

Pengembangan Media Pembelajaran Jarak Jauh *Milliar* (Milling Augmented Reality) Kompetensi Dasar Mengidentifikasi Bagian-Bagian Mesin Frais Berdasarkan Jenis Dan Fungsinya

Widiyanti¹, Duwi Leksono Edy², Arindita Putri³

^{1,2,3}Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang,

Jl. Semarang 5, Malang, 65145, Indonesia

e-mail: widiyanti.ft@um.ac.id¹, duwi.leksono.ft@um.ac.id², arindita.putri.1805116@students.um.ac.id³

Abstrak: Hasil diskusi bersama guru mata pelajaran produktif Teknik Pemessinan Frais di SMK PGRI 3 Malang, penyampaian materi dengan metode demonstrasi tidak dapat dilakukan secara langsung, karena seluruh siswa belajar dari rumah sehingga guru hanya menggunakan media powerpoint dan video pembelajaran. Dampaknya siswa mengalami kesulitan untuk mendalami materi dan cenderung bosan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran jarak jauh berbasis augmented reality. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan dengan model ADDIE. Tahapannya, yaitu: 1) analisis kebutuhan; 2) desain, 3) pengembangan produk dan uji validasi, 4) uji coba siswa kelas X SMK PGRI 3 Malang pada mata pelajaran Teknik Pemessiann Frais, dan 5) evaluasi. Instrumen pengukuran berupa angket dengan skala Likert. Hasil penelitian dan pengembangan berupa media pembelajaran MILLIAR (milling augmented reality) yang terdiri atas modul, aplikasi Android, dan buku panduan penggunaan. Persentase hasil uji validasi mencapai 100% menurut ahli materi, 98% menurut ahli media, dan 100% menurut guru mata pelajaran. Persentase hasil uji coba kelompok kecil oleh 8 siswa mencapai 94,42% dan hasil uji coba lapangan terhadap 54 siswa mencapai 85,22%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran MILLIAR memperoleh kriteria sangat layak untuk diterapkan dalam pembelajaran kompetensi dasar mengidentifikasi bagian-bagian mesin frais berdasarkan jenis dan fungsinya

Kata kunci: *Media Pembelajaran, Jarak Jauh, Augmented Reality, Mesin Frais*

Abstract: The results of the discussion with the productive subject teacher of Milling Machining Engineering at Vocational High School PGRI 3 Malang, the delivery of material with the demonstration method cannot be done directly, because all students learn from home so the teacher only uses PowerPoint and videos as learning media. As a result, students have difficulty understanding the material and tend to be bored. This study aims to develop distance learning media based on augmented reality. The research method used is research and development with the ADDIE model. The stages are: 1) needs analysis; 2) design, 3) product development and validation testing, 4) testing of class X students of Vocational High School PGRI 3 Malang on the subject of Milling Machine Engineering, and 5) evaluation. The measurement instrument is a questionnaire with a Likert scale. The results of research and development in the form of learning media MILLIAR (milling augmented reality) which consists of modules, Android applications, and user manuals. The percentage of validation test results reached 100% according to material experts, 98% according to media experts, and 100% according to subject teachers. The percentage of the results of small group trials by 8 students reached 94,42% and the results of field trials of 54 students reached 85,22%. Based on these results, it can be concluded that the MILLIAR learning media obtained very feasible criteria to be applied in learning basic competencies to identify milling machine parts based on their type and function.

Keywords—*Learning Media, Distance Learning, Augmented Reality, Milling*

Paradigma Revolusi Industri 4.0 menjadi pendorong lahirnya generasi baru dalam bidang digital khususnya teknologi dengan tampilan baru seperti augmented reality dan virtual reality (Hamzah, M.L., 2021). Teknologi augmented reality mengubah dunia fisik menjadi representasi dunia digital. Tujuan teknologi augmented reality adalah untuk menampilkan imajinasi yang detail dan realistis dalam bentuk dua dimensi dan tiga dimensi, sehingga memungkinkan siswa untuk memahami dengan jelas komponen-komponennya (Putra, A.B.N.R., 2021). Media ini menyediakan perangkat 3D yang dapat mengombinasikan dunia maya dengan dunia nyata, memungkinkan siswa untuk melihat objek dari sudut yang berbeda (Wahyudi, U.M.W, 2019). AR dapat digunakan untuk meningkatkan aktivitas belajar yang berpusat pada siswa dengan menggabungkan pengalaman dunia nyata dan virtual, menjembatani ketimpangan antara praktek pembelajaran praktis dan teoritis, dan menggabungkan komponen nyata dan virtual untuk menciptakan pengalaman belajar yang bermakna (Shoikova, E., Nikolov, R., 2018). Pemahaman siswa tentang proses operasi mesin akan lebih mudah dicapai, jika penyajian materi dalam bentuk visual tiga dimensi yang jelas dan terlihat daripada membaca teks (Elmqaddem, N. 2019). Hal ini sejalan dengan penelitian (Fadilah, S.J., & Suwito, D. 2021) yang dilatarbelakangi oleh kesulitan siswa dalam memahami karena rendahnya tingkat imajinasi siswa sehingga mengakibatkan siswa tidak serius dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran.

Teknik Pemesinan Frais merupakan mata pelajaran produktif yang membutuhkan interpretasi secara teoritis dan praktis. Teori yang diberikan kepada siswa sebagai bekal dalam melaksanakan praktek. Tentunya sebelum melaksanakan praktek, siswa perlu mengetahui mesin frais. Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara yang telah dilakukan bahwa metode pembelajaran pada mata pelajaran tersebut di SMK PGRI 3 Malang menggunakan metode ceramah, diskusi, dan demonstrasi. Demonstrasi secara langsung menjadi metode pembelajaran yang dominan daripada metode lainnya dalam mata pelajaran Teknik Pemesinan Frais.

