

PENGOLAHAN AUDIO PADA ROBOT ARM DENGAN SENSOR *EASY VOICE RECOGNITION* BERBASIS RASPBERRY PI

Herlinawati¹, Emir Nasrullah², Muhammad Ifan Saputra^{3*}, Helmy Fitriawan⁴, Anna Zakkia Latifah⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung; Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung

Received: 2 Maret 2025

Accepted: 27 Maret 2025

Published: 14 April 2025

Keywords:

Penyandang Disabilitas, Robot Tangan, Pengenalan Suara, Raspberry Pi, Speech To Text, Easy Voice Recognition.

Correspondent Email:

muhammadifans@eng.unil
a.ac.id

Abstrak. Penyandang disabilitas dengan keterbatasan fungsi tangan menghadapi kesulitan dalam aktivitas sehari-hari. Teknologi robot tangan berbasis sensor suara menjadi solusi untuk membantu mereka. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pengenalan suara yang responsif dan akurat, serta menganalisis efektivitas metode *Speech to Text* dalam mengurangi waktu delay. Pengujian menggunakan sensor *Easy Voice Recognition* dan Raspberry Pi menunjukkan penurunan delay hingga 33,33% dan tingkat keberhasilan pengenalan suara sebesar 77,5%. Metode *Speech to Text* terbukti lebih cepat dengan perbedaan delay 1,52 detik, menunjukkan teknologi ini efektif membantu penyandang disabilitas.

Abstract. Individuals with disabilities who have limited hand function face challenges in performing daily activities. Voice-controlled robotic hand technology offers a solution to assist them. This study aims to design a responsive and accurate voice recognition system and analyze the effectiveness of the *Speech to Text* method in reducing delay time. Testing using the *Easy Voice Recognition* sensor and Raspberry Pi demonstrated a delay reduction of up to 33.33% and a voice recognition success rate of 77.5%. The *Speech to Text* method proved faster, with a delay difference of 1.52 seconds, indicating that this technology effectively assists individuals with disabilities.

1. PENDAHULUAN

Disabilitas dapat diartikan sebagai sebuah keadaan dari seseorang dengan keterbatasan pada anggota fisik tubuhnya, sehingga kesulitan dalam melakukan aktivitas ataupun berinteraksi terhadap lingkungan sekitar.

Saat ini perkembangan teknologi begitu pesat, salah satunya teknologi dalam dunia kesehatan. Contoh perkembangan teknologi dalam dunia kesehatan yaitu dikembangkan robot sebagai alat bantu bagi manusia yang

mengalami gangguan disabilitas fisik atau keterbatasan fungsi gerak tubuh yang disebabkan oleh kecelakaan maupun akibat cacat lahir [1][2].

Contoh lebih mendalam dalam Perkembangan teknologi pada bidang kesehatan dengan pemanfaatan robotika yaitu dikembangkannya robot tangan untuk membantu mempermudah aktivitas penyandang disabilitas dengan penambahan sensor yang lebih mudah digunakan dan diaplikasikan agar dapat memungkinkan

interaksi yang lebih adaptif dengan lingkungan sekitar. Penggunaan sensor yang lebih mudah misalnya dengan menggunakan sensor suara. Hal ini akan sangat membantu para penyandang disabilitas untuk mengoperasikan robot tangan dengan perintah suara yang sederhana dalam membantu menjalankan berbagai aktivitas sehari-hari [3][4].

Sensor suara bekerja dengan mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik yang dapat diinterpretasikan oleh sistem komputer. Teknologi ini telah memberikan landasan bagi pengembangan kendali robot yang responsif terhadap perintah suara. Dengan menggunakan algoritma pengenalan suara yang canggih, robot dapat menerima instruksi verbal dari manusia dan meresponsnya dengan melakukan tugas-tugas tertentu [5].

Dari latar belakang ini maka memunculkan suatu ide untuk membuat pengolahan audio pada robot arm menggunakan sensor *easy voice recognition* berbasis Raspberry pi untuk membantu para penyandang disabilitas agar lebih mudah untuk melakukan aktivitas sehari-hari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot Arm

Robot *arm*, atau sering disebut sebagai *robotic arm* atau manipulator robot, adalah sebuah perangkat mekanis yang dirancang untuk meniru fungsi dan gerakan lengan manusia. Robot *arm* telah menjadi komponen integral dalam berbagai aplikasi, termasuk manufaktur, otomasi industri, perawatan kesehatan, eksplorasi luar angkasa, dan banyak lagi.

