

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY PADA MATA PELAJARAN DASAR – DASAR TEKNIK PEMESINAN MATERI ALAT UKUR DI SMKN 13 SURABAYA

Rafli Rosdiansyah Darmawan

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: rafli.22072@mhs.unesa.ac.id

Wahyu Dwi Kurniawan

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: wahyukurniawan@unesa.ac.id

Abstrak

Pemahaman siswa terhadap materi alat ukur jangka sorong pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Pemesinan masih terkendala oleh keterbatasan media pembelajaran yang mampu menyajikan materi secara konkret, interaktif, dan mudah dipahami. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) pada materi alat ukur jangka sorong di SMKN 13 Surabaya serta menguji kelayakan, kepraktisan, dan efektivitasnya terhadap hasil belajar siswa. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Instrumen penelitian terdiri atas angket validasi ahli, angket respon siswa, serta tes pre-test dan post-test. Data dianalisis secara kuantitatif deskriptif menggunakan persentase dan uji N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis AR memperoleh validasi ahli sebesar 95% dengan kategori sangat layak, respon siswa sebesar 3,32 dengan kategori sangat baik, serta nilai N-Gain sebesar 0,69 yang termasuk kategori tinggi. Dengan demikian, media pembelajaran berbasis AR dinyatakan layak, praktis, dan efektif digunakan sebagai alternatif media pembelajaran interaktif di SMK.

Kata Kunci: Media Pembelajaran, Augmented Reality, Efektivitas Hasil Belajar, Jangka Sorong.

Abstract

Abstracts Students' understanding of the vernier caliper material in the Fundamentals of Machining Technology course is still hampered by a lack of learning media capable of presenting the material in a concrete, interactive, and easy-to-understand manner. This study aims to develop Augmented Reality (AR)-based learning media for the vernier caliper material at SMKN 13 Surabaya and to test its feasibility, practicality, and effectiveness on student learning outcomes. This study employed the Research and Development (R&D) method using the ADDIE model, which includes the analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The research instruments consisted of an expert validation questionnaire, a student response questionnaire, and pre-test and post-test assessments. Data were analyzed using descriptive quantitative methods, including percentages and the N-Gain test. The results showed that the AR-based learning media received 95% expert validation, classified as "highly feasible"; student responses averaged 3.32, classified as "very good"; and the N-Gain score was 0.69, classified as "high." Thus, the AR-based learning media is deemed feasible, practical, and effective for use as an alternative interactive learning medium in vocational high schools.

Keywords: Learning Media, Augmented Reality, Vernier Calipers, Effectiveness of Learning Outcomes.

PENDAHULUAN

Pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki karakteristik yang menekankan keseimbangan antara penguasaan konsep dan keterampilan praktik sesuai kompetensi keahlian. Pada program keahlian teknik pemesinan, mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Pemesinan menjadi fondasi penting bagi siswa dalam memahami prinsip kerja, penggunaan alat, dan prosedur dasar pemesinan. Salah satu materi esensial dalam mata pelajaran tersebut adalah alat ukur, khususnya jangka sorong, karena keterampilan membaca dan menggunakan alat ukur menjadi kompetensi dasar yang diperlukan dalam kegiatan praktik pemesinan.

Materi alat ukur tidak hanya menuntut pemahaman teoretis, tetapi juga kemampuan visual-spasial dan

keterampilan praktik. Siswa perlu memahami bagian-bagian alat, fungsi komponen, cara membaca skala, serta prosedur penggunaannya secara tepat. Namun, penyampaian materi melalui metode konvensional, seperti penjelasan verbal dan gambar dua dimensi, sering kali belum mampu memberikan pengalaman belajar yang konkret. Kondisi ini dapat menyebabkan rendahnya pemahaman siswa, munculnya miskonsepsi, serta kurang optimalnya kesiapan siswa dalam mengikuti praktik.

Berdasarkan pengamatan dan wawancara pendahuluan di SMKN 13 Surabaya, sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi jangka sorong ketika pembelajaran hanya menggunakan media konvensional. Lebih dari 50% siswa menunjukkan kecenderungan lebih mudah memahami materi apabila disajikan melalui media yang konkret, visual, dan interaktif. Temuan ini

menunjukkan bahwa pembelajaran teknik pemesinan membutuhkan media yang mampu menjembatani hubungan antara konsep teoretis dan praktik penggunaan alat secara nyata.

