

**PENGEMBANGAN PANDUAN PERAKITAN CNC *MILLING*
IKX-3 BERBASIS TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY***

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Dinar Kartika Widyastuti

219411005



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**PENGEMBANGAN PANDUAN PERAKITAN MESIN CNC *MILLING*
IKX-3 BERBASIS TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY***

Oleh:

Dinar Kartika Widyastuti

219411005

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 8 Agustus 2023

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Yogi Muldani H, SST., M.T., Ph.D., IPM.

NIP. 198611222009121004

Dr. Herman Budi Harja, ST., MT., IPM.

NIP. 197902022008101001

Disahkan,

Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,

Hartono Widjaja, SST., MT.

NIP. 196111201988031003

Risky Ayu F, S.Tr., MSc.

NIP. 199402052022032010

Mohammad Yazid D, Str., MT.

NIP. 199401032022031014

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dinar Kartika Widyastuti
NIM : 219411005
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengembangan Panduan Perakitan Mesin CNC
Milling IKX-3 Berbasis Teknologi Augmented Reality

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 30 – 07 – 2023
Yang Menyatakan,

(Dinar Kartika Widyastuti)
NIM 219411005

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dinar Kartika Widyastuti
NIM : 219411005
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengembangan Panduan Perakitan Mesin CNC
Milling IKX-3 Berbasis Teknologi Augmented Reality

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 30 – 07 – 2023
Yang Menyatakan,

(Dinar Kartika Widyastuti)
NIM 219411005

MOTO PRIBADI

“It is impossible to live without failing at something unless you live so cautiously that you might as well not have lived at all. In which case, you fail by default.”

JK Rowling

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembahyan yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Pengembangan Panduan Perakitan Mesin CNC *Milling* IKX-3 Berbasis Teknologi *Augmented Reality*”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B
2. Ketua Jurusan Teknik Manufaktur, Bapak Jata Budiman, SST.,MT
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Bapak Haris Setiawan, S.T., M.T.
4. Bapak Yogi Muldani Hendrawan, S.ST., M.T., Ph.D., IPM. selaku dosen pembimbing 1 yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi di setiap permasalahan yang dihadapi selama proses pengerjaan tugas akhir ini berlangsung.

5. Bapak Dr. Herman Budi Harja, ST., MT., IPM. selaku pembimbing 2 yang telah berkenan memberikan masukan dan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan.
6. Teristimewa kepada Orang Tua penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Untuk kakak dan adik saya yang telah mendukung saya selama perkuliahan yang saya jalani termasuk pada saat mengerjakan tugas akhir.
8. Buat teman-teman seperjuangan 4MED terimakasih banyak sudah membantu saya selama kurang lebih 4 tahun masa perkuliahan dan juga atas dukungan maupun semangat yang diberikan.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 30 Juli 2023

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan aplikasi perakitan mesin CNC *milling* berbasis teknologi *augmented reality* yang dapat membantu operator perakitan dalam melakukan proses perakitan mesin. Aplikasi ini menggunakan perangkat cerdas yang dilengkapi dengan teknologi AR, seperti kacamata AR atau *smartphone* dengan fitur AR. Metode pengembangan aplikasi ini mencakup pemodelan 3D mesin CNC *milling* dan komponen-komponennya menggunakan perangkat lunak desain dan pemodelan CAD terkini. Setelah pemodelan selesai, data tersebut dimasukkan ke dalam basis data aplikasi AR. Selama proses perakitan, operator menggunakan perangkat AR untuk mengakses data pemodelan 3D secara *real-time* dan melihat representasi digital dari mesin dan komponen-komponennya di dunia nyata. Informasi penting, seperti panduan perakitan dan urutan pemasangan komponen ditampilkan dalam bentuk holografis.

Dalam kesimpulannya, aplikasi perakitan mesin CNC *milling* berbasis teknologi *augmented reality* menawarkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam industri manufaktur. Dengan terus berkembangnya teknologi AR, diharapkan aplikasi semacam ini akan menjadi lebih dapat diandalkan dan mudah diakses oleh berbagai kalangan industri.

