

ESP32-Based Smart Mat for Detecting and Counting Exercise Repetitions

[Matras Cerdas Berbasis Esp32 Untuk Mendeteksi Dan Menghitung Repetisi Latihan]

Wanda Andika Pramudita¹⁾, Izza Anshory*²⁾, Agus Hayatal Falah³⁾, Dwi Hadidjaja Rasjid Saputra⁴⁾

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

³⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

⁴⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: izzaanshory@umsida.ac.id

Abstract. Exercise is an important activity for maintaining physical health and fitness. However, in practice, many people find it difficult to manually count the number of repetitions or track the duration of their workouts, which can make their workouts less effective. This study aims to design and implement an ESP32-Based Smart Mat capable of detecting movements and automatically counting repetitions for push-ups, sit-ups, and planks. The system uses an FSR sensor to detect body pressure and a VL53L0X sensor to measure changes in body distance. Sensor data is processed by the ESP32 microcontroller, and the results are displayed on an OLED screen and via a buzzer as notifications. The research method employed was an experimental approach using prototype development, encompassing the stages of design, device fabrication, sensor testing, and system testing. Test results showed that the FSR sensor responded well to pressure, while the VL53L0X sensor had a low error rate ranging from 0% to 2%. In system testing, the device was able to count push-up repetitions with a 4% error, sit-ups with a 4%–20% error, and plank measurements with a 0% error. Based on these results, the developed smart mat functions effectively as a practical, accurate, and efficient tool for self-monitoring exercise.

Keywords - ESP32; smart mat; FSR sensor; VL53L0X; exercise repetitions; sports.

Abstrak. Olahraga merupakan aktivitas penting untuk menjaga kesehatan dan kebugaran tubuh. Namun, dalam pelaksanaannya banyak orang mengalami kesulitan dalam menghitung jumlah repetisi maupun durasi latihan secara manual, sehingga latihan menjadi kurang efektif. Penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan Matras Cerdas Berbasis ESP32 yang mampu mendeteksi gerakan serta menghitung repetisi latihan push-up, sit-up, dan plank secara otomatis. Sistem menggunakan sensor FSR untuk mendeteksi tekanan tubuh dan sensor VL53L0X untuk mengukur perubahan jarak tubuh. Data sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32, kemudian hasil ditampilkan pada layar OLED dan buzzer sebagai notifikasi. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan pendekatan prototype development melalui tahap perancangan, pembuatan alat, pengujian sensor, dan pengujian sistem. Hasil pengujian menunjukkan sensor FSR mampu merespons tekanan dengan baik, sedangkan sensor VL53L0X memiliki tingkat error rendah antara 0% hingga 2%. Pada pengujian sistem, alat mampu menghitung repetisi push-up dengan error 4%, sit-up dengan error 4%–20%, serta pengukuran plank dengan error 0%. Berdasarkan hasil tersebut, matras cerdas yang dikembangkan mampu bekerja dengan baik sebagai alat bantu monitoring olahraga mandiri yang praktis, akurat, dan efisien.

Kata Kunci - ESP32; matras cerdas; sensor FSR; VL53L0X; repetisi latihan; olahraga.

I. PENDAHULUAN

Olahraga adalah bagian tak terpisahkan dari kehidupan sekaligus menjadi salah satu kebutuhan fisik yang penting bagi manusia[1][2]. Melalui aktivitas olahraga, seseorang dapat meningkatkan sistem imunitas tubuh sehingga tidak mudah terserang penyakit[3]. Aktivitas fisik terbukti dapat meningkatkan daya tahan tubuh, memperkuat otot, serta menjaga kebugaran jantung dan paru-paru. Olahraga memiliki banyak sekali variasi yang bisa digunakan mulai dari menggunakan bola, alat gym, alat lain seperti raket dan sejenisnya, juga bisa menggunakan badan saja[4]. Beberapa latihan dasar seperti push-up, sit-up, dan plank sering dipilih karena tidak memerlukan peralatan tambahan dan dapat dilakukan di rumah[5]. Namun dalam praktiknya banyak orang mengalami kelupaan dan susah menghitung repetisi maupun jumlah waktu yang dilakukan dengan benar[6]. Hal ini menyebabkan kurang efektifnya latihan serta sulit untuk memantau perkembangan kebugaran secara konsisten[7][8].

