

Perancangan dan Implementasi Sistem Pewaktu Digital Pada Lomba Panjat Dinding

Design and Implementation of Digital Timer Systems in the Speed Wall Climbing Competition

Itmi Hidayat Kurniawan¹, Aji Gilang Syah Putra², Latiful Hayat³

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. Raya Dukuh Waluh, Kembaran 53182, Indonesia

Informasi Makalah

Dikirim, 25 Juni 2024

Diterima, 29 Juni 2024

Diterbitkan, 30 Juni 2024

Kata Kunci:

Panjat Dinding
Mikrokontroler
Pewaktu Digital

Keyword:

Wall Climbing
Microcontroller
Digital Timer

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pewaktu digital untuk kompetisi panjat dinding yang sesuai dengan standar *International Federation of Sports Climbing (IFSC)*. Pengukuran waktu dalam kompetisi *speed climbing* saat ini menggunakan sistem mekanik-listrik yang akurat untuk memastikan akurasi dan keadilan, khususnya untuk menentukan pemenang ketika terjadi seri. Sistem pewaktu digital yang dirancang dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali. Komponen utama termasuk sensor garis TCRT-5000 untuk mendeteksi *start* dan *false start*, sensor sentuh sebagai penentu akhir waktu, push button untuk kontrol instruksi, *buzzer* sebagai indikator suara, dan *display dot matrix* untuk menampilkan waktu secara digital. Sistem ini juga dirancang untuk mendeteksi *false start* sesuai regulasi IFSC secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki tingkat akurasi dengan selisih waktu rata-rata sebesar 0,9 detik dan rerata kesalahan sebesar 1,55% dibandingkan dengan pengukuran menggunakan *stopwatch*. Dengan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan keandalan proses dokumentasi dan penjurian dalam kompetisi panjat dinding.

ABSTRACT

This study aims to design and implement a digital timing system for wall climbing competitions that complies with the standards of the International Federation of Sports Climbing (IFSC). Time measurement in speed climbing competitions currently uses a mechanical-electrical system to ensure accuracy and fairness, particularly in determining the winner in the event of a tie. The digital timing system designed in this study uses the Arduino Mega 2560 microcontroller as the control center. The main components include the TCRT-5000 line sensor to detect the start and false start, a touch sensor to determine the end time, push buttons for instruction control, a buzzer as an audio indicator, and a dot matrix display to show the time digitally. This system is also designed to automatically detect false starts according to IFSC regulations. The test results show that this system has a level of accuracy with an average time difference of 0.9 seconds and an average error rate of 1.55% compared to measurements using a stopwatch. Thus, this system is expected to improve the accuracy and reliability of documentation and judging processes in wall climbing competitions.

Korespondensi Penulis:

Itmi Hidayat Kurniawan
Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. Raya Dukuhwaluh, Kembaran 53182, Indonesia
Email : itmy@ump.ac.id

1. PENDAHULUAN

Speed Climbing menjadi subdisiplin dari kombinasi disiplin olahraga panjat tebing pada Olimpiade Tokyo 2020 dan disiplin individu pada Olimpiade Prancis 2024. *Speed climbing* adalah disiplin bidang pendakian yang mengutamakan kecepatan[1]. Rekor dunia saat ini (sampai tulisan ini disampaikan) adalah 4,79 detik untuk pria dan 6,24 detik untuk wanita (*International Federation of Sports Climbing (IFSC), 2024*)[2].

Waktu kompetisi *speed climbing* ditentukan oleh peralatan secara mekanik-listrik (peserta meninggalkan landasan awal dan menekan tombol di bagian atas lintasan). Ketika pengaturan waktu mekanik-listrik digunakan, waktu pendakian ditampilkan dengan akurasi seperseratus detik. Dalam modifikasi peraturan tahun 2018, kemungkinan untuk menggunakan pengaturan waktu secara manual dihilangkan, dan pengaturan waktu mekanik-elektrik harus akurat. Tingkat akurasi sistem pewaktuan hanya digunakan untuk menentukan peringkat jika terjadi seri. Selanjutnya, sistem pengaturan waktu perlu mengumumkan kondisi start yang salah yaitu ketika peserta melakukan start lebih awal dari 0,1 detik setelah bunyi bip *start*[3]. Sejak tahun 2007, IFSC telah membuat regulasi untuk rekor dunia. Standar ini terkait aturan sederhana dan melibatkan atlet yang berkompetisi di rute yang sama, berdampingan, dan siapa pun yang mencapai puncak terlebih dahulu akan menjadi pemenangnya[3].

