



Rancang Bangun Purwarupa Alat Pencitraan Gerak Model Gestur Berbasis Mikrokontroler Arduino

Firman Aulia Akbar^{1*}, Mega Tri Kurnia², Francis Matheos Sarimole³

^{1,2}Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Sistem Komputer, Universitas Bung Karno, Jakarta, Indonesia

³Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika

Email: ¹firmanauliajanuar@gmail.com, ²mega_trikurnia@ubk.ac.id, ³matheosfrancis.s@gmail.com

(* : Correspondence Author)

Diterima Redaksi: 16/11/2023

Selesai Revisi: 29/12/2023

Diterbitkan Online: 31/12/2023

Abstrak – Dalam era teknologi yang berkembang pesat, integrasi antara jasmani dan teknologi menjadi nyata, terutama dalam pengembangan interaksi manusia dan komputer. Penelitian ini fokus pada penciptaan purwarupa alat pencitraan gerak model gestur dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler, menanggapi kebutuhan untuk alat interaktif yang lebih intuitif dalam menerjemahkan gerakan manusia. Menggunakan pendekatan rekayasa perangkat keras dan perangkat lunak, penelitian ini merancang dan menguji alat yang terdiri dari sensor *Gyrometer* dan *Flex*. *Gyrometer* mengukur orientasi gerak, sementara sensor *Flex* mendeteksi kelengkungan gestur. Pengujian meliputi kalibrasi antar sensor, integrasi dengan modul pentransmisi *Bluetooth* HC-05 sebagai media komunikasi nirkabel, dan aplikasi yang dipasang pada *smartphone* sebagai informasi *output* pemrosesan. Studi ini memperkenalkan metode pencitraan gerak gestur, memberikan solusi untuk berinteraksi dengan komputer lebih alami. Urgensi penelitian ini menjawab kebutuhan untuk membantu menerjemahkan gerakan manusia menjadi input digital. Alat yang dimodelkan mampu mendeteksi gerakan gestur tangan dengan akurasi yang baik. *Smartphone* sebagai *output* berhasil menampilkan informasi dalam bentuk teks dan suara berdasarkan gerakan yang terdeteksi. Alat pencitraan gerak model gestur ini berhasil melewati tahapan pengujian, menunjukkan hasil efektif sensor *Gyrometer* dan *Flex* dalam mendeteksi dan menerjemahkan gerakan tangan. Modul *Bluetooth* sebagai pentransmisi data berjalan baik mengirimkan data ke aplikasi pada *smartphone*, yang kemudian menampilkan informasi secara akurat.

Kata Kunci: Mikrokontroler, Pencitraan Gerak Gestur, Interaksi Manusia dan Komputer, Sensor *Gyrometer*, Sensor *Flex*

Abstract – In the era of rapidly developing technology, the integration between body and technology becomes real, especially in the development of human and computer interaction. This research focuses on creating prototypes of motion imaging tools using microcontroller technology, responding to the need for more intuitive interactive tools in translating human movements. Using hardware and software engineering approaches, this study designed and tested a tool consisting of *Gyrometer* and *Flex* sensors. The *gyrometer* measures the orientation of motion, while the *Flex* sensor detects the curvature of the gesture. Tests include calibration between sensors, integration with the HC-05 *Bluetooth* transmission module as a wireless communication medium, and applications installed on smartphones as processing output information. The study introduced a method of gesture imaging of gestures, providing a solution to interact with computers more naturally. The urgency of this research answers the need to help translate human movement into digital input. The modeled tool is able to detect hand gestures with good accuracy. The smartphone as an output successfully displays information in the form of text and voice based on detected movements. This gesture model motion imaging tool successfully passed the testing stage, showing the effective results of the *Gyrometer* and *Flex* sensors in detecting and translating hand movements. The *Bluetooth* module as a data transmitter runs well sending data to an application on the smartphone, which then displays the information accurately.

