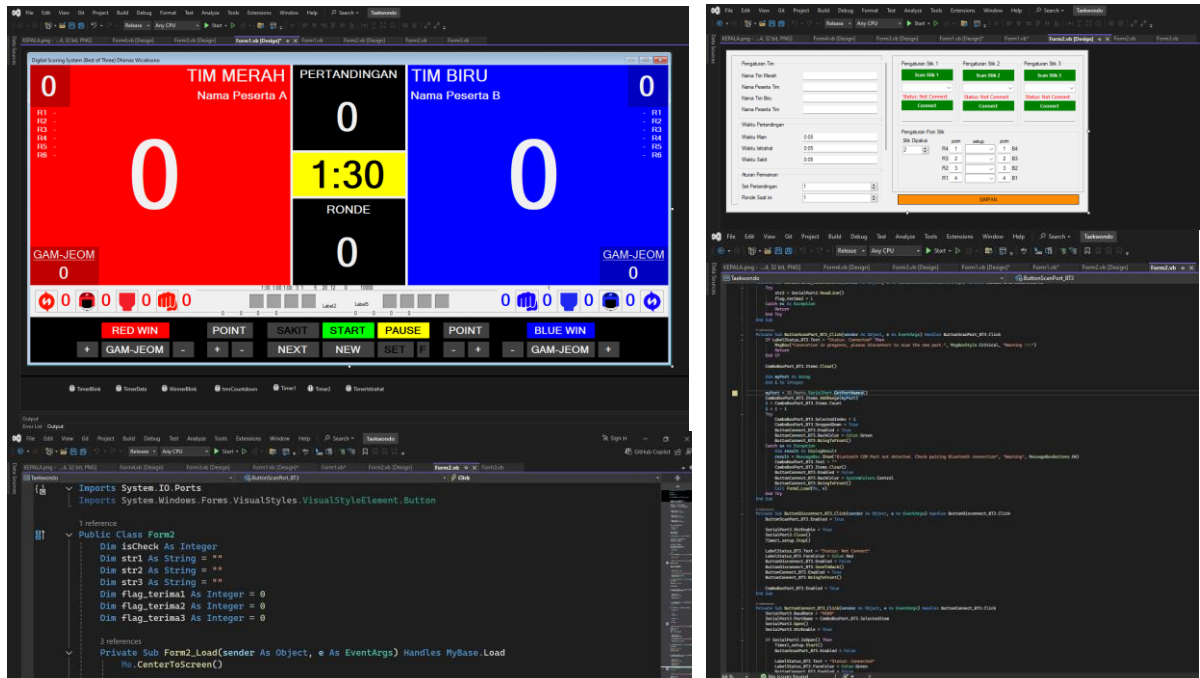


Gambar 7. Prototipe *Joystick Digital Scoring System*

2.4. Pengembangan Software

Aplikasi desktop untuk papan skor Taekwondo dikembangkan menggunakan **Microsoft Visual Studio**. Aplikasi ini berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang memungkinkan pengaturan dan

pengelolaan skor secara *real-time* selama pertandingan. Dalam pengembangan aplikasi ini, beberapa langkah penting diambil untuk memastikan fungsionalitas dan kemudahan penggunaan [16]