Di Indonesia perkembangan peralatan pengukuran waktu olahraga panjat dinding sudah ada tetapi belum ada peralatan yang memiliki standar IFSC sehingga belum bisa diterapkan untuk kompetisi berstandar internasional, hal ini mungkin terjadi karena negara kita belum memiliki teknologi yang memenuhi standar IFSC dan para pakar olahraga belum berkolaborasi dengan pakar teknologi. Sehingga yang terjadi adalah tidak ada pemecahan secara komprehensif untuk menganalisis berbagai permasalahan yang ada di bidang olahraga. Selain itu permasalahan yang terjadi dalam pengukuran kecepatan panjat dinding saat ini masih banyak menggunakan alat pengukur waktu dan kecepatan manual yaitu dengan menggunakan stopwatch. Penggunaan stopwatch menjadi masalah dalam keakuratan data yang diambil karena adanya perbedaan selang waktu dalam penekanan tombol. Sehingga dapat banyak menimbulkan kesalahan (*human error*) karena tingkat refleksi dan kepekaan manusia berbeda beda[4][5][6]. Sehingga Perlu adanya suatu sistem alat penentu waktu dan kecepatan olahraga panjat dinding yang otomatis[7][6]. Pembuatan alat pewaktu kompetisi panjat dinding digital dapat dibangun menggunakan sistem mikrokontroler dengan penampil digital [8][5]. Saat ini teknologi mikrokontroler sedang banyak digunakan, dan salah satunya adalah sebagai solusi permasalahan sistem pewaktuan kompetisi panjat dinding. Teknologi mikrokontroler ini adalah sebuah sistem microchip fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output. Dalam perkembangannya mikrokontroler telah mengambil peran penting dalam dunia sistem elektronika, terutama dalam aplikasi elektronika konsumen[9][10][11]. Selain itu sistem skor kompetisi panjat dinding dapat dilakukan menggunakan teknik Pengolahan Citra Digital Berbasis Kamera Digital[12].

Berdasarkan latar belakang di depan pada penelitian ini dilakukan perancangan dan implementasi pewaktu Kompetisi panjat dinding digital. Alat ini akan berkerja dengan komponen masukan berupa 3 buah tombol instruksi perlombaan yaitu (instruksi *Start*, *Stop* dan *Reset*). Kinerja sistem diproses dan dikendalikan menggunakan sistem mikrokontroler yang kemudian menampilkan hasil perhitungan waktu lomba pada perangkat penampil digital. Pada sistem ini juga memiliki fitur untuk mendeteksi kondisi Start yang tidak sesuai peraturan kompetisi (*False Start*) secara otomatis. Dengan menggunakan sistem ini diharapkan proses dokumentasi dan penjurian kompetisi panjat dinding dapat lebih optimal dan akuntabel.