Kata kunci: Mesin CNC, Perakitan, *Augmented Reality*, Aplikasi Perakitan

ABSTRACT

This study aims to develop and implement an application for assembling CNC milling machines based on augmented reality technology that can assist assembly operators in carrying out the machine assembly process. This app uses a smart device equipped with AR technology, such as AR glasses or a smartphone with AR features. This application development method includes 3D modeling of CNC milling machines and their components using the latest CAD design and modeling software. After modeling is complete, the data is entered into the AR application database. During the assembly process, operators use AR tools to access real-time 3D modeling data and see a digital representation of the machine and its components in the real world. Important information, such as assembly guides and component installation sequences are displayed in holographic form.

In conclusion, the application of CNC milling machine assembly based on augmented reality technology offers great potential to increase efficiency and accuracy in the manufacturing industry. With the continuous development of AR technology, it is hoped that this kind of application will become more reliable and easily accessible by various industries.

Keywords: *CNC Machine, Assembly, Augmented Reality, Assembly Application*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR DIAGRAM	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah.....	I-4
I.3 Batasan Masalah	I-4
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-5
I.5 Sistematika Penulisan	I-5
II. BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Tinjauan Pustaka	II-1
II.1.1 Industri 4.0.....	II-1
II.1.2 Perakitan Mesin	II-2
II.1.3 Teknologi <i>Augmented Reality</i>	II-3
II.1.4 Instruksi Visual Sebagai Alat Bantu Perakitan	II-5
II.1.5 Perangkat Teknologi <i>Augmented Reality</i>	II-6
II.2 Tinjauan Alat.....	II-11
II.2.1 Perangkat <i>Augmented Reality</i>	II-11
II.2.2 Mesin CNC Milling IKX-3	II-13
II.3 Studi Penelitian Terdahulu	II-16
III. BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
III.1 Diagram Alir Metode Penelitian	III-1

III.1.1	Identifikasi Masalah	III-2
III.1.2	Pengumpulan Materi dan Referensi	III-2
III.1.3	Pengumpulan Data Komponen 3D CNC <i>Milling</i>	III-2
III.1.4	Konversi Model 3D dan Mengatur Tampilan dengan Blender...	III-4
III.1.5	Membuat Target dan <i>License AR</i> Di Vuforia	III-6
III.1.6	<i>Import Package</i> Vuforia dan <i>Input License AR</i>	III-7
III.1.7	Pemrograman <i>Augmented Reality</i> Menggunakan Unity 3D	III-8
III.1.8	Simulasi dengan <i>Smartphone</i> atau Rokid Air <i>AR Glasses</i>	III-16
III.2	Dasar Pemilihan <i>Software</i>	III-19
III.3	Desain Sistem.....	III-21
III.4	Perencanaan Uji Coba.....	III-24
IV.	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
IV.1	Antarmuka Aplikasi Perakitan Mesin CNC <i>Milling</i>	IV-1
IV.1.1	<i>Scene Main Menu</i>	IV-1
IV.1.2	<i>Scene</i> Pemilihan Sub Assembly	IV-1
IV.1.3	<i>Scene</i> Pengenalan Komponen Perakitan	IV-2
IV.1.4	<i>Scene Table</i>	IV-2
IV.1.5	<i>Scene Column</i>	IV-5
IV.1.6	<i>Scene Spindle</i>	IV-8
IV.1.7	<i>Scene Tool Changer</i>	IV-11
IV.2	Pengujian Aplikasi Perakitan Mesin CNC <i>Milling</i> Pada Responden.	IV-15
IV.3	Hasil Pengujian Efisiensi Waktu	IV-19
V.	BAB V PENUTUP.....	V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran	V-1
	DAFTAR PUSTAKA.....	xvi
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Perakitan Mobil BMW Menggunakan Teknologi AR	I-1
Gambar I. 2 Data Penggunaan Metode <i>Augmented Reality</i>	I-2
Gambar I. 3 Aplikasi Penggunaan Teknologi <i>Augmented Reality</i>	I-3
Gambar I. 4 <i>Roadmap Virtual Laboratory for CNC Assembling</i>	I-3
Gambar II. 1 Revolusi Industri	II-1
Gambar II. 2 Karakteristik Industri 4.0	II-2
Gambar II. 3 <i>Marker Based Tracking Augmented Reality</i>	II-4
Gambar II. 4 <i>Markerless Augmented Reality</i>	II-5
Gambar II. 5 Pemasangan Baut dengan Instruksi Visual	II-5
Gambar II. 6 Struktur <i>Augmented Reality Glasses</i>	II-6
Gambar II. 7 Tampilan Solidworks	II-7
Gambar II. 8 <i>Software Blender</i>	II-8
Gambar II. 9 Tampilan <i>Software Blender</i>	II-8
Gambar II. 10 Unity Hub	II-9
Gambar II. 11 <i>Software Unity</i>	II-9
Gambar II. 12 Vuforia SDK	II-10
Gambar II. 13 Logo Microsoft Visual Studio	II-10
Gambar II. 14 Rokid Air <i>AR Glasses</i>	II-12
Gambar II. 15 Struktur Mesin <i>CNC Milling</i>	II-13
Gambar II. 16 <i>Sub Assembly Table</i>	II-14
Gambar II. 17 <i>Sub Assembly Column</i>	II-15
Gambar II. 18 <i>Sub Assembly Spindle</i>	II-15
Gambar II. 19 <i>Sub Assembly Tool Changer</i>	II-16
Gambar III. 1 Proses Konversi Model 3D Menjadi .STL	III-4
Gambar III. 2 Proses <i>Shading</i> Komponen	III-5
Gambar III. 3 Pembuatan Animasi Perakitan Komponen	III-5
Gambar III. 4 <i>Export File</i>	III-5
Gambar III. 5 <i>License AR Vuforia</i>	III-6
Gambar III. 6 <i>Database Marker AR</i>	III-6
Gambar III. 7 Proses <i>Import Package Vuforia</i>	III-7
Gambar III. 8 Vuforia Engine Aktif	III-7