Perkembangan teknologi digital memberikan peluang bagi dunia pendidikan untuk menghadirkan media pembelajaran yang lebih adaptif dengan kebutuhan siswa. Salah satu teknologi yang relevan adalah Augmented Reality (AR), yaitu teknologi yang menggabungkan objek virtual dengan lingkungan nyata sehingga menghasilkan pengalaman belajar yang lebih imersif dan interaktif (Wiliyanti et al., 2024). Dalam konteks pendidikan kejuruan, AR berpotensi membantu siswa memahami materi yang bersifat teknis, abstrak, dan membutuhkan visualisasi tiga dimensi, termasuk materi alat ukur pada teknik pemesinan (Rachim et al., 2024).

Media pembelajaran berbasis AR memungkinkan siswa melihat, memanipulasi, dan berinteraksi dengan objek tiga dimensi yang merepresentasikan alat ukur secara lebih nyata. Melalui visualisasi tersebut, siswa dapat mempelajari struktur, fungsi, dan cara penggunaan jangka sorong secara lebih kontekstual tanpa selalu bergantung pada ketersediaan alat fisik. Interaktivitas AR juga dapat meningkatkan perhatian, motivasi, dan keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran, sehingga pembelajaran tidak hanya berpusat pada penyampaian materi, tetapi juga pada pengalaman eksploratif siswa (Ummah, 2019; Rachim et al., 2024).

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran mampu meningkatkan pemahaman konsep dan perhatian belajar siswa, terutama pada materi yang sulit divisualisasikan secara langsung (Wiliyanti et al., 2024). Al-Ansi et al. (2023) juga menegaskan bahwa AR dapat membentuk lingkungan belajar yang kontekstual dan membantu mengurangi kesenjangan antara teori dan praktik. Dalam pembelajaran teknik, penggunaan AR memungkinkan siswa melakukan simulasi, mengeksplorasi komponen alat, dan memahami prosedur penggunaan alat secara lebih bermakna.

Kebutuhan terhadap media pembelajaran berbasis teknologi semakin relevan dalam konteks pendidikan era Society 5.0. Pada era ini, pendidikan tidak hanya diarahkan pada penguasaan teknologi, tetapi juga pada pengembangan kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif sebagai bagian dari kompetensi abad ke-21 (Andini et al., 2024; Imamudin et al., 2024). Pendidikan kejuruan dituntut untuk lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi industri, sehingga media pembelajaran harus mampu mendukung pembentukan kompetensi teknis sekaligus keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan media pembelajaran yang praktis, interaktif, dan sesuai dengan karakteristik materi teknik pemesinan. Media berbasis Augmented Reality dipandang sebagai alternatif yang potensial karena mampu menyajikan materi alat ukur dalam bentuk visualisasi tiga dimensi yang lebih konkret dan mudah dipahami. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berbasis Augmented Reality pada materi alat

ukur jangka sorong di SMKN 13 Surabaya serta menguji kelayakan, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar siswa.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development/R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) pada materi alat ukur dalam mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Pemesinan di SMKN 13 Surabaya. Menurut Hadju et al. (2024), penelitian pengembangan berfungsi untuk menghasilkan produk tertentu sekaligus menguji keefektifannya. Produk yang dikembangkan berupa aplikasi AR interaktif pada perangkat digital guna memvisualisasikan konsep alat ukur teknik secara konkret untuk meningkatkan keterlibatan siswa. Prosedur pengembangan dalam penelitian ini menerapkan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) yang dijabarkan sebagai berikut:

Tahap Analisis (Analysis) dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik siswa, dan analisis materi melalui wawancara guru, studi dokumen RPP, serta observasi kelas. Dari tahap ini, ditemukan permasalahan bahwa siswa mengalami kesulitan memahami alat ukur teknik (jangka sorong, mikrometer, dan dial indikator) secara abstrak. Kebutuhan visualisasi ini sejalan dengan temuan Wiliyanti et al. (2024) bahwa media AR efektif membantu visualisasi materi yang sulit dipahami secara langsung dan mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Tahap Desain (Design) difokuskan pada penyusunan rancangan awal produk berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Peneliti merancang struktur media, alur tampilan, storyboard, dan skenario interaksi pengguna yang disesuaikan dengan siswa SMK. Desain teknis mencakup pemilihan platform Unity dan Vuforia dengan jenis AR berbasis penanda (marker-based), serta pemodelan visual 3D untuk instrumen jangka sorong, mikrometer, dan dial indikator. Selain itu, dirancang pula instrumen evaluasi berupa lembar validasi ahli, angket respon, serta soal pretest dan posttest. Desain ini mempertimbangkan prinsip interaktivitas dan kemudahan visualisasi sebagaimana disarankan oleh Kanti et al. (2022) agar media memiliki kekuatan pedagogis dalam mendukung pencapaian kompetensi.

