



**PENGEMBANGAN MEDIA PENUNJANG
PENGENALAN ROBOTIC ARM INDUSTRI
BERBASIS MIXED REALITY (MR)
(STUDI KASUS POLITEKNIK ASTRA)**

**PERANCANGAN UI/UX KONTEN PEMBELAJARAN
ROBOTIC ARM INDUSTRI BERBASIS MIXED
REALITY (MR)**

SKRIPSI

SAFIRA ZAHARA JASMINE 2207431003

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DIGITAL
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA & KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



**PENGEMBANGAN MEDIA PENUNJANG
PENGENALAN ROBOTIC ARM INDUSTRI
BERBASIS MIXED REALITY (MR)
(STUDI KASUS POLITEKNIK ASTRA)**

**PERANCANGAN UI/UX KONTEN PEMBELAJARAN
ROBOTIC ARM INDUSTRI BERBASIS MIXED
REALITY (MR)**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan untuk
Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

Safira Zahara Jasmine

2207431003

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DIGITAL
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA & KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Safira Zahara Jasmine

NIM : 2207431003

Jurusan/Program Studi : T. Informatika dan Komputer / T. Multimedia Digital

Judul Skripsi : Perancangan UI/UX Konten Pembelajaran Robotic
Arm Industri Berbasis Mixed Reality (MR)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 8 Juni 2026

Yang membuat pernyataan

Safira Zahara Jasmine

NIM 2207431003

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh

Nama : Safira Zahara Jasmine

NIM : 2207431003

Program Studi : Teknik Multimedia Digital

Judul Skripsi : Perancangan UI/UX Konten Pembelajaran Robotic Arm Industri
Berbasis Mixed Reality (MR)

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Kamis, Tanggal 18,
Bulan Juli Tahun 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan oleh

Pembimbing I : Ade Rahma Yuly, S.Kom, M.Ds

Penguji I : Noorlela Marcheta, S.Kom., M.Kom

Penguji II : Hata Maulana, S.Si., M.T.I.

Penguji III : Sinantya Feranti Anindya, S.T., M.T

Mengetahui:

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua



Dr. Anita Hidayati, S.Kom, M.Kom

NIP. 197908032003122003

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal skripsi yang berjudul **“Perancangan UI/UX Konten Pembelajaran Robotic Arm Industri Berbasis Mixed Reality (MR)”** sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada program studi yang ditempuh.

Penyusunan proposal skripsi ini tidak terlepas dari berbagai kendala dan tantangan, baik dalam proses perancangan media pembelajaran, pengumpulan data, maupun penyusunan laporan. Namun, berkat dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, proposal ini dapat diselesaikan dengan baik.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan kesehatan yang diberikan.
2. Dosen pembimbing, Ibu Ade Rahma Yuly, S.Kom, M.Ds, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan proposal.
3. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
4. Responden penelitian yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan informasi yang sangat membantu dalam proses pengumpulan data.
5. Keluarga dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungan moral dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun diharapkan untuk penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang. Semoga proposal ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang media pembelajaran berbasis *Mixed Reality* dan pendidikan vokasi.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumuk dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Safira Zahara Jasmine
NIM : 2207431003
Jurusan/Program Studi : T. Informatika dan Komputer / T. Multimedia Digital

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pengembangan Media Penunjang Pengenalan Robotic Arm Industry Berbasis Mixed Reality (MR)

dengan subjudul:

Perancangan UI/UX Konten Pembelajaran Robotic Arm Industri Berbasis Mixed Reality (MR)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 8 Juni 2026
Yang membuat pernyataan

Safira Zahara Jasmine
NIM 2207431003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Perancangan UI/UX Konten Pembelajaran Robotic Arm Industri Berbasis Mixed Reality (MR)

Abstrak

Pembelajaran *robotic arm* industri pada pendidikan vokasi masih menghadapi kendala dalam memahami konsep kinematika, sistem koordinat, ruang gerak, dan logika pergerakan robot yang bersifat abstrak. Keterbatasan visualisasi pada media pembelajaran konvensional berpotensi meningkatkan *extraneous cognitive load* dan menghambat pemahaman konseptual mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan pengguna, merancang UI/UX dan alur konten pembelajaran *robotic arm* industri berbasis Mixed Reality (MR), serta mengevaluasi tingkat *usability* dan pengalaman pengguna terhadap media yang dikembangkan. Penelitian menggunakan metode ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Analisis kebutuhan dilakukan melalui kuesioner terhadap 33 mahasiswa dan alumni Program Studi Mekatronika Politeknik Astra serta wawancara dengan instruktur robotika industri. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan interaksi dan visualisasi interaktif menjadi kebutuhan utama pengguna. Berdasarkan temuan tersebut, dirancang dua modul pembelajaran yang mencakup kinematika, ruang gerak, operasi robot, dan logika gerakan. Hasil perancangan diwujudkan dalam bentuk storyboard, *wireframe*, desain antarmuka *high-fidelity*, dan prototipe aplikasi MR RoboMRLab berbasis Meta Quest 3. Evaluasi terhadap 18 responden menghasilkan skor SUS sebesar 71,25 (*Good, Grade B, Acceptable*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan dinilai usable, interaktif, dan relevan untuk mendukung pembelajaran *robotic arm* industri pada pendidikan vokasi.

Kata kunci: Mixed Reality, UI/UX, Robotic Arm Industri, Pendidikan Vokasi, Meta Quest 3



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
<i>Abstrak</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>Robotic Arm</i> Industri	7
2.1.1. Struktur dan Komponen Utama	7
2.1.2. Ruang Kerja Robot (<i>Workspace</i>).....	8
2.1.3. Kondisi Singularitas (<i>Singularity</i>)	9
2.1.4. Sistem Koordinat Robot (<i>Coordinate Frames</i>).....	10
2.2 Mixed Reality	10
2.2 Cognitive Load Theory	11
2.3 <i>Scaffolding</i> dan Alur Pembelajaran Bertahap	12
2.4 UI/UX pada Lingkungan Media Pembelajaran Berbasis MR.....	13
2.5 Tools dan Framework.....	15
2.5.1. Meta Quest	15
2.5.2. Figma	15
2.5.3. Blender	16
2.5.4. Unity Engine	16
2.5.5. GitHub.....	17
2.5.6. Model ADDIE	17
2.5.7. System Usability Scale.....	17
2.6 Penelitian Terdahulu.....	18
BAB III	21
METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Rancangan Penelitian.....	21
3.3 Analisis Data Kuesioner Likert.....	21
3.2 Analisis <i>System Usability Scale</i> (SUS)	22
3.3 Tahapan Penelitian	23
3.4 Objek Penelitian	27
BAB IV	29
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Analisis Kebutuhan	29

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.1.1	Profil Responden Mahasiswa	30
4.1.2	Kesulitan Konseptual (<i>Conceptual Difficulty</i>)	31
4.1.3	Permasalahan Visualisasi (<i>Visualization Issue</i>)	32
4.1.4	Keterbatasan Media (<i>Learning Media Limitation</i>)	33
4.1.5	Kebutuhan Interaksi (<i>Interaction Need</i>)	34
4.1.6	Analisis Kualitatif Mahasiswa	36
4.1.7	Sintesis Prioritas Fitur	41
4.1.8	Validasi Akademik Melalui Analisis Wawancara Instruktur	42
4.1.9	Sintesis Kebutuhan Final	47
4.2	Desain Modul Aplikasi	50
4.2.1	Struktur Modul dan Pemetaan Fitur	50
4.2.2	Perancangan Alur Navigasi	55
4.2.3	Storyboard	57
4.2.4	<i>Wireframe</i>	59
4.2.5	List Kebutuhan Aset	62
4.3	Pengembangan Aplikasi Multimedia	63
4.3.1.	Pengembangan Aset 3D	63
4.3.2.	Pengembangan UI High-fidelity	65
4.3.3.	Prototyping	81
4.4	Implementasi Aplikasi Multimedia	85
4.4.1	Verifikasi Kesesuaian Desain	86
4.4.2	Deskripsi Pengujian	88
4.4.3	Prosedur Pengujian	88
4.4.4	Data Hasil Pengujian	90
4.5	Evaluasi	97
4.5.1.	Analisis Data Hasil Pengujian	97
4.5.2.	Analisis Kuesioner Skala Likert	98
4.5.3.	Analisis Pertanyaan Terbuka	98
4.5.4.	Analisis Hasil Observasi dan Wawancara	99
4.5.5.	Ringkasan Hasil Analisis	99
BAB V		101
PENUTUP		101
5.1.	Simpulan	101
5.2.	Saran	102
DAFTAR PUSTAKA		103
LAMPIRAN		106



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Reality-Virtuality Continuum (Skarbez et al., 2021)	11
Gambar 2. 2 Cognitive Load Theory	12
Gambar 2. 3 Diagram Model ADDIE	17
Gambar 3. 1 Interpretasi Skor SUS (Sumber: Johnston et al., 2024)	23
Gambar 3. 2 Alur Metodologi Penelitian	24
Gambar 4. 1 Alur Analisis & Perancangan	50
Gambar 4. 2 Diagram Alur Navigasi Lengkap Aplikasi MR	56
Gambar 4. 3 Gambar 3D Model Robot ABB GoFA CRB 15000 yang sudah dimodifikasi	64
Gambar 4. 4 Hasil Modifikasi End-tool tSchunk.....	65
Gambar 4. 5 Model 3D meja workspace laboratorium robot	65
Gambar 4. 6 Splash Screen RoboMRLab	66
Gambar 4. 7 Onboarding Screen.....	67
Gambar 4. 8 Detail Onboarding Screen Cards.....	67
Gambar 4. 9 Tampilan Menu Utama RoboMRLab.....	68
Gambar 4. 10 Layar Pemilihan Modul Pembelajaran.....	69
Gambar 4. 11 Card Modul 1 dalam keadaan hover.....	70
Gambar 4. 12 Komponen UI Dialogue Modul.....	71
Gambar 4. 13 Contoh Implementasi Dialogue di lingkungan MR	72
Gambar 4. 14 Fitur eksplorasi Pergerakan Joint di Lingkungan MR	72
Gambar 4. 15 Visualisasi Sistem Koordinate di Lingkungan MR	74
Gambar 4. 16 Fitur Workspace dan Jangkauan di Lingkungan MR	74
Gambar 4. 17 Fitur Edut Waypoint di Lingkungan MR	75
Gambar 4. 18 Simulasi Singularity di Lingkungan MR	76
Gambar 4. 19 Fitur Logika Berbasis Tugas di Lingkungan MR.....	77
Gambar 4. 20 Fitur Logika berbasis Tugas pada Wizard di Lingkungan MR	78
Gambar 4. 21 Implementasi Panel Home pada Pendant di lingkungan MR.....	78
Gambar 4. 22 Implementasi Panel Touch jog 6 Axis di lingkungan MR.....	79
Gambar 4. 23 Implementasi Panel Touch jog Linear di lingkungan MR	79
Gambar 4. 24 Implementasi Panel Wizard pada Pendant	80
Gambar 4. 25 Mode Eksplorasi Mandiri di Lingkungan MR	81
Gambar 4. 26 Prototype Onboarding Flow	82
Gambar 4. 27 Prototype Flow Menu Utama	83
Gambar 4. 28 Prototype Flow Modul	83
Gambar 4. 29 Prototype Flow Menyelesaikan Modul	84
Gambar 4. 30 Gambaran Besar Prototype.....	85
Gambar 4. 31 Perbandingan List Modul di Unity dengan di Figma.....	86
Gambar 4. 32 Perbandingan Tombol Navigasi Card Modul di MR dan di Figma	87
Gambar 4. 33 Perbandingan Keberadaan Judul Modul di Figma dan pada MR..	87

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	18
Tabel 3. 1 Kriteria Penilaian Skala Likert.....	22
Tabel 3. 2 Pengodean Tematik	25
Tabel 3. 3 Pernyataan Kuesioner SUS	26
Tabel 3. 4 Pernyataan Kuesioner Persepsi Pengguna.....	26
Tabel 4. 1 Pertanyaan Kuesioner Kebutuhan Pengguna	29
Tabel 4. 2 Tabel Profil Responden	30
Tabel 4. 3 Pernyataan Kategori CD.....	31
Tabel 4. 4 Pernyataan Kategori VI.....	32
Tabel 4. 5 Pernyataan Kategori LM	33
Tabel 4. 6 Pernyataan Kategori IN.....	34
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Nilai Rata-rata Tiap Indikator	35
Tabel 4. 8 Frekuensi Indikator permasalahan pada Q17	36
Tabel 4. 9 Subtema Kesulitan pada Q17 beserta Responden.....	36
Tabel 4. 10 Frekuensi Indikator permasalahan pada Q18	38
Tabel 4. 11 Subtema Fitur yang Diharapkan pada Q18 beserta Responden	38
Tabel 4. 12 Pemetaan Subtema Q17 terhadap Q18 dan Implikasi Desain.....	39
Tabel 4. 13 Sintesis dan Prioritas Fitur Media Pembelajaran	42
Tabel 4. 14 Sintesis Validasi Akademik	47
Tabel 4. 15 Tabel Keputusan Prioritisasi Fitur	48
Tabel 4. 16 Pemetaan Fitur ke Struktur Modul	51
Tabel 4. 17 Storyboard Utama	57
Tabel 4. 18 Wireframe Low Fidelity	59
Tabel 4. 19 Tabel Kebutuhan Aset	62
Tabel 4. 20 Pernyataan Kuesioner Persepsi Pengguna.....	89
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Jawaban Responden terhadap Pertanyaan SUS	90
Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan skor SUS setiap Responden.....	91
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Nilai Rata-rata (mean) Tiap Pernyataan	92
Tabel 4. 24 Rangkuman Pertanyaan Terbuka Q23	92
Tabel 4. 25 Rangkuman Pertanyaan Terbuka Q24.....	93
Tabel 4. 26 Rangkuman Pertanyaan Terbuka Q25.....	94

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Lanskap manufaktur global terus berkembang menuju Industri 4.0 dan 5.0 yang ditandai dengan integrasi robotika, kecerdasan buatan, dan Internet of Things (IoT) dalam proses produksi (Hananto et al., 2024; Suryodiningrat et al., 2024a; Tarng et al., 2024). Perkembangan tersebut meningkatkan kebutuhan terhadap tenaga kerja yang memiliki kompetensi di bidang otomasi dan robotika industri. Oleh karena itu, institusi pendidikan vokasi dituntut untuk menghasilkan lulusan siap kerja melalui pembelajaran yang mampu mengembangkan pemahaman konseptual sekaligus keterampilan praktis yang relevan dengan kebutuhan industri (Kumar Karanam and Hartman, 2025; Suryodiningrat et al., 2024b).