Gambar III. 9 <i>License Key</i> Untuk Program AR	III-8
Gambar III. 10 Versi Editor Unity 3D.....	III-9
Gambar III. 11 Pembuatan Menu Utama Aplikasi	III-10
Gambar III. 12 Menu Pemilihan <i>Sub Assembly</i>	III-11
Gambar III. 13 Tampilan <i>Scene</i> Perakitan	III-11
Gambar III. 14 Tampilan <i>Scene</i> Terakhir <i>Sub Assembly</i>	III-12
Gambar III. 15 Program Perpindahan <i>Scene</i>	III-12
Gambar III. 16 Program <i>Exit</i> Aplikasi	III-12
Gambar III. 17 Tampilan <i>Inspector</i> Tombol	III-13
Gambar III. 18 Menu <i>On Click</i> pada Tombol	III-13
Gambar III. 19 Program Tombol Info Untuk <i>Description Panel</i>	III-14
Gambar III. 20 Pengaturan Avatar di Unity	III-15
Gambar III. 21 Pengaturan Animasi di Unity	III-15
Gambar III. 22 Menu <i>Image Target</i>	III-16
Gambar III. 23 <i>Animator Controller</i>	III-16
Gambar III. 24 Proses Pembuatan Program AR.....	III-16
Gambar III. 25 Simulasi di Unity.....	III-17
Gambar IV. 1 <i>Scene Main Menu</i>	IV-1
Gambar IV. 2 <i>Scene</i> Pemilihan <i>Sub Assembly</i>	IV-1
Gambar IV. 3 <i>Scene</i> Pengenalan Komponen Perakitan	IV-2
Gambar IV. 4 Pengujian Fungsi Aplikasi	IV-16
Gambar IV. 5 Proses Perakitan dengan Bantuan Aplikasi Perakitan	IV-16