Gambar 8. Desain Control Tampilan Microsoft Visual Studio

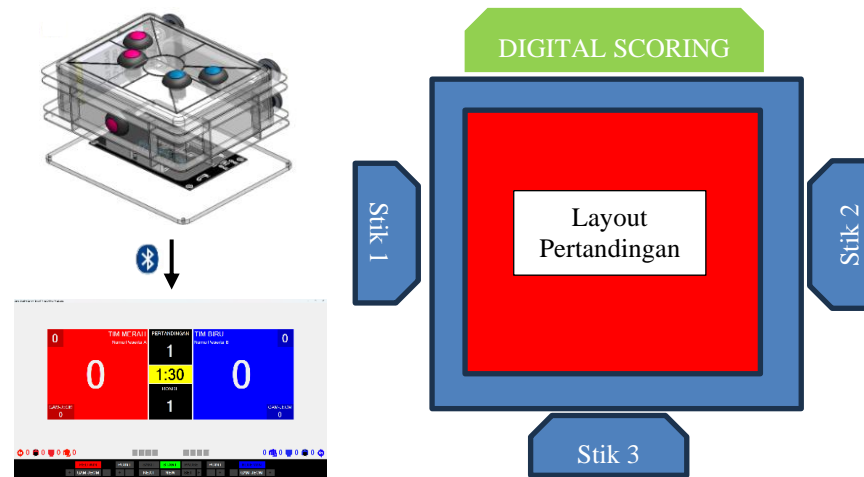
Sistem kontrol dirancang untuk menerima input dari pengguna melalui **push button**, yang terhubung ke Mikrokontroler Arduino Pro Micro. Setiap kali tombol ditekan, input ini akan dikirim ke Arduino, yang kemudian memproses data tersebut. Setelah pemrosesan, data skor yang diperoleh akan ditransmisikan ke aplikasi desktop melalui **modul Bluetooth HC-05**.

Program ini dirancang sedemikian rupa sehingga poin yang masuk dapat ditampilkan secara langsung di antarmuka aplikasi. Aplikasi ini memiliki fitur untuk menampilkan skor masing-masing atlet, serta waktu pertandingan yang sedang berlangsung. Selain itu, aplikasi juga dilengkapi dengan opsi untuk mengatur skor awal, input nama yg terintegrasi ms. Excel, mengatur waktu pertandingan, dan menyimpan hasil pertandingan untuk analisis lebih lanjut serta menentukan siapa pemenangnya.

Antarmuka pengguna dirancang dengan mempertimbangkan kemudahan navigasi dan kejelasan informasi. Elemen-elemen visual seperti point masuk, pelanggaran dan indikator waktu ditempatkan secara strategis untuk memudahkan pengguna dalam mengoperasikan aplikasi. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi dapat berfungsi dengan baik dalam kondisi nyata, termasuk pengujian konektivitas Bluetooth dan responsivitas input dari push button.

2.5. Sistem Kontrol Scoreboard

Lihat Gambar 9 untuk visualisasi sistem kontrol scoreboard yang menunjukkan bagaimana skor dihitung dan ditampilkan secara *real-time* pada papan skor selama pertandingan.



Gambar 9. Sistem Kontrol *Scoreboard*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Cara Pengujian dan Pengambilan Data:

Pengujian dilakukan dengan meminta atlet untuk melakukan serangkaian gerakan yang telah ditentukan, sementara sistem penilaian digital mencatat setiap hit dan lokasi yang terkena. Data yang dikumpulkan mencakup waktu respons, akurasi skor, dan lokasi serangan dengan melibatkan tiga pengguna untuk menguji akurasi dan responsivitas sistem. Data ini kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem [17]

3.2. Pengujian Pertama

Atlet melakukan pukulan yang berhasil mengenai target, dan sistem penilaian digital mencatat satu hit yang masuk. Hasilnya terekap di monitor sebagai "point masuk." *Joystick* dirancang untuk memasukkan poin dan dipegang oleh tiga wasit secara bersamaan. Sistem penilaian ini mengharuskan minimal dua dari tiga wasit untuk memencet *joystick* agar program dapat menyatakan bahwa poin telah masuk. Dengan demikian, keputusan penilaian menjadi lebih objektif dan mengurangi kemungkinan kesalahan. Jeda waktu untuk setiap delay menekan oleh wasit ditetapkan hanya 800 ms, sehingga sistem dapat dengan cepat merespons dan mencatat hasil dengan akurasi yang tinggi. Data yang dikumpulkan dari pengujian ini mencakup waktu respons, akurasi skor, dan lokasi serangan, yang semuanya berkontribusi pada evaluasi kinerja sistem secara keseluruhan. **Gambar 10** sampai **Gambar 14** menunjukkan **proses pencatatan poin** yang terjadi ketika atlet melakukan serangan. **Gambar 10** menampilkan serangan **pukulan ke arah perut**, **Gambar 11** menunjukkan **tendangan ke arah perut**, **Gambar 12** memperlihatkan **tendangan ke arah kepala**, dan **Gambar 13** menampilkan **tendangan berputar** ke arah perut. Setiap gambar menggambarkan bagian tubuh yang terkena serangan, dan sistem penilaian menampilkan skor secara otomatis setelah tombol ditekan oleh wasit. Gambar-gambar ini menunjukkan bagaimana **sistem visualisasi real-time** bekerja, memberikan transparansi lebih baik dalam penilaian pertandingan.



