

INTISARI

Tantangan transformasi dalam industri manufaktur menuntut fleksibilitas produksi tinggi bagi perusahaan. Mesin CNC TU 3A memungkinkan produksi benda kerja dalam skala besar karena otomasi yang dikendalikan komputer. Namun, dalam pengoperasian mesin ini masih membutuhkan operator. Kurangnya keterampilan operator dapat berdampak negatif terhadap efisiensi produksi dan keselamatan kerja operator. Metode pelatihan saat ini dianggap kurang efektif dan efisien.

Teknologi imersif seperti *Augmented Reality* (AR) cocok untuk diaplikasikan pada pelatihan industri manufaktur. Oleh karena itu, penelitian ini mendesain media pelatihan mesin CNC berbasis AR untuk mengetahui pengaruh penggunaan AR terhadap efektivitas dan efisiensi pelatihan. Perancangan desain menggunakan Adobe Aero sebagai *platform* konstruksi simulasi AR berdasarkan rekomendasi profesional operator mesin CNC. Setelah itu, dilakukan evaluasi sistem menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) dan analisis perbandingan pelatihan CNC TU 3A berbasis AR dan konvensional dengan tiga parameter yaitu *cycle time* operasi, *error rate* operator, dan *workload* yang diterima oleh operator. Hasil evaluasi SUS menunjukkan bahwa perangkat lunak AR mendapat skor 80,8 dari 100, berkategori *Acceptable* dengan rating *Excellence* dan Grade B. Oleh karena itu, AR dapat digunakan untuk pelatihan mesin CNC TU 3A.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa pelatihan berbasis AR secara signifikan mengurangi *cycle time* operasi, *error rate level*, dan *workload* pada *novice* operator dibandingkan pelatihan konvensional dengan nilai perbedaan *mean* masing-masing sebesar 545,2 sekon, 8,33 rating, dan 10,17 rating. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa penggunaan AR dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelatihan mesin CNC TU 3A.

Kata Kunci: CNC TU 3A, AR, SUS, *Cycle Time*, *Error Rate*, *Workload*, Pelatihan.

ABSTRACT

The challenges of transformation in the manufacturing industry demand high production flexibility from companies. The CNC TU 3A machine enables the production of workpieces on a large scale due to computer-controlled automation. However, the operation of this machine still requires an operator. A lack of operator skills can negatively impact production efficiency and operator safety. Current training methods are considered ineffective and inefficient.

Immersive technology such as Augmented Reality (AR) is suitable for application in industrial manufacturing training. Therefore, this study designs AR-based in CNC machine training to determine the impact of AR on training effectiveness and efficiency. The design uses Adobe Aero as the platform for constructing AR simulations based on recommendations from professional CNC machine operators. Subsequently, the system is evaluated using the System Usability Scale (SUS) method and analyzed with three parameters: operation cycle time, operator error rate, and the workload received by the operator.

The implementation results show that AR-based training significantly reduces operation cycle time, error rate level, and workload for novice operators compared to conventional training, with mean differences of 545.2 seconds, 8.33 rating points, and 10.17 rating points, respectively. Therefore, it can be concluded that the use of AR can enhance the efficiency and effectiveness of CNC TU 3A machine training.

Keywords: CNC TU 3A, AR, SUS, Cycle Time, Error Rate, Workload, Training.