Perkembangan teknologi digital di Indonesia menghadirkan berbagai jenis media dan aplikasi yang dapat mendukung kemajuan di bidang olahraga[9]. Dengan teknologi mikroprosesor dan sensor memungkinkan terciptanya perangkat pintar yang dapat membantu pengguna dalam aktivitas olahraga. Pemanfaatan sensor pada sistem otomatis

dapat meningkatkan ketepatan pembacaan data serta mendukung kinerja perangkat olahraga secara lebih akurat dan efisien[10]. ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems sebagai generasi penerus dari ESP8266[11]. Keunggulan ESP32 dalam hal pengolahan data dan konektivitas menjadi alasan utama pemilihannya sebagai pusat kendali sistem ini[12]. Selain itu, kemampuan ESP32 dalam mengolah data melalui pemrograman serta dukungan teknologi IoT berupa modul Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi menjadikannya salah satu mikrokontroler yang relevan dan mendukung kebutuhan industri pada era digital saat ini[13][14]. Penerapan sistem otomatis berbasis sensor dan mikrokontroler dapat meningkatkan efisiensi, kemudahan pengendalian, ketepatan proses, serta mendukung aktivitas masyarakat secara lebih praktis, modern, dan efektif[15][16]. Dengan memanfaatkan teknologi ini, dimungkinkan untuk membuat sebuah matras cerdas yang dapat membantu pengguna dalam mendeteksi gerakan tubuh serta menghitung jumlah repetisi latihan secara otomatis.

Pendekatan serupa sebelumnya telah diteliti oleh Ramadhan (2024) mengembangkan sistem monitoring push-up menggunakan sensor flex berbasis ESP32 dengan tingkat akurasi 90%[17]. Sistem ini mendeteksi sudut kelengkungan tubuh dan menampilkan hasil melalui aplikasi smartphone. Sementara itu, penelitian oleh Sholihin et al. (2024) merancang alat monitoring olahraga berbasis IoT menggunakan ESP32 dan beberapa sensor biometrik seperti detak jantung dan suhu tubuh dengan tingkat error kurang dari 5%[18].

Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini menggabungkan matras dengan sensor FSR dan VL53L0X untuk mendeteksi tekanan dan jarak tubuh dalam menghitung repetisi latihan secara otomatis. Pendekatan ini memungkinkan peningkatan akurasi serta fleksibilitas dalam mendeteksi berbagai jenis latihan seperti push-up, sit-up, dan plank tanpa bergantung pada koneksi internet atau perangkat tambahan. Hasil deteksi repetisi ditampilkan melalui layar OLED, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengetahui jumlah gerakan yang telah dilakukan[19]. Pemilihan OLED sebagai media tampilan didasarkan pada keunggulannya, yaitu memiliki kontras piksel yang tajam serta tidak memerlukan pencahayaan belakang tambahan, sehingga konsumsi daya menjadi lebih efisien dalam penerapannya pada sistem[20]. Dengan adanya matras cerdas ini, diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam melakukan olahraga mandiri, memberikan data yang lebih akurat, serta meningkatkan motivasi berolahraga karena adanya sistem monitoring yang modern dan praktis

Peneliti mengangkat penelitian ini dengan judul Matras Cerdas Berbasis ESP32 Untuk Mendeteksi Dan Menghitung Repetisi Latihan, dikarenakan penelitian ini penting dilakukan untuk merancang sebuah perangkat yang tidak hanya mendukung aktivitas olahraga sederhana, tetapi juga memadukan teknologi dengan gaya hidup sehat sehingga memberikan manfaat nyata bagi masyarakat yang ingin menjaga kebugaran tubuhnya.

II. METODE

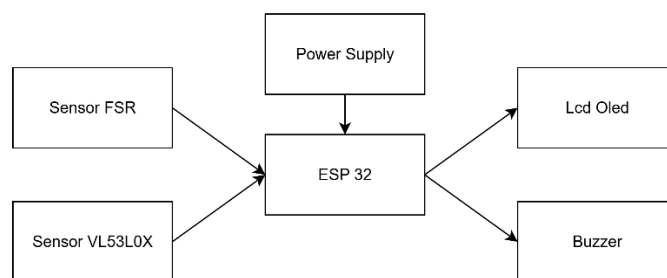
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan *prototype development*. Pendekatan ini berfokus pada penyajian elemen sistem yang dapat langsung diamati oleh pengguna, sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi kebutuhan serta melakukan penyempurnaan sistem sesuai dengan kebutuhan pengembangan[21]. Sistem dibangun sebagai prototipe matras cerdas dengan sensor untuk mendeteksi gerakan push-up, sit-up, dan plank. Data sensor diproses oleh ESP32 untuk menghitung repetisi, lalu ditampilkan pada layar OLED dengan buzzer sebagai indikator.

