

Sistem Counter Push-Up Dan Sit-Up Berbasis Sensor

1st Andri Satia Permana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

andripermana@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Inung Wijayanto
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

iwijayanto@telkomuniversity.ac.id

3rd Sugondo Hadiyoso
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sugondo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Rekrutmen untuk Kepolisian Republik Indonesia (Polri) sangat ketat. Tes fisik dilakukan sebagai tahap rekrutasi seperti tes *push-up* dan *sit-up*. Pada tahun 2023, 11.531 orang telah mendaftar sebagai calon anggota Polri. Jika Tes Kesamaptan Jasmani dilakukan secara manual dan dikombinasikan dengan jumlah calon yang tinggi, menghasilkan proses yang memakan waktu dan sangat melelahkan, baik bagi petugas yang mengawasi maupun peserta yang menjalani tes. Penelitian ini dilakukan untuk membuat sistem counter *push-up* dan *sit-up* berbasis sensor *gyroscope* MPU6050. Pengujian dilakukan dengan 8 responden yang bertujuan mencari nilai ambang batas yang sesuai untuk diterapkan pada sistem serta menguji apakah perangkat keras dapat berfungsi menghitung gerakan *push-up* dan *sit-up* kemudian menampilkan hasil hitungnya pada website yang telah diintegrasikan. Berdasarkan hasil pengujian, perangkat keras sistem counter *push-up* dan *sit-up* dapat mendeteksi dan membedakan gerakan *push-up* dan *sit-up* yang benar dan salah dengan beberapa masukan terkait pengembangan perangkat keras.

Kata kunci— *push-up*, *sit-up*, ESP32, MPU6050, perangkat keras

I. PENDAHULUAN

Rekrutmen untuk Kepolisian Republik Indonesia (Polri) sangat ketat. Serangkaian tes kualifikasi fisik, mental, dan intelektual dilakukan selama tes rekrutmen ini. Tahapan penting adalah pemeriksaan kesehatan menyeluruh, yang mencakup pemeriksaan fisik dan psikologis [1]. Tes fisik atau yang bisa disebut sebagai Tes Kesamaptan Jasmani, seperti tes *push-up* dan *sit-up*, mengukur kekuatan, ketahanan, dan kebugaran calon anggota, yang menunjukkan kemampuan fisik yang diperlukan untuk melakukan tugas militer dan polisi [2]. Pada tahun 2023, 11.531 orang telah mendaftar sebagai calon anggota Polri [3]. Jika Tes Kesamaptan Jasmani dilakukan secara manual dan dikombinasikan dengan jumlah calon yang tinggi, menghasilkan proses yang memakan waktu dan sangat melelahkan, baik bagi petugas yang mengawasi maupun peserta yang menjalani tes. Serangkaian sistem telah dikembangkan untuk mempermudah tes tersebut, seperti sistem yang berbasis Kinect Xbox, dan *video processing*. Namun, kedua sistem tersebut memiliki keterbatasan seperti kinect sudah tidak diproduksi lagi dan membutuhkan latar belakang dan

pencahayaan yang baik. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat menghitung gerakan *push-up* dan *sit-up* secara otomatis yang dapat dipakai di dalam maupun di luar ruangan dengan berbagai macam kondisi. Sistem yang dapat mengatasi keterbatasan tersebut yaitu dengan membuat sistem berbasis sensor yang diterapkan di tubuh pengguna.

Sistem berbasis sensor menggunakan mikrokontroler ESP32-C3 sebagai pengendali dan pemrosesan data, MPU6050 sebagai sensor deteksi, dan baterai CR123A sebagai catu dayanya. Terdapat 2 perangkat keras sebagai *client* dan 1 sebagai *server*. Masing masing perangkat keras berkomunikasi menggunakan Bluetooth Low Energy (BLE).

II. KAJIAN TEORI

A. Sensor

Untuk mendeteksi gerakan *push-up* dan *sit-up* diperlukan sensor yang dapat mendeteksi tingkat kemiringan dan/atau percepatan suatu benda. Sensor ini bertugas mengukur perubahan posisi dan gerakan tubuh saat *push-up* dan *sit-up*. Sensor yang mampu merespons perubahan kemiringan dapat ditempatkan pada tubuh untuk mencatat sudut tubuh selama melakukan gerakan. Penggunaan sensor percepatan dapat memberikan informasi tentang laju perubahan kecepatan tubuh selama berolahraga, sehingga memberikan data yang diperlukan untuk mengidentifikasi dan menghitung pengulangan gerakan. Dengan menggunakan sensor kemiringan, sistem sensor ini dapat memberikan informasi akurat mengenai kualitas dan jumlah *push-up* dan *sit-up* yang dilakukan pengguna

B. Gyroscope

Gyroscope adalah perangkat yang dipasang pada suatu frame dan dapat merasakan kecepatan sudut jika frame tersebut diputar [4]. *Gyroscope* dapat digunakan untuk mengukur putaran pada sumbu tertentu [5]. Untuk mengidentifikasi gerakan dalam *push-up* dan *sit-up*, *gyroscope* mengukur perubahan sudut pada sumbu tertentu. Dalam *push-up*, gerakan tubuh ke atas dan ke bawah menghasilkan perubahan sudut pada sumbu vertikal. Dalam *sit-up*, gerakan tubuh ke atas dan ke bawah menghasilkan perubahan sudut pada sumbu horizontal.

C. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sirkuit terpadu yang dirancang untuk mengatur operasi tertentu, biasanya dengan satu fungsi khusus atau serangkaian tugas [6]. Sangat penting untuk memilih mikrokontroler yang tepat untuk proyek elektronik tertentu. Pada alat penghitung *push-up* dan *sit-up* juga, mikrokontroler berperan penting.

D. Modul TP4056

TP4056 adalah modul untuk mengisi baterai isi ulang Lithium (Li-ion rechargeable battery) yang dilengkapi dengan 2 lampu indikator, masing-masing menunjukkan status saat mengisi ulang (LED merah) dan saat baterai sudah terisi penuh (LED biru). Modul ini menggunakan USB *type C* sebagai input dayanya.

E. Baterai CR123A

Baterai ini merupakan tipe baterai lithium yang dapat diisi ulang, memiliki diameter sekitar 17 mm dengan panjang sekitar 34 mm. Setiap baterai ini memiliki kapasitas sebesar 1.300 MaH sampai 3000 MaH dengan tegangan keluaran sebesar 3 sampai 3,7 volt. Baterai ini berfungsi sebagai catu daya utama untuk mikrokontroler dan sensor.

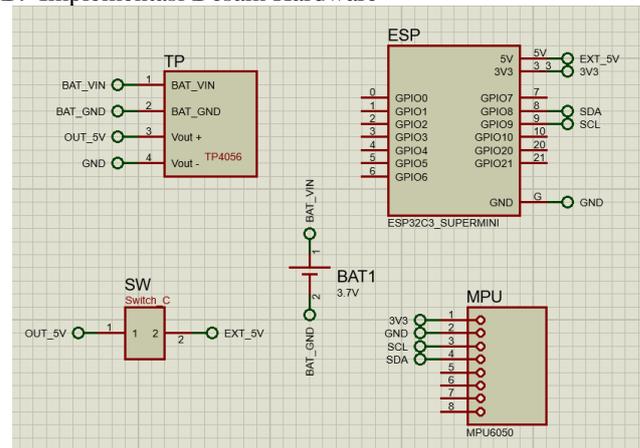
III. METODE

A. Perancangan Perangkat Keras

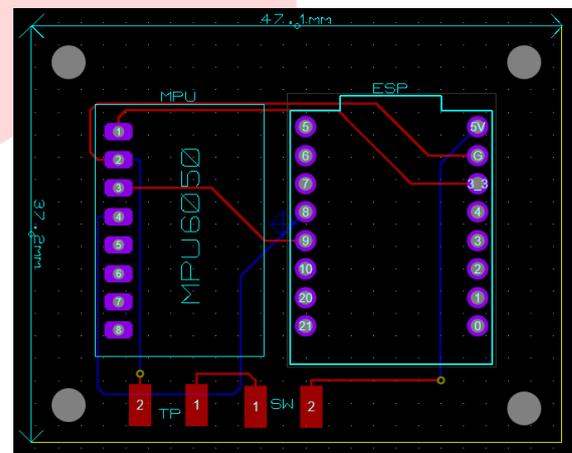
Perencanaan desain perangkat keras sistem counter *push-up* dan *sit-up* berbasis sensor mencakup beberapa komponen penting. Perangkat keras yang dibuat merupakan gabungan dari beberapa modul komponen seperti mikrokontroler ESP32-C3 Super mini, sensor MPU6050, baterai CR123A, dan pengisi dan pemberi daya TP4056. Terdapat 2 perangkat keras sebagai *client* yang akan diterapkan di tubuh pengguna, dan 1 *server* yang berada di sisi penguji. Setiap mikrokontroler pada *client* memiliki nilai ambang batas atas dan bawah untuk mengklasifikasikan nilai “true” dan nilai “false”. Agar sistem dapat mendeteksi gerakan dengan nilai true, nilai *gyroscope* harus melewati kedua ambang batas tersebut.

Ketika perubahan sudut terdeteksi, mikrokontroler *client* akan mengambil nilai yang dihasilkan oleh sensor *gyroscope*. Ketika nilai tersebut melebihi ambang batas atas, maka mikrokontroler akan mendeteksi gerakan *push-up* ataupun *sit-up* sedang berlangsung. Ketika nilai tersebut berubah lebih rendah dari ambang batas bawah kemudian melebihi ambang batas atas kembali, maka dideteksi sebagai 1 kali nilai “true”. Apabila tidak memenuhi kedua kriteria tersebut maka dideteksi sebagai 1 kali nilai “false”. Setelah nilai dideteksi, mikrokontroler *client* akan melakukan *write value* ke mikrokontroler *server* dengan keluaran nilai “true” ataupun “false”. Perangkat *Server* akan menerima keluaran dari kedua *client*. Apabila keduanya bernilai “true”, maka *server* mendeteksi 1 kali gerakan benar. Tetapi jika salah satu bernilai false, maka *server* mendeteksi 1 kali gerakan salah. Masing-masing perangkat berkomunikasi menggunakan Bluetooth Low Energy.