Meskipun penting, pembelajaran *robotic arm* industri masih menghadapi berbagai kendala konseptual dan praktis. Pada tahap awal pembelajaran, mahasiswa perlu memahami hubungan antara pergerakan *joint* dan posisi *end-effector*, sistem koordinat robot, batas area kerja (*workspace*), serta logika pergerakan robot sebelum mampu melakukan operasi yang lebih kompleks. Namun, konsep-konsep tersebut sering kali sulit dipahami jika hanya melalui penjelasan teoritis atau media pembelajaran konvensional (Suryodiningrat et al., 2024b). Konsep-konsep tersebut bersifat spasial, dinamis, dan melibatkan hubungan antarobjek dalam ruang tiga dimensi sehingga sulit direpresentasikan hanya melalui teks, gambar dua dimensi, maupun demonstrasi singkat di laboratorium. Kondisi ini sejalan dengan *Cognitive Load Theory* yang menjelaskan bahwa penyajian informasi yang kurang sesuai dapat meningkatkan *extraneous cognitive load* sehingga menghambat pembentukan pemahaman konseptual (Tarng et al., 2024).

Menurut narasumber, ketidakpahaman terhadap konsep-konsep dasar tersebut akan menyulitkan mahasiswa dalam memahami materi lanjutan, seperti *trajectory*, *waypoint*, dan *singularity*. Kondisi tersebut berpotensi mengurangi efektivitas praktikum karena mahasiswa belum memiliki model mental yang memadai mengenai perilaku robot. Selain menghambat pencapaian kompetensi lanjutan,



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

kurangnya pemahaman mengenai arah gerak, orientasi robot, dan batas area kerja juga dapat menyebabkan mahasiswa kesulitan mengenali kondisi *singularity*, yaitu konfigurasi robot yang menyebabkan gerakan tidak stabil atau kehilangan sebagian derajat kebebasan sehingga berpotensi membahayakan operator (Baize, 2024).

Hasil studi pendahuluan yang melibatkan 33 mahasiswa dan alumni Program Studi Mekatronika Politeknik Astra menunjukkan bahwa sekitar 85% responden mengalami kesulitan memahami konsep *robotic arm* melalui media pembelajaran yang digunakan saat ini. Analisis kualitatif menunjukkan bahwa kesulitan visualisasi merupakan permasalahan yang paling dominan, khususnya dalam memahami arah gerak *joint*, ruang kerja robot, dan hubungan antar sistem koordinat. Temuan tersebut menunjukkan bahwa permasalahan utama bukan terletak pada kurangnya materi, melainkan pada keterbatasan media dalam membantu mahasiswa membangun representasi visual terhadap konsep-konsep *robotic arm*. Hasil ini diperkuat melalui wawancara dengan instruktur mata kuliah Robotika yang menyampaikan bahwa mahasiswa memerlukan pemahaman konseptual yang baik sebelum berinteraksi langsung dengan robot ABB GoFa CRB 15000 yang digunakan pada praktikum dan sertifikasi internasional. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu membantu mahasiswa membangun pemahaman konseptual secara bertahap melalui visualisasi dan interaksi yang lebih intuitif.

Salah satu teknologi yang berpotensi mengatasi permasalahan tersebut adalah *Mixed Reality* (MR), yaitu teknologi yang menggabungkan objek virtual dengan lingkungan nyata sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan keduanya secara bersamaan (Skarbez et al., 2021). Dalam konteks pendidikan robotika, MR memungkinkan visualisasi struktur robot, pergerakan *joint*, lintasan gerak, serta sistem koordinat dalam bentuk tiga dimensi yang lebih mudah diamati dan dieksplorasi dibandingkan media konvensional (Tarng et al., 2024; Tennakoon et al., 2024). Temuan ini didukung oleh hasil studi pendahuluan, di mana indikator *Interaction Need* memperoleh nilai rata-rata yang tinggi sebesar 85,05%, sementara kemampuan untuk memanipulasi objek virtual secara langsung memperoleh skor tertinggi sebesar 87,27%.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Namun, efektivitas pembelajaran berbasis MR tidak hanya ditentukan oleh teknologi yang digunakan, tetapi juga oleh kualitas desain pengalaman pengguna dan struktur penyampaian materi pembelajaran. Desain antarmuka yang kurang intuitif maupun alur pembelajaran yang tidak terstruktur berpotensi mengurangi efektivitas media pembelajaran yang dikembangkan (Prudente et al., 2025; Tarng et al., 2024). Di sisi lain, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada aspek teknis sistem MR dan robotika, sementara kajian mengenai perancangan UI/UX dan alur interaksi konten pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan mahasiswa vokasi masih relatif terbatas (Chen, 2023; Tu et al., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancangan UI/UX dan alur konten pembelajaran *robotic arm* industri berbasis Mixed Reality menggunakan Meta Quest 3. Perancangan dilakukan berdasarkan analisis kebutuhan mahasiswa dan validasi instruktur dengan tujuan menghasilkan media pembelajaran yang lebih intuitif, interaktif, dan mendukung pemahaman konsep *robotic arm* industri secara bertahap.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: Bagaimana merancang UI/UX media pembelajaran *robotic arm* berbasis Mixed Reality yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan prinsip *scaffolding* pedagogis?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih fokus dan terarah, maka batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

- a. Penelitian difokuskan pada perancangan dan evaluasi desain UI/UX media pembelajaran *robotic arm* industri berbasis *Mixed Reality*, dengan penekanan pada reduksi *extraneous cognitive load* melalui tata letak antarmuka, alur interaksi, dan struktur konten pembelajaran yang terstruktur secara pedagogis (*scaffolded*). Penelitian ini **tidak mencakup** pengembangan sistem kendali robot, pemrograman robot fisik, maupun akurasi simulasi kinematika secara teknis.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

- b. Konten pembelajaran dibatasi pada dua modul yang disusun secara bertahap (*scaffolded*) sesuai prinsip progresivitas kognitif.
 - 1) **Kinematika & Ruang Gerak Robot:** meliputi visualisasi struktur fisik robot, fungsi komponen utama, jenis dan arah gerak *joint*, sistem koordinat, serta representasi 3D area kerja dan batas jangkauan robot.
 - 2) **Operasi Robot & Logika Gerakan:** meliputi manipulasi *waypoint* secara visual, visualisasi gerak (*trajectory*), kondisi *singularity*, serta simulasi tugas *pick and place*.
- c. Evaluasi penelitian difokuskan pada kualitas pengalaman pengguna yang diukur menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS) untuk mengukur *usability* antarmuka, serta kuesioner persepsi pengguna berbasis skala Likert untuk menilai kejelasan visual konten dan kesesuaian alur pembelajaran.
- d. Luaran penelitian dibatasi pada artefak desain dan prototipe aplikasi yang mendukung evaluasi UI/UX yang dibuat di Figma, meliputi *wireframe*, *storyboard*, desain antarmuka *high-fidelity*, dan prototipe Mixed Reality yang diberikan kepada pengembang. Fokus penelitian berada pada perancangan pengalaman pengguna dan struktur konten pembelajaran, bukan pada pengembangan algoritma sistem robot maupun optimasi teknis perangkat lunak.
- e. Subjek evaluasi dibatasi pada mahasiswa Program Studi Mekatronika Politeknik Astra yang telah atau sedang menempuh mata kuliah robotika industri.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini:

- a. Menentukan kebutuhan pengguna dan kebutuhan pembelajaran yang menjadi dasar perancangan media pembelajaran *robotic arm* industri berbasis Mixed Reality.
- b. Menghasilkan prototipe UI/UX yang memenuhi ambang batas *usability* dengan skor *System Usability Scale* (SUS) ≥ 68 , atau dikategorikan “baik” atau “sangat baik”.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

- c. Menentukan tingkat *usability* dan pengalaman pengguna terhadap media pembelajaran *robotic arm* industri berbasis Mixed Reality sebagai dasar penilaian kesesuaian desain UI/UX yang dirancang.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini ialah:

- a. Bagi Mahasiswa, membantu meningkatkan pemahaman konsep robot industri melalui media pembelajaran yang visual, interaktif, dan aman, serta mengurangi beban kognitif.
- b. Bagi Institusi Pendidikan, menjadi media penunjang pembelajaran berbasis Mixed Reality untuk meningkatkan kualitas pembelajaran robot industri di pendidikan vokasi.
- c. Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan, memberikan kontribusi pada kajian desain UI/UX dalam pembelajaran berbasis Mixed Reality, khususnya pada konteks pendidikan vokasi dan robotika industri.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan terkait penelitian yang akan dilakukan ditulis sebagai berikut

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas landasan teori dan penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar konseptual serta identifikasi celah pengembangan ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan metode dan model penelitian, tahapan penelitian, objek penelitian, serta teknik pengumpulan dan analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis kebutuhan berdasarkan kuesioner mahasiswa dan wawancara instruktur, perancangan modul dan UI/UX aplikasi MR, pengembangan



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

dan implementasi aplikasi, serta pengujian *usability* dan evaluasi pengalaman pengguna.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan penelitian yang menjawab rumusan masalah serta saran untuk pengembangan lebih lanjut berdasarkan temuan dan keterbatasan penelitian.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1. Simpulan

Penelitian ini bertujuan merancang UI/UX media pembelajaran *robotic arm* industri berbasis *Mixed Reality* pada perangkat Meta Quest 3 yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan prinsip *scaffolding* pedagogis. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Pertama, analisis kebutuhan berhasil mengidentifikasi bahwa kesulitan utama mahasiswa dalam mempelajari *robotic arm* industri berkaitan dengan pemahaman konsep, visualisasi spasial, keterbatasan media pembelajaran, dan kebutuhan akan interaksi yang lebih intuitif. Hasil analisis tersebut divalidasi melalui wawancara dengan instruktur dan menjadi dasar dalam penyusunan lima fitur utama (F0–F5) pada aplikasi.
- b. Kedua, penelitian ini menghasilkan rancangan UI/UX berupa *storyboard*, *wireframe*, desain *high-fidelity*, dan prototipe aplikasi RoboMRLab berbasis MR. Perancangan menerapkan prinsip *scaffolding* melalui dua modul pembelajaran yang disusun secara bertahap, serta mengimplementasikan berbagai keputusan desain untuk mendukung visualisasi, interaksi, dan kemudahan belajar pengguna.
- c. Ketiga, hasil evaluasi menunjukkan bahwa aplikasi RoboMRLab memiliki tingkat *usability* yang baik dan dapat diterima oleh pengguna. Selain itu, pengguna memberikan persepsi positif terhadap kualitas visualisasi, kemudahan penggunaan, struktur pembelajaran, dan pengalaman belajar yang diberikan. Temuan observasi dan wawancara instruktur juga menunjukkan bahwa aplikasi berpotensi digunakan sebagai media pembelajaran pendahuluan sebelum praktikum menggunakan robot fisik..

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa **tujuan penelitian telah tercapai**. UI/UX media pembelajaran *robotic arm* industri berbasis *Mixed Reality* yang dirancang berhasil memenuhi kebutuhan pengguna, menerapkan prinsip



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

scaffolding dalam penyusunan konten pembelajaran, serta memperoleh tingkat *usability* yang baik sehingga berpotensi mendukung proses pembelajaran *robotic arm* industri pada pendidikan vokasi.

5.2. Saran

Pertama, penelitian ini mengukur *usability* dan persepsi pengguna, namun belum mengukur efektivitas pembelajaran secara langsung. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan desain *pre-test* dan *post-test* guna mengukur peningkatan pemahaman konseptual mahasiswa secara terukur sebelum dan setelah menggunakan aplikasi, sehingga klaim reduksi *extraneous cognitive load* dapat diverifikasi secara empiris, bukan hanya melalui *proxy* persepsi.

Kedua, ukuran sampel pengujian pada penelitian ini terbatas pada 18 responden. Replikasi dengan sampel yang lebih besar dan lebih beragam, mencakup mahasiswa dengan tingkat pemahaman awal yang bervariasi dan dari institusi vokasi yang berbeda, akan meningkatkan generalisabilitas temuan.

Ketiga, penelitian ini difokuskan pada robot ABB GoFa CRB 15000. Adaptasi konten untuk jenis robot industri lain yang umum digunakan di pendidikan vokasi Indonesia, seperti KUKA atau Fanuc, akan memperluas manfaat aplikasi secara signifikan.

Keempat, variasi skor SUS yang cukup lebar antar responden (52,5–95) mengindikasikan bahwa pengalaman pengguna sangat dipengaruhi oleh latar belakang penggunaan VR/AR sebelumnya. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi apakah diperlukan jalur *onboarding* yang berbeda untuk pengguna dengan dan tanpa pengalaman VR/AR sebelumnya, sebagai implementasi lebih lanjut dari prinsip *scaffolding* yang adaptif.

Kelima, integrasi formal aplikasi ke dalam struktur kurikulum sebagai aktivitas pre-lab atau pengisi waktu tunggu antrian praktikum, sebagaimana direkomendasikan instruktur, perlu dievaluasi secara sistematis untuk mengukur dampaknya terhadap efisiensi sesi praktikum dan kesiapan mahasiswa menghadapi robot fisik.



