

**DETEKSI POSISI GERAKAN TONGKAT KRUK
MENGUNAKAN SENSOR GETAR BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO**

M Alfin Mukhlas Arrasyid¹, Arief Wisaksono², Shazana Dhiya Ayuni³, Akhmad Ahfas⁴

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Jl. Raya Gelam No.250, Pagerwaja,
Gelam, Kec. Candi, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61271*

**Email: ariefwisaksono@umsida.ac.id*

ABSTRAK

Tongkat kruk merupakan alat bantu berjalan yang digunakan oleh individu dengan gangguan mobilitas, seperti cedera kaki atau pascaoperasi. Namun, penggunaan tongkat kruk yang tidak sesuai dengan posisi gerakan yang benar dapat menimbulkan ketidaknyamanan bahkan risiko cedera tambahan. Untuk sesuatu yang diperlukan dalam hal sistem yang bisa mendeteksi dan memantau posisi gerakan tongkat kruk secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi posisi gerakan tongkat kruk menggunakan sensor getar SW-420 berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Research and Development (R&D), yang meliputi tahap identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, pembuatan prototype, serta pengujian dan analisis sistem. Sistem yang dikembangkan terdiri dari sensor getar SW-420 sebagai input, Arduino Uno sebagai pengolah data, LCD 16x2 sebagai media tampilan, dan buzzer sebagai indikator suara. Sensor bekerja dengan mendeteksi getaran yang dihasilkan saat tongkat kruk digunakan berjalan, kemudian data diproses oleh Arduino untuk ditampilkan dan diberikan notifikasi. Dalam Hasil pengujian untuk menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi seluruh aktivitas langkah dengan baik pada 10 kali percobaan. Setiap percobaan menghasilkan status “getaran terdeteksi” dengan nilai yang bervariasi antara 615 hingga 724, serta buzzer yang aktif pada setiap kondisi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat respons dengan baik dan mampu bekerja secara konsisten dalam mendeteksi getarannya

ABSTRACT

Crutches are walking aids used by individuals with mobility impairments, such as leg injuries or post-surgical conditions. However, improper use of crutches, especially incorrect movement positioning, can cause discomfort and even increase the risk of further injury. Therefore, a system is needed to detect and monitor the movement position of crutches in real time. This study aims to design and implement a crutch movement position detection system using an SW-420 vibration sensor based on an Arduino Uno microcontroller. The method used in this research is Research and Development (R&D), which includes the stages of needs identification, system design, prototype development, as well as system testing and analysis. The developed system consists of an SW-420 vibration sensor as input, an Arduino Uno as the data processor, a 16x2 LCD as the display media, and a buzzer as a sound indicator. The sensor works by detecting vibrations generated when the crutch is used for walking, and the data is then processed by the Arduino to be displayed and to provide notifications. The test results show that the system is capable of detecting all walking activities effectively in 10 trials. Each trial produced a “vibration detected” status with values ranging from 615 to 724, and the buzzer was activated under all conditions. This indicates that the system has a good response level and is able to work consistently in detecting vibrations.

Keywords: *Arduino uno, getar SW 420, LCD x12, battery*

PENDAHULUAN

Tongkat kruk merupakan alat bantu jalan yang sering digunakan oleh individu dengan gangguan mobilitas, seperti penderita cedera kaki atau pascaoperasi. Penggunaan tongkat kruk yang tidak tepat dapat menyebabkan ketidaknyamanan bahkan cedera tambahan.(Adi et al. 2025) Salah satu faktor penting dalam penggunaan tongkat kruk adalah posisi gerakan yang benar, yaitu sudut kemiringan dan tekanan yang diberikan saat berjalan. Kemudian, pengguna seringkali tidak menyadari kesalahan dalam menggerakkan tongkat kruk(Effendi et al. 2021), sehingga diperlukan sistem deteksi yang dapat memantau posisi gerakan.