Robot *arm* merupakan jenis robot yang digunakan untuk berbagai proses industri. Robot ini dapat memindahkan posisi dari satu titik ke titik lain dengan menentukan posisi koordinat. Konfigurasi kontrol robot ini dapat dilakukan secara manual atau otomatis dan dapat digunakan secara statis atau bergerak[6][7].

2.2 Motor Servo DC

Motor servo DC adalah motor yang berputar lambat, hal ini dapat ditunjukkan terhadap *rate* putarannya yang lambat, namun

demikian memiliki torsi yang kuat karena internal *gear*nya[8][9].

Motor servo DC memiliki tiga kabel ataupun konektor. Tiga kabel memiliki warna yang berbeda berdasarkan fungsinya. Kabel berwarna merah sebagai sumber tegangan positif untuk daya Motor Servo DC. Kabel berwarna coklat ataupun hitam berfungsi sebagai *ground*. Dan kabel terakhir berwarna kuning atau oren berfungsi sebagai sinyal kontrol. Motor servo DC dapat bekerja apabila diberikan supply daya DC sebesar 4,8V – 6V.

2.3 Raspberry Pi

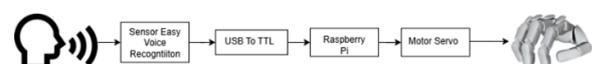
Raspberry Pi merupakan sebuah mikrokomputer yang memiliki ukuran kecil serta dapat bekerja untuk melakukan pengolahan data sama seperti sebuah komputer [10]. Pada Raspberry Pi terdapat seperangkat GPIO pin yang berfungsi sebagai pin penghubung antara Raspberry Pi dengan perangkat *input* dan *output* [11][12].

2.4 Sensor Easy Voice Recognition

Sensor *Easy Voice Recognition* merupakan sebuah modul pengenalan suara yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat elektronik dengan menggunakan perintah suara dengan kondisi yang ideal [6]. Sensor *Easy Voice Recognition* memungkinkan integrasi kemampuan pengenalan suara ke dalam proyek-proyek elektronik atau sistem yang berbeda. Modul ini memiliki kemampuan untuk mengenali perintah suara yang telah diprogram sebelumnya. Pengguna dapat melatih modul ini untuk mengenali perintah suara tertentu dan menentukan tindakan yang harus dilakukan ketika perintah tersebut didengar .

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Blok Perancangan Sistem



Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Sistem

Pada Gambar 1. terdapat diagram blok perancangan sistem yang dimana Suara masuk sebagai input dari sistem, di mana perintah suara diucapkan oleh pengguna. Suara ini akan menjadi sinyal yang diproses lebih lanjut oleh sistem untuk menghasilkan aksi untuk menggerakkan motor servo.

Sensor *Easy Voice Recognition* sebagai sensor pengenalan suara yang bertugas mendeteksi dan mengidentifikasi perintah suara yang diterima. Sensor ini akan menganalisis sinyal suara dan menerjemahkannya menjadi data yang dapat dipahami oleh sistem.

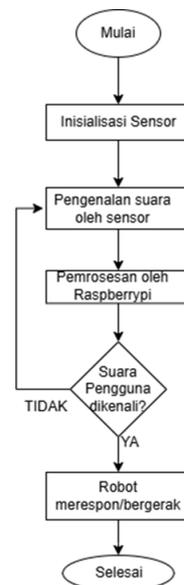
Setelah suara dikenali, sensor ini mengirimkan perintah ke Raspberry Pi melalui USB To TTL yang berfungsi untuk mengonversi sinyal dari TTL UART (3.3V atau 5V) pada sensor menjadi sinyal yang kompatibel dengan port USB Raspberry Pi sebagai mikrokontroler atau komputer mini yang digunakan untuk mengolah data suara yang diterima dari sensor Sensor *Easy Voice Recognition*.

Raspberry Pi menjalankan program yang memetakan perintah suara ke tindakan yang harus dilakukan oleh robot. Perintah ini kemudian diteruskan ke motor servo untuk menghasilkan gerakan pada robot.

Kemudian, motor servo akan menjadi komponen penggerak yang menerima sinyal dari Raspberry Pi dan bertanggung jawab untuk menggerakkan bagian robot. Servo motor ini akan mengubah perintah digital menjadi gerakan mekanis yaitu dari input suara pada Sensor *Easy Voice Recognition* kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk memerintahkan motor servo menggerakkan robot.