Tahap Pengembangan (Development) merupakan realisasi dari rancangan desain menggunakan perangkat lunak Unity3D dan Vuforia. Proses ini meliputi pemodelan objek 3D alat ukur, integrasi sistem AR berbasis marker, dan pengujian fungsionalitas awal. Selanjutnya, dilakukan validasi oleh ahli materi untuk kesesuaian kurikulum dan ahli media untuk aspek teknis antarmuka. Validasi ahli ini merupakan bagian dari evaluasi formatif yang krusial menurut Sugiyono (2017) guna mengidentifikasi dan memperbaiki kelemahan produk sebelum uji coba luas. Pengembangan aspek teknis dan instruksional ini diperkuat oleh penelitian Yusup, A et al. (2023) yang menunjukkan bahwa media AR yang interaktif dan responsif terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar siswa.

Tahap Implementasi (Implementation) berupa pelaksanaan uji coba produk pada pengguna sasaran, yaitu siswa kelas XI Teknik Pemesinan di SMKN 13 Surabaya dengan melibatkan guru sebagai fasilitator. Selama beberapa pertemuan, siswa mengeksplorasi materi alat ukur menggunakan media AR, diikuti dengan pengumpulan respon melalui angket dan wawancara. Sebagaimana dikaji oleh Mukarromah dan Andriana (2022), keterlibatan aktif guru sangat penting dalam pemanfaatan media agar proses pembelajaran berjalan bermakna dan sesuai dengan tujuan instruksional.

Tahap Evaluasi (Evaluation) melibatkan evaluasi formatif dan sumatif untuk menilai kualitas, efektivitas, serta daya guna media. Evaluasi formatif dilakukan secara kontinu di setiap tahapan untuk perbaikan sedini mungkin, sedangkan evaluasi sumatif dilakukan pasca-implementasi menggunakan angket respon serta analisis hasil pretest dan posttest. Sugiyono (2017) menyatakan bahwa evaluasi dalam R&D bertujuan untuk memastikan produk memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Hal ini selaras dengan pendapat Nurrita (2018) bahwa media pembelajaran yang menarik, sesuai kebutuhan, dan mudah digunakan dapat meningkatkan motivasi serta hasil belajar siswa secara signifikan.

Subjek dan Variabel Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMK Negeri 13 Surabaya pada program keahlian Teknik Pemesinan selama semester genap tahun ajaran 2025/2026. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI TPM kelompok terbatas yang mengikuti mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Pemesinan, khususnya pada materi Alat Ukur. Sementara itu, objek penelitian yang dikaji berupa media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) yang dirancang untuk menunjang proses pemahaman materi alat ukur tersebut.

Menurut Hikmah (2020), variabel penelitian merupakan atribut, nilai, atau sifat dari objek atau individu yang dipelajari untuk ditarik kesimpulannya. Dalam penelitian ini, variabel bebas yang ditetapkan adalah kelayakan media pembelajaran berbasis software Augmented Reality. Sedangkan variabel terikatnya terdiri dari dua indikator output, yaitu hasil belajar siswa pada materi Alat Ukur (Y_1) dan respon siswa terhadap penerapan media pembelajaran berbasis AR tersebut (Y_2).

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi tes, angket, dan dokumentasi. Tes dilaksanakan dalam bentuk pretest dan posttest untuk mengukur efektivitas media pembelajaran AR terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa, sejalan dengan pendapat Wiliyanti et al. (2024) mengenai signifikansi intervensi teknologi dalam mengukur hasil belajar. Angket digunakan untuk menilai aspek kepraktisan dan keterterimaan produk melalui respon siswa serta penilaian guru. Sementara itu, dokumentasi berupa catatan lapangan, foto kegiatan, RPP, silabus, dan tangkapan layar aplikasi digunakan sebagai data pendukung non-reaktif untuk memperkuat validitas proses pengembangan dari tahap analisis hingga implementasi.

Instrumen tes hasil belajar terdiri dari 7 soal uraian (essay) yang mencakup materi jangka sorong, mikrometer,

dial indikator, ketelitian, prosedur pengukuran, dan analisis toleransi ukuran dengan rentang tingkat kognitif C2 hingga C5. Validitas instrumen tes ini ditentukan melalui validasi ahli (content validity) guna memastikan kesesuaian soal dengan capaian pembelajaran tanpa melalui uji statistik empiris awal, mengingat fokus penelitian menitikberatkan pada pengembangan dan kelayakan produk.