DAFTAR PUSTAKA

- Baize, A.D., 2024. Considering singularities in the design of mechanisms (Thesis). Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona.
- Chen, H., 2023. Motion Control of Interactive Robotic Arms Based on Mixed Reality Development, in: Proceedings of the 2023 6th International Conference on Robot Systems and Applications. Presented at the ICRSA 2023: 2023 the 6th International Conference on Robot Systems and Applications, ACM, Wuhan China, pp. 86–93. <https://doi.org/10.1145/3655532.3655546>
- Cruz Ulloa, C., Domínguez, D., Del Cerro, J., Barrientos, A., 2022. A Mixed-Reality Tele-Operation Method for High-Level Control of a Legged-Manipulator Robot. *Sensors* 22, 8146. <https://doi.org/10.3390/s22218146>
- Figma, 2025. Figma: The Collaborative Interface Design Tool [WWW Document]. Figma. URL <https://www.figma.com/> (accessed 1.17.26).
- Foundation, B., 2019. About Blender [WWW Document]. Blender. URL <https://www.blender.org/about/> (accessed 1.17.26).
- Garg, G., Kuts, V., Anbarjafari, G., 2021. Digital Twin for FANUC Robots: Industrial Robot Programming and Simulation Using Virtual Reality. *Sustainability* 13, 10336. <https://doi.org/10.3390/su131810336>
- GitHub, 2024. About GitHub and Git [WWW Document]. GitHub Docs. URL <https://docs-internal.github.com/en/get-started/start-your-journey/about-github-and-git> (accessed 1.17.26).
- Hananto, A.L., Tirta, A., Herawan, S.G., Idris, M., Soudagar, M.E.M., Djamari, D.W., Veza, I., 2024. Digital Twin and 3D Digital Twin: Concepts, Applications, and Challenges in Industry 4.0 for Digital Twin. *Computers* 13, 100. <https://doi.org/10.3390/computers13040100>
- Hillmann, C., 2021. UX for XR: User Experience Design and Strategies for Immersive Technologies. Apress, Berkeley, CA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7020-2>
- Jabar, A.R., Nohseth, N.H., Jambari, H., Pairan, M.R., Ahyar, N.A.M., Lokman, N.H., 2020. Exploring the Potential of Augmented Reality Teaching Aid for Vocational Subject, in: Proceedings of the 2020 11th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning. Presented at the IC4E 2020: 2020 the 11th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning, ACM, Osaka Japan, pp. 54–58. <https://doi.org/10.1145/3377571.3377576>
- Johnston, M., O'Mahony, M., O'Brien, N., Connolly, M., Iohom, G., Kamal, M., Shehata, A., Shorten, G., 2024. The feasibility and usability of mixed reality teaching in a hospital setting based on self-reported perceptions of medical students. *BMC Med. Educ.* 24, 701. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05591-z>
- Juraschek, M., Büth, L., Posselt, G., Herrmann, C., 2018. Mixed Reality in Learning Factories. *Procedia Manuf.* 23, 153–158. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.009>
- Kumar Karanam, S.A., Hartman, N.W., 2025. A systematic review of Digital Twin (DT) and virtual learning environments (VLE) for smart manufacturing

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

- education. *Manuf. Lett.* 44, 1597–1608.
<https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2025.06.179>
- Manggopa, H.K., Kumajas, S., Komansilan, T., Batmetan, J.R., 2022. Storyboard Development for Geospatial e-Tourism Based Augmented Reality. *Int. J. Inf. Technol. Educ.* 1, 56–70. <https://doi.org/10.62711/ijite.v1i3.59>
- Meta, 2022. Building Content to Optimize User Time: 20-40 Minute “Goldilocks” Session Length on Meta Quest | Meta Horizon OS Developers [WWW Document]. URL <https://developers.meta.com/horizon/blog/optimize-user-time-goldilocks-session-length-meta-quest/> (accessed 1.21.26).
- Orsolits, H., Rauh, S.F., Estrada, J.G., 2022. Using mixed reality based digital twins for robotics education, in: 2022 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct). Presented at the 2022 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), IEEE, Singapore, Singapore, pp. 56–59. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct57072.2022.00021>
- Product specification - CRB 15000, 2021.
- Prudente, R.S., Marquez, W.K., Soria, J.K., Tuliao, A.A., 2025. Development of a Mixed-Reality Vocational Training Simulator: Integrating UI/UX-Centered Design for Enhanced Skill Acquisition and Immersive Learning. *Int. J. Innov. Sci. Res. Technol.* 1006–1015.
<https://doi.org/10.38124/ijisrt/25oct426>
- Rosen, E., Whitney, D., Phillips, E., Chien, G., Tompkin, J., Konidaris, G., Tellex, S., 2019. Communicating and controlling robot arm motion intent through mixed-reality head-mounted displays. *Int. J. Robot. Res.* 38, 1513–1526.
<https://doi.org/10.1177/0278364919842925>
- Skarbez, R., Smith, M., Whitton, M.C., 2021. Revisiting Milgram and Kishino’s Reality-Virtuality Continuum. *Front. Virtual Real.* 2, 647997.
<https://doi.org/10.3389/frvir.2021.647997>
- Su, Y.-P., Chen, X.-Q., Zhou, T., Pretty, C., Chase, G., 2022. Mixed-Reality-Enhanced Human–Robot Interaction with an Imitation-Based Mapping Approach for Intuitive Teleoperation of a Robotic Arm-Hand System. *Appl. Sci.* 12, 4740. <https://doi.org/10.3390/app12094740>
- Sunarti, 2022. ADDIE Method for implementation Virtual Reality in Online Course Using Model Project Based Learning. *J. Dev. Res.* 6, Process.
<https://doi.org/10.28926/jdr.v6i1.196>
- Suryodiningrat, S.P., Prabowo, H., Ramadhan, A., Budi Santoso, H., 2024a. The Essential Components of Metaverse-based Mixed Reality for Machinery Vocational Schools. *J. Appl. Eng. Technol. Sci. JAETS* 5, 1069–1085.
<https://doi.org/10.37385/jaets.v5i2.4117>
- Suryodiningrat, S.P., Prabowo, H., Ramadhan, A., Budi Santoso, H., 2024b. The Essential Components of Metaverse-based Mixed Reality for Machinery Vocational Schools. *J. Appl. Eng. Technol. Sci. JAETS* 5, 1069–1085.
<https://doi.org/10.37385/jaets.v5i2.4117>
- Sweller, J., Van Merriënboer, J.J.G., Paas, F., 2019. Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educ. Psychol. Rev.* 31, 261–292.
<https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Tarng, W., Wu, Y.-J., Ye, L.-Y., Tang, C.-W., Lu, Y.-C., Wang, T.-L., Li, C.-L., 2024. Application of Virtual Reality in Developing the Digital Twin for an



Integrated Robot Learning System. Electronics 13, 2848.
<https://doi.org/10.3390/electronics13142848>

Tennakoon, D., Jadidi, M., RazaviAlavi, S., 2024. A Mixed Reality Human Robot Interaction Interface Using Hand Tracking and Stereo Vision for Construction Applications. Presented at the 2024 European Conference on Computing in Construction. <https://doi.org/10.35490/EC3.2024.275>

Tu, X., Autiosalo, J., Jadid, A., Tammi, K., Klinker, G., 2021. A Mixed Reality Interface for a Digital Twin Based Crane. Appl. Sci. 11, 9480.
<https://doi.org/10.3390/app11209480>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Analisis Pola Temuan dan Implikasi Perancangan Sistem

Kode	Pola Temuan Utama	Makna terhadap Perancangan Sistem
LC (Learning Context)	Seluruh responden memiliki latar belakang pembelajaran robot industri berbasis praktik langsung, baik melalui praktikum maupun simulasi terbatas, dengan tingkat pengalaman yang bervariasi.	Sistem pembelajaran perlu dirancang fleksibel untuk mendukung pengguna dengan tingkat pengalaman berbeda, serta mampu digunakan sebagai media pendukung sebelum dan sesudah praktikum fisik.
CD (Conceptual Difficulty)	Responden mengalami kesulitan pada aspek konseptual robotika, terutama terkait pemrograman, kinematika, presisi gerak, dan logika perintah robot.	Media pembelajaran perlu menyediakan representasi konseptual yang lebih intuitif, termasuk visualisasi logika gerak dan hubungan antara perintah pemrograman dan pergerakan fisik robot.
VI (Visualization Issue)	Sebagian besar responden mengalami kesulitan memvisualisasikan pergerakan joint, koordinat XYZ, serta batas area kerja dan potensi tabrakan robot, terutama pada tahap awal pembelajaran.	Sistem perlu menyediakan visualisasi 3D spasial yang jelas, termasuk indikator arah gerak, jalur pergerakan, serta visualisasi batas area kerja dan zona aman (safety boundaries).
LM (Learning Media Limitation)	Media pembelajaran konvensional memiliki keterbatasan, seperti jumlah robot yang terbatas, minimnya materi teori pendukung, dan ketergantungan pada metode trial-and-error.	Diperlukan media pembelajaran alternatif yang tidak bergantung pada ketersediaan perangkat fisik, sehingga mahasiswa dapat belajar secara mandiri, aman, dan berulang tanpa risiko kerusakan alat.
IN (Interaction Need)	Responden menginginkan bentuk interaksi yang lebih eksploratif dan langsung, seperti simulasi gerakan robot, manipulasi sudut pandang, serta latihan berbasis tugas atau skenario.	Sistem Mixed Reality perlu mendukung interaksi langsung dengan objek 3D robot, termasuk manipulasi posisi, rotasi, dan simulasi gerak berbasis tugas (task-based interaction).
UX (User Experience Expectation)	Responden cenderung mengharapkan pengalaman belajar yang intuitif, tidak membingungkan, dan mampu mengurangi beban kognitif, dengan antarmuka yang mendukung fokus pembelajaran.	Desain UX perlu mengutamakan kesederhanaan, alur penggunaan yang jelas, serta mekanisme penyajian informasi yang tidak berlebihan untuk menjaga fokus pengguna.
MR (Mixed Reality Benefit)	Seluruh responden memandang Mixed Reality sebagai teknologi yang berpotensi membantu pemahaman pembelajaran robot industri, terutama dalam menjembatani teori dan praktik.	Penggunaan Mixed Reality dapat dijadikan pendekatan utama dalam sistem pembelajaran sebagai media visualisasi dan interaksi yang imersif untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan spasial.
UI (UI Clarity & Layout)	Responden lebih menyukai tampilan antarmuka yang sederhana, dengan informasi yang ditampilkan secara bertahap atau kontekstual sesuai kebutuhan.	Antarmuka sistem perlu menerapkan prinsip <i>layered UI</i> atau <i>context-aware UI</i> , di mana informasi detail hanya ditampilkan saat diperlukan.
AS (Asset Visualization)	Responden menekankan pentingnya kualitas visual aset 3D yang akurat, realistis, dan menyerupai robot industri sebenarnya.	Aset 3D perlu dikembangkan dengan tingkat detail dan akurasi tinggi agar perilaku robot digital konsisten dengan robot fisik, sehingga mendukung transfer pengetahuan ke lingkungan industri nyata.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Transkrip Wawancara dengan Instruktur

Wawancara Instruktur Robotika

Konteks Pembelajaran

1. **Q: Bagaimana struktur pembelajaran robotika di prodi ini dan (teori vs praktik)?**
 A: Kami ada di Prodi mekatronika D3 Politeknik Astra untuk paket pembelajarannya sudah ditentukan. Jadi di semester 1-4 belajar di lab, ada praktik dan teori.. Nanti semester 5 adalah pemadatan dan semester 6 magang di industri selama 6 bulan sekaligus tugas Akhir. Robotika ada di semester 4, berarti di tingkat 2, kebetulan ada di mata kuliah praktikum, yang terdiri dari 16 pertemuan. Sistem kami adalah blok, yakni mahasiswa menyelesaikan satu mata kuliah praktikum dan lanjut ganti ke mata kuliah lainnya. Jadi kami ini ada kebetulan di semester 4 mata kuliah praktikum, sehingga untuk saat ini, mahasiswa dibagi menjadi 4 kelompok dan nanti dibagi praktikum bergilir. Yang robotika 16 pertemuan itu diselenggarakan dalam waktu 3 minggu berturut-turut, nanti akan dibuat jeda 1 minggu untuk teori, dan 2 minggu praktikum, dengan total 16 pertemuan. Dalam belajarnya kami memberikan teori dan praktikum dalam waktu 3 minggu tersebut jadi kami bagi-bagi waktu teori dan praktikum dalam satu waktu yang sama. Setelah teori, mahasiswa mencoba praktikum robot. Jadi nanti teori dan praktik dilakukan selang-seling. Jadi nanti sudah ada modul praktikumnya.
2. **Q: Kompetensi apa yang diharapkan dapat dicapai oleh mahasiswa terkait robotic arm?**
 A: Dari robotika kompetensi yang diharapkan ada di RPS. Namun yang diharapkan adalah penggunaan teach pendant, dan juga membuat program menggunakan software yang digunakan, dalam hal ini ABB misalnya ini Robo Studio, juga bisa mengguna ACE.. Juga termasuk mengkoneksikan komputer dengan controller robot. Ada juga mengimplementasikan robotic arm untuk aplikasi material handling/pick and place. Kami tidak menggunakan aplikasi welding dan painting karena terbatas ruangan indoor kami, jadi terbatas untuk hal yang sifatnya tidak kotor. Kebetulan di lab kami hanya terbatas untuk yang pick and place. Harapannya juga mahasiswa dapat mengintegrasikan robot controller controller yang lain, misalnya dengan PLC. Jadi bisa menghubungkan peralatan robot dengan yang ada di industri dan aplikasi-aplikasi yang ada di desktop. Yang ketiga adalah dapat mendesain workcell (tempat robot bekerja, seperti welding dan pick and place robot).
3. **Q: Pada bagian mana mahasiswa biasanya pertama kali diperkenalkan dengan robotic arm atau konsep manipulator?**
 A: Materi kami ada teorinya yakni teori robot apa saja seperti robot arm, scara robot dan robot lainnya yang biasa ada di industri. Tapi ini sifatnya adalah teori, jadi kami kenalkan dengan video dan presentasi..
4. **Q: Berapa durasi praktik dibandingkan dengan penjelasan teori?**
 A: Secara umum $\frac{3}{4}$ praktikum, $\frac{1}{4}$ teori.
5. **Q: Kendala apa yang sering muncul saat praktik berlangsung?**
 A: terbatasnya fasilitas jumlah alat, kami robot cuma ada 4 sedangkan mahasiswa yang masuk bisa 16. Jadi kami atur ada yang simulasi di RobotStudio baru nanti bergiliran jadi mengatur itu yang menjadi kendala. Kedua adalah kendala tidak



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(lanjutan)

semua mahasiswa bisa cepat menangkap tentang programming, tapi itu kurang dari 50%, tidak terlalu banyak, karena sudah diperkenalkan di semester sebelumnya, namun tetap menjadi kepala

6. **Q: Kira-kira apakah ada safety equipment seperti helm dalam pengoperasian robotic arm?**

A: kita hanya menggunakan safety shoes saja, dan kacamata juga disarankan. Untuk helm tidak digunakan karena kita indoor dan tidak sampai bekerja di bawah kolong atau di atasnya itu juga tidak ada orang yang bekerja, jadi tidak pake helm.