Kuesioner yang diisi oleh guru mata pelajaran Teknik Pemesinan Frais memperoleh hasil bahwa penyampaian materi secara teoritis dengan media powerpoint dan video pembelajaran menyebabkan beberapa siswa belum memperhatikan dengan saksama sehingga merasa rumit dalam menginterpretasikan materi. Wawancara dilakukan dengan guru mata pelajaran tersebut menghasilkan bahwa akibat adanya pandemi Covid-19, guru mengalami kesulitan dalam menyampaikan materi dengan metode demonstrasi. Hal ini dikarenakan seluruh siswa belajar dari rumah. Padahal mata pelajaran tersebut adalah mata pelajaran produktif dan perlu metode demonstrasi untuk memperkenalkan secara langsung tentang mesin frais agar siswa dapat menguasai kompetensi dasar yang diajarkan. Guru berharap adanya alternatif media pembelajaran yang mengiringi perubahan teknologi agar permasalahan dapat diatasi.

Selain dari sisi guru mata pelajaran Teknik Pemesinan Frais, wawancara juga dilakukan kepada beberapa siswa yang memperoleh hasil bahwa selama pelaksanaan pembelajaran dengan media powerpoint dan video pembelajaran, siswa mengalami kebingungan karena ketidakjelasan materi yang dijelaskan oleh guru. Beberapa siswa juga merasa bahwa pembelajaran secara teoritis lebih sulit ditangkap daripada pembelajaran secara praktis. Oleh karena itu, harapan siswa ada media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi sehingga dapat dipakai kapan pun dan di mana pun, didukung pula dengan adanya fasilitas tablet bagi setiap siswa di SMK PGRI 3 Malang. Hal ini sejalan dengan penelitian (Anugrah, K.W., & Alfian, A.N. 2020) yang dilatarbelakangi oleh kenyataan bahwa metode pembelajaran konvensional mengakibatkan siswa kesulitan untuk mengerti materi dan cenderung cepat bosan.

Situasi yang demikian secara tidak langsung menyiratkan bahwa perlu adanya media pembelajaran jarak jauh yang mampu melancarkan siswa dalam mendalami kompetensi dasar awal pada mata pelajaran Teknik Pemesinan Frais, yaitu mengidentifikasi bagian-bagian mesin frais berdasarkan jenis dan fungsinya. Adanya media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi siswa. Tentunya dapat dilakukan dengan mencapai tujuan utama, yaitu siswa mampu memahami, mengenali, dan mengidentifikasi mesin frais baik secara langsung maupun tidak langsung.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa baik guru maupun siswa membutuhkan media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi yang dapat digunakan kapan pun dan di mana pun. Media pembelajaran yang dirancang berupa aplikasi Android dilengkapi dengan modul pembelajaran berbasis augmented reality yang mampu memvisualisasikan mesin frais pada kompetensi dasar mengidentifikasi mesin frais berdasarkan jenis dan fungsinya. Visualisasi tersebut menjadi perbedaan aplikasi augmented reality yang dikembangkan dengan aplikasi augmented reality lainnya, yaitu adanya tampilan objek 3D yang disertai dengan audio ringkasan materi serta soal kuis yang secara langsung dapat dikerjakan hingga skor ditampilkan. Selain itu, produk yang dihasilkan juga berupa panduan penggunaan media pembelajaran sehingga ketika pengguna menggunakan aplikasi tersebut tidak memerlukan pendampingan lagi. Materi pada media pembelajaran yang dirancang meliputi definisi mesin frais, jenis-jenis mesin frais, perbandingan jenis-jenis mesin frais, bagian-bagian utama mesin, dan perlengkapannya yang disertai pula dengan soal-soal. Keunggulan dari media pembelajaran ini antara lain (1) mendukung siswa untuk belajar dari rumah, (2) bersifat portable karena dapat dibawa ke mana pun, (3) meningkatkan pemahaman siswa secara teoritis, dan (4) menjadi sumber belajar yang dapat diulang berkali-kali. Adanya

pengembangan media pembelajaran semacam ini dinantikan dapat menjadi terobosan baru dalam mata pelajaran Teknik Pemesinan Frais pada masa mendatang, sehingga mampu menjadikan suasana belajar yang menarik dan berdaya guna.

METODE

Model Penelitian dan Pengembangan

Penelitian dan pengembangan berperan dalam melakukan validasi produk dan pengembangan produk (Sugiyono, 2019). Melakukan validasi produk ditafsirkan bahwasanya produk pengembangan sudah berbentuk dan peneliti tidak lain menilai validitas produk saja. Mengembangkan produk artinya membarui atau menyempurnakan produk yang sudah berbentuk sehingga menjadi lebih praktis atau membuat produk baru (yang sebelumnya belum pernah ada). Penelitian pengembangan terdiri atas dua jenis, yaitu penelitian formatif dan studi rekonstruksi (Akker, J.V.D. 1999). Penilaian formatif adalah aktivitas penelitian yang dilakukan selama keseluruhan proses pengembangan yang spesifik, dari studi eksplorasi melalui studi evaluasi (formatif dan sumatif) yang bertujuan untuk mengoptimalkan kualitas apa yang ingin diteliti seperti menguji prinsip-prinsip desain. Studi rekonstruksi adalah aktivitas penelitian yang kadang-kadang namun sering dilakukan setelah proses pengembangan apa yang ingin diteliti dengan berfokus pada artikulasi dan spesifikasi prinsip-prinsip desain.

Jenis penelitian dan pengembangan atau Research and Development (R&D) jenis penelitian formatif. Pengembangan media pembelajaran ini memakai model ADDIE karena sederhana, sistematis, dan fleksibel sehingga cocok untuk diterapkan dalam penelitian pengembangan ini. Media pembelajaran yang diciptakan berupa aplikasi Android berbasis augmented reality yang akan di validasi oleh pakar dan dilakukan uji coba kepada siswa kelas X Teknik Pemesinan SMK PGRI 3 Malang tahun ajaran 2021/2022. Aplikasi yang dihasilkan dapat memvisualisasikan bagian-bagian dari mesin frais khususnya menurut jenis dan fungsinya yang diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa serta menjadikan pembelajaran jarak jauh yang berkualitas.