Instrumen kelayakan media menggunakan lembar validasi dengan skala Likert 1–4 yang dinilai oleh dua validator, yaitu ahli materi dan ahli media. Aspek dan indikator penilaian untuk para ahli dikembangkan dengan modifikasi dari Pokhrel (2024), yang meliputi kesesuaian kompetensi dasar, fungsionalitas fitur, kecepatan muat (loading), kompatibilitas ukuran media, desain antarmuka (UI), kebahasaan, serta tata letak dokumen. Untuk instrumen angket respon siswa, digunakan angket tertutup ber-skala Likert 1–4 yang mengukur indikator kualitas tampilan, penyajian materi, interaksi pemakai, interaksi program, serta desain pembelajaran dan komunikasi visual.

Untuk menguji kelayakan instrumen sebelum digunakan, data kuesioner dari ahli media dihitung menggunakan indeks validitas isi Aiken's V dengan kriteria interpretasi merujuk pada Utami et al. (2024). Koefisien validitas isi tersebut dihitung menggunakan rumus berikut:

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)} \quad (1)$$

Di mana V adalah indeks validitas Aiken yang merupakan koefisien validitas isi; $\sum s$ merupakan jumlah skor yang diberikan oleh para ahli untuk setiap item; n adalah jumlah ahli yang memberikan penilaian; dan c adalah jumlah kategori skala penilaian. Pengujian reliabilitas instrumen dievaluasi menggunakan teknik Formula Alpha Cronbach berbantuan program SPSS, dengan tingkat klasifikasi reliabilitas mengacu pada standar Arikunto (2006) serta Perdana dan Irhandyaningsih (2016) melalui rumus berikut:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{S_x^2} \right) \quad (2)$$

Keterangan: α melambangkan koefisien reliabilitas alpha; k adalah jumlah item; $\sum s_i^2$ mewakili jumlah varians responden untuk tiap item; dan S_x^2 merupakan varians skor total. Evaluasi kualitas internal butir soal tes dilakukan melalui analisis indeks kesukaran (difficulty index) dan daya pembeda (discrimination index) dengan klasifikasi parameter berdasarkan acuan dari Ikawati et al. (2024). Indeks kesukaran (P) dihitung menggunakan rumus:

$$P = \frac{B_a + B_b}{J_a + J_b} \quad (3)$$

Di mana P adalah indeks kesukaran butir tes; B_a dan B_b masing-masing menyatakan banyaknya siswa kelompok atas dan kelompok bawah yang menjawab benar; sedangkan J_a dan J_b melambangkan jumlah seluruh siswa

kelompok atas dan kelompok bawah. Sementara itu, indeks daya pembeda (DP) dirumuskan sebagai berikut:

$$DP = \frac{X_a - X_b}{\text{Skor maks.}} \quad (4)$$

Keterangan: DP adalah indeks diskriminasi daya pembeda; X_a merupakan rata-rata skor kelompok atas; X_b adalah rata-rata skor kelompok bawah; dan Skor Maksimal menyatakan nilai tertinggi yang dapat dicapai pada butir soal tersebut.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif deskriptif untuk mengetahui tingkat kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) pada materi alat ukur. Data diperoleh dari instrumen validasi ahli, angket respon siswa, serta hasil pretest dan posttest.

Untuk analisis validasi ahli, data dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif dengan mengakumulasi skor skala Likert dari setiap validator. Skor akhir dihitung menggunakan rumus persentase berikut:

$$\text{Skor Akhir} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maks.}} \times 100\% \quad (5)$$

Nilai persentase akhir tersebut selanjutnya dikonversikan ke dalam kategori interpretasi kelayakan, yaitu: sangat layak (85–100%), layak (70–84%), cukup layak (55–69%), dan kurang (<55%). Produk media pembelajaran dinilai memenuhi syarat kevalidan apabila hasil akhir dari penilaian para ahli minimal berada pada kategori layak.