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Spesifikasi Rokid Air AR <i>Glasses</i>	II-12
Tabel II. 2 Studi Penelitian Terdahulu.....	II-16
Tabel III. 1 Komponen Mesin CNC Milling IKX-3	III-3
Tabel III. 2 Fitur pada Unity 3D.....	III-9
Tabel III. 3 Tahapan <i>Export</i> Program.....	III-17
Tabel III. 4 Pemilihan <i>Software</i> Pengolahan Model 3D.....	III-19
Tabel III. 5 Pemilihan <i>Software</i> Pembuatan Program AR.....	III-20
Tabel IV. 1 SOP Perakitan <i>Sub Assembly Table</i>	IV-2
Tabel IV. 2 SOP Perakitan <i>Sub Assembly Column</i>	IV-5
Tabel IV. 3 SOP Perakitan <i>Sub Assembly Spindle</i>	IV-8
Tabel IV. 4 SOP Perakitan <i>Sub Assembly Tool Changer</i>	IV-12
Tabel IV. 5 Persentase Jawaban Faktor Pembaruan	IV-16
Tabel IV. 6 Persentase Jawaban Faktor Penunjang Perakitan	IV-17
Tabel IV. 7 Persentase Jawaban Faktor Kelayakan	IV-17
Tabel IV. 8 Persentase Jawaban Faktor Kemudahan Penggunaan	IV-17
Tabel IV. 9 Persentase Jawaban Faktor Efektivitas.....	IV-18
Tabel IV. 10 Data Pengujian Efisiensi Waktu	IV-19

DAFTAR DIAGRAM

Diagram III. 1 Diagram Alir Pembuatan Aplikasi Perakitan	III-1
Diagram III. 2 Desain Sistem.....	III-21
Diagram IV. 1 Diagram Hasil Pengujian Aplikasi	IV-18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pertanyaan Kuisisioner Pengujian
Lampiran 2	Jawaban Kuisisioner Pengujian
Lampiran 3	Hasil Kuisisioner Pengujian Aplikasi Perakitan Mesin CNC dengan Teknologi AR
Lampiran 4	Hasil Kuisisioner Pengujian dengan Skala Likert
Lampiran 5	Perhitungan Nilai Korelasi Menggunakan Minitab
Lampiran 6	Uji Validitas
Lampiran 7	<i>Guidelines</i> Pemakaian Aplikasi

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Revolusi industri keempat atau industri 4.0 merupakan industri yang menantang perubahan arus bisnis industri dari pasar penjual menjadi pasar pembeli. Hal ini menandakan bahwa produk dan proses harus sesuai dengan kebutuhan pelanggan yang didistribusikan dalam waktu singkat untuk memenuhi biaya yang sama seperti produksi massal [1]. Untuk mencapai hasil yang diharapkan, industri berinvestasi dalam teknologi baru yang dapat meningkatkan fleksibilitas manufaktur dan mengurangi prosedur pengambilan keputusan. Salah satu teknologi terdepan dalam konteks ini adalah *Augmented Reality* (AR), yang dapat diterapkan di berbagai bidang, seperti kedokteran, pendidikan, arsitektur, pemasaran, pemeliharaan dan proses perakitan [2]. Dalam operasi industri, AR ditampilkan sebagai alat yang kuat untuk meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi proses.



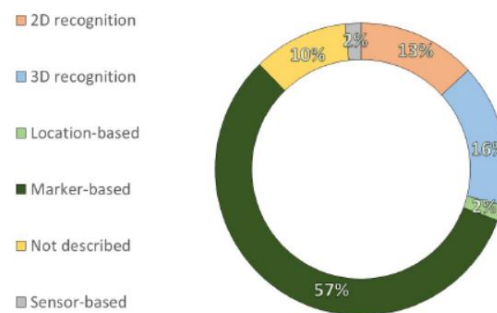
Gambar I. 1 Perakitan Mobil BMW Menggunakan Teknologi AR
(<https://www.press.bmwgroup.com>)