Metode eksperimen dipilih karena penelitian ini menekankan pada pengujian performa alat untuk mengetahui akurasi dan keandalan sistem dalam mendeteksi serta menghitung repetisi latihan. Proses penelitian meliputi perancangan, pembuatan prototipe, pengujian sistem, dan analisis hasil.

1. Desain Sistem

a. Blok Diagram

Untuk memudahkan pemahaman cara kerja alat, digunakan blok diagram yang menunjukkan alur dari input sensor, proses pada mikrokontroler, hingga output yang dihasilkan.

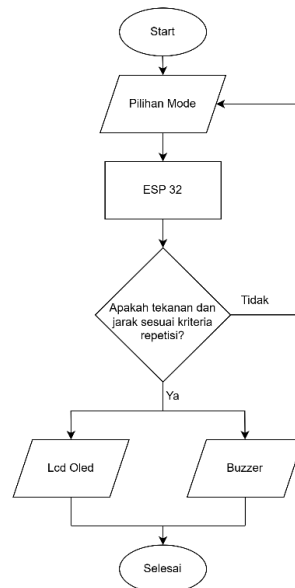


Gambar 1. Blok diagram sistem

Blok diagram pada Gambar 1 menunjukkan hubungan kerja antar komponen utama. Power supply menyuplai tegangan ke ESP32 dan komponen lain. Sensor FSR mendeteksi tekanan pada matras, sedangkan sensor VL53L0X mengukur jarak atau perubahan posisi. Data dari sensor diproses oleh ESP32 dan hasilnya ditampilkan pada LCD OLED dengan buzzer sebagai notifikasi. Dengan demikian, blok diagram ini menggambarkan alur sistem dari akuisisi data, pemrosesan, hingga output.

b. Flowchart Sistem

Untuk menjelaskan alur kerja sistem secara rinci, digunakan flowchart yang menggambarkan proses dari deteksi gerakan hingga output yang ditampilkan, sehingga memudahkan pemahaman mekanisme kerja sistem.



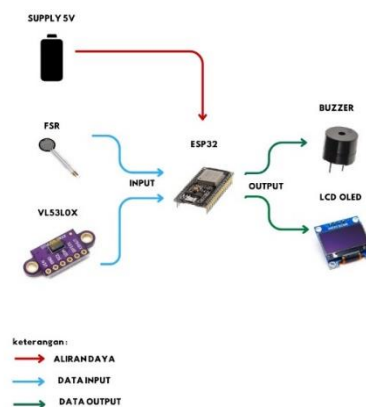
Gambar 2. Flowchart sistem

Alur kerja sistem dimulai dari kondisi Start, kemudian sensor mendeteksi gerakan yang diproses oleh ESP32. Sistem mengecek apakah tekanan dan jarak sesuai kriteria repetisi; jika tidak, kembali ke deteksi gerakan, dan jika sesuai, hasil ditampilkan pada LCD OLED serta buzzer memberi notifikasi. Proses berlanjut hingga kondisi Selesai. Flowchart ini menggambarkan alur logika sistem dalam mendeteksi, memproses, dan menyajikan hasil repetisi latihan.

2. Desain Alat

a. Perancangan Elektronika

Perancangan elektronika dilakukan untuk mengatur rangkaian dan konfigurasi komponen seperti mikrokontroler, sensor, dan display agar saling terhubung dengan baik, sehingga sistem dapat bekerja stabil dan menghasilkan data yang akurat.