Analisis peningkatan hasil belajar dilakukan untuk menguji tingkat efektivitas media pembelajaran melalui perbandingan nilai pretest dan posttest siswa. Sebelum pengujian hipotesis, uji prasyarat analisis dilakukan untuk memastikan data berdistribusi normal sebagai syarat mutlak pengujian statistik parametrik menggunakan uji-t. Uji homogenitas varians juga dilakukan menggunakan Levene Statistic berbantuan SPSS, meskipun homogenitas bukan merupakan prasyarat utama karena pengujian menggunakan desain Paired Sample t-Test pada kelompok sampel yang sama. Uji hipotesis dilakukan dengan membandingkan nilai T_{hitung} dan T_{tabel} menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS untuk mengkaji signifikansi perbedaan rata-rata sebelum dan sesudah perlakuan. Sementara itu, besarnya peningkatan skor aktual siswa diukur menggunakan rumus Normalized Gain (N-Gain) berikut:

$$N - \text{gain} = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Maks.} - \text{Skor Pretest}} \quad (6)$$

Hasil perhitungan N-Gain diklasifikasikan ke dalam tiga tingkat interpretasi skor, yaitu: tinggi ($\geq 0,70$), sedang ($0,30 - 0,69$), dan rendah ($< 0,30$).

Selanjutnya, kualitas internal instrumen soal tes dievaluasi secara objektif dan terstandar pada satu skala

pengukuran logit yang sama menggunakan pendekatan Rasch Model melalui program Winsteps. Model ini mengukur probabilitas respon peserta terhadap suatu butir soal berdasarkan selisih kemampuan peserta (0_n) dan tingkat kesulitan butir soal (b_1), yang diformulasikan melalui persamaan:

$$P(X_{ni} = 1) = \frac{e^{(0_n - b_i)}}{1 + e^{(0_n - b_i)}} \quad (7)$$

Di mana $P(X_{ni} = 1)$ melambangkan peluang peserta ke-I untuk menjawab dengan benar pada item ke-i. Lebih lanjut, evaluasi terhadap objektivitas pengisian angket oleh para validator dianalisis menggunakan Many-Facet Rasch Model (MFRM) sebagai langkah pengembangan dari model konvensional untuk mendeteksi tingkat kesesuaian butir (item fit) sekaligus meminimalkan pengaruh subjektivitas penilai (rater effect).

Bagian akhir adalah analisis respon siswa yang diperoleh melalui pengisian angket tertutup skala Likert empat tingkat. Data tersebut diolah secara deskriptif kuantitatif untuk memperoleh nilai rata-rata menggunakan rumus:

$$X = \frac{\sum X}{N} \quad (8)$$

Keterangan: X menyatakan nilai rata-rata skor respon siswa; $\sum X$ mewakili jumlah total skor jawaban dari seluruh responden; dan N menyatakan jumlah total responden yang berpartisipasi. Nilai rata-rata yang diperoleh kemudian disesuaikan dengan tabel kriteria interpretasi respon siswa, yaitu: sangat baik (3,26–4,00), baik (2,51–3,25), cukup baik (1,76–2,50), dan kurang baik (1,00–1,75).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) ini dirancang melalui tahapan model ADDIE secara sistematis untuk menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif. Pada tahap analisis (analyze), hasil observasi di SMKN 13 Surabaya menunjukkan bahwa proses pembelajaran materi Alat Ukur masih didominasi metode konvensional seperti ceramah dan papan tulis. Kondisi ini kurang efektif dalam memvisualisasikan bentuk mekanis serta prosedur penggunaan alat ukur teknik secara nyata. Di sisi lain, analisis karakteristik murid menunjukkan bahwa siswa kelas XI TPM merupakan pengguna aktif smartphone yang memiliki ketertarikan tinggi terhadap media visual interaktif dan eksplorasi mandiri. Berdasarkan sintesis kebutuhan tersebut, ditetapkan pengembangan media berbasis aplikasi AR Android yang mengintegrasikan objek 3D jangka sorong dan mikrometer sekrup.

Pada tahap perencanaan (design), arsitektur aplikasi disusun menggunakan perangkat lunak Unity dan Vuforia berbasis penanda (marker-based AR). Alur aplikasi

dikembangkan melalui beberapa scene utama, yaitu: Login, Beranda (Main Menu), Pengertian AR (petunjuk penggunaan), Materi (teks dan gambar alat ukur), Kamera AR (visualisasi objek 3D), dan Latihan Soal (Quiz). Fitur Kamera AR secara khusus dirancang untuk menampilkan empat representasi pemodelan interaktif jangka sorong, yaitu pengukuran kedalaman, panjang, diameter luar, dan diameter dalam. Tahap perencanaan ini juga merancang lembar instrumen validasi untuk mengukur kelayakan teoretis produk sebelum diuji coba.

