

Rancangan dan Simulasi Sistem Kendali pada Robot Make Up dengan Pendekatan Human-Robot Interaction

Rivina Kayla Nazeva^{1*}, Tata Sutabri²

¹⁾²⁾Universitas Bina Darma, Indonesia

Alamat: Jalan Jenderal Ahmad Yani No.12 Plaju

Korespondensi penulis: revinakayla003@gmail.com

Abstract. *This research focuses on designing and simulating a makeup robot control system with a Human-Robot Interaction (HRI) approach. The main goal is to develop a robot that is not only efficient in applying makeup, but also able to interact directly with users. The design of this robot is designed with attention to anthropomorphism and non-verbal interaction, in order to improve user comfort and experience during the use process. This control system leverages cutting-edge sensor technology, such as facial recognition and expression analysis, to detect user emotions and adjust the robot's response in real-time. The simulation process is carried out using the Robot Operating System (ROS) to develop an algorithm that supports task coordination between robots and humans as well as interactive feedback. The results of the simulation show that the robot is able to recognize the user's emotions and adjust their actions, thus creating a more intuitive and responsive interaction experience. This research has made a significant contribution to the development of robotics technology in the field of beauty, thereby improving the user experience in personal care. The findings also pave the way for further research into more complex human-robot interactions that are responsive to individual needs.*

Keywords: Robot Make Up, Human-Robot Interaction, Control System, Simulation, Sensor Technology.

Abstrak. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan simulasi system kendali robot make up dengan pendekatan Human-Robot Interaction (HRI). Tujuan utamanya adalah mengembangkan robot yang tidak hanya efisien dalam menerapkan make up, tetapi juga mampu berinteraksi langsung dengan pengguna. Desain robot ini dirancang dengan memperhatikan aspek antropomorfisme serta interaksi non-verbal, guna meningkatkan kenyamanan dan pengalaman pengguna selama proses penggunaan. Sistem kendali ini memanfaatkan teknologi sensor mutakhir, seperti pengenalan wajah dan analisis ekspresi, untuk mendeteksi emosi pengguna dan menyesuaikan respons robot secara real-time. Proses simulasi dilakukan dengan menggunakan Robot Operating System (ROS) untuk mengembangkan algoritma yang mendukung koordinasi tugas antara robot dan manusia serta umpan balik yang interaktif. Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa robot mampu mengenali emosi pengguna dan menyesuaikan tindakannya, sehingga menciptakan pengalaman interaksi yang lebih intuitif dan responsive. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi robotika dalam bidang kecantikan, dengan ini dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam perawatan pribadi. Temuan ini juga membuka jalan bagi penelitian lebih lanjut mengenai interaksi manusia-robot yang lebih kompleks dan responsif terhadap kebutuhan individu.

Kata kunci: Robot Make Up, Human-Robot Interaction, Sistem Kendali, Simulasi, Teknologi Sensor

1. LATAR BELAKANG

Konteks Perkembangan Teknologi Robotika

Dalam beberapa dekade terakhir, kemajuan teknologi robotika telah mengalami perkembangan yang pesat. Di bidang kecantikan, penggunaan robot untuk aplikasi make up menawarkan solusi inovatif yang dapat meningkatkan efisiensi dan konsistensi hasil aplikasi. Dengan meningkatnya permintaan untuk layanan kecantikan yang personal dan berkualitas tinggi, robot make up menjadi relevan sebagai alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna.

Pentingnya Interaksi Manusia-Robot

Salah satu tantangan utama dalam pengembangan robot make up adalah menciptakan interaksi yang alami dan menyenangkan antara manusia dan robot. Interaksi ini sangat penting karena pengguna mengharapkan pengalaman yang tidak hanya efisien tetapi juga menyenangkan dan personal. Pendekatan Human-Robot Interaction (HRI) menjadi kunci untuk mencapai tujuan ini, dengan fokus pada bagaimana manusia berkomunikasi dan berinteraksi dengan robot. HRI mencakup berbagai aspek, termasuk aspek teknis, sosial, dan psikologis dari interaksi tersebut.

