

Implementasi Sensor Matrix Force Sensing Resistor (FSR) untuk Mendeteksi Kelainan Telapak Kaki

1st Septiaini Dela Subiakto

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

dsubiakto@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Inung Wijayanto

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

iwijayanto@telkomuniversity.ac.id

3rd Sofia Saidah

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

sofiasaidahsfi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Lengkungan pada telapak kaki yang berupa celah antara bagian dalam dari kaki dan permukaan disebut arkus. Terdapat tiga jenis arkus yaitu normal, tinggi, dan datar. Dari ketiga jenis arkus tersebut, dua diantaranya merupakan kelainan pada telapak kaki (tinggi dan datar). Kelainan ini berpengaruh pada calon anggota Kepolisian Republik Indonesia (POLRI) dalam proses pemeriksaan fisik. Saat ini, pemeriksaan fisik tersebut masih menggunakan cara konvensional dengan menggunakan penggaris untuk mengukur panjang dan lebar telapak kaki. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini merancang sebuah *hardware*, yaitu sistem pendeteksi telapak kaki bernama “Flatyfoot”. Sistem ini menggunakan komponen sensor *matrix FSR*, *shift register* dan analog, mikrokontroler ESP32, dan baja ringan.

Kata Kunci—Arkus, Hardware, Mikrokontroler ESP32, POLRI, Sensor Matrix FSR

I. PENDAHULUAN

Arkus adalah celah antara bagian dari kaki dan permukaan tanah [1]. Lengkungan telapak kaki dapat dibagi menjadi tiga yaitu arkus normal (*normal arch*), tinggi (*high arch*), dan datar (*flat foot*). kelainan telapak kaki salah satunya adalah kaki datar atau *flatfoot*. *Flatfoot* adalah kondisi di mana lengkungan pada telapak kaki menjadi datar atau rata. Hal ini dapat mempengaruhi postur tubuh dan menyebabkan rasa sakit pada kaki, lutut, dan pinggul. Struktur tulang yang tidak normal adalah penyebab utama pada *flatfoot*, sehingga pada kondisi ini menyebabkan otot, tendon, dan ligamen bekerja lebih berat.

Menjadi seorang anggota Kepolisian Republik Indonesia harus melewati proses seleksi. Proses seleksi calon anggota Kepolisian Republik Indonesia (POLRI) memiliki tahapan yang berbeda-beda, salah satunya tahap pemeriksaan fisik. Proses ini menjadi salah satu tahapan yang penting pada proses seleksi. Proses seleksi pemeriksaan fisik khusus tes bagian luar tubuh, seperti postur tubuh, postur wajah, alat reproduksi, bentuk kaki (X atau O), varises hingga telapak kaki tidak boleh memiliki kelainan atau cacat fisik [2].

Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini merancang sebuah *hardware*, yaitu sistem pendeteksi kelainan pada telapak kaki. Sistem ini menggunakan komponen sensor *matrix FSR* (*Force Sensing Resistor*) dengan model RX-M3232L, *shift register* dan analog, mikrokontroler ESP32 dan baja ringan. Dengan menggunakan sistem pendeteksi kelainan pada telapak kaki ini, diharapkan dapat memudahkan proses pemeriksaan

fisik pada calon anggota POLRI dan memberikan hasil yang lebih akurat.

II. MATERIAL PENELITIAN

A. Sensor Matrix Force Sensing Resistor (FSR)

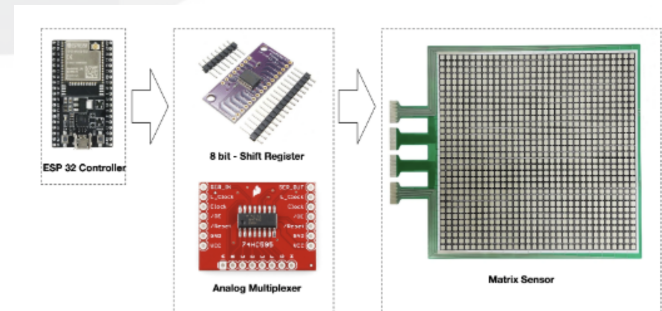
Sensor *matrix Force Sensing resistor* (FSR) merupakan sensor yang digunakan untuk menganalisis kekuatan dan tekanan. Sensor ini menggunakan model RX-M3232L. Sensor analog merupakan model keluaran dari sensor FSR [3]. Sensor yang digunakan pada penelitian ini merupakan sensor *matrix FSR* 32x32 yang dapat diartikan dengan 32 baris sensor *single FSR* dan 32 kolom sensor *single FSR* dengan memiliki 1024 sensor 12 FSR yang merupakan total keseluruhannya.