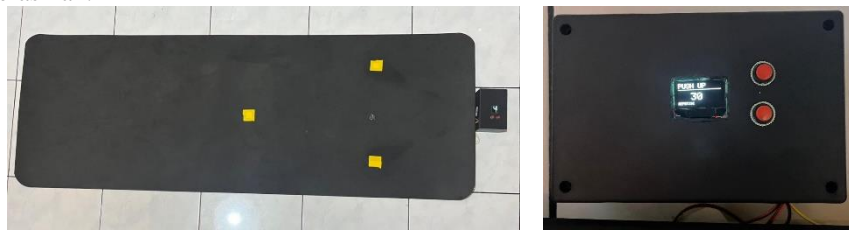


Gambar 3. Perancangan Alat

Perancangan elektronika mencakup penyusunan rangkaian dan konfigurasi komponen utama seperti ESP32, sensor FSR, sensor VL53L0X, LCD OLED, dan buzzer. Integrasi sistem matras cerdas ini memanfaatkan sensor FSR untuk mendeteksi tekanan tubuh pada matras dan sensor VL53L0X untuk mengukur perubahan jarak tubuh. Kedua sensor berperan sebagai input yang terhubung ke ESP32, lalu diproses untuk menentukan repetisi gerakan secara otomatis. Hasil perhitungan ditampilkan pada layar OLED sebagai informasi visual, sedangkan buzzer memberikan notifikasi suara setiap kali satu repetisi terdeteksi. Seluruh rangkaian mendapat suplai daya dari sumber 5V sehingga sistem dapat bekerja secara terintegrasi dan real-time.

b. Perancangan Hardware

Selain perancangan elektronika, dilakukan perancangan hardware untuk mengatur tata letak komponen agar rapi dan mudah digunakan, sehingga alat dapat berfungsi optimal dan nyaman saat dioperasikan.



Gambar 4. Desain Alat

Perancangan hardware berfokus pada bentuk fisik alat serta penempatan komponen elektronik agar tersusun rapi dan fungsional. Sensor, mikrokontroler, LCD OLED, dan buzzer ditempatkan sesuai kebutuhan, dengan mempertimbangkan aspek kepraktisan, kekuatan konstruksi, dan kenyamanan pengguna. Dengan rancangan tersebut, hardware dapat mendukung kinerja sistem secara optimal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Sensor

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap masing-masing sensor yang digunakan dalam sistem untuk mengetahui karakteristik, tingkat respons, serta keakuratan dalam mendeteksi input yang diberikan. Pengujian dilakukan secara terpisah pada setiap sensor sebelum diintegrasikan ke dalam sistem secara keseluruhan.

1. Pengujian Sensor FSR (Force Sensitive Resistor)

Pengujian sensor FSR dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi tekanan yang diberikan oleh tubuh pengguna saat melakukan latihan. Pengujian dilakukan dengan memberikan beberapa variasi tekanan pada permukaan sensor.

Tabel 1. Pengujian Sensor FSR

Sensor	Kondisi Sensor	Nilai Analog	Keterangan
FSR 1	Tidak ditekan	0	Tidak terdeteksi
	Tekanan ringan	756	Terdeteksi kecil
	Tekanan sedang	1477	Terdeteksi kuat
	Tekanan kuat	3918	Terdeteksi sangat kuat
FSR 2	Tidak ditekan	0	Tidak terdeteksi
	Tekanan ringan	960	Terdeteksi kecil

FSR 3	Tekanan sedang	1617	Terdeteksi kuat
	Tekanan kuat	4095	Terdeteksi sangat kuat
	Tidak ditekan	0	Tidak terdeteksi
	Tekanan ringan	806	Terdeteksi kecil
	Tekanan sedang	1653	Terdeteksi kuat
	Tekanan kuat	3941	Terdeteksi sangat kuat

Berdasarkan hasil pengujian terhadap tiga sensor FSR, yaitu FSR 1, FSR 2, dan FSR 3, diketahui bahwa seluruh sensor menunjukkan respon yang baik terhadap variasi tekanan yang diberikan. Pada kondisi tanpa tekanan, semua sensor menghasilkan nilai analog 0 yang menandakan tidak adanya deteksi. Ketika diberikan tekanan ringan, nilai analog mulai meningkat pada masing-masing sensor, menunjukkan bahwa sensor sudah mampu mendeteksi kontak awal dari tubuh pengguna.

Pada kondisi tekanan sedang hingga kuat, nilai analog meningkat secara signifikan pada seluruh sensor. FSR 1, FSR 2, dan FSR 3 menunjukkan pola yang serupa, yaitu semakin besar tekanan yang diberikan maka semakin tinggi nilai analog yang dihasilkan. Nilai maksimum yang mendekati batas ADC menunjukkan bahwa sensor mampu merespon tekanan tinggi dengan sangat baik dan konsisten.

Secara keseluruhan, ketiga sensor FSR memiliki karakteristik yang serupa dalam mendeteksi tekanan, meskipun terdapat sedikit perbedaan nilai antar sensor. Perbedaan tersebut masih dalam batas wajar dan dapat disebabkan oleh faktor sensitivitas sensor, posisi pemasangan, serta distribusi tekanan. Dengan demikian, sensor FSR dinilai efektif untuk digunakan dalam mendeteksi tekanan tubuh pada matras sebagai bagian dari sistem penghitungan repetisi latihan.