Prosedur Penelitian dan Pengembangan

Langkah-langkah penting dalam model ADDIE (Branch, R.M. 2009), antara lain analyze, design, develop, implement, dan evaluate. Tahap analisis terdiri atas analisis kebutuhan isi/konten, analisis kebutuhan siswa, dan analisis kebutuhan perangkat. Selanjutnya setelah tahap analisis dilakukan, jika terdapat revisi dari proses analisis tersebut maka segera dilakukan perbaikan melanjutkan ke tahap selanjutnya, yaitu tahap desain. Tahap desain terdiri atas penentuan tim pengembang, perancangan produk, dan pembuatan storyboard. Selanjutnya setelah tahap desain dilakukan, jika terdapat revisi saat proses desain tersebut maka segera dilakukan perbaikan untuk melanjutkan ke tahap selanjutnya, yaitu tahap pengembangan produk. Tahap pengembangan produk terdiri atas pembuatan modul, pembuatan aplikasi, validasi ahli materi, dan validasi ahli media. Setelah tahap pengembangan produk selesai dilakukan, jika terdapat revisi saat proses pengembangan produk maka segera dilakukan perbaikan untuk melanjutkan ke tahap selanjutnya, yaitu tahap implementasi. Tahap implementasi terdiri atas uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar. Setelah tahap implementasi dilakukan, jika terdapat revisi saat proses implementasi maka segera dilakukan perbaikan untuk melanjutkan ke tahap selanjutnya, yaitu tahap evaluasi. Tahap evaluasi dilakukan dalam bentuk evaluasi satu-satu, evaluasi kelompok kecil, dan uji coba lapangan.

Uji Coba Produk

Pengujian produk harus dilakukan untuk mengukur kelayakan produk. Pengujian produk meliputi beberapa aspek, yaitu desain uji coba, uji validasi, subjek coba, jenis data, instrumen pengumpulan data, dan teknik analisis data.

Desain Coba Produk

Uji coba kelayakan produk dilakukan sebanyak dua kali, yaitu uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar. Tahapan uji coba kelayakan produk, yaitu penyusunan lembar validasi serta penyajian lembar validasi untuk diberikan kepada ahli validasi terhadap aspek materi, aspek bahasan, aspek penyajian fitur, dan desain aplikasi. Tahapan uji coba kedua, yaitu penyusunan kuesioner/angket mengenai produk hasil pengembangan, pembagian produk hasil pengembangan, dan pemberian angket kepada siswa terkait produk hasil pengembangan.

Uji Validasi

Pada tahap uji validasi, produk pengembangan media pembelajaran akan dilaksanakan oleh validator ahli media dan validator ahli materi yang menguasai bidangnya dengan memakai sarana penilaian berupa kuesioner yang sudah disiapkan sebelumnya. Jika menurut review dan rekomendasi ahli materi maupun ahli media terdapat koreksi perlu segera dilaksanakan perbaikan. Namun, jika tidak terdapat koreksi maka langkah selanjutnya, yaitu menguji coba pengguna.

Subjek Coba

Jumlah subjek percobaan individu sebanyak dua siswa, subjek percobaan kelompok kecil berjumlah 9-20 siswa, dan uji coba lapangan berjumlah 25 siswa (Sadiman, A.S. 2005). Uraian ini sejalan dengan Dick & Carey dalam (Priyadi, B. A. 2009) yang mengutarakan bahwasanya penilaian formatif dapat dilaksanakan melalui 3 tahapan, yaitu penilaian individu terhadap 1-3 siswa, penilaian terhadap kelompok kecil terdiri atas 9-15 siswa, dan uji coba lapangan dengan menyertakan subjek coba pada skala yang lebih luas.

Subjek coba uji kelompok kecil terdiri atas 8 siswa kelas X Teknik Pemesinan SMK PGRI 3 Malang tahun ajaran 2021/2022 yang diperlakukan memiliki karakter yang sama dengan siswa yang menjadi subjek penelitian. Teknik pengambilan menggunakan simple random sampling. Menurut Sugiono (Sugiyono. 2019) menyatakan bahwasanya teknik simple random sampling adalah proses mengambil sampel anggota sembarang tanpa meninjau tingkat pendidikan yang terdapat dalam populasi tersebut.

Subjek coba uji coba kelompok besar menyertakan 54 siswa kelas X Teknik Pemesinan di SMK PGRI 3 Malang tahun ajaran 2021/2022 dengan pertimbangan bahwasanya semua siswa sama atau homogen.

Instrumen Pengumpulan Data

Proses ini dilaksanakan melalui pedoman wawancara, angket/kuesioner untuk validator ahli dan pengguna, dokumentasi untuk melengkapi dokumen pada proses kegiatan belajar mengajar maupun foto saat kegiatan penelitian berlangsung, dan observasi untuk mengetahui proses pembelajaran berlangsung secara riil sehingga akan tercipta interaksi antara guru dan siswa pada mata pelajaran frais.