Pada tongkat kruk ini memberikan dukungan dan kestabilan saat berjalan,dengan membantu pengguna menjaga keseimbangan, dan mengurangi risiko terjatuh. Seiring dengan meningkatnya jumlah pengguna, tongkat kruk ini bisa membantu akibat cedera kaki, penggunaan tongkat kruk ini menjadi sangat penting dalam proses pemulihan dan aktivitas harian(Wijaya et al., n.d.). dengan ini tongkat kruk memakainya harus secara posisi gerakan yang benar dan sesuai aturan.

Perkembangan teknologi mikrokontroler telah memungkinkan integrasi berbagai sensor untuk mendeteksi perubahan fisik secara real-time. dalam satu sensor yang banyak digunakan untuk mendeteksi getaran adalah sensor getar SW-420(Adi et al. 2025), Sensor ini mampu mengubah getaran menjadi sinyal digital yang dapat diproses oleh mikrokontroler seperti Arduino Uno. menunjukkan bahwa sensor SW-420 efektif digunakan sebagai sistem deteksi getaran berbasis Arduino dengan tingkat respons yang baik(Nasional and Elektro 2025).

Untuk permasalahan yang sering muncul terjadi ketika penggunaan tongkat kruk yang tidak sesuai posisi atau ritme gerakan yang tidak stabil, sehingga dapat menimbulkan tongkat kruk terjatuh(Wijaya et al., n.d.). Dengan penggunaan tongkat kruk menjadi lebih aman dan terpantau. Sistem ini sangat bermanfaat tidak hanya bagi pengguna cedera kaki atau

pasca operasi, karena itu dengan menggunakan sensor getar bisa untuk mendeteksi posisi gerakan tongkat kruk, Dengan itu menggunakan sensor getar seperti SW-420 mampu mengenali pola getaran yang dihasilkan dari interaksi antara posisi gerakan tongkat dan permukaan tanah(Ramadhan and Royhan 2017).

Penelitian lain juga membuktikan bahwa sistem berbasis Arduino dan sensor getar dapat diaplikasikan untuk sistem monitoring getaran secara akurat. mengembangkan sistem pendeteksi getaran gempa berbasis Arduino yang mampu memberikan peringatan secara real-time(Ramadhan and Royhan 2017). Dengan juga menyatakan bahwa integrasi sensor getar dengan Arduino Uno mampu menghasilkan sistem peringatan adanya getaran pada tongkat kruk stabil dan responsif terhadap perubahan getaran pada saat digunakan berjalan.(Putri et al. 2020) Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi sensor getar dan Arduino memiliki potensi besar untuk diaplikasikan pada alat bantu kesehatan seperti tongkat kruk.

Dalam implementasinya, Arduino Uno berfungsi sebagai pusat pemrosesan data yang menerima sinyal dari sensor getar, kemudian mengolahnya dan menampilkan nilai getaran ini menjadi informasi yang dapat ditampilkan melalui LCD serta notifikasi suara menggunakan buzzer(Wijaya et al., n.d.). Sistem monitoring berbasis mikrokontroler ini memiliki keunggulan dalam hal kemudahan pengembangan, biaya yang relatif rendah, serta fleksibilitas dalam integrasi komponen Dengan demikian, sistem ini dapat dikembangkan sebagai prototype alat bantu monitoring posisi gerakan pada getaran tongkat kruk secara sederhana namun efektif. Dalam implementasinya,(Ayuni, Elektro, and Sidoarjo 2023)

Berdasarkan dari penelitian ini ialah bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi posisi gerakan tongkat kruk menggunakan sensor getar berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Sistem yang dirancang diharapkan mampu mendeteksi getaran saat tongkat digunakan berjalan serta memberikan umpan balik secara visual dan audio kepada pengguna.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian Penelitian ini menggunakan metode Research and

Development (R&D) yang bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dengan pengujian serta dalam prototype sistem deteksi posisi gerakan tongkat kruk berbasis sensor getar dan mikrokontroler Arduino Uno. Metode R&D dipilih karena penelitian ini tidak hanya berfokus pada analisis teori, tetapi juga menghasilkan produk berupa alat yang dapat diuji secara langsung. Tahapan penelitian meliputi identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan prototype dan pengujian alat (Modul, Sima, and Berbasis, n.d.).