Gambar 10. Point 1 Serangan Pukulan ke Arah Perut

Pada gambar ini, ditunjukkan proses pencatatan poin masuk ketika atlet melakukan pukulan yang berhasil mengenai target. Proses ini melibatkan *joystick* yang dipegang oleh tiga wasit secara bersamaan.

- **Point 1 Masuk:** Poin akan tercatat sebagai "point masuk" ketika tombol **B** pada *joystick* ditekan secara bersamaan oleh minimal dua dari tiga wasit.
- **Rekaman di Layar:** Setelah tombol ditekan, sistem akan menampilkan "point masuk 1" di layar, yang menunjukkan bahwa pukulan telah berhasil dicatat.
- **Visualisasi Pukulan:** Di bagian bawah gambar pukulan terdapat ilustrasi yang menunjukkan lokasi pukulan yang berhasil, menandakan bahwa satu poin telah terakumulasi untuk nilai pukulan tersebut.



Gambar 11. Point 2 Serangan Tendangan ke Arah Perut

Pada gambar ini, ditunjukkan proses pencatatan poin masuk ketika atlet berhasil melakukan Tendangan yang mengenai bagian tubuh (*body*). Proses ini melibatkan *joystick* yang dioperasikan oleh tiga wasit secara bersamaan.

- **Point 2 Masuk:** Poin akan tercatat sebagai "point masuk" ketika tombol **A** pada *joystick* dinyalakan oleh minimal dua dari tiga wasit.
- **Rekaman di Layar:** Setelah tombol ditekan, sistem akan menampilkan "point masuk 2" di layar, yang menunjukkan bahwa pukulan yang mengenai bagian tubuh telah berhasil dicatat.
- **Visualisasi Tendangan Body:** Di bagian bawah gambar, terdapat ilustrasi yang menunjukkan lokasi berhasil mengenai tubuh, menandakan bahwa dua poin telah terakumulasi untuk nilai tendangan perut tersebut.



Gambar 12. Point 3 Serangan Tendangan ke Arah Kepala

Pada gambar ini, ditunjukkan proses pencatatan poin masuk ketika atlet berhasil melakukan tendangan yang mengenai bagian Kepala. Proses ini melibatkan *joystick* yang dioperasikan oleh tiga wasit secara bersamaan.

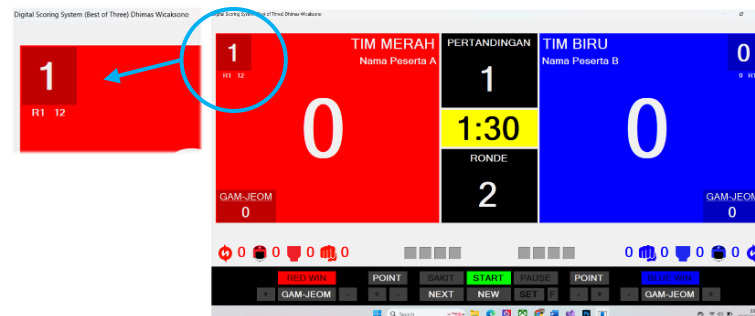
- **Point 3 Masuk:** Poin akan tercatat sebagai "point masuk" ketika tombol **E** pada *joystick* dinyalakan oleh minimal dua dari tiga wasit.
- **Rekaman di Layar:** Setelah tombol ditekan, sistem akan menampilkan "point masuk 3" di layar, yang menunjukkan bahwa tendangan yang mengenai bagian kepala telah berhasil dicatat.
- **Visualisasi Tendangan:** Di bagian bawah gambar, terdapat ilustrasi yang menunjukkan lokasi berhasil mengenai Kepala yang terkena serangan, menandakan bahwa tiga poin telah terakumulasi untuk nilai tendangan ke arah kepala tersebut.