2. METODE PENELITIAN

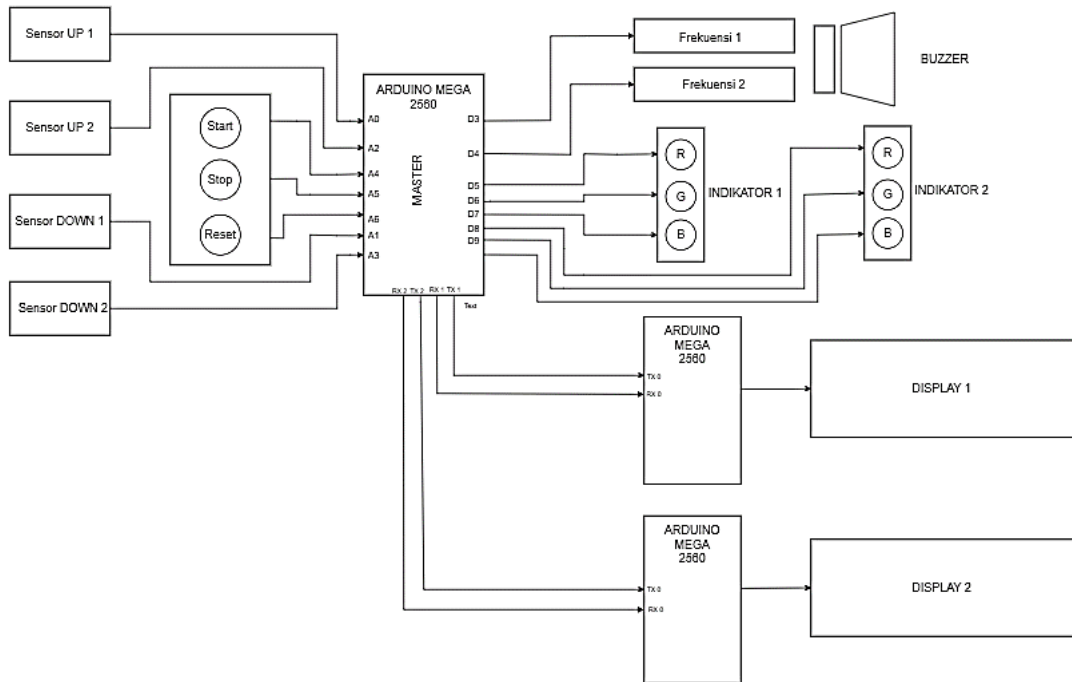
Penelitian perancangan dan pembuatan sistem pewaktu kompetisi panjat dinding digital ini masuk pada ranah penelitian *Research and Development (R&D)*. Hal itu diindikasikan oleh hasil dari penelitian yang berupa produk teknologi yang dikerjakan melalui langkah-langkah teknis[13]. Langkah penelitian dalam pelaksanaan ini mengacu prosedur kerja proyek, artinya urutan pekerjaan direncanakan sesuai dengan desain yang paling sederhana dan terus meningkat menjadi suatu produk yang kompleks. Dalam pembuatan sistem pewaktu lomba panjat dinding digital ini diawali dengan perancangan perangkat perangkat keras dan perangkat lunak, yang terdiri dari:

2.1. Perancangan Perangkat Keras

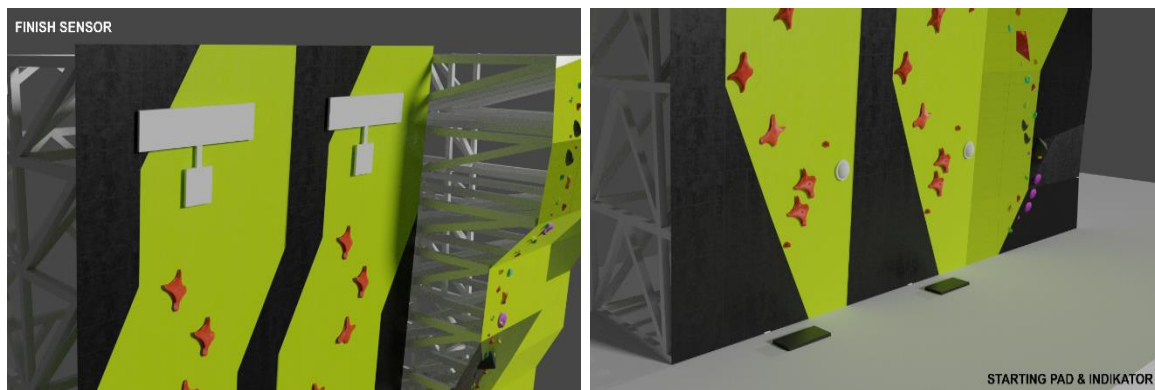
Perancangan perangkat keras yang digunakan dalam sistem pewaktu kompetisi panjat dinding digital diperlihatkan pada gambar 1.

Penjelasan dan fungsi dari masing – masing perangkat keras adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali system kerja[14].
2. Sensor yang digunakan adalah Sensor Modul Sensor Garis TCRT-5000[15] berfungsi sebagai *Starting pad* dan pendeteksi *False Start*. Sensor Sentuh berfungsi sebagai *Finishing pad* untuk menghentikan penghitung waktu pada *display*.
3. *Push Button* berfungsi sebagai tombol *Start* memulai sistem, tombol *Stop* menghentikan sistem dan tombol *Reset* mengatur ulang sistem.
4. *Buzzer* digunakan Sebagai indikator *Start/Mulai* Pelombaan dan *Finish/Selesai* Perlombaan.
5. *Display Dot Matrix* berfungsi sebagai komponen tampilan penghitung waktu.