Tahap perancangan dilakukan dengan awal menyusun desain perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari sensor getar SW-420 sebagai input, Arduino Uno sebagai otak utama dalam memproses data, LCD I2C sebagai media tampilan, dan buzzer sebagai indikator suara. Perangkat lunak dirancang menggunakan Arduino IDE untuk membaca sinyal digital dari sensor (Wijaya et al., n.d.), memproses data getaran, setelah itu mengaktifkan output sesuai kondisi yang terdeteksi. Setelah perancangan selesai, dilakukan proses perakitan dibox kotak warna hitam dan integrasi seluruh komponen menjadi satu sistem yang utuh.

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem dalam mendeteksi getaran saat tongkat kruk digunakan berjalan dan saat dalam kondisi diam. Pengujian dilakukan secara berulang untuk memastikan kestabilan pembacaan sensor serta respons output pada LCD dan buzzer. Data hasil untuk pengujian dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi gerakan (Rizaldi et al. 2022). dalam Hasil evaluasi kemudian digunakan sebagai dasar perbaikan dan penyempurnaan secara prototype agar sistem bekerja secara optimal dan sesuai dengan tujuan penelitian.

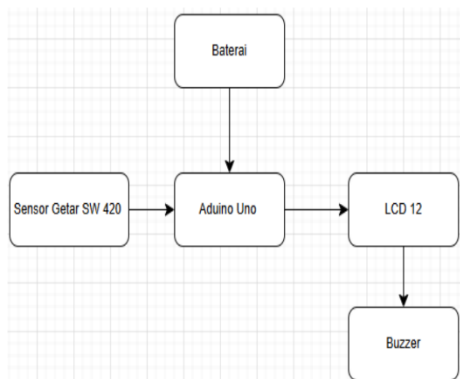
Analisis Sistem

Tahap pertama pada penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi alur kerja serta hubungan antar komponen dalam sistem deteksi posisi gerakan tongkat kruk berbasis arduino dan sensor getar. Sistem dirancang menggunakan sensor getar SW-420 sebagai perangkat input yang berfungsi mendeteksi

adanya getaran saat tongkat kruk digunakan berjalan (Ramadhan and Royhan 2017). Sensor ini mendeteksi apabila ada getaran saat tongkat kruk dipakai berjalan. kemudian sinyal tersebut dikirimkan ke mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pemrosesan data. Arduino akan membaca kondisi input tersebut secara terus-menerus (real-time) untuk menentukan apakah terjadi gerakan atau tidak pada tongkat kruk.

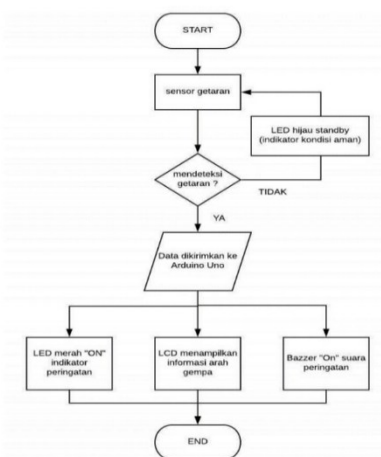
Kemudian, berdasarkan hasil pembacaan sensor, Arduino akan mengendalikan perangkat output berupa LCD dan buzzer (Perdana et al. 2021). Apabila getaran terdeteksi, sistem akan menampilkan nilai atau status getaran pada LCD serta mengaktifkan buzzer sebagai indikator suara. Sebaliknya, jika tidak ada getaran, buzzer tetap tidak aktif dan LCD tidak menampilkan nilai getaran. Analisis ini menunjukkan bahwa sistem bekerja berdasarkan konsep input–process–output (IPO), di mana sensor sebagai input, Arduino sebagai proses, dan LCD serta buzzer sebagai output. Secara mekanisme tersebut, sistem mampu memberikan respons cepat terhadap perubahan kondisi posisi gerakan tongkat kruk (Nasional and Elektro 2025).