Gambar 13. Point 4 Serangan Tendangan Putar ke Arah Perut

Pada gambar ini, ditunjukkan proses pencatatan poin masuk ketika atlet berhasil melakukan Tendangan Berputar. Proses ini melibatkan *joystick* yang dioperasikan oleh tiga wasit secara bersamaan.

- **Point 4 Masuk:** Poin akan tercatat sebagai "point masuk" ketika tombol F pada *joystick* dinyalakan oleh minimal dua dari tiga wasit.
- **Rekaman di Layar:** Setelah tombol ditekan, sistem akan menampilkan "point masuk 4" di layar, yang menunjukkan bahwa tendangan putar yang mengenai bagian tubuh telah berhasil dicatat.
- **Visualisasi Tendangan Kepala:** Di bagian bawah gambar, terdapat ilustrasi yang menunjukkan lokasi berhasil mengenai tubuh, menandakan bahwa empat poin telah terakumulasi untuk nilai tendangan putar tersebut.



Gambar 14. Analisis Kemenangan dalam Sistem Penilaian Digital Taekwondo

Pada Gambar 14, ditunjukkan fitur analisis kemenangan dalam sistem penilaian digital yang digunakan dalam pertandingan Taekwondo. Fitur ini berfungsi untuk menentukan pemenang berdasarkan akumulasi poin yang diperoleh selama pertandingan.

- **Indikator Juara:** Di pojok kiri atas, terdapat indikator yang menunjukkan status kemenangan. Jika seorang atlet mendapatkan 1x kemenangan, indikator ini akan menampilkan angka 1, menandakan bahwa atlet tersebut telah meraih satu kali kemenangan.
- **Poin Kemenangan:** Di bawah indikator juara, sistem akan menampilkan jumlah poin kemenangan yang diperoleh oleh atlet. Ini memberikan informasi yang jelas tentang seberapa banyak poin yang telah dikumpulkan saat kemenangan dalam pertandingan.
- **Penentuan Kemenangan:** Pada akhir ronde, sistem akan secara otomatis menganalisis total poin yang diperoleh oleh masing-masing atlet. Dengan demikian, keputusan mengenai pemenang dapat ditentukan secara objektif berdasarkan akumulasi poin yang tercatat selama pertandingan.

Fitur ini tidak hanya meningkatkan transparansi dalam penilaian, tetapi juga memberikan pengalaman yang lebih baik bagi atlet, juri, dan penonton dengan menampilkan informasi yang relevan secara *real-time*.

Seluruh proses penilaian berjalan dengan lancar, dan sistem telah terintegrasi dengan baik. Akurasi antara *joystick* yang digunakan oleh ketiga wasit dan monitor yang menampilkan skor tidak menunjukkan kesalahan, memastikan bahwa setiap poin yang dicetak tercatat dengan tepat. Hal ini

menunjukkan bahwa sistem penilaian digital kami tidak hanya efektif dalam mencatat skor, tetapi juga dalam memberikan umpan balik yang akurat kepada atlet dan ofisial pertandingan.



Gambar 15. Uji Coba Penilaian *Digital Scoring System* (DSS)

Sampel dalam penelitian ini terdiri dari beberapa kali percobaan oleh Atlet yang berpartisipasi dalam pengujian sistem ini. Setiap Atlet melakukan serangkaian gerakan yang dirancang untuk menguji kemampuan sistem dalam mendeteksi dan menilai serangan.

3.3. Baterai *joystick*

Kami juga melakukan uji coba tryout dengan 150 partai pertandingan untuk memastikan bahwa alat yang kami kembangkan sudah siap digunakan dalam jangka panjang. Dalam pengujian ini, kami menggunakan baterai 1000 mAh sebagai sumber daya utama. Indikator baterai memiliki empat titik, yang menunjukkan tingkat daya yang tersisa. Kami menemukan bahwa baterai baru kehilangan satu titik daya setelah digunakan selama tiga jam, sehingga *joystick* yang kami buat mampu beroperasi 15 jam tanpa perlu pengisian ulang.