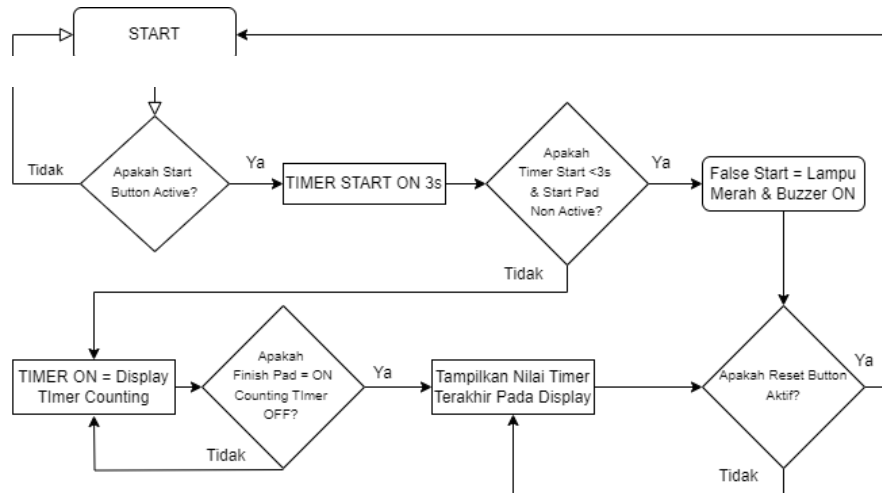
Gambar 1. Diagram pengkabelan perangkat keras



Gambar 2. Rencana Pemasang Sistem Pewaktu digital pada *Wall Climbing*

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem pewaktu kompetisi panjat dinding digital disusun berdasarkan regulasi IFSC. Secara umum prosedur kerja sistem yang dibuat diperlihatkan pada gambar 3.

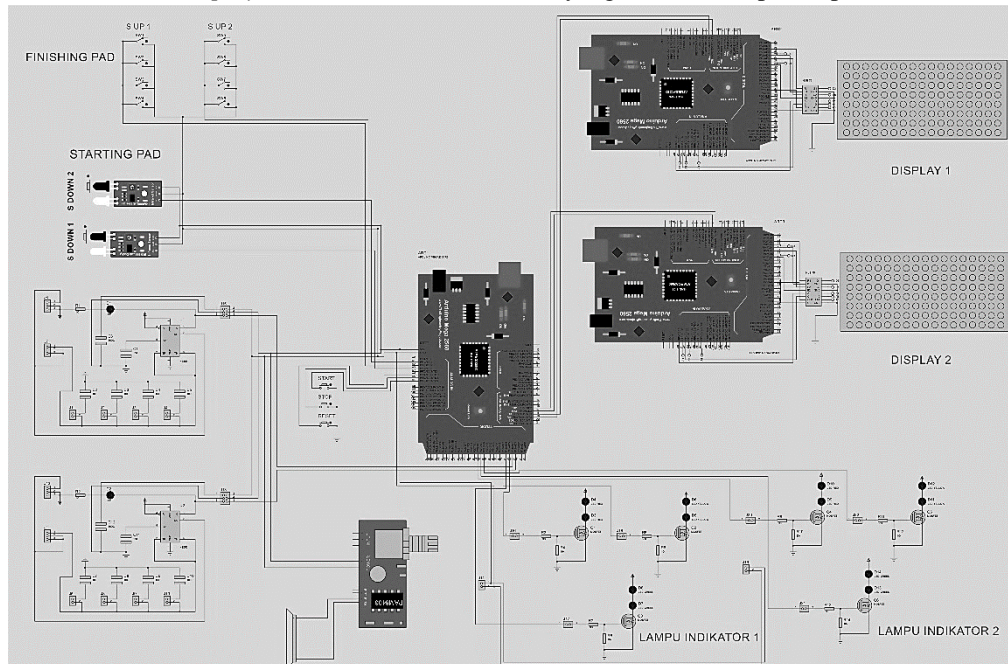


Gambar 3. Diagram Alir Sistem Pewaktu digital pada Wall Climbing

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perangkat Keras Sistem Pewaktu Kompetisi Panjat Dinding Digital

Secara keseluruhan sistem pewaktu kompetisi panjat dinding digital merupakan gabungan dari rangkaian yang terdiri dari pusat kendali dan pemroses data menggunakan arduino Mega2650 yang memproses data masukan dari *push button*, *limit switch*, sensor TCRT5000 dan data keluaran pada Lampu Indikator, *Buzzer*, dan *Dot Matrix Display* P10 RGB. Skematik sistem yang dibuat ditampilkan pada Gambar 4.