Blok Diagram



Gambar 1. Blok Diagram Sekarang

Gambar 1 diatas tersebut menunjukkan bahwa blok diagram sistem deteksi posisi gerakan tongkat kruk berbasis Arduino Uno. Sumber daya sistem berasal dari baterai yang menyuplai tegangan ke Arduino Uno sebagai pusat pengendali utama. Sensor getar SW-420 berfungsi sebagai input yang mendeteksi adanya getaran ketika tongkat kruk digunakan berjalan. Ketika sensor mendeteksi getaran, sinyal dikirimkan ke Arduino Uno untuk diproses. Arduino kemudian mengolah sinyal tersebut untuk menentukan kondisi apakah terjadi getaran atau tidak.



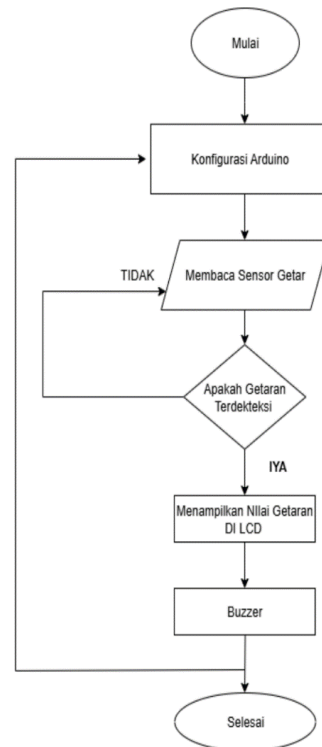
Gambar 2. Diagram Flowcart Sebelumnya

Dari gambar di atas Flowchart pada gambar tersebut dari penelitian system terdahulu menggambarkan alur kerja sistem deteksi getaran yang dimulai dari proses Start, kemudian sistem melakukan pembacaan pada sensor getaran(Ramadhan and Royhan 2017). Setelah itu, sistem masuk ke tahap pengambilan

keputusan untuk menentukan apakah terdeteksi getaran atau tidak. Jika tidak terdeteksi getaran, maka sistem berada dalam kondisi siaga yang ditandai dengan LED hijau menyala sebagai indikator kondisi aman, lalu sistem kembali melakukan pembacaan sensor secara berulang (looping). Proses ini menunjukkan bahwa sistem bekerja secara terus-menerus untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time(Adi et al. 2025).

Dengan Sebaliknya, jika adanya getaran terdeteksi, maka data akan dikirimkan ke Arduino Uno untuk diproses lebih lanjut. Setelah diproses, sistem akan mengaktifkan beberapa output secara bersamaan, yaitu LED merah sebagai indikator peringatan, LCD untuk menampilkan informasi terkait getaran, serta buzzer yang berbunyi sebagai alarm peringatan suara(Ayuni, Elektro, and Sidoarjo 2023). Setelah semua proses output dijalankan, sistem mencapai tahap End, namun dalam implementasi sebenarnya program akan kembali melakukan pemantauan ulang. Alur ini menunjukkan bahwa sistem bekerja berdasarkan prinsip input–proses–output dengan mekanisme keputusan (decision) untuk menentukan respons terhadap kondisi getaran yang terdeteksi.