Pada tahap pengembangan (develop), rancangan visual diimplementasikan menjadi aplikasi Android utuh. Tahap ini juga mencakup pelaksanaan validasi oleh tiga pakar yang terdiri dari dosen ahli Pendidikan Teknik Mesin UNESA dan guru mata pelajaran SMKN 13 Surabaya. Masukan dari para validator pada tahap evaluasi formatif ini digunakan sebagai landasan perbaikan produk seperti penyederhanaan skala Likert instrumen dari rentang 1–5 menjadi skala 1–4 sebelum melangkah ke tahap implementasi (implementation) dan evaluasi sumatif (evaluation).

Analisis Validitas dan Kelayakan Media serta Instrumen

Pengujian kelayakan teoretis produk dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif, koefisien Aiken's V, dan analisis psikometrik modern berbantuan Rasch Model. Rekapitulasi hasil uji kelayakan dari para pakar disajikan pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Kelayakan Instrumen

Jenis Instrumen	Nilai Rata-Rata	Skor Presentase	Kelayakan
Lembar Instrumen	3.49	87%	Sangat Layak
Modul Ajar	3.79	95%	Sangat Layak
Materi Pembelajaran	3.75	94%	Sangat Layak
Validasi Ahli	-	95%	Sangat Layak

Validasi ahli materi dengan persentase 94% membuktikan bahwa konten instruksional telah memenuhi aspek kesesuaian isi dengan Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka. Indikator kebenaran konsep dan kejelasan topik meraih skor maksimal 4,00, menegaskan keakuratan konsep keilmuan teknik pemesinan tanpa adanya miskonsepsi. Sementara itu, analisis penilaian dari ahli media menggunakan koefisien Aiken's V menghasilkan nilai total 0,926 (Sangat Valid). Mayoritas aspek teknis mendapatkan klasifikasi Sangat Valid dengan koefisien tertinggi 1,000, meliputi fungsionalitas fitur,

stabilitas sistem (bebas crash), ketepatan ejaan bahasa (EYD/PUEBI), dan estetika tampilan visual. Aspek kecepatan muat (loading speed) dan ukuran file (file size) memperoleh nilai terendah sebesar 0,778 dengan kategori Valid. Kondisi ini terjadi secara wajar karena proses rendering aset digital virtual 3D berkualitas tinggi membutuhkan ruang penyimpanan dan sumber daya komputasi perangkat yang cukup besar.

Evaluasi terhadap kualitas internal butir soal tes hasil belajar dianalisis secara objektif menggunakan program FACETS berbasis Rasch Model melalui peta Wright (Wright Map). Hasil peta Wright pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa Soal 7 memiliki nilai logit tertinggi yang berarti paling sulit dipenuhi kriteria validasinya oleh penilai, sedangkan Soal 2 dan Soal 3 memiliki nilai logit terendah yang menunjukkan kriteria tersebut paling mudah disepakati oleh validator. Dari sisi kriteria instrumen, perumusan pokok soal secara jelas dan tegas menjadi aspek yang paling sulit dipenuhi oleh pengembang. Meskipun demikian, laporan item fit statistics menunjukkan seluruh butir soal fit dengan model pengukuran Rasch karena parameter MNSQ dan ZSTD berada dalam batas ideal, sehingga instrumen dinyatakan valid secara internal dan layak digunakan sebagai alat ukur.

Karakteristik empiris dari butir soal hasil uji coba ditinjau berdasarkan parameter indeks Tingkat Kesukaran (TK) dan Daya Pembeda (DP) dirangkum dalam Tabel 4.2 berikut:

Tabel 2. Karakteristik Empiris Parameter Butir Tes

No.	Indeks Kesukaran (TK)	Kategori TK	Daya Pembeda (DP)	Kategori DP
1	1.00	Mudah	0.00	Kurang Baik
2	0.93	Mudah	-0.10	Kurang Baik
3	0.60	Sedang	0.70	Sangat Baik
4	0.50	Sedang	0.40	Sangat Baik
5	0.50	Sedang	0.70	Sangat Baik
6	0.37	Sedang	0.10	Kurang Baik
7	0.80	Sulit	0.10	Kurang Baik

Berdasarkan Tabel 4.2, sebaran parameter instrumen menunjukkan bahwa variasi tingkat kesukaran soal sudah proporsional karena berhasil mencakup ranah kemampuan berpikir dari tingkat rendah hingga tinggi. Secara empiris,

Soal 1 dan 2 masuk dalam kriteria mudah, sedangkan Soal 3 hingga 6 berada pada kategori sedang. Khusus untuk Soal 7, meskipun secara administratif tertulis sulit pada tabel bawaan, indeks nilai TK menunjukkan angka 0,80 yang berarti membutuhkan peninjauan ulang ke kategori mudah. Sementara itu, pengujian indeks Daya Pembeda (DP) menunjukkan bahwa Soal 3, 4, dan 5 memiliki performa diferensiasi Sangat Baik dalam membedakan kelompok siswa berkemampuan tinggi dan rendah. Sebaliknya, Soal 1, 6, 7, dan khususnya Soal 2 berkategori Kurang Baik. Kemunculan nilai negatif (-0,10) pada Soal 2 mengindikasikan kelompok siswa bawah justru menjawab lebih baik dibandingkan kelompok atas, sehingga memberikan rekomendasi kuat untuk merevisi kalimat stimulus pada butir-butir soal yang kurang optimal tersebut agar evaluasi hasil belajar menjadi lebih objektif.