Teknik Analisis Data

Terdapat dua teknik analisis data yang dipakai, yaitu teknik analisis data kualitatif dan teknik analisis data kuantitatif. Data kualitatif diperoleh berdasarkan analisis secara naratif dari hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi terhadap subjek coba maupun ahli/pakar dalam bidangnya. Data kualitatif ini tidak dilakukan secara murni, karena hasil data dari kualitatif untuk memperkuat hasil data kuantitatifnya. Rumus yang digunakan dalam mengolah data kuantitatif dari hasil kuesioner/angket validator ahli materi, validator ahli media, dan subjek coba adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{TS_e}{TS_h} \times 100\% \quad (\text{Akbar, S. 2013})$$

di mana:

V = validitas berdasarkan persentase

TS_e = jumlah skor yang dicapai

TS_h = jumlah skor jawaban ideal yang diharapkan dicapai

Berdasarkan persentase hasil evaluasi validator ahli materi, validator ahli media, dan subjek coba yang telah didapatkan maka dapat diketahui kriteria persentase penilaian sebagai acuan dalam membagi kategori kelayakan media pembelajaran yang diciptakan sesuai dengan tabel berikut.

Tabel 1 Kriteria Persentase Penilaian

Persentase Pencapaian	Skala Nilai	Interpretasi	Keterangan
85,01–100,00%	4	Sangat layak	Layak dipakai tanpa harus diperbaiki
70,01–85,00%	3	Layak	Layak dipakai dengan perbaikan kecil
50,01–70,00%	2	Kurang	Tidak layak dipakai, perlu diperbaiki secara menyeluruh
0,00–50,00%	1	Sangat Kurang	Tidak boleh dipakai

Sumber: Akbar (2013:41)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan Perangkat

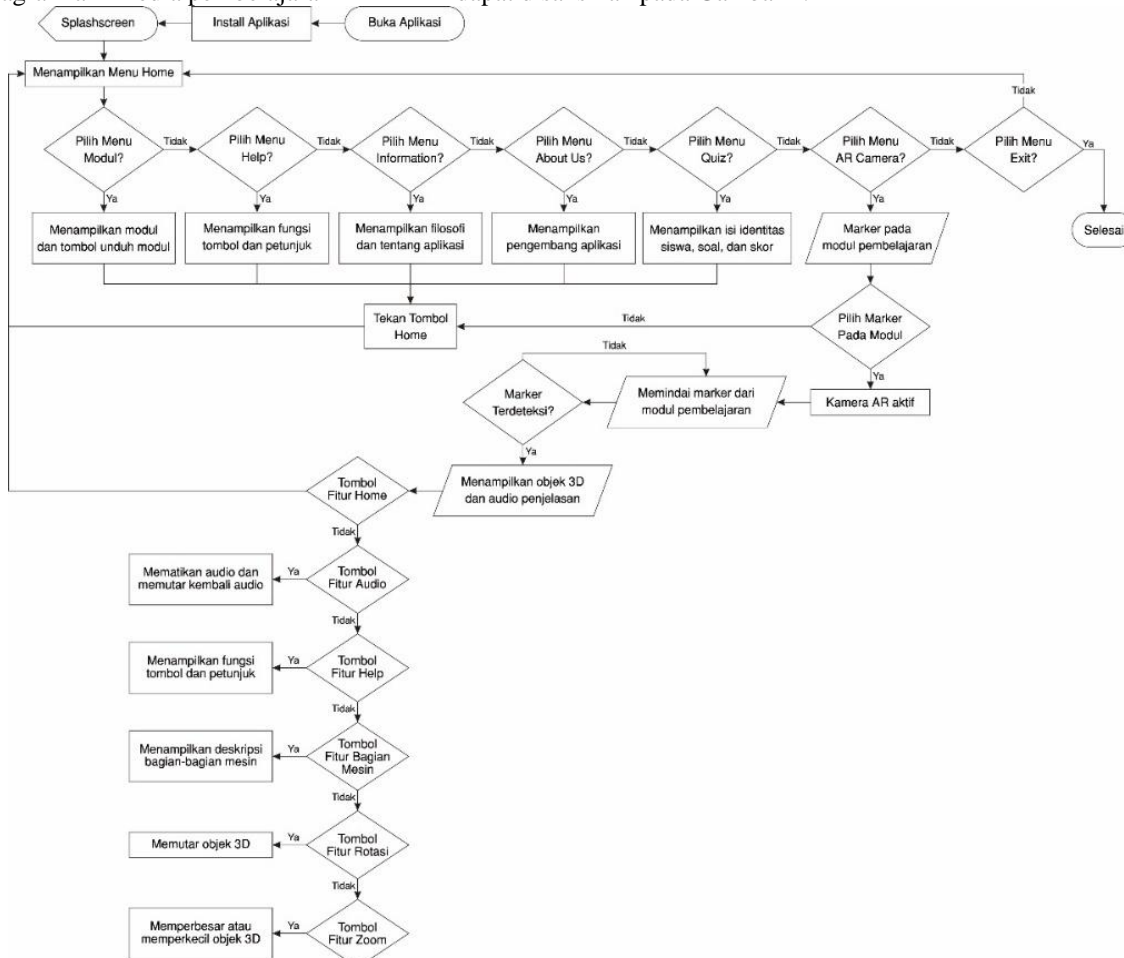
Hardware yang dipakai dalam menciptakan media pembelajaran ini, yaitu laptop dan komputer dengan spesifikasi profesor Intel(R) Core(TM) i5-3570; RAM 16 GB; SSD 120 GB; HDD 1 TB; dan VGA NVIDIA GeForce GTX 750. Software pendukung dalam membuat media pembelajaran ini, yaitu operating system Windows 11; design user interface (UI) Figma dan CorelDraw 2018; design 3D Modeling Blender versi 2.9; text editor Visual Code versi 2019; software engine Unity 3D version 2020.3.25f1; SDK AR engine Vuforia versi 10-5-5; bahasa pemrograman C#; CorelDraw 2018 untuk layouting dan cetak modul. Perangkat keras yang diperuntukkan untuk mengoperasikan media pembelajaran ini, yaitu ponsel pintar dengan

spesifikasi minimal Android 5.0 “Lollipop”, maksimal Android 11 “Red Velvet Cake”; RAM 2 GB; ROM 16 GB; ukuran kamera minimal 5 MP; dan ukuran layar 5 inch hingga 10 inch.