Keywords: *Microcontroller, Gesture Motion Imaging, Human and Computer Interaction, Gyrometer Sensor, Flex Sensor.*

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia teknologi interaktif, pemahaman kita tentang cara manusia berinteraksi dengan mesin telah berkembang secara signifikan. Penggunaan mikrokontroler, seperti Arduino, telah menjadi andalan dalam prototipe elektronik karena kemudahan penggunaan dan fleksibilitasnya [1][2][3]. Sensor gerak, seperti *Gyrometer* dan *Flex*, telah direvolusi untuk aplikasi dalam bidang kedokteran, game, dan robotika [4][5][6]. Khususnya, pencitraan gerak telah memungkinkan kita untuk mengubah gerakan fisik menjadi input digital, menyediakan metode interaksi yang lebih intuitif dan alami dengan perangkat teknologi [7][8].



Meskipun ada kemajuan dalam teknologi interaksi manusia dan komputer, masih ada kesenjangan dalam penerapan keakuratan dari teknologi sensor gerak dalam perangkat yang ditemui sehari-hari, khususnya dalam penggunaan dalam skala rumah tangga atau pribadi. Kebanyakan sistem yang ada memerlukan perangkat keras yang kompleks dan mahal atau software yang tidak mudah diakses oleh pengguna awam. Selain itu, terdapat kebutuhan untuk sistem yang lebih intuitif yang dapat dengan mudah diintegrasikan ke dalam kehidupan sehari-hari, memungkinkan interaksi yang lebih alami dengan teknologi. Pada artikel *The encyclopedia of human-computer interaction* bagian tulisan karya by John M. Carroll menjelaskan Interaksi manusia dan komputer (HCI) adalah bidang penelitian dan praktik yang muncul pada awal tahun 1980-an, awalnya sebagai bidang khusus dalam ilmu komputer yang mencakup ilmu kognitif dan rekayasa faktor manusia. HCI telah berkembang pesat dan terus-menerus selama tiga dekade, menarik para profesional dari berbagai disiplin ilmu dan menggabungkan beragam konsep dan pendekatan. Sampai batas tertentu, HCI kini mengumpulkan kumpulan bidang penelitian dan praktik semi-otonom dalam informatika yang berpusat pada manusia. Namun, sintesis berkelanjutan atas konsepsi dan pendekatan yang berbeda terhadap sains dan praktik di HCI telah menghasilkan contoh dramatis tentang bagaimana berbagai epistemologi dan paradigma dapat diselaraskan dan diintegrasikan dalam sebuah proyek intelektual yang dinamis dan produktif [9]. Penelitian relevan oleh Haroon Malik yang mengusulkan perangkat yang dikendalikan retina yang disebut EyeCom. Perangkat yang diusulkan dibangun dari perangkat IoT yang hemat biaya namun kuat (yaitu, mikrokontroler Arduino, sensor nirkabel Xbee, dioda pemancar cahaya inframerah (IR), dan akselerometer). EyeCom dapat dengan mudah dipasang pada kacamata. Orang lumpuh yang menggunakan alat ini dapat berinteraksi dengan mesin tersebut, menggunakan gerakan kepala sederhana dan kedipan mata [10]. Penelitian terkait lainnya oleh Rui Azevedo Antunes membuat perangkat yang dikembangkan dapat digunakan sebagai mouse atau sebagai gamepad, menggerakkan bagian tubuh manusia, biasanya kepala, untuk tugas akses komputer secara handsfree. Perangkat keras canggih ini menggunakan mikrokontroler Advanced RISC Machine 32-bit dan sensor gerak mikroelektromekanis 9 derajat, termasuk akselerometer, giroskop, dan magnetometer System-in-Package (SiP). Perangkat keras/perangkat lunak dengan pengontrol human-in-the-loop dapat diidentifikasi sebagai sistem cerdas Cyber-Fisik untuk dimasukkan dalam tren "Industri 4.0" [11]. Penelitian lainnya oleh Shravani Belgamwar dan kawan-kawan, mengusulkan sistem pengenalan isyarat yang hemat biaya bisa menerjemahkan isyarat yang terdeteksi menjadi tindakan. Sistem yang diusulkan ini memiliki dua antarmuka, antarmuka sensor jarak dan antarmuka akselerometer. Antarmuka sensor jarak menerjemahkan gerakan untuk tindakan seperti berpindah antar aplikasi yang berbeda, melakukan kontrol volume, menggulir, mampu membuat pintasan keyboard, dan sebagainya, sementara antarmuka akselerometer sebagai bagian layaknya pengetikan dari sistem [12].