Selain itu, kami juga melakukan pengujian untuk mengisi ulang baterai menggunakan charger 18 watt, dan kami berhasil mengisi baterai hingga penuh hanya dalam waktu 20 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa *joystick* yang kami desain tidak hanya efisien dalam penggunaan daya, tetapi juga praktis dan siap digunakan dalam berbagai pertandingan tanpa khawatir kehabisan daya. Dengan performa yang baik ini, kami yakin bahwa alat ini akan memberikan kontribusi positif dalam penilaian pertandingan Taekwondo.

3.4. Penggunaan baterai

Identifikasi Baterai 9V untuk Sistem Penilaian Digital Taekwondo

Tipe Baterai: Baterai 9V

Indikasi Baterai: Terdapat 4 titik indikator yang menunjukkan tingkat daya baterai yang tersisa. Setiap titik mewakili kapasitas yang berbeda, sebagai berikut:

- **100% Daya (4 Titik):** Baterai dalam kondisi penuh, dapat digunakan selama **15 jam**.
- **75% Daya (3 Titik):** Baterai masih memiliki daya yang cukup, dapat digunakan selama **10 jam**.
- **50% Daya (2 Titik):** Daya baterai mulai menurun, dapat digunakan selama **5 jam**.
- **25% Daya (1 Titik):** Daya baterai sangat rendah, dapat digunakan selama **2.5 jam**.

Penggunaan Daya

- **Kondisi ON:** Setiap *joystick* yang terhubung ke sistem penilaian digital dapat beroperasi dalam kondisi ON selama **2.5 jam** ketika daya baterai berada pada level 25% (1 titik).
- **Pengisian Ulang:** Baterai dapat diisi ulang menggunakan charger 18 watt, dan dapat terisi penuh dalam waktu **20 menit**.
- **Efisiensi Daya:** Dengan performa yang baik, baterai ini dirancang untuk mendukung penggunaan sistem penilaian digital dalam berbagai pertandingan tanpa khawatir kehabisan daya.

Identifikasi ini memberikan gambaran yang jelas tentang kapasitas dan durasi penggunaan baterai 9V yang digunakan dalam sistem penilaian digital, memastikan bahwa perangkat dapat beroperasi secara efektif selama pertandingan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem penilaian digital berbasis Mikrokontroler Arduino Pro Micro dan Bluetooth HC-05 untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam pertandingan Taekwondo. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, sistem ini terbukti mampu memberikan penilaian yang akurat dan cepat, serta mengurangi subjektivitas yang biasanya terjadi dalam penilaian manual oleh juri. Sistem ini memungkinkan visualisasi hasil secara *real-time*, yang memberikan manfaat tidak hanya bagi juri, tetapi juga bagi atlet dan penonton. Dengan menggunakan teknologi IoT, sistem ini menawarkan solusi yang efisien dan inovatif dalam dunia olahraga beladiri.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi dalam sistem penilaian digital dapat sangat meningkatkan akurasi penilaian dalam pertandingan. Dengan menggunakan Blackbox Testing dan pengujian fungsionalitas, hasil yang diperoleh mengindikasikan bahwa sistem ini dapat diandalkan dalam kondisi pertandingan nyata. Selain itu, sistem yang dikembangkan ini tidak hanya berfungsi dengan baik dalam hal penilaian, tetapi juga memberikan pengalaman yang lebih transparan dan objektif kepada semua pihak yang terlibat dalam pertandingan.