7. **Q: Untuk keselamatan, apakah ada safety boundaries ataupun petunjuk penggunaan robot untuk menjaga keselamatan operator robot agar tidak tertabrak oleh lengan robot?**

A: Ada ya, dalam teori dikenalkan juga manual book yang berisi tentang safety. Setiap robot memiliki petunjuk safety-nya dan itu disampaikan di awal. Bedanya apa dan nanti disampaikan bedanya. Misalnya danger jika diabaikan kan bisa menimbulkan celaka dan dapat menimbulkan kecelakaan. Namun jika warning, sifatnya lebih rendah dan tidak sefatal danger. Jika caution, sifatnya akan lebih ke kerusakan robot daripada operatornya.

Kesulitan Mahasiswa

8. **Q: Menurut Bapak/Ibu, bagian mana yang paling sulit dipahami mahasiswa terkait robotic arm?**

A: Pemrograman Robot, untuk kendalanya ada di kebiasaan saja. Karena kan robot industri didesain untuk mudah digunakan. (Berdasarkan Kuesioner) Untuk TCP itu materi khusus dan ada kesulitan, namun setelah mencoba nanti bisa. Awalnya karena belum tau saja. TCP itu kesulitan juga karena keterbatasan alat. Terdapat juga singularity. Jadi mahasiswa sering salah dalam menggerakkan joint.

9. **Q: Apakah mahasiswa lebih kesulitan pada aspek konsep (kinematika, koordinat) atau pada aspek teknis pengoperasian?**

A: Untuk inverse dan kinematika ada mata kuliah tersendiri sebelumnya, nanti dapat ditanyakan ke dosen kinematika. Kebetulan di mata kuliah robotika ini tidak kami ajarkan sampai sana.

10. **Q: Kesalahan apa yang paling sering dilakukan mahasiswa saat praktik?**

A: Kesalahan pada saat jogging karena belum familiar ya, jadi kadang-kadang nabrak robotnya. Jadi harus release joint agar bisa bergerak lagi. Satu hal lain juga adalah frame koordinat world object untuk menyesuaikan axis dan koordinat.

Masalah visualisasi & Media

11. **Q: Media apa yang saat ini digunakan untuk menjelaskan gerakan dan ruang kerja robot?**

A: Ada powerpoint ada presentasi ada video, ada juga software robot studio. Software ini bagus karena kita bisa menggerakkan secara visual. Untuk praktikum langsung saja praktikum.

12. **Q: Apakah terdapat kekurangan dari media yang saat ini digunakan untuk menjelaskan gerakan dan ruang kerja robot?**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(lanjutan)

A: Ya, kalau presentasi tidak seleluasa kalau menggunakan robot studio yang bisa tampak seperti real dan lebih baik daripada teks dan gambar saja.

13. Q: Seberapa jauh media yang ada saat ini mampu menjelaskan gerakan tiga dimensi robot, dan di bagian mana biasanya mahasiswa masih terlihat bingung?)

A: gambar dan teks kurang bisa menjelaskan postur dan gerakan robot, kalau pake software lebih jelas. Jika kurang langsung praktik ke robot satu2. Mereka bergiliran membuat pose robot.

14. Q: Apakah terdapat keterbatasan media dalam menjelaskan pergerakan joint atau koordinat ruang?

A: Ya, kalau dari ppt dan video, namun teratasi dengan praktik langsung

15. Q: Ketika mahasiswa terlihat kesulitan memvisualisasikan konsep seperti kinematika atau sistem koordinat, pendekatan apa yang biasanya Bapak/Ibu gunakan untuk membantu?

A: Koordinat itu memang agak susah, namun saya langsung ke robot. Jadi kita bisa jelasin X yang mana Y yang mana, dan arahnya ke mana. Jadi dengan teori awal dan pendekatannya langsung dengan demonstrasi ke robot langsung.

16. Q: Dari perspektif pedagogis (Pedagogis tu apa min wkwk), apakah antarmuka media pembelajaran sebaiknya dirancang sederhana dan intuitif, atau justru menyerupai teach pendant industri agar mahasiswa terbiasa dengan interface nyata?

A: Setiap mahasiswa kan beda-beda ya, jadi alangkah baiknya media ada pilihannya, ada simpel ada kompleks. Karena kami mengamati mahasiswa pun bervariasi. Jadi ada opsi agar lebih fleksibel. Kebetulan di robot yang baru, collaborative robot, jadi sudah ada robotstudio, teach pendannya dapat ditampilkan di layar laptop (lah ini digital twin) nanti gerakan robotnya secara virtual bisa digerakkan di laptop. Program yang ada di laptop ini dapat dipindahkan ke robot (computer programming) dan robot bergerak sesuai dengan yang ada di laptop.

Kebutuhan Interaksi & Potensi Pengembangan

17. Q: Sejauh mana menurut Bapak/Ibu simulasi interaktif dapat mempersiapkan mahasiswa sebelum praktik langsung, dan pada tahap pembelajaran mana itu paling relevan?

A: Ya jelas akan membantu. Jika ada media pembelajaran interaktif, kita dapat memberikan di awal mata kuliah ataupun ketika mata kuliah berlangsung. Ini dapat dilakukan sebelum praktik seperti saat menunggu giliran praktikum. Ini menumbuhkan pengetahuan sistem koordinat dan memvisualisasikan secara mental pada mahasiswa mengenai gerakan dan postur robot. Ini juga memvisualisasikan XYZ dan axis robot. Seperti juga di rumah mereka dapat mempelajari itu, sehingga mempermudah nanti di praktikum.

18. Q: Apakah simulasi atau visualisasi interaktif dapat membantu sebelum praktik langsung?

A: Iya (terjawab di atas)

19. Q: Fitur apa yang menurut Bapak/Ibu paling penting jika dikembangkan media simulasi robotic arm?

A: ya apa ya, yang paling penting sih yang pertama robot itu dibuat semirip mungkin ukurannya, dibuat jangkauannya sampe mana untuk setiap axis, nah dari gabungan

(lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

axis ini akan membentuk suatu boundary. Selama ini tidak ada bayangan jangkauan robot ini dan hanya ada di buku teks. Ini bagus jika bisa dibuat. Kedua, komunikasi, apakah bisa dikomunikasikan dengan program atau device yang ada seperti PLC atau microcontroller. Jadi robot ini dapat berkomunikasi dengan device lain.

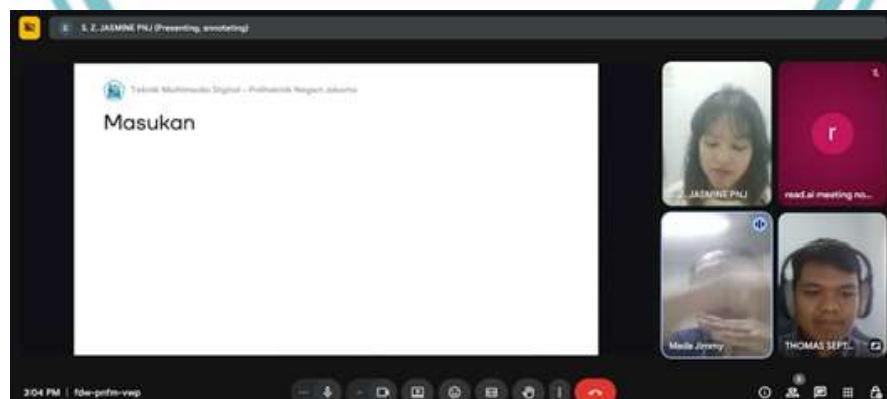
Validasi Akademik

20. Q: Apakah pengembangan media pembelajaran berbasis visualisasi interaktif untuk robotic arm menurut Bapak/Ibu relevan untuk konteks pendidikan vokasi saat ini?
A: Ya menurut saya, karena itu akan mempercepat pemahaman pemahaman mahasiswa belajar robot dalam membuat program dan mengimplementasikan. Jika basisnya tidak cukup memahami, agak susah. Jadi jika ada seperti itu, akan cukup membantu dalam mempercepat pemahaman mahasiswa.
21. Kalau untuk pembelajaran media pembelajaran mixed reality seperti AR, VR dan MR apakah juga relevan?
A: Iya cukup relevan. Iya
22. Apakah menurut Bapak/Ibu urutan pembelajaran yang dimulai dari eksplorasi kinematika dan sistem koordinat (visual) kemudian dilanjutkan ke operasi dan trajectory (operasional) sudah sesuai dengan alur pedagogis yang biasa diterapkan?
A: Uhh ini ya tadi, saya menyoroti kinematika karena kinematika ada mata kuliah berbeda sih. Mereka sudah memahami itu sebelumnya. Namun bisa diulang tapi tidak diberikan lagi. Bisa, saya di angkatan berapa lupa pernah menambahkan FK dan IK matriksnya seperti apa, gerakannya seperti apa. Tapi kami buat sedikit dan hanya untuk pemahaman saja. Juga karena waktu jadi kami anggap sudah tau saja karena sudah ada di mata kuliah sebelumnya.
23. Berdasarkan temuan dari kuesioner mahasiswa kami, kebutuhan tertinggi yang teridentifikasi adalah manipulasi model robot virtual secara real-time dan visualisasi lintasan. Apakah temuan ini konsisten dengan pengalaman mengajar Bapak/Ibu?
A: Trajektorinya sih, saat ini kita belum ada media pembelajaran untuk trajektori itu. Biasanya di software saja. Namun untuk robot yang tidak ada softwrenya, ya hanya teori saja.

Catatan Wawancara dan Masukkan oleh Pak Jimmy:

Modul 1 : 20 menit atau 30 menit cukup lah ya, bayangan saya itu 1 pertemuan 1 hari. Dengan 20 menit. Secara konten modul 1 itu oke.
Modul 2: Secara struktur sudah aman ya, sudah oke. Targetnya pick and place. Diusahakan untuk bisa memasukkan simulasi singularity karena itu salah satu kesulitan sih.

Masukan : yah bapaknya ngarep ini bisa dipake mereka. Kita punya kerjasama dengan ABB dalam sertifikasi internasional, dari ABB ada materi pembelajaran sertifikasi internasional.



Lampiran 3 Kunjungan Lapangan ke Politeknik Astra



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta





Lampiran 4 Validasi *Storyline* Konten Pembelajaran

Tabel Validasi Storyline Konten Pembelajaran						
Aplikasi Mixed Reality — ABB GoFa CRB 15000-5/0.95						
Robot: ABB GoFa CRB 15000-5/0.95 Platform: Meta Quest 3 Dokumen: Urut Validasi Instruktur						
Keterangan: □ = Narasi/teks yang diharapkan di valid ✦ = Interaksi yang diharapkan dari pengguna atau sistem ✓ = Kondisi selesai / trigger lanjut *Optional Enhancement = direkomendasikan jika kapasitas pengembangan memungkinkan						
Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi ✦	Trigger ✓ Fitur
MODUL 1 — Kinematika & Ruang Gerak Robot RPS Pertemuan 1-2 Estimasi: 20-30 menit						
Card 1.1 — Anatomi Robot						
Modul 1	Card 1.1 Anatomi Robot	Beat 1 Intro modul		"Selamat datang di Modul 1. Di modul ini kamu akan mengenal struktur fisik robot, memahami bagaimana tiap joint (sendi) bergerak, dan melihat bagaimana kerja robot secara langsung."		10
		Beat 2 Tampilan Awal		"Ini adalah ABB GoFa CRB 15000 — robot 6-axi yang kamu gunakan di lab." "Sebelum kita mengoperasikannya,"	✦ Tombol Lanjut →	

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi ✦	Trigger ✓ Fitur
				"kamu perlu mengenal bagian-bagiannya terlebih dahulu."		
		Beat 3 Identifikasi Komponen - base		"Robot ini terdiri dari Base, end effector, dan TCP di ujungnya." "Coba pilih base robot yang di-highlight untuk melihat informasinya lebih detailnya."	✦ Pengguna pinch komponen base → muncul label nama + deskripsi singkat ✦ Tombol Lanjut →	✓ base sudah di-peg 10
		Beat 4 Identifikasi komponen - Link		"Selanjutnya, ada bagian robot yang disebut dengan Link, fungsinya sebagai penghubung antar joint."	✦ Pengguna pinch komponen link → muncul label nama + deskripsi singkat ✦ Tombol Kembali ke	✓ seluruh link sudah di-peg 10

(lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger	Fitur
					Normal → Jala Lanjut →		
		Beat 5 Identifikasi komponen - Joint		"Selanjutnya, ada bagian robot yang disebut dengan Link, fungsinya sebagai penghubung antar joint."	- Pengguna pinch komponen joint → muncul label nama = deskripsi singkat - Terbatal: Lanjut →	✓ setelah joint sudah di-tap	
		Beat 6 Identifikasi komponen - TCP		"Lalu ada Tool Center Point (TCP) yang berada di ujung robotic arm. Bagian TCP ini bisa dipanaskan dengan berbagai alat lainnya."	Pengguna pinch komponen TCP → muncul label nama = deskripsi singkat	✓ TCP sudah di-tap	

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger	Fitur
					Terbatal: Lanjut →		
Card 1.2 — Visualisasi Pergerakan Joint							
Modul 1	Card 1.2 Visualisasi Pergerakan Joint	Beat 1 Pengantar		"Robot berada dalam status joint tidak aktif" "Selanjutnya, saatnya menggerakkan robot! Robot ini memiliki 6 joint — masing-masing bergerak secara rotasi dengan bentuk sudut tertentu."	Terbatal: Lanjut →		FR

(lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger ✓	Fitur
				"Pilih salah satu joint dari pada Pendaki, lalu geser slider untuk mengubah suhunya. Perhatikan bagaimana bagian robot di atas joint tersebut ikut bergerak."	- Menggeser slider joint 1-6 - Tombol: Lanjut -->	✓ Slider 1-6 sudah di klik	
		Beat 2 Eksplorasi Joint		"Berkas ini terdiri dari Base, end Link, end Joint, dan Tool Center Point (TCP) di ujungnya." "Coba pilih base robot yang di-highlight untuk melihat informasi lebih detailnya."	- Pengguna memilih base robot yang ter-highlight - Overlay: menampilkan nama komponen beserta deskripsi singkat dari komponen		FI, F4
		Beat 3 Forward Kinematics		"Pilih Jpg Mode 'Axis 1-6' pada pendaki." "Coba kamu geserkan satu per satu joint robot (1) sampai (6). Setiap joint bergerak, maka posisi ujung robot (TCP) akan	Tombol: Lanjut -->	✓ TCP sudah menampilkan area bola dan bola berubah warna hijau	FI, F4

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger ✓	Fitur
				berubah, inilah yang disebut 'Forward Kinematics' (Kinematika maju): dari joint ke TCP." "Coba geserkan TCP ke bola (sphere) kuning dengan Jpg Mode 'Axis 1-6'."			
		Beat 4 Inverse Kinematics		"Pilih Jpg Mode 'Inverse' pada Pendaki." "Sekarang kamu langsung menggerakkan TCP (ujung robot) ke posisi yang diinginkan secara otomatis, semua joint akan bergerak menyesuaikan -- tanpa perlu menggerakkan satu per satu. Inilah yang disebut 'Inverse Kinematics' (Kinematika Mundur): dari TCP ke joint." "Coba geserkan TCP ke bola (sphere) kuning dengan Jpg Mode 'Inverse'."		✓ TCP sudah menampilkan area bola dan bola berubah warna hijau	

(lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger	Fitur
Card L3 --- Visualisasi Sistem Koordinat							
Modul 1	Card L3 Visualisasi Sistem Koordinat	Beat 1 Pengantar		"Robot indikator bergerak dalam beberapa sistem koordinat sekaligus." "Memahami perbedaan antara frame Base, Tool, User, dan World sangat penting untuk mengoptimalkan gerakan robot secara akurat." "World Frame - gimno di titik tetap ruang, berorientasi dengan Base user default." Base Frame - gimno di pusat permukaan bawah robot, Z mengarah ke atas. User Frame - gimno di pojok workbench virtual, representasi permukaan kerja. Tool Frame - gimno di ujung TCP, Z mengarah keluar dari flange."	Interaksi user menggerakkan TCP hingga ke bola kuning. Tombol: Lanjut --> Tombol: Lanjut -->		84
		Beat 2 Aktifkan Frame		"Aktifkan tiap frame satu per satu menggunakan toggle tiap frame --> gimno XYZ."	Pengguna menggerakkan toggle tiap frame --> gimno XYZ.	✓ Screen 4 frame sudah diaktifkan	84

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger	Fitur
				"Perhatikan di mana semua XYZ tiap frame berada dan bagaimana selarasnya berbeda." World Frame: titik tetap di ruang. Base Frame: pusat bawah robot, Z ke atas. User Frame: pojok workbench virtual. Tool Frame: ujung TCP, Z keluar dari flange."	Interaksi dengan label nama frame. World Frame: titik tetap di ruang. Base Frame: pusat bawah robot, Z ke atas. User Frame: pojok workbench virtual. Tool Frame: ujung TCP, Z keluar dari flange." Tombol: Lanjut -->		
		Beat 3 Gerak Robot + Frame Ditambah		"Selama semua frame aktif, Coba gerakan salah satu joint dan perhatikan gimno mana yang ikut bergerak." "Hanya Tool Frame yang bergerak -- karena frame ini melekat pada TCP dan mengikuti joint 6." "World, Base, dan User Frame selalu tetap di posisinya, menjadi acuan referensi yang stabil."	Pengguna menggerakkan joint --> Tool Frame bergerak, gimno lainnya tetap diam. Tombol: Lanjut -->		84

(lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Modul	Card	Bea	Scene / Visual	Narasi	Interaksi ↕	Trigger ✓	Fitur
				"Robot mengupah saat mengprogram robot, karena perlu memiliki frame yang tepat — gerak yang sama bisa menghasilkan posisi TCP yang berbeda tergantung frame yang dijadikan acuan."			
Card 1.4 — Visualisasi Workspace & Jangkauan							
Modul 1	Card 1.4	Bea 1 Pengantar		Robot berdiri diam, tidak ada visualisasi workspace "Setiap robot memiliki basis area yang bisa dijangkau — disebut workspace." "Di basis area ini, TCP tidak bisa mencapai posisi apapun, seharusnya sebelum dikerjakan."	✦ Tombol: Lanjut →		03
		Bea 2 Tampilkan Workspace		Visualisasi 3D zona workspace manual dengan gradien warna: Hijau / Kuning / Merah / Abu gelap "Ini adalah workspace CRB 11000-310-95 yang ada di lab kami." "Jangkauan maksimum dari pusat Base: 1055 mm horizontal, tinggi maks 1120 mm,	✦ Pengguna menahan tampilan 360° untuk mengontrol workspace ✦ Tombol: Lanjut →		03

Modul	Card	Bea	Scene / Visual	Narasi	Interaksi ↕	Trigger ✓	Fitur
				Jangkauan maks 790 mm" "Hijau: > 130 mm dari basis. Kuning: 30-130 mm. Merah: < 30 mm. Abu gelap: di luar R1015 atau dalam blind spot R311.3" "Warna berubah berdasarkan dimensi: mana yang paling dekat ke batasan."			
		Bea 3 Workspace & Jangkauan		Coba gerakan robot hingga TCP bisa mendekati basis workspace. Perhatikan bahwa warna berubah berdasarkan dimensi mana yang paling dekat ke batasan. Bisa dari sisi horizontal, atas, bawah, maupun blind spot di dekat Base.	✦ Tombol: Lanjut →		03
		Bea 4 TCP Blind Spot		Perhatikan area di dekat pusat robot, ada zona yang juga tidak bisa dijangkau TCP. Zona ini disebut blind spot, dengan radius 311.3 mm	✦ TCP memasuki zona kuning → indikator manual	✓ Pengguna sudah mencapai basis workspace	03

(lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger	Filter
				dari pusat data: telah mengup data robot dan objek kerja pada pengawasan dengan format	➕ Zona merah: → peringatan → robot berhenti ➕ Tombol: Lanjut →		
Card 1.5 — Penutup Modul 1							
Modul 1	Card 1.5 Penutup Modul 1	Penutup		"Robot berada dalam semua elemen visual digital: label komputer, frame berlatar belakang" "Kinesiotika & Ruang Gerak Robot" "Modul Terselamatkan!" "Selamat kamu sudah mengenal struktur blok robot, cara kerja tiap point, sistem koordinat, dan dasar awal kerjanya."	➕ Tombol: Ulangi Modul 1 ➕ Tombol: Lanjut ke Modul 2 →		
MODUL 2 — Operasi Robot & Logika Gerakan RPS Pertemuan 3-4 Estimasi: 25-35 menit							
Card 2.1 — Penyesuaian Waypoint							

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger	Filter
Modul 2	Card 2.1 Penyesuaian Waypoint	Beat 1 Intro		"Selamat datang di Modul 2. Di modul ini kamu akan mengeksplorasi dan mempelajari waypoint, mengenal simulasi gerakan, kompleksitas, dan menentukan alat input pack and place secara mandiri."	➕ Tombol: Lanjut →		
		Beat 2 Pengantar		"Dalam pengerjaan robot, waypoint adalah titik-titik yang harus dilalui TCP." "Setelah waypoint menentukan lintasan kerangka gerakan robot."	➕ Tombol: Lanjut →		Fit
		Beat 3 Pilih Metode		Ada dua cara untuk menentukan point waypoint — pilih metode yang paling sesuai untukmu "Dapat koordinat manual, dapat koordinat"	➕ Pengguna memilih salah satu metode ➕ Pengguna menentukan waypoint	✓ Setelahnya 3 waypoint sudah diberikan	Fit

(lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger	Fitur
				posisi TCP secara manual melalui slider pada panel ini. "Lihat-Through (Live Buffer): gerakan lengan robot langsung ke posisi yang ditargetkan, lalu tekan tombol Start di right end tool untuk mengaktifkan waypoint."			
		Beat 4 Edit Waypoint		"Waypoint sudah terinput dan listan terbentuk otomatis." "Kamu bisa mengedit posisi waypoint kapan saja — via panel koordinat atau dengan menggerakkan lengan."	+ Pengguna memindahkan waypoint → listan diperbarui real-time + Tombol: Lanjut →	✓ Ubah posisi setidaknya 1 waypoint	F1
		Beat 5 Playback Gerakan		"Sekarang saatnya melihat robot bergerak melalui seluruh waypoint yang kamu buat." "Coba pilih ulang animasi dengan kecepatan berbeda —	+ Pengguna menekan Play → robot bergerak mengikuti listan waypoint + Tombol: Lanjut →	✓ Pengguna tekan tombol Play	F2

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger	Fitur
				aman! bagaimana listan yang kamu dapat diunggah dengan kecepatan berbeda.	+ Pengguna menekan Pause → robot berhenti di listan waypoint + Garis listan permanen ditunjukkan di ruang 3D sebagai jejak visual + Panel: dapat menampilkan kecepatan TCP saat ini + posisi koordinat X/Y/Z real-time + Tombol: Lanjut →	tombol Pause ✓ Pengguna ubah kecepatan	
Card 2.2 — Singularity Keterangan: Card ini diimplementasikan sebagai prioritas pertama dari Optional Enhancement (FO) berdasarkan rekomendasi eksplisit instruktur — kondisi singularity merupakan kesalahan profilkan yang paling sering terjadi di lapangan.							
Modul 2	Card 2.2 Singularity	Beat 1 Pengantar		"Ada satu kondisi berbahaya yang sering dialami saat pertama kali mengoperasikan robot — disebut singularity."	+ Tombol: Lanjut →		F3, F4

(lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger ✓	Fitur
				"Singularity terjadi ketika dua atau lebih axis robot sejajar, menyebabkan robot kehilangan satu derajat kebebasan gerak." "Gada CER 15000 memiliki dua jenis singularity, arm singularity dan wrist singularity." "Lanjut untuk melihat contoh konfigurasi singularity"			
		Beat 2 Arm Singularity (1)		"Ini adalah contoh arm singularity yang terjadi ketika pusat pergelangan robot intersection point Axis 4-5-6 berada tepat di atas Base — menyebabkan Axis 1 kehilangan arah referensi gerak." "Di robot flik, kondisi ini bisa menyebabkan Axis 1 berputar tiba-tiba dengan kecepatan tinggi."	Tombol: Lanjut →		18

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger ✓	Fitur
		Beat 3 Arm Singularity (2)		"Contoh arm singularity lainnya, robot berorientasi secara vertikal. Pada posisi ini, beberapa axis kehilangan satu derajat kebebasan gerak secara bersamaan." "Posisi ini juga rentan terjadi di bagian belakang workstation."	Tombol: Lanjut →		18
		Beat 4 Wrist Singularity (1)		"Ini adalah wrist singularity, jenis yang berbeda dari robot konvensional pada Gada." "Terjadi ketika Axis 5 mendekati posisi 0° — menyebabkan Axis 4 dan Axis 6 menjadi sejajar dan kehilangan satu derajat kebebasan." "Akibatnya, orientasi awal tidak dapat dikontrol secara independen."	Tombol: Lanjut →		18
		Beat 5 Wrist Singularity (2)		"Contoh wrist singularity lainnya pada konfigurasi lengan terdih."	Tombol: Lanjut →		18

(lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger ✓	Fitur
				"Perhatikan bahwa rentang gerak pada Gofa berbeda dari robot ABB lainnya akibat perbedaan desain mekanis." "Jika karna menggunakan tool yang besar, singularity pada posisi ini bisa menimbulkan risiko terjatu, validasi gaya perlu dilakukan secara menyeluruh."			
Card 2.3 — Logika Tugas Berbasis Langkah							
Modul 2	Card 2.3 Logika Tugas Berbasis Langkah	Beat 1 Pengantar Skema		"Kamu akan melakukan tugas yang menggunakan ..." "Tugasmu: pindahkan kotak dari titik A ke titik B menggunakan robot ... tugas menyuruh kamu melakukan ..."	• Tombol Menu Tugas →		F1, F2
		Beat 2 Definisi Urutan Langkah (1)		"Definisikan urutan langkah yang harus dilakukan robot ..."	• Pengguna menyuruh untuk: Move → Pick → Move →	Blok pindah ke area B	F1, F2