Siswa di SMK PGRI 3 Malang diberikan penunjang perangkat berupa tablet Axioo dengan sistem operasi Android 10 dengan RAM/ROM 3GB/32GB, kamera 5 MPx, dan ukuran layar 8 inch HD. Spesifikasi perangkat yang dimiliki siswa tersebut telah memenuhi kebutuhan perangkat yang dibutuhkan oleh peneliti.

Desain Diagram Alir

Diagram alir aplikasi MILLIAR bertujuan untuk menjelaskan seluruh rangkaian proses pada aplikasi yang direalisasikan melalui tombol-tombol, sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan aplikasi seperti saat memilih menu utama. Adapun diagram alir media pembelajaran MILLIAR dapat disaksikan pada Gambar 2.



Gambar 1 Flowchart Aplikasi MILLIAR

Pengguna perlu melakukan instalasi aplikasi terlebih dahulu agar dapat menggunakan aplikasi MILLIAR. Petunjuk instalasi dapat diketahui melalui buku panduan penggunaan media pembelajaran MILLIAR. Ketika pengguna membuka aplikasi MILLIAR, maka terdapat tampilan splashscreen berupa logo yang selanjutnya terdapat halaman home (beranda atau menu utama) yang terdiri dari 7 menu aplikasi, yaitu menu modul, menu help, menu information, menu about us, menu quiz, menu AR camera, dan menu exit. Ketika pengguna memilih menu modul maka akan ditampilkan modul pembelajaran dan tombol unduh modul yang akan terintegrasi dengan laman Google Drive.

Ketika pengguna memilih menu help maka akan ditampilkan fungsi tombol pada aplikasi dan petunjuk penggunaan aplikasi. Ketika pengguna memilih menu information maka akan ditampilkan filosofi logo dan tentang aplikasi. Ketika pengguna memilih menu about us maka akan ditampilkan informasi pengembang aplikasi.

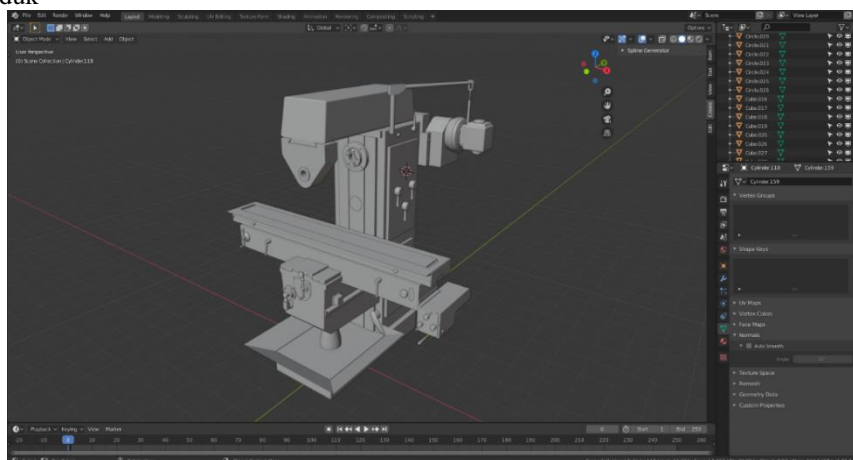
Ketika pengguna memilih tombol quiz maka akan ditampilkan halaman identitas siswa beserta kode token yang akan didapatkan siswa melalui buku panduan penggunaan media pembelajaran MILLIAR. Setelah siswa mengerjakan soal, maka hasil dari jawaban siswa tersebut akan menampilkan skor yang diperoleh siswa. Jika tidak memenuhi kriteria minimal, maka siswa dapat mengerjakan kembali.

Ketika pengguna memilih menu AR camera maka akan ditampilkan tombol fitur bagian mesin untuk menampilkan deskripsi informasi mengenai bagian-bagian mesin, tombol fitur help untuk menampilkan fungsi tombol aplikasi dan petunjuk penggunaan aplikasi, tombol fitur home untuk kembali ke menu utama, tombol fitur rotasi untuk memutar objek 3D, tombol fitur zoom untuk memperbesar atau memperkecil objek 3D.

Jika pengguna telah mengaktifkan AR camera maka pengguna dapat memindai marker pada modul pembelajaran. Jika marker terdeteksi, maka akan menampilkan objek 3D dan audio deskripsi singkat penjelasan materi yang sesuai dengan marker sebagai output dari input memindai marker. Namun, jika marker tidak terdeteksi, maka akan kembali ke proses untuk memindai marker dari modul pembelajaran untuk diulangi kembali hingga marker berhasil terdeteksi.

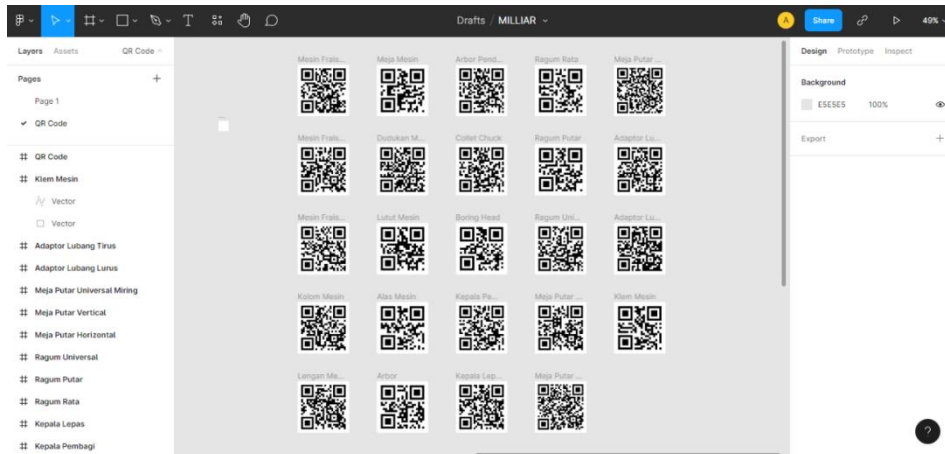
Berdasarkan output tampilan objek 3D terdapat beberapa tombol fitur yang dapat digunakan oleh pengguna, antara lain fitur home, fitur help, fitur bagian mesin, fitur rotasi, dan fitur zoom. Pengguna dapat memilih tombol fitur tersebut secara bergantian, namun jika pengguna memilih tombol home maka pengguna akan menuju ke menu utama. Pada halaman menu utama terdapat tombol exit untuk keluar dari aplikasi jika pengguna telah selesai mempelajarinya.