2. Pengujian Sensor VL53L0X (Sensor Jarak)

Pengujian sensor VL53L0X dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap pengukuran jarak menggunakan alat ukur manual (penggaris).

Tabel 2. Pengukuran Sensor VL53L0X

Jarak Aktual (cm)	Jarak Sensor (cm)	Error (%)
5 cm	5,1 cm	2 %
10 cm	10 cm	0 %
15 cm	14,9 cm	0,67 %
20 cm	19,8 cm	1 %
25 cm	24,9 cm	0,4 %

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sensor VL53L0X menunjukkan kinerja yang baik dalam mengukur jarak dengan tingkat akurasi yang tinggi. Nilai error yang diperoleh berada pada rentang 0% hingga 2%, di mana error terbesar terjadi pada jarak 5 cm sebesar 2%, sedangkan pada jarak 10 cm tidak terdapat error. Pada jarak lainnya, yaitu 15 cm, 20 cm, dan 25 cm, nilai error relatif kecil masing-masing sebesar 0,67%, 1%, dan 0,4%.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor VL53L0X memiliki tingkat presisi yang cukup tinggi dalam membaca jarak pada rentang pengujian yang dilakukan. Nilai error yang cenderung menurun pada jarak yang lebih jauh menunjukkan bahwa sensor bekerja lebih stabil pada jarak menengah. Perbedaan kecil antara jarak aktual dan hasil pembacaan sensor dapat disebabkan oleh faktor lingkungan seperti sudut pantulan objek, permukaan objek, serta kondisi pencahayaan di sekitar sensor.

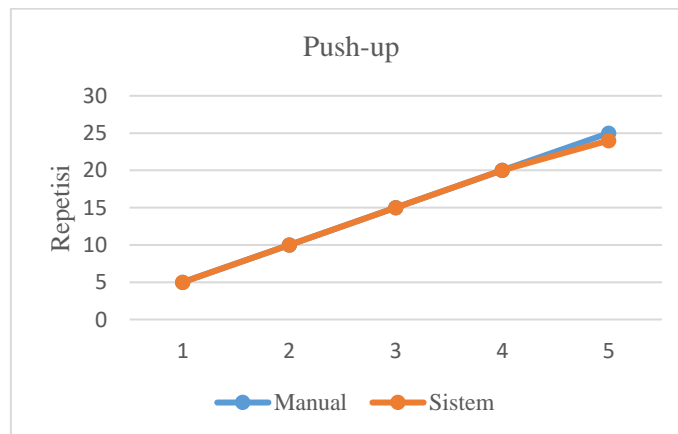
Secara keseluruhan, sensor VL53L0X dapat dikategorikan memiliki performa yang baik dan layak digunakan dalam sistem matras cerdas. Dengan tingkat error yang rendah, sensor ini mampu mendukung proses pendeteksian perubahan posisi tubuh secara akurat, sehingga berperan penting dalam meningkatkan kinerja sistem dalam mendeteksi dan menghitung repetisi latihan.

B. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan membandingkan jumlah repetisi yang dihitung oleh sistem dengan perhitungan manual sebagai acuan (*ground truth*). Perhitungan manual dilakukan oleh pengamat untuk meningkatkan keakuratan data.

1. Pengujian Push-up

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam mendeteksi dan menghitung repetisi latihan, dengan menggunakan perhitungan manual sebagai *ground truth* untuk menentukan tingkat akurasi sistem.



Gambar 5. Grafik Pengujian Push-up

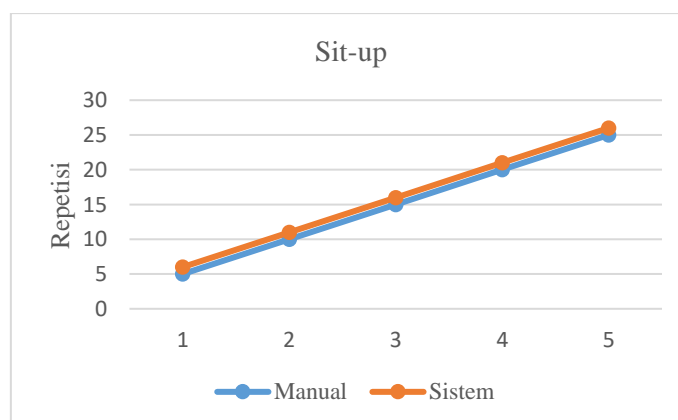
Berdasarkan grafik yang ditampilkan, terlihat bahwa garis repetisi manual dan repetisi sistem hampir sepenuhnya berimpit pada setiap titik pengujian. Pada pengujian ke-1 hingga ke-4, nilai yang dihasilkan oleh sistem sama persis dengan perhitungan manual, yaitu 5, 10, 15, dan 20 repetisi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang sangat baik pada sebagian besar percobaan.