Hasil akhirnya adalah gerakan tangan robot sesuai dengan perintah suara yang diterima. Contoh: Jika pengguna memberi perintah suara "genggam," robot akan merespons dengan menggerakkan jarinya untuk menggenggam.

3.2 Diagram Alir Perancangan Sistem

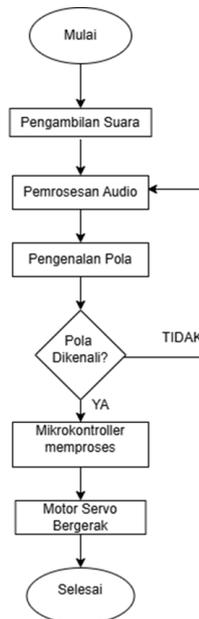


Gambar 2. Diagram Alir Perancangan Sistem

Pada Gambar 2. Diagram Alir Perancangan Sistem diawali dengan inisialisasi sensor dimana semua komponen yang digunakan pada perancangan ini diberi nama atau inisial untuk pengenalan terhadap program yang dibuat. Kemudian pengenalan suara pengguna yang terdeteksi oleh Sensor *Easy Voice Recognition* dan akan diproses oleh mikrokontroler Raspberry Pi.

Setelah itu, sistem akan memeriksa apakah suara pengguna dapat diproses dan terbaca, jika sensor tidak dapat mengenali suara yang masuk maka akan kembali lagi pada pemrosesan pengenalan suara oleh sensor namun jika suara yang masuk dapat terbaca maka robot akan bergerak sesuai dengan perintah yang masuk ke sensor. Lalu robot akan kembali ke posisi semula.

3.3 Diagram Alir Metode Speech To Text



Gambar 3. Diagram Alir Sistem pada Metode *Speech To Text*

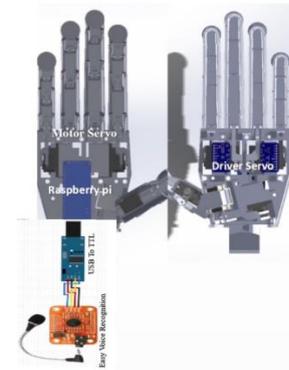
Pada Gambar 3. Diagram Alir sistem pada metode *Speech To Text* proses dimulai dengan pengambilan suara menggunakan mikrofon sebagai input utama. Selanjutnya, suara yang ditangkap diproses dalam tahap pemrosesan audio untuk menghilangkan noise atau kebisingan yang mengganggu.

Setelah audio bersih, dilakukan pengenalan pola menggunakan model kecerdasan buatan yang menganalisis karakteristik suara dan mencoba mengenali pola yang sesuai dengan perintah yang telah diprogram. Jika pola suara dikenali, mikrofon akan mengirimkan data hasil pengenalan ke mikrokontroler, yang kemudian memproses perintah tersebut.

Hasil pemrosesan diteruskan untuk menggerakkan motor servo sesuai dengan instruksi yang diberikan, seperti membuka atau menutup jari. Jika pola tidak dikenali, sistem kembali ke tahap pengambilan suara untuk mendeteksi perintah baru. Proses berakhir setelah motor servo selesai melaksanakan gerakan yang sesuai dengan perintah suara.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Sistem



Gambar 4. 3D Robot Arm

Pada Gambar 4. merupakan sistem pengolahan audio pada robot *arm* dengan Sensor *Easy Voice Recognition* berbasis Raspberry pi. Terdapat design 3 dimensi dari robot *arm* yang memperlihatkan letak dari komponen-komponen yang digunakan. Yaitu terdapat 6 buah motor servo MG90S yang diletakkan secara paralel untuk menggerakkan masing-masing jari pada robot, kemudian terdapat mikrokontroler Raspberry Pi yang terhubung dengan Driver Servo dan juga terdapat Sensor *Easy Voice Recognition* yang terhubung dengan *USB To TTL* dan Mikrokontroler Raspberry Pi.

4.2 Hasil Pengujian Sistem

a. Metode Pengujian

Sensor *Easy Voice Recognition* akan mendeteksi perintah suara yang diucapkan dan mengonversinya menjadi sinyal digital. Setelah perintah dikenali, sinyal tersebut dikirimkan ke motor servo yang terhubung, dan respons robot *arm* diobservasi untuk memastikan bahwa perintah suara menghasilkan gerakan yang sesuai.