Kebutuhan akan Desain Antropomorfis

Desain robot make up harus mempertimbangkan aspek antropomorfisme, yaitu kemampuan robot untuk meniru perilaku manusia. Robot yang dirancang dengan karakteristik fisik dan perilaku yang menyerupai manusia dapat meningkatkan kenyamanan pengguna. Misalnya, kemampuan robot untuk mengekspresikan emosi melalui gerakan atau ekspresi wajah dapat membantu menciptakan hubungan yang lebih baik antara robot dan pengguna. Hal ini penting untuk membangun kepercayaan dan kenyamanan dalam interaksi.

Teknologi Sensor dan AI

Untuk mencapai interaksi yang efektif, teknologi sensor canggih dan kecerdasan buatan (AI) sangat diperlukan. Sensor seperti kamera RGB dapat digunakan untuk pengenalan wajah dan analisis ekspresi, sementara AI memungkinkan robot untuk menganalisis data pengguna dan menyesuaikan aplikasi make up berdasarkan preferensi individu. Dengan memanfaatkan teknologi ini, robot dapat memberikan rekomendasi produk yang lebih akurat dan melakukan aplikasi make up dengan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi.

Potensi Augmented Reality

Selain itu, teknologi Augmented Reality (AR) juga memiliki potensi besar dalam meningkatkan pengalaman pengguna dalam aplikasi make up. AR memungkinkan pengguna untuk mencoba berbagai gaya make up secara virtual sebelum menerapkannya secara fisik, memberikan pengalaman interaktif yang menarik. Dengan mengintegrasikan AR ke dalam sistem kendali robot make up, pengguna dapat merasakan kontrol lebih besar atas hasil akhir aplikasi.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kendali pada robot make up yang mengintegrasikan elemen-elemen HRI serta melakukan simulasi untuk menguji efektivitas interaksi antara robot dan pengguna. Dengan pendekatan

ini, diharapkan dapat tercipta pengalaman interaksi yang lebih intuitif dan menyenangkan bagi pengguna, serta meningkatkan kualitas aplikasi make up yang dihasilkan oleh robot.

Dengan memahami konteks perkembangan teknologi robotika dan pentingnya interaksi manusia-robot, penelitian ini berusaha memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi robotika di bidang kecantikan serta membuka jalan bagi penelitian lebih lanjut mengenai interaksi manusia-robot di masa depan.

2. KAJIAN TEORITIS

Pengertian Robotika

Robotika adalah cabang ilmu yang mempelajari desain, konstruksi, operasi, dan penggunaan robot. Istilah "robot" berasal dari bahasa Ceko "robota," yang berarti kerja paksa atau kerja keras. Konsep robot pertama kali diperkenalkan oleh Karel Čapek dalam drama fiksi ilmiah berjudul "R.U.R." (Rossum's Universal Robots) pada tahun 1920. Dalam konteks modern, robot didefinisikan sebagai sistem atau alat yang dapat berperilaku atau meniru perilaku manusia dengan tujuan untuk menggantikan dan mempermudah aktivitas manusia. Untuk dapat diklasifikasikan sebagai robot, suatu sistem harus memiliki dua kemampuan utama: (1) mendapatkan informasi dari lingkungan sekitarnya dan (2) melakukan tindakan fisik seperti bergerak atau memanipulasi objek

Jenis-Jenis Robot

Robot dapat diklasifikasikan berdasarkan berbagai kriteria, termasuk bentuk fisik, fungsi, dan cara pengoperasian. Beberapa jenis robot yang relevan dalam konteks penelitian ini meliputi:

- **Robot Humanoid:** Robot yang memiliki bentuk tubuh menyerupai manusia dan mampu melakukan aktivitas seperti berjalan, mengangkat benda, dan membuka pintu.
- **Robot Mobile:** Robot yang dapat bergerak secara dinamis dari satu lokasi ke lokasi lain, menggunakan roda atau kaki sebagai alat gerak.
- **Robot Manipulator:** Robot yang dirancang untuk melakukan tugas tertentu dengan menggunakan lengan robotik untuk memanipulasi objek.