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger ✓	Fitur
				"Definisikan urutan langkah yang harus dilakukan robot ..." "Arahkan robot menggunakan perintah ke arah titik A, lalu pindahkan balok ke posisi B." "Move → Robot bergerak ke posisi yang ditentukan ..." "Pick → Robot mengambil objek di posisi awal ini." "Move → Robot bergerak ke posisi tujuan ..." "Place → Robot meletakkan objek di posisi awal ini." "Tahap ini adalah penyelesaian ... semua interaksi berbasis visual dan gesture ..."	Place via panel dari titik A ke B • Pengguna menetapkan waypoint untuk tiap langkah Move		

(lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger	Fitur
		Beat 3 Definisikan Urutan Langkah (2)		"Selanjutnya, kendalikan lagi balok pada posisi II ke posisi awal (A)" "Open gripper → Robot membuka gripper pada end tool" "Close gripper → Robot menutup gripper pada end tool"	- Pengguna menekan tombol: Move → Pick → Move → Place via panel dan titik II ke A - Pengguna menetapkan waypoint untuk tiap langkah Move	Blok pindah ke atas A	
		Beat 4 Jalankan Simulasi		"Urutan langkahnya sudah siap. Tekan Run untuk menjalankan simulasi." "Selanjut, kamu bisa saja memvisualisasikan tugas pick and place operasi paling umum dalam aplikasi robot industri."	- Pengguna menekan Run → robot bergerak mengikuti urutan langkah - Animasi robot bergerak ke A → kotak ter-attach → robot bergerak ke B → kotak dilepas di platform - lalu kotak Kembali ke A	✓ Tugas berhasil tutup melalui tugas workspace	Fit. 92

Modul	Card	Beat	Scene / Visual	Narasi	Interaksi	Trigger	Fitur
					- Tombol: Coba Lagi - atau Lanjut →		
Card 2.4 — Penutup Modul 2							
Modul 2	Card 2.4 Penutup Modul 2	Penutup		"Modul 2 selesai — Kerja bagus!" "Kamu sudah memahami bagaimana robot bergerak, bagaimana latihan diberikan, dan kontrol apa saja yang perlu dikuasai." "Selanjut kamu bisa siap untuk next projeksi di lab."	- Tombol: Ulangi Modul 2 - Tombol: Kembali ke Menu Utama - Tombol: Mode Ekspansi		



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 RPS Politeknik Astra

3. Rincian Tiap Sesi Pertemuan								
Pertemuan	Kemampuan Akhir yang diharapkan	Sub-CPMK	Metode Pembelajaran	Waktu	Peralatan Pembelajaran	Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa (Pengalaman Belajar)	Indikator Penilaian
1 & 2	Mahasiswa dapat memahami Introduction Robotics	1. Kinematic and Dynamic analysis 2. Matrix rotation	1. Ceramah 2. Diskusi 3. Praktikum terbimbing 4. Latihan mandiri	16 x 60 menit	1. Modul ROBOTIK 2. Unit Komputer	1. Menjelaskan tujuan pembelajaran ROBOTIK, silabus, metode penilaian dan tugas 2. Menjelaskan tujuan pembelajaran Kinematic and Dynamic analysis 3. Menjelaskan tujuan pembelajaran Matrix rotation 4. Menjelaskan tujuan Praktikum Kinematic and Dynamic analysis 5. Menjelaskan dan mempraktekan sesuai prosedur dan benar tentang Kinematic and Dynamic analysis	1. Menyimak penjelasan dosen 2. Menyapkan dan pengecekan searah peralatan yang digunakan untuk praktikum 3. Mempraktekan sesuai prosedur dan benar tentang Kinematic and Dynamic analysis, Matrix rotation 4. Melakukan perhitungan / pencatatan hasil praktikum Kinematic and Dynamic analysis 5. Menganalisa hasil praktikum Kinematic and Dynamic analysis 6. Membuat laporan hasil praktikum Kinematic and Dynamic analysis	Mahasiswa dapat : 1. Menjelaskan dengan benar pengertian Scada dan Aplikasinya di Industri 2. Melakukan Praktikum dengan benar sesuai prosedur dan waktu yang telah ditentukan Kinematic and Dynamic analysis, Matrix rotation 3. Menganalisa hasil praktikum untuk dibandingkan dengan teori Scada dan Aplikasinya di Industri 4. Membuat laporan secara komprehensif

								Kinematic and Dynamic analysis, Matrix rotation
3 & 4	Mahasiswa dapat memahami Robot Operation	1. Industrial Robot operation controller 2. Safety regulation 3. Point Correction 4. Program simple	1. Ceramah 2. Diskusi 3. Praktikum terbimbing 4. Latihan mandiri	16 x 60 menit	1. Modul ROBOTIK 2. Unit Komputer	1. Menjelaskan tujuan pembelajaran Industrial Robot operation controller 2. Menjelaskan tujuan pembelajaran Safety regulation 3. Menjelaskan tujuan pembelajaran Point Correction 4. Menjelaskan tujuan pembelajaran Program simple 5. Menjelaskan tujuan Praktikum Industrial Robot operation controller, Safety regulation, Point Correction, Program simple 6. Menjelaskan dan mempraktekan sesuai prosedur dan benar tentang Industrial Robot operation	1. Menyimak penjelasan dosen 2. Menyapkan dan pengecekan searah peralatan yang digunakan untuk praktikum 3. Mempraktekan sesuai prosedur dan benar tentang Industrial Robot operation controller, Safety regulation, Point Correction, Program simple 4. Melakukan perhitungan / pencatatan hasil praktikum Industrial Robot operation controller, Safety regulation, Point Correction, Program simple 5. Menganalisa hasil praktikum Industrial Robot operation controller, Safety regulation, Point Correction, Program simple	Mahasiswa dapat : 1. Menjelaskan dengan benar pengertian Scada dan Aplikasinya di Industri 2. Melakukan Praktikum dengan benar sesuai prosedur dan waktu yang telah ditentukan Industrial Robot operation controller, Safety regulation, Point Correction, Program simple 3. Menganalisa hasil praktikum untuk dibandingkan dengan teori Industrial Robot operation controller, Safety

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

						controller, Safety regulation, Point Correction, Program simple	6. Membuat laporan hasil praktikum Industrial Robot operation controller, Safety regulation, Point Correction, Program simple	regulation, Point Correction, Program simple 4. Membuat laporan secara komprehensif Industrial Robot operation controller, Safety regulation, Point Correction, Program simple
5 - 8	Mahasiswa dapat memahami Robot technician	1. Robot technician 2. Commissioning 3. Mencari dan memperbaiki kesalahan control 4. Diagnose and rectify fault in controllers 5. Drive system and arm	1. Ceramah 2. Diskusi 3. Praktikum 4. Latihan mandiri	32 x 60 menit	1. Modul ROBOTIK 2. Unit Komputer	1. Menjelaskan tujuan pembelajaran Robot technician 2. Menjelaskan tujuan pembelajaran Commissioning 3. Menjelaskan tujuan pembelajaran Mencari dan memperbaiki kesalahan control 4. Menjelaskan tujuan pembelajaran Diagnose and rectify fault in controllers 5. Menjelaskan tujuan pembelajaran	1. Menyimak penjelasan dosen 2. Menyajikan dan pengisian seluruh peralatan yang digunakan untuk praktikum 3. Menerapkan sesuai prosedur dan benar tentang Robot technician, Commissioning, Mencari dan memperbaiki kesalahan control, Diagnose and rectify fault in controllers, Drive system and arm 4. Melakukan perhitungan	Mahasiswa dapat : 1. Menjelaskan dengan benar pengertian Senda dan Aplikasinya di Industri 2. Melakukan Praktikum dengan benar sesuai prosedur dan waktu yang telah ditentukan Robot technician, Commissioning, Mencari dan memperbaiki kesalahan control, Diagnose and rectify fault in

						Drive system and arm 6. Menjelaskan tujuan Praktikum Robot technician, Commissioning, Mencari dan memperbaiki kesalahan control, Diagnose and rectify fault in controllers, Drive system and arm 7. Menjelaskan dan mempraktikkan sesuai prosedur dan benar tentang Robot technician, Commissioning, Mencari dan memperbaiki kesalahan control, Diagnose and rectify fault in controllers, Drive system and arm	penetapan hasil praktikum Robot technician, Commissioning, Mencari dan memperbaiki kesalahan control, Diagnose and rectify fault in controllers, Drive system and arm 5. Menganalisa hasil praktikum Robot technician, Commissioning, Mencari dan memperbaiki kesalahan control, Diagnose and rectify fault in controllers, Drive system and arm 6. Membuat laporan hasil praktikum Robot technician, Commissioning, Mencari dan memperbaiki kesalahan control, Diagnose and rectify fault in controllers, Drive system and arm	controllers, Drive system and arm Matrix rotation 3. Menganalisa hasil praktikum untuk dibandingkan dengan teori Industrial Robot operation controller, Safety regulation, Point Correction, Program simple 4. Membuat laporan secara komprehensif Industrial Robot operation controller, Safety regulation, Point Correction, Program simple
--	--	--	--	--	--	---	---	---



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR OBSERVASI UJI COBA APLIKASI RoboMRLab

Identitas Observer

Nama Observer : Thomas Septian Eliezer S.
 Tanggal Pengujian : 22/05/2026
 Sesi ke- : 2
 Lokasi Pengujian : Politeknik Astra

Identitas Responden

Kode Responden : S2/R5
 Jenis Kelamin : L
 Berkacamata : Tidak
 Pernah belajar robotic arm sebelumnya? : Ya
 Pengalaman menggunakan VR/AR?MR sebelumnya? : Tidak Pernah
 Variant Meta Quest : 3

A. Petunjuk Pengisian

Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang tersedia atau tuliskan deskripsi singkat pada kolom keterangan. Amati responden sejak awal (splash screen) hingga selesai menggunakan semua modul.

B. Observasi Kemudahan Navigasi & Alur

No	Aspek yang Diamati	Ya	Tidak	Keterangan
1	Responden mampu melewati splash screen tanpa instruksi	v		
2	Responden memahami onboarding (3 slide) tanpa bantuan	v		
3	Responden mencapai main menu dalam waktu < 30 detik	v		
4	Responden dapat menemukan tombol "Mulai Belajar"	v		

(Lanjutan)

5	Responden dapat membuka list modul	v		
6	Responden memilih salah satu modul tanpa ragu	v		Modul Mana: 1 dan
7	Responden mencoba tombol lain (misal: "Settings")		v	
8	Responden mampu kembali ke main menu menggunakan tombol yang tersedia	v		
9	Responden menyelesaikan satu modul penuh dari awal hingga akhir	v		

C. Observasi Interaksi dengan Controller

No	Aspek yang Diamati	Ya	Tidak	Keterangan
1	Responden berhasil menekan tombol (trigger/grip) untuk memilih menu pertama kali tanpa bantuan	v		
2	Responden mengalami kesalahan tekan tombol (tidak terdeteksi)		v	Jumlah: 2
3	Responden terlihat kebingungan saat menggunakan controller		v	
4	Responden secara spontan mencoba tombol lain selain yang diperlukan	v		Tombol apa: Selanjutnya
5	Controller kehilangan koneksi / tidak responsif selama pengujian		v	Jumlah:-
6	Responden meminta bantuan karena controller tidak berfungsi		v	
7	Responden berhasil menggeser slider joint tanpa bantuan	v		
8	Responden berhasil	v		

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



(Lanjutan)

	menempatkan waypoint di ruang 3D.			
9	Responden berhasil melakukan task pick and place	v		

D. Observasi Kendala Teknisk (dicatat setiap kejadian)

No	Jenis Kendala	Ya	Tidak	Waktu Kejadian	Deskripsi Singkat
1	Aplikasi force close / crash		v		
2	Tombol pada controller tidak merespon		v		Jumlah:-
3	Model 3D robotic arm tidak muncul		v		
4	Simulasi pergerakan joint lag / tidak halus		v		Tombol apa:-
5	Visualisasi workspace / singularity salah tampil		v		Jumlah:-
6	Teks/instruksi tidak terbaca (terpotong/buram)		v		
7	Suara/audio tidak keluar		v		
8	Controller terputus / baterai habis		v		
9	Lainnya (sebutkan)		v		

E. Observasi Reaksi & Minat Belajar (catat deskripsi)

No	Aspek yang Diamati	Deskripsi/Kutipan spontan
1	Eksresi saat pertama kali melihat model 3D robot	Datar, cenderung tertarik
2	Eksresi saat berhasil memutar joint robot	Datar
3	Apakah responden tersenyum/tertawa/terkejut (positif)	Tidak tersenyum namun tertarik

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta





(Lanjutan)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4	Apakah responden mengeluh/terlihat <u>frustrasi</u>	Terdapat kesulitan saat klik pendant
5	Apakah responden secara sukarela mencoba fitur tambahan	tidak
6	Responden secara spontan mengajak orang lain melihat atau mencoba aplikasi	tidak
7	Apakah responden bertanya tentang cara penggunaan	tidak
8	Apakah responden membandingkan dengan media lain (buku, video)	tidak

F. Catatan Akhir (diisi observer setelah uji coba selesai)

No	Pertanyaan	Jawaban/Deskripsi
1	Berapa total waktu yang dihabiskan responden (dari mulai headset dipasang hingga selesai semua modul)?	Kurang lebih 35 menit
2	Apakah responden menyelesaikan semua modul yang disediakan?	Ya
3	Apakah responden membutuhkan bantuan dari observer? Jika ya, jelaskan jenis bantuan.	Ya, butuh bantuan dalam klik tombol
4	Skor subjektif observer tentang tingkat kemudahan penggunaan (1=sangat sulit, 5=sangat mudah)	4
5	Apakah ada kejadian tidak terduga yang mempengaruhi pengujian?	Tidak

Tambahan responden:

Issue ketika klik harus klik 2 kali

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR OBSERVASI UJI COBA

APLIKASI RoboMRLab

Identitas Observer

Nama Observer : Thomas Septian Eliezer S.
 Tanggal Pengujian : 22/05/2026
 Sesi ke- : 2
 Lokasi Pengujian : Politeknik Astra

Identitas Responden

Kode Responden : S3/R1
 Jenis Kelamin : P
 Berkacamata : Tidak
 Pernah belajar robotic arm sebelumnya? : Ya
 Pengalaman menggunakan VR/AR?MR sebelumnya? : Tidak Pernah
 Variant Meta Quest : 3S

A. Petunjuk Pengisian

Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang tersedia atau tuliskan deskripsi singkat pada kolom keterangan. Amati responden sejak awal (splash screen) hingga selesai menggunakan semua modul.