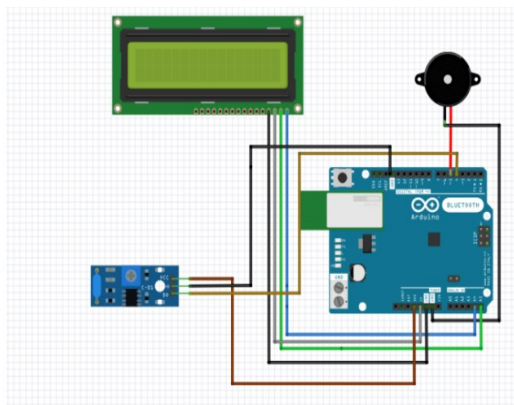
Flowchart Site



Gambar 3. Flowchart Sistem Sekarang

Dari gambar flowchat system ini menjelaskan tentang cara kerja sistem deteksi gerakan menggunakan sensor getar yang terhubung ke Arduino Uno. Proses dimulai dari inialisasi atau konfigurasi Arduino Uno, selanjutnya sistem akan melakukan pembacaan data dari sensor getar. Dalam selain itu sensor tidak akan mendeteksi getaran, untuk itu sistem akan kembali melakukan pembacaan sensor secara terus-menerus. ketika getaran terdeteksi, nilai getaran tersebut akan ditampilkan pada LCD sebagai informasi visual, kemudian buzzer diaktifkan sebagai bentuk peringatan suara. Setelah semua proses dijalankan, alur program ini akan mencapai tahap selesai. Dengan itu, sistem akan bekerja secara berulang untuk memantau kondisi getaran secara real-time dan memberikan umpan balik baik dalam bentuk tampilan LCD dan notifikasi suara.

Perancangan Perangkat Keras



Gambar 4. Rangkaian Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras system di Aplikasi Fritzing dengan ini menggunakan mikrokontroler arduino uno yang menunjukkan rangkaian lengkap antara Arduino Uno, sensor getar SW-420, LCD, dan buzzer yang digunakan untuk mendeteksi getaran pada tongkat kruk serta menampilkan dan memberikan peringatan. Sensor SW-420 terhubung ke Arduino melalui pin digital untuk mengirim sinyal saat getaran terdeteksi. LCD berfungsi menampilkan informasi status deteksi getaran, seperti “Getaran Terdeteksi” atau “Tidak Ada Getaran,” sedangkan buzzer akan

berbunyi sebagai tanda peringatan ketika sensor mendeteksi adanya getaran. Kombinasi dari ketiga komponen ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis dalam memantau dan memberi notifikasi terhadap gerakan tongkat kruk saat dipakai untuk berjalan. Sistem ini bekerja secara real-time, sehingga setiap perubahan kondisi getaran langsung diproses dan ditampilkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel keseluruhan , sistem deteksi getaran menggunakan sensor SW-420 yang terhubung dengan Arduino, LCD 16x2, dan buzzer.(Effendi et al. 2021) Percobaan menunjukkan urutan pengujian, sedangkan Aktivitas posisi gerakan menjelaskan kondisi atau perlakuan yang diberikan pada sensor (misalnya gerakan berjalan dengan melangkahakan salah satu kaki secara bergantian, dan digerakkan pelan pelan. Kolom Pembacaan nilai Sensor getar SW-420 berisi nilai output sensor (biasanya berupa logika atau intensitas getaran), kemudian Tampilan di LCD 16x2, menunjukkan informasi nilai getaran yang ditampilkan di layar, pada sensor getar saat dipakai untuk berjalan, dan kolom Buzzer menunjukkan apakah buzzer aktif (ON) atau).

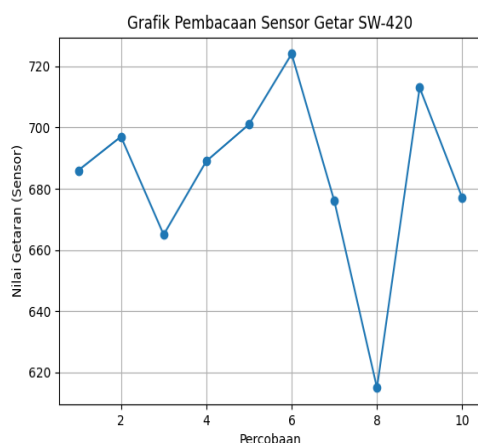
Tabel ini digunakan untuk menganalisis bagaimana sistem merespon berbagai kondisi getaran pada gerakan kaki.