Augmented Reality (AR) merupakan variasi dari *Virtual Reality* (VR), dimana virtual objek ditumpangkan pada lingkungan nyata [3], yang harus memenuhi tiga persyaratan, yaitu dapat menggabungkan benda maya dan nyata dalam lingkungan nyata, berjalan secara interaktif dan secara *real time* melakukan registrasi objek nyata dan virtual dengan satu sama lain. Registrasi pada AR adalah kemampuan untuk mengubah gerakan dari proses *tracking* menjadi sistem koordinat pada aplikasi *rendering*. Dengan kata lain, AR harus

dapat meregistrasi atau mengoreksi penyelarasan dunia maya dengan dunia nyata [4]. Di satu sisi, teknologi VR menciptakan lingkungan virtual disajikan kepada indra kita sedemikian rupa sehingga kita mengalaminya seolah-olah kita benar-benar ada. Sebaliknya AR mengacu pada penggabungan objek virtual ke dalam bentuk nyata tiga dimensi.

Untuk memastikan penggabungan objek nyata dan virtual yang konsisten, sistem AR harus memperkirakan secara *real time* posisi objek virtual dan orientasi. Salah satu metode yang paling umum untuk melakukannya adalah menggunakan *marker* pada *scene* sebenarnya. *Marker* ini akan diidentifikasi oleh kamera dan dibandingkan dengan pola yang telah ditentukan sebelumnya.

Pada penerapan teknologi AR terdapat beberapa pertimbangan metode pelacakan yang digunakan, yaitu pengenalan 2D (dimana fitur lingkungan dua dimensi digunakan untuk identifikasi), pengenalan 3D (dimana fitur lingkungan tiga dimensi digunakan untuk identifikasi), berbasis lokasi, berbasis *marker* atau penanda. Berdasarkan riset penelitian pada jurnal berjudul “*A Survey of Industrial Augmented Reality*” yang diterbitkan pada tahun 2019, didapatkan data bahwa metode yang paling sering digunakan adalah *marker based tracking* dimana *marker* atau penanda objek dua dimensi yang memiliki suatu pola yang akan dibaca oleh kamera. Biasanya *marker* ini berupa ilustrasi hitam putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih [5].



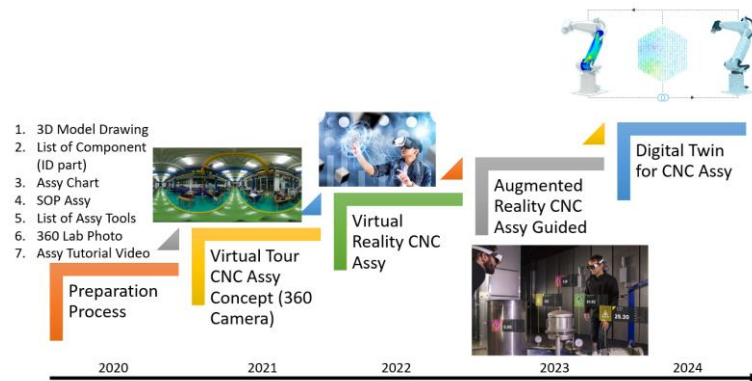
Gambar I. 2 Data Penggunaan Metode *Augmented Reality* [5]

Penerapan pengembangan teknologi AR dikelompokkan menjadi 10 kategori, yaitu perakitan manual, pemrograman dan operasi robot, pemeliharaan, pemantauan proses, pelatihan, simulasi proses, inspeksi kualitas, logistik, ergonomi pengaturan operasional dan keselamatan. Kombinasi yang paling sering digunakan adalah logistik dengan perakitan manual atau operasional *setup* [6].



Gambar I. 3 Aplikasi Penggunaan Teknologi *Augmented Reality* [5]

Data pada jurnal berjudul “*A Survey of Industrial Augmented Reality*” yang diterbitkan pada tahun 2019 menunjukkan bahwa perakitan manual menempati posisi tertinggi dalam penerapan teknologi *augmented reality*. Aplikasi AR pada perakitan manual digunakan untuk memberikan instruksi kerja pada operator perakitan tentang cara menjalankan aktivitas perakitan.