3.3 Pengembangan Produk



Gambar 2 Pembuatan 3D object berhasil dilakukan menggunakan Blender

24 objek 3D berhasil dikembangkan menggunakan Blender versi 2.9. Objek 3D mesin detail yang dibuat, yaitu mesin frais tegak (vertical milling machine), mesin frais mendatar (horizontal milling machine), dan mesin frais universal (universal milling machine). Objek 3D bagian-bagian utama mesin frais, yaitu badan mesin (column), lengan mesin (arm), meja mesin (bed), dudukan meja mesin (saddle), lutut mesin (knee), dan alas mesin (base). Objek 3D perlengkapan mesin frais, yaitu arbor, arbor pendek (stub arbor), collet chuck, boring head, kepala pembagi (dividing head), kepala lepas, ragum rata, ragum putar, ragum universal, meja putar horizontal, meja putar vertical, meja putar universal miring, adaptor lubang lurus, adaptor lubang tirus, dan klem mesin.



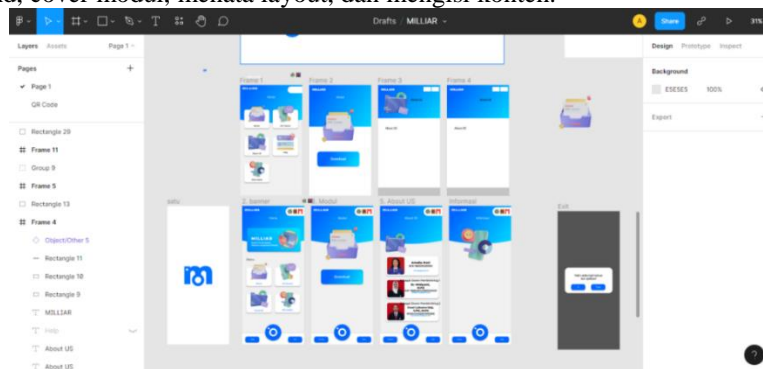
Gambar 3 Pembuatan marker berhasil dilakukan menggunakan Figma

Marker berupa QR Code berhasil dikembangkan menggunakan website Figma. Marker yang berhasil dibuat antara lain: mesin frais tegak (vertical milling machine), mesin frais mendatar (horizontal milling machine), mesin frais universal (universal milling machine), badan mesin (column), lengan mesin (arm), meja mesin (bed), dudukan meja mesin (saddle), lutut mesin (knee), alas mesin (base), arbor, arbor pendek (stub arbor), collet chuck, boring head, kepala pembagi (dividing head), kepala lepas, ragum rata, ragum putar, ragum universal, meja putar horizontal, meja putar vertical, meja putar universal miring, adaptor lubang lurus, adaptor lubang tirus, dan klem mesin.



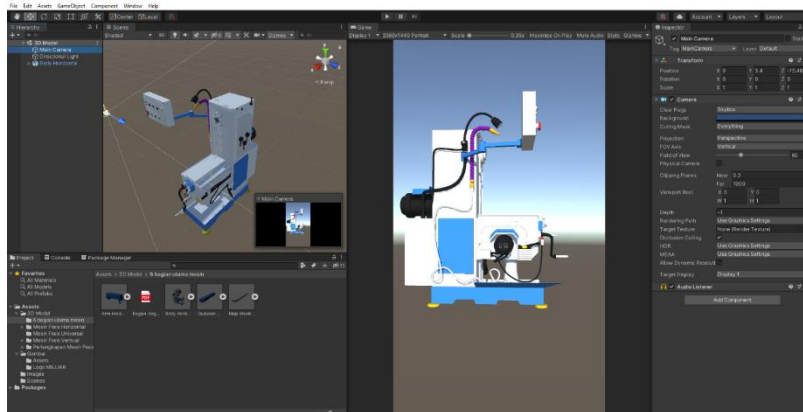
Gambar 4 Modul Pembelajaran MILLIAR

Modul pembelajaran MILLIAR berhasil dikembangkan menggunakan CorelDraw 2018 dan Photoshop CC 2014 untuk membuat desain background, cover modul, menata layout, dan mengisi konten.



Gambar 5 Pembuatan desain user interface menggunakan Figma

Desain user interface (tampilan aplikasi MILLIAR) berhasil dikembangkan menggunakan website Figma.



Gambar 6 Konfigurasi 3D object ke Unity

Konfigurasi 3D object ke Unity berhasil dilakukan dengan berkolaborasi menggunakan Vuforia SDK sebagai deteksi AR Camera.

Validasi Ahli

Setelah selesainya dilakukan pengembangan produk, maka hal yang perlu dilakukan selanjutnya adalah validasi ahli media dan ahli materi. Ahli media yang melakukan validasi adalah Agus Suyetno, S.Pd., M.Pd. Berdasarkan validasi ahli media terdapat beberapa saran antara lain: aplikasi yang dikembangkan diharapkan dapat diakses melalui sistem operasi lainnya seperti iOS, Ubuntu, dan Linux. Selain itu, tambahan fitur lain untuk rotasi yang berlawanan dengan arah jarum jam.