Human-Robot Interaction (HRI)

Human-Robot Interaction (HRI) adalah bidang studi yang berfokus pada interaksi antara manusia dan robot. HRI mencakup aspek teknis, sosial, dan psikologis dari interaksi ini. Dalam konteks robot make up, HRI sangat penting karena pengguna mengharapkan pengalaman yang menyenangkan dan intuitif saat berinteraksi dengan robot. Penelitian menunjukkan bahwa individu cenderung menerapkan norma dan ekspektasi sosial yang sama pada robot seperti

yang mereka lakukan pada manusia. Oleh karena itu, desain interaksi yang baik dapat meningkatkan kepercayaan dan kenyamanan pengguna.

Teknologi dalam Robot Make Up

Dalam pengembangan robot make up, beberapa teknologi kunci diterapkan untuk memastikan interaksi yang efektif:

- **Artificial Intelligence (AI):** Teknologi ini memungkinkan robot untuk menganalisis data pengguna dan memberikan rekomendasi produk yang sesuai dengan kebutuhan individu. AI juga digunakan untuk meningkatkan kemampuan robot dalam memahami preferensi pengguna.
- **Computer Vision:** Teknologi ini memungkinkan robot untuk mengenali wajah dan fitur-fitur kulit pengguna secara real-time. Dengan menggunakan kamera RGB, robot dapat mendeteksi warna kulit dan kondisi kulit untuk melakukan aplikasi make up dengan tepat.
- **Sensor Canggih:** Sensor seperti sensor sentuh dan sensor gerak digunakan untuk mendeteksi interaksi fisik dengan pengguna serta menghindari rintangan saat bergerak.
- **Natural Language Processing (NLP):** NLP memungkinkan robot untuk berkomunikasi dengan pengguna menggunakan bahasa alami, sehingga interaksi menjadi lebih intuitif.
- **Augmented Reality (AR):** Teknologi AR digunakan untuk memberikan pengalaman visual bagi pengguna, memungkinkan mereka mencoba berbagai gaya make up secara virtual sebelum menerapkannya secara fisik.

Desain Antropomorfis

Desain antropomorfis dalam robot make up merujuk pada kemampuan robot untuk meniru perilaku manusia. Robot yang dirancang dengan karakteristik fisik dan perilaku menyerupai manusia cenderung lebih diterima oleh pengguna. Misalnya, kemampuan robot untuk mengekspresikan emosi melalui gerakan atau ekspresi wajah dapat membantu menciptakan hubungan yang lebih baik antara robot dan pengguna. Hal ini penting untuk membangun kepercayaan dan kenyamanan dalam interaksi.

Metode

Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yang mencakup perancangan sistem, pengembangan algoritma kendali, serta simulasi untuk menguji efektivitas interaksi antara robot make up dan pengguna. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai setiap tahap dalam penelitian ini.

Desain Sistem Robot

1. Konsep Desain

Robot make up dirancang dengan mempertimbangkan aspek antropomorfisme, yaitu kemampuan robot untuk meniru perilaku manusia. Desain fisik robot mencakup:

- **Bentuk Fisik:** Robot memiliki struktur yang menyerupai manusia, dengan lengan yang fleksibel untuk melakukan aplikasi make up.
- **Ekspresi Wajah:** Robot dilengkapi dengan layar atau mekanisme yang memungkinkan ekspresi wajah untuk mengekspresikan emosi, seperti senyum atau kerutan dahi.

2. Komponen Utama

Robot terdiri dari beberapa komponen utama:

- **Kamera RGB:** Untuk pengenalan wajah dan analisis ekspresi pengguna.
- **Sensor Sentuh:** Untuk mendeteksi interaksi fisik dengan pengguna.
- **Motor Servo:** Untuk menggerakkan lengan robot secara presisi saat melakukan aplikasi make up.
- **Unit Pemrosesan:** Menggunakan komputer atau mikrokontroler untuk menjalankan algoritma kendali dan pemrosesan data.