B. Implementasi Desain Hardware



GAMBAR 1.
Rangkaian Schematic



GAMBAR 2.
Desain PCB

Gambar 1 menunjukkan rangkaian *schematic* yang terdiri dari mikrokontroler ESP32-C3, baterai CR123A, sensor MPU6050, *Switch*, dan modul pengisi daya TP4056. Sensor MPU6050 dihubungkan ke ESP32-C3 untuk mendapatkan tegangan, dan mengirimkan keluaran secara langsung ke mikrokontroler. Modul TP4056 terhubung langsung ke baterai, *Switch*, dan pin ground ESP32-C3. Pin 1 *switch* terhubung ke output TP4056 dan pin 2 terhubung ke ESP32-C3 pin masukan 5V untuk mengalirkan tegangan.

Gambar 2 menunjukkan desain *Printed Circuit Board* (PCB). Memiliki panjang 47.1 mm dan lebar 37.2 mm. PCB bertipe double layer dengan bahan FR4 yang di setiap sisi ujungnya terdapat lubang untuk memasukan spacer. Modul MPU6050 dan mikrokontroler ESP32-C3 memiliki tipe pemasangan *thru hole*. Sedangkan *switch*, dan TP4056 memiliki tipe pemasangan *surface mount* agar mudah saat melakukan solder. Dikarenakan baterai terhubung langsung ke TP4056, maka tidak perlu disolder ke PCB. Desain PCB sesuai dengan rangkaian pada gambar 1 dengan pengecualian baterai.



GAMBAR 3.
Hasil Akhir Perangkat Keras

Gambar 3 menunjukkan hasil akhir perangkat keras. Wadah hasil akhir tersebut dapat menampung 1 set PCB beserta komponen-komponen yang dipakai. Wadah tersebut memiliki dimensi 62 x 50 x 41 mm, tebal 1.5 mm dan berbahan *Polylactic Acid plus* yang mempunyai tekstur halus dan lebih kuat daripada *Polylactic Acid* biasa.

C. Penerapan Alat



GAMBAR 4.
Penerapan Alat

Gambar 4 menunjukkan implementasi alat yang dipakai di tubuh pengguna. *Straps* yang digunakan untuk menampung alat berbahan *eva foam* dan dilapisi oleh kain manset agar nyaman saat digunakan. Pada saat melakukan gerakan *sit-up*, perangkat keras yang dipakai berada di dada dan tangan. Sedangkan untuk melakukan *push-up*, perangkat keras yang dipakai berada di tangan dan kaki. Hanya 2 perangkat keras yang dipakai pada gerakan *push-up* karena akan menghambat pada saat melakukan gerakan turun.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan dengan tujuan mencari nilai ambang batas yang sesuai untuk diterapkan pada sistem serta menguji apakah perangkat keras dapat berfungsi menghitung gerakan *push-up* dan *sit-up* kemudian menampilkan hasil hitungannya pada website yang telah diintegrasikan. Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk mendapatkan timbal balik dari

responden terkait dengan kenyamanan alat pada saat digunakan. Pengujian dilakukan oleh 8 orang responden dengan berbagai macam skenario gerakan *push-up* dan *sit-up* yang sesuai dan tidak sesuai dengan aturan Polri.

B. Pengujian



GAMBAR 5.
Pengujian *Push-up*

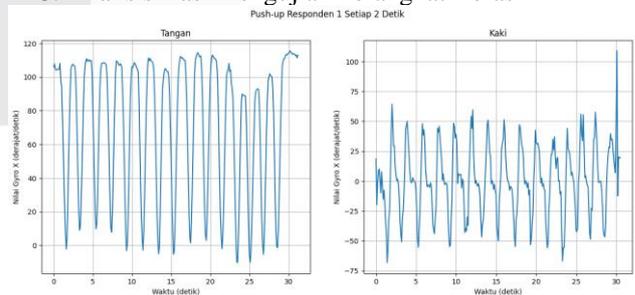


GAMBAR 6.
Pengujian *Sit-up*

Gambar 5 menunjukkan pengujian gerakan *push-up*. Gerakan dimulai dengan tubuh dalam posisi *plank* tinggi, di mana badan dan kaki sejajar. Tangan rapat dengan badan. Kemudian melakukan gerakan *push-up* sampai sebelum menyentuh lantai (± 10 cm di atas lantai) atau siku membentuk sudut di bawah 90 derajat dengan kecepatan yang telah ditentukan, kemudian kembali ke posisi semula.

Gambar 6 menunjukkan pengujian gerakan *sit-up*. Gerakan dimulai dari bawah, posisi badan terlentang dengan kaki ditekuk. Kedua tangan memegang kepala dengan siku menempel ke lantai. Pada saat melakukan gerakan *sit-up* posisi duduk, salah satu tangan digerakan ke arah dalam, lalu kembali ke posisi awal.