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan dengan mengembangkan purwarupa alat pencitraan gerak model gestur yang terjangkau dan mudah dioperasikan. Mengintegrasikan mikrokontroler dengan sensor *Gyrometer* dan *Flex*, kita dapat menciptakan sistem yang mampu menerjemahkan gerakan manusia ke dalam input digital dengan cara yang lebih intuitif. Dibalik dari pendekatan ini adalah untuk membawa teknologi interaktif ke dalam penggunaan manusia sehari-hari, memperluas aksesibilitas berinteraksi dengan teknologi dan diharapkan membuka jalan bagi aplikasi baru dalam berbagai bidang seperti pendidikan, kesehatan, dan lainnya [13].

2. METODOLOGI PENELITIAN

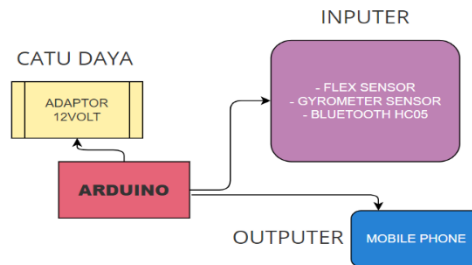
Dalam penelitian ini, mengikuti pendekatan yang sistematis untuk merancang, mengembangkan, dan menguji purwarupa alat pencitraan gerak model gestur. Penelitian ini dirancang sebagai studi kasus, di mana kami menggabungkan berbagai metode pengumpulan dan analisis data untuk mendapatkan pemahaman tentang proses dan hasil.

2.1 Tahapan Penelitian



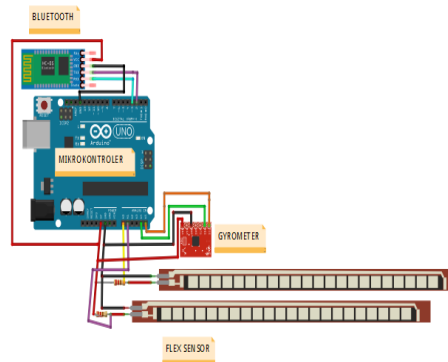
Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada gambar 1, adalah alur yang akan dilakukan, pada tahap pertama adalah merancang konseptual alat. Komponen yang diperlukan, antarmuka pengguna, dan fungsionalitas keseluruhan berdasarkan kebutuhan dan batasannya [14]. Setelah desain konseptual, kami mengembangkan diagram blok seperti ditunjukkan pada gambar 2 untuk mengilustrasikan hubungan fungsional [15], antara komponen yang berbeda seperti mikrokontroler, sensor *Gyrometer* dan *Flex*, serta modul *Bluetooth*.



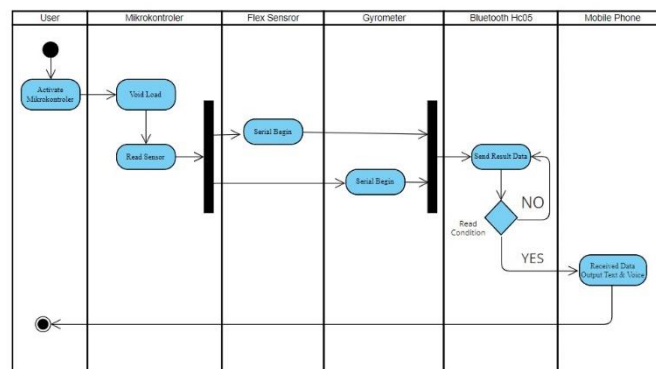
Gambar 2. Diagram Blok

Tahap selanjutnya adalah pembuatan skema rinci dari purwarupa seperti ditunjukkan pada gambar 3, termasuk rincian koneksi listrik dan konfigurasi perangkat keras [16].