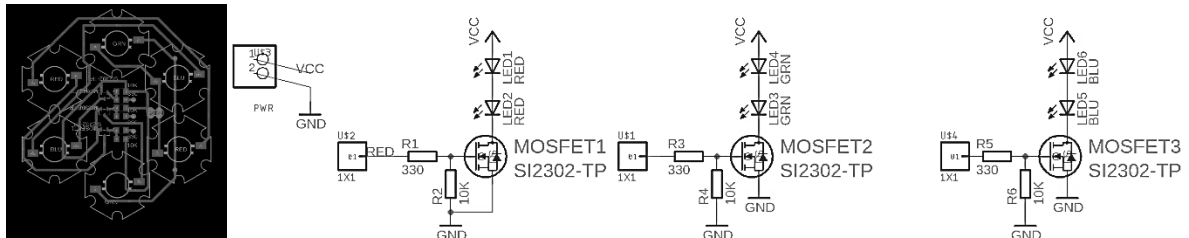
Gambar 4. Skematik Sistem secara keseluruhan

3.1.1. Rangkaian Sensor IR pada *Starting Pad*

Sensor inframerah (IR) adalah perangkat elektronik yang mengukur dan mendeteksi radiasi infra merah di lingkungan sekitar. Pada Sistem Pewaktu Kompetisi Panjat Dinding Digital, sensor ini digunakan untuk mendeteksi posisi pijakan peserta *speed climbing* (*starting Pad*). Sensor ini bekerja dengan cara menangkap pancaran infra merah, kemudian pancaran infra merah yang tertangkap akan masuk melalui lensa dan mengenai sensor *pyroelectric*, sinar infra merah mengandung energi panas membuat sensor *pyroelectric* dapat menghasilkan arus listrik.

3.1.2. Rangkaian Indikator Lomba menggunakan lampu LED

Pada sistem pewaktu kompetisi panjat dinding digital terdapat lampu indikator yang menampilkan kondisi normal (warna hijau), kondisi persiapan (warna kuning) dan kondisi ada pelanggaran (warna merah). Pada penelitian ini lampu indikator menggunakan rangkaian lampu LED yang dikendalikan menggunakan rangkaian MOSFET sebagai penguat arus sumber lampu LED. *MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)* adalah sebuah transistor yang digunakan untuk mengatur arus yang mengalir melalui suatu sirkuit elektronik. *MOSFET* merupakan salah satu jenis transistor yang memiliki kemampuan *switching* yang cepat.



Gambar 5. Rangkaian Indikator LED

3.2. Pengujian akurasi sistem

Pengujian akurasi sistem pewaktu kompetisi panjat dinding digital bertujuan untuk mengetahui bahwa sistem dapat mencatat waktu dengan tepat dan akurat dengan membandingkan hasilnya dengan *stopwatch*.

Tabel 1. Pengujian Akurasi Sistem Pewaktu Kompetisi Panjat Dinding Digital

No. Uji Coba	Sistem pewaktu yang dibuat (detik)	Sistem Pembanding (detik)	Selisih (detik)	Rerata Error (%)
1	60,014	60,89	0,876	1,43866
2	59,91	60,93	1,02	1,674052
3	59,809	60,75	0,941	1,548971
4	59,964	60,93	0,966	1,585426
5	60,166	61,12	0,954	1,560864
6	60,118	60,99	0,872	1,429743
7	59,962	60,89	0,928	1,52406
8	59,859	60,93	1,071	1,757755
9	59,76	60,75	0,99	1,62963
10	59,964	60,93	0,966	1,585426
11	60,165	61,12	0,955	1,5625
12	60,064	60,99	0,926	1,518282
Rerata	59,97958	60,935	0,955417	1,567947

Berdasarkan hasil pengujian akurasi sistem yang diperlihatkan pada tabel 1, sistem yang dibuat memiliki selisih pewaktuan sebesar 0,9 detik dengan rerata error sebesar 1,55% dibandingkan dengan nilai pewaktuan pada *stopwatch*.