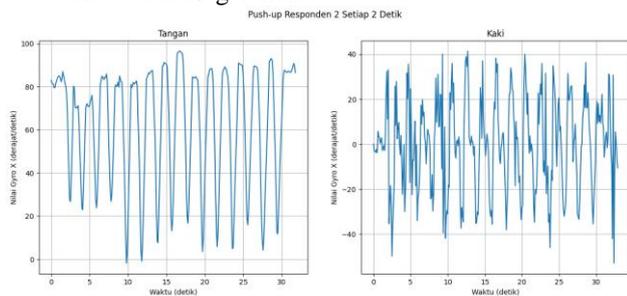
C. Analisis Hasil Pengujian Perangkat Keras



GAMBAR 7.
Push-up responden 1

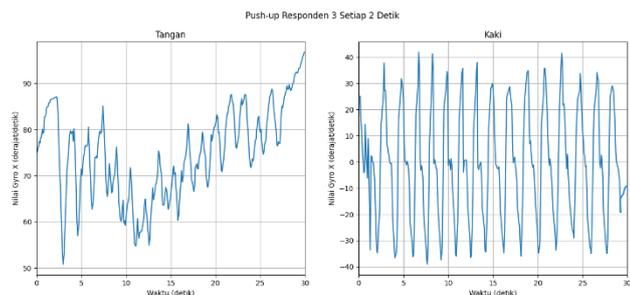
Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian gerakan *push-up* dari Responden 1 dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan kaki. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara 0 hingga 110 derajat per detik, sedangkan data dari kaki

menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -70 hingga 50 derajat per detik. Jumlah gerakan *push-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan.



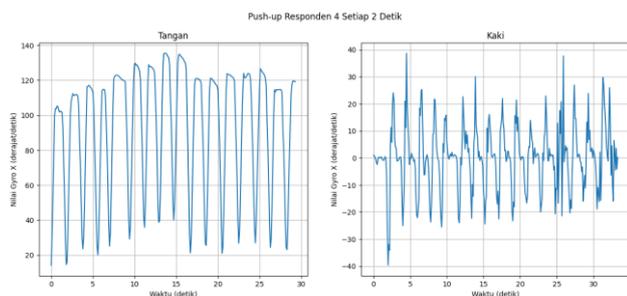
GAMBAR 8. *Push-up* responden 2

Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian gerakan *push-up* dari Responden 2 dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan kaki. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara 0 hingga 90 derajat per detik, sedangkan data dari kaki menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -30 hingga 30 derajat per detik. Jumlah gerakan *push-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Berdasarkan validasi gerakan yang dilakukan oleh polisi dari video pengujian, 5 gerakan awal adalah gerakan yang salah namun gerakan setelahnya benar



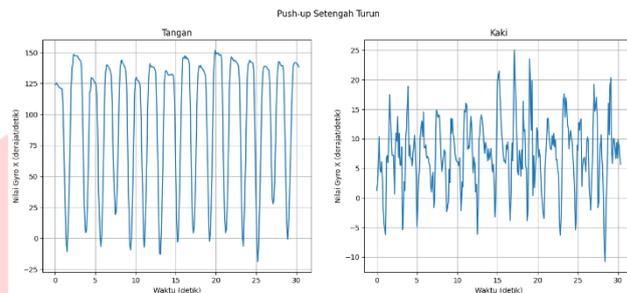
GAMBAR 9. *Push-up* responden 3

Gambar 9 menunjukkan hasil pengujian gerakan *push-up* dari Responden 3 dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan kaki. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *push-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara 50 hingga 100 derajat per detik, sedangkan data dari kaki menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -35 hingga 35 derajat per detik. Jumlah gerakan *push-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Semua gerakan *push-up* yang dilakukan oleh responden 3 tervalidasi sesuai standar oleh polisi



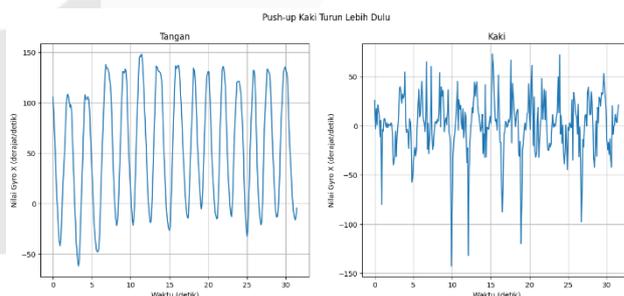
GAMBAR 10. *Push-up* responden 4

Gambar 10 menunjukkan hasil pengujian gerakan *push-up* dari Responden 4 dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan kaki. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara 15 hingga 135 derajat per detik, sedangkan data dari kaki menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -40 hingga 40 derajat per detik. Jumlah gerakan *push-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Semua gerakan *push-up* yang dilakukan oleh responden 4 tervalidasi sesuai standar oleh polisi.