B. Shift Register dan Analog Multiplexer

Shift Register dan *Analog Multiplexer* digunakan untuk memilih titik koordinat dari sensor FSR yang akan diperiksa pada saat melakukan pemindaian terhadap telapak kaki. Selain itu, *Shift register* dan *analog multiplexer* berguna untuk memilih kolom atau baris dalam sensor FSR.

C. Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 adalah salah satu komponen yang berguna sebagai *Analog to Digital Converter* dari *shift register* dan *analog multiplexer* [4]. ESP32 merupakan mikrokontroler *System on Chip* kuat yang mengintegrasikan *Wi-Fi 802.11 b/g/n*, *Bluetooth dual mode versi 4.2* serta memiliki fitur *dual-core* yang berjalan hingga 240 MHz. Namun, dalam



Gambar 1. Material Alat Pendeteksi Kelainan Telapak Kaki

penelitian ini, masih menggunakan kabel sebagai konektivitas dari *hardware* ke *software* [5]. Cara kerja dari mikrokontroler ini yaitu dari sinyal dari komponen *shift register* dan *analog multiplexer* akan dikirimkan ke mikrokontroler agar diubah menjadi sinyal digital untuk dibaca nilainya yang nantinya menjadi sebuah data yang akan digunakan untuk pengolahan data.

D. Baja Ringan

Baja ringan adalah baja canai dingin dengan kualitas tinggi yang bersifat ringan dan tipis [6]. Pada penelitian ini, baja ringan digunakan sebagai penyangga pada alat ini karena material ini mampu menahan beban $550\text{Kg}/\text{Cm}^2$ [7].

III. METODE

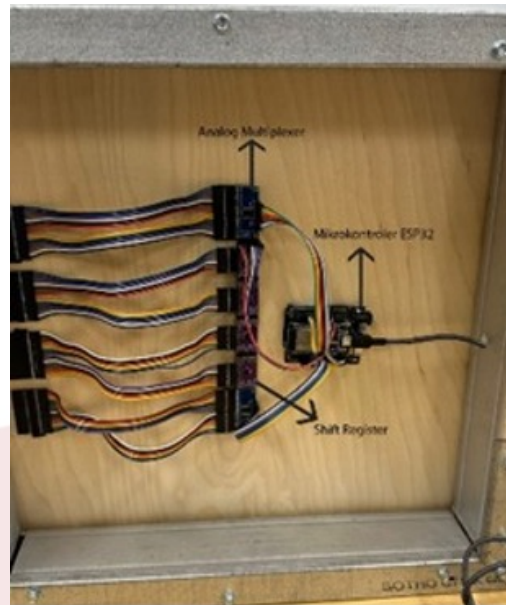
Sistem deteksi telapak kaki dapat dirancang dengan menggunakan metode berikut:

A. Rencana Desain Sistem

Sensor Matrix Force Sensing Resistor (FSR) sebagai alat yang akan melakukan pemindaian terhadap telapak kaki. *Shift register* dan *analog multiplexer* sebagai material yang berguna untuk memilih kolom atau baris dalam sensor *FSR* dengan cara mengaktifkan sensor *FSR* mana yang akan di periksa. Mikrokontroler *ESP32* berguna sebagai *Analog to Digital Converter* yang nantinya hasil dari proses *ADC* akan digunakan untuk pengolahan data. Material tersebut nantinya akan dirakit menjadi satu alat yang memiliki penyangga dengan menggunakan baja ringan.