Perbedaan mulai terlihat pada pengujian ke-5, di mana nilai manual menunjukkan 25 repetisi, sedangkan sistem membaca 24 repetisi. Pada grafik, hal ini tampak sebagai sedikit penurunan garis sistem dibandingkan garis manual. Selisih ini menghasilkan error sebesar 4%, yang tergolong kecil dan masih dalam batas toleransi.

Secara keseluruhan, grafik menunjukkan tren linear yang konsisten antara data manual dan sistem. Hal ini menandakan bahwa sistem mampu mengikuti pola peningkatan repetisi dengan baik. Penyimpangan kecil yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh faktor seperti kecepatan gerakan, kelelahan pengguna, atau respon sensor yang sedikit terlambat. Dengan demikian, sistem dapat dikatakan memiliki performa yang akurat dan stabil dalam menghitung repetisi push-up.

2. Pengujian Sit-up

Pengujian sit-up dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi dan menghitung jumlah repetisi gerakan sit-up secara otomatis. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan sistem dengan perhitungan manual sebagai acuan (*ground truth*).



Gambar 6. Grafik Pengujian Sit-up

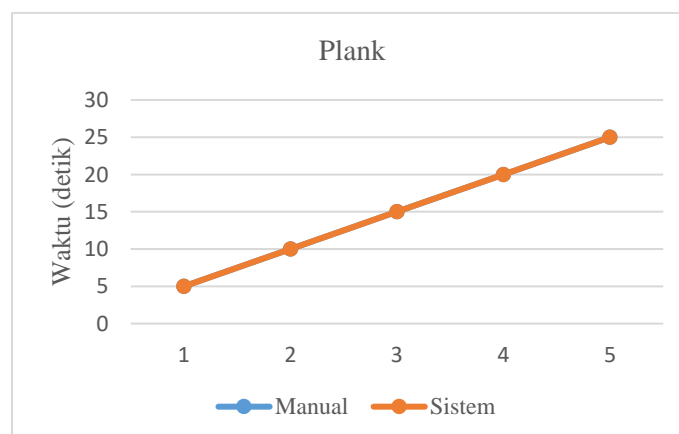
Berdasarkan grafik hasil pengujian sit-up, terlihat bahwa nilai repetisi yang dihasilkan oleh sistem cenderung sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan perhitungan manual pada seluruh titik pengujian. Pada pengujian pertama hingga kelima, sistem selalu mencatat kelebihan satu repetisi dibandingkan data manual, yaitu masing-masing 6, 11, 16, 21, dan 26 dibandingkan dengan 5, 10, 15, 20, dan 25.

Jika dilihat dari pola grafik, kedua garis menunjukkan tren linear yang sama, yang menandakan bahwa sistem mampu mengikuti peningkatan jumlah repetisi dengan baik. Namun, adanya selisih konstan antara kedua garis menunjukkan bahwa sistem mengalami kecenderungan overcounting atau menghitung lebih banyak dari seharusnya. Nilai error terbesar terjadi pada jumlah repetisi yang kecil, yaitu sebesar 20% pada 5 repetisi. Seiring bertambahnya jumlah repetisi, nilai error mengalami penurunan menjadi 10%, 6,67%, 5%, hingga 4%. Hal ini disebabkan karena selisih satu repetisi memiliki pengaruh yang lebih besar pada jumlah data yang kecil dibandingkan dengan jumlah data yang lebih besar.

Secara keseluruhan, sistem tetap menunjukkan konsistensi dalam mendeteksi pola gerakan sit-up, namun akurasi masih perlu ditingkatkan. Selisih tersebut kemungkinan disebabkan oleh sensitivitas sensor yang tinggi, noise pada pembacaan, atau gerakan pengguna yang kurang stabil. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian parameter seperti threshold agar hasil perhitungan menjadi lebih presisi.