Setiap hasil dari pengujian yang telah dilakukan akan dicatat, termasuk apakah perintah dikenali dengan benar dan apakah pergerakan motor servo sesuai dengan yang diharapkan. Kemudian, dilakukan analisis data untuk menilai akurasi sistem dalam merespons perintah suara dan mengevaluasi keandalan sistem berdasarkan jumlah kesalahan dalam pengenalan perintah dan respons motor servo.

Metode ini bertujuan untuk memberikan informasi yang berguna mengenai

kinerja robot arm serta untuk identifikasi dan perbaikan sistem jika diperlukan.

b. Hasil Pengujian Respon Gerak Robot

Tabel 1. hasil Pengujian Respon Gera Robot Terhadap Perintah Suara Milik Pengguna Robot

Perintah Suara	Respon Gerak Robot	
	Berhasil	Tidak
Halo	5	0
Genggam	4	1
Lepas	3	2
Satu	3	2
Dua	3	2
Tiga	4	1
Empat	4	1
Lima	5	0

Pada Tabel 1. terdapat 8 perintah suara yang digunakan pada pengujian dalam proses pengambilan data hasil, sebanyak 40 kali percobaan dengan sample suara milik pengguna robot yang mendapatkan presentase keberhasilan sebesar 77.5%.

Hal ini menunjukkan bahwa dalam percobaan, robot berhasil menjalankan perintah sesuai dengan yang diinginkan oleh pengguna, yang mana keberhasilan ini dipengaruhi oleh sesuai atau tidak nya perintah yang diucapkan pengguna terhadap suara yang telah terekam oleh sensor seperti perbedaan dalam pengucapan, intonasi, aksen, atau kecepatan berbicara, robot mungkin mengalami kesulitan dalam mengenali perintah tersebut.

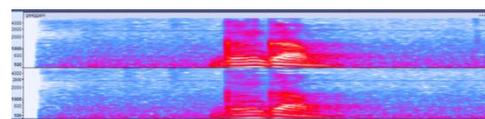
Tabel 2. Hasil pengujian Respon Gerak robot Terhadap Perintah Suara Bukan Milik Pengguna Robot

Perintah Suara	Respon Gerak Robot	
	Berhasil	Tidak
Halo	0	5
Genggam	1	4
Lepas	0	5
Satu	0	5
Dua	2	3
Tiga	0	5
Empat	1	4
Lima	0	5

Pada Tabel 2 Data Hasil pengujian respon gerak robot terhadap perintah suara bukan milik pengguna robot yang dilakukan sebanyak 40 kali percobaan ini mendapatkan presentase keberhasilan sebesar 10%.

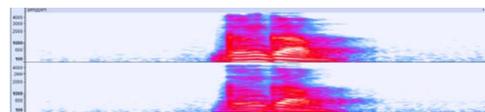
Hal ini menunjukkan bahwa dalam percobaan, robot tidak berhasil menjalankan perintah dengan sample suara bukan milik pengguna robot, yang mana hal ini dipengaruhi oleh ketidak sesuaian perintah yang diucapkan oleh pengguna bukan pemilik robot ini terhadap suara yang telah terekam oleh sensor seperti perbedaan dalam pengucapan, intonasi, aksen, atau kecepatan berbicara, robot mungkin mengalami kesulitan dalam mengenali perintah tersebut. Variasi dalam pengucapan bisa menyebabkan robot gagal memahami atau mengenali perintah yang diberikan.

c. Hasil Pengujian Perbandingan Gelombang Suara



Gambar 5. Gelombang Suara “Genggam” Secara Langsung

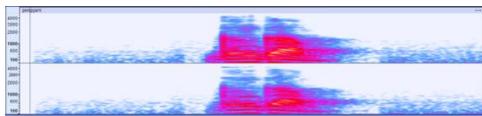
Pada Gambar 5. merupakan gambar gelombang suara yang dihasilkan dari kata “Genggam” secara langsung dengan pola warna merah yang tampak di frekuensi rendah hingga menengah menandakan kehadiran bunyi konsonan letup seperti /g/ dan bunyi nasal seperti /ng/ serta /m/, sementara pola di frekuensi menengah menandakan vokal /e/ dan /a/. Formasi warna yang terstruktur pada waktu tertentu menunjukkan perubahan bunyi dari setiap saat kata "Genggam" diucapkan.