GAMBAR 11. *Push-up* salah responden 5

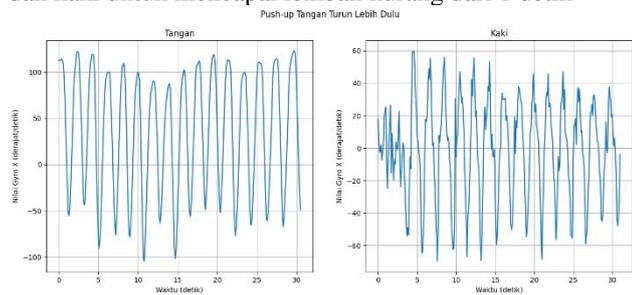
Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian gerakan *push-up* salah dengan ketentuan setengah turun dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan kaki. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *push-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara -20 hingga 150 derajat per detik, sedangkan data dari kaki menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -10 hingga 25 derajat per detik. Jumlah gerakan *push-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Nilai *gyroscope X* kaki hanya mencapai titik rendah atau lembah sekitar -10 derajat per detik, maka grafik menggambarkan gerakan *push-up* yang tidak benar. Nilai *gyroscope X* kaki pada grafik gerakan benar menurun hingga kurang dari -30 derajat per detik, yang mengindikasikan gerakan kaki yang turun lebih rendah.



GAMBAR 12. *Push-up* salah responden 6

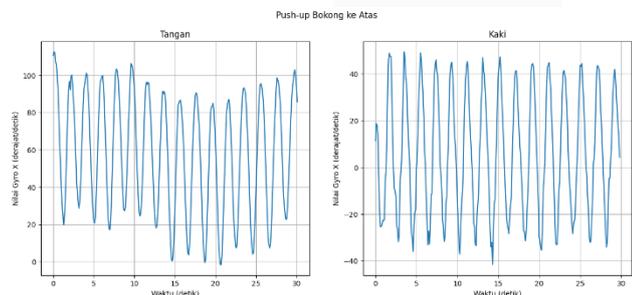
Gambar 12 menunjukkan hasil pengujian gerakan *push-up* salah dengan ketentuan kaki turun lebih dulu dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan kaki. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *push-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara -50 hingga 150 derajat per detik, sedangkan data dari kaki menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -150 hingga 70 derajat per detik. Jumlah gerakan *push-up* yang

terdeteksi adalah 15 gerakan. Terdapat selisih waktu antara gerakan kaki dan tangan. Grafik kaki lebih dulu mencapai lembah, diikuti oleh tangan dengan selisih waktu lebih dari 1 detik. Pada grafik gerakan benar, selisih waktu antara tangan dan kaki untuk mencapai lembah kurang dari 1 detik



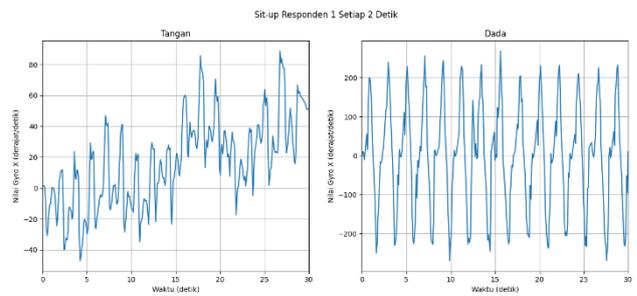
GAMBAR 13.
Push-up salah responden 7

Gambar 13 menunjukkan hasil pengujian gerakan *push-up* salah dengan ketentuan tangan turun lebih dulu dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan kaki. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *push-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara -100 hingga 125 derajat per detik, sedangkan data dari kaki menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -60 hingga 60 derajat per detik. Jumlah gerakan *push-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Terdapat selisih waktu antara gerakan kaki dan tangan. Grafik tangan lebih dulu mencapai lembah, diikuti oleh kaki dengan selisih waktu lebih dari 1 detik. Pada grafik gerakan benar, selisih waktu antara tangan dan kaki untuk mencapai lembah kurang dari 1 detik.



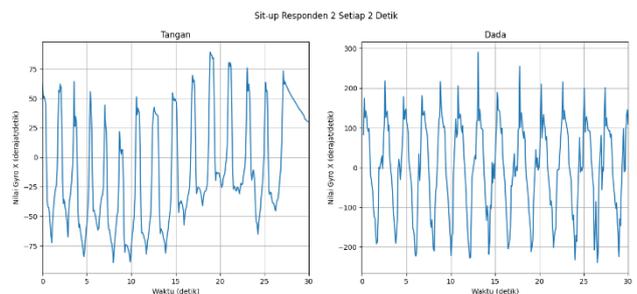
GAMBAR 14.
Push-up salah responden 8

Gambar 14 menunjukkan hasil pengujian gerakan *push-up* salah dengan ketentuan bokong lebih tinggi dari lutut dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan kaki. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *push-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara 0 hingga 100 derajat per detik, sedangkan data dari kaki menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -40 hingga 50 derajat per detik. Jumlah gerakan *push-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Grafik kaki pada kondisi bokong lebih tinggi dari lutut memiliki perbedaan dari grafik gerakan benar. Pada grafik yang benar, ketika tubuh stabil dan diam, nilai *gyroscope X* akan berada di sekitar sumbu 0. Namun, dalam gerakan ini, grafik kaki tidak menunjukkan garis di sumbu 0 saat diam.