Meskipun sistem ini telah menunjukkan hasil yang positif, ada beberapa area yang dapat ditingkatkan. Misalnya, pengujian lebih lanjut diperlukan untuk memastikan kinerja sistem dalam berbagai kondisi pertandingan yang berbeda. Selain itu, integrasi dengan teknologi lain, seperti analisis video, dapat memberikan wawasan tambahan tentang performa atlet. Secara keseluruhan, sistem penilaian digital ini tidak hanya merupakan inovasi dalam teknologi penilaian olahraga beladiri taekwondo, tetapi juga berpotensi untuk diadopsi secara luas dalam kompetisi beladiri lainnya di masa depan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan lebih lanjut dalam teknologi penilaian olahraga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] X. Xie and F. Tan, "Realization of Intelligent Scoring System of Taekwondo Protective Gear under the Application of Neural Network BP Model," *Comput Intell Neurosci*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/5902983.
- [2] N. Ihsan *et al.*, "Sensor-based scoring system for the fighting category in Pencak Silat Sistema de puntuación basado en sensores para la categoría de combate en Pencak Silat," *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, vol. 57, no. 57, pp. 684–691, Jul. 2024, Accessed: Mar. 05, 2025. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9623648>
- [3] K. Agus *et al.*, "Rancang Bangun Scoring Board Menggunakan Joystick Berbasis Arduino Yang Digunakan Pada Latih Tanding Taekwondo," 2018.
- [4] N. Ihsan *et al.*, "Sensor-based scoring system for the fighting category in Pencak Silat," *Retos*, vol. 57, pp. 684–691, Jun. 2024, doi: 10.47197/retos.v57.105906.
- [5] A. Ç. Seçkin, B. Ateş, and M. Seçkin, "Review on Wearable Technology in Sports: Concepts, Challenges and Opportunities," Sep. 01, 2023, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/app131810399.
- [6] A. R. Hasibuan, A. Z. Hasibuan, and M. S. Asih, "Rancang Bangun Sistem Penilaian Otomatis Olahraga Taekwondo Berbasis Arduino," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 4, no. 1, pp. 150–157, Oct. 2022, doi: 10.47065/josh.v4i1.2278.
- [7] A. C. Seckin, B. Ates, and M. Seckin, "Review on Wearable Technology in Sports: Concepts, Challenges and Opportunities," Sep. 01, 2023, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/app131810399.

- [8] A. M. I. Munthe, A. H. Batubara, and M. Syahrudin, "Implementasi Motor DC Seri Sebagai Penggerak Kursi Roda Berbasis IoT untuk Disabilitas Di Klinik Mitra Bakti Husada," 2024.
- [9] U. Mahanin Tyas, A. Apri Buckhari, P. Studi Pendidikan Teknologi Informasi, and P. Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, "Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital," 2023.
- [10] A. Kafin, H. R. Adrian, and S. Siregar, "Tracking Dan Monitoring Pengidap Alzheimer Menggunakan Arduino," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 5, pp. 1380–1400, 2019.
- [11] S. Supriyono, "Software Testing with the approach of Blackbox Testing on the Academic Information System," *IJISTECH (International Journal of Information System and Technology)*, vol. 3, pp. 227–233, 2020, Accessed: Mar. 10, 2025. [Online]. Available: <https://ijistech.org/ijistech/index.php/ijistech/article/view/54>
- [12] Varied Agus Wahyu Triyanto, Adi Mulyadi, and Rezki Nalandari, "Teknologi Arduino dan Modul HC-05 Pada Pengaturan Scoreboard Olahraga", *SNG*, vol. 4, no. 1, pp. Ilmu-Or 22, Nov. 2021.
- [13] C. Rajan, B. Megala, A. Nandhini, and C. Rasi Priya, "A Review: Comparative Analysis of Arduino Micro Controllers in Robotic Car," *International Journal of Mechanical and Materials Engineering*, vol. 9, no. Vol 9, No :2, pp. 371–380, 2015.
- [14] N. A. Hidayah and N. Rofiqoh, "Evaluasi Software Visual Studio Code Menggunakan Metode Quetionnaires Nelsen's Attributes Of Usability (NAU)," *Jurnal Perangkat Lunak*, vol. 3, no. Vol. 6 No. 3 (2024): Jurnal Perangkat Lunak, pp. 382–391, Oct. 2024.
- [15] H. T. Saputra and A. Muhaimin, "Robot Pemindah Benda Dengan Kendali Joystick Ps2 Wireless Berbasis Wemos", doi: 10.33060/JIK/2021/Vol11.Iss2.280.
- [16] C. Petzold, *Programming Microsoft Windows with C#*. Redmond, Wash: Microsoft Press, 2002.
- [17] I. G. M. N. Desnanjaya, I. M. A. Nugraha, I. W. D. Pranata, and W. Harianto, "Stability data Xbee S2b Zigbee communication on arduino based sumo robot," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 2, no. 3, pp. 153–160, May 2021, doi: 10.18196/jrc.2370.