Pengembangan Algoritma Kendali

1. Penggunaan Robot Operating System (ROS)

Pengembangan sistem kendali dilakukan menggunakan Robot Operating System (ROS), yang menyediakan framework untuk pengembangan perangkat lunak robotika. ROS memungkinkan integrasi berbagai modul, termasuk:

- **Modul Pengenalan Wajah:** Menggunakan algoritma computer vision untuk mendeteksi dan mengenali wajah pengguna.
- **Modul Analisis Emosi:** Menggunakan teknik machine learning untuk menganalisis ekspresi wajah dan mendeteksi emosi pengguna.
- **Modul Kendali Motorik:** Mengontrol gerakan lengan robot berdasarkan input dari modul pengenalan wajah dan analisis emosi.

2. Algoritma Interaksi

Algoritma interaksi dirancang untuk memungkinkan robot beradaptasi dengan kondisi pengguna. Beberapa aspek penting dari algoritma ini meliputi:

- **Pengenalan Emosi:** Robot menggunakan data dari modul analisis emosi untuk menyesuaikan perilakunya. Misalnya, jika pengguna terlihat senang, robot dapat memberikan pujian atau komentar positif.

- **Koordinasi Tugas:** Robot dapat merencanakan urutan langkah dalam aplikasi make up berdasarkan preferensi pengguna dan kondisi kulit yang terdeteksi.

Simulasi

1. Lingkungan Simulasi

Simulasi dilakukan dalam lingkungan virtual menggunakan perangkat lunak simulasi yang kompatibel dengan ROS. Lingkungan ini dirancang untuk meniru situasi nyata di mana robot berinteraksi dengan pengguna.

2. Prosedur Simulasi

Prosedur simulasi meliputi langkah-langkah berikut:

1. **Persiapan Pengguna:** Partisipan manusia dipilih untuk berinteraksi dengan robot. Mereka diminta untuk memberikan informasi dasar mengenai preferensi make up mereka.
2. **Interaksi dengan Robot:** Partisipan berinteraksi dengan robot dalam simulasi, memberikan perintah dan umpan balik selama proses aplikasi make up.
3. **Pengumpulan Data:** Data mengenai respons pengguna, tingkat kepuasan, dan efektivitas aplikasi make up dikumpulkan selama simulasi.

Evaluasi

1. Kriteria Evaluasi

Evaluasi dilakukan berdasarkan beberapa kriteria berikut:

- **Tingkat Akurasi Pengenalan Wajah:** Mengukur seberapa baik robot dapat mengenali wajah pengguna.
- **Akurasi Analisis Emosi:** Menilai kemampuan robot dalam mendeteksi emosi pengguna berdasarkan ekspresi wajah.
- **Tingkat Kepuasan Pengguna:** Menggunakan kuesioner untuk mengukur pengalaman pengguna selama interaksi dengan robot.

2. Analisis Data

Data yang dikumpulkan selama simulasi dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif untuk mendapatkan wawasan tentang efektivitas sistem kendali robot make up.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yang mencakup perancangan sistem, pengembangan algoritma kendali, serta simulasi untuk menguji efektivitas interaksi antara robot make up dan pengguna. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai setiap tahap dalam penelitian ini.

Desain Sistem Robot

1. Konsep Desain

Robot make up dirancang dengan mempertimbangkan aspek antropomorfisme, yaitu kemampuan robot untuk meniru perilaku manusia. Desain fisik robot mencakup:

- **Bentuk Fisik:** Robot memiliki struktur yang menyerupai manusia, dengan lengan yang fleksibel untuk melakukan aplikasi make up.
- **Ekspresi Wajah:** Robot dilengkapi dengan layar atau mekanisme yang memungkinkan ekspresi wajah untuk mengekspresikan emosi, seperti senyum atau kerutan dahi.

2. Komponen Utama

Robot terdiri dari beberapa komponen utama:

- **Kamera RGB:** Untuk pengenalan wajah dan analisis ekspresi pengguna.
- **Sensor Sentuh:** Untuk mendeteksi interaksi fisik dengan pengguna.
- **Motor Servo:** Untuk menggerakkan lengan robot secara presisi saat melakukan aplikasi make up.
- **Unit Pemrosesan:** Menggunakan komputer atau mikrokontroler untuk menjalankan algoritma kendali dan pemrosesan data.