3. Pengujian Plank

Pengujian plank bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam mendeteksi dan menghitung durasi waktu secara akurat ketika pengguna berada pada posisi plank. Data hasil pengujian diperoleh dengan membandingkan hasil pengukuran sistem terhadap pengukuran manual



Gambar 7. Grafik Pengujian Plank

Berdasarkan grafik hasil pengujian plank, terlihat bahwa nilai waktu yang dihasilkan oleh sistem sama persis dengan pengukuran manual pada seluruh titik pengujian. Pada setiap percobaan, baik manual maupun sistem menunjukkan nilai yang identik, yaitu 5, 10, 15, 20, dan 25 detik. Hal ini menyebabkan kedua garis pada grafik saling berhimpit tanpa adanya perbedaan.

Kesamaan antara hasil sistem dan pengukuran manual menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi dalam mendeteksi durasi waktu. Tidak ditemukan adanya selisih atau penyimpangan pada seluruh data, sehingga nilai error pada pengujian ini adalah 0%. Hal ini menunjukkan bahwa komponen pengukuran waktu pada sistem bekerja secara stabil dan konsisten.

Secara keseluruhan, grafik menunjukkan hubungan linear yang sempurna antara waktu manual dan sistem. Hal ini menandakan bahwa sistem sangat andal dalam mengukur durasi latihan plank secara real-time. Dengan tidak adanya error, sistem dapat digunakan sebagai alat bantu yang akurat dalam memonitor waktu latihan tanpa memerlukan alat tambahan seperti stopwatch.

VII. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, prototipe Matras Cerdas Berbasis ESP32 untuk Mendeteksi dan Menghitung Repetisi Latihan berhasil dirancang dan direalisasikan sebagai alat bantu olahraga mandiri. Sistem ini memanfaatkan sensor FSR untuk mendeteksi tekanan tubuh serta sensor VL53L0X untuk mengukur perubahan posisi

tubuh. Seluruh data sensor diproses oleh ESP32, kemudian hasil perhitungan ditampilkan melalui layar OLED dan buzzer sebagai notifikasi. Integrasi komponen tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara real-time dan mendukung aktivitas olahraga dengan lebih praktis.

Hasil pengujian sensor menunjukkan bahwa sensor FSR memiliki respons yang baik terhadap berbagai tingkat tekanan, ditandai dengan peningkatan nilai analog seiring bertambahnya tekanan yang diberikan. Sensor VL53L0X juga menunjukkan performa yang akurat dengan nilai error rendah pada rentang pengukuran 0% hingga 2%. Hal ini membuktikan bahwa kedua sensor layak digunakan sebagai input utama dalam sistem karena mampu memberikan data yang stabil dan mendukung proses deteksi gerakan secara optimal.

Pada pengujian sistem, alat mampu menghitung repetisi push-up dengan tingkat akurasi sangat baik, ditunjukkan dari selisih yang sangat kecil dibandingkan perhitungan manual. Pengujian sit-up menunjukkan sistem masih mengalami sedikit overcounting sehingga memerlukan penyempurnaan threshold sensor. Sementara itu, pengujian plank menghasilkan akurasi sempurna dengan error 0% pada seluruh percobaan. Secara keseluruhan, matras cerdas ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai perangkat monitoring olahraga berbasis teknologi yang akurat, efisien, dan mudah digunakan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing atas arahan, saran, dan bimbingan selama proses penelitian. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada pihak kampus, keluarga, serta teman-teman yang telah memberikan dukungan, doa, dan motivasi hingga penelitian ini selesai dan terlaksana dengan baik.