B. Observasi Kemudahan Navigasi & Alur

No	Aspek yang Diamati	Ya	Tidak	Keterangan
1	Responden mampu melewati splash screen tanpa instruksi	v		
2	Responden memahami onboarding (3 slide) tanpa bantuan	v		
3	Responden mencapai main menu dalam waktu < 30 detik	v		
4	Responden dapat menemukan tombol "Mulai Belajar"	v		

(Lanjutan)

5	Responden dapat membuka list modul	v		
6	Responden memilih salah satu modul tanpa ragu		v	Bertanya modul mana yang dipilih, lalu memilih modul 1
7	Responden mencoba tombol lain (misal: "Settings")		v	
8	Responden mampu kembali ke main menu menggunakan tombol yang tersedia		v	Tidak kembali ke menu utama
9	Responden menyelesaikan satu modul penuh dari awal hingga akhir	v		

C. Observasi Interaksi dengan Controller

No	Aspek yang Diamati	Ya	Tidak	Keterangan
1	Responden berhasil menekan tombol (trigger/grip) untuk memilih menu pertama kali tanpa bantuan	v		
2	Responden mengalami kesalahan tekan tombol (tidak terdeteksi)		v	Jumlah:
3	Responden terlihat kebingungan saat menggunakan controller		v	
4	Responden secara spontan mencoba tombol lain selain yang diperlukan		v	Tombol apa:
5	Controller kehilangan koneksi / tidak responsif selama pengujian		v	Jumlah:
6	Responden meminta bantuan karena controller tidak berfungsi	v		Terdapat isu kontroler tidak tersambung, namun dengan klik tombol auto adjust dari kontroler dari arahan observer, langsung dapat diperbaiki
7	Responden berhasil menggeser slider joint tanpa bantuan	v		



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

8	Responden berhasil menempatkan waypoint di ruang 3D.	v		
9	Responden berhasil melakukan task pick and place	v		

D. Observasi Kendala Tekniks (dicatat setiap kejadian)

No	Jenis Kendala	Ya	Tidak	Waktu Kejadian	Deskripsi Singkat
1	Aplikasi force close / crash		v		
2	Tombol pada controller tidak merespon		v		Jumlah:-
3	Model 3D robotic arm tidak muncul		v		
4	Simulasi pergerakan joint lag / tidak halus		v		Tombol apa:-
5	Visualisasi workspace / singularity salah tampil		v		Jumlah:-
6	Teks/instruksi tidak terbaca (terpotong/buram)		v		
7	Suara/audio tidak keluar		v		
8	Controller terputus / baterai habis		v		
9	Lainnya (sebutkan)		v		

E. Observasi Reaksi & Minat Belajar (catat deskripsi)

No	Aspek yang Diamati	Deskripsi/Kutipan spontan
1	Ekspresi saat pertama kali melihat model 3D robot	Ekspresi datar
2	Ekspresi saat berhasil memutar joint robot	Ekspresi datar namun tertarik
3	Apakah responden tersenyum/tertawa/terkejut (positif)	Ekspresi datar



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

4	Apakah responden mengeluh/terlihat <u>frustrasi</u>	Hanya karena controller tidak tersambung dengan baik di awal.
5	Apakah responden secara sukarela mencoba fitur tambahan	Tidak
6	Responden secara spontan mengajak orang lain melihat atau mencoba aplikasi	Tidak (sudah diatur per 5 orang)
7	Apakah responden bertanya tentang cara penggunaan	Ya, bertanya karena adanya bug di tombol yang perlu ditekan 2x.
8	Apakah responden membandingkan dengan media lain (buku, video)	Tidak

F. Catatan Akhir (diisi observer setelah uji coba selesai)

No	Pertanyaan	Jawaban/Deskripsi
1	Berapa total waktu yang dihabiskan responden (dari mulai headset dipasang hingga selesai semua modul)?	Sekitar 38 menit
2	Apakah responden menyelesaikan semua modul yang disediakan?	Ya
3	Apakah responden membutuhkan bantuan dari observer? Jika ya, jelaskan jenis bantuan.	Ya, karena ada bug (tombol perlu ditekan 2x untuk menyelesaikan tugas) dan kontroler yang tidak tersambung
4	Skor subjektif observer tentang tingkat kemudahan penggunaan (1=sangat sulit, 5=sangat mudah)	4
5	Apakah ada kejadian tidak terduga yang mempengaruhi pengujian?	Tidak

Tambahan responden:
Issue ketika klik harus klik 2 kali



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR OBSERVASI UJI COBA APLIKASI RoboMRLab

Identitas Observer

Nama Observer : Thomas Septian Eliezer S.
 Tanggal Pengujian : 22/05/2026
 Sesi ke- : 3
 Lokasi Pengujian : Politeknik Astra

Identitas Responden

Kode Responden : S3/R3
 Jenis Kelamin : L
 Berkacamata : Ya
 Pernah belajar robotic arm sebelumnya? : Ya
 Pengalaman menggunakan VR/AR?MR sebelumnya? : Tidak Pernah
 Variant Meta Quest : 3S

A. Petunjuk Pengisian

Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang tersedia atau tuliskan deskripsi singkat pada kolom keterangan. Amati responden sejak awal (splash screen) hingga selesai menggunakan semua modul.

B. Observasi Kemudahan Navigasi & Alur

No	Aspek yang Diamati	Ya	Tidak	Keterangan
1	Responden mampu melewati splash screen tanpa instruksi	v		
2	Responden memahami onboarding (3 slide) tanpa bantuan	v		
3	Responden mencapai main menu dalam waktu < 30 detik	v		
4	Responden dapat menemukan tombol "Mulai Belajar"	v		

(Lanjutan)

5	Responden dapat membuka list modul	v		
6	Responden memilih salah satu modul tanpa ragu	v		Modul Mana: Modul 1
7	Responden mencoba tombol lain (misal: "Settings")		v	
8	Responden mampu kembali ke main menu menggunakan tombol yang tersedia	v		
9	Responden menyelesaikan satu modul penuh dari awal hingga akhir	v		

C. Observasi Interaksi dengan Controller

No	Aspek yang Diamati	Ya	Tidak	Keterangan
1	Responden berhasil menekan tombol (trigger/grip) untuk memilih menu pertama kali tanpa bantuan	v		
2	Responden mengalami kesalahan tekan tombol (tidak terdeteksi)		v	Jumlah:-
3	Responden terlihat kebingungan saat menggunakan controller		v	
4	Responden secara spontan mencoba tombol lain selain yang diperlukan		v	
5	Controller kehilangan koneksi / tidak responsif selama pengujian		v	Jumlah:-
6	Responden meminta bantuan karena controller tidak berfungsi		v	
7	Responden berhasil menggeser slider joint tanpa bantuan	v		
8	Responden berhasil	v		



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

	menempatkan waypoint di ruang 3D.			
9	Responden berhasil melakukan task pick and place	v		

D. Observasi Kendala Teknis (dicatat setiap kejadian)

No	Jenis Kendala	Ya	Tidak	Waktu Kejadian	Deskripsi Singkat
1	Aplikasi force close / crash		v		
2	Tombol pada controller tidak merespon		v		Jumlah:
3	Model 3D robotic arm tidak muncul		v		
4	Simulasi pergerakan joint lag / tidak halus		v		Tombol apa:
5	Visualisasi workspace / singularity salah tampil		v		Jumlah:
6	Teks/instruksi tidak terbaca (terpotong/buram)		v		
7	Suara/audio tidak keluar		v		
8	Controller terputus / baterai habis		v		
9	Lainnya (sebutkan)		v		

E. Observasi Reaksi & Minat Belajar (catat deskripsi)

No	Aspek yang Diamati	Deskripsi/Kutipan spontan
1	Ekspresi saat pertama kali melihat model 3D robot	Tertarik namun datar, terdapat pertanyaan mengenai "Oh ini robotnya pake ABB ya"
2	Ekspresi saat berhasil memutar joint robot	Datar
3	Apakah responden tersenyum/tertawa/terkejut (positif)	Tertarik dan positif



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

4	Apakah responden mengeluh/terlihat <u>frustrasi</u>	tidak
5	Apakah responden secara sukarela mencoba fitur tambahan	tidak
6	Responden secara spontan mengajak orang lain melihat atau mencoba aplikasi	tidak
7	Apakah responden bertanya tentang cara penggunaan	tidak
8	Apakah responden membandingkan dengan media lain (buku, video)	tidak

F. Catatan Akhir (diisi observer setelah uji coba selesai)

No	Pertanyaan	Jawaban/Deskripsi
1	Berapa total waktu yang dihabiskan responden (dari mulai headset dipasang hingga selesai semua modul)?	31 menit
2	Apakah responden menyelesaikan semua modul yang disediakan?	Ya
3	Apakah responden membutuhkan bantuan dari observer? Jika ya, jelaskan jenis bantuan.	Tidak
4	Skor subjektif observer tentang tingkat kemudahan penggunaan (1=sangat sulit, 5=sangat mudah)	5
5	Apakah ada kejadian tidak terduga yang mempengaruhi pengujian?	Tidak

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR OBSERVASI UJI COBA APLIKASI RoboMRLab

Identitas Observer

Nama Observer : Safira Zahara Jasmine
 Tanggal Pengujian : 22/05/2026
 Sesi ke- : 1
 Lokasi Pengujian : Politeknik Astra

Identitas Responden

Kode Responden : D1 (Pak Afianto)
 Jenis Kelamin : L
 Berkacamata : Tidak
 Pernah belajar robotic arm sebelumnya? : Ya
 Pengalaman menggunakan VR/AR?MR sebelumnya? : Tidak Pernah
 Variant Meta Quest : 3

A. Petunjuk Pengisian

Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang tersedia atau tuliskan deskripsi singkat pada kolom keterangan. Amati responden sejak awal (splash screen) hingga selesai menggunakan semua modul.

B. Observasi Kemudahan Navigasi & Alur

No	Aspek yang Diamati	Ya	Tidak	Keterangan
1	Responden mampu melewati splash screen tanpa instruksi	v		
2	Responden memahami onboarding (3 slide) tanpa bantuan	v		
3	Responden mencapai main menu dalam waktu < 30 detik	v		
4	Responden dapat menemukan tombol "Mulai Belajar"	v		

(Lanjutan)

5	Responden dapat membuka list modul	v		
6	Responden memilih salah satu modul tanpa ragu	v		Modul Mana:
7	Responden mencoba tombol lain (misal: "Settings")		v	
8	Responden mampu kembali ke main menu menggunakan tombol yang tersedia	v		
9	Responden menyelesaikan satu modul penuh dari awal hingga akhir		v	

C. Observasi Interaksi dengan Controller

No	Aspek yang Diamati	Ya	Tidak	Keterangan
1	Responden berhasil menekan tombol (trigger/grip) untuk memilih menu pertama kali tanpa bantuan	v		
2	Responden mengalami kesalahan tekan tombol (tidak terdeteksi)		v	Jumlah:
3	Responden terlihat kebingungan saat menggunakan controller	v		
4	Responden secara spontan mencoba tombol lain selain yang diperlukan	v		Tombol apa:
5	Controller kehilangan koneksi / tidak responsif selama pengujian		v	Jumlah:
6	Responden meminta bantuan karena controller tidak berfungsi		v	
7	Responden berhasil menggeser slider joint tanpa bantuan	v		
8	Responden berhasil	v		

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



(Lanjutan)

	menempatkan waypoint di ruang 3D.			
9	Responden berhasil melakukan task pick and place		v	

D. Observasi Kendala Teknis (dicatat setiap kejadian)

No	Jenis Kendala	Ya	Tidak	Waktu Kejadian	Deskripsi Singkat
1	Aplikasi force close / crash		v		
2	Tombol pada controller tidak merespon		v		Jumlah:
3	Model 3D robotic arm tidak muncul		v		
4	Simulasi pergerakan joint lag / tidak halus		v		Tombol apa:
5	Visualisasi workspace / singularity salah tampil		v		Jumlah:
6	Teks/instruksi tidak terbaca (terpotong/buram)		v		
7	Suara/audio tidak keluar		v		
8	Controller terputus / baterai habis		v		
9	Lainnya (sebutkan)		v		

E. Observasi Reaksi & Minat Belajar (catat deskripsi)

No	Aspek yang Diamati	Deskripsi/Kutipan spontan
1	Ekspresi saat pertama kali melihat model 3D robot	"Waah keren ya.."
2	Ekspresi saat berhasil memutar joint robot	Takjub (tertawa)
3	Apakah responden tersenyum/tertawa/terkejut (positif)	Iya



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

4	Apakah responden mengeluh/terlihat <u>frustrasi</u>	Tidak
5	Apakah responden secara sukarela mencoba fitur tambahan	Tidak
6	Responden secara spontan mengajak orang lain melihat atau mencoba aplikasi	Ya, mengajak dosen lain
7	Apakah responden bertanya tentang cara penggunaan	Ya, tentang penggunaan controller
8	Apakah responden membandingkan dengan media lain (buku, video)	Tidak

F. Catatan Akhir (diisi observer setelah uji coba selesai)

No	Pertanyaan	Jawaban/Deskripsi
1	Berapa total waktu yang dihabiskan responden (dari mulai headset dipasang hingga selesai semua modul)?	15 menit
2	Apakah responden menyelesaikan semua modul yang disediakan?	Tidak, hanya modul 1
3	Apakah responden membutuhkan bantuan dari observer? Jika ya, jelaskan jenis bantuan.	Iya, cara penggunaan controller
4	Skor subjektif observer tentang tingkat kemudahan penggunaan (1=sangat sulit, 5=sangat mudah)	4
5	Apakah ada kejadian tidak terduga yang mempengaruhi pengujian?	Tidak

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR OBSERVASI UJI COBA APLIKASI RoboMRLab

Identitas Observer

Nama Observer : Safira Zahara Jasmine
 Tanggal Pengujian : 22/05/2026
 Sesi ke- : 2
 Lokasi Pengujian : Politeknik Astra

Identitas Responden

Kode Responden : S2/R2
 Jenis Kelamin : P/L
 Berkacamata : Ya
 Pernah belajar robotic arm sebelumnya? : Tidak
 Pengalaman menggunakan VR/AR?MR sebelumnya? : Tidak Pernah
 Variant Meta Quest : 3S

A. Petunjuk Pengisian

Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang tersedia atau tuliskan deskripsi singkat pada kolom keterangan. Amati responden sejak awal (splash screen) hingga selesai menggunakan semua modul.