Gambar 6. Dokumentasi pengujian sistem pewaktu kompetisi panjat dinding digital

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa sistem pewaktu kompetisi panjat dinding digital dapat dibuat dengan menggunakan rangkaian elektronik berbasis mikrokontroler. Sistem Pewaktu Kompetisi Panjat Dinding Digital merupakan gabungan dari rangkaian-rangkaian yang terdiri dari pusat kendali dan pemroses data menggunakan Modul arduino Mega2650 yang memproses data masukan dari *push button*, *limit switch*, sensor TCRT5000 dan menampilkan data keluaran pada Lampu Indikator, *Buzzer*, dan *Dot Matrix Display*. Berdasarkan data hasil pengujian akurasi sistem yang dibuat memiliki selisih pewaktuan sebesar 0,9 detik dengan rerata error sebesar 1,55% dibandingkan dengan nilai pewaktuan pada *stopwatch*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. H. Press, Ed., *Mountaineering: The Freedom of the Hills*, 6th ed. Swan Hill Press, 1997.
- [2] "Speed climbing," 2024. https://en.wikipedia.org/wiki/Speed_climbing (accessed Jun. 01, 2024).
- [3] IFSC, *Speed Licence Rules –Speed Walls*. 2022.
- [4] D. G. Pambayun, T. Rahayu, and ..., "Web Application Based Assessment and Ranking Development Model in Rock Climbing," ... *Educ. Sport.*, vol. 10, no. 2, pp. 211–216, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpes/article/view/48885%0Ahttps://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpes/article/download/48885/19777>.
- [5] R. Hasan Pramudito, H. Tolle, and W. S. Wardhono, "Pengembangan Aplikasi Mobile Pencatat Hasil Lomba Tembak Reaksi menggunakan Stop plate Sensor Getar berbasis Arduino," *J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 10, pp. 3552–3561, 2020, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [6] R. Hidayat, R. A. Darajatun, R. Setiawan, and V. P. Fahrani, "Alat Pengukur Kecepatan Lari Berbasis Mikrokontroler," *Barom. Unsika*, vol. 4, no. 1, pp. 167–173, 2019.
- [7] R. Rahmat, A. Rusdiana, A. Supriyatna, U. P. Indonesia, J. Setiabudhi, and N. Bandung, "Pengembangan Alat Ukur Kecepatan Lari," *J. Terap. Ilmu Keolahragaan*, vol. 01, no. 01, pp. 34–39, 2016.
- [8] A. Sanjaya, "Rancang Bangun Alat Perhitungan aktu Lomba Wall Climbing Berbasis Arduino," 2019.
- [9] F. Stapel, "Automated Grade Classification and Route Generation with Affordances on Climbing Training Boards," vol. 1, no. 1, pp. 1–27, 2017, [Online]. Available: http://essay.utwente.nl/94487/%0Ahttp://essay.utwente.nl/94487/1/Stapel_MA_EEMCS.pdf.
- [10] S. Hutaaruk, P. Siagian, and L. Sianturi, "Scoreboard wireless universal based on microcontroller," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 420, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/420/1/012052.
- [11] M. S. Rifki, D. Pranata, E. Sepdanius, and W. W. Dinata, "Pengembangan alat round count timer menggunakan wireless sensor untuk latihan kebugaran," *J. Sport Educ.*, vol. 4, no. 1, p. 19, 2021, doi: 10.31258/jope.4.1.19-29.
- [12] M. J. Michenthaler, "Automated scoring in climbing competitions," 2022, [Online]. Available: https://web.archive.org/web/20220511070209id_/https://repositum.tuwien.at/bitstream/20.500.12708/20091/1/Michenthaler_Maximilian_-_2022_-_Automated_scoring_in_climbing_competitions.pdf.
- [13] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabet, 2008.
- [14] Product Reference Manual Arduino Mega 2560, "Target Areas," 2024. doi: 10.1016/S0140-6736(72)91649-2.
- [15] V. Semiconductors, "Vishay Semiconductors BLOCKING FILTER PARAMETER SYMBOL Vishay Semiconductors Reflective Optical Sensor with PARAMETER PARAMETER," *Pulse*. pp. 1–6, 2002.