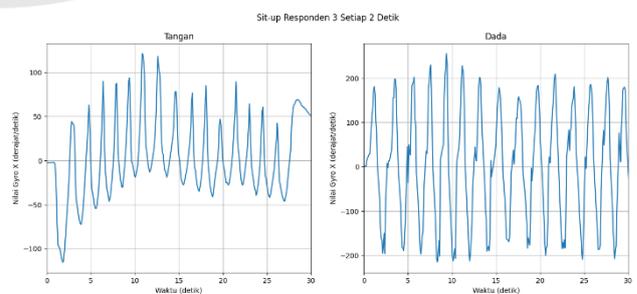
GAMBAR 15.
Sit-up responden 1

Gambar 15 menunjukkan hasil pengujian gerakan *sit-up* dari Responden 1 dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan dada. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *sit-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara -40 hingga 80 derajat per detik, sedangkan data dari dada menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -200 hingga 200 derajat per detik. Jumlah gerakan *sit-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Berdasarkan validasi yang dilakukan polisi, semua gerakan yang dilakukan oleh responden 1 salah.



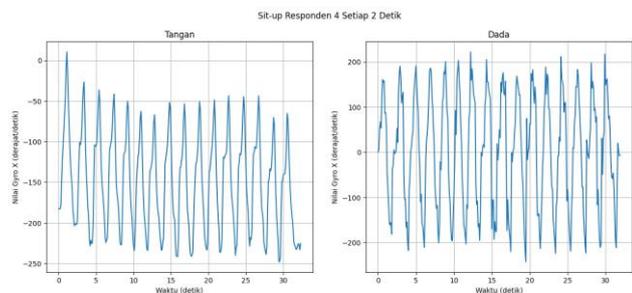
GAMBAR 16.
Sit-up responden 2

Gambar 16 menunjukkan hasil pengujian gerakan *sit-up* dari Responden 2 dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan dada. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *sit-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara -75 hingga 75 derajat per detik, sedangkan data dari dada menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -200 hingga 200 derajat per detik. Jumlah gerakan *sit-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Semua gerakan *push-up* yang dilakukan oleh responden 2 tervalidasi sesuai standar oleh polisi



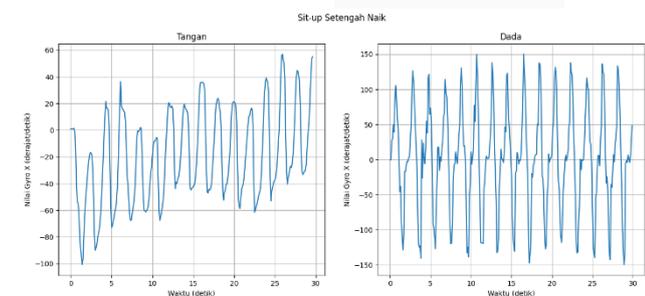
GAMBAR 17.
Sit-up responden 3

Gambar 17 menunjukkan hasil pengujian gerakan *sit-up* dari Responden 3 dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan dada. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *sit-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara -100 hingga 120 derajat per detik, sedangkan data dari dada menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -200 hingga 200 derajat per detik. Jumlah gerakan *sit-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Semua gerakan *push-up* yang dilakukan oleh responden 3 tervalidasi sesuai standar oleh polisi.



GAMBAR 18.
Sit-up responden 4

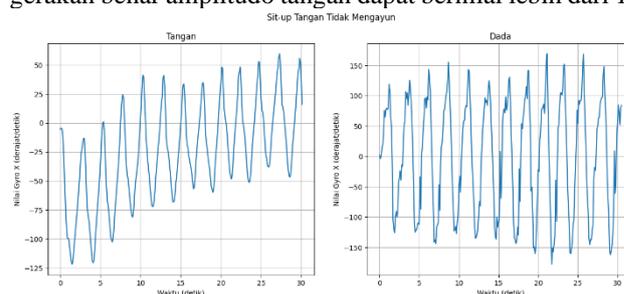
Gambar 18 menunjukkan hasil pengujian gerakan *sit-up* dari Responden 4 dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan dada. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *sit-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara -250 hingga 10 derajat per detik, sedangkan data dari dada menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -200 hingga 200 derajat per detik. Jumlah gerakan *sit-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Semua gerakan *push-up* yang dilakukan oleh responden 4 tervalidasi sesuai standar oleh polisi.



GAMBAR 19.
Sit-up salah responden 5

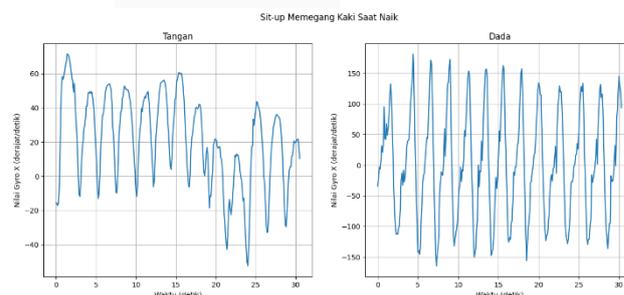
Gambar 19 menunjukkan hasil pengujian gerakan *sit-up* salah dengan ketentuan badan setengah naik dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan dada. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *sit-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara -100 hingga 60 derajat per detik, sedangkan data dari dada menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -130 hingga 150 derajat per detik. Jumlah gerakan *sit-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Nilai *gyroscope X* dada hanya mencapai titik tinggi atau puncak sekitar 150 derajat per detik. Sedangkan nilai *gyroskop X* dada pada grafik gerakan benar naik hingga lebih dari 200 derajat per detik. Hal ini

menunjukkan bahwa gerakan dada *sit-up* setengah naik tidak setinggi *sit-up* benar. Selain itu, grafik tangan gerakan *sit-up* setengah naik memiliki amplitudo 100, sedangkan pada gerakan benar amplitudo tangan dapat bernilai lebih dari 150.