Ahli materi yang melakukan validasi adalah Drs. Imam Sudjono, M.T sebagai dosen Teknik Mesin dan Prijo Pamudji, S.Pd sebagai guru mata pelajaran teknik pemesinan frais. Berdasarkan validasi ahli materi terdapat beberapa saran antara lain: media pembelajaran yang telah dikembangkan sangat membantu dalam mencari literasi dan mampu meningkatkan pemahaman siswa sehingga layak untuk dilanjutkan ke tahapan selanjutnya

Implementasi

Setelah selesainya dilakukan pengembangan produk sesuai saran para ahli, maka dilakukan uji coba kelompok kecil dengan menyertakan 8 siswa kelas X SMK PGRI 3 Malang. Uji coba ini dilakukan pada Selasa, 26 Juli 2022. Saat uji coba kelompok kecil tidak terdapat masukan sehingga dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya, yaitu uji coba besar dengan menyertakan 60 siswa kelas X SMK PGRI 3 Malang. Uji coba kelompok besar dilakukan pada Rabu, 27 Juli 2022 dan Kamis, 28 Juli 2022.

Tahapan implementasi diawali dengan (1) memberikan penjelasan tujuan kehadiran peneliti dengan meminta siswa untuk mempersiapkan smartphone/tablet untuk melakukan aplikasi sesuai dengan buku panduan penggunaan media pembelajaran MILLIAR; (2) penyebaran aplikasi melalui Bluetooth, Google Playstore ataupun media sosial seperti grup WhatsApp dan Google Drive; (3) instalasi aplikasi pada smartphone dengan sistem operasi Android; (4) menyebarkan modul cetak atau siswa dapat mengunduh modul pada menu modul yang terdapat di aplikasi; (5) menyebarkan angket uji coba kepada siswa dengan empat kriteria penilaian memakai skala likert; dan (6) subjek coba mengoperasikan media pembelajaran MILLIAR dan siap untuk menjawab kuesioner yang diberikan.

Evaluasi

Tahapan evaluasi adalah tahap yang diterapkan pada semua tahapan dari model ADDIE. Evaluasi dilaksanakan dengan tujuan untuk menganalisis data yang didapatkan dari hasil penelitian dan pengembangan. Evaluasi diawali dari analisis kebutuhan, penyusunan desain produk, validasi kelayakan produk oleh para ahli, dan data hasil angket yang telah diujicobakan kepada siswa. Hasil akhir dari evaluasi berupa produk media pembelajaran jarak jauh berbasis augmented reality kompetensi dasar mengidentifikasi mesin frais berdasarkan jenis dan fungsinya memiliki kriteria menarik, relevan, dan layak digunakan dalam aktivitas pembelajaran. Adapun hasil penilaian dapat disaksikan pada tabel berikut.

Tabel 2 Data Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penelitian	TS_e	TS_h	V	Kriteria
1	Kesesuaian materi	20	20	100%	Sangat Layak
2	Isi materi	16	16	100%	Sangat Layak
3	Keruntutan materi	4	4	100%	Sangat Layak

No	Aspek Penelitian	TS_e	TS_h	V	Kriteria
4	Kebenaran materi	4	4	100%	Sangat Layak
5	Kualitas soal	4	4	100%	Sangat Layak
6	Penyajian	20	20	100%	Sangat Layak
7	Manfaat	12	12	100%	Sangat Layak
8	Kesesuaian materi	20	20	100%	Sangat Layak
9	Jumlah	80	80		
Rata-rata				100%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata validasi oleh ahli materi di atas diperoleh persentase sebesar 100% sehingga dapat ditentukan kriteria persentase penilaian produk berdasarkan Tabel 1 dengan kategori sangat layak tanpa ada perbaikan dan dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya.

Tabel 3 Data Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek Penelitian	TS_e	TS_h	V	Kriteria
1	Desain	72	72	100%	Sangat Layak
2	Software	27	28	96%	Sangat Layak
3	Manfaat	20	20	100%	Sangat Layak
	Jumlah	119	120		
Rata-rata				98%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata validasi oleh ahli media di atas sebesar 98% maka dapat ditentukan kriteria persentase penilaian produk berdasarkan Tabel 1 dengan kategori sangat layak tanpa ada perbaikan sehingga dapat dilakukan uji coba kelompok kecil.

Tabel 4 Data Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

No	Aspek Penelitian	TS_e	TS_h	V	Kriteria
1	Penggunaan media pembelajaran	29,25	32	91,41%	Sangat Layak
2	Reliable	11,25	12	93,75%	Sangat Layak
3	Maintanable	11,375	12	94,79%	Sangat Layak
4	Usability	19,125	20	95,63%	Sangat Layak
5	Kompatibilitas	7,625	8	95,31%	Sangat Layak
6	Kelengkapan dokumentasi program	3,5	4	87,50%	Sangat Layak
7	Kemudahan	15,625	16	97,66%	Sangat Layak
8	Komunikatif	7,75	8	96,88%	Sangat Layak
9	Kreatif	7,75	8	96,88%	Sangat Layak
	Jumlah	119	120		
Rata-rata				94,42%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata subjek coba kelompok kecil di atas sebesar 94,42% maka dapat ditentukan kriteria persentase penilaian produk berdasarkan Tabel 1 dengan kategori sangat layak tanpa ada perbaikan sehingga dapat dilakukan uji coba kelompok besar.