Aktivitas Posisi Gerakan	Pembacaan Sensor Getar SW-420	Tampilan Nilai Getaran di LCD 16x2	Buzzer
Gerakan berjalan melangkah pertama	Getaran terdeteksi	686	ON
Gerakan berjalan melangkah kedua	Getaran terdeteksi	697	ON
Gerakan berjalan melangkah ketiga	Getaran terdeteksi	665	ON
Gerakan berjalan melangkah keempat	Getaran terdeteksi	689	ON
Gerakan berjalan melangkah kelima	Getaran terdeteksi	701	ON
Gerakan berjalan melangkah keenam	Getaran terdeteksi	724	ON
Gerakan berjalan melangkah ketujuh	Getaran terdeteksi	676	ON
Gerakan berjalan melangkah kedelapan	Getaran terdeteksi	615	ON
Gerakan berjalan melangkah kesembilan	Getaran terdeteksi	713	ON
Gerakan berjalan melangkah kesepuluh	Getaran terdeteksi	677	ON

Gambar 5 Tabel Keseluruhan

Tabel pada gambar tersebut menunjukkan hasil dari pengujian sistem deteksi getaran menggunakan sensor SW-420 pada aktivitas berjalan melangkah dari langkah pertama hingga langkah kesepuluh. Setiap percobaan merepresentasikan satu langkah gerakan, di mana sensor mendeteksi getaran yang dihasilkan dari aktivitas tersebut. Pada kolom tersebut, selain itu, Pembacaan Sensor getar SW-420 Sensor, terlihat bahwa semua percobaan menghasilkan status “Getaran terdeteksi, yang menandakan bahwa sensor mampu menangkap setiap gerakan langkah dengan baik. Sementara itu, kolom “Tampilan nilai getaran di LCD 16x2 menampilkan nilai numerik yang bervariasi, seperti 686, 697, hingga 724, yang menunjukkan perbedaan intensitas getaran pada setiap langkah.

dalam semua langkah menghasilkan getaran, tingkat kekuatan getaran tidak selalu sama, tergantung pada tekanan atau gaya langkah yang diberikan. Nilai tertinggi terlihat pada langkah keenam (724), yang menunjukkan getaran paling kuat, sedangkan nilai terendah pada langkah kedelapan (615), yang menunjukkan getaran lebih lemah. Selain itu, buzzer dalam semua percobaan berada pada kondisi ON, yang berarti sistem memberikan respon suara setiap kali getaran terdeteksi. Hal ini membuktikan bahwa sistem bekerja secara konsisten dan real-time dalam mendeteksi aktivitas gerakan saat berjalan.



Berdasarkan grafik dari perbandingan

tabel keseluruhan pada gambar 5 ialah Grafik di atas menunjukkan hubungan antara jumlah percobaan (langkah berjalan) dengan nilai pembacaan sensor getar SW-420. Terlihat bahwa setiap langkah menghasilkan nilai getaran yang berbeda-beda, namun tetap berada pada rentang yang relatif stabil yaitu sekitar 615 hingga 724 (Modul, Sima, and Berbasis, n.d.). Nilai tertinggi terjadi pada percobaan ke-6 dengan angka 724, sedangkan nilai terendah terjadi pada percobaan ke-8 dengan angka 615. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas getaran yang diterima sensor dipengaruhi oleh tekanan atau kekuatan langkah saat berjalan. (Perdana et al. 2021)

Secara keseluruhan, semua grafik memperlihatkan bahwa setiap gerakan langkah berhasil terdeteksi oleh sensor, yang ditandai dengan status buzzer yang selalu ON. Dalam nilai yang terjadi masih tergolong normal dalam sistem sensor getar, karena dipengaruhi oleh kondisi nyata seperti gaya langkah, permukaan lantai, dan posisi tongkat. Dengan demikian, sistem dapat dikatakan bekerja dengan baik dalam mendeteksi aktivitas gerakan berjalan menggunakan sensor getar dan menampilkannya nilainya getaran pada LCD. (Nasional and Elektro 2025)

KESIMPULAN

Dari hasil semua pengujian yang dilakukan dengan sistem deteksi gerakan menggunakan sensor getar SW-420 menunjukkan bahwa alat mampu mendeteksi setiap aktivitas langkah berjalan dengan baik. Hal ini dibuktikan dari seluruh percobaan (10 langkah) yang berhasil terdeteksi sebagai getaran oleh sensor, serta ditandai dengan aktifnya buzzer (ON) pada setiap kondisi. Sistem juga mampu menampilkan nilai getaran secara real-time pada LCD 16x2, sehingga pengguna dapat memantau hasil pembacaan sensor secara langsung.