Gambar 3. Skematik Rangkaian Alat

Tahap selanjutnya dengan skema yang dijadikan sebagai panduan, dilakukan perakitan prototipe. Tahap ini memantau pengujian komponen dan memastikan bahwa semua elemen bekerja sesuai dengan spesifikasi desain awal [17]. Setelah perakitan, akan dilakukan proses uji kode untuk mikrokontroler [18]. Kode-kode ini bertanggung jawab untuk mengumpulkan data dari sensor dan mengirimkannya ke *smartphone* melalui media *Bluetooth* ditunjukkan gambar 4 berupa *activity* diagram berikut:



Gambar 4. Activity Diagram Alat

2.2 Elemen Metodologi Penelitian:

Penelitian ini dirancang sebagai studi kasus. Dengan mendokumentasikan proses pengembangan alat, dari konsepsi hingga implementasi, serta pengujian dan evaluasi [19]. Penggunaan komponen elektronik komersial dan perangkat lunak *open-source* untuk merakit dan memprogram alat. Sampel pengujian terdiri dari serangkaian gestur yang telah ditentukan. Untuk mengumpulkan data, dengan menggunakan kombinasi observasi langsung [20], dokumentasi proses pengembangan, dan pengujian fungsional, menggunakan perangkat lunak untuk mengevaluasi kinerja alat. Metodologi mencakup analisis riset dengan menerapkan data-data lalu menggabungkan hasil melalui pengujian, umpan balik dari pengguna, dan evaluasi teknis untuk memvalidasi hasil dan meningkatkan kredibilitas temuannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

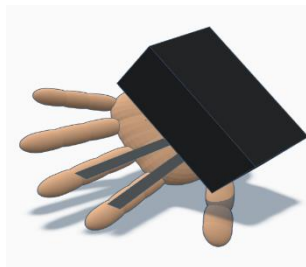
3.1 Visualisasi Model Gestur *Frontside*

Pada hasil pengujian ditunjukkan secara visual pada gambar 5, data yang ditemui melalui inputan sensor gyrometer pada serial monitor kondisi *frontside* ditemukan nilai $axis\ x = -616$, $axis\ y = -5056$, dan $axis\ z = 13388$.



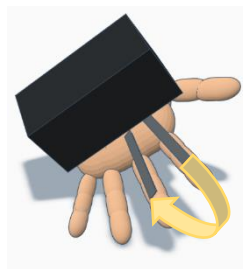
Gambar 5. Gestur *Frontside*

Pada gambar 6, data inputan sensor gyrometer pada serial monitor kondisi *frontside* ditemukan nilai $axis\ x = 11612$, $axis\ y = 684$, dan $axis\ z = 10668$.



Gambar 6. Gestur *Leftside*

Pada gambar 7, data inputan sensor flex pada serial monitor kondisi *rightside processor* ketika jari pada telunjuk dilakukan proses tekuk ditemukan nilai $flex\ 1 = 907$, $flex\ 2 = 780$, tahapan pengujian dilakukan al yang sama pada jari yang berbeda, dengan hasil sensitive dan akurat memberikan informasi.



Gambar 7. Gestur *Rightside Processor*



3.2 Pengukuran Sudut Gerak Tangan

Untuk menemukan sudut gerak tangan dengan cara menggerakkan tangan pada Sensor *Gyrometer* pada posisi kearah depan, kekanan, kekiri, atas dan bawah. Berikut ini adalah perhitungan rotasi dengan matrix dengan rumus pada tabel 1, dan tabel 2 terhadap gerakan berikut :