Tabel 5 Data Hasil Uji Coba Kelompok Besar

No	Aspek Penelitian	TS_e	TS_h	V	Kriteria
1	Penggunaan media pembelajaran	26,52	32	82,87%	Layak
2	Reliable	9,89	12	82,41%	Layak
3	Maintanable	9,79	12	81,48%	Layak
4	Usability	16,80	20	83,98%	Layak
5	Kompatibilitas	6,98	8	87,27%	Sangat Layak
6	Kelengkapan dokumentasi program	3,43	4	85,65%	Sangat Layak

No	Aspek Penelitian	TS_e	TS_n	V	Kriteria
7	Kemudahan	13,83	16	86,46%	Sangat Layak
8	Komunikatif	7,02	8	87,73%	Sangat Layak
9	Kreatif	7,13	8	89,12%	Sangat Layak
	Jumlah	101,37	120		
Rata-rata				85,22%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata subjek coba kelompok besar di atas sebesar 85,22% maka dapat ditentukan kriteria persentase penilaian produk berdasarkan Tabel 1 dengan kategori sangat layak tanpa ada perbaikan sehingga produk akhir media pembelajaran berbasis augmented reality kompetensi dasar mengidentifikasi bagian-bagian mesin frais berdasarkan jenis dan fungsinya dapat dipakai dalam aktivitas pembelajaran.

PENUTUP

Produk yang dihasilkan adalah modul, buku panduan penggunaan, dan aplikasi Android yang bernama MILLIAR (milling augmented reality) sebagai media pembelajaran jarak jauh berbasis augmented reality kompetensi dasar mengidentifikasi mesin frais berdasarkan jenis dan fungsinya. Persentase hasil validasi dari ahli materi, yaitu 100% dengan kriteria Sangat Layak. Persentase hasil validasi dari ahli media, yaitu 98% dengan kriteria Sangat Layak. Persentase uji coba pengguna sebesar 85,22% dengan kriteria Sangat Layak. Dapat disimpulkan secara keseluruhan bahwa media pembelajaran MILLIAR memenuhi kriteria sangat layak untuk dipakai sebagai media pembelajaran.

Kelebihan dari media pembelajaran jarak jauh berbasis augmented reality kompetensi dasar mengidentifikasi mesin frais berdasarkan jenis dan fungsinya, antara lain (1) media pembelajaran dapat diakses di mana pun dan kapan pun; (2) media pembelajaran dapat dijalankan pada smartphone Android dengan spesifikasi minimal OS 5.0 “Lollipop” dengan fitur kamera 5 MP; (3) memperkenalkan teknologi augmented reality kepada pengguna; (4) siswa dapat mengeksplorasi pengetahuannya sendiri tanpa dibatasi oleh tempat dan waktu; (5) penyampaian materi menjadi lebih mudah sehingga pembelajaran terasa bermakna; dan (6) teknologi augmented reality dapat dipakai dalam jangka waktu yang panjang.

Kekurangan dari media pembelajaran jarak jauh berbasis augmented reality kompetensi dasar mengidentifikasi mesin frais berdasarkan jenis dan fungsinya, antara lain (1) terbatas hanya pada satu kompetensi dasar; (2) aplikasi hanya dapat diakses menggunakan sistem operasi Android belum sistem operasi iOS; (3) membutuhkan akses internet untuk mengunduh modul elektronik dan mengirimkan skor jawaban siswa; dan (4) proses implementasi produk yang dikembangkan belum sampai pada tahap mengetahui keefektifan sehingga efektivitas media pembelajaran MILLIAR dalam aktivitas belajar mengajar belum diketahui.

DAFTAR RUJUKAN

- Hamzah, M.L., Ambiyar, Rizal, F., Simatupang, W., Irfan, D., & Refdinal. 2021. Development of Augmented Reality Application for Learning Computer Network Device. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, No.12, Vol.15, 47-64. DOI: 10.3991/ijim.v15i12.21993.
- Putra, A.B.N.R., Mukhadis, A., Ulfatin, N., Tuwoso, Subandi, M.S., & Hardika. 2021. The Innovation of Disruptive Learning Media with Augmented Reality Based 3D Object Concept with Drill Machine Design to Improve Quality of Distance Learning in The Era of Education 4.0. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, No.12, Vol.15, 193-200. DOI: 10.3991/ijim.v15i12.21579.
- Wahyudi, U.M.W. & Arwansyah, Y.B. 2019. Developing Augmented Reality-based Learning Media to Improve Student Visual Spatial Intelligence. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies*, 7(2), 89()-95. DOI: 10.15294/ijcets.v7i2.36039.
- Shoikova, E., Nikolov, R., & Kovatcheva, E. 2018. Smart Digital Education Enhanced by AR and IoT Data. *INTED2018 Proceedings*, 1(1), 5861()-5871. DOI: 10.21125/inted.2018.1392.
- Elmqaddem, N. 2019. Augmented Reality and Virtual Reality in Education. Myth or Reality?. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, No.3, Vol.14, 234-242. DOI: 10.3991/ijet.v14i03.9289.
- Fadilah, S.J., & Suwito, D. 2021. Pengembangan Media Pembelajaran ARTIK3D (Augmented Reality Gambar Teknik 3D) pada Platform Android Untuk Siswa Teknik Pemesinan di SMK Negeri 3 Surabaya. *JPTM*, No.2, Vol.1, 77-81.
- Anugrah, K.W., & Alfian, A.N. 2020. Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Komponen Utama Mesin Mobil Berbasis Android. *Jurnal Mahasiswa Bina Insani*, No.1, Vol. 5, 21-32.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta, Bandung.

- Akker, J.V.D. 1999. Principles and Methods of Development Research. In: van den Akker, J., Branch, R.M., Gustafson, K., Nieveen, N., Plomp, T. (eds) Design Approaches and Tools in Education and Training. Springer: Dordrecht. DOI: 10.1007/978-94-011-4255-7_1.
- Branch, R.M. 2009. Instructional Design: The ADDIE Approach. Springer Science Business Media, LLC. DOI 10.1007/978-0-387-09506-6_1.
- Sadiman, A.S. 2005. Media Pendidikan Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Pribadi, B. A. 2009. Desain Sistem Pembelajaran. Jakarta: Dian Rakyat
- Akbar, S. 2013. Instrumen Perangkat Pembelajaran. Bandung: Remaja Rosdakarya.