Nilai dalam pembacaan sensor getar SW 420 menunjukkan adanya variasi pada setiap langkah, dengan rentang nilai antara 615 hingga 724. Perbedaan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kekuatan tekanan saat

melangkah, posisi tongkat kruk, serta kondisi permukaan tempat berjalan. Meskipun terdapat nilai, keseluruhan data masih berada dalam rentang yang stabil dan konsisten, yang menandakan bahwa sensor bekerja secara responsif terhadap perubahan getaran.

Dengan itu Secara keseluruhan, sistem yang dirancang telah berhasil memenuhi tujuan penelitian, yaitu mendeteksi posisi gerakan tongkat kruk berbasis sensor getar menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Integrasi antara sensor, mikrokontroler, LCD, dan buzzer berjalan dengan baik tanpa adanya kegagalan sistem selama pengujian. Dengan demikian, alat ini dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai sistem bantu monitoring gerakan yang sederhana, efektif, dan aplikatif dalam kehidupan sehari-hari

DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, R., Kania, R., & Muhammad, M. (2021). Rancang Bangun Pendeteksi Getaran Gempa Berbasis Mikrokontroler IOT Arduino. *Journal of Innovation And Future Technology*, 3(2), 41-55.
- Al Afgan, R., Salsabila, M. T., & Djatmiko, W. (2020). Sistem Pendeteksi Getaran Pada Koper Dengan Sensor Getaran SW420 Dan Modul SMS SIMA6 GSM Berbasis Mikrokontroler. *Autocracy: Jurnal Otomasi, Kendali, dan Aplikasi Industri*, 7(1), 19-26.
- Putri, R. F., & Wildian, W. (2020). Rancang Bangun Alat Pengaman Tas Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Getar SW-420 dan LDR dengan Notifikasi Via SMS. *Jurnal Fisika Unand*, 9(2), 183-189.
- Ramadhan, D. F., & Royhan, M. (2017). Simulasi Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Getaran Berbasis Arduino Uno. *Ejournal. Akademitelkom. Ac. Id.*
- Wijaya, J. E., & Giap, Y. C. (2023). PERANCANGAN ALAT SENSOR JARAK DAN KEAMANAN PADA KENDARAAN MOBIL DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIC DAN SENSOR GETAR BERBASIS ARDUINO. *Akselerator: Jurnal Sains Terapan dan Teknologi*, 4(1), 30-39.
- Putra, H. A. Z., & Sukarno, S. A. (2025). Penerapan Teknologi Arduino dalam Pendeteksian dan Peringatan Gempa Bumi Berbasis SW-420. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(2).
- Alfian, M., & Ayuni, S. D. Tongkat Pintar Tuna Netra Menggunakan GPS Tracking Berbasis Internet of Things.
- Wisaksono, A., & Quthb, M. S. (2025, September). Rancang bangun Sistem Pemantauan Getaran pada Jembatan Berbasis IOT untuk Meningkatkan Keamanan dan Stabilitas Struktur. In *Seminar Nasional Teknik Elektro* (Vol. 4, No. 1, pp. 343-352).
- Perdana, F. W., Ayuni, S. D., Wisaksono, A., & Syahririni, S. (2021). Prototype Social Distancing Reminder Using HC-SR04 Sensor At The Payment Counter Via A Smartphone: Prototype Peningkat Social Distancing Menggunakan Sensor HC-SR04 Pada Antrian Loket Pembayaran Via Smartphone. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(2).
- Alamsyah, M., Anshory, I., Ahfas, A., Hadidjaja, D., & Saputra, R. (2023). Sabuk Pengaman Tunanetra untuk Mendeteksi Objek Penghalang Menggunakan Sensor Ultrasonic dan GPS. *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, 115-123..

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.