Pengembangan Algoritma Kendali

1. Penggunaan Robot Operating System (ROS)

Pengembangan sistem kendali dilakukan menggunakan Robot Operating System (ROS), yang menyediakan framework untuk pengembangan perangkat lunak robotika. ROS memungkinkan integrasi berbagai modul, termasuk:

- **Modul Pengenalan Wajah:** Menggunakan algoritma computer vision untuk mendeteksi dan mengenali wajah pengguna.
- **Modul Analisis Emosi:** Menggunakan teknik machine learning untuk menganalisis ekspresi wajah dan mendeteksi emosi pengguna.
- **Modul Kendali Motorik:** Mengontrol gerakan lengan robot berdasarkan input dari modul pengenalan wajah dan analisis emosi.

2. Algoritma Interaksi

Algoritma interaksi dirancang untuk memungkinkan robot beradaptasi dengan kondisi pengguna. Beberapa aspek penting dari algoritma ini meliputi:

- **Pengenalan Emosi:** Robot menggunakan data dari modul analisis emosi untuk menyesuaikan perilakunya. Misalnya, jika pengguna terlihat senang, robot dapat memberikan pujian atau komentar positif.

- **Koordinasi Tugas:** Robot dapat merencanakan urutan langkah dalam aplikasi make up berdasarkan preferensi pengguna dan kondisi kulit yang terdeteksi.

Simulasi

1. Lingkungan Simulasi

Simulasi dilakukan dalam lingkungan virtual menggunakan perangkat lunak simulasi yang kompatibel dengan ROS. Lingkungan ini dirancang untuk meniru situasi nyata di mana robot berinteraksi dengan pengguna.

2. Prosedur Simulasi

Prosedur simulasi meliputi langkah-langkah berikut:

1. **Persiapan Pengguna:** Partisipan manusia dipilih untuk berinteraksi dengan robot. Mereka diminta untuk memberikan informasi dasar mengenai preferensi make up mereka.
2. **Interaksi dengan Robot:** Partisipan berinteraksi dengan robot dalam simulasi, memberikan perintah dan umpan balik selama proses aplikasi make up.
3. **Pengumpulan Data:** Data mengenai respons pengguna, tingkat kepuasan, dan efektivitas aplikasi make up dikumpulkan selama simulasi.

Evaluasi

1. Kriteria Evaluasi

Evaluasi dilakukan berdasarkan beberapa kriteria berikut:

- **Tingkat Akurasi Pengenalan Wajah:** Mengukur seberapa baik robot dapat mengenali wajah pengguna.
- **Akurasi Analisis Emosi:** Menilai kemampuan robot dalam mendeteksi emosi pengguna berdasarkan ekspresi wajah.
- **Tingkat Kepuasan Pengguna:** Menggunakan kuesioner untuk mengukur pengalaman pengguna selama interaksi dengan robot.

2. Analisis Data

Data yang dikumpulkan selama simulasi dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif untuk mendapatkan wawasan tentang efektivitas sistem kendali robot make up.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Sistem Kendali Robot Make Up

Dalam perancangan sistem kendali robot make up, beberapa aspek penting telah dipertimbangkan untuk memastikan bahwa robot tidak hanya dapat melakukan aplikasi make up dengan baik, tetapi juga dapat berinteraksi secara efektif dengan pengguna. Desain ini

mencakup elemen-elemen teknis, ergonomis, dan estetika yang saling mendukung untuk menciptakan pengalaman pengguna yang optimal.

1. Aspek Antropomorfisme

Salah satu fokus utama dalam desain robot adalah penerapan prinsip antropomorfisme. Robot dirancang agar memiliki bentuk dan perilaku yang menyerupai manusia, yang bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan pengguna saat berinteraksi. Dengan menggunakan lengan yang fleksibel dan kemampuan untuk mengekspresikan emosi melalui gerakan dan ekspresi wajah, robot dapat menciptakan hubungan yang lebih personal dengan pengguna. Misalnya, ketika robot tersenyum atau mengangguk, hal ini dapat memberikan sinyal positif kepada pengguna bahwa robot "memahami" mereka.