Gambar I. 4 Roadmap *Virtual Laboratory for CNC Assembling*

Politeknik Manufaktur Bandung merupakan perguruan tinggi berbasis industri. Dimana proses pengajarannya juga berdasarkan kebutuhan industri. Sehingga kemajuan teknologi yang sudah diterapkan di industri juga dapat diterapkan di Polman. Perkembangan penerapan teknologi di Polman sendiri dapat terlihat pada *roadmap virtual laboratory for CNC assembling*. Terlihat bahwa pada tahap pertama dalam pengembangan laboratorium virtual dilakukan proses persiapan dengan membuat gambar model 3D dari komponen mesin CNC, membuat daftar komponen CNC, diagram perakitan, daftar urutan perakitan,

daftar alat yang digunakan untuk perakitan, foto laboratorium yang diambil secara menyeluruh, dan video tutorial perakitan mesin CNC. Lalu tahap selanjutnya dilakukan pada tahun 2021, yaitu membuat *virtual tour* 360 pada laboratorium perakitan mesin CNC. Tahap ketiga dilakukan pada tahun 2022 dengan membuat aplikasi perakitan mesin CNC berbasis teknologi *virtual reality*. Tahap keempat dilakukan pada tahun 2023, dimana tujuannya adalah membuat aplikasi perakitan mesin CNC berbasis teknologi *augmented reality*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk membuat aplikasi perakitan mesin CNC menggunakan teknologi *augmented reality* dimana kategori pengguna yang dapat memakai aplikasi perakitan ini merupakan mahasiswa Politeknik Manufaktur Bandung dengan pengetahuan minimum mengenai proses manufaktur.

I.2 Rumusan Masalah

Setelah mengkaji latar belakang penelitian, maka timbul beberapa permasalahan yang perlu diidentifikasi. Sehingga perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan aplikasi panduan perakitan untuk perakitan mesin CNC *milling* IKX-3 menggunakan teknologi *Augmented Reality*?
2. Bagaimana cara operator dapat merakit mesin CNC *milling* IKX-3 secara langsung tanpa harus melihat tutorial atau membaca instruksi sebelumnya?
3. Bagaimana efektivitas perakitan menggunakan aplikasi panduan perakitan dengan teknologi *Augmented Reality*?

I.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah yang menjadi fokus penulis dalam melakukan penelitian. Berikut beberapa batasan masalah yang disajikan:

1. Membahas mengenai pembuatan panduan perakitan berbasis teknologi *Augmented Reality*.

2. Membahas mengenai langkah-langkah pembuatan panduan perakitan berbasis teknologi *Augmented Reality*.
3. Membahas perakitan mesin CNC IKX-3 meliputi sub bagian *table*, *column*, *spindle*, dan *tool changer*.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan media pembelajaran perakitan mesin CNC adalah Unity 3D, Blender, Microsoft Visual Studio.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pembaharuan teknologi dari panduan perakitan mesin CNC *milling* IKX-3 berbasis *virtual reality* menjadi *augmented reality*.
2. Menganalisis efektivitas penggunaan teknologi *Augmented Reality* sebagai panduan perakitan mesin CNC *milling* IKX-3.

Berikut beberapa manfaat dari penelitian ini:

1. Meningkatkan efektivitas perakitan mesin CNC.
2. Memudahkan operator dalam melakukan perakitan mesin CNC.
3. Penerapan Industri 4.0 pada perakitan di berbagai industri.

I.5 Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini terbagi atas lima bagian dan beberapa sub bagian, diantaranya sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN, Pada bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI, Pada bab ini berisi teori-teori pendukung penelitian yang ditinjau dari beberapa pustaka terkait.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN, Pada bab ini akan menjelaskan tentang proses pengerjaan karya tulis yang berisi metodologi penelitian, diagram alir proses, serta langkah-langkah penelitian yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, Pada bab ini berisi seluruh data yang diperoleh dari hasil penelitian, mulai dari persiapan, pelaksanaan, dan pengujian media pembelajaran.

BAB V PENUTUP, Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan beberapa saran untuk memperbaiki penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA, Bagian ini berisi rujukan pustaka yang digunakan pada saat penelitian dan penulisan.

LAMPIRAN, Bagian ini berisi data-data hasil penelitian dan foto-foto terkait penelitian.