Efektivitas dan Kepraktisan Media AR terhadap Hasil Belajar

Uji coba implementasi dilakukan pada kelompok terbatas sebanyak 10 siswa kelas XI TPM SMKN 13 Surabaya. Pengujian asumsi statistik parametrik melalui uji normalitas Shapiro-Wilk menghasilkan nilai signifikansi data pretest sebesar 0,261 dan data posttest sebesar 0,088 (Sig. > 0,05), yang membuktikan bahwa seluruh data berdistribusi normal. Uji homogenitas varians menggunakan Levene Statistic menghasilkan nilai signifikansi berdasarkan mean sebesar 0,007 (< 0,05), menandakan varians data tidak homogen. Namun, kondisi ini tidak menggugurkan prasyarat analisis karena uji hipotesis menggunakan Paired Sample t-Test pada kelompok sampel berpasangan yang sama, di mana parameter utama yang wajib dipenuhi hanyalah normalitas distribusi data.

Analisis efektivitas media terhadap peningkatan kompetensi kognitif menunjukkan dampak positif yang signifikan, di mana nilai rata-rata siswa melonjak dari 60,00 pada saat pretest menjadi 88,10 pada saat posttest. Hasil pengujian hipotesis melalui Paired Sample t-Test menghasilkan nilai statistik $t = -8,327$ dengan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$, membuktikan adanya perbedaan kemampuan hasil belajar yang nyata sebelum dan sesudah intervensi media AR. Tingkat efektivitas peningkatan skor aktual siswa ini diperkuat oleh perolehan rata-rata skor Normalized Gain (N-Gain) sebesar 0,6901 (69,01%), yang berada pada kualifikasi kategori Sedang dengan sebaran peningkatan data yang homogen karena nilai standar deviasinya sebesar 0,13411.

Dari aspek kepraktisan, data angket respon siswa menghasilkan skor rata-rata total sebesar 3,32 yang termasuk dalam kategori Sangat Baik. Nilai tersebut tersebar pada lima dimensi utama, meliputi aspek kualitas tampilan (3,40), penyajian materi (3,35), interaksi pemakai

(3,27), interaksi program (3,25), serta desain pembelajaran & komunikasi visual (3,30). Indikator respon tertinggi dicapai oleh pernyataan mengenai kontribusi augmentasi visual dalam mempermudah pemahaman konsep teknik dari berbagai sudut pandang pemodelan interaktif secara mandiri (skor 3,50), sedangkan kendala transisi alur materi meraih skor terendah (skor 3,10). Sinkronisasi data ini menjelaskan mengapa peningkatan indeks N-Gain tertahan di kategori sedang, sekaligus memberikan rekomendasi penting bagi pengembang untuk mengoptimalkan kompresi ukuran file, menyusun hierarki transisi konten secara lebih runtut, serta menyederhanakan kalimat stimulus evaluasi pada pengembangan berikutnya.

Simpulan

Pengembangan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) pada materi Alat Ukur menggunakan model ADDIE di SMKN 13 Surabaya dinyatakan sangat layak, valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Kelayakan teoretis produk ini dibuktikan oleh hasil validasi ahli materi yang mencapai persentase 94% serta validasi ahli media sebesar 95% dengan indeks validitas isi Aiken's V = 0,926 yang menunjukkan tingkat kevalidan yang sangat tinggi. Dari aspek kepraktisan, media ini memperoleh respon yang sangat positif dari siswa dengan perolehan rata-rata skor sebesar 3,32 (kategori Sangat Baik) karena mampu menghadirkan suasana belajar yang interaktif melalui visualisasi objek 3D dan fitur kamera AR. Selain itu, intervensi media AR ini terbukti efektif dalam mengeskalasi hasil belajar siswa secara signifikan berdasarkan uji paired sample t-test ($p = 0,000 < 0,05$), yang ditandai dengan lonjakan nilai rata-rata dari 60,00 (pretest) menjadi 88,10 (posttest) serta capaian skor Normalized Gain (N-Gain) sebesar 0,6901 (69,01%) yang masuk dalam kualifikasi kategori sedang.