Gambar 6. Gelombang Suara “Genggam” Dengan Pengaruh Noise Reduction

Pada Gambar 6. merupakan Gelombang suara “Genggam” dengan pengaruh noise reduction dapat terlihat bahwa bagian biru (intensitas energi rendah) menjadi lebih dominan, terutama di area frekuensi tinggi (di atas 2000 Hz) dan pada jeda antar suara. Ini menandakan bahwa noise di frekuensi tinggi

atau *noise* latar belakang telah berhasil dikurangi.



Gambar 7. Gelombang Suara “Genggam” Dengan *Low-Pass Filter*

Pada Gambar 7. merupakan gelombang suara yang dihasilkan dari kata “Genggam” dengan *low-pass filter* terlihat bahwa frekuensi tinggi di atas sekitar 3000 Hz telah banyak berkurang, terlihat dari dominasi warna biru di frekuensi tersebut. Ini merupakan efek dari *low-pass filter* yang memotong frekuensi tinggi dan hanya membiarkan frekuensi rendah lewat. Dan *noise* yang biasanya hadir di frekuensi tinggi (seperti *hiss* atau *sibilance*) telah banyak berkurang.

d. Hasil Pengujian Delay Jarak Pengguna Terhadap Respon Gerak Robot

Tabel 3. Hasil Pengujian Delay Jarak Pengguna Terhadap Respon Gerak Robot

No	Jarak (cm)	Delay Sebelum Noise Hilang (s)	Delay Sesudah Noise Hilang (s)	Persentase Penurunan (%)
1	5	3.75	2.63	29.87
2	10	4.61	3.16	31.45
3	15	5.52	3.8	31.16
4	20	5.97	4.34	27.30
5	25	6.78	4.52	33.33

Pada Tabel 3. yang menunjukkan hasil dari pengujian delay jarak pengguna robot terhadap respon gerak robot terlihat adanya penurunan delay yang bervariasi pada setiap jarak. Persentase penurunan delay terbesar terjadi pada jarak 25 cm, yaitu 33.33%, sedangkan penurunan terkecil ada pada jarak 20 cm dengan 27.30%.

Proses pengurangan *noise* terbukti efektif di semua jarak, dengan rata-rata penurunan yang cukup signifikan, menunjukkan bahwa metode yang digunakan berhasil mengurangi *noise* dan memperbaiki kualitas sinyal. Pengurangan delay secara rata-rata berada di sekitar 20-40%, yang menunjukkan bahwa metode penghilangan *noise* cukup andal dalam meningkatkan kualitas

sinyal dan mengurangi gangguan delay pada rekaman suara.

Penurunan delay yang konsisten ini menunjukkan bahwa *noise* berkurang secara efektif, meskipun ada sedikit variasi tergantung pada jarak sumber suara.

e. Pengujian Menggunakan Metode Speech To Text

```
Silakan beri perintah...
Perintah yang didengar: tolong genggam
Semua jari menggenggam.
```

Gambar 8. Output serial dari perintah “Genggam”

Pada Gambar 8. yang merupakan output pada serial monitor yang dihasilkan oleh program setelah mendeteksi dan mengenali perintah suara dari pengguna. Output "Silakan beri perintah..." menunjukkan bahwa sistem sedang berada dalam mode mendengarkan (*listening mode*). Pada tahap ini, mikrofon aktif menangkap suara yang diberikan oleh pengguna.

Setelah pengguna memberikan perintah suara, seperti "tolong genggam", suara tersebut dikonversi menjadi sinyal digital kemudian sistem akan menampilkan hasil pengenalan suara pada serial monitor dengan pesan "Perintah yang didengar: tolong genggam". Ini menunjukkan bahwa sistem berhasil memahami perintah pengguna.

Tabel 4. Pengujian Respon Delay Metode *Speech To Text*

Percobaan Ke-	Perintah Suara	Respon Delay (s)
1	Tolong Genggam	1,5
2		0,9
3		1,2
4		2,7
5		1,3
Rata-rata respon delay		1,52

Pada Tabel 4. merupakan hasil pengujian *delay* yang telah dilakukan, didapatkan hasil pengujian sebanyak 5 kali pada perintah "Tolong Genggam". Pada percobaan ke-1 hingga ke-5 Respon delay bervariasi dari 0,9 detik (percobaan ke-2, nilai terkecil) hingga

2,7 detik (percobaan ke-4, nilai terbesar). Respon delay rata-rata menunjukkan bahwa subjek membutuhkan waktu 1,52 detik untuk merespons perintah "Tolong Genggam".