B. Implementasi

Pada sistem deteksi telapak kaki menggunakan sensor *Sensor Matrix Force Sensing Resistor (FSR)* yang dihubungkan dengan komponen *shift register* dan *analog multiplexer* untuk pemindaian telapak kaki. Proses pemindaian dilakukan dengan melakukan pengecekan satu persatu pada titik sensor yang dituju, baik itu baris maupun kolom karena sensor ini menggunakan metode array. Kemudian, komponen *shift register* dan *analog multiplexer* akan dihubungkan dengan



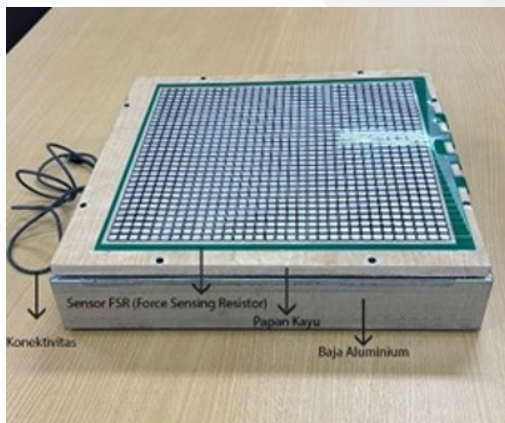
Gambar 3. Papan Sirkuit Alat Pendeteksi Kelainan Telapak Kaki

mikrokontroler *ESP32*. Dengan disambungkannya kedua komponen tersebut, diharapkan kedua komponen ini dapat melakukan pengecekan terhadap titik koordinat sensor *FSR* mana yang akan diperiksa dan mendapatkan sebuah data yang akurat. Data yang keluar tersebut akan dibaca oleh mikrokontroler *ESP32* dan dilakukan proses konversi dari data analog ke data digital. Mikrokontroler *ESP32* diprogram menggunakan *Arduino IDE*. Setelah semuanya sudah diprogram dan berjalan sesuai dengan yang diinginkan, selanjutnya percobaan sistem akan dilakukan. Percobaan ini berguna untuk mendapatkan data agar dapat dilakukan pengolahan data dengan metode algoritma tertentu sesuai dengan kebutuhan. Pada penelitian ini, pengolahan datanya menggunakan *deep learning*. Desain sistem dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Skenario Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem deteksi telapak kaki. Pengujian *hardware* dilakukan secara bersamaan dengan *software*. Pengujian dilakukan dengan menyambungkan *hardware* ke *software* menggunakan kabel sebagai penghubung antara keduanya. Pada penelitian ini, memiliki 5 sub-sistem antara lain yaitu sensor matrix *FSR (Force Sensing Resistor)*, *Shift Register*, *Analog Multiplexer*, dan Mikrokontroler *ESP32*, pengolahan data serta *software* untuk menampilkan data dari alat yang nantinya akan ditampilkan dalam bentuk visual. Pada sensor matrix *FSR (Force Sensing Resistor)*, dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa alat dapat melakukan fungsi komponen yang sudah di rancang, menilai seberapa baik alat dapat bekerja tanpa adanya kegagalan ataupun kerusakan selama penggunaan, memastikan alat ini tidak menimbulkan risiko bagi pengguna, dan menilai



Gambar 2. Perangkat Keras Alat Pendeteksi Kelainan Telapak Kaki

seberapa akurat alat ini dapat memberikan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan.

B. Hasil Pengujian

Setelah menjalani serangkaian uji coba, koneksi yang sukses menunjukkan bahwa komunikasi antar sub-sistem berjalan lancar, memungkinkan aliran data yang stabil dan akurat antara sensor fisik dan pengolahannya secara digital. Pada pengujian terhadap sensor matrix *FSR* (*Force Sensing Resistor*) dengan memberikan tekanan berbeda pada area sensor menunjukkan bahwa sensor tersebut mampu merespons perubahan tekanan dengan baik, menciptakan representasi yang akurat terkait distribusi beban pada telapak kaki. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem deteksi kelainan telapak kaki menggunakan sensor matrix *FSR* berhasil melewati serangkaian uji coba, menegaskan keandalan, keamanan, dan akurasi alat.

C. Analisis Hasil Pengujian

Tingkat keberhasilan solusi pada pengujian *hardware* dalam sistem deteksi telapak kaki menggunakan sensor tekanan matrix *FSR* dapat diukur dari kemampuan *hardware* dalam memindai, memproses dan mengirimkan data ke *software* dari sensor tekanan matrix *FSR*.

diatas menunjukkan bahwa *software* dapat berjalan dengan baik dan mampu membaca data dari hasil pemindaian alat deteksi telapak kaki dari sensor *FSR* secara akurat, sehingga dapat memberikan hasil yang memadai dalam klasifikasi telapak kaki normal dan tidak normal. Keberhasilan ini telah membuktikan bahwa alat tersebut mampu menyajikan informasi yang bermanfaat bagi pengguna terkait kondisi telapak kaki.