Berdasarkan temuan penelitian tersebut, disarankan bagi guru dan pihak sekolah untuk memanfaatkan serta mengintegrasikan media pembelajaran berbasis AR ini sebagai alat pendukung digital dan sarana belajar mandiri siswa guna mewujudkan kegiatan belajar mengajar teknik pemesinan yang lebih inovatif. Sementara itu, bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengoptimalkan pengembangan media dengan memperbaiki kekurangan teknis pada susunan keruntutan materi dan penyederhanaan bahasa kuis, menambahkan fitur animasi interaktif atau simulator alat ukur virtual agar siswa dapat melakukan simulasi penggunaan alat secara mandiri, serta memperluas cakupan materi pada kompetensi teknik pemesinan lainnya guna menghasilkan media pembelajaran yang lebih variatif dan komprehensif.

Ucapan Terima Kasih (opsional)

Saya menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam dan penghormatan setinggi-tingginya kepada Bapak/Ibu Dosen Pembimbing atas segala bimbingan, arahan, kesabaran, serta ilmu yang sangat berharga yang telah diberikan selama proses penyusunan jurnal ini hingga dapat terselesaikan dengan baik. Rasa terima kasih dan apresiasi yang tulus juga saya haturkan kepada Bapak/Ibu Dosen Penguji yang telah memberikan kritik konstruktif, saran, serta koreksi ilmiah yang sangat mencerahkan demi menyempurnakan kualitas karya ilmiah mengenai pengembangan media pembelajaran berbasis Augmented Reality ini. Semoga segala dedikasi, waktu, dan kebaikan yang telah Bapak/Ibu berikan senantiasa menjadi amal jariyah, membawa berkah bagi kemajuan pendidikan teknik, serta mendapatkan balasan terbaik dari Tuhan Yang Maha Esa.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Azwar, S. (2012). *Reliabilitas dan Validitas*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences*. Routledge.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer Science & Business Media.
- Fitriani, N., & Rosadi, A. (2023). Analisis kepraktisan media pembelajaran berbasis Android menggunakan skala Likert di sekolah menengah kejuruan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik*, 7(2), 134–142.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Hidayat, M. T., & Arifin, Z. (2021). Hambatan dan peluang implementasi augmented reality sebagai media pembelajaran mandiri siswa SMK kompetensi keahlian teknik pemesinan. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 11(2), 178–189.
- Kurniawan, I., & Utami, R. P. (2024). Implementasi model Rasch (MFRM) dalam menilai objektivitas rater pada validasi media pembelajaran interaktif. *Jurnal Pengukuran Psikologi*, 12(1), 15–27.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321–1329.
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Misykat: Jurnal Ilmu-ilmu Al-Quran, Hadist, Syari'ah dan Tarbiyah*, 3(1), 171–187.
- Pratama, R. A., & Handayani, S. (2021). Pengembangan aplikasi augmented reality (AR) alat ukur mekanik presisi untuk siswa SMK. *Jurnal Vokasi Teknik*, 9(1), 44–52.
- Rahmawati, D., & Sunarto, S. (2022). Validasi isi instrumen penilaian hasil belajar teknik pemesinan menggunakan formula Aiken's V. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*, 13(2), 112–121.
- Rohman, F., & Fauzi, A. (2022). Analisis butir soal teoretis alat ukur jangka sorong dan mikrometer sekrup menggunakan pemodelan Rasch Winsteps. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknik*, 8(3), 241–250.
- Setiawan, B., & Nugroho, A. (2024). Penggunaan software Unity dan Vuforia SDK dalam pembuatan media pembelajaran marker-based AR jangka sorong. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 17(1), 56–65.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian & Pengembangan (Research and Development)*. Bandung: Alfabeta.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2014). *Aplikasi Model Rasch untuk Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*. Cimahi: Trim Komunikata.
- Supriyono, S. (2020). Pengaruh media pembelajaran berbasis augmented reality terhadap hasil belajar siswa SMK teknik mesin. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 10(2), 85–92.
- Wijaya, A. K., & Saputra, H. (2023). Keefektifan media pembelajaran berbasis virtual dan augmented reality pada materi dasar teknik pemesinan. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin*, 11(3), 210–218.
- Winsteps. (2020). *Many-Facet Rasch Measurement Software (FACETS) User Guide*. Beaverton: Winsteps.com.