UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengembangan Antarmuka Pengguna Real-Time untuk Pelatihan Industri Berbasis Digital Twins dan Augmented Reality (Studi Kasus : LPKF ProtoMat S64)
MUHAMMAD IQBAL SUKMA AJI, Dr. Andi Dharmawan, S.Si., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

PENGEMBANGAN ANTARMUKA PENGGUNA REAL-TIME UNTUK PELATIHAN INDUSTRI BERBASIS DIGITAL TWINS DAN AUGMENTED REALITY

Oleh

Muhammad Iqbal Sukma Aji
24/547424/PPA/06886

Perkembangan Industri 5.0 mendorong kebutuhan akan media pelatihan industri yang interaktif, aman, dan efisien. Integrasi Digital Twins dan Augmented Reality (AR) memungkinkan visualisasi representasi digital mesin secara real-time sebagai media pembelajaran. Penelitian ini bertujuan mengembangkan antarmuka pengguna berbasis Digital Twins dan Augmented Reality untuk pelatihan industri dengan studi kasus mesin LPKF ProtoMat S64.

Penelitian menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang meliputi tahap concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution. Sistem dikembangkan menggunakan Unity3D, Vuforia, dan Blender pada platform Android. Untuk meningkatkan performa sistem diterapkan optimasi model 3D, tekstur, rendering, dan pengelolaan memori. Evaluasi dilakukan melalui pengujian fungsional, validasi kesesuaian Digital Twins terhadap mesin fisik, serta pengujian performa menggunakan Unity Profiler.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh fungsi aplikasi berjalan sesuai kebutuhan dan Digital Twins memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi dengan mesin fisik. Optimasi yang diterapkan meningkatkan frame rate dari sekitar 24–25 FPS menjadi 30 FPS serta menurunkan frame time dari 40,09 ms menjadi 16–33 ms. Penggunaan memori tetap stabil tanpa terjadi kegagalan sistem, meskipun visual jitter dan bottleneck pada proses GPU masih memerlukan optimasi lebih lanjut.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengembangan Antarmuka Pengguna Real-Time untuk Pelatihan Industri Berbasis Digital Twins dan Augmented Reality (Studi Kasus : LPKF ProtoMat S64)
MUHAMMAD IQBAL SUKMA AJI, Dr. Andi Dharmawan, S.Si., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Penelitian ini menghasilkan aplikasi pelatihan industri berbasis Digital Twins dan Augmented Reality dengan performa yang memadai pada perangkat Android.

Kata Kunci: Digital Twins, Augmented Reality, Antarmuka Pengguna, Pelatihan Industri, Real-Time, MDLC.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengembangan Antarmuka Pengguna Real-Time untuk Pelatihan Industri Berbasis Digital Twins dan Augmented Reality (Studi Kasus : LPKF ProtoMat S64)
MUHAMMAD IQBAL SUKMA AJI, Dr. Andi Dharmawan, S.Si., M.Cs.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A REAL-TIME USER INTERFACE FOR INDUSTRY TRAINING BASED ON DIGITAL TWINS AND AUGMENTED REALITY

by

Muhammad Iqbal Sukma Aji

24/547424/PPA/06886

The advancement of Industry 5.0 has increased the demand for industrial training media that are interactive, safe, and efficient. The integration of Digital Twins (DT) and Augmented Reality (AR) enables real-time visualization of digital representations of physical machines to support industrial learning. This study aims to develop a Digital Twin-based Augmented Reality user interface for industrial training using the LPKF ProtoMat S64 PCB prototyping machine as a case study.

The system was developed using the Multimedia Development Life Cycle (MDLC), which consists of concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution stages. Unity3D, Vuforia, and Blender were used to implement the application on the Android platform. Performance optimization techniques, including 3D model, texture, rendering, and memory optimization, were applied. The system was evaluated through functional testing, Digital Twin validation against the physical machine, and performance analysis using Unity Profiler.

The results show that all application functions operated successfully and that the developed Digital Twin achieved a high level of similarity to the physical machine. Performance optimization increased the average frame rate from approximately 24–25 FPS to 30 FPS while reducing the frame time from 40.09 ms to 16–33 ms. Memory usage remained stable without system crashes, although visual jitter and GPU bottlenecks still require further optimization. Overall, the proposed application demonstrates adequate real-time performance for mobile industrial training.

Keyword : Digital Twins, Augmented Reality, Antarmuka Pengguna, Pelatihan Industri, Real-Time, MDLC.