Faktor pendukung keberhasilan *hardware* mencakup desain yang baik, kinerja optimal dari masing-masing sub-sistem, dan kemampuan komponen lain seperti mikrokontroler *ESP32* dalam konversi sinyal analog menjadi digital. Selain itu, faktor pendukung keberhasilan juga berasal dari *software*, yaitu kemampuan menghasilkan visualisasi data dengan baik. Sementara itu, keterbatasan dalam solusi terlihat pada kesulitan menemukan responden untuk pengujian dan pemrosesan data.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian penelitian pada penelitian klasifikasi telapak kaki normal dan tidak normal menggunakan sistem deteksi kelainan telapak kaki menggunakan sensor matrix *Force Sensing Resistor* (*FSR*), dapat disimpulkan bahwa pengembangan sistem deteksi telapak kaki bertujuan untuk mendeteksi kelainan pada telapak kaki menggunakan sensor tekanan matrix *FSR* dengan melakukan pengujian pada 4 (empat) sub-sistem, yaitu Sensor Matrix *FSR*, *Shift Register*, *Analogo Multiplexer*, dan Mikrokontroler *ESP32*, dan Sistem Pengolahan Data. Selain itu, Sensor matrix *Force Sensing Resistor* (*FSR*) berfungsi dengan baik dengan hasil pengujian yang menunjukkan bahwa koneksi antar sub-sistem sukses memberikan stabilitas pada aliran data antar sensor dan pengolahannya secara digital. Desain sistem yang baik,

kinerja optimal dari sub-sistem, dan kemampuan mikrokontroler *ESP32* dalam konversi sinyal analog menjadi digital menjadi faktor pendukung keberhasilan solusi. Kombinasi ini menyumbang pada kualitas dan akurasi data yang dihasilkan oleh alat. Adapun rencana pengembangan berkelanjutan untuk meningkatkan dan memperbaiki kekurangan yang ada pada penelitian ini, yaitu memfokuskan pada pengembangan lebih lanjut, integrasi dengan proses seleksi *POLRI*, dan peningkatan efisiensi dalam pengumpulan dan analisis data.

PUSTAKA

- [1] M. D. Lendra and S. TB, "Beda pengaruh kondisi kaki datar dan kaki dengan arkus normal terhadap keseimbangan statis pada anak usia 8–12 tahun di kelurahan karangasem, surakarta," *Jurnal Ilmiah Fisioterapi*, vol. 9, no. 2, pp. 49–58, 2009.
- [2] A. Meilinawati, "Sistem rekrutmen dan seleksi anggota kepolisian (studi kasus pada anggota dit polairud polda kalimantan selatan)," Ph.D. dissertation, STIE Indonesia Banjarmasin, 2023.
- [3] S. Suprpto, A. Setiawan, H. Zakaria, W. Adiprawita, and B. Supartono, "Low-cost pressure sensor matrix using velostat," in *2017 5th International Conference on Instrumentation, Communications, Information Technology, and Biomedical Engineering (ICICI-BME)*, 2017, pp. 137–140.
- [4] S. Pereira, R. Simoes, J. Fonseca, R. Carvalho, and J. Almeida, "Design and development of an embedded sensors matrix for pressure mapping and monitoring applications," *Microprocessors and Microsystems*, vol. 74, p. 103004, 2020.
- [5] A. Kot and A. Nawrocka, "Ieee industry applications society institute of electrical and electronics engineers and akademia gorniczo-hutnicza im. s. staszica w krakowie. wydział inżynierii mechanicznej i robotyki," in *Department of Process Control, Proceedings of the 2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, 2019.
- [6] M. R. Pangaribuan, "Baja ringan sebagai pengganti kayu dalam pembuatan rangka atap bangunan rumah masyarakat," *Journal of Civil and Environmental Engineering*, vol. 2, no. 4, 2014.
- [7] —, "Baja ringan sebagai pengganti kayu dalam pembuatan rangka atap bangunan rumah masyarakat," Ph.D. dissertation, Sriwijaya University, 2014.