B. Observasi Kemudahan Navigasi & Alur

No	Aspek yang Diamati	Ya	Tidak	Keterangan
1	Responden mampu melewati splash screen tanpa instruksi	V		
2	Responden memahami onboarding (3 slide) tanpa bantuan	V		
3	Responden mencapai main menu dalam waktu < 30 detik	V		
4	Responden dapat menemukan tombol "Mulai Belajar"	V		

(Lanjutan)

5	Responden dapat membuka list modul	V		
6	Responden memilih salah satu modul tanpa ragu	V		Modul Mana: Modul 1
7	Responden mencoba tombol lain (misal: "Settings")		V	
8	Responden mampu kembali ke main menu menggunakan tombol yang tersedia	V		
9	Responden menyelesaikan satu modul penuh dari awal hingga akhir	v		

C. Observasi Interaksi dengan Controller

No	Aspek yang Diamati	Ya	Tidak	Keterangan
1	Responden berhasil menekan tombol (trigger/grip) untuk memilih menu pertama kali tanpa bantuan	v		
2	Responden mengalami kesalahan tekan tombol (tidak terdeteksi)		v	Jumlah:
3	Responden terlihat kebingungan saat menggunakan controller		v	
4	Responden secara spontan mencoba tombol lain selain yang dipertukan		v	Tombol apa:
5	Controller kehilangan koneksi / tidak responsif selama pengujian		v	Jumlah:
6	Responden meminta bantuan karena controller tidak berfungsi		v	
7	Responden berhasil menggeser slider joint tanpa bantuan		v	
8	Responden berhasil		v	

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



(Lanjutan)

	menempatkan waypoint di ruang 3D.			
9	Responden berhasil melakukan task pick and place		v	

D. Observasi Kendala Teknisk (dicatat setiap kejadian)

No	Jenis Kendala	Ya	Tidak	Waktu Kejadian	Deskripsi Singkat
1	Aplikasi force close / crash		v		
2	Tombol pada controller tidak merespon		v		Jumlah:
3	Model 3D robotic arm tidak muncul		v		
4	Simulasi pergerakan joint lag / tidak halus		v		Tombol apa:
5	Visualisasi workspace / singularity salah tampil		v		Jumlah:
6	Teks/instruksi tidak terbaca (terpotong/buram)		v		
7	Suara/audio tidak keluar		v		
8	Controller terputus / baterai habis		v		
9	Lainnya (sebutkan)		v		

E. Observasi Reaksi & Minat Belajar (catat deskripsi)

No	Aspek yang Diamati	Deskripsi/Kutipan spontan
1	Ekspresi saat pertama kali melihat model 3D robot	datar
2	Ekspresi saat berhasil memutar joint robot	datar
3	Apakah responden tersenyum/tertawa/terkejut (positif)	tidak



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

4	Apakah responden mengeluh/terlihat <u>frustrasi</u>	tidak
5	Apakah responden secara sukarela mencoba fitur tambahan	tidak
6	Responden secara spontan mengajak orang lain melihat atau mencoba aplikasi	tidak
7	Apakah responden bertanya tentang cara penggunaan	tidak
8	Apakah responden membandingkan dengan media lain (buku, video)	tidak

F. Catatan Akhir (diisi observer setelah uji coba selesai)

No	Pertanyaan	Jawaban/Deskripsi
1	Berapa total waktu yang dihabiskan responden (dari mulai headset dipasang hingga selesai semua modul)?	28 menit
2	Apakah responden menyelesaikan semua modul yang disediakan?	Ya
3	Apakah responden membutuhkan bantuan dari observer? Jika ya, jelaskan jenis bantuan.	Tidak ada
4	Skor subjektif observer tentang tingkat kemudahan penggunaan (1=sangat sulit, 5=sangat mudah)	3
5	Apakah ada kejadian tidak terduga yang mempengaruhi pengujian?	tidak

Tambahan responden, butuh adapptasi sedikit, tapi setelah itu mudah digunakan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 10 Kuesioner User Testing

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

No	Pertanyaan
1	Nama Responden
2	Jenis Kelamin
3	Apakah Anda menggunakan kacamata saat menggunakan aplikasi? (Ya/Tidak)

B. System Usability Scale (SUS)

Kode	Pernyataan
Q1	Saya merasa ingin menggunakan aplikasi ini secara rutin.
Q2	Saya merasa aplikasi ini terlalu rumit untuk digunakan.
Q3	Saya merasa aplikasi ini mudah digunakan.
Q4	Saya membutuhkan bantuan orang lain atau instruktur untuk dapat menggunakan aplikasi ini.
Q5	Saya merasa fitur-fitur dalam aplikasi ini terintegrasi dengan baik.
Q6	Saya merasa terdapat terlalu banyak inkonsistensi dalam aplikasi ini.
Q7	Saya merasa kebanyakan orang dapat mempelajari penggunaan aplikasi ini dengan cepat.
Q8	Saya merasa aplikasi ini membingungkan untuk digunakan.
Q9	Saya merasa percaya diri saat menggunakan aplikasi ini.
Q10	Saya perlu mempelajari banyak hal terlebih dahulu sebelum dapat menggunakan aplikasi ini.

C. Evaluasi Konten Pembelajaran Robotic Arm

Kode	Pernyataan
Q11	Visualisasi 3D membantu saya memahami struktur robotic arm.
Q12	Simulasi dan manipulasi pergerakan joint membantu saya memahami cara kerja robot.
Q13	Visualisasi workspace membantu saya memahami batas jangkauan robot.
Q14	Simulasi singularity dan deteksi tabrakan membantu saya memahami konfigurasi robot yang berpotensi berbahaya.

D. Evaluasi UI/UX dan Pengalaman Pengguna

Kode	Pernyataan
Q15	Modul pembelajaran mudah diikuti secara bertahap.

(Lanjutan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



- Q16 Instruksi yang ditampilkan pada aplikasi mudah dipahami.
- Q17 Tata letak antarmuka mudah dipahami.
- Q18 Navigasi antar modul mudah digunakan.
- Q19 Informasi yang ditampilkan tidak membingungkan.
- Q20 Visualisasi dan penggunaan warna membantu saya memahami informasi penting.
- Q21 Interaksi pada lingkungan Mixed Reality terasa responsif.
- Q22 Pengalaman belajar menggunakan aplikasi ini terasa lebih interaktif dibandingkan media pembelajaran konvensional.

E. Pertanyaan Terbuka

Kode	Pertanyaan
Q23	Menurut Anda, apakah pembelajaran menggunakan Mixed Reality dapat menunjang proses pembelajaran yang ada saat ini? Jelaskan alasannya.
Q244	Apakah terdapat kendala yang Anda alami selama menggunakan aplikasi ini? Jelaskan.
Q25	Apa saran atau masukan yang dapat diberikan untuk pengembangan aplikasi pada penelitian selanjutnya?



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 11 Tabel Skor SUS

Responden	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q10	SUM	SUS Score	Interpretation
R01	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	37	92.5	Excellent
R02	3	2	3	0	4	3	2	3	3	1	24	60	Poor
R03	4	4	4	3	4	3	3	3	4	2	34	85	Excellent
R04	4	0	2	0	4	2	3	3	3	1	22	55	Poor
R05	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	38	95	Excellent
R06	4	3	3	1	4	4	4	4	4	4	35	87.5	Excellent
R07	4	2	4	3	4	3	4	0	4	0	28	70	Good
R08	2	3	3	3	3	3	3	2	3	1	26	65	Poor
R09	3	3	3	4	3	1	4	3	2	3	29	72.5	Good
R10	4	3	4	1	4	3	4	4	4	1	32	80	Good
R11	4	1	2	1	4	3	1	3	3	2	24	60	Poor
R12	3	2	3	2	3	2	3	2	2	0	22	55	Poor
R13	4	4	3	1	4	4	4	4	3	1	32	80	Good
R14	2	1	1	1	4	1	4	4	3	0	21	52.5	Poor
R15	3	3	3	1	3	2	3	2	3	1	24	60	Poor
R16	3	3	1	1	2	3	4	3	4	0	24	60	Poor
R17	3	4	0	1	4	3	4	4	4	4	31	77.5	Good
R18	3	4	4	1	3	2	3	3	4	3	30	75	Good
AVG												71.25	Good

- Hak Cipta :**
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 - Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 12 Tabel Hasil Kuesioner Likert

ID	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22
R01	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4
R02	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5
R03	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5	4	3
R04	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5
R05	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R06	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R07	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R08	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
R09	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R11	5	5	5	5	3	3	4	4	5	5	5	5
R12	4	4	3	2	2	2	4	4	4	4	4	4
R13	5	5	5	5	2	2	5	5	4	5	5	5
R14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
R15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R16	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3
R17	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
R18	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumuk dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 12 Tabel Hasil Pertanyaan Terbuka

ID	Q23	Q24	Q25
R01	Ya	Tidak	Sudah OK
R02	Menunjang, karena memberikan gambaran simulasi pembelajaran	Tutorial bisa ditambahkan pengantar demo penggunaan aplikasinya	Sebelum memulai, bisa ditambahkan demonstrasi video cara menggunakan aplikasi tersebut
R03	Setuju, karena visual mode seperti ini sangat lah mudah untuk mahasiswa mekatronika untuk memudahkan pembelajaran robot	Tidak ada	Tidak ada masukan karena ini sangat canggih dan sangat cocok untuk nilai tambahan
R04	bisa banget	belum ada	-
R05	Ya, karena sangat membantu bagi yang belum pernah mengetahui tentang robot untuk mempelajarinya dengan cepat.	Tidak ada	Cukup menurut saya.
R06	sangat membantu, karna ada 3d robotnya seperti di aslinya	masih terkendala memindahkan robot	semoga bisa dibenerin kendalanya
R07	ya karena sangat membantu untuk simulasi nya	tidak ada, aplikasi sangat mudah digunakan	tidak ada, sudah sangat bagus
R08	Ya, karena untuk beberapa orang yang lebih bisa mengerti dengan pembelajaran visual seperti ini dapat lebih dimudahkan	Hanya dalam adaptasi dengan pengaturannya	Untuk bagian untuk perpindahan posisi robot dengan jog itu bisa sedikit lebih smooth
R09	iya bisa, karna kita bisa bebas eksplor dengan resiko yg lebih minim	tidak	perlu diturunkan sensitivitas pada kontrol robot
R10	iyaa, karena MR menggabungkan antara dunia fisik dengan digital. cocok karena mengubah nilai abstrak menjadi visual nyata.	tidak ada kendala besar, hanya membutuhkan sedikit bantuan dari instruktur.	mungkin bisa sedikit di turunkan sensitifitas pada saat menggerakkan axis nya karena terlalu cepat digerakkan padahal hanya sedikit memainkan joy.
R11	karena kita bisa langsung belajar dengan mudah dan tidak perlu menunggu gantian untuk mempelajari robot, karena robot yg tersedia hanya ada beberapa dan tidak semua langsung bisa pakai karena bergantian	sensitifitasnya terlalu tinggi	kurangi sensitifitas joystick dan tanbahkan fitur untuk lock posisi robot dan tab informasi agar tidak berubah ketika tidak sengaja joystick nya ke geser
R12	Ya, karena kemajuan teknologi saat ini sangat disayangkan apabila tidak dipergunakan atau membantu kita sebagai media belajar	Tidak	Pada robot masih perlu diberikan pemberitahuan jika gerakan robot melewati batas
R13	Ya karena dapat mengurangi risiko bahaya jika menggunakan robot secara nyata	Tidak, karena mudah dipahami	Diberikan latihan" untuk melatih hingga terbiasa untuk mengetahui cara menggerakkan robot sesuai tujuan dan aman



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

R14	Iya, karena untuk mempermudah pembelajaran ketika tidak ada robot	-	-
R15	Setuju, karena membantu apabila robot yang ada di real hanya 1pcs, jd bisa pake alat ini dulu	Masih terasa belum cukup jelas untuk point point yang harus dilakukan	-
R16	iyaa karna intruksi pembelajaranya mudah dipahami	ada, saat menggunakan jog terus pindah ke linear robotny langsung ke posisi home	sudah bagus tapi untuk gerak robotnya terlalu cepat
R17	ya, karena dengan adanya metode pembelajaran ini saya dapat mencoba mengoprasikan robot arm gofa tanpa harus menggunakan robot yang real	tidak ada, karena selama sya menggunakan apk ini saya dapat mencerna informasi yang ada didalam dengan mudah	menurut saya sudah sangat bagus
R18	Ya, membantu pengalaman belajar robot tanpa ada robot fisik.	tidak	bisa ditambahkan quiz dan scoring untuk evaluasi pembelajaran

Lampiran 13 Testing ke Politeknik Astra



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