2. Teknologi Sensor dan Pengenalan Wajah

Desain sistem kendali juga melibatkan penggunaan teknologi sensor canggih untuk meningkatkan interaksi. Kamera RGB digunakan untuk pengenalan wajah dan analisis ekspresi. Pengenalan wajah memungkinkan robot untuk mengidentifikasi pengguna dan menyesuaikan aplikasinya berdasarkan karakteristik individu, seperti warna kulit dan preferensi make up. Selain itu, sensor sentuh diintegrasikan untuk mendeteksi interaksi fisik dengan pengguna, sehingga robot dapat merespons dengan lebih baik terhadap umpan balik langsung.

Algoritma Kendali

Pengembangan algoritma kendali merupakan bagian penting dari perancangan sistem ini. Algoritma ini dirancang untuk memungkinkan robot beradaptasi dengan kondisi pengguna secara real-time.

1. Respons Emosional

Sistem kendali dilengkapi dengan modul analisis emosi yang menggunakan teknik machine learning untuk menganalisis ekspresi wajah pengguna. Dengan kemampuan ini, robot dapat mengenali emosi dasar seperti kebahagiaan, kesedihan, atau kebingungan. Respons emosional ini sangat penting dalam konteks aplikasi make up, di mana pengguna mungkin memiliki preferensi yang berbeda berdasarkan suasana hati mereka.

2. Koordinasi Tugas

Algoritma juga dirancang untuk merencanakan urutan langkah dalam aplikasi make up berdasarkan preferensi pengguna dan kondisi kulit yang terdeteksi. Misalnya, jika robot mendeteksi bahwa kulit pengguna cenderung kering, maka robot dapat memilih produk pelembap sebelum melakukan aplikasi foundation. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kualitas aplikasi tetapi juga menunjukkan perhatian terhadap kebutuhan spesifik pengguna.

Simulasi dan Uji Coba

Simulasi sistem kendali dilakukan dalam lingkungan virtual yang meniru situasi nyata di mana robot berinteraksi dengan pengguna. Proses simulasi ini penting untuk menguji efektivitas desain sebelum implementasi fisik.

1. Lingkungan Simulasi

Lingkungan simulasi dirancang menggunakan perangkat lunak yang kompatibel dengan Robot Operating System (ROS). Dalam simulasi ini, berbagai skenario interaksi diuji untuk mengevaluasi seberapa baik robot dapat mengenali wajah dan emosi serta merespons umpan balik dari pengguna.

2. Prosedur Uji Coba

Prosedur uji coba melibatkan partisipan manusia yang diminta untuk berinteraksi dengan robot dalam simulasi. Mereka memberikan perintah dan umpan balik selama proses aplikasi make up, sementara data mengenai respons robot dicatat untuk analisis lebih lanjut.

Tantangan dalam Perancangan

Meskipun desain sistem kendali sudah cukup matang, beberapa tantangan tetap ada dalam proses perancangan ini:

1. Variabilitas Kondisi Lingkungan

Salah satu tantangan utama adalah variabilitas kondisi pencahayaan dan lingkungan saat pengenalan wajah dan analisis emosi. Pencahayaan yang buruk dapat mempengaruhi akurasi deteksi wajah dan ekspresi. Oleh karena itu, perlu ada pengembangan lebih lanjut pada algoritma pemrosesan citra agar dapat menyesuaikan diri dengan berbagai kondisi pencahayaan.