REFERENSI

- [1] M. A. Syafruddin, A. S. Jahrir, A. Yusuf, U. N. Makassar, and U. N. Makassar, "Jurnal Ilmiah STOK Bina Guna Medan THE ROLE OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS IN FORMING Jurnal Ilmiah STOK Bina Guna Medan," vol. 10, 2022.
- [2] R. Tamania *et al.*, "Kegiatan aktivitas senam olahraga setiap minggu," pp. 1–9, 2023.
- [3] I. Zubaida, R. A. Fernanda, and W. W. N. Firdaus, "Olahraga Kesehatan : Memasyarakatkan Olahraga Untuk Peningkatan Kesehatan," *J. Sport Sci. Tour. Act.*, vol. 1, no. 1, p. 11, 2022, doi: 10.52742/josita.v1i1.15422.
- [4] A. Info, "Upaya meningkatkan hasil belajar lompat jauh gaya jongkok melalui variasi pembelajaran pada siswa sd gajah mada medan," vol. 8, no. 1, pp. 26–30, 2025.
- [5] F. I. Olahraga, "FIO DAN NON FIO TENTANG KONDISI FISIK Abstrak," pp. 95–99.
- [6] N. Lubis, R. H. Lubis, and F. Hidayat, "Penerapan Metode Belajar dalam Mengatasi Masalah Kelupaan Akademik di Fakultas Dakwah dan Komunikasi," vol. 1, no. 2, pp. 10–19, 2025.
- [7] Erianto Fanani, M. Yunus, K. Nilasari, and A. S. Suhartanti, "Dampak Latihan Pound Fit terhadap Profil Lemak Tubuh dan Kebugaran Fisik Wanita Muda yang Kelebihan Berat Badan," *Sport Sci. Heal.*, vol. 7, no. 4, pp. 169–184, 2025, doi: 10.17977/um062v7i42025p169-184.
- [8] C. W. Putri, Annisa Almeida, and Kesi, "Penerapan Strategi Latihan Fisik Terstruktur Untuk Meningkatkan Kebugaran Jasmani Siswa Kelas X Sma Swasta Di Tapanuli Selatan," *PENDALAS J. Penelit. Tindakan Kelas dan Pengabd. Masy.*, vol. 4, no. 1, pp. 89–103, 2025, doi: 10.47006/pendalas.v4i1.495.
- [9] A. Widya and W. Syadzwin, "Komunikasi Olahraga : Promosi dan Pemasaran Olahraga di Era Digital," vol. 5, no. 3, 2024.
- [10] A. H. Falah and M. Rivai, "Implementation of Gas and Sound Sensors on Temperature Control of Coffee Roaster Using Fuzzy Logic Method," pp. 80–85, 2019.
- [11] C. E. Savitri and N. PARAMYTHA, "Sistem Monitoring Parkir Mobil berbasis Mikrokontroler Esp32," *J. Ampere*, vol. 7, no. 2, p. 135, 2022, doi: 10.31851/ampere.v7i2.9199.
- [12] M. Zahir, A. Zikri, D. Apdilah, D. T. Azhari, and H. Kusniadi, "Implementasi Alat Pendeteksi Pencuri Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Sensor Magnet untuk Keamanan Rumah," vol. 4, no. 3, pp. 19436–19441, 2026.
- [13] Tundo, Sodik, K. Setiawan, and R. F. Aula, "Penerapan IoT dengan Algoritma Fuzzy dan Mikrokontroler ESP32 dalam Monitoring Penyiraman," *J. Indones. Manaj. Inform. dan Komun.*, vol. 5, no. 3, pp. 2915–2924, 2024, doi: 10.35870/jimik.v5i3.977.
- [14] M. T. Hilmansyah, S.T. and R. F. A. Ir. Restu Mukti Utomo, M.T., Angga Wahyu Saputra, S.T., M.T., "Rancang Bangun Wireless Battery Monitoring System berbasis ESP32," *Snitt*, pp. 194–199, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/ELKOM/article/view/3088>

- [15] I. Anshory, D. Hadidjaja, and I. Sulistiyowati, "IMPLEMENTASI WASTAFEL CUCI TANGAN OTOMATIS UNTUK PENCEGAHAN COVID-19 IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC HANDWASHING WAIST FOR COVID-19 PREVENTION," vol. 3, no. 2, pp. 154–161, 2021.
- [16] D. W. I. Saputra, "Pemanfaatan Drone untuk Monitoring Lahan Pertanian Berbasis Citra Udara," pp. 1–10.
- [17] F. Ramadhan and A. S. Budi, "Sistem Monitoring Gerakan Push-Up Menggunakan Sensor Flex Berbasis," vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- [18] E. Hesti, E. Susanti, and N. R. Sari, "Rancang Bangun Alat Monitoring pada Sepeda Statis Berbasis Internet of Things," vol. 7, no. 3, pp. 128–137, 2024.
- [19] P. Yoghaswara, I. Anshory, S. D. Ayuni, and U. M. Sidoarjo, "Arduino Design of Papaya Fruit Ripeness Detection Tool Based," vol. 10, no. 1, pp. 45–53, 2023.
- [20] H. Bagas.A, E. Eko Prasetyo, and E. Irmawan, "Rancang Bangun Indikator Parameter Baterai Untuk Pesawat Tanpa Awak Menggunakan Sensor Max 471 Secara Nirkabel," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 7, no. 2, pp. 163–173, 2021, doi: 10.56521/teknika.v7i2.317.
- [21] P. Kustanto, B. K. Ramadhan, and A. Noe, "Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Media Pembelajaran Interaktif," vol. 5, no. 1, pp. 83–94, 2025.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.