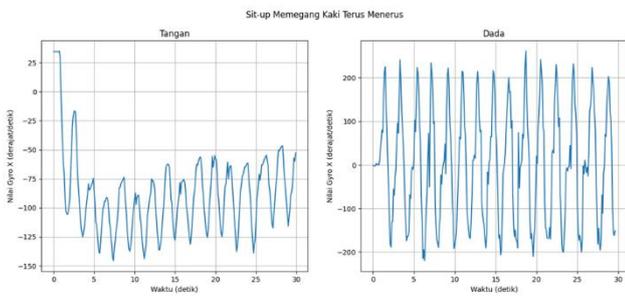
GAMBAR 20.
Sit-up salah responden 6

Gambar 20 menunjukkan hasil pengujian gerakan *sit-up* salah dengan ketentuan tangan tidak mengayun dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan dada. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *sit-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara -125 hingga 50 derajat per detik, sedangkan data dari dada menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -150 hingga 150 derajat per detik. Jumlah gerakan *sit-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Selain itu, grafik tangan gerakan *sit-up* tangan memegang kaki saat naik memiliki amplitudo 120, sedangkan pada gerakan benar amplitudo tangan dapat bernilai lebih dari 150



GAMBAR 21.
Sit-up salah responden 7

Gambar 21 menunjukkan hasil pengujian gerakan *sit-up* salah dengan ketentuan tangan memegang kaki pada saat naik dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan dada. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *sit-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara -50 hingga 70 derajat per detik, sedangkan data dari dada menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -150 hingga 150 derajat per detik. Jumlah gerakan *sit-up* yang terdeteksi adalah 13 gerakan. Bentuk grafik pada tangan terlihat kurang stabil tidak seperti gerakan benar yang menunjukkan bahwa tangan berpindah-pindah dari posisi memegang kepala ke posisi memegang kaki. Selain itu, grafik tangan gerakan *sit-up* tangan memegang kaki saat naik memiliki amplitudo 70, sedangkan pada gerakan benar amplitudo tangan dapat bernilai lebih dari 150.



GAMBAR 22.
Sit-up salah responden 8

Gambar 22 menunjukkan hasil pengujian gerakan *sit-up* salah dengan ketentuan tangan memegang kaki terus menerus dengan tempo 1 gerakan setiap 2 detik menggunakan alat yang diletakkan di tangan dan dada. Dalam grafik, setiap gelombang menunjukkan satu gerakan *sit-up*. Data dari tangan menunjukkan pola gerakan dengan variasi antara -140 hingga 25 derajat per detik, sedangkan data dari dada menunjukkan variasi nilai *gyroscope X* berkisar antara -200 hingga 200 derajat per detik. Jumlah gerakan *sit-up* yang terdeteksi adalah 15 gerakan. Grafik tangan gerakan *sit-up* tangan memegang kaki terus menerus memiliki amplitudo 50 sampai 60, sedangkan pada gerakan benar amplitudo tangan dapat bernilai lebih dari 100. Hal itu menunjukkan bahwa gerakan tangan yang salah tidak sebanyak gerakan benar. Puncak yang tinggi pada awal grafik menunjukkan bahwa pada posisi awal tangan memegang kepala lalu pada saat naik tangan berpindah ke kaki.

Hasil pengujian perhitungan *push-up* dan *sit-up* menghasilkan data dalam bentuk grafik yang menunjukkan nilai *gyroscope X* terhadap waktu. Dari analisis grafik ini, ditemukan perbedaan yang jelas antara gerakan *push-up* dan *sit-up* yang dilakukan dengan benar dan yang dilakukan dengan salah. Pada perhitungan *push-up*, perbedaan antara gerakan yang benar dan salah lebih terlihat pada grafik bagian kaki. Misalnya, pada gerakan *push-up* yang salah, ketika bokong lebih tinggi dari lutut dengan tempo satu gerakan setiap dua detik, grafik bagian kaki menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan gerakan yang benar. Sementara itu, pada perhitungan *sit-up*, perbedaan antara gerakan yang benar dan salah lebih menonjol pada grafik bagian tangan.