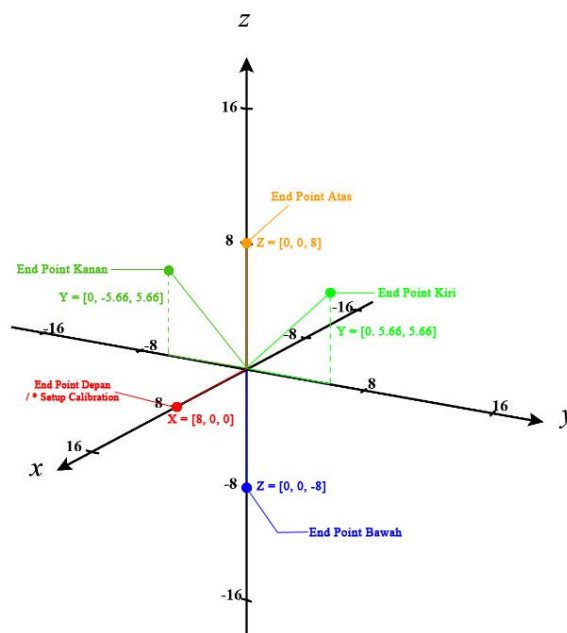
Tabel 1. Gerak Rotasi 45⁰

Axis	Angle	Degree	Cos	-Cos	Sin	-Sin
Z	θ Theta	45	0,71	-0,71	0,71	-0,71
Y	φ Phi	45	0,71	-0,71	0,71	-0,71
X	α Alpha	45	0,71	-0,71	0,71	-0,71

Tabel 2. Sudut Gerak Tangan

Rz, θ =	cos θ	-sin θ	0	0,71	-0,71	0,00	8,00	5,66
	sin θ	cos θ	0	0,71	0,71	0,00	0,00	5,66
	0	0	1	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Ry, φ =	cos φ	0	sin φ	0,71	0,00	0,71	8,00	5,66
	0	1	0	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	-sin φ	0	cos φ	-0,71	0,00	0,71	0,00	-5,66
Rx, α =	1	0	0	1,00	0,00	0,00	8,00	8,00
	0	cos α	-sin α	0,00	0,71	-0,71	0,00	0,00
	0	sin α	cos α	0,00	0,71	0,71	0,00	0,00

Dari perhitungan diatas dengan menggunakan hasil hitungan sudut gerak tangan dengan matrix, telah didapatkan hasil rotasi yang dimana sumbu X = [8] adalah point kalibrasi. Lalu rotasi kearah kanan dengan 45⁰ terdapat pada sumbu Y = [-5.66, 5.66]. Lalu rotasi kearah kiri dengan memposisikan tangan 45⁰ terdapat pada sumbu Y = [5.66, 5.66] Adapun rotasi sudut kearah bawah dengan posisi tangan 90⁰ melewati sumbu X dan sumbu Y terdapat pada sumbu Z = [-8] dan rotasi sudut kearah atas dengan memposisikan tangan 90⁰ melewati sumbu Y dan X terdapat pada sumbu Z = [8]. Berikut ini adalah bentuk visual ditunjukkan pada gambar 8 berikut :



Gambar 8. Visualisasi Rotasi Arah pada Gerak Tangan





4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan alat pencitraan gerak model gestur sesuai porsi awal, dengan sensor *Gyrometer* mampu memberikan nilai gerak dan sudut rotasi, akurasi sensor Flex mampu mendeteksi gestur. Modul *bluetooth* berjalan lancar dalam mentransmisikan data ke *smartphone*, sebagai *output* menyajikan informasi ke bentuk teks dan suara. Hasil ini menunjukkan potensi besar dalam interaksi manusia dan komputer, inovasi dalam cara kita berinteraksi dengan teknologi, dan membuka peluang untuk aplikasi di berbagai sektor, termasuk pendidikan, hiburan, dan kesehatan.