Maka, dengan respon *delay* sebesar 1,52 detik ini robot cukup responsif dalam merespon perintah dari pengguna walaupun dengan beberapa pengujian waktu *delay* lebih lama namun hal itu wajar terjadi dikarenakan pengaruh kebisingan pada lingkungan sekitar pengguna saat mengucapkan perintah.

5. KESIMPULAN

- a. Telah berhasil merancang sistem pengolahan suara yang responsif terhadap *delay* dengan penurunan *delay* terkecil ada pada jarak 20 cm dengan persentase 27,30% dan penurunan *delay* terbesar terjadi pada jarak 25 cm dengan penurunan sebesar 33,33%.
- b. Sistem pengenalan suara pada robot tangan berhasil mengenali suara masukan milik pengguna robot dengan baik dan mampu merespon perintah suara dengan tingkat keberhasilan 77.5%. Sedangkan suara masukan bukan milik pengguna robot hanya memiliki tingkat keberhasilan 10%.
- c. Penggunaan metode *Speech to text* mengalami *delay* yang relatif lebih cepat dibandingkan penggunaan Sensor *Easy Voice Recognition* yaitu sebesar 1,52 s.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Sulistyono, "Mobile Robot Dengan Pengontrolan Perintah Suara Berbasis Android," vol. 1, hal. 282, 2008.
- [2] A. B. Nugroho, H. Setyawan, dan L. A. Basuki, "Pembuatan Prototype Robot Beroda Berbasis Mikrokontroler Dan Sensor Easy Voice Recognition Sebagai Alat Bantu Penderita Disabilitas," *Teknologi Proses Dan Inov. Ind.*, vol. 2, no. 1, hal. 37–41, 2016.
- [3] A. R. Al Tahtawi, M. Agni, dan T. D. Hendrawati, "Small-scale robot arm design with pick and place mission based on inverse kinematics," *J. Robot. Control*, vol. 2, no. 6, hal. 469–475, 2021, doi: 10.18196/jrc.26124.
- [4] I. Ilamsyah, H. I. Setyawan, dan A. Syahfitri, "Robot Pencari Benda Menggunakan Perintah Suara Berbasis Arduino Uno," *J. CERITA*, vol. 3, no. 2, hal. 206–216, 2017, doi: 10.33050/cerita.v3i2.658
- [5] D. Setiyanto, "Sistem Kendali Jari Tangan Robot," 2011, [Daring]. Tersedia pada: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/34101%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/34101/02525029> Dwi Setiyanto.pdf?sequence=1
- [6] F. Rohman dan F. Candra, "Pengenalan Suara Untuk Penggerak Robot Lengan dengan Metode LPC dan ANN Menggunakan Perangkat Raspberry Pi 3," *Jom FTEKNIK*, vol. 8, hal. 1–6, 2021.
- [7] W. Suparno dan A. Jalil, "Design of Vision-Based Arm Robot for Social Distancing Reminder Using Raspberry Pi and Robot Operating System," vol. 8, no. 1, 2022.
- [8] M. Wang, "Speech recognition enhancement based on wireless network sensors application in interactive intelligent teaching system," *Meas. Sensors*, vol. 31, no. October 2023, hal. 101017, 2024, doi: 10.1016/j.measen.2023.101017.
- [9] H. Rudiansyah, G. G. Maulana, dan A. P. T H, "Pengendalian Robot Humanoid Menggunakan Metode Speech Recognition Berbasis Android," *J. Teknol. dan Rekayasa Manufaktur*, vol. 2, no. 1, hal. 15–30, 2020, doi: 10.48182/jtrm.v2i1.14.
- [10] F. R. Misah, S. R. U. A. Sompie, M. D. Putro, M. Eng, dan J. T. Elektro-ft, "Pengendalian Lengan Robot Pemindah Objek Dengan Smartphone Android," *E-Journal Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 4, no. 5, hal. 44–50, 2015.
- [11] R. A. Ardiansyah, "Perancangan Sistem Pengendali Robot melalui Internet Menggunakan Raspberry Pi," *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 8, no. 1, hal. 79–92, 2016.
- [12] Anjar Imario, D. W. Sudiharto, dan Ariyanto Endro, "Uji Validasi Suara Berbasis Pengenalan Suara (Voice Recognition) Menggunakan Easy Vr 3.0," *Pros. SNATIF ke-4 Tahun 2017*, hal. 153–160, 2017.