D. Analisis Kuesioner Kenyamanan Pengguna

TABEL 1.
Kriteria kenyamanan pengguna

Kriteria	Deskripsi	Rating	Keterangan
Cara kerja alat mudah dipahami	Responden dapat dengan cepat memahami cara kerja alat, mengoperasikan alat dan memanfaatkan fitur-fitur yang ada.	5	Sangat mudah dipahami
		4	Cukup mudah dipahami
		3	Lumayan mudah dipahami
		2	Sulit dipahami

		1	Sangat sulit dipahami
Kenyamanan	Responden tidak merasa terganggu ketika melakukan gerakan <i>push-up</i> dan <i>sit-up</i> sambil memakai alat.	5	Sangat nyaman
		4	Cukup nyaman
		3	Lumayan nyaman
		2	Tidak nyaman
		1	Sangat tidak nyaman
Akurasi	Ketepatan hasil yang diberikan alat sesuai dengan harapan responden.	5	Sangat akurat
		4	Cukup akurat
		3	Lumayan akurat
		2	Tidak akurat
		1	Sangat tidak akurat
Desain alat	Responden merasa desain menarik secara visual, meningkatkan fungsionalitas dan kemudahan responden.	5	Sangat bagus
		4	Cukup bagus
		3	Lumayan bagus
		2	Tidak bagus
		1	Sangat tidak bagus

TABEL 2.
Hasil kuesioner kenyamanan pengguna

Kriteria	Rating rata-rata
Cara kerja alat mudah dipahami	4,75
Kenyamanan	3,5
Akurasi	4,5
Desain alat	4,25

Tabel 1 menunjukkan kriteria kenyamanan pengguna pada saat memakai perangkat keras untuk melakukan gerakan *push-up* dan *sit-up*. Semakin tinggi nilai rating, semakin baik pula penilaian dari responden.

Tabel 2 menunjukkan hasil dari kuesioner yang didapatkan dari responden. Dari hasil tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa para responden merasa mudah untuk memahami cara kerja alat dan merasa akurasi sudah baik. Responden juga menyukai desain alat yang sudah ada. Namun untuk kenyamanan masih perlu ditingkatkan. Beberapa masukan diberikan oleh responden tentang kenyamanan penggunaan alat. Diantaranya adalah pentingnya memperhatikan bahwa tangan tidak boleh terlalu tertekan saat menggunakan alat. Mereka juga menyarankan untuk memperbaiki desain alat agar lebih kuat dan kompak.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, perangkat keras sistem counter *push-up* dan *sit-up* dapat mendeteksi dan membedakan gerakan *push-up* dan *sit-up* yang benar dan salah. Diperlukan penetapan *threshold* yang lebih sesuai dengan hasil keluaran nilai *gyroscope*, program yang dapat merekam nilai awal pada saat setelah sensor melakukan kalibrasi dan menetapkan *threshold* berdasarkan nilai tersebut. Sebagai contoh, berdasarkan grafik gerakan *push-up* dan *sit-up* yang benar, diperlukan *threshold* sebesar 10% dari nilai awal sebagai batas atas dan bawah untuk pemrosesan sistem. Sehingga pada sensor kaki gerakan *push-up* dengan nilai awal 30 akan memiliki *threshold* sebesar 27 dan pada sensor dada gerakan *sit-up* dengan nilai awal 200 akan memiliki *threshold* sebesar 180.

Performa sistem hanya dapat dipertahankan selama satu jam empat puluh enam menit dengan daya tahan baterai 1300 mAh dari CR123A, dan tingkat kenyamanan perangkat harus ditingkatkan dengan memanfaatkan busa yang lebih lembut dan tebal. Oleh karena itu, upaya pengembangan di masa depan akan melibatkan penggunaan bahan yang lebih nyaman, meningkatkan metode pemrograman agar lebih akurat, dan menyediakan alternatif baterai berkapasitas lebih besar. Dengan beberapa perbaikan dan pengembangan lebih lanjut, sistem ini memiliki potensi untuk menjadi alat yang lebih akurat, nyaman, dan dapat diandalkan oleh pengguna dalam menghitung gerakan.

- [1] A. Laksitarin, "Tahapan Tes Bintara Polri 2023." Diakses: 16 Oktober 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://casispolri.id/tahapan-tes-bintara-polri-2023/>
- [2] A. Laksitarin, "Penilaian Tes Kesamaptaaan Jasmani POLRI," casispolri.id. Diakses: 16 Oktober 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://casispolri.id/penilaian-tes-kesamaptaaan-jasmani-polri/>
- [3] "PENERIMAAN BINTARA POLRI GELOMBANG II TAHUN ANGGARAN 2023," Apr 2023.
- [4] I. Arun Faisal, T. Waluyo Purboyo, dan A. Siswo Raharjo Ansori, "A Review of Accelerometer Sensor and Gyroscope Sensor in IMU Sensors on Motion Capture," *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 15, no. 3, hlm. 826–829, Nov 2019, doi: 10.36478/jeasci.2020.826.829.
- [5] WatElectronics, "What is a Gyroscope Sensor : Working & Its Applications."
- [6] R. Nuraini, "Implementasi Pendekatan Additive Ratio Assessment Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Board Microcontroler," *Bulletin of Informatics and Data Science*, vol. 2, no. 1, hlm. 9, Mei 2023, doi: 10.61944/bids.v2i1.57.