REFERENCES

- [1] A. S. Ismailov, Z. B. Jo'Rayev, and others, "Study of arduino microcontroller board," *Sci. Educ.*, vol. 3, no. 3, pp. 172–179, 2022.
- [2] S. Barrett, *Arduino Microcontroller Processing for Everyone! Part II*. Springer Nature, 2022.
- [3] T. Pan, Y. Zhu, T. Pan, and Y. Zhu, "Getting started with Arduino," *Des. Embed. Syst. with Arduino A Fundam. Technol. Makers*, pp. 3–16, 2018.
- [4] S. Rosca, S. Riurean, M. Leba, and A. Ionica, "An educational model of graduation project for students at automation and computer engineering," *J. Digit. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 34–42, 2019.
- [5] R. Alexandre, O. Postolache, and P. S. Girão, "Physical rehabilitation based on smart wearable and virtual reality serious game," in *2019 IEEE international instrumentation and measurement technology conference (I2MTC)*, 2019, pp. 1–6.
- [6] K. Sancheti, A. Suhaas, P. Suresh, and others, "Hands-free cursor control using intuitive head movements and cheek muscle twitches," in *TENCON 2018-2018 IEEE Region 10 Conference*, 2018, pp. 356–361.
- [7] M. Hilman, D. K. Basuki, and S. Sukaridhoto, "Virtual hand: VR hand controller using IMU and flex sensor," in *2018 International Electronics Symposium on Knowledge Creation and Intelligent Computing (IES-KCIC)*, 2018, pp. 310–314.
- [8] P. Telluri, S. Manam, S. Somarouthu, J. M. Oli, and C. Ramesh, "Low cost flex powered gesture detection system and its applications," in *2020 Second International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, 2020, pp. 1128–1131.
- [9] J. Lowgren, J. M. Carroll, M. Hassenzahl, T. Erickson, and A. Blackwell, "The encyclopedia of human-computer interaction," *Interact. Des. Found.*, 2019.
- [10] H. Malik and A. Mazhar, "EyeCom-An Innovative Approach for Computer Interaction," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 151, pp. 559–566, 2019.
- [11] R. A. Antunes, L. B. Palma, H. Duarte-Ramos, and P. Gil, "Intelligent HCI device for assistive technology," in *Technological Innovation for Industry and Service Systems: 10th IFIP WG 5.5/SOCOLNET Advanced Doctoral Conference on Computing, Electrical and Industrial Systems, DoCEIS 2019, Costa de Caparica, Portugal, May 8--10, 2019, Proceedings 10*, 2019, pp. 157–168.
- [12] S. Belgamwar and S. Agrawal, "An Arduino based gesture control system for human-computer interface," in *2018 Fourth International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA)*, 2018, pp. 1–3.
- [13] C. Stephanidis *et al.*, "Seven HCI grand challenges," *Int. J. Human--Computer Interact.*, vol. 35, no. 14, pp. 1229–1269, 2019.
- [14] F. Nugroho, A. T. Oktavianthi, and A. U. Bani, "Rancang Bangun Robot Humidifier Beroda Untuk Menjaga Kelembapan Udara Ideal Mencegah Terinfeksi Bakteri Berbasis Mikrokontroler," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 1091–1103, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.1977.
- [15] D. Agam, A. U. Bani, and F. Nugroho, "Design and Build a Strength Recorder Soil Using Arduino Soil Moisture Sensor," *J. Eng. Technol. Comput.*, vol. 1, no. 3, pp. 126–132, 2022.
- [16] A. Hidayatulloh, A. U. Bani, and F. Nugroho, "Design A Bird Midge Tool Using Arduino-Based Laser Sensors," *J. Math. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2022.
- [17] F. Nugroho, D. H. Farhan, and Y. L. Prambodo, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Arah dan Pengukur Kecepatan Angin Berbasis Arduino".
- [18] A. U. Bani, F. Nugroho, and A. T. Arsyendo, "Design And Manufacture Of Tools Automatic Feeding And Drinking In Farm Chickens Arduino Microcontroller-Based," *J. Math. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–16, 2022.
- [19] G. Thomas, "How to do your case study," *How to do your case study*, pp. 1–320, 2021.
- [20] F. Nugroho and A. U. Bani, *Pemahaman Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Deepublish, 2023.

