

INTISARI

Individu dengan disabilitas anggota tubuh bagian atas memerlukan alat bantu prostetik yang tidak hanya fungsional, tetapi juga intuitif dan mudah digunakan. Kendali konvensional sering kali mengandalkan antarmuka fisik yang membatasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem kendali. *Soft robotic palm* yang inovatif, yang dapat dioperasikan sepenuhnya melalui perintah suara berbasis bahasa alami, sehingga meningkatkan aksesibilitas dan kemudahan interaksi bagi pengguna.

Sistem ini dirancang dengan mengintegrasikan model *Automatic Speech Recognition* (ASR) Whisper untuk mengubah perintah suara menjadi teks secara akurat, dan *Large Language Model* (LLM) GPT-4 untuk menginterpretasikan makna dari teks tersebut. Instruksi yang dihasilkan kemudian dikirimkan ke mikrokontroler untuk mengendalikan aktuator pneumatik pada jari-jari robot berbahan silikon lunak. Kinerja sistem dievaluasi melalui pengujian terhadap 10 jenis *gesture* dengan empat skenario perintah yang berbeda, yaitu *Keyword Command*, *Synonyms/Paraphrases*, *Short Command*, dan *Long/Natural Command*. Selain itu, dilakukan pula pengujian waktu respons untuk mengukur latensi sistem dari akhir pengucapan perintah hingga selesainya gerakan robot, sebagai indikator kecepatan dan efisiensi kendali secara keseluruhan. Selain itu dilakukan juga evaluasi pengalaman pengguna juga dilakukan untuk menilai kelayakan sistem dari sisi pengguna akhir.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengeksekusi perintah suara dengan tingkat keberhasilan (*success rate*) rata-rata yang sangat tinggi, yaitu 97,5% dan waktu respons 4,36 detik. Dari sisi pengguna, evaluasi yang melibatkan 23 responden menghasilkan skor kepuasan keseluruhan sebesar 92,03%, yang terkategori "sangat baik" pada aspek kemudahan, kinerja, kenyamanan, dan relevansi. Temuan ini membuktikan bahwa sistem kendali berbasis suara yang dikembangkan mampu merespons secara akurat dan adaptif terhadap berbagai variasi perintah, serta menunjukkan potensi besar sebagai solusi prostetik masa depan yang lebih cerdas dan manusiawi.

Kata kunci— *Soft robotic palm*, *Whisper*, *Large Language Model*.

ABSTRACT

Individuals with upper limb disabilities require prosthetic aids that are not only functional but also intuitive and easy to use. Traditional control methods often rely on limiting physical interfaces. Therefore, this study aims to develop an innovative soft robotic palm control system operated entirely through natural language voice commands, thereby enhancing accessibility and ease of interaction for users.

The system is designed by integrating the Whisper Automatic Speech Recognition (ASR) model to accurately convert voice commands into text, and the GPT-4 Large Language Model (LLM) to interpret the meaning of the text. The resulting instructions are then transmitted to a microcontroller to control pneumatic actuators in the silicone-based soft robotic fingers. The system's performance is evaluated through tests involving 10 types of gestures across four different command scenarios: Keyword Command, Synonyms/Paraphrases, Short Command, and Long/Natural Command. In addition, response time testing is conducted to measure system latency from the end of the spoken command to the completion of the robotic movement, serving as an indicator of overall control speed and efficiency. Furthermore, user experience evaluation is also carried out to assess the system's feasibility from the end-user perspective.

The results show that the system executed commands with a very high average success rate of 97,5% and a response time of 4,36 seconds. From the user's perspective, feedback from 23 respondents yielded an overall satisfaction score of 92,03%, categorized as "excellent" in terms of ease of use, system performance, comfort, and relevance. These findings demonstrate the system's ability to respond accurately and adaptively to a wide variety of voice command variations, holding significant potential for the development of smarter, more human-centered prosthetic solutions in the future.

Keywords— Soft robotic palm, Whisper, Large Language Model.