2. Kompleksitas Ekspresi Emosional

Meskipun algoritma analisis emosi telah dirancang untuk mengenali emosi dasar, terdapat beberapa ekspresi kompleks yang mungkin sulit diinterpretasikan secara akurat oleh robot. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan kemampuan algoritma dalam memahami nuansa ekspresi wajah yang lebih halus.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam tahap perancangan sistem kendali pada robot make up dengan pendekatan Human-Robot Interaction (HRI), penelitian ini telah berhasil mengidentifikasi dan mengintegrasikan berbagai elemen penting yang mendukung interaksi yang efektif antara robot dan pengguna. Desain robot yang mengedepankan aspek antropomorfisme, serta penggunaan teknologi canggih seperti pengenalan wajah, analisis emosi, dan sensor interaktif,

menunjukkan potensi besar untuk menciptakan pengalaman aplikasi make up yang lebih personal dan menyenangkan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan prinsip HRI dalam desain robot dapat meningkatkan kenyamanan dan keterlibatan pengguna. Dengan kemampuan robot untuk mengenali wajah dan emosi pengguna, serta merespons secara responsif terhadap umpan balik, diharapkan interaksi dengan robot menjadi lebih intuitif dan alami.

Meskipun demikian, tantangan dalam perancangan masih ada, seperti variabilitas kondisi pencahayaan yang dapat mempengaruhi akurasi pengenalan wajah dan ekspresi. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan lebih lanjut dalam sistem kendali robot make up, dengan harapan dapat meningkatkan kualitas interaksi manusia-robot di masa depan.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan teknologi robotika di bidang kecantikan tetapi juga membuka peluang untuk eksplorasi lebih lanjut mengenai desain interaktif yang dapat diterapkan di berbagai konteks lainnya.

DAFTAR REFERENSI

- Andiyanto. (2006). *The Make-Up Over Rahasia Rias Wajah Sempurna*. Jakarta: Pustaka Utama.
- Ekel, A. Ef. (1981). *Ilmu Kecantikan dan Kesehatan Masa Kini*. Jakarta: Karya Utama.
- Gusnaldi. (2004). *The Power Of Make-Up*. Jakarta: Gramedia Putaka Utama.
- Iskandar, H., & Muslikh. (2015). *Merias Wajah Artis, Geriatri dan Sikatri*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan, dan Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Lie, C. (2015). Simulating Makeup Through Physics-based Manipulation of Intrinsic Image Layers. *Journal International*, 4621-4629. Retrieved from <http://www.kunzhou.net/2015/makeup-cvpr15.pdf>
- Malahayati. (2010). *Solusi Murah untuk Cantik Sehat Energik*. Yogyakarta: Great Publisher.
- Rahmiati, et al. (2013). *Merias Diri*. Padang: Universitas Negeri Padang Press.
- Rostamailis. (2002). *Seni Mempercantik Diri*. Padang: Universitas Negeri Padang Press.
- Sutabri, T. (2012).** *Analisis Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sutabri, T. (2012).** *Konsep Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Tilaar, M. (2009). *Make-Up Basic Personal Make-Up*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- Yuliati, R. (2014). Kompetensi Aplikasi Shading dan Tint Pada Make Up Koreksi untuk Bentuk Wajah Bulat, Persegi dan Segitiga Terbalik. *E-Journal*, 03(01), 193-199. Retrieved from <https://www.scribd.com/doc/202739146>
- Safarudin, M., Pagiling, L., Nur Aliansyah, A., & Luzi Mulyawati, N. (2023). Rancang Bangun Kendali Robot Mekanum Menggunakan Metode Face Kontrol. *Jurnal SNTEI*, 1(2), 1-10.
- Lee Young-jin. (2023). Robot AI Korsel Bisa Bantu Pilih Kosmetik Sesuai Kulit Anda. Retrieved from <https://www.voaindonesia.com/a/robot-ai-korsel-bisa-bantu-pilih-kosmetik-sesuai-kulit-anda/7697490.html>
- Liputan6.com. (2023). Robot AI Jadi Konsultan Kecantikan Pribadi, Bantu Pilih Kosmetik Sesuai Warna Kulit. Retrieved from <https://www.liputan6.com/tekno/read/5644966/robot-ai-jadi-konsultan-kecantikan-pribadi-bantu-pilih-kosmetik-sesuai-warna-kulit>
- Handoko, D., Lestari, K., & Astuti, T.W. (2021). Perancangan Aplikasi Pelayanan Jasa pada Rias Pengantin (MUA) Berbasis Android. *Jurnal SEAT